TNIAC 2021

Thai-Nichi Institute of Technology : Academic Conference

The 7th Thai-Nichi Institute of Technology

Academic Conference

May 20-21, 2021

Thai-Nichi Institute of Technology, Bangkok Thailand

The 7th TNI Academic Conference 2021

(TNIAC2021)

Proceedings Book

20-21 May 2021

Thai-Nichi Institute of Technology via Online Platform

The 7th TNI Academic Conference (TNIAC2021)'s proceedings were reviewed by academic and professional experts. The message and contents published in TNIAC2021's proceedings are copyright of the publisher. Individuals are allowed to refer specifically for education, research, analysis, or criticism under the copyright laws of the Kingdom of Thailand. Production for commercial purposes is prohibited. Modification of any part of this proceeding must be allowed by obtaining written permission from the publisher.

บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในหนังสือการประชุม TNI Academic Conference ครั้งที่ 7 (TNIAC2021) ทั้งหมดนี้ได้รับการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ข้อความและเนื้อหาที่ตีพิมพ์ในหนังสือการประชุม TNIAC2021 เป็นลิขสิทธิ์ของผู้จัดพิมพ์ บุคคลได้รับอนุญาตให้อ้างอิงเฉพาะเพื่อการศึกษา การวิจัย การวิเคราะห์ หรือ การวิจารณ์ ภายใต้กฎหมายลิขสิทธิ์ของประเทศ ห้ามมิให้มีการนำไปผลิตเพื่อการค้า และการดัดแปลงส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้จะด้วยวิธีการใดก็ตามจะต้องได้รับการอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้จัดพิมพ์

Responsibility for the contents, data, figures, tables, and opinions of the articles presented and published in TNIAC2021 is sole responsibility of the authors. If it is found that the whole or any part of these articles have any mistakes or have been already published in other publications or have patent infringement, the offense is also the authors' responsibility.

ความรับผิดชอบด้านเนื้อหา ข้อมูล ข้อความ ภาพและตารางประกอบ ข้อคิดเห็นส่วนตัวที่ลงตีพิมพ์ในบทความวิจัย และมีการนำเสนอในการประชุม TNIAC2021 เป็นของผู้เขียนบทความ หากมีความผิดพลาดใด ๆ หรือหากมีการตีพิมพ์ซ้ำซ้อน และละเมิดลิขสิทธิ์ผู้อื่น ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียนแต่เพียงผู้เดียว

จัดพิมพ์โดย

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงทพฯ 10250
โทรศัพท์ 02-763-2600 โทรสาร 02-763-2700
Website: www.tni.ac.th

Copyright © 2021 Thai-Nichi Institute of Technology

คณะกรรมการจัดงานประชุมวิชาการระดับชาติ TNIAC2021

ประธานจัดงานประชุม

รศ. กฤษดา วิศวธีรานนท์	อธิการบดี สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

คณะกรรมการจัดการประชุม

อาจารย์พรอนงค์ นิยมค้า โฮริคาวา	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
รศ. ดร.ชุมพล อันตรเสน	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
รศ. ดร.รัตติกร วรากูลศิริพันธุ์	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
รศ. รังสรรค์ เลิศในสัตย์	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ผศ. ดร.วรรณวิมล รุ่งธีระ	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ศ. ดร.โกสินทร์ จำนงไทย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ศ. ดร. บุญเจริญ ศิริเนาวกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ศ. ดร.ธนารักษ์ ธีระมั่นคง	สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ศ. ดร.สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Prof. Dr.Hiroshi KONNO	Tohoku Institute of Technology, Japan
Prof. Dr.Chaoyang LI	Kochi Univerisity of Technology, Japan
Prof. Dr.Samuel S. Chua	Lyceum of the Philippines University, Philippines
Prof. Dr.Akito TAKASAKI	Shibaura Institute of Technology, Japan
Prof. Dr.Manfred Glesner	Technische Universität Darmstadt, Germany

คณะกรรมการด้านวิชาการ

รศ. ดร.พิชิต สุขเจริญพงษ์	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
อาจารย์วสันต์ จันทร์สัจจา	บริษัทหลักทรัพย์บัวหลวง จำกัด (มหาชน)
รศ. ดร.ดาวัลย์ วิวรรธนะเดช	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศ. ดร.มานะ ศรียุทธศักดิ์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ. ดร.มานพ เรี่ยวเดชะ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ. ดร.ศักดิ์ชัย ทิพย์จักษุรัตน์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ. ดร.วิจิตรา จำลองราษฎร์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ. ดร.กันต์พงษ์ วรรัตน์ปัญญา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ. ชัยชนะ ตีรสุกิตติมา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คณะกรรมการด้านวิชาการ (ต่อ)

ผศ. ดร.สายยัญ สายยศ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผศ. ดร.อนุพงศ์ อวิรุทธา	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ดร.มณีรัตน์ กออุดม	มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ
ดร.วรางรัตน์ นิติวนะกุล	มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ
ผศ. วัชรพงษ์ แจ้งประจักษ์	มหาวิทยาลัยบูรพา
ดร.อรอุษา พิมพ์สวัสดิ์	มหาวิทยาลัยบูรพา
ผศ. อัญชลี สุพิทักษ์	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ดร. มหรรณพ ฟักขาว	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ผศ. ดร.ประจักษ์ เฉิดโฉม	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ผศ. ตรีรัตน เมตต์การุณ์จิต	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ผศ. ดร.วุฒิ สุขเจริญ	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ผศ. ดร.รชตะ รุ่งตระกูลชัย	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ผศ. อมราวดี ทัพพุน	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ผศ. ดร.วิภาณี เพ็งเนตร	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Prof. Dr.Tsutomu KONOSU	Chiba Institute of Technology, Japan
Prof. Dr.Akimitsu HATTA	Kochi Univerisity of Technology, Japan
Prof. Dr.Hideki HOSODA	Tokyo Institute of Technology, Japan
Prof. Dr.Kou YAMADA	Gunma University, Japan
Prof. Dr.Tatsuhiko AIZAWA	Shibaura Institute of Technology, Japan
Prof. Dr.Volodymyr Chernenko	University of the Basque Country, Spain
Assoc. Prof. Dr.Sanghyuk Lee	Xi'an Jiaotong-Liverpool University, China

สารจากประธานคณะกรรมการจัดการประชุมวิชาการ TNIAC 2021



รองศาสตราจารย์ กฤษดา วิศวธีรานนท์
อธิการบดี
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ประธานคณะกรรมการจัดการประชุม

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ได้ริเริ่มจัดประชุมวิชาการระดับชาติ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงการบริหารจัดการอุตสาหกรรม การศึกษา ภาษา และวัฒนธรรม ในรูปแบบของสหวิทยาการ เพื่อเป็นสื่อกลางการประชุมแลกเปลี่ยนความรู้ทางวิชาการและงานวิจัย ระหว่างนักศึกษา คณาจารย์ และนักวิจัยทั้งของภาครัฐและเอกชน ภายใต้ชื่อ TNIAC (Thai-Nichi Institute of Technology Academic Conference) โดยเริ่มจัดการประชุมครั้งแรกในปี พ.ศ. 2554 และจัดติดต่อกันมาแล้ว 6 ครั้ง

ในปี พ.ศ. 2564 นี้ ทางสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ได้จัดการประชุมวิชาการระดับชาติ The TNI Academic Conference 2021 เป็นครั้งที่ 7 โดยแบ่งกลุ่มหัวข้อการวิจัยและบทความทางวิชาการออกเป็น 4 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1: การศึกษา ภาษาและสังคมศาสตร์ (Education, Language and Social Science) กลุ่มที่ 2: เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information Technology and Communication) กลุ่มที่ 3: วิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ (Sciences and Engineering) และ กลุ่มที่ 4: การบริหารธุรกิจ (Business Administration) เพื่อให้นักศึกษา คณาจารย์ ตลอดจนนักวิจัย จากสถาบันต่าง ๆ ได้นำเสนอผลงานวิจัย ที่นำไปสู่การแลกเปลี่ยนทางวิชาการ การถ่ายทอดความรู้ ความร่วมมือทางวิชาการและวิจัยต่อไปในอนาคต

เนื่องจากเหตุการณ์แพร่ระบาดของไวรัสสายพันธุ์ใหม่ (COVID-19) การประชุมวิชาการในปีนี้จึงกำหนดให้เป็นการนำเสนอและการร่วมประชุมทาง Online โดยมีบทความที่ส่งเข้าร่วมการพิจารณาจำนวน 170 บทความ และบทความที่ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ และได้รับการตัดสินให้นำเสนอในการประชุมวิชาการครั้งนี้ จำนวน 75 บทความ โดยเป็นบทความของนักวิจัย นักวิชาการ คณาจารย์และนักศึกษาจากหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งสถาบันการศึกษาของรัฐและเอกชน รวมทั้งองค์กรธุรกิจเอกชน จำนวนรวมทั้งสิ้นกว่า 20 หน่วยงาน

ในส่วนของการปาฐกถาหลัก ในปีนี้เราได้รับเกียรติจาก Professor Dr. Akito Takasaki รองอธิการบดี สถาบันเทคโนโลยีชิบาอุระ กรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น ร่วมปาฐกถาทางวิชาการในหัวข้อ “Hydrogen Storage toward Hydrogen Society” ผมมีความมั่นใจอย่างยิ่งว่าจากประสบการณ์และความเชี่ยวชาญขององค์ปาฐกจะทำให้ทุกท่านได้รู้ถึงพัฒนาการใหม่ ๆ ทางด้านเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ เพื่อสร้างความเข้มแข็งและยั่งยืนของประเทศสืบไป

ในฐานะประธานคณะกรรมการจัดการประชุม ผมขอขอบคุณบริษัท เอสซีจี เคมิคอลส์ จำกัด และบริษัท พลังงานบริสุทธิ์ จำกัด (มหาชน) ที่ให้การอุปถัมภ์การประชุมวิชาการครั้งนี้ และขอขอบคุณองค์กรและหน่วยงานต่าง ๆ ของไทย เช่น สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ตลอดจนองค์กรและหน่วยงานของญี่ปุ่น เช่น JETRO JICA NEDO และ JTECS ที่ให้การสนับสนุนในด้านต่างๆ จนทำให้การประชุมวิชาการครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณผู้ร่วมนำเสนอผลงานและผู้เข้าร่วมการประชุมวิชาการทุกท่าน ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่ประเมินบทความ ขอขอบคุณคณะกรรมการจัดการประชุมวิชาการและบุคลากรทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการทำให้การจัดการประชุมวิชาการครั้งนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ทุกประการ

สุดท้ายนี้ผมหวังเป็นอย่างยิ่งว่าข้อมูลและองค์ความรู้จากผลงานวิจัยและบทความวิชาการต่าง ๆ ที่ทุกท่านได้รับจากการประชุมวิชาการในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับการต่อยอดงานวิจัยและการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

สารจากประธานคณะทำงานจัดการประชุมวิชาการ TNIAC 2021



รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ประธานคณะทำงานจัดการประชุม

ยินดีต้อนรับผู้เข้าร่วมประชุมวิชาการระดับชาติ TNIAC 2021 ทุกท่าน

การประชุมวิชาการระดับชาติ TNIAC ซึ่งจัดโดยสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ได้จัดขึ้นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2554 และจัดต่อเนื่องกันมา การจัดการประชุมครั้งนี้เป็นการประชุมวิชาการครั้งที่ 7

ตลอดระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา การประชุมวิชาการ TNIAC ได้เป็นส่วนหนึ่งของการพบปะแลกเปลี่ยนองค์ความรู้และประสบการณ์ของนักวิจัย นักศึกษา คณาจารย์ นักปฏิบัติและบุคลากรที่สนใจในงานการวิจัยและเผยแพร่องค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยในด้าน ธุรกิจ อุตสาหกรรม สังคม วัฒนธรรมและภาษา การประชุมวิชาการในปีนี้ ได้จัดการนำเสนอผลงานการวิจัยออกเป็น 2 วัน โดยแบ่งกลุ่มหัวข้อการวิจัยและบทความทางวิชาการออกเป็น 4 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1: การศึกษา ภาษาและสังคมศาสตร์ (Education, Language and Social Science) กลุ่มที่ 2: เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information Technology and Communication) กลุ่มที่ 3: วิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ (Sciences and Engineering) และ กลุ่มที่ 4: การบริหารธุรกิจ (Business Administration) เพื่อให้นักศึกษา คณาจารย์ ตลอดจนนักวิจัย จากสถาบันต่าง ๆ ได้นำเสนอผลงานวิจัย ที่นำไปสู่การแลกเปลี่ยนทางวิชาการ การถ่ายทอดองค์ความรู้ ความร่วมมือทางวิชาการและวิจัยต่อไปในอนาคต

นอกจากการนำเสนอผลงานวิจัย ในปีนี้เรายังได้รับเกียรติจาก Professor Dr. Akito Takasaki รองอธิการบดีสถาบันเทคโนโลยีชิบาอุระ กรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น (Shibaura Institute of Technology, Tokyo, JAPAN) มาร่วมเป็นองค์ปาฐกในการปาฐกถาเรื่อง “Hydrogen Storage toward Hydrogen Society” ซึ่งผมหวังเป็นอย่างยิ่งว่าสาระและองค์ความรู้จากปาฐกถาและผลงานวิจัยที่นำเสนอในการประชุมครั้งนี้ จะทำให้เกิดการอภิปราย วิพากษ์ ถ่ายทอดและแลกเปลี่ยนความรู้อย่างกว้างขวางในแวดวงผู้เข้าร่วมการประชุมทุกท่าน

การประชุมวิชาการในครั้งนี้ ไม่สามารถดำเนินการให้ลุล่วงตามวัตถุประสงค์ได้โดยปราศจากความร่วมมือร่วมใจและการทำงานอย่างหนักของคณะทำงานและบุคลากรสนับสนุนจำนวนมาก ผมขอถือโอกาสนี้กล่าวคำขอบคุณและชื่นชมต่อความตั้งใจและการทำงานอย่างทุ่มเทของทุกท่าน ขอขอบคุณคณะกรรมการจัดการประชุม คณะทำงานทุกชุด ผู้ทรงคุณวุฒิทั้งภายในและภายนอกสถาบันฯที่ทำหน้าที่ในการคัดกรองบทความวิจัยจนได้ผลงานวิจัยที่มีคุณภาพ คณะทำงานด้านเทคนิคในจัดการกระชุม Online ผู้ทรงคุณวุฒิที่ทำ

หน้าที่เป็น Session Chair ของการประชุม ตลอดจนขอขอบคุณผู้ร่วมนำเสนอผลงานและผู้เข้าร่วมการประชุมวิชาการทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการทำให้การจัดการประชุมวิชาการครั้งนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ทุกประการ

ขอขอบคุณ Professor Dr. Akito Takasaki รองอธิการบดีสถาบันเทคโนโลยีชิบาอุระ (Shibaura Institute of Technology, Tokyo, JAPAN) องค์ปาฐกของการประชุม ขอขอบคุณบริษัท เอสซีจี เคมิคอลส์ จำกัด และ บริษัท พลังงานบริสุทธิ์ จำกัด (มหาชน) ที่ให้การอุปถัมภ์การประชุมวิชาการครั้งนี้ ขอขอบคุณองค์กรและหน่วยงานต่าง ๆ ของไทย เช่น สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ตลอดจนองค์กรและหน่วยงานของญี่ปุ่น เช่น JETRO JICA NEDO และ JTECS ที่ให้การสนับสนุนจนทำให้การประชุมวิชาการครั้งนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

สุดท้ายนี้ผมหวังเป็นอย่างยิ่งว่าข้อมูลและองค์ความรู้จากการปาฐกถา จากผลงานวิจัยและบทความวิชาการต่าง ๆ ที่ทุกท่านได้รับจากการประชุมวิชาการในครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์สำหรับการต่อยอดงานวิจัยและการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

องค์ปาฐก



"Hydrogen Storage toward Hydrogen Society"

Prof. Dr.Akito Takasaki

Education: Doctor of Engineering from Tokyo Institute of Technology (1988)

Position: Vice President, Professor of Department of Engineering Science and Mechanics,

College of Engineering, Shibaura Institute of Technology (SIT), Tokyo, JAPAN

Affiliation: Materials Science and Engineering Laboratory

Academic Society 1) The Japan Institute of Metals and Materials

2) The Society of Materials Science, Japan

3) Materials Research Society (MRS)

Research Areas: Nanotechnology / Materials / Metallic materials

Research Interested: hydrogen storage alloys hydrogen embrittlement functional materials

กำหนดการ

การประชุมวิชาการระดับชาติ The TNI Academic Conference 2021

วันพฤหัสบดีที่ 20 พฤษภาคม 2564

<table>
<tr><th>เวลา</th><th>กำหนดการ</th></tr>
<tr><td>8:30 – 10:00

8:30 – 8:45

8:45 – 9:00

9:00 – 10:00</td><td>พิธีเปิด
Meeting Link: https://zoom.us/j/99361812482
Meeting ID: 993 6181 2482, Passcode: 316344
กล่าวต้อนรับ โดย รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ประธานคณะทำงานจัดการประชุม
ประธานในพิธีกล่าวเปิดงาน
โดย รองศาสตราจารย์ กฤษดา วิศวธีรานนท์
อธิการบดี สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ปาฐกถา
เรื่อง: Hydrogen Storage toward Hydrogen Society
โดยองค์ปาฐก Prof. Dr. Akito Takasaki
รองอธิการบดี, Shibaura Institute of Technology, กรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น</td></tr>
<tr><td>10:00 – 11:30</td><td>การบรรยายวิชาการกลุ่มย่อย 1
<table>
<tr><td>T1-1</td><td>Business Administration
Meeting Link: https://zoom.us/j/98357501407
Meeting ID: 983 5750 1407, Passcode: 285625</td></tr>
<tr><td>T1-2</td><td>Business Administration
Meeting Link: https://zoom.us/j/91262289994
Meeting ID: 912 6228 9994, Passcode: 171103</td></tr>
<tr><td>T1-3</td><td>Business Administration
Meeting Link: https://zoom.us/j/98438311336
Meeting ID: 984 3831 1336, Passcode: 795186</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

กำหนดการ (ต่อ)

การประชุมวิชาการระดับชาติ The TNI Academic Conference 2021

วันพฤหัสบดีที่ 20 พฤษภาคม 2564

<table>
<tr><th>เวลา</th><th>กำหนดการ</th></tr>
<tr><td>11:30 – 12:30</td><td>พักกลางวัน</td></tr>
<tr><td>12:30 – 14:00</td><td>การบรรยายวิชาการกลุ่มย่อย 2
<table>
<tr><td>T2-1</td><td>Business Administration
Meeting Link: https://zoom.us/j/98357501407
Meeting ID: 983 5750 1407, Passcode: 285625</td></tr>
<tr><td>T2-2</td><td>Business Administration
Meeting Link: https://zoom.us/j/91262289994
Meeting ID: 912 6228 9994, Passcode: 171103</td></tr>
<tr><td>T2-3</td><td>Science and Engineering
Meeting Link: https://zoom.us/j/98438311336
Meeting ID: 984 3831 1336, Passcode: 795186</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>14:00 – 14:30</td><td>พัก</td></tr>
<tr><td>14:30 – 16:00</td><td>การบรรยายวิชาการกลุ่มย่อย 3
<table>
<tr><td>T3-1</td><td>Business Administration
Meeting Link: https://zoom.us/j/98357501407
Meeting ID: 983 5750 1407, Passcode: 285625</td></tr>
<tr><td>T3-2</td><td>Information and Communication Technology
Meeting Link: https://zoom.us/j/91262289994
Meeting ID: 912 6228 9994, Passcode: 171103</td></tr>
<tr><td>T3-3</td><td>Science and Engineering
Meeting Link: https://zoom.us/j/98438311336
Meeting ID: 984 3831 1336, Passcode: 795186</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

กำหนดการ (ต่อ)

การประชุมวิชาการระดับชาติ The TNI Academic Conference 2021

วันศุกร์ที่ 21 พฤษภาคม 2564

<table>
<tr><th>เวลา</th><th>กำหนดการ</th></tr>
<tr><td>10:00 – 11:30</td><td>การบรรยายวิชาการกลุ่มย่อย 4
<table>
<tr><td>T4-1</td><td>Business Administration
Meeting Link: https://zoom.us/j/98357501407
Meeting ID: 983 5750 1407, Passcode: 285625</td></tr>
<tr><td>T4-2</td><td>Education, Language, and Social Science
Meeting Link: https://zoom.us/j/91262289994
Meeting ID: 912 6228 9994, Passcode: 171103</td></tr>
<tr><td>T4-3</td><td>Science and Engineering
Meeting Link: https://zoom.us/j/98438311336
Meeting ID: 984 3831 1336, Passcode: 795186</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>11:30 – 12:30</td><td>พักกลางวัน</td></tr>
<tr><td>12:30 – 14:00</td><td>การบรรยายวิชาการกลุ่มย่อย 5
<table>
<tr><td>T5-1</td><td>Business Administration
Meeting Link: https://zoom.us/j/98357501407
Meeting ID: 983 5750 1407, Passcode: 285625</td></tr>
<tr><td>T5-2</td><td>Science and Engineering
Meeting Link: https://zoom.us/j/91262289994
Meeting ID: 912 6228 9994, Passcode: 171103</td></tr>
<tr><td>T5-3</td><td>Science and Engineering
Meeting Link: https://zoom.us/j/98438311336
Meeting ID: 984 3831 1336, Passcode: 795186</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>14:00 – 14:30</td><td>พัก</td></tr>
</table>

กำหนดการ (ต่อ)

การประชุมวิชาการระดับชาติ The TNI Academic Conference 2021

วันศุกร์ที่ 21 พฤษภาคม 2564

<table>
<tr><th>เวลา</th><th>กำหนดการ</th></tr>
<tr><td>14:30 – 16:00</td><td>การบรรยายวิชาการกลุ่มย่อย 6
<table>
<tr><td>T6-1</td><td>Business Administration
Meeting Link: https://zoom.us/j/98357501407
Meeting ID: 983 5750 1407, Passcode: 285625</td></tr>
<tr><td>T6-2</td><td>Science and Engineering
Meeting Link: https://zoom.us/j/91262289994
Meeting ID: 912 6228 9994, Passcode: 171103</td></tr>
<tr><td>T6-3</td><td>Science and Engineering
Meeting Link: https://zoom.us/j/98438311336
Meeting ID: 984 3831 1336, Passcode: 795186</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

ตารางการนำเสนอผลงาน

Track 1: Business Administration: Transport, Logistics and Supply Chain Management, Innovation in Public Administration, Organisational Behavior, Banking & Risk Management, Finance & Accounting, Marketing, Management, Tourism, Other related topics.

Session T1-1, วันพฤหัสบดีที่ 20 พฤษภาคม 2564 เวลา 10.00 – 11.30 น.

Session Chair: ดร.ภิญรดา แก้วเขียว

ID	หัวข้อ	ผู้นำเสนอ	หน้า
BA-01	ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการแอปพลิเคชัน Gojek	ณัฐธิดา ศรีเมือง ปัณณทัต จอมจักร์	26
BA-02	ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนมของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล	ธนัชชา สมณะ จิรัชญา ช่ำนิกุล ปัณณทัต จอมจักร์	34
BA-03	ผลกระทบต่อสภาพคล่องที่มีต่อความสามารถในการทำกำไรของธุรกิจโรงแรมในประเทศไทย: กรณีศึกษาจากธุรกิจโรงแรมที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย	วิลาสินี ตู้จินดา ศรีสุดา ถุงสุวรรณ ศุภเจตน์ จันทร์สาส์น สมยศ โอสนานนท์	40
BA-04	การศึกษารูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจซื้อน้ำดื่มวิตามินของผู้บริโภค	วาวา ประเสริฐผล ปานชนก ปิ่นมรกต วาสนา ตรินันท์ เพ็ญวิมล วิไลรัตน์	46

Session T1-2, วันพฤหัสบดีที่ 20 พฤษภาคม 2564 เวลา 10.00 – 11.30 น.

Session Chair: ดร.บุญญาดา นาสมบูรณ์

ID	หัวข้อ	ผู้นำเสนอ	หน้า
BA-05	การปรับปรุงผลิตภาพและการไหลของการสื่อสารระหว่างกันด้วยเทคนิค Kanban Board	ดวงใจ ลือชัยลาม พิชิต งามจรัสศรีวิชัย	52
BA-06	การปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์เพื่อลดผลกระทบต่อต้นทุนคุณภาพ	ชยุดา สืบดี พิชิต งามจรัสศรีวิชัย	58

ID	หัวข้อ	ผู้นำเสนอ	หน้า
BA-07	เทคนิคการลดของเสียและต้นทุนการผลิตในกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์ประเภทกล่องกระดาษลูกฟูก	พัทธ์ธีรา เครือวงค์ศิริ พิชิต งามจรัสศรีวิชัย	64
BA-08	การประยุกต์ใช้การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ในการเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า	ปิยะ เฮงมีชัย ชุตินันท์ เจียมจิระเศรษฐ์	70

Session T2-1, วันพฤหัสบดีที่ 20 พฤษภาคม 2564 เวลา 12.30 – 14.00 น.

Session Chair: ผศ. ดร.วุฒิ สุขเจริญ

ID	หัวข้อ	ผู้นำเสนอ	หน้า
BA-09	Degrowth, as the world turns; an ideal path to revive tourism business post Covid-19?	Ploy Umpornpet	75
BA-10	ผลกระทบและการจัดการภาวะวิกฤตการแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนา (โควิด-19) ของผู้ประกอบการไทยในธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม	เอิบ พงบุหงอ รังสรรค์ เลิศในสัตย์ วนิดา วาดีเจริญ	80
BA-11	ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์	ปรินทร ศิริเอี้ยวพิกูล ธันยมัย เจียรกุล	86
BA-12	ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมในการซื้อสินค้าแบรนด์เนมรีเซลล์	เนติพงษ์ ตู้จินดา ชญานิน ชาญยิ่งสกุล ปัณณทัต จอมจักร์ ทัฬหธร วรรณวุฒิกุล	93

Session T2-2, วันพฤหัสบดีที่ 20 พฤษภาคม 2564 เวลา 12.30 – 14.00 น.

Session Chair: ดร.บุญญาดา นาสมบูรณ์

ID	หัวข้อ	ผู้นำเสนอ	หน้า
BA-13	Factors Affecting the Financial Accounting of Textile Manufacturing Community Enterprise Groups: A Case from Udon Thani Province	Mananya Thongbor	99

ID	หัวข้อ	ผู้นำเสนอ	หน้า
BA-14	ปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดเก็บภาษีที่มีประสิทธิภาพขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง	รุ่งอรุณ กระแสร์สินธุ์ บุณยวีร์ โชคประเสริฐสม ใกล้รุ่ง กระแสร์สินธุ์ จิราพร คันชั่ง วทัญญู รัศมิทัต คมพัชญ์ สิริถิรพิทักษ์ ธารทิพย์ พจน์สุภาพ อาจารีย์ ประจวบเหมาะ สุรสิทธิ์ อุดมธนวงศ์	103
BA-15	ผลกระทบของประเภทการทุจริตต่อการประเมินความเสี่ยงในการสอบบัญชีของผู้สอบบัญชี	พรรณนภา ตาลกุล ลัพธ์พร สวราชย์ จารุภา วิภูภิญโญ	111

Session T3-1, วันพฤหัสบดีที่ 20 พฤษภาคม 2564 เวลา 14.30 – 16.00 น.

Session Chair: ผศ. ดร.วุฒิ สุขเจริญ

ID	หัวข้อ	ผู้นำเสนอ	หน้า
BA-16	การวิเคราะห์องค์ประกอบร่วมของความชอบส่วนบุคคลที่มีต่อผลิตภัณฑ์เซ่ารถระยะยาวสำหรับบุคคลธรรมดา กรณีศึกษาเปรียบเทียบกลุ่มประชากร เจเนอเรชั่นเอ็กซ์ วาย และแซด ในเขตกรุงเทพมหานครฯ	สุวิภา ภาคภากร อัครนันท์ พงศธรวิวัฒน์	116
BA-17	ปัจจัยที่มีอิทธิพลของส่วนประสมทางการตลาดต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าผ่านทาง Shopee	เก็จมณี กมลสุริยกล้า พีรยา เศรษฐพัฒน์	124
BA-18	อิทธิพลของส่งประสมทางการตลาด (7Ps) และคุณภาพการบริการที่มีต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการแอปพลิเคชัน Grab Food ในเขตกรุงเทพและปริมณฑล	ภัทราภรณ์ แสงสุวรรณ ชัยวัฒน์ หมื่นจำนงค์ อัชญา กล้าเวช	131
BA-19	ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้ออาหารสตรีทฟู้ด (Street Food) กรณีศึกษาจากผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร	ทวีทิพย์ อักษรศิริกุล ปาณิดา เกิดอุ่ม อัชญา กล้าเวช	138

Session T4-1, วันศุกร์ที่ 21 พฤษภาคม 2564 เวลา 10.00 – 11.30 น.

Session Chair: ผศ. ดร.ธันยมัย เจียรกุล

ID	หัวข้อ	ผู้นำเสนอ	หน้า
BA-20	ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดและคุณภาพการบริการที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร	ภัคจีรา เนียมรัตน์ ชฎาภา กลิ่นชาติ พงศ์ศรัณย์ วงศ์ชนเดช	144
BA-21	พฤติกรรมและส่วนประสมทางการตลาด (7Ps)ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือก บริโภคอาหารและของหวานจากประเทศญี่ปุ่น	สันต์ทศน์ โกวิทยานนท์ เอิบ พงบุหงอ	150
BA-22	ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการ ศูนย์ออกกำลังกาย กรณีศึกษาเขตกรุงเทพและปริมณฑล	ธนากร หอมมณี กิตติยุวา สุวรรณธาร ปัณณทัต จอมจักร์	156
BA-23	ประสิทธิผลการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทย	กนกวรรณ ใจมีสุขมาก ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน	162

Session T5-1, วันศุกร์ที่ 21 พฤษภาคม 2564 เวลา 12.30 – 14.00 น.

Session Chair: ผศ. ดร.ธันยมัย เจียรกุล

ID	หัวข้อ	ผู้นำเสนอ	หน้า
BA-24	แรงจูงใจส่งผลต่อความสุขและความผูกพันต่อองค์กรของบุคลากรในองค์กรญี่ปุ่น กรณีศึกษาองค์กรญี่ปุ่นแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี	อภิชญา ธารีวาสน์ บุญญาดา นาสมบูรณ์	169
BA-25	ปัจจัยองค์กรและปัจจัยลักษณะงานส่งผลต่อความผูกพันในงานและความผูกพันในองค์กรของบุคลากร : กรณีศึกษาองค์กรญี่ปุ่นแห่งหนึ่ง	ขนิษฐา สมรัตน์ บุญญาดา นาสมบูรณ์	175
BA-26	การรับรู้เครื่องมือการบริหารแบบญี่ปุ่นและการฝึกอบรมส่งผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงาน กรณีศึกษา องค์กรญี่ปุ่นแห่งหนึ่ง	วรศักดิ์ เลาศรีรัตนชัย บุญญาดา นาสมบูรณ์	181

ID	หัวข้อ	ผู้นำเสนอ	หน้า
BA-27	การศึกษาผลสัมฤทธิ์การจัดกิจกรรมเสริมการเรียนตามหลักโมโนซุคุริ -TNI Core Values กรณีศึกษานักศึกษาสาขาการจัดการทรัพยากรมนุษย์แบบญี่ปุ่น คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น	เอิบ พงบุหงอ จริยาภรณ์ ศรีสังวาลย์ สุชีรา นวลทอง ชาติชาญ โพธิ์พาด รุจารินทร์ จิตต์แก้ว Keiki Kameshima Sozo Yamamoto	187

Session T6-1, วันศุกร์ที่ 21 พฤษภาคม 2564 เวลา 14.30 – 16.00 น.

Session Chair: ดร.รุ่งอรุณ กระแสร์สินธุ์

ID	หัวข้อ	ผู้นำเสนอ	หน้า
BA-28	ระบบสารสนเทศการวิเคราะห์ข้อมูลการปลูกกาแฟ: กรณีประเทศไทย ข้อมูล 2557-2562	ศุภกร เรืองรักษ์ ผุสดี พรผล	194
BA-29	การศึกษาการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์พื้นฐาน (CW1) เพื่อลดเวลาในการจัดสร้างเอกสารบัญชีเรือขาเข้า กรณีศึกษา บริษัท เอ บี ซี จำกัด	ภูวดล ไวยเนตร มนัญณัฏฐ์ โภชนจันทร์	200
BA-30	ปัจจัยส่วนประสมการตลาดที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ ของกลุ่ม Generation X ในเขตกรุงเทพมหานครฯ	วีรชัย เรืองโชติ ศุภสิน ขุมทองวัฒนกุล พงศ์ศรัณย์ วงศ์ชนเดช สาเรศ วันโสภา	207
BA-31	ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาดในเขตกรุงเทพมหานคร	กมลชนก ขลุ่ยศรีตระกูล ปัณณทัต จอมจักร์	213

Track 2 Sciences and Engineering: Artificial Intelligence and Robotics, Computer Vision and Image Processing, Production and Automotive Engineering, Embedded System Architecture, Electrical Power Systems, Other related topics.

Session T1-3, วันพฤหัสบดีที่ 20 พฤษภาคม 2564 เวลา 10.00 – 11.30 น.

Session Chair: รศ. ดร.จักรพันธ์ อร่ามพงษ์พันธ์

ID	หัวข้อ	ผู้นำเสนอ	หน้า
ENG-01	การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บในคลังสินค้า ตามแนวคิด ABC กรณีศึกษาธุรกิจร้านอาหาร	ปณภา ดวงดาว อรวรรณ บุญบูชาไชย นภัสนันท์ อึ้งวิฑูรสถิตย์	221
ENG-02	การพัฒนาประสิทธิภาพของการบริหารระบบขนส่งด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ กรณีศึกษา บริษัทสี่สหายขนส่ง จำกัด *(บทความนี้ได้รับการคัดเลือกให้ตีพิมพ์ในวารสาร TNI Journal of Business Administration and Languages ปีที่ 9 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2564))*	รวิช วงศ์สวัสดิ์ จักร ติงศภัทิย์	-
ENG-03	การกำหนดเงื่อนไขที่เหมาะสมในการพิมพ์สามมิติด้วยกระบวนการ สเตอริโอลิโธกราฟฟีโดยใช้การออกแบบการทดลอง	ธนวัต รุจิพูนพงศ์ จักรพันธ์ อร่ามพงษ์พันธ์ ชนะ รักษ์ศิริ	230
ENG-04	การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการทำความสะอาดในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนของระบบระเหยน้ำกากส่า	เมธาวี ธรรมรักษ์ ไอลดา ตรีรัตน์ตระกูล จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน	236

Session T2-3, วันพฤหัสบดีที่ 20 พฤษภาคม 2564 เวลา 12.30 – 14.00 น.

Session Chair: ผศ. ดร.ไอลดา ตรีรัตน์ตระกูล

ID	หัวข้อ	ผู้นำเสนอ	หน้า
ENG-05	การวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของการวัดแกนสายสวนหัวใจด้วยระบบการวัดแบบไม่สัมผัส	วัชรินทร์ ทวีจินดา ชนะ รักษ์ศิริ จักรพันธ์ อร่ามพงษ์พันธ์	241

ID	หัวข้อ	ผู้นำเสนอ	หน้า
ENG-06	การศึกษาการทำงานและระยะเวลาการทำงานของพนักงาน Repack สินค้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้กับพนักงาน โดยวิธีการการจัดจำลองแผนผังชั้นวางสินค้าสำเร็จรูป กรณีศึกษา บริษัทผลิตชิ้นส่วนรถยนต์	อัยจิรา เต็งศิริ พงศ์ศักดิ์ สายธัญญา	247
ENG-07	ปัจจัยจากการสื่อสารแบบปากต่อปากบนอินเตอร์เน็ตที่มีผลต่อการตัดสินใจบริจาคอวัยวะของคนไทย	นนทินี กิจนิที นราภรณ์ เภาประเสริฐ สุวิชภรณ์ วิชกูล	254
ENG-08	การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดตารางการผลิต และการตอบสนองความต้องการของลูกค้า	ภัทรกร ศรีตรรกยานนท์ พัชรี โตแก้ว ทองรัตนะ พิชิต สุขเจริญพงษ์	260

Session T3-3, วันพฤหัสบดีที่ 20 พฤษภาคม 2564 เวลา 14.30 – 16.00 น.

Session Chair: ผศ. ดร.วิสุทธิ์ สุพิทักษ์

ID	หัวข้อ	ผู้นำเสนอ	หน้า
ENG-09	การเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธีจำลองเชิงคณิตศาสตร์และจุดศูนย์ดุล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่ง กรณีศึกษา บริษัทสี่สหายขนส่ง จำกัด	ประสิทธิ์ พงศ์ดำรง จักร ติงศภัทิย์	268
ENG-10	การจัดตารางการทำงานของพนักงานสำหรับระบบที่มีเวลาในการดำเนินงานยืดหยุ่น *(บทความนี้ได้รับการคัดเลือกให้ตีพิมพ์ในวารสาร TNI Journal of Engineering and Technology ปีที่ 9 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2564))*	รชนิศ เรืองศรี วิสุทธิ์ สุพิทักษ์	-
ENG-11	การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือเพื่อปรับปรุงแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน ของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีแบบออนไลน์	กันตชาติ อ่อนประชู จักรพันธ์ อร่ามพงษ์พันธ์ กฤษ วงษ์เกษม	275
ENG-12	การกำหนดค่าที่เหมาะสมในสายการผลิตกึ่งอัตโนมัติ: กรณีศึกษา	ชัยพงศ์ โชติภัทร์เดชารัตน์ ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน	281

Session T4-3, วันศุกร์ที่ 21 พฤษภาคม 2564 เวลา 10.00 – 11.30 น.

Session Chair: ผศ. ดร.ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน

ID	หัวข้อ	ผู้นำเสนอ	หน้า
ENG-13	ศึกษาการเปรียบเทียบ TOPFLAME ไม้ และ TOPFLAME พลาสติกเพื่อลดต้นทุนซื้อ กรณีศึกษา บริษัท บางกอกแคน แมนนูแฟคเจอริ่ง จำกัด	ธีรพล ธนะสนธิ์ ปณภา ดวงดาว อรวรรณ บุญบูชาไชย	288
ENG-14	การพัฒนาการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ของระบบบำบัดอากาศเสียด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลสัญญาณเซ็นเซอร์	รัชภูมิ ธรฤทธิ์ จักรพันธ์ อร่ามพงษ์พันธ์	292
ENG-15	การบริหารจัดการโครงการ เพื่อลดต้นทุน กรณีศึกษาโครงการก่อสร้างระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติ	มานิต ผงคำ ไอลดา ตรีรัตน์ตระกูล พิชิต สุขเจริญพงษ์	297
ENG-16	การปรับปรุงผลิตภาพของสายการผลิตการประกอบโดยใช้แนวคิดลีน กรณีศึกษาโรงงานผู้ประกอบเลนส์	เปรมพันธ์ ดำนุ้ย ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน	303
ENG-17	นโยบายเติมเต็มวัสดุคงคลังสำหรับระบบที่มีเงื่อนไขด้านปริมาณเติมเต็มเป็นทวีคูณ พื้นที่จัดเก็บจำกัด และปริมาณบรรทุกของรถขนส่งจำกัด	โชติกา เกตุอู่ วิสุทธิ์ สุพิทักษ์	310

Session T5-2, วันศุกร์ที่ 21 พฤษภาคม 2564 เวลา 12.30 – 14.00 น.

Session Chair: ดร.ดอน แก้วดก

ID	หัวข้อ	ผู้นำเสนอ	หน้า
ENG-18	ผลกระทบของแนวทางการไหลของพอลิเมอร์ที่ส่งผลต่อสมบัติทางกลของบานพับ	นเรนธร โรจนประดิษฐ สถาพร ชาตาคม	319
ENG-19	การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการปรับสมดุลของคลัตช์แรงเหวี่ยง กรณีศึกษา กระบวนการผลิตเกียร์อัตโนมัติของรถจักรยานยนต์	ศุภชัย ช่อทับทิม พรชัย นิเวศน์รังสรรค์	325
ENG-20	การตรวจวัดค่าความผิดพลาดเชิงมุมของแกนหมุนในการเคลื่อนที่เชิงเส้นตรงของปลายแขนหุ่นยนต์เคลื่อนที่อิสระ 6 แกนด้วยอุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย	รสริน โกมลโชติกุล ชนะ รักษ์ศิริ กฤติยา พาอิ่ม	331
ENG-21	การเพิ่มสมบัติทางกลและโครงสร้างจุลภาคของอลูมิเนียมผสมเกรด 6061 ด้วยกระบวนการบ่มเทียม	ดอน แก้วดก ชนาธิป ศาสตร์ทยารัฐ	337

Session T5-3, วันศุกร์ที่ 21 พฤษภาคม 2564 เวลา 12.30 – 14.00 น.

Session Chair: ดร.ชาตรี บุษบาธร

ID	หัวข้อ	ผู้นำเสนอ	หน้า
ENG-22	แนวคิดต้นแบบระบบตรวจหาช่องจอดและถอยจอดอัตโนมัติ	ชานน นนทฤทธิ์ ฐิติชญา ธนมิตรสมบูรณ์	342
ENG-23	การจำแนกลักษณะข้อบกพร่องบนจานบันทึกข้อมูลแม่เหล็กโดยใช้การเรียนรู้เชิงลึก	รวินท์นิภา สุตันติวณิชย์กุล จักรพันธ์ อร่ามพงษ์พันธ์ กฤษ วงษ์เกษม	347
ENG-24	การเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อใช้ในการวิเคราะห์การสั่นสะเทือนของเครื่องจักรในอุตสาหกรรม	ไพรัช กิจถาวรชัยสกุล จักรพันธ์ อร่ามพงษ์พันธ์ กฤษ วงษ์เกษม	353
ENG-25	การศึกษาเปรียบเทียบเครื่องมือตรวจจับแพ็กเก็ตระหว่างโปรแกรม Tcpdump และ Wireshark	ปราณิสา อิศรเสนา	359

Session T6-2, วันศุกร์ที่ 21 พฤษภาคม 2564 เวลา 14.30 – 16.00 น.

Session Chair: ผศ. ดร.จินตวัฒน์ ไชยชนะวงศ์

ID	หัวข้อ	ผู้นำเสนอ	หน้า
ENG-26	Renovation and Improvement on Dwelling Unit by Increasing Performance of Sound Absorption Through Vegetation to Mitigate Noise Pollution	Saksorn Chantarabut Prudsamon Kammasorn Pasit Leeniva	364
ENG-27	การเคลื่อนตัวของฟอสฟอรัสจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในฤดูแล้งของประเทศไทย	อนันต์สิทธิ์ ยงค์ศรี วิธิดา พัฒนอิสรานุกูล สุภาวดี ผลประเสริฐ ธนกฤต เนียมหอม ชัชวาล สิงหกันต์	369
ENG-28	การวิเคราะห์มูลค่าและพลังงานที่ใช้ในการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทย	สิริกาญจน์ ทองไหม ธนกฤต เนียมหอม วิธิดา พัฒนอิสรานุกูล สุภาวดี ผลประเสริฐ เชต ใจกัลยา	375

ID	หัวข้อ	ผู้นำเสนอ	หน้า
ENG-29	การเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็นโดยใช้ปฏิกิริยาเฟนตัน	ขวัญชนก แผ่นผา ดวงรัตน์ อินทร วิธิดา พัฒนอิสรานุกูล สุภาวดี ผลประเสริฐ	381
ENG-30	ประสิทธิภาพของเรซินพอลิเมอร์ในการดูดซับไฟโตสเตอรอล	ชินกฤต ละดาดก รัตนาภร ยวงสวัสดิ์ ศศิศ สร้อยสุวรรณ ดวงกมล ณ ระนอง	386

Session T6-3, วันศุกร์ที่ 21 พฤษภาคม 2564 เวลา 14.30 – 16.00 น.

Session Chair: ดร.ไพศาล สุดวิลัย

ID	หัวข้อ	ผู้นำเสนอ	หน้า
ENG-31	The Application of Good Governance Theory for the Power Development Fund Management in Thailand	Pongpoj Putarungsi	392
ENG-32	การออกแบบวงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบขนานสำหรับระบบไฟฟ้ากำลังหนึ่งเฟส *(บทความนี้ได้รับการคัดเลือกให้ตีพิมพ์ในวารสาร TNI Journal of Engineering and Technology ปีที่ 9 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2564))*	สุทธิณี ว่าวสูงเนิน ทศพร ณรงค์ฤทธิ์ กองพล อารีรักษ์	-
ENG-33	การตรวจจับฮาร์มอนิกด้วยวิธีทฤษฎีกำลังรีแอกทีฟขณะหนึ่ง สำหรับระบบรางไฟฟ้ากระแสสลับแบบเฟสร่วม	ธวิน อุดมกิจปัญญา ทศพร ณรงค์ฤทธิ์	397
ENG-34	Financial Feasibility Plan of Grid-tied Solar Power Generation System for Large scale Community Hospital	Winyoo Lerdkham Sirichai Thepa Roongrojana Songprakorp	403

Track 3 Information and Communication Technology: Digital and Multimedia Technology, Computer Networks Performance, Networks and Cyber Security, Data Science and Analytics, Business Intelligence and Technology, Web Technology and Mobile Applications, Other related topics.

Session T3-2, วันพฤหัสบดีที่ 20 พฤษภาคม 2564 เวลา 14.30 – 16.00 น.

Session Chair: ผศ. ตรีรัตน เมตต์การุณ์จิต

ID	หัวข้อ	ผู้นำเสนอ	หน้า
IT-01	ประสิทธิภาพของระบบตรวจจับวัตถุเคลื่อนที่ กรณีศึกษา ฟาร์มนกแอ่นกินรัง	ชวิศ ภูริพัฒน์ อรรณพ หมั่นสกุล พิกุล เวชชานุเคราะห์ รัตติกร วรากูลศิริพันธุ์	408
IT-02	ระบบการตรวจสอบระดับน้ำแบบไร้สายเพื่อป้องกันอุทกภัย	เฉลิมชัย ภูริพัฒน์ ประภาส ผ่องสนาม ชวิศ ภูริพัฒน์	414
IT-03	A Comparison of Real-Time Data Analytic Algorithms *(บทความนี้ได้รับการคัดเลือกให้ตีพิมพ์ในวารสาร TNI Journal of Engineering and Technology ปีที่ 9 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2564))*	Ekarat Rattagan	-
IT-04	การออกแบบระบบ Factory IoT เพื่อการปรับปรุงสายการประกอบลูกหมากรถยนต์	สุชานันท์ ลงสุวรรณ สุรเดช ภัทรวิเชียร	420
IT-05	การออกแบบระบบ Factory IoT เพื่อเพิ่มผลิตภาพการผลิตและการบริหารคลังเครื่องมือสำหรับสายการผลิตกระบอกสูบรถไถเดินตาม	ไกรวุฒิ ม่วงน้อยเจริญ สุรเดช ภัทรวิเชียร	426

Track 4 Education, Language, and Social Science: Modern Teaching and Learning Methodologies, Education System Management, Language Efficiency Improvement Strategy, Social Sciences, Other related topics.

Session T4-2, วันศุกร์ที่ 21 พฤษภาคม 2564 เวลา 10.00 – 11.30 น.

Session Chair: ผศ.ดร.อมราวดี ทัพพุน

ID	หัวข้อ	ผู้นำเสนอ	หน้า
LA-01	Speaking Anxiety and Related Factors of Freshmen Towards Foreign Language Class *(บทความนี้ได้รับการคัดเลือกให้ตีพิมพ์ในวารสาร TNI Journal of Business Administration and Languages ปีที่ 9 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม-ธันวาคม 2564))*	Rati Mhuentoei	-
LA-02	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	อรอุมา พันธ์เกตุ สัจจพร รัตนะ	433
LA-03	การยอมรับเทคโนโลยีและพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ที่ส่งผลต่อความตั้งใจที่จะใช้งานกูเกิลมีทในการเรียนออนไลน์ของนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น	ยุรนันท์ มูซอ ธันยมัย เจียรกุล	440
LA-04	ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่บางนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก	ธนา ทัศนะธาร สุชนนี เมธิโยธิน	448

Track 1: Business Administration

Transport, Logistics and Supply Chain Management, Innovation in Public Administration, Organisational Behavior, Banking & Risk Management, Finance & Accounting, Marketing, Management, Tourism, Other related topics.

ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการแอปพลิเคชัน Gojek

FACTORS AFFECTING BEHAVIOR USING GOJEK APPLICATION

1st ณัฐธิดา ศรีเมือง
Nattida Srimueng
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
sr.nattica_st@tni.ac.th

2rd ปัณณทัต จอมจักร์
Pannathadh Chomchark
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
Pannathadh@tni.ac.th

***บทคัดย่อ*–การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการแอพพลิเคชัน Gojek และเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ และพฤติกรรมที่นำไปสู่การตัดสินใจใช้แอพ Gojek เป็นการวิจัยเชิงปริมาณโดยการเก็บข้อมูลปฐมภูมิ ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งผ่านการความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิ และตรวจสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือโดยใช้กลุ่มทดลองจำนวน 30 ตัวอย่างโดยมีค่าความตรงเกินกว่า 0.67 ทุกข้อคำถามและค่าความเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง 0.96-9.41 ในทุกองค์ประกอบ จากนั้นนำไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 450 คน และนำมาวิเคราะห์สรุปผลตามกรอบแนวคิดการวิจัยเพื่อให้ทราบถึง ปัจจัยที่ส่งผลให้ตัดสินใจใช้บริการแอพพลิเคชัน Gojek**

ผลการศึกษาพบว่า (1) ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการด้านระบบการใช้งานแอพพลิเคชั่นส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการแอพพลิเคชัน Gojek (2) ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการด้านการจัดส่งอาหารส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการแอพพลิเคชัน Gojek (3) ปัจจัยการยอมรับเทคโนโลยีด้านการรับรู้ความง่ายในการใช้งานมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจใช้บริการแอพพลิเคชัน Gojek (4) ปัจจัยการยอมรับเทคโนโลยีด้านความมีประโยชน์มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจใช้บริการแอพพลิเคชัน Gojek (5) ปัจจัยการยอมรับเทคโนโลยีด้านอิทธิพลทางสังคมมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจใช้บริการแอพพลิเคชัน Gojek และ (6) ปัจจัยการยอมรับเทคโนโลยีด้านทัศนคติที่มีต่อการใช้งานมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจใช้บริการแอพพลิเคชัน Gojek

คำสำคัญ: **ประชากรศาสตร์, แอพพลิเคชัน Gojek Easts, การยอมรับเทคโนโลยี, ส่วนประสมทางการตลาด (7Ps), พฤติกรรมผู้บริโภค**

Abstract **– This research aims to study the factors that affect the This research aims to study the factors that affect the decision for using Gojek Application and for analyzing the relationship of the marketing mix, demography, and the behavior lead to using the Gojek app. Quantitative research by collecting primary data Use questionnaires as tools for data collection Which through content validity from experts And to examine the reliability of the instruments by using the experimental group, consisting of 30 samples, with validity more than 0.67 for every question and confidence value between 0.96-9.41 in every element. After that, data were collected from 450 samples and analyzed and summarized according to the research conceptual framework to understand factors that influence the decision to use Gojek application service.**

The results of the study revealed that (1) the service marketing mix factors of the system of the application usage affect the decision to use the Gojek application. (2) the service marketing mix factors of the delivery service Food influences the decision to use Gojek application services. (3) The technology acceptance of easy-to-use technology influences the decision to use the Gojek application. (4) The technology acceptance of useful for technology influences the decision to use the Gojek application service (5) The technology acceptance of social influence influences the decision to use the service of the Gojek service and (6) The technology acceptance factor the attitude towards usage influences the decision to use Gojek application services.

Keywords: **Demography, Gojek Application, Technology Acceptation, Marketing mix, Customer Behavior**

I. บทนำ

ปัจจุบันประชากรในประเทศไทยมีจำนวน 66,374,000 คน ธุรกิจบริการด้านการรับส่งสินค้าและพัสดุไปยังสถานที่ต่างๆ หรือบริการด้านจัดส่งอาหารตามที่สั่งโดยผู้บริโภคต้องการผ่านอุปกรณ์สื่อสารทั้งสมาร์ทโฟน แท็บเลต หรือคอมพิวเตอร์ โดยมุ้งเน้นความสะดวกสบาย รวมถึงเป็นการสร้างทางเลือกอาชีพให้แรงงานที่ต้องการมีรายได้เสริมจากอาชีพหลัก หรือสามารถทำเป็นอาชีพหลักได้อีกด้วย

จากที่กล่าวข้างต้น ถือเป็นการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้กับการดำเนินธุรกิจให้บริการจัดส่งสินค้า ส่งผลทำให้เกิดความสะดวกสบายและได้รับข้อมูลสินค้าอย่างรวดเร็วผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ไม่ว่าจะเป็น ด้านการสั่งซื้อ การชำระเงิน ตลอดจนติดตามสถานะสินค้า ซึ่งเทคโนโลยีนั้นเข้ามามีบทบาทและความสำคัญในชีวิตมากขึ้น ทำให้รูปแบบของการดำเนินธุรกิจมีการเปลี่ยนแปลง เช่น ธุรกิจด้าน Food Delivery จากข้อมูลของ

ธนาคารกสิกรไทย (2559) พบว่า ธุรกิจจัดส่งอาหารมีการขยายตัวเฉลี่ยต่อปีในช่วงปี พ.ศ. 2557-2561 อยู่ที่ประมาณร้อยละ 10 สูงกว่าการขยายตัวของธุรกิจร้านอาหารโดยรวม ที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่เพียงร้อยละ 3-4 ต่อปี ศูนย์วิจัยกสิกรไทยคาดการณ์ว่า ธุรกิจจัดส่งอาหารไปยังแหล่งที่พัก (Food Delivery) ในปี พ.ศ. 2562 จะมีมูลค่าอยู่ที่ 33,000-35,000 ล้านบาท และจะเติบโตต่อเนื่องราวร้อยละ 14 จากปีก่อน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 8 ของมูลค่าธุรกิจร้านอาหารของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2562

Gojek Application ผู้ให้บริการด้านการรับส่งลูกค้า (Gojek Win) และด้านจัดส่งอาหาร (Gojek Food) ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันที่เปิดตัวได้เพียง 2 เดือน แต่พบว่า มีการใช้งานจากผู้บริโภคผ่านแอพพลิเคชั่นนี้ถึง 2 ล้านครั้ง โดยแอพพลิเคชั่นนี้เกิดจากกลุ่มผู้ริเริ่มธุรกิจที่เรียกว่า “สตาร์ทอัพ” จากประเทศอินโดนีเซีย และได้รับเงินทุนสนับสนุนจาก GOJEK ซึ่งเป็นบริษัทด้านเทคโนโลยีให้บริการ On Demand Platform อันดับ 1 ของอินโดนีเซีย ทั้งยังเป็นผู้ให้บริการ Digital Payment รายใหญ่ในอินโดนีเซีย ปัจจุบันมี 19 บริการ ตั้งแต่ขนส่งผู้โดยสาร รับส่งอาหาร รับส่งสินค้าจากร้านค้า บริการนวด บริการทำความสะอาดบ้าน โลจิสติกส์ บริการ e-Money ลอยัลตี้โปรแกรม ฯลฯ และเป็นสตาร์ทอัพยูนิคอร์นรายแรกในอินโดนีเซีย และเป็นอันดับต้นๆ ของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

Gojek ได้มีการเปิดตัวอย่างเป็นทางการ โดยปัจจุบันได้ขยายธุรกิจไปยัง 37 พื้นที่ ครอบคลุมหลายจุดในกรุงเทพมหานคร ด้วยจำนวนของผู้ให้บริการด้านจัดส่งอาหารมีมากมาย ทำให้ Gojek ต้องสร้างความแตกต่างจากผู้ให้บริการรายอื่น ๆ โดยจุดเด่นของ Gojek ในเวลานี้คือ จัดส่งฟรีในระยะทางไม่เกิน 8 กิโลเมตร และแอพพลิเคชั่นสามารถใช้งานได้ง่าย มีการจัดหมวดหมู่อาหารตามความชอบและใช้ภาษาที่เป็นกันเอง เข้าใจง่าย ทำให้ผู้ใช้บริการสั่งอาหารได้รับความสะดวกสบายมากขึ้น

II. วัตถุประสงค์การวิจัย

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาปัจจัยประชากรศาสตร์ ส่วนประสมทางการตลาด และการยอมรับเทคโนโลยี ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการแอปพลิเคชัน Gojek ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

III. การทบทวนวรรณกรรม

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยให้ความสนใจกับตัวแปรต้น 3 ตัวแปรหลัก ได้แก่

(1) ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ (Demographic Factors) [13] ได้ให้ความหมายไว้ว่า แนวคิดปัจจัยประชากรศาสตร์ หมายถึง ลักษณะทางประชากรศาสตร์ ที่มีค่าสถิติและสามารถวัดได้ประกอบด้วย อายุ เพศ ขนาดครอบครัว สถานภาพ รายได้ อาชีพ ระดับการศึกษา โดยนักการตลาดนิยมนำมาใช้ในการแบ่งส่วนการตลาด เพื่อช่วยในการกำหนดตลาดของกลุ่มเป้าหมาย โดยตัวแปรปัจจัยประชากรศาสตร์ที่สำคัญ

- เพศ (Sex) เพศเป็นตัวแปรที่สำคัญในการแบ่งความต้องการของประชากร เนื่องจาก เพศที่แตกต่างกันย่อมส่งผลต่อทำให้บุคคลมีพฤติกรรมการติดต่อสื่อสารที่แตกต่างกัน การตัดสินใจซื้อที่แตกต่างกัน จากทัศนคติ แรงจูงใจ การปรับตัวทางสังคม และความคล้อยตามทางความคิดที่แตกต่างกัน ทำให้นักการตลาดนิยมนำปัจจัยเพศมาเป็นส่วนหนึ่งในการกำหนดกลุ่มเป้าหมายและกลยุทธ์ทางการตลาด เพื่อให้สามารถตอบสนองผู้บริโภคได้

- อายุ (Age) อายุสามารถใช้แบ่งความต้องการของผู้บริโภค โดยผู้บริโภคที่มีอายุแตกต่างกันย่อมมีความต้องการต่างกัน และความต้องการของบุคคลย่อมมีการเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงอายุ นอกจากนี้อายุเป็นเครื่องบ่งชี้ความสามารถในการทำเข้าใจข้อมูล ข่าวสารที่แตกต่างกัน

- รายได้ต่อเดือน (Income) รายได้เป็นปัจจัยที่สำคัญสะท้อนสถานะทางเศรษฐกิจและสังคม เป็นองค์ประกอบที่สำคัญแสดงถึงศักยภาพกำลังซื้อ และความสามารถในการครอบครองของแต่ละบุคคล นักการตลาดจึงนิยมใช้รายได้เป็นเกณฑ์ในการแบ่ง เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการได้ทุกกลุ่มเป้าหมาย

- ระดับการศึกษา (Education) การศึกษาเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความรู้ ความคิด และทัศนคติ ตลอดจนความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ทำให้บุคคลมีศักยภาพเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังสะท้อนถึงความสามารถในการเลือกรับข่าวสารของบุคคล คนที่ได้รับการศึกษาในระดับที่แตกต่างกัน ระบบการศึกษาแตกต่างกัน สาขาวิชาที่แตกต่างกัน ย่อมมีความต้องการที่แตกต่างกันด้วย

- อาชีพ (Occupation) อาชีพที่แตกต่างกัน ย่อมสะท้อนถึงรูปแบบในการดำเนินชีวิตและความสนใจที่แตกต่างกัน เป็นการบ่งบอกลักษณะเฉพาะของบุคคลนั้น ส่งผลให้มีความต้องการที่แตกต่างกัน

(2) ปัจจัยด้านส่วนประทางการตลาด (Marketing Mixes) ซึ่งหมายถึง ส่วนประสมทางการตลาด หมายถึง ตัวแปรทางการตลาดที่สามารถควบคุมได้ซึ่งบริษัท นำมาใช้ร่วมกันเพื่อตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้ากลุ่มเป้าหมาย [3] ส่วนประสมทางการตลาด (The marketing mix) เป็นแนวคิดที่สำคัญอย่างทางการตลาดสมัยใหม่ ซึ่งแนวความคิดเรื่องส่วนผสมทางการตลาดนี้มีบทบาทสำคัญทางการตลาด เพราะเป็นการรวม การตัดสินใจทางการตลาดทั้งหมด เพื่อนำมาใช้ในการดำเนินงาน เพื่อให้ธุรกิจสอดคล้องกับ ความต้องการของตลาดเป้าหมายเราเรียกส่วนผสมทางการตลาดว่า 7 Ps ซึ่งองค์ประกอบทั้ง7 กลุ่มนี้ จะทำหน้าที่ร่วมกันในการสื่อข่าวสารทางการตลาดให้แก่ผู้รับสารอย่างมีประสิทธิภาพ

[12] แนวความคิดกลยุทธ์ การตลาดสำหรับธุรกิจการบริการ (Market mix) ไว้ในหนังสือการบริหารการตลาดยุคใหม่ว่า ขั้นตอนในการตัดสินใจซื้อ (Buying decision process) เป็นลำดับขั้นตอนในการตัดสินใจซื้อของ ผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคผ่านกระบวนการ 7 ขั้นตอน คือธุรกิจที่ให้บริการจะใช้ส่วนประสม การตลาด (Marketing mix) หรือ 7Ps ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผลิตภัณฑ์ (Product) เป็นสิ่งซึ่งสนองความจำเป็นและความต้องการของมนุษย์ได้คือ สิ่งที่ผู้ขายต้องมอบให้แก่ลูกค้าและลูกค้าจะได้รับผลประโยชน์และคุณค่าของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ โดยทั่วไปแล้วผลิตภัณฑ์แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือผลิตภัณฑ์ที่อาจเป็นสิ่งซึ่งจับต้องได้และ ผลิตภัณฑ์ที่จับต้องไม่ได้ การที่จะสร้างความมั่นใจและทำให้ ลูกค้าเกิดความพึงพอใจในการใช้บริการนั้น ธุรกิจจะต้องสร้างและนำเสนอสิ่งที่เป็นรูปธรรม เพื่อเป็นสัญลักษณ์แทนการบริการที่ไม่สามารถจับต้องได้

2. ราคา (Price) หมายถึง คุณค่าผลิตภัณฑ์ ในรูปของตัวเงิน ราคาเป็นต้นทุนของ (Cost) ของลูกค้าลูกค้าจะเปรียบเทียบระหว่างคุณค่า (Value) ผลิตภัณฑ์กับราคา (Price) ผลิตภัณฑ์นั้น ถ้าคุณค่าสูงกว่าราคาเขาจะตัดสินใจซื้อ ดังนั้น การกำหนดกลยุทธ์ด้านราคาต้องคำนึงถึงคุณค่า ซึ่งเป็นสิ่งที่กำหนดมูลค่าในการแลกเปลี่ยนสินค้าหรือบริการในรูปของเงินตรา เป็นส่วนที่เกี่ยวกับวิธีการกำหนดราคา นโยบายและกลยุทธ์ต่าง ๆ ในการกำหนดราคาต้องคำนึงถึงคุณค่าที่รับรู้ (Perceived value) ในสายตาของลูกค้า ซึ่งต้องพิจารณาว่าการยอมรับของลูกค้าในคุณค่าของผลิตภัณฑ์ว่าสูงกว่าราคาผลิตภัณฑ์นั้น ต้นทุนสินค้าและค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องการแข่งขันและปัจจัยอื่น ๆ

4. ช่องทางการจัดจำหน่าย (Place) ด้านสถานที่ให้บริการในส่วนแรกคือการเลือกทำเลที่ตั้ง (Location) ของธุรกิจบริการมีความสำคัญมาก โดยเฉพาะธุรกิจบริการที่ผู้บริโภคต้องไปรับบริการจาก ผู้ให้บริการในสถานที่ที่ผู้ให้บริการจัดไว้เพราะทำเลที่ตั้งที่เลือกเป็นตัวกำหนดกลุ่ม ผู้บริโภคที่จะเข้ามาให้บริการ ดังนั้น สถานที่ให้บริการต้องสามารถครอบคลุมพื้นที่ในการให้บริการกลุ่มเป้าหมายได้มากที่สุด และคำนึงถึงทำเลที่ตั้งของคู่แข่งขันด้วย โดยความสำคัญของทำเลที่ตั้งจะมีความสำคัญมากน้อยแตกต่างกันไปตามลักษณะเฉพาะของธุรกิจบริการแต่ละประเภท ในส่วนของช่องทางการจัดจำหน่าย (Channels) การกำหนดช่องทางการจัดจำหน่ายต้องคำนึงถึงองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ ลักษณะของการบริการความจำเป็น ในการใช้คนกลางในการจำหน่าย และลูกค้าเป้าหมายของธุรกิจบริการนั้น

5. การส่งเสริมทางการตลาด (Promotion) เป็นเครื่องมือหนึ่งที่มีความสำคัญในการติดต่อ สื่อสารเกี่ยวกับข้อมูลระหว่างผู้ขายและผู้ให้บริการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแจ้งข่าวสารหรือชักจูงให้เกิดทัศนคติและพฤติกรรมการตัดสินใจเลือกใช้บริการ โดยพิจารณาถึงความเหมาะสมกับลูกค้า โดยเครื่องมือที่ใช้ในการสื่อสารการตลาดบริการในการส่งเสริมทางการตลาด อาจทำได้ 4 แบบด้วยกัน ซึ่งเรียกว่า ส่วนผสมการส่งเสริมการตลาด (Promotion mix) หรือส่วนประสมในการติดต่อ สื่อสาร (Communication mix) ประกอบไปด้วย

5.1 การโฆษณา (Advertising) เป็นการติดต่อสื่อสารแบบไม่ใช้บุคคล โดยผ่านสื่อต่าง ๆ และผู้อุปถัมภ์รายการต้องเสียค่าใช้จ่ายในการโฆษณาที่ผ่านสื่อ เช่น หนังสือพิมพ์วิทยุโทรทัศน์ ป้ายโฆษณา การโฆษณาในโรงภาพยนตร์ ฯลฯ

5.2 การขายโดยใช้พนักงาน (Personal selling) เป็นการติดต่อสื่อสารทางตรงแบบเผชิญหน้าระหว่างผู้ขายและลูกค้าที่มีอำนาจซื้อ ซึ่งเป็นการขายโดยใช้พนักงานขาย

5.3 การส่งเสริมการขาย (Sales promotion) เป็นเครื่องมือหรือกิจกรรมทางการตลาดที่กระทำการอย่างต่อเนื่องนอกเหนือจากการขายโดยใช้พนักงาน การโฆษณาและการประชาสัมพันธ์ที่ช่วยกระตุ้นความสนใจในการใช้บริการของลูกค้า

5.4 การประชาสัมพันธ์ (Publicity and public relation) เป็นแผนงานการนำเสนออย่างต่อเนื่อง เพื่อชักจูงกลุ่มสาธารณะให้เกิดความคิดเห็นหรือทัศนคติที่ดีต่อองค์กร ตลอดจน สร้างภาพลักษณ์และความเข้าใจอันดีระหว่างธุรกิจกับลูกค้ากลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

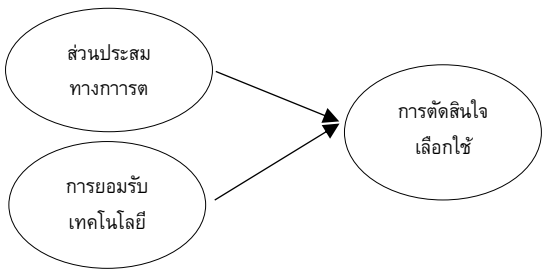
6. บุคคล (People) หรือพนักงาน (Employee) หมายถึง บุคคลที่ทำหน้าที่รับผิดชอบในการติดต่อแสวงหาลูกค้าการเสนอขาย เพื่อกระตุ้นให้ลูกค้าเกิดความตั้งใจและตัดสินใจซื้อ

7. สร้างและนำเสนอลักษณะทางกายภาพ (Physical evidence and presentation) โดยพยายามสร้างคุณภาพโดยรวม (Total quality management: TQM) หรือต้องแสดงให้เห็นคุณภาพ ของบริการโดยผ่านการใช้หลักฐานที่มองเห็นได้เช่น ธุรกิจโรงภาพยนตร์ต้องพัฒนาลักษณะทางกายภาพและรูปแบบการให้บริการเพื่อสร้างคุณค่าให้กับลูกค้า (Customer-value proposition) ไม่ว่าจะเป็น ด้านความสะอาด ความรวดเร็วในการจำหน่ายตั๋ว หรือคุณประโยชน์อื่น

8. กระบวนการ (Process) เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับระเบียบวิธีการและงานที่ปฏิบัติ ในด้านการบริการที่นำเสนอกับลูกค้า เพื่อมอบการให้บริการอย่างถูกต้อง รวดเร็วและทำให้ลูกค้าเกิดความประทับใจ

(3) ปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี (TAM) หมายถึง การยอมรับเทคโนโลยีหมายถึง เป็นการนำเทคโนโลยีที่ยอมรับมาใช้งานซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์แก่ตัวบุคคลหรือการเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เกี่ยวข้อง กับพฤติกรรมทัศนคติและการใช้งานเทคโนโลยีที่ง่ายขึ้นนอกจากนี้การนำเทคโนโลยีมาใชนทำให้ แต่ละบุคคลมีประสบการณ์ความรู้และทักษะในการใช้งานเพิ่มเติม โดย Davis, Bagozzi and Warshaw [1] ได้นำเสนอโมเดลการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) โดยเป็นทฤษฎีที่ขยายองค์ความรู้ที่ต่อยอดมาจากทฤษฎีการกระทำด้วยเหตุผล (Theory of Reasoned Action: TRA) ของ [2] ที่อธิบายพฤติกรรมของ บุคคลไว้ว่า การที่บุคคลจะลงมือประกอบพฤติกรรมใดนั้นสามารถอธิบายได้จากการวัดความเชื่อ (Beliefs) เจตคติ (Attitudes) และความตั้งใจกระทำ (Intention) ซึ่งผลของความตั้งใจกระทำ ก่อให้เกิดการกระทำนั้นขึ้น ซึ่ง Davis ได้นำมาใช้ในการอธิบายการยอมรับระบบสารสนเทศ โดยพัฒนาในงานวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก จนได้เป็นโมเดลการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) ประกอบด้วยตัวแปร การรับรู้ว่ามีประโยชน์ (Perceived Usefulness) การรับรู้ว่าง่ายต่อการใช้ (Perceived Ease of Use) ความตั้งใจที่จะกระทำ (Behavior Intention) เจตคติต่อการใช้ (Attitude Toward Using) และพฤติกรรมการใช้คอมพิวเตอร์ จริง (Actual Use) ดังนั้น สมมุติฐานของงานวิจัยคือ ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ ปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาด และปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยีมีผลในการตัดสินใจใช้บริการ Gojek ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

IV. กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ I : กรอบแนวคิดงานวิจัย

V. ระเบียบวิธีวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative) โดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) และใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ บุคคลที่เลือกใช้บริการ Gojek ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกตัวอย่างโดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มเป้าหมายแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) กลุ่มประชากรที่เคยใช้ใช้บริการแอปพลิเคชัน Gojek ที่อยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่วันที่ 25 ธันวาคม 2562 ถึง วันที่ 25 มกราคม 2563 ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามจากการทบทวนวรรณกรรม และนำเสนอแบบสอบถามที่ได้สร้างขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความครบถ้วนและความสอดคล้องของเนื้อหาของแบบสอบถามที่ตรงกับเรื่องที่ศึกษา นำเสนอแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความครบถ้วนและความสอดคล้องของเนื้อหา (Validity) โดยการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องรายข้อ IOC (Index of Item Objective Congruence) พบว่ามีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไปทุกข้อ จากนั้นทำการทดสอบแบบสอบถาม Pilot Test จำนวน 30 ชุด และคำนวณโดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นอยู่พบว่ามีค่าระหว่าง 0.70-0.89 ในทุกองค์ประกอบ สำหรับการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ใช้หลักการคำนวณของ Cochran [8] ผลที่ได้คือขนาดของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดสำหรับงานวิจัยนี้เท่ากับ 385 ชุด โดยผู้วิจัยได้รับข้อมูลการตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 522 ชุด และงานวิจัยครั้งนี้มีแบบสอบถามที่มีข้อมูลครบถ้วนทั้งสิ้น 450 ชุด ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนลดลงเหลือ 5% ผู้วิจัยได้นำผลลัพธ์การตอบแบบสอบถามมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นและความสอดคล้องกันในแต่ละตัวแปรด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟ่าของครอนบัค ได้ค่าอยู่ที่ 0.826-0.887 ซึ่งถือว่ามีค่าความเชื่อมั่นสูง เนื่องจากมีค่าใกล้เคียง 1 และไม่ต่ำกว่า 0.65 และวิเคราะห์การหาความเที่ยงตรง จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา ซึ่งประกอบด้วยค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและทำการทดสอบสมมุติฐาน โดยการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรต้นต่อตัวแปรตามด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

VI. ผลการวิจัย

ตารางที่ I: ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะทางประชาศาสตร์	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	156	38.52%
หญิง	228	56.30%
LGBT	64	5.19%
	45	100.0%
2. อายุ		
15 - 19 ปี	32	7.90%
20 – 29 ปี	240	59.26%
30 – 39 ปี	116	28.64%
40 ปีขึ้นไป	17	4.20%
	405	100.0%

ตารางที่ I: ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ลักษณะทางประชาศาสตร์	จำนวน	ร้อยละ
3. ระดับการศึกษา		
มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า	145	35.80%
อนุปริญญา / ปวส. หรือเทียบเท่า	13	3.20%
ปริญญาตรี	207	51.11%
ปริญญาโทหรือสูงกว่า	40	9.88%
	405	100.0%
4. อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	141	34.81%
พนักงานรัฐฯ	61	15.06%
พนักงานบริษัทเอกชน	156	38.52%
ธุรกิจส่วนตัว	8	1.98%
อาชีพอิสระ	39	9.33
	405	100.0%
5. รายได้ต่อเดือน		
ต่ำกว่า 15,000 บาท	78	19.26%
15,000 - 25,000 บาท	182	44.94%
25,001 - 35,000 บาท	58	14.32%
35,001 - 45,000 บาท	39	9.63%
45,001 - 50,000 บาท	46	11.36%
50,001 บาทขึ้นไป	2	0.46%

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 228 (56%) มีอายุระหว่าง 20-29 ปี จำนวน 240 (59.26%) ระดับการศึกษาปริญญาตรีจำนวน 207 คน (51.11%) อาชีพพนักงานบริษัทเอกชนจำนวน 156 คน (38.52%) รายได้ต่อเดือน 15,000-25,000 บาท จำนวน 182 คน (44.94%)

ตารางที่ II: ผลการวิเคราะห์การตัดสินใจใช้บริการ Gojek ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอายุ

อายุ (ปี)	การตัดสินใจใช้บริการ Go jek				
	N	ค่าเฉลี่ยการตัดสินใจ (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std. Deviation)	F	Sig
อายุ 15-19 ปี	32	4.12	0.25	124.597	.000
อายุ 20-29 ปี	240	4.78	0.17		
อายุ 30-39 ปี	116	4.46	0.27		
อายุ 40 ปี ขึ้นไป	17	4.46	0.29		

ปัจจัยด้านเพศที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการ Gojek ที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เนื่องจากอายุเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิด การตัดสินใจ การดำเนินชีวิต ทัศนคติ และพฤติกรรมบริโภคที่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้บริโภคที่มีอายุที่แตกต่างกัน จึงส่งผลต่อการใช้บริการที่แตกต่างกัน งานวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัย [7] ที่พบว่าอายุที่แตกต่างกันมีทัศนคติในการสั่งซื้อสินค้าและใช้บริการ Application Shopee แตกต่างกัน

ตารางที่ III: ผลการวิเคราะห์การตัดสินใจใช้บริการ Gojek ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามอาชีพ

อาชีพ	การตัดสินใจใช้บริการ Go jek				
	N	ค่าเฉลี่ยการตัดสินใจ (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std. Deviation)	F	Sig
นักเรียน/นักศึกษา	141	4.61	0.33	4.998	.001
พนักงานราชการและ รัฐวิสาหกิจ	61	4.49	0.28		
พนักงานเอกชน	156	4.67	0.27		
ธุรกิจส่วนตัว	8	4.68	0.27		
อาชีพอิสระ	39	4.71	0.24		

ปัจจัยด้านอาชีพที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการ Gojek ที่ แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เนื่องจากผู้บริโภคที่มีอาชีพที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อแนวคิด และรูปแบบการดำเนินชีวิตที่แตกต่างกัน งานวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ [6] ที่พบว่า อาชีพที่แตกต่างกันส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางแอพพลิเคชั่นออนไลน์ต่างกัน อย่างไรก็ตาม งานวิจัยดังกล่าวพบว่า กลุ่มนักเรียน นักศึกษา มีการตัดสินใจซื้อมากกว่ากลุ่มพนักงานบริษัทเอกชน และงานวิจัยของ [11] ที่พบว่า อาชีพที่แตกต่างกันส่งผลต่อทัศนคติและ พฤติกรรมในการสั่งซื้อพิซซ่าฮัทแบบบริการส่งถึงบ้านที่แตกต่างกัน

ตารางที่ IV: ผลการวิเคราะห์การตัดสินใจใช้บริการ Gojek ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามรายได้ต่อเดือน

อาชีพ	การตัดสินใจใช้บริการ Go jek				
	N	ค่าเฉลี่ยการตัดสินใจ (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std. Deviation)	F	Sig
ต่ำกว่า 15,000 บาท	78	4.56	0.35	2.827	.016
15,000-25,000 บาท	182	4.60	0.29		
25,001-35,000 บาท	58	4.70	0.27		
35,001-45,000 บาท	39	4.67	0.25		
45,001-50,000 บาท	46	4.72	0.29		
50,001 บาทขึ้นไป	2	4.64	0.30		

ปัจจัยด้านรายได้ต่อเดือนที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อการตัดสินใจ ใช้บริการ Gojek ที่ แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เนื่องจากอัตราค่าบริการ รวมค่าอาหารมีราคาสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการรับประทานอาหารในร้าน จึงทำให้รายได้ที่ แตกต่างกัน ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการที่แตกต่างกัน งานวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ [5] ที่ พบว่า รายได้ที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อพฤติกรรมการเข้าใช้บริการร้านไอศกรีมพรีเมี่ยมในศูนย์การค้าเซ็นทรัล พลาซ่า เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม งานวิจัยดังกล่าวพบว่า ผู้มีรายได้น้อยกว่า 30,000 บาท มีความถี่ในการเข้าใช้บริการมากกว่าผู้ที่มีรายได้ 30,000 บาท และ งานวิจัยของ [15] ที่พบว่า รายได้ที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการ ทางการเงินผ่าน Mobile Banking Application แตกต่างกัน สืบเนื่องจากความกังวลเกี่ยวกับความ ปลอดภัยในการทำธุรกรรมทางการเงินที่แตกต่างกัน

ตารางที่ V: ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ของปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการ Gojek ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ปัจจัย	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
	B	Std. Error			
(Constant)	2.165	.409		10.438	.000
1.ระบบการใช้งานแอพพลิเคชั่น	.136	.090	.152	2.696	.018

ตารางที่ V: ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ของปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการ Gojek ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (ต่อ)

ปัจจัย	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
	B	Std. Error			
(Constant)	2.165	.409		10.438	.000
2. ปัจจัยด้านการให้บริการและการโปรโมท	.090	.038	.114	3.125	.067
3. ปัจจัยด้านการจัดส่งอาหาร	.150	.068	.167	2.421	.002
4. ปัจจัยด้านแอพพลิเคชัน และโปรโมชัน	.112	.051	.134	3.842	.422
5. ปัจจัยด้านอัตราค่าบริการ	.186	.089	.196	4.526	.653
6. ปัจจัยด้านบุคคลและการช่วยเหลือลูกค้า	.086	.044	.112	2.416	.106
7. ปัจจัยด้านการรับรู้ง่ายในการใช้	.035	.015	.121	3.122	.014
8. ปัจจัยด้านความมีประโยชน์	.001	.023	.115	2.158	.000
9. ปัจจัยด้านอิทธิพลทางสังคม	.253	.124	.314	4.356	.012
10. ปัจจัยด้านการรับรู้ความเสี่ยง	.078	.034	.085	4.114	.142
11. ปัจจัยด้านทัศนคติที่มีต่อการใช้งาน	.008	.010	.076	3.241	.027

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ตามสมมติฐานพบว่ายอมรับสมมติฐาน 6 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการ Gojek คือ ระบบการใช้งานแอพพลิเคชั่น ปัจจัยด้านการจัดส่งอาหาร ปัจจัยด้านการรับรู้ง่ายในการใช้ ปัจจัยด้านความมีประโยชน์ ปัจจัยด้านอิทธิพลทางสังคม และปัจจัยด้านทัศนคติที่มีต่อการใช้งาน มีค่าที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจใช้บริการ Gojek ผู้ใช้งานในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลกลุ่มดังกล่าว มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวพยากรณ์ เท่ากับ .018 และ .002 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สามารถอธิบายการตัดสินใจใช้บริการ Gojek ได้ 31.5% และอีก 68.5% เกิดจากอิทธิพลตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษาโดย

- ปัจจัยด้านระบบการใช้งานแอพพลิเคชั่น ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าสถิติ T-Test มีค่า Sig. เท่ากับ .018 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ .05 ทำให้ยอมรับ สมมติฐานที่ 6 ซึ่งสามารถตีความได้ว่าปัจจัยด้านระบบการใช้งานแอพพลิเคชั่นส่งผลต่อการตัดสินใจใช้งานบริการ Gojek ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจากระบบการใช้งานดีก็ทำให้ผู้บริโภคอยากใช้ เพราะใช้งานง่าย เรียนรู้ง่าย ตอบสนองไวต่อการใช้งานไวและสามารถสร้างประโยชน์และความสะดวกสบายกับลูกค้า ผลงานวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ [7] ที่พบว่า ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับกระบวนการใช้งานง่ายและรวดเร็ว สามารถติดต่อกับทางร้านค้าได้โดยตรงหรือทำการค้นหาได้อย่างรวดเร็ว

- ปัจจัยด้านการจัดส่งอาหารที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าสถิติ T-Test มีค่า Sig. เท่ากับ .002 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ .05 ทำให้ยอมรับสมมติฐานที่ 8 ซึ่งสามารถตีความได้ว่าปัจจัยด้านการจัดส่งอาหารส่งผลต่อการตัดสินใจใช้งานบริการ Gojek ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจากการดำเนินชีวิตและพฤติกรรมของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลง ไป และมีความเร่งรีบในชีวิตประจำวันมากขึ้น สำหรับการใช้บริการ รวมถึงระยะเวลาในการจัดส่งตรงเวลา ช่วยตอบโจทย์ความต้องการและเกิดประโยชน์กับผู้บริโภค ประกอบกับธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับ ร้านอาหารเกิดขึ้นมากมาย ดังนั้นความสะดวกรวดเร็วในการใช้บริการ รวมถึงระยะเวลา และคุณภาพ ของการจัดส่งจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจใช้บริการ ผลงานวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัย [7] ที่พบว่า ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับกระบวนการเห็นได้จากปัญหาการร้องเรียนของลูกค้ามากที่สุดคือ ระยะเวลาการจัดส่งล่าช้า ตามลำดับ

- ปัจจัยด้านการรับรู้ง่ายในการใช้ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าสถิติ T-Test มีค่า Sig. เท่ากับ .014 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ .05 ทำให้ยอมรับสมมติฐานที่ 12 ซึ่งสามารถตีความได้ว่า ปัจจัยด้านการรับรู้ง่ายในการใช้ ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการ Gojek ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจากการเรียนรู้ง่ายในการใช้งานนั้นมีความจำเป็นต่อลูกค้าและไม่สับสนในการใช้งาน ผลงานวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ [9] พบว่า ปัจจัยด้านการรับรู้ความง่ายในการใช้มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมความตั้งใจใช้ในการใช้เทคโนโลยีของพนักงานอุตสาหกรรมการค้าส่งและค้าปลีกไทย

- ปัจจัยด้านความมีประโยชน์ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าสถิติ T-Test มีค่า Sig. เท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ .05 ทำให้ ยอมรับสมมติฐานที่ 13 ซึ่งสามารถตีความได้ว่า ปัจจัยด้านความมีประโยชน์ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการ Gojek ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจากผู้บริโภคใช้แอพพลิเคชันเพื่อลดความยุ่งยากในการสรรหาร้านรับประทานอาหารและปัญหาการเดินทางจึงทำให้ง่ายต่อการใช้บริการของ Gojek ผลงานวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัย [10] ที่พบว่า การรับรู้ประโยชน์มีอิทธิพลต่อความตั้งใจในการใช้บริการการชำระเงินด้วยโปรแกรมประยุกต์คิวอาร์โค้ตผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้บริโภครุ่นใหม่

- ปัจจัยด้านปัจจัยด้านอิทธิพลทางสังคมส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการ Gojek ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จากผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยด้านอิทธิพลทางสังคม ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าสถิติ T-Test มีค่า Sig. เท่ากับ .012 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ .05 ทำให้ ยอมรับสมมติฐานที่ 14 ซึ่งสามารถตีความได้ว่า ปัจจัยด้านปัจจัยด้านอิทธิพลทางสังคมส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการ Gojek ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจาก ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านการสื่อสารได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายจึงทำให้ประชาชนส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับแอพพลิเคชันมากขึ้น ผลงานวิจัยข้างต้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย [4] พบว่าปัจจัยทางด้านอิทธิพลของสังคมมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อทาวน์โฮม 3 ชั้นในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑิล

- ปัจจัยด้านทัศนคติที่มีต่อการใช้งาน ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าสถิติ T-Test มีค่า Sig. เท่ากับ .027 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ .05 ทำให้ ยอมรับสมมติฐานที่ 16 ซึ่งสามารถตีความได้ว่า ปัจจัยด้านทัศนคติที่มีต่อการใช้งานส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการ Gojek ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจาก ประชาชนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า การสั่งซื้ออาหารโดยการใช้แอพพลิเคชั่นนั้นสามารถทำได้ง่าย ผู้ใช้สามารถเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องใช้ความพยายามมาก ผลงานวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัย [9] พบว่า ปัจจัยด้านทัศนคติต่อการใช้งานมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมความตั้งใจใช้ในการใช้เทคโนโลยีของพนักงานอุตสาหกรรมการค้าส่งและค้าปลีกไทย

VII. การอภิปรายผล

จากสมมุติฐานของงานวิจัยพบว่ามี 2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจตัดสินใจใช้บริการ Gojek ผู้ใช้งานในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

- ปัจจัยด้านระบบการใช้งานแอพพลิเคชันส่งผลต่อการตัดสินใจใช้งานบริการ Gojek ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจากระบบการใช้งานดีก็ทำให้ผู้บริโภคอยากใช้ เพราะใช้งานง่าย เรียนรู้ง่าย ตอบสนองไวต่อการใช้งานไวและสามารถสร้างประโยชน์และความสะดวกสบายกับลูกค้า

- ปัจจัยด้านการจัดส่งอาหารส่งผลต่อการตัดสินใจใช้งานบริการ Gojek ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจากการดำเนินชีวิตและพฤติกรรมของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงไป และมีความเร่งรีบในชีวิตประจำวันมากขึ้น สำหรับการใช้บริการ รวมถึงระยะเวลาในการจัดส่งตรงเวลา ช่วยตอบโจทย์ความต้องการและเกิดประโยชน์กับผู้บริโภค ประกอบกับธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับ ร้านอาหารเกิดขึ้นมากมาย

และมี 4 ปัจจัยที่ไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจตัดสินใจใช้บริการ Gojek ผู้ใช้งานในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

- ปัจจัยด้านการให้บริการและการโปรโมทส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการ Gojek ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจากผู้บริโภคส่วนใหญ่ใช้บริการผ่าน แอพพลิเคชั่นออนไลน์เน้นการใช้ความสะดวกรวดเร็ว การประชาสัมพันธ์จึงไม่ได้ให้ความสนใจมากนักเนื่องจาก ผู้ใช้บริการคำนึงถึงความคุ้มค่าในการใช้งาน และลดระยะเวลาในการที่ต้องเดินทางเอง

- ปัจจัยด้านแอพพลิเคชัน และโปรโมชันไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการ Gojek ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจากผู้บริโภคส่วนใหญ่ใช้บริการผ่านแอพพลิเคชั่นออนไลน์ เนื่องจากผู้บริโภคส่วนใหญ่ใช้บริการผ่านแอพพลิเคชั่น ออนไลน์ ซึ่งเป็นช่องทางที่สะดวกรวดเร็ว จึงไม่ได้ให้ความสำคัญกับช่องทางอื่น ๆ ประกอบกับ วัตถุประสงค์ในการใช้บริการ คือ ไม่มีเวลาเพียงพอในการเดินทางไปรับประทานอาหาร

- ปัจจัยด้านอัตราค่าบริการไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้ บริการ Gojek ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจากผู้บริโภคในปัจจุบันให้ความสำคัญกับคุณภาพของสินค้าและกระบวนการให้บริการที่สามารถแก้ไขปัญหาของลูกค้าได้อย่าง รวดเร็ว และอัตราการคิดค่าบริการของ Gojek มีความเหมาะสมกับระยะทางในการจัดส่ง เมื่อเปรียบเทียบกับมูลค่าเงินที่ผู้บริโภคจ่ายไป นอกจากนี้ระบบการใช้งานแอพพลิเคชั่นไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน ทุกคนสามารถสมัครและใช้งานได้เช่นเดียวกับแอพพลิเคชั่นอื่น ๆ รวมทั้งกิจกรรมส่งเสริม ทางการตลาดที่มีอย่างต่อเนื่องในทุกร้านอาหาร ทำให้ผู้บริโภครู้สึกคุ้นชินเป็นพื้นฐาน ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับคุณภาพของสินค้าและบริการมากขึ้น ปัจจัยดังกล่าวจึงไม่ส่งผลต่อการ ตัดสินใจใช้บริการ

- ปัจจัยด้านบุคคลและการช่วยเหลือลูกค้าไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการ Gojek ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจากการให้บริการของพนักงานทำให้ผู้บริโภคได้ประโยชน์จากการใช้งาน อย่างไรก็ตามปัจจัยดังกล่าวเป็นปัจจัยที่ผู้บริโภคไม่ได้ให้ความสำคัญมากนัก เนื่องจากผู้บริโภคส่วนใหญ่อาจจะมี ประสบการณ์ในการใช้งานแอพพลิเคชั่นออนไลน์ จึงมีความคุ้นเคยกับวิธีการใช้งาน และจึงมุ่งเน้นไป ที่สินค้าเป็นหลัก

VIII. ข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ผลของงานวิจัยนี้ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการ Gojek ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่ง พบว่าปัจจัยด้านความสะดวกรวดเร็ว ในการใช้บริการและสภาพสินค้า ปัจจัยด้านช่องทางในการชำระเงิน และปัจจัยด้านภาพลักษณ์และพาร์ทเนอร์ร้านอาหารส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการ Gojek ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ผลการวิจัยดังกล่าวสามารถนำข้อมูลที่วิเคราะห์ทางสถิติมาประยุกต์ใช้ เพื่อเสนอแนะให้ เป็นแนวทางสำหรับผู้ประกอบการ ได้ดังนี้

1. ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญในด้านขั้นตอนระบบการใช้งานแอพพลิเคชัน ระบบรวดเร็วใช้งานง่าย ไม่ติดขัด ทำให้เกิดความรู้สึกใช้งานง่ายและรวดเร็วต่อผู้ใช้งาน จึงทำให้เกิดความง่ายและรวดเร็วต่อการใช้บริการของลูกค้า

2. ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญในด้านขั้นตอนการใช้งาน และการจัดส่งสินค้ามีความรวดเร็วและตรงต่อเวลา ประกอบกับสภาพสินค้าอยู่ในสภาพที่น่ารับประทาน ทั้งนี้ผู้ประกอบการควรมีการตรวจสอบกระบวนการทำงานอยู่เสมอ เพื่อรักษามาตรฐานการให้บริการ ทำให้ธุรกิจสามารถแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

[1] Davis, F. D., Bagozzi, R.P. and Warshaw, P.R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*. *35*(8) (August): 982-1003.

[2] Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research,* Reading. MA: Addison-Wesley.

[3] Kotler, P. (1997). *Marketing management: analysis, planning implementation and control.* (9th ed.). New Jersey: Asimmon & Schuster.

[4] จรรยารักษณ์ ขวัญแก้ว. (2558). *ปัจจัยทางสังคมที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการตัดสินใจซื้อทาวน์โฮม 3 ชั้น ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล.* (สารนิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, บัณฑิตวิทยาลัย.

[5] จักรกฤษณ์ นาคประเสริฐ. (2556). *ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการร้านไอศกรีมพรีเมี่ยมในศูนย์การค้าเซ็นทรัลพลาซา เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล.* (สารนิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, บัณฑิตวิทยาลัย.

[6] จุฑารัตน์ เกียรติรัศมี. (2558). *ปัจจัยที่มีผลต่อการซื้อสินค้าผ่านทางแอปพลิเคชันออนไลน์ของผู้บริ โภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล.* (สารนิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี.

[7] ณัฐกานต์ กองแก้ม. (2559). *พฤติกรรมการซื้อสินค้าและบริการของผู้ใช้Application Shopee ในประเทศไทย.* (วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, วิทยาลัยการจัดการ.

[8] ธีรวุฒิ เอกะกุล. (2543). *การกำาหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อการวิจัย. ระเบียบวิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.* อุบลราชธานี : สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี.

[9] วนิดา ตะนุรักษ์ นรพล จินันท์เดช และประยงค์ มีใจซื่อ. (2560). อิทธิพลของทัศนคติต่อการใช้งานและปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อพฤติกรรมความตั้งใจในการใช้เทคโนโลยีของพนักงานอุตสาหกรรมการค้าส่งและค้าปลีกไทย. *วารสารสมาคมนักวิจัย.* ปีที่ 22 ฉบับที่ 1.

[10] วสุธิดา นุริตมนต์ และทรงวิทย์ เจริญกิจธนลาภ. (2561). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับเทคโนโลยี และความตั้งใจใช้บริการชำระเงินของผู้บริโภครุ่นใหม่ ด้วยโปรแกรมประยุกต์คิวอาร์โค้ดผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่สมาร์ทโฟน. *วารสารวิชาการนวัตกรรมสื่อสารสังคม.* ปีที่ 6 ฉบับที่ 2.

[11] ศิริน เจริญพินิจนันท์. (2546). *ทัศนคติและพฤติกรรมผู้บริโภคต่อกำรสั่งซื้อ พิซซ่ำ ฮัท แบบบริการส่งถึงบ้านในเขตกรุงเทพมหานคร.* (วิทยานิพนธ์ บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย.

[12] ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ. (2541). *การวิจัยธุรกิจ.* กรุงเทพมหานคร: เพชรจรัสแสงแห่งโลกธุรกิจ.

[13] ศิริวรรณ เสรีรัตน์. (2538). *พฤติกรรมผู้บริโภค.* กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.

[14] ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. (2559). *จับตาปี' 60 สั่งอาหารออนไลน์หนุนตลาด Delivery โตร้อยละ 11-15 สวนทางภาพรวมธุรกิจร้านอาหารที่เติบโตเพียงเล็กน้อย.* ปีที่ 22 ฉบับที่ 2797. สืบค้นจาก https://www.kasikornresearch.com/InfoGraphic/Documents/2797_p.pdf.

[15] สุรีย์พร เหมืองหลิ่ง. (2558). *ปัจจัยที่มีผลต่อความเชื่อมั่นในการใช้บริการทางการเงินผ่าน Mobile Banking Application ของผู้ใช้บริการในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล.* (สารนิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี

ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนมของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล

The effect of costumer behavior on brand name imitation products of consumers in Bangkok and Metropolitan region

1st ธนัชชา สมณะ
Tanutcha Samana
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
st.tanatcha_smn@tni.ac.th

2nd จิรัชญา ชำนิกุล
Jiratchaya Chamnikul
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
ch.jiratchaya_st@tni.ac.th

3rd ปัณณทัต จอมจักร์
Pannathadh Chomchark
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
Pannathadh@tni.ac.th

บทคัดย่อ **– การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนมของวัยรุ่นในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล และเพื่อวิเคราะห์ในการนำมาปรับใช้ในการวางแผนธุรกิจของสินค้าแบรนด์เนม รวมไปถึงนำมาพัฒนาแนวทางการป้องกันหรือปราบปราม รณรงค์การละเมิดลิขสิทธ์ เป็นการวิจัยเชิงปริมาณโดยการเก็บข้อมูลปฐมภูมิ ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งผ่านการความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิ และตรวจสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือโดยใช้กลุ่มทดลองจำนวน 30 ตัวอย่างโดยมีค่าความตรงเกินกว่า 0.67 ทุกข้อคำถามและค่าความเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง 0.70-0.89 ในทุกองค์ประกอบ จากนั้นนำไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 450 คน และนำมาวิเคราะห์สรุปผลตามกรอบแนวคิดการวิจัยเพื่อให้ทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการเลือกใช้สินค้าเลียนแบบแบรนด์เนม**

ผลการศึกษาพบว่า (1) ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนมของวัยรุ่นในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (2) ปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาด ไม่ว่าจะเป็นด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่อทางการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมทางการตลาดส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนมของวัยรุ่นในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล (3) ปัจจัยด้านสังคมส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนมของวัยรุ่นในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล (4) ปัจจัยรูปแบบการดำเนินชีวิตส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนมของวัยรุ่นในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล (5) พฤติกรรมในการเลือกใช้ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนมของวัยรุ่นในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล

คำสำคัญ – สินค้าเลียนแบบแบรนด์เนม, ส่วนประสมทางการตลาด, ปัจจัยสังคม, พฤติกรรมการบริโภค, วัยรุ่น

Abstract- **This research aims to study for the effects of consumer product consumption in Bangkok and perimeter to analyze the utilization of business planning. Guidelines for prevention or campaign for abduction. This research is quantitative research by collecting data. The tools used to collect data for checking consumer confidence and checking the confidence of the tools by using the experimental group consisting of 30 samples with confidence values greater than 0.67 between 0.70-0.89 in every composition. After that, data were collected from a sample of 450 people and analyzed and summarized in the framework. In addition to the factors that affect the behavior of choosing to use brand name imitation products**

The results of the research revealed that (1) The remaining portion affects the consumption behavior of consumers in Bangkok and perimeter. (2) Distribution and marketing promotion affect the consumption behavior of consumers in Bangkok and perimeter. (3) Factors affecting consumer behavior of consumers in Bangkok and perimeter (4) Lifestyle styles that affect consumption behavior of consumers in the Bangkok metropolitan region every metropolitan Bangkok and perimeter (5) Behavior in the selection affect consumer behavior to mimic a teenager in Bangkok and perimeter.

Keywords **- brand-name imitation, marketing mix, social support, consumer behavior, teenagers**

I. บทนำ

วงการแฟชั่นของโลกนั้นถือว่ามีประวัติมายาวนานหลายศตวรรษ ก่อให้เกิดสินค้าแบรนด์เนมขึ้นเป็นอย่างมาก และผลจากแรงผลักดันของการพัฒนาอุตสาหกรรมเศรษฐกิจ

การค้าในรูปแบบใหม่ๆนั้นทำให้หลากหลายแบรนด์เนมชั้นนำที่มีประวัติอย่างยาวนานเป็นที่รู้จักทั่วทั้งโลกยังคงดำเนินธุรกิจอยู่ในยุคปัจจุบันรวมถึงความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีโลกนั้นก่อให้เกิดการแพร่กระจายสินค้าไปยังภูมิภาคต่างๆรวมทั้งยังสามารถเข้าถึงข้อมูลของสินค้าแบรนด์เนมได้ง่ายผ่านทางอินเทอร์เน็ต ไม่ว่าจะผ่านจากการโฆษณาสินค้าต่าง ๆ ผ่าน Social Media หรือรวมไปถึงการนำผู้มีอิทธิพลในวงการบันเทิงมาเป็น Brand Ambassador เพื่อให้สินค้าของแบรนด์ได้รับความนิยมมากและเพิ่มมูลค่าให้กับตัวสินค้ามากยิ่งขึ้น ความสะดวกสบายในเข้าถึงข้อมูลเทรนด์แฟชั่นนั้นทำให้ประชากรในประเทศไทยนั้นเข้าถึงและนิยมใช้สินค้าแบรนด์เนมเช่นกัน โดยผลสำรวจพบว่าคนไทยนั้นนิยมซื้อสินค้าแบรนด์เนมติดอันดับ 6 ของโลกรองจากจีน,รัสเซีย,ญี่ปุ่น,อินโดนีเซีย และสหรัฐ จากข้อมูลของ [1] Global Blue ในปี 2559 จากผลสำรวจกลุ่มตัวอย่างนั้นพบว่าผู้บริโภคชาวไทยยังมีความชื่นชอบสินค้าแบรนด์เนมเพิ่มมากขึ้นเป็น 7.4 จากเดิมในปี 2558 นั้นเพียง 7.3 สูงกว่า 15 ประเทศที่มีคะแนนความชื่นชอบที่น้อยลงจากเดิมในปี 2558 จาก ข้อมูลศูนย์องค์ความรู้ด้านลักชัวรี่ [2] เพราะความเจริญเติบโตของความนิยมสินค้าแบรนด์เนมในประเทศไทยจึงทำให้ประชาชนชาวไทยกลายเป็นกลุ่มลูกค้าต่างชาติที่ขยายตัวเร็วและทำให้แบรนด์เนมเข้ามาทำตลาดในไทยเพิ่มมากขึ้น เพราะการบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนมนั้น ถือเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์และผิดกฎหมาย แต่กระนั้นก็ยังคงมีสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนมขายทั่วไปตามตลาด และจากการสำรวจรายได้ต่อเดือนของประชากรในไทยจากผลสำรวจรายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือนสูงสุดอยู่ที่กรุงเทพมหานครเฉลี่ยอยู่ที่ 45,707 บาทต่อครัวเรือน และรายได้เฉลี่ยทั่วประเทศมีรายได้เฉลี่ยเดือลละ 26,946 บาท จากข้อมูลสำนักงานสถิติแห่งชาติ [3] ซึ่งถือว่าเป็นรายได้ที่ไม่มากพอที่จะใช้จ่ายเพื่อซื้อสินค้าที่มีราคาฟุ่มเฟือยได้ก่อให้เกิดการบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนมที่มีรูปลักษณ์ใกล้เคียงกับของลิขสิทธิ์มาทดแทนสาเหตุดังกล่าวสืบเนื่องมากจากค่านิยมการใช้สินค้าแบรนด์เนมที่มีราคาแพงแต่ไม่มีกำลังซื้อพอที่จะบริโภคสินค้าลิขสิทธิ์ได้ โดยสังคมไทยในปัจจุบันได้นำเอาค่านิยมและแฟชั่นของต่างประเทศเข้ามาอย่างหลากหลายส่งผลให้พฤติกรรมของประชาชนโดยเฉพาะกลุ่มวัยรุ่นเปลี่ยนแปลงตามกระแสสังคมปัจจุบันสามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมของการเลือกใช้สินค้าแบรนด์เนมที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายจึงทำให้เกิดการแบ่งแยกความแตกต่างทางชนชั้นเกิดขึ้นจากการเลือกใช้สินค้าแบรนด์เนม เนื่องจากราคาของสินค้าแบรนด์เนมนั้นถือเป็นสินค้าที่ฟุ่มเฟือยแต่ทำให้ผู้ใช้นั้นมีสถานะทางการเงินดีขึ้นและสามารถเป็นที่ยอมรับทางสังคมได้ ด้วยเหตุนี้จึงเป็นเหตุผลว่าเหตุใดผู้คนถึงหันมาบริโภคสินค้าแบรนด์เนมเพราะถือว่าเป็นการสะท้อนภาพของตนเองออกมาเป็นอย่างดี

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงมีความสนใจศึกษาปัจจัยที่ทำให้ผู้บริโภคตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าแบรนด์เนมของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเนื่องจากประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลนั้นเป็นกลุ่มลูกค้าที่ได้รับค่านิยมในการเลือกใช้สินค้าแบรนด์เนมมากที่สุดเพราะสถานที่ในการเลือกซื้อสินค้าแบรนด์เนมนั้นมีมากมายในเขตกรุงเทพ จึงทำให้เกิดการแพร่กระจายกระแสนิยมได้อย่างง่ายดาย ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้สามารถให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการนำมาปรับใช้กับธุรกิจ และใช้เป็นข้อมูลสำรวจเพื่อนำมาพัฒนาแนวทางป้องกันหรือปราบปรามรณรงค์การละเมิดลิขสิทธิ์ต่อไป

II. วัตถุประสงค์และวรรณกรรมปริทัศน์

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนม บรรทัดฐานทางสังคม สถานะทางสังคม ที่มีต่อการตัดสินใจบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนมของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพและปริมณฑล

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยให้ความสนใจกับตัวแปรต้น 4 ตัวแปรหลัก ได้แก่

(1) ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ (Demographic Factors) ซึ่งหมายถึงความน่าจะเป็นที่ด้านประชากรศาสตร์อาจจะมีผลต่อการบริโภค เช่น เพศ อายุ ระดับการศึกษา รายได้ และอาชีพ เป็นต้น [4] การแบ่งส่วนตลาดประชากรทำได้โดยการ แบ่งกลุ่มของผู้บริโภคตาม อายุ รายได้ เชื้อชาติ เพศ การประกอบอาชีพ สถานภาพสมรส ประเภทและขนาดของใช้ในครัวเรือน และที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ ตัวแปรเหล่านี้มีวัตถุประสงค์เชิงประจักษ์และสามารถซักถามหรือการสังเกตได้อย่างง่ายดาย สิ่งเหล่านี้ช่วยให้นักการตลาดได้จำแนกผู้บริโภคแต่ละประเภทตามที่กำหนดไว้ได้อย่างชัดเจน เช่น กลุ่มอายุ หรือกลุ่มรายได้ เช่นเดียวกับระดับชนชั้นทางสังคมที่จะถูกกำหนดโดยวัตถุประสงค์ การคำนวณดัชนีการชี้วัด 3 ตัวแปร คือ รายได้ (จำนวนเงินเดือน) ระดับการศึกษา (การศึกษาสูงสุด) อาชีพ และในภายหลังในด้านที่อยู่ของผู้บริโภคและรหัสไปรษณีย์ สามารถใช้ข้อมูลร่วมกัน ทำให้ทราบถึงที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของผู้บริโภค การแบ่งกลุ่มประชากรเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการค้นหาและเข้าถึงกลุ่มลูกค้าที่เฉพาะเจาะจง

(2) ปัจจัยด้านส่วนประทางการตลาด (Marketing Mixes) ซึ่งหมายถึงความน่าจะเป็นที่ส่วนประสมทางการตลาดจะเป็นปัจจัยให้ผู้บริโภคเลือกบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนม [5] ความหมายของส่วนประสมทางการตลาด (Marketing Mix หรือ 4Ps) หมายถึง ตัวแปรทางการตลาดที่ควบคุมได้ ซึ่งบริษัทใช้ร่วมกันเพื่อตอบสนองความพึงพอใจแก่กลุ่มเป้าหมาย หรือเป็นเครื่องมือที่ใช้ร่วมกันเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ทางการติดต่อสื่อสารขององค์กร ประกอบด้วย ผลิตภัณฑ์ (Product) เป็นสิ่งซึ่งสนองความจำาเป็นและความต้องการของมนุษย์ ราคา (Price) หมายถึง คุณค่าผลิตภัณฑ์ในรูปของตัวเงิน ราคาเป็นต้นทุนของ (Cost) ของลูกค้าลูกค้าจะเปรียบเทียบระหว่างคุณค่า (Value) ผลิตภัณฑ์กับราคา (Price) ช่องทางการจัดจำหน่าย (Place) ด้านสถานที่ให้บริการในส่วนแรกคือการเลือกทำเลที่ตั้ง(Location) ของธุรกิจบริการมีความสำคัญมากโดยเฉพาะธุรกิจบริการที่ผู้บริโภคต้องไปรับบริการจาก ผู้ให้บริการในสถานที่ที่ผู้ให้บริการจัดไว้เพราะทำเลที่ตั้งที่เลือกเป็นตัวกำหนดกลุ่มผู้บริโภคที่จะเข้ามาให้บริการ การส่งเสริมทางการตลาด (Promotion) เป็นเครื่องมือหนึ่งที่มีความสำคัญในการติดต่อสื่อสารเกี่ยวกับข้อมูลระหว่างผู้ขายและผู้ให้บริการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแจ้งข่าวสารหรือชักจูงให้เกิดทัศนคติและพฤติกรรมการตัดสินใจเลือกใช้บริการ โดยพิจารณาถึงความเหมาะสมกับลูกค้า โดยเครื่องมือที่ใช้ในการสื่อสารการตลาด

(3) ปัจจัยด้านสังคม (Social Factors) หมายถึง การที่กลุ่มในสังคม ไม่ว่าจะเป็นครอบครัว กลุ่มเพื่อนในสังคม หรือบทบาทและสถานะในสังคม จะเป็นตัวแปรต่อความความคิดของผู้บริโภคได้ Walters [6] ได้อธิบายถึงลักษณะทางสังคมว่า เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน และมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อ ลักษณะทางสังคมประกอบด้วย กลุ่มอ้างอิง ครอบครัว บทบาท ทางสังคม และสถานภาพของผู้ซื้อ

(4) ทัศนคติและความสนใจ (Attitude and Interest) หมายถึง ทัศนคติและความสนใจของผู้บริโภคนั้น ทุนเดิมมีความสนใจในตัวสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนมอยู่แล้ว อาจจะเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดความคิดที่ผิดโดยที่ผู้บริโภคผู้นั้นไม่รู้ตัว [7] Engel, Blackwell & Miniard ได้ให้ความหมายของรูปแบบการดำเนินชีวิตไว้ว่า “รูปแบบที่ผู้คนจะดำเนินชีวิตรวมทั้งการใช้เงินและเวลา” โดยรูปแบบการดำเนินชีวิตจะสะท้อนได้ จากกิจกรรม (Activities) ความสนใจ (Interests) และความคิดเห็น (Opinions) ของผู้คน 7 การศึกษาลักษณะทางจิตวิทยาและรูปแบบการดำเนินชีวิตคือความเกี่ยวเนื่องกันโดยตรงแต่ จะมีความแตกต่างในเรื่องตัวแปรบางตัวคือ บุคลิกภาพ (Personality) เช่นความสามารถซึ่งเป็นที่ยอมรับในสังคมและความมั่นใจในตัวเองจะเห็นได้จากสิ่งต่าง ๆ ที่แสดงออกทางความสนใจในเรื่องต่างๆ ซึ่งทำให้เห็นถึงข้อมูลเกี่ยวกับผู้บริโภคที่ละเอียดแม่นยำยิ่งขึ้น [8] ในความเป็นจริงลักษณะและรูปแบบการดำเนินชีวิตมักใช้แทนกันอยู่เสมอการวิเคราะห์ลักษณะทาง จิตวิทยาจะเน้นไปที่กิจกรรม (Activities) ต่าง ๆ ของแต่ละบุคคลความสนใจ (Interests) และความ คิดเห็น (Opinions) เครื่องมือวัดประกอบด้วยคำถามจำนวนหนึ่งเกี่ยวกับระดับความคิดเห็นที่เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยที่แสดงออกมา [9]

ดังนั้น สมมุติฐานของงานวิจัยคือ ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ ปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาด ปัจจัยด้านสังคม และทัศนคติและความสนใจ มีผลในการตัดสินใจบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนมของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

III. ระเบียบวิธีวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative) โดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) และใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ บุคคลที่เลือกบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนม การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็นโดยใช้วิธีการเลือกแบบสะดวก ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ กลุ่มคนที่เป็นวัยรุ่นที่น่าจะมีความคิดใช้สินค้าเลียนแบบแบรนด์เนม ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่วันที่ 29 ธันวาคม 2562 ถึง วันที่ 29 มกราคม 2563 ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามจากการทบทวนวรรณกรรม และนำเสนอแบบสอบถามที่ได้สร้างขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความครบถ้วนและความสอดคล้องของเนื้อหาของแบบสอบถามที่ตรงกับเรื่องที่ศึกษา นำเสนอแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความครบถ้วนและความสอดคล้องของเนื้อหา (Validity) โดยการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องรายข้อ IOC (Index of Item Objective Congruence) พบว่ามีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไปทุกข้อ จากนั้นทำการทดสอบแบบสอบถาม Pilot Test จำนวน 30 ชุด และคำนวณโดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นอยู่พบว่ามีค่าระหว่าง 0.70-0.89 ในทุกองค์ประกอบ สำหรับการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ใช้หลักการคำนวณของ Cochran [10] ผลที่ได้คือขนาดของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดสำหรับงานวิจัยนี้เท่ากับ 385 ชุด โดยผู้วิจัยได้รับข้อมูลการตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 679 ชุด และงานวิจัยครั้งนี้มีแบบสอบถามที่มีข้อมูลครบถ้วนทั้งสิ้น 450 ชุด ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนลดลงเหลือ 4.6% ผู้วิจัยได้นำผลลัพธ์การตอบแบบสอบถามมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นและความสอดคล้องกันในแต่ละตัวแปรด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟ่าของครอนบัคได้ค่าอยู่ที่ 0.826-0.887 ซึ่งถือว่ามีค่าความเชื่อมั่นสูง เนื่องจากมีค่าใกล้เคียง 1 และไม่ต่ำกว่า 0.65 [11] และวิเคราะห์การหาความเที่ยงตรง จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา ซึ่งประกอบด้วยค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและทำการทดสอบสมมุติฐาน โดยการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรต้นต่อตัวแปรตามด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

IV. ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

ตารางที่ I : ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะทางประชาศาสตร์	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	216	48.0%
หญิง	170	37.78%
LGBT	64	14.22%
	450	100.0%
2. อายุ		
ต่ำกว่า 15 ปี	20	4.44%
16 – 23 ปี	270	60.00%
24 – 31 ปี	120	26.67%
31 ปีขึ้นไป	40	8.89%
	450	100.0%
3. ระดับการศึกษา		
มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า	50	11.11%
อนุปริญญา / ปวส. หรือเทียบเท่า	129	28.67%
ปริญญาตรี	240	53.33%
ปริญญาโทหรือสูงกว่า	31	6.89%
	450	100.0%
4. อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	250	55.56%
พนักงานรัฐฯ	30	6.67%
พนักงานบริษัทเอกชน	90	20.00%
ธุรกิจส่วนตัว	34	7.56%
อาชีพอิสระ	42	9.33
อื่นๆ	4	0.89%
	450	100.0%

ตารางที่ I : ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ลักษณะทางประชาศาสตร์	จำนวน	ร้อยละ
5. รายได้ต่อเดือน		
ต่ำกว่า 15,000 บาท	231	51.33%
15,000 - 25,000 บาท	130	28.89%
25,001 - 35,000 บาท	55	12.22%
35,001 - 45,000 บาท	23	5.11%
45,001 - 55,000 บาท	6	1.33%
55,000 บาทขึ้นไป	5	1.11%
	450	100.0%

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 216 (48%) มีอายุระหว่าง 16-23 ปี จำนวน 270 (60%) ระดับการศึกษาปริญญาตรีจำนวน 240 คน (53.33%) อาชีพนักเรียน/นักศึกษาจำนวน 250 คน (55.56%) รายได้ต่อเดือนต่ำกว่า 15,000 บาท จำนวน 231 คน (51.33%)

ตารางที่ II : ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ของปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนมในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ปัจจัย	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
	B	Std. Error			
(Constant)	2.836	.477		5.943	.000
1.ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์	.066	.090	.045	.731	.465
2. ปัจจัยด้านราคา	.003	.103	.002	.030	.976
3. ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย	-.033	.085	-.029	-.388	.698
4. ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด	.055	.074	.055	.745	.000
5. ปัจจัยด้านครอบครัว	.303	.170	.320	1.787	.085
6. ปัจจัยด้านกลุ่มเพื่อนในสังคม	.164	.136	.222	.120	.238
7. ปัจจัยด้านบทบาทและสถานะ	.447	.133	.536	3.356	.002
8. ปัจจัยในด้านความสนใจ	.15.	.145	.195	1.051	.302
9. ปัจจัยด้านทัศนคติ	.472	.101	.663	4.687	.000

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ตามสมมติฐานพบว่ายอมรับสมมติฐาน 3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนม คือ ปัจจัยด้านทัศนคติ ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด และปัจจัยด้านบทบาทและสถานะ มีค่าที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนมของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลกลุ่มดังกล่าว มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวพยากรณ์ เท่ากับ .000, .000 และ .002 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สามารถอธิบายการตัดสินใจบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนมได้ 28.1% และอีก 71.9% เกิดจากอิทธิพลตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษาโดย

- ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าสถิติ T-Test มีค่า Sig. เท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ .05 ซึ่งสามารถตีความได้ว่า ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด ส่งผลต่อการตัดสินใจบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนม เนื่องจากสินค้าเลียนแบบแบนด์เนมมีราคาต้นทุนที่ต่ำทำให้ผู้ขายสินค้าสามารถตั้งโปรโมชั่นดึงดูดลูกค้าด้วยการลด แลก แจก แถม ได้มาก ส่งผลให้ผู้บริโภคเกิดความสนใจในราคาและภาพภายนอกที่คล้ายกับของแท้ซึ่งคุณภาพที่ได้อาจจะไม่เท่ากัน แต่เมื่อเทียบกันแล้วของแท้ที่ราคาสูงจากวัตถุดิบคุณภาพแต่เกินกำลังซื้อ ดังนั้นผู้บริโภคส่วนมากเลยเลือกอะไรที่เหมาะสมกับกำลังซื้อของตัวเองโดยการยิ่งราคาแตะต้องได้มากเท่าไหร่ยิ่งอยากซื้อมากเท่านั้น ผลวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัย [12] พบว่า ด้านการส่งเสริมการตลาดได้แก่มีบริการหลังการขาย มีการจัดส่งเสริมการขายอย่างต่อเนื่อง มีการเปลี่ยนคืนสินค้าได้ มีโปรโมชั่นส่งเสริมการขาย จะทำให้เกิดความพึงพอใจในกระบวนการขายในทุกขั้นตอน สอดคล้องกับงานวิจัย [13] พบว่า การจัดโปรโมชั่นจะเป็นการดึงดูดผู้บริโภคให้มาซื้อกระเป๋าแบรนด์เนมเพิ่มขึ้น

- ปัจจัยด้านกลุ่มบทบาทและสถานะ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าสถิติ T-Test มีค่า Sig. เท่ากับ .002 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ .05 ซึ่งสามารถตีความได้ว่า ปัจจัยด้านกลุ่มบทบาทและสถานะ ส่งผลต่อการตัดสินใจบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนม เนื่องจากสถานภาพสังคมแต่ละคนในสังคมนั้นแตกต่างกัน ซึ่งในแต่สถานะภาพจะมีกิจกรรม การพูดคุย การเข้าสังคม ความนิยมต่างการ ซึ่งในปัจจุบันการใช้สินค้าแบรนด์เนมนั้นช่วยในการสร้างคุณค่าในตัวผู้ใช้หรือเป็นภาพลักษณ์ที่ดีได้ส่งผลให้เกิดกระแสความนิยมและความนิยมใช้ให้แพร่หลาย ทำให้กลุ่มบทบาทสถานะที่มีกำลังซื้อไม่พอแต่มีความต้องการซื้อสินค้าราคาสูง หันมาจับต้องสินค้าที่ราคาถูกกว่าแต่ภาพลักษณ์เทียบเท่าของแท้ซึ่งกลุ่มผู้บริโภคนี้จะพบได้ง่ายและมีจำนวนมาก ผลวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับ [14] พบว่า ปัจจัยด้านกลุ่มบทบาทและสถานะ มีความสัมพันธ์กับบารตัดสินใจซื้อกระเป๋าเลียนแบบแบรนด์เนมของวัยรุ่น และยังสอดคล้องกับงานวิจัย [15] พบว่า บรรทัดฐานทางสังคม สถานะทางสังคม มีอิทธิพลต่อทัศนคติการซื้อสินค้าระดับหรู ตลอดจนชี้ให้ผู้บริโภคเห็นถึงผลดีของการใช้สินค้าของแท้และผลเสียของการใช้สินค้าปลอม

- ปัจจัยด้านทัศนคติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าสถิติ T-Test มีค่า Sig. เท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ .05 ซึ่งสามารถตีความได้ว่า ปัจจัยด้านทัศนคติ ส่งผลต่อการตัดสินใจบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนม เนื่องจากผู้บริโภคแต่ละคนนั้นมีทัศนคติแตกต่างกัน การคิดคำนวณ

คุณค่า ความจำเป็น ก็แตกต่างกันไป ร่วมกระทั่งสังคม หน้าที่การงาน เงินเดือน ทำให้ผู้บริโภคเวลาตัดสินใจซื้อสินค้านั้นคำนึงถึงสิ่งที่ได้รับไม่เท่ากัน พอใจในคุณค่าที่ได้รับไม่เท่ากัน ทำให้ทัศคติที่มองตัวสินค้านั้นจำเป็นอยากมากในการตัดสินใจสินค้าแต่ละครั้งผลวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัย [16] พบว่า คุณค่าตราสินค้า ด้านการตระหนักรู้ในตราสินค้าทัศนคติต่อแบรนด์หรูส่งผลต่อความตั้งใจซื้อสินค้าแบรนด์เนม

V. การอภิปรายผล

จากสมมุติฐานของงานวิจัย คือ การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนมแต่ละปัจจัยนั้น มีอิทธิพลต่อทัศนคติการบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนมของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลนั้น เมื่อทำการศึกษาแล้วพบว่ามี 3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนม ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ปัจจัยด้านทัศนคติ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวพยากรณ์เท่ากับ .000 ทัศนคติของแต่ละบุคคลนั้นจะก่อให้เกิดความคิดที่แตกต่างกัน นั้นหมายความว่าการตัดสินใจเลือกบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนมได้นั้น แม้จะมีสภาพแวดล้อม ครอบครัว หรือกลุ่มเพื่อนในสังคมแนะนำสุดท้ายแล้วทัศนคติส่วนบุคคลจะส่งผลในการตัดสินใจเลือกบริโภคมากที่สุดซึ่ง

ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวพยากรณ์เท่ากับ .000 เนื่องจากธุรกิจสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนมสามารถส่งเสริมการตลาด จัดกิจกรรมในการซื้อแก่ผู้บริโภคเข้าถึงได้ง่ายและมีราคาที่ถูกกว่าแต่ได้สินค้าที่มีลักษณะใกล้เคียงหรือคล้ายคลึงของจริงมาก และ

ปัจจัยด้านบทบาทและสถานะ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเท่ากับ .002 สินค้าแบรนด์เนมถือว่าเป็นสิ่งส่งเสริมให้สถานะของผู้ใช้ดูหรูหรา มีรสนิยมและมีฐานะที่ดี รายได้ในบางกลุ่มชนชั้นไม่สามารถเลือกบริโภคสินค้าแบรนด์เนมจริงได้ สินค้าเลียนแบบแบรนด์เนมจึงเป็นตัวเลือกในการบริโภคและนำมาใช้ในสังคมเพื่อแสดงให้เห็นถึงบทบาทและสถานะที่ดี

VI. ข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ผลของการวิจัยนี้ทำให้ทรายถึงพฤติกรรมการตัดสินใจบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนม ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนม ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลพร้อมระบุถึงระดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยว่ามีระดับความสำคัญมากน้อยเพียงใด ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ปัจจัยด้านทัศนคติ ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด และปัจจัยด้านบทบาทและสถานะ ส่งผลต่อการตัดสินใจบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนม ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ผลการวิจัยดังกล่าวสามารถนำข้อมูลที่วิเคราะห์ทางสถิติมาประยุกต์ใช้ เพื่อเสนอแนะให้เป็นแนวทางสำหรับผู้ประกอบการ ดังนี้

- ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญในด้านขั้นตอนของการเลือกนำสินค้าที่ไม่ละเมิดลิขสิทธิ์ขาย และคอยปรับทัศนคติของลูกค้าว่าการใช้สินค้าเลียนแบบแบรนด์เนมนั้นถือว่าเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์ ถึงแม้จะสามารถใช้งานได้คล้ายกันและมีลักษณะภายนอกที่เหมือนกัน แต่ถึงกระนั้นก็ถือเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์และผิดกฎหมาย

- ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญกับการส่งเสริมการตลาด โดยพัฒนาให้ธุรกิจสินค้าแบรนด์เนมนั้นสามารถเข้าถึงได้ง่าย เพราะสินค้าแบรนด์เนมนั้น ไม่จำเป็นต้องมีราคาถึงหลักหมื่น แต่สินค้าแบรนด์เนมราคาหลักร้อยก็มีให้บริโภคได้เลือกใช้ สร้างความเคยชินด้วยการกระตุ้นและส่งเสริมการตลาดให้กับผู้บริโภคว่าสินค้าแบรนด์เนมที่ราคาถูกลงมานั้นสามารถใช้งานได้ ไม่จำเป็นต้องใช้สินค้าแบรนด์เนมที่ก่อให้เกิดความลำบากทางการเงินกับผู้บริโภค

- ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญกับบทบาทและสถานะ เพื่อให้เกิดความเท่าเทียม ตัวผู้ประกอบการที่จะตัดสินใจทำธุรกิจเกี่ยวกับสินค้าแบรนด์เนม ควรสร้างภาพลักษณ์ให้แก่ธุรกิจตนเองนั้นสามารถใช้ได้ทุกบทบาท ไม่ทำการตลาดที่ก่อให้เกิดความไม่เท่าเทียมระหว่างกลุ่มผู้บริโภค

ตารางที่ 6 กลยุทธ์การตลาดที่เสนอแนะสำหรับผู้ประกอบการโดยอ้างอิงผลจากการวิจัย

กลยุทธ์	โครงการกิจกรรม
กลยุทธ์การสื่อสารเพื่อปรับความเข้าใจต่อทัศนคติของผู้บริโภค	แคมเปญการรณรงค์ถึงเรื่องสินค้าละเมิดลิขสิทธิ์ เพื่อให้ผู้บริโภคบางส่วนที่ไม่ทราบถึงข้อเสียของการซื้อสินค้าละเมิดลิขสิทธิ์ และปลูกฝังให้เกิดทัศนคติที่ดีต่อสินค้าแบรนด์เนมที่ไม่ได้มีเพียงราคาแพงเท่านั้น
	การให้ผู้ประกอบการร่วมมือกับหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการรณรงค์หรือปราบปรามสินค้าละเมิดลิขสิทธิ์ในการช่วยเหลือและให้ความรู้กับผู้บริโภค
กลยุทธ์ส่งเสริมการตลาด	การแนะนำให้ผู้ประกอบการสินค้าแบรนด์เนมที่มีราคาไม่แพงจัดกิจกรรมส่งเสริมการขายให้กับธุรกิจของตนเอง เพื่อเพิ่มช่องทางให้ผู้บริโภคทราบถึงการมีอยู่ และรับรู้ถึงราคาที่เอื้อมถึง

กลยุทธ์ลดความเหลื่อมล้ำในสังคม	เนื่องจากปัจจัยด้านบทบาทและสถานะมีผลต่อการเลือกบริโภคสินค้าเลียนแบบแบรนด์เนม ดังนั้นความเหลื่อมล้ำในสังคมถือเป็นจุดที่ทำให้เกิดปัญหานี้ขึ้นมา ซึ่งตัวผู้ประกอบการบางส่วนยังคงมีการดูถูกผู้บริโภคทำให้เกิดความรู้สึกไม่ดี และทำให้ผู้บริโภคไม่ตัดสินใจบริโภคสินค้าแบรนด์เนม ดังนั้น จำเป็นต้องสร้างกิจกรรมลดการเหลื่อมล้ำและปลูกฝังความคิดต่อประชาชนทั่วไปในเรื่องนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Global Blue (2556). Thai tourists luxury's new big spenders. Nyon : Switzerland

[2] ข้อมูลศูนย์องค์ความรู้ด้านลักชัวรี่ (2560). ผ่าพฤติกรรมคนไทยตอบตลาดสินค้าหรู. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ซีพี ออลล์ จำกัดและบริษัท อิปซอสส์.

[3] ข้อมูลสำนักงานสถิติแห่งชาติ (2561). เผยผลสำรวจข้อมูลพื้นฐานของครัวเรือน. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานสถิติฯ.

[4] Schiffman, L. G., & Wisenblit, J. L. (2015). Consumer Behavior (11th ed.). British Library Cataloguing-in-Publication Data.

[5] เสรี วงษ์มณฑา. (2542). กลยุทธ์การตลาด การวางแผนการตลาด. กรุงเทพมหานคร: ธีระ ฟิล์มและไซแท็กซ์.

[6] Walters. (1978). Adaptive Management of Renewable Resources. New York: Mc Graw - Hill.

[7] Engel, F.J., Blackwell, D.R., & Miniard, W.P. (1990). Consumer Behavior (6th ed.). Hinsdale: The Dryden Press.

[8] Gunter, B. & Furnham, A. (1992). Consumer profiles: An introduction to psychographics. Routledge, London.

[9] Assael, H. (1998). Consumer Behavior and Marketing Action (6 th ed.). Cincinnati: South-Western College.

[10] Cochran, W.G. and G.M. Cox. (1968). Experimental Designs (2nd ed.,). New York: John Wiley and Sons, Inc.

[11] Nunnally, J. C. (1978). Psychometric Theory. New York : McGraw-Hill Book Company.

[12] ณัฏฐ์ชิสา อัฐศักดิ์. (2559). ปัจจัยในการเลือกซื้อสินค้าแบรนด์เนมทางออนไลน์ประเภทกระเป๋า และรองเท้าสุภาพสตรี. (สารนิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, บัณฑิตวิทยาลัย.

[13] กมล โสระเวช. (2558). ปัจจัยค่านิยมและส่วนประสมทางการตลาดที่ส่งผลต่อพฤติกรรมในการตัดสินใจเลือกซื้อกระเป๋าแบรนด์เนมของผู้หญิงวัยทำงานในเขตกรุงเทพมหานคร. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. ปีที่ 2 ฉบับที่ 2

[14] ผกามาศ ไชยวิสุทธิกุล และณักษ์ กุลิสร์. (2557). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจซื้อกระเป๋าเลียนแบบแบรนด์เนมของวัยรุ่นในเขตกรุงเทพมหานคร. วารสารบริหารธุรกิจศรีนครินทร วิโรฒ. ปีที่ 5 ฉบับที่ 1.

[15] กนกวรรณ บวรกิติวงศ์ และเพ็ญจิรา คันธวงศ์. (2557). ปัจจัยด้านความเสี่ยง ความนึกคิดทางจริยธรรมและแฟชั่นบรรทัดฐานและสถานะทางสังคมที่มีอิทธิพลต่อทัศนคติการซื้อสินค้าตรายี่ห้อระดับหรูของผู้บริโภคในกรุงเทพมหานครและปริ มณฑล. การประชุมวิชาการระดับชาติ ประจำปี 2557 (National Research Conference 2014), มหาวิทยาลัยรังสิต.

[16] รัตนา กวีธรรม. (2558). คุณค่าตราสินค้า ค่านิยมของลูกค้า และทัศนคติต่อแบรนด์หรูที่ส่งผลต่อความตั้งใจซื้อสินค้าแบรนด์เนมของผู้บริโภคในกรุงเทพมหานคร. (สารนิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, บัณฑิตวิทยาลัย.

ผลกระทบของสภาพคล่องที่มีต่อความสามารถในการทำกำไรของธุรกิจโรงแรมในประเทศไทย: กรณีศึกษาจากธุรกิจโรงแรมที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

Effect of Liquidity on Profitability of Hotel Businesses in Thailand: A Case Study of Listed Hotel Businesses in the Stock Exchange of Thailand

วิลาสินี ตู้จินดา
Vilasinee Tuchinda
คณะเศรษฐศาสตร์และการลงทุน / มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
School of Economics and Investment / Bangkok University
กรุงเทพ / ประเทศไทย
vilasinee.b@bu.ac.th

ศรีสุดา ถุงวรรณ
Srisuda Thungsuwan
คณะเศรษฐศาสตร์และการลงทุน / มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
School of Economics and Investment / Bangkok University
กรุงเทพ / ประเทศไทย
srisuda.th@bu.ac.th

ศุภเจตน์ จันทร์สาส์น
Supachet Chansarn
คณะเศรษฐศาสตร์และการลงทุน / มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
School of Economics and Investment / Bangkok University
กรุงเทพ / ประเทศไทย
supachet.c@bu.ac.th

สมยศ โอสนานนท์
Somyot Osananont
คณะบริหารธุรกิจ / มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
School of Business Administration/ Bangkok University
กรุงเทพ / ประเทศไทย
somyot.o@bu.ac.th

บทคัดย่อ *—— งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของสภาพคล่องที่มีต่อความสามารถในการทำกำไรของธุรกิจโรงแรมในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยจำนวน 9 แห่ง ระหว่างปี 2543 – 2562 โดยอาศัยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ รวมทั้งเพื่อคำนวณระดับสภาพคล่องที่เหมาะสมที่ทำให้ธุรกิจโรงแรมมีระดับความสามารถในการทำกำไรสูงสุด สภาพคล่องในงานวิจัยนี้วัดโดยอัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนและอัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนเร็ว ในขณะที่ความสามารถในการทำกำไรวัดโดยอัตราผลตอบแทนต่อสินทรัพย์รวม อัตราผลตอบแทนต่อส่วนของผู้ถือหุ้น และอัตรากำไรสุทธิ จากการศึกษาพบว่าสภาพคล่องมีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นโค้งกับความสามารถในการทำกำไร นั่นคือ เมื่อสภาพคล่องสูงขึ้น กิจการจะมีความสามารถในการทำกำไรสูงขึ้น แต่หากสภาพคล่องสูงขึ้นเรื่อย ๆ ความสามารถในการทำกำไรจะค่อย ๆ สูงขึ้นในอัตราลดลง และเมื่อสภาพคล่องสูงถึงระดับหนึ่ง ความสามารถในการทำกำไรจะต่ำลง ทั้งนี้พบว่าธุรกิจโรงแรมไม่ควรมีอัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนและอัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนเร็วเกินกว่า 10.94 และ 10.16 เท่า ตามลำดับ เนื่องจากจะทำให้ความสามารถในการทำกำไรต่ำลง*

คำสำคัญ *—— สภาพคล่อง, ความสามารถในการทำกำไร, ธุรกิจโรงแรม, ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย*

ABSTRACT *— This study aims to examine the effect of liquidity on profitability of nine hotels listed in the Stock Exchange of Thailand during 2000 – 2019 by employing multiple linear regression analysis and calculate the appropriate level of liquidity which helps maximize profitability of these hotels. Liquidity in this study is measured by two financial ratios, including current ratio and quick ratio; whereas profitability is measured by three ratios, including return on assets, return on equity and net profit margin. The findings reveal that liquidity and profitability have curvilinear relationship. That is, at the early stage, as liquidity increases, profitability of the hotels will increase. However, as liquidity constantly increases, profitability will increase with a decreasing rate and, eventually reaches the point at which the higher liquidity leads to the decrease in profitability. In addition, the findings suggest that, on average, hotels should not have current ratio and quick ratio over 10.94 and 10.16 times, respectively, otherwise their return on assets will diminish, assuming that other factors remain unchanged.*

Keywords *— Liquidity, Profitability, Hotel Business, Stock Exchange of Thailand*

I. บทนำ

ในการบริหารกิจการ การบริหารสภาพคล่อง (Liquidity Management) ซึ่งหมายถึง กระบวนการในการบริหารจัดการเงินสดและสินทรัพย์สภาพคล่องของกิจการให้สามารถชำระหนี้และข้อผูกพัน (Obligation) ระยะสั้นได้อย่างเหมาะสม ถือเป็นเครื่องมือที่สำคัญเป็นมากต่อการอยู่รอดของกิจการ [1] เนื่องจากการที่กิจการมีสินทรัพย์สภาพคล่องน้อยเกินไปเมื่อเปรียบเทียบกับหนี้สินระยะสั้นจะทำให้เกิดความเสี่ยงทางด้านสภาพคล่อง (Liquidity Risk) ซึ่งกิจการมีโอกาสที่จะไม่สามารถชำระหนี้ระยะสั้นได้ เนื่องจากสินทรัพย์สภาพคล่องไม่เพียงพอที่จะรองรับหนี้สินที่ต้องชำระ และอาจส่งผลเสียร้ายแรงต่อความสามารถในการทำกำไร (Profitability) ของกิจการจนอาจทำให้กิจการประสบกับภาวะล้มละลายได้

อย่างไรก็ตาม การมีสภาพคล่องมากเกินไปก็อาจส่งผลเสียต่อความสามารถในการทำกำไรของกิจการได้เช่นเดียวกัน เนื่องจากสินทรัพย์สภาพคล่อง ได้แก่ เงินสดและรายการเทียบเท่าเงินสด (Cash and Cash Equivalents) เป็นสินทรัพย์ที่มีผลตอบแทนต่ำมาก ทำให้เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาสในการนำเอาสินทรัพย์ที่มีไปลงทุน นำไปสร้างรายได้ในทางอื่น หรือนำไปชำระหนี้ที่มีเพื่อลดภาระดอกเบี้ยเงินกู้ ดังนั้น การบริการสภาพคล่องให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมจึงมีความสำคัญต่อความสามารถในการทำกำไรและผลการดำเนินงานของกิจการเป็นอย่างมาก

สภาพคล่องและความสามารถในการทำกำไรมักถูกคำนวณอยู่ในรูปของอัตราส่วนทางการเงิน (Financial Ratio) โดยอัตราส่วนทางการเงินที่ใช้ชี้วัดสภาพคล่องและความสามารถในการทำกำไรมีหลายตัว [2] อัตราส่วนสภาพคล่อง (Liquidity Ratio) ที่สำคัญ ได้แก่

1. อัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียน (Current Ratio)
   เท่ากับ สินทรัพย์หมุนเวียน/หนี้สินหมุนเวียน
2. อัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนเร็ว (Quick Ratio)
   เท่ากับ (สินทรัพย์หมุนเวียน-สินค้าคงเหลือ)/หนี้สินหมุนเวียน

สำหรับอัตราส่วนความสามารถในการทำกำไร (Profitability Ratio) ที่สำคัญ ได้แก่

1. อัตราผลตอบแทนต่อสินทรัพย์รวม (Return on Assets: ROA)
   เท่ากับ (กำไรสุทธิ/สินทรัพย์รวม) x 100
2. อัตราผลตอบแทนต่อส่วนของผู้ถือหุ้น (Return on Equity: ROE)
   เท่ากับ (กำไรสุทธิ/ส่วนของผู้ถือหุ้น) x 100
3. อัตรากำไรสุทธิ (Net Profit Margin)
   เท่ากับ (กำไรสุทธิ/รายได้รวม) x 100

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่ามีงานวิจัยจำนวนมากที่ได้ทำการศึกษาผลกระทบของสภาพคล่องที่มีต่อความสามารถในการทำกำไรของกิจการในหลากหลายอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตาม ข้อค้นพบจากงานวิจัยในอดีตยังไม่สามารถให้ข้อสรุปได้อย่างชัดเจนเกี่ยวกับผลกระทบของสภาพคล่อง เนื่องจากมีทั้งงานวิจัยที่ค้นพบผลกระทบในเชิงบวกและเชิงลบของสภาพคล่องที่มีต่อความสามารถในการทำกำไร รวมทั้งงานวิจัยที่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสอง ทั้งนี้ งานวิจัย [3] – [5] เป็นตัวอย่างของงานวิจัยที่ค้นพบผลกระทบในเชิงลบของสภาพคล่องที่มีต่อความสามารถในการทำกำไร

ในทางตรงกันข้าม งานวิจัย [6] – [9] กลับค้นพบว่าสภาพคล่องมีผลกระทบในเชิงบวกต่อความสามารถในการทำกำไรของกิจการ ในขณะที่งานวิจัยอีกจำนวนหนึ่ง [10] – [11] กลับไม่พบหลักฐานทางสถิติใดๆ ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพคล่องและความสามารถในการทำกำไรจากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับผลกระทบของสภาพคล่องดังกล่าว ทำให้ค้นพบช่องว่างการวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบที่ชัดเจนของสภาพคล่องที่มีต่อความสามารถในการทำกำไรของกิจการ รวมทั้งระดับสภาพคล่องที่เหมาะสมที่จะทำให้กิจการได้รับกำไรสูงสุด ซึ่งเป็นประเด็นที่ควรมีการขยายการศึกษาต่อไป

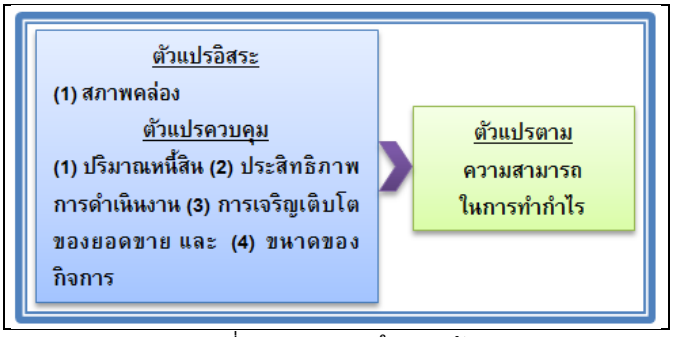
II. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการ ได้แก่ (1) เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของสภาพคล่องที่มีต่อความสามารถในการทำกำไรของกิจการ และ (2) เพื่อคำนวณระดับของสภาพคล่องที่เหมาะสมที่ทำให้กิจการได้รับผลกำไรสูงสุด

งานวิจัยนี้ได้เลือกธุรกิจโรงแรมที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยเป็นกรณีศึกษา เนื่องจากเล็งเห็นว่าธุรกิจโรงแรมเป็นธุรกิจที่ได้รับผลกระทบจากความแปรผันตามฤดูกาล (Seasonal Variation) เป็นอย่างมาก โดยรายรับของกิจการมีความไม่แน่นอนสูง นั่นคือ มีลูกค้ามากเฉพาะในช่วงสุดสัปดาห์ วันหยุด และช่วง High Season แต่มีรายจ่ายเกิดขึ้นตลอดเวลา ทั้งค่าแรงพนักงาน ค่าวัตถุดิบอาหาร ค่าใช่จ่ายบำรุงรักษา ฯลฯ ทำให้การบริหารสภาพคล่องอย่างมีประสิทธิภาพมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

III. กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมสามารถกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังรูปที่ 1 ต่อไปนี้



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

กำหนดให้ ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการทำกำไร ซึ่งวัดโดยอัตราส่วนทางการเงิน 3 ตัว ได้แก่ (1) อัตราผลตอบแทนต่อสินทรัพย์รวม (2) อัตราผลตอบแทนต่อส่วนของผู้ถือหุ้น และ (3) อัตรากำไรสุทธิ ในขณะที่ตัวแปรอิสระ ได้แก่ สภาพคล่อง ซึ่งวัดโดยอัตราส่วนทางการเงิน 2 ตัว ได้แก่ (1) อัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียน และ (2) อัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนเร็ว

สำหรับตัวแปรควบคุมในที่นี้ หมายถึง ตัวแปรอื่นๆ ที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการทำกำไร ประกอบด้วย (1) ปริมาณหนี้สิน วัดโดยอัตราส่วนหนี้สินต่อสินทรัพย์รวม (2) ประสิทธิภาพการดำเนินงาน วัดโดยอัตราส่วนหมุนเวียนของสินทรัพย์รวม (3) การเจริญเติบโตของยอดขาย

วัดโดย อัตราการเจริญเติบโตของยอดขาย และ (4) ขนาดของกิจการ วัดโดย สินทรัพย์รวมในรูปของ Natural Logarithm

IV. ข้อมูลและแหล่งข้อมูล

งานวิจัยเรื่องนี้ครอบคลุมธุรกิจโรงแรมที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย จำนวน 9 แห่ง ได้แก่ (1) บมจ. เอเชียโฮเต็ล (2) บมจ. โรงแรมเซ็นทรัลพลาซา (3) บมจ. ดุสิตธานี (4) บมจ. ดิ เอราวัณ กรุ๊ป (5) บมจ. แกรนด์ แอสเสท โฮเทลส์ แอนด์ พรอพเพอร์ตี้ (6) บมจ. ลา กูน่า รีสอร์ท แอนด์ โฮเท็ล (7) บมจ. โอเอชทีแอล (8) บมจ. โรงแรมรอยัล ออคิด (ประเทศไทย) และ (9) บมจ. แชงกรี-ลา โฮเต็ล โดยได้เก็บรวบรวมข้อมูลของธุรกิจโรงแรมดังกล่าวในระหว่างปี พ.ศ.2543 – 2562 รวมระยะเวลา 20 ปี เพื่อใช้ในการศึกษา

งานวิจัยเรื่องนี้อาศัยข้อมูลทางการเงินของธุรกิจโรงแรมที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์จำนวน 9 แห่งข้างต้นในรูปแบบข้อมูลอนุกรมเวลารายปี ซึ่งได้มาจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Source) นั่นคือ งบการเงินประจำปีของแต่ละโรงแรม ได้แก่ งบแสดงฐานะการเงิน งบกำไรขาดทุนเบ็ดเสร็จ หมายเหตุประกอบงบการเงิน และแบบแสดงรายการข้อมูลประจำปี (แบบ 56-1) ทั้งนี้ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เป็นข้อมูลรายปีอยู่ในช่วงเวลาระหว่างปี พ.ศ.2543 – 2562 โดยสืบค้นจากฐานข้อมูล SETSMART ของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ สินทรัพย์หมุนเวียน สินค้าคงเหลือ สินทรัพย์รวม หนี้สินหมุนเวียน หนี้สินรวม ส่วนของผู้ถือหุ้น ยอดขาย รายรับรวม และกำไรสุทธิ

V. แบบจำลองเศรษฐมิติ

งานวิจัยเรื่องนี้ทำการวิเคราะห์อิทธิพลของสภาพคล่องที่มีต่อความสามารถในการทำกำไรของธุรกิจโรงแรมในประเทศไทย โดยอาศัยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุเป็นเครื่องมือหลัก สมการที่ทำการวิเคราะห์ ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$PRO_{it} = \beta_0 + \beta_1 LIQ_{it} + \beta_2 LIQ_{it}^2 + \beta_3 DTA_{it} + \beta_4 TAT_{it} + \beta_5 SG_{it} + \beta_6 SZ_{it} + \beta_7 T + \sum_{i=1}^{8} \alpha_i HT_i + \mu_{it} \quad (1)$$

กำหนดให้

PRO = ตัวแปรความสามารถในการทำกำไร ประกอบด้วย 3 ตัวแปรย่อย ได้แก่

1. ROA = อัตราผลตอบแทนต่อสินทรัพย์รวม (%)
2. ROE = อัตราผลตอบแทนต่อส่วนของผู้ถือหุ้น (%)
3. NPM = อัตรากำไรสุทธิ (%)

LIQ = ตัวแปรสภาพคล่อง ประกอบด้วย 2 ตัวแปรย่อย ได้แก่

1. CR = อัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียน (เท่า)
2. QR = อัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนเร็ว (เท่า)

DTA = ปริมาณหนี้สิน วัดโดย อัตราส่วนหนี้สินต่อสินทรัพย์รวม (%)

TAT = ประสิทธิภาพการดำเนินงาน วัดโดย อัตราการหมุนเวียนของสินทรัพย์รวม (เท่า)

SG = การเติบโตของยอดขาย วัดโดย อัตราการเจริญเติบโตของยอดขาย (%)

SZ = ขนาดของกิจการ วัดโดย สินทรัพย์รวมในรูปของ Natural Logarithm

T = ตัวแปรแนวโน้มเวลา (ปี)

HT = ตัวแปรหุ่นของโรงแรมที่ทำการศึกษา โดยกำหนดให้ บริษัท เอเชียโฮเต็ล เป็นกลุ่มฐาน (Base Group)

ดังนั้น จะมีสมการความสามารถในการทำกำไรที่จะทำการวิเคราะห์จำนวน 6 สมการ (ตัวแปรความสามารถในการทำกำไร 3 ตัว x ตัวแปรสภาพคล่อง 2 ตัว) และเมื่อทำการวิเคราะห์การถดถอยเพื่อคาดประมาณสมการทั้ง 6 สมการได้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว จะทำการวิเคราะห์ผลกระทบของสภาพคล่องที่มีต่อความสามารถในการทำกำไรของธุรกิจโรงแรมที่ทำการศึกษา จากนั้นจะทำการคำนวณระดับของสภาพคล่อง (Optimal Level of Liquidity) ที่เหมาะสมที่ทำให้ธุรกิจโรงแรมได้รับผลกำไรสูงสุด โดยอาศัยสมการความสามารถในการทำกำไรที่ได้จากการคาดประมาณ นั่นคือ

$$\hat{PRO} = \beta_0 + \beta_1 LIQ_{it} + \beta_2 LIQ_{it}^2 + \beta_3 DTA_{it} + \beta_4 TAT_{it} + \beta_5 SG_{it} + \beta_6 SZ_{it} + \beta_7 T + \sum_{i=1}^{8} \alpha_i HT_i + \mu_{it} \quad (2)$$

ระดับของสภาพคล่องที่เหมาะสมที่ทำให้ธุรกิจโรงแรมในประเทศไทยได้รับผลกำไรสูงสุด คือค่าของอัตราส่วนสภาพคล่องที่ทำให้ $\frac{\partial \hat{PRO}}{\partial LIQ}$ มีค่าเท่ากับ 0 นั่นคือ

$$\frac{\partial \hat{PRO}}{\partial LIQ} = \beta_1 + \beta_2 LIQ = 0$$

โดยมีสมมติฐานในเบื้องต้นคือ สภาพคล่องมีอิทธิพลในเชิงบวกต่อความสามารถในการทำกำไร แต่เมื่อสภาพคล่องเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงระดับหนึ่ง สภาพคล่องที่เพิ่มขึ้นจะกลับส่งอิทธิพลในเชิงลบต่อความสามารถในการทำกำไร

VI. ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 นำเสนออัตราส่วนสภาพคล่องและอัตราส่วนความสามารถในการทำกำไรของธุรกิจโรงแรมที่ทำการศึกษาทั้ง 9 แห่ง ระหว่างปี พ.ศ.2543 – 2562 โดยพบว่าในช่วงปีดังกล่าว ธุรกิจโรงแรมในประเทศไทยมีความสามารถในการทำกำไรไม่สูงมากนัก นั่นคือ มีค่าเฉลี่ยของอัตราผลตอบแทนต่อสินทรัพย์รวม อัตราผลตอบแทนต่อส่วนของผู้ถือหุ้น และอัตรากำไรสุทธิ เท่ากับร้อยละ 1.471 3.575 และ 4.807 ตามลำดับ โดยบริษัทที่มีค่าเฉลี่ยของอัตราผลตอบแทนต่อสินทรัพย์รวมและอัตราผลตอบแทนต่อส่วนของผู้ถือหุ้นสูงสุดคือ บริษัท โอเอชทีแอล ในขณะที่บริษัทที่มีค่าเฉลี่ยของอัตรากำไรสุทธิสูงสุด ได้แก่ บริษัท แกรนด์ แอสเสท โฮเทลส์ แอนด์ พรอพเพอร์ตี้

ในด้านสภาพคล่อง พบว่าโดยเฉลี่ยแล้วธุรกิจโรงแรมที่ทำการศึกษาใน

ภาพรวมมีสภาพคล่องในระดับที่เหมาะสม นั่นคือ มีค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนและอัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนเท่ากับ 1.323 และ 1.117 เท่า ตามลำดับ อย่างก็ตาม เมื่อพิจารณารายบริษัท กลับพบว่ามีบริษัทจำนวนไม่น้อยที่มีสภาพคล่องในระดับที่ไม่เหมาะสม นั่นคือ มีอัตราส่วนสภาพคล่องต่ำกว่า 1 โดยในกรณีของอัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียน พบว่ามีธุรกิจโรงแรมจำนวน 4 บริษัทที่มีค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนต่ำกว่า 1 ในขณะที่มีธุรกิจโรงแรมจำนวนถึง 6 บริษัทที่มีค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนเร็วต่ำกว่า 1 ทั้งนี้ บริษัท แชงกรี-ลา โฮเต็ล เป็นบริษัทที่มีสภาพคล่องสูงสุด

ตารางที่ 1 สภาพคล่องและความสามารถในการทำกำไร พ.ศ.2562

บริษัท	ROA	ROE	NPM	CR	QR
ASIA	-1.535	6.343	-45.961	0.519	0.443
CENTEL	1.359	3.097	7.160	0.488	0.375
DTC	1.808	2.782	10.684	1.148	1.089
ERW	0.315	0.760	2.669	0.549	0.492
GRAND	1.019	3.806	21.658	1.163	0.412
LRH	1.656	2.385	9.801	1.566	0.785
OHTL	4.484	8.638	15.215	0.574	0.548
ROH	2.367	2.554	9.057	2.273	2.249
SHANG	1.695	1.845	15.506	3.607	3.550
รวม	**1.471**	**3.575**	**4.807**	**1.323**	**1.117**

หมายเหตุ: ASIA = เอเชียโฮเต็ล, CENTEL = โรงแรมเซ็นทรัลพลาซา, DTC = ดุสิตธานี, ERW = ดิ เอราวัณ กรุ๊ป, GRAND = แกรนด์ แอสเสท โฮเทลส์ แอนด์ พรอพเพอร์ตี้, LRH = ลากูน่า รีสอร์ท แอนด์ โฮเท็ล, OHTL = โอเอชทีแอล, ROH = โรงแรมรอยัล ออคิด และ SHANG = แชงกรี-ลา โฮเต็ล

ตารางที่ 2 นำเสนอผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรควบคุม ซึ่งทำเพื่อตรวจสอบปัญหา Multicollinearity โดยพบว่าตัวแปรหลายคู่จะมีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความสัมพันธ์มีระดับต่ำนั่นคือ ไม่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคู่ใดที่มีค่าสูงกว่า 0.7 หรือต่ำกว่า -0.7 แสดงว่าไม่เกิดปัญหา Multicollinearity ขึ้นในการวิเคราะห์

สำหรับตัวแปร CR และ QR ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงถึง 0.968 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ไม่ได้เป็นตัวแปรอิสระในสมการเดียวกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าไม่เกิดปัญหา Multicollinearity

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

	CR	QR	DTA	TAT	SG	SZ
CR	1.000					
QR	0.968*	1.000				
DTA	-0.573*	-0.586*	1.000			
TAT	-0.079	0.006	-0.095	1.000		
SG	-0.014	-0.081	0.074	0.045	1.000	
SZ	-0.092	-0.185*	0.192*	-0.490*	0.072	1.000

*หมายเหตุ: * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติ*

ผลการวิเคราะห์การถดถอยแสดงดังตารางที่ 3 โดยแบ่งเป็น 2 กรณี ได้แก่ (1) กรณีที่ตัวชี้วัดสภาพคล่องได้แก่ อัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียน (CR) และ (2) กรณีที่ตัวชี้วัดสภาพคล่องได้แก่ อัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนเร็ว (QR) สรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

VI.I กรณีตัวแปรอิสระคือ อัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียน (CR)

จากค่า F-Stat สำหรับการทดสอบนัยสำคัญโดยรวมของสมการ พบว่ามีเพียงสมการที่มีอัตราผลตอบแทนต่อสินทรัพย์รวม (ROA) เป็นตัวแปรตามเท่านั้นที่มีนัยสำคัญโดยรวม โดยมีค่า F-Stat เท่ากับ 4.96 และค่า P-Value เท่ากับ 0.00 ในขณะที่สมการที่มีอัตราผลตอบแทนต่อส่วนของผู้ถือหุ้น (ROE) และอัตรากำไรสุทธิ (NPM) เป็นตัวแปรตามไม่มีนัยสำคัญโดยรวมทางสถิติในทุกระดับ ทั้งนี้ สมการ ROA มีค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R-Square) เท่ากับ 0.329 แสดงว่าสมการถดถอยสามารถอธิบายความแปรผันใน ROA ได้ร้อยละ 32.9

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์การถดถอย

ตัวแปร	ตัวแปรอิสระ = CR			ตัวแปรอิสระ = QR		
	ตัวแปรตาม			ตัวแปรตาม		
	ROA	ROE	NPM	ROA	ROE	NPM
CR	1.269	-2.238	1.816	-	-	-
CR^2	-0.116	0.384	-0.285	-	-	-
QR	-	-	-	1.686*	-0.110	9.978
QR^2	-	-	-	-0.166	0.150	-1.211
DTA	-0.067*	0.198*	-1.486*	-0.065*	0.211*	-1.440*
TAT	33.524*	82.302	170.274	28.93*	73.565	122.207
SG	0.001	0.005	-0.018	0.004	0.008	0.003
SZ	1.452	2.656	4.232	1.175	2.104	1.179
T	-0.021	-0.380	1.189	0.004	-0.353	1.393
CENTEL	-3.644	-18.41	9.178	-2.668	-16.48	19.710
DTC	-2.756*	-7.693	-9.335	-2.474	-7.480	-7.361
ERW	-0.514	-13.54	34.003	-0.141	-12.66*	38.439
GRAND	1.090	-6.366	63.477*	1.880	-7.267	65.161*
LRH	-3.234*	-4.797	-13.789	-2.101	-4.893	-8.516
OHTL	-0.867	-13.87	7.216	-0.193	-12.46	14.500
ROH	-3.145	-3.942	-35.539	-3.309	-5.066	-39.790
SHANG	-3.154*	-0.117	-28.302	-3.22*	-0.867	-31.009
Constant	-11.687	-25.99	-0.910	-9.540	-22.95	19.386
Obs.	168	168	168	168	168	168
F-Stat	4.960*	0.960	1.430	5.050*	0.950	1.450
P-Value	0.000	0.495	0.140	0.000	0.514	0.133
R^2	0.329	0.087	0.124	0.333	0.086	0.125

*หมายเหตุ: * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติ*

เมื่อพิจารณาอิทธิพลของสภาพคล่องซึ่งวัดโดยอัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียน (CR) พบว่า CR มีอิทธิพลในเชิงบวกและ CR2 มีอิทธิพลในเชิงลบต่อ ROA อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม หากไม่คำนึงถึงนัยสำคัญทางสถิติ จะสรุปได้ว่า สภาพคล่องมีอิทธิพลในเชิงเส้นโค้ง

(Curvilinear) ต่อ ROA นั่นคือ ในระยะแรก เมื่อกิจการมี CR สูงขึ้น ROA ของกิจการจะมีค่าสูงขึ้น แต่ละเพิ่มสูงขึ้นในอัตราที่ลดลงเมื่อ CR สูงขึ้น และเมื่อ CR สูงขึ้นจนถึงระดับหนึ่ง ROA ของกิจการจะลดต่ำลงในที่สุด

สำหรับตัวแปรควบคุมอื่นๆ ในสมการ พบว่าปริมาณหนี้สินซึ่งวัดโดยอัตราส่วนหนี้สินต่อสินทรัพย์รวม (DTA) มีอิทธิพลในเชิงลบต่อ ROA โดยหาก DTA เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 กิจการจะมี ROA ลดลงร้อยละ 0.067 ในขณะที่ประสิทธิภาพการดำเนินงานซึ่งวัดโดยอัตราการหมุนเวียนของสินทรัพย์รวม (TAT) มีอิทธิพลในเชิงบวกต่อ ROA โดยหาก TAT เพิ่มขึ้น 1 เท่า กิจการจะมี ROA สูงขึ้นร้อยละ 33.524

VI.II กรณีตัวแปรอิสระคือ อัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนเร็ว (QR)

จากการวิเคราะห์พบว่าผลลัพธ์คล้ายคลึงกับกรณีที่มี CR เป็นตัวแปรอิสระเป็นอย่างมาก นั่นคือ มีเพียงสมการที่มี ROA เป็นตัวแปรตามเท่านั้นที่มีนัยสำคัญโดยรวม โดยมีค่า F-Stat เท่ากับ 5.05 และค่า P-Value เท่ากับ 0.00 ในขณะที่สมการที่มี ROE และ NPM เป็นตัวแปรตามไม่มีนัยสำคัญโดยรวมทางสถิติในทุกระดับ นอกจากนี้ยังพบพบว่าสมการ ROA มีค่า R-Square เท่ากับ 0.333 แสดงว่าสมการถดถอยสามารถอธิบายความแปรผันใน ROA ได้ร้อยละ 33.3

เมื่อพิจารณาอิทธิพลของสภาพคล่องซึ่งวัดโดยอัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนเร็ว (QR) พบว่าตัวแปร QR มีอิทธิพลในเชิงบวกต่อ ROA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.10 โดยหากกิจการมี QR สูงขึ้น 1 เท่าจะทำให้ ROA สูงขึ้นร้อยละ 1.686 ในขณะที่ตัวแปร QR ยกกำลังสอง QR2 มีอิทธิพลในเชิงลบต่อ ROA อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งหากไม่คำนึงถึงนัยสำคัญทางสถิติ จะพบว่า สภาพคล่องมีอิทธิพลในเชิงเส้นโค้งต่อ ROA เช่นเดียวกับกรณีที่มี CR เป็นตัวแปรอิสระข้างต้น กล่าวคือ ในระยะแรก เมื่อกิจการมี QR สูงขึ้น ROA ของกิจการจะมีค่าสูงขึ้น แต่ละเพิ่มสูงขึ้นในอัตราที่ลดลงเมื่อ QR สูงขึ้น และเมื่อ QR สูงขึ้นจนถึงระดับหนึ่ง ROA ของกิจการจะลดต่ำลงในที่สุด

สำหรับตัวแปรควบคุมอื่นๆ ในสมการ พบว่าปริมาณหนี้สินซึ่งวัดโดยอัตราส่วนหนี้สินต่อสินทรัพย์รวม (DTA) มีอิทธิพลในเชิงลบต่อ ROA โดยหาก DTA เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 กิจการจะมี ROA ลดลงร้อยละ 0.065 ในขณะที่ประสิทธิภาพการดำเนินงานซึ่งวัดโดยอัตราการหมุนเวียนของสินทรัพย์รวม (TAT) มีอิทธิพลในเชิงบวกต่อ ROA โดยหาก TAT เพิ่มขึ้น 1 เท่า กิจการจะมี ROA สูงขึ้นร้อยละ 28.933

VI.III ผลการวิเคราะห์ระดับสภาพคล่องที่เหมาะสม

หากไม่คำนึงถึงนัยสำคัญทางสถิติ จะเห็นได้ว่าในระยะแรก การมีสภาพคล่องสูงขึ้นจะช่วยให้กิจการมีความสามารถในการทำกำไรสูงขึ้น แต่หากสภาพคล่องมีระดับสูงขึ้นเรื่อยๆ ความสามารถในการทำกำไรจะค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้นในอัตราลดลง และเมื่อสภาพคล่องสูงถึงระดับหนึ่ง ความสามารถในการทำกำไรของกิจการจะลดลง ทั้งนี้ สามารถคำนวณระดับสภาพคล่องที่เหมาะสมที่ทำให้กิจการมีอัตราผลตอบแทนต่อสินทรัพย์รวม (ROA) สูงที่สุดได้ดังนี้

กรณีที่ 1: ตัวชี้วัดสภาพคล่องคือ อัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียน (Current Ratio: CR)

อัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนที่ทำให้ธุรกิจโรงแรมในประเทศไทยมีอัตราผลตอบแทนต่อสินทรัพย์รวมสูงที่สุด คืออัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนที่ทำให้

$$\frac{\partial \hat{ROA}}{\partial CR} = 1.269 - 0.116CR = 0$$

$$CR = 10.94$$

ดังนั้น อัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนโดยเฉลี่ยที่จะทำให้ธุรกิจโรงแรมในประเทศไทยมีอัตราผลตอบแทนต่อสินทรัพย์รวมสูงที่สุดจะมีค่าเท่ากับ 10.94 เท่า กำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ มีค่าคงที่ ทั้งนี้ หากอัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนมีค่าสูงเกินกว่า 10.94 สภาพคล่องจะกลับมีผลกระทบในเชิงลบต่อความสามารถในการทำกำไร

กรณีที่ 2: ตัวชี้วัดสภาพคล่องคือ อัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนเร็ว (Quick Ratio: QR)

อัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนเร็วที่ทำให้ธุรกิจโรงแรมในประเทศไทยมีอัตราผลตอบแทนต่อสินทรัพย์รวมสูงที่สุด คืออัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนเร็วที่ทำให้

$$\frac{\partial \hat{ROA}}{\partial QR} = 1.689 - 0.166QR = 0$$

$$QR = 10.16$$

ดังนั้น อัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนเร็วโดยเฉลี่ยที่จะทำให้ธุรกิจโรงแรมในประเทศไทยมีอัตราผลตอบแทนต่อสินทรัพย์รวมสูงที่สุดจะมีค่าเท่ากับ 10.16 เท่า กำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ มีค่าคงที่ ทั้งนี้ หากอัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนเร็วมีค่าสูงเกินกว่า 10.16 สภาพคล่องจะกลับมีผลกระทบในเชิงลบต่อความสามารถในการทำกำไร

VII. อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยเรื่องนี้พบว่าการที่กิจการมีระดับสภาพคล่องต่ำเกินไปหรือสูงเกินไปจะก่อให้เกิดผลเสียต่อความสามารถในการทำกำไรของกิจการนั้นๆ กล่าวคือ การมีสภาพคล่องต่ำเกินไปจะทำให้เกิดความเสี่ยงที่กิจการไม่สามารถชำระหนี้ระยะสั้นได้ ทำให้เกิดอุปสรรคในการดำเนินธุรกิจหรือทำธุรกรรมที่ก่อให้เกิดกำไร ดังนั้น เมื่อกิจการมีสินทรัพย์สภาพคล่องเพื่อรองรับการชำระหนี้ระยะสั้นมากขึ้น ก็จะช่วยให้การดำเนินธุรกิจเป็นไปอย่างรายรื่นมากขึ้น อีกทั้งยังเอื้อต่อการระดมทุนหรือกู้ยืมเพื่อขยายกิจการได้มากขึ้น ช่วยให้ความสามารถในการทำกำไรของกิจการสูงขึ้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับคำอธิบายของ Durrah et al. ((2016Bibi & Amjad ((2017Al-Qadi & Khanji ((2018 และ Sattar ((2020 ในทางตรงกันข้าม หากกิจการมีสภาพคล่องสูงเกินไป สะท้อนว่ากิจการมีการถือครองเงินสดและรายการเทียบเท่าเงินสดมากเกินไป ย่อมทำให้เสียโอกาสในการนำเอาสินทรัพย์ไปทำประโยชน์ในเกิดผลกำไร ส่งผลทำให้ความสามารถในการทำกำไรลดต่ำลง สอดคล้องกับคำอธิบายของ Umobong ((2015Kobika ((2018และ Mohanty & Mehrotra ((2018

VIII. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของสภาพคล่องที่มีต่อความสามารถในการทำกำไรของธุรกิจโรงแรมในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยจำนวน 9 แห่ง ระหว่างปี 2543 – 2562 โดยอาศัยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ รวมทั้งเพื่อคำนวณระดับสภาพคล่องที่เหมาะสมที่ทำให้ธุรกิจโรงแรมมีระดับความสามารถในการทำกำไรสูงสุด

สภาพคล่องในงานวิจัยนี้วัดโดยอัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนและอัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนเร็ว ในขณะที่ความสามารถในการทำกำไรวัดโดยอัตราผลตอบแทนต่อสินทรัพย์รวม อัตราผลตอบแทนต่อส่วนของผู้ถือหุ้น และอัตรากำไรสุทธิ

จากการศึกษาพบว่าสภาพคล่องมีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นโค้งกับความสามารถในการทำกำไร นั่นคือ เมื่อสภาพคล่องสูงขึ้น กิจการจะมีความสามารถในการทำกำไรสูงขึ้น แต่หากสภาพคล่องสูงขึ้นเรื่อยๆ ความสามารถในการทำกำไรจะค่อยๆ สูงขึ้นในอัตราลดลง และเมื่อสภาพคล่องสูงถึงระดับหนึ่ง ความสามารถในการทำกำไรจะต่ำลง ทั้งนี้พบว่าธุรกิจโรงแรมไม่ควรมีอัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนและอัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนเร็วเกินกว่า 10.94 และ 10.16 เท่า ตามลำดับ เนื่องจากจะทำให้ความสามารถในการทำกำไรต่ำลง

ข้อค้นพบจากงานวิจัยเรื่องนี้สามารถใช้เป็นกรอบแนวทางในการบริหารสภาพคล่องของกิจการให้เหมาะสมต่อการดำเนินธุรกิจโรงแรม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อทั้งผู้บริหารธุรกิจโรงแรมและสมาคมวิชาชีพหรือหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับการกำกับดูแลธุรกิจโรงแรม อย่างไรก็ตามงานวิจัยเรื่องนี้ยังมีข้อจำกัดบางประการที่ทำให้การนำเอาผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ยังมีข้อจำกัด นั่นคือ งานวิจัยเรื่องนี้อาศัยข้อมูลจากธุรกิจโรงแรมที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์ซึ่งมีเพียง 9 แห่ง ซึ่งผลลัพธ์อาจเปลี่ยนแปลงไปหากมีการเพิ่มเติมข้อมูลของธุรกิจโรงแรมอื่นๆ ที่มิได้อยู่ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยเข้ามาในการวิเคราะห์ นอกจากนี้ ธุรกิจโรงแรมที่ศึกษาในการวิจัยเรื่องนี้ยังเป็นธุรกิจขนาดใหญ่ ทำให้ผลลัพธ์อาจไม่เหมาะสมต่อการประยุกต์ใช้กับธุรกิจโรงแรมขนาดกลางหรือขนาดย่อม ข้อจำกัดดังกล่าวควรได้รับการขยายการศึกษาเพื่อเติมเต็มช่องว่างการวิจัยให้สมบูรณ์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] S. Ross. “Liquidity management in business and investing.” Investopedia.com. https://www.investopedia.com/ask/answers/122714/what-liquidity-management.asp. (accessed Oct. 20, 2020).

[2] S. Ross, R. Westerfield and J. Jaffe, *Corporate finance*, 8th ed. McGraw-Hill, Singapore, 2006.

[3] A. A. Umobong, “Assessing the impact of liquidity and profitability ratios on growth of profits in pharmaceutical firms in Nigeria,” *European – American Journal*, vol.3, no.10, pp 97-114, Oct, 2015

[4] R. Kobika, “Liquidity management and profitability: a case study analysis of listed manufacturing companies in Srilanka,” *Global Scientific Journal*, vol.6, no.9, pp 484-494, Sep. 2018.

[5] B. Mohanty and S. Mehrotra, “Relationship between liquidity and profitability: an exploratory study of SMEs in India,” *Emerging Economy Studies*, vol.4, no.2, pp 169-181, Sep. 2018.

[6] O. Durrah, A. A. Rahman, S. A. Jamil and N. A. Ghafeer, “Exploring the relationship between liquidity ratios and indicators of financial performance: an analytical study on food industrial companies listed in Amman Bursa,” *International Journal of Economics and Financial*, vol.6, no.2, pp 435-441, Apr. 2016.

[7] N. Bibi and S. Amjad, “The relationship between liquidity and firms’ profitability: a case study of Karachi Stock Exchange,” *Asian Journal of Finance & Accounting*, vol.9, no.1, pp 54-67, Sep. 2017.

[8] N. S. Al-Qadi and I. M. Khanji, “Relationship between liquidity and profitability: an empirical study of trade service sector in Jordan,” *Research Journal of Finance and Accounting*, vol.9, no.7, pp 153-157, Apr. 2018.

[9] A. R. Sattar, “Impact of liquidity on profitability: a case of comparison in textile sector in Pakistan between 2014 and 2015,” *European Online Journal of Natural and Social Sciences*, vol.9, no.1, pp 13-19, Apr. 2020.

[10] V. C. Lartey, S. Antwi and E. K. Boadi, “The relationship between liquidity and profitability of listed banks in Ghana,” *International Journal of Business and Social Science*, vol.4, no.3, pp 48-56, Jan. 2013.

[11] P. Megaladevi, “A study on the impact of liquidity ratios on profitability of selected cement companies in India,” *ICTACT Journal of Management Studies*, vol.4, no.4, pp 860-864, Nov. 2018.

การศึกษารูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจซื้อน้ำดื่มวิตามินของผู้บริโภค

The study on factor effect of Thai consumers decision in vitamin drinkings water product

วาวา ประเสริฐผล
Wawa Prasertphol
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Thai-nichi institute of Technology
Thailand
Pr.wawa_st@tni.ac.th

ปานชนก ปิ่นมรกต
Panchanok Pinmorakot
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Thai-nichi institute of Technology
Thailand
Pi.panchanok_st@tni.ac.th

วาสนา ตรินันท์
Wasana Tatinan
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Thai-nichi institute of Technology
Thailand
Ta.wasana_st@tni.ac.th

ดร.เพ็ญพิมล วิไลรัตน์
Dr. Phenpimon Wilairatana
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Thai-nichi institute of Technology
Thailand
Phenpimon8@gmail.com

บทคัดย่อ **— ในปัจจุบันความนิยมเครื่องดื่มวิตามินในไทยมีอัตราการขยายตัวของธุรกิจเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องซึ่งเครื่องดื่มประเภทนี้ถูกจัดอยู่ในกลุ่มเครื่องดื่มประเภทฟังก์ชันนัลดริงก์หรือเครื่องดื่มที่เติมส่วนผสมอื่น ๆไม่ว่าจะเป็นวิตามินB,C,E และอื่น ๆ ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มวิตามินของผู้บริโภคโดยทำการวิเคราะห์ปัจจัยความแตกต่างในด้านรูปแบบบรรจุภัณฑ์และการออกแบบฉลากผลิตภัณฑ์ของน้ำดื่มวิตามินในแบรนด์ต่าง ๆที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคโดยกำหนดกลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยเป็นกลุ่มนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นชั้นปีที่1-4 จำนวน 100 คน ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดแบบสอบถามและทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติ ผลลัพธ์จากการวิจัยพบว่าการออกแบบฉลากถือเป็นปัจจัยหลักในการดึงดูดให้ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อน้ำดื่มวิตามินและบรรจุภัณฑ์เป็นปัจจัยรองที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะเลือกซื้อบรรจุภัณฑ์**

คำสำคัญ — การรับรู้ของผู้บริโภค , การออกแบบบรรจุภัณฑ์ , น้ำดื่มวิตามิน , เครื่องดื่มสุขภาพ

ABSTRACT **— Nowadays, the popularity of vitamin drinks in Thailand has continued to grow in the business, where these drinks are classified as non-drinking function drinks or beverages that add other ingredients such as vitamin B,C,E, etc., so this research focuses on studying the factors that affect consumers' decision to buy vitamin drinks by analyzing the differences in packaging patterns and labeling of vitamin drinking water products in different brands that affect the purchasing decisions of consumers. The results of the research showed that label design that holds the main factors in attracting consumers to purchase drinking water, vitamins and packaging is a secondary factor that most consumers will choose to buy.**

Keywords — Cunsumer congnitive dissonance , Packaging Design , Vitamin Drinking Water , Functional Beverage

I.บทนำ

น้ำดื่มในประเทศไทยมีมากมายหลากหลายแบรนด์ รวมถึงการบริโภควิตามินโดยเทรนการรักสุขภาพกำลังเป็นที่นิยมสำหรับคนไทย แต่ด้วยสภาพความเป็นอยู่เปลี่ยนแปลง ความเร่งรีบความห่วงใยสุขภาพ และการขยายตัวของประชากรพร้อมด้วยความสะดวกสบาย กลายเป็นปัจจัยที่ทำให้ผู้ประกอบการมองเห็นช่องทางในการผลิตน้ำดื่มผสมวิตามินเพื่อให้ตอบสนองต่อผู้บริโภคที่ต้องการบริโภคทั้งน้ำดื่มและวิตามินให้ครบจบในตัวเดียว และเป็นปัจจัยสำคัญในการกระตุ้นธุรกิจน้ำดื่มผสมวิตามินพร้อมดื่มในประเทศเติบโตอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับผู้ผลิตน้ำดื่มวิตามินขยายตลาดในประเทศมากขึ้น แนวโน้มธุรกิจน้ำดื่มผสมวิตามินขยายตัวอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะกลุ่มผู้นิยมบริโภคเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ แต่มีเวลาจำกัด ทำให้ต้องพึ่งนวัตกรรมผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการกลุ่มผู้บริโภคและกระแสเติบโตตลาดผู้ประกอบการทั้งรายใหญ่และรายย่อย ต่างต้องปรับตัวเข้ากับสภาวะการแข่งขันในตลาดที่ค่อนข้างรุนแรง โดยเฉพาะการแข่งขันด้านราคาการจัดจำหน่าย เพื่อรักษาและช่วงชิงส่วนแบ่งตลาดจากคู่แข่งให้ได้ อุตสาหกรรมน้ำดื่มวิตามินเป็นอุตสาหกรรมที่มีการเจริญเติบโตได้ในทุกสภาพเศรษฐกิจ สืบเนื่องมาจากกลุ่มคนรักสุขภาพเพิ่มจำนวนขึ้นโดยผู้บริโภคใส่ใจการเลือกเครื่องดื่มมากยิ่งขึ้น ซึ่งผู้บริโภคมองว่านอกจากการดื่มน้ำเพื่อดับกระหายและทำให้รู้สึกสดชื่นแล้ว การดื่มน้ำให้เพียงพอต่อร่างกายในแต่ละวันเป็นผลดีต่อสุขภาพร่างกายในด้านต่าง ๆ ทั้งระบบอวัยวะต่าง ๆภายในร่างกาย ระบบขับถ่าย รวมไปถึงช่วยเรื่องสุขภาพผิวพรรณที่ดี ในปัจจุบันเทรนรักสุขภาพนั้นกำลังเป็นที่นิยมอย่างมากในประเทศไทย บวกกับคนส่วนมากนั้นต้องการวิตามินในการเสริมสร้างในส่วนที่ยังขาดหายไป จึงทำให้ธุรกิจที่เกี่ยวกับน้ำดื่มวิตามินนั้นมีคู่แข่งเป็นจำนวนมาเมื่อแนวโน้มส่วนแบ่งทางการตลาดที่มีสูงขึ้นยิ่งทำให้บริษัทผู้ผลิตส่วนใหญ่เลยมีการแข่งขันกันสร้างภาพลักษณ์ด้านบรรจุภัณฑ์ ตราสินค้าให้มีความโดดเด่นและมีเอกลักษณ์ให้เป็นที่รู้จักและจดจำทำให้ผู้บริโภคนั้นเกิดความสนใจ เมื่อมีภาพลักษณ์ของตราสินค้าที่ชัดเจนแล้วก็ต้องทำการสื่อสารออกไปให้ผู้บริโภคได้รับรู้ ซึ่งการสร้างภาพลักษณ์ให้แตกต่าง โดดเด่น จึงเป็นสิ่งสำคัญรวมไปถึงการสื่อสารภาพลักษณ์ของตราสินค้าออกไปยังกลุ่มผู้บริโภคโดยใช้เครื่องมือการสื่อสารต่าง ๆ ซึ่งมีหลากหลายทฤษฎี โดยการสื่อสารการตลาดแบบครบวงจรก็เป็นหนึ่งในนั้น สามารถแบ่งเป็นองค์ประกอบต่าง ๆ โดยต้องมุ่งเน้นใช้เครื่องมือการสื่อสารทางการตลาดประเภทต่าง ๆ ให้มีความสอดคล้องและต่างสนับสนุนซึ่งกันและกันทำให้ผู้บริโภครับรู้และจดจำไปจนถึงการตัดสินใจเลือกซื้อย่อมมีความสำคัญมากในธุรกิจการศึกษานี้เลยแสดงให้เห็นว่ารูปแบบบรรจุภัณฑ์ ฉลากและองค์ประกอบต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์น้ำดื่มวิตามินนั้นก็มีบทบาทสำคัญในการดึงดูดผู้บริโภคและมีอิทธิพลในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์น้ำดื่มผสมวิตามิน โดยคาดว่าผลการศึกษาจะเป็นประโยชน์แก่ผู้ประกอบธุรกิจผลิตน้ำดื่มวิตามินและผู้ที่มีความสนใจที่จะก้าวเข้าสู่ธุรกิจ ผลิตน้ำดื่มวิตามินเพื่อสุขภาพในอนาคต การนำผลการศึกษาและข้อมูลต่าง ๆในเรื่องนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการวางกลยุทธ์ประกอบธุรกิจน้ำดื่มวิตามินต่อไป โดยมีวัตถุประสงค์ สมมติฐาน และ วิธีดำเนินงาน ดังนี้

II.วัตถุประสงค์การวิจัย

1 . เพื่อศึกษาลักษณะของบรรจุภัณฑ์ที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค

2 . เพื่อศึกษาคุณสมบัติของฉลากที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์

3 . เพื่อศึกษากระบวนการการรับรู้ของลูกค้าที่มีผลต่อการออกแบบฉลากบรรจุภัณฑ์

III.สมมติฐานการวิจัย

1 . รายได้ของนักศึกษามีผลต่อความถี่ในการเลือกซื้อน้ำดื่มวิตามินต่อวัน

2 . กลุ่มเพศมีพฤติกรรมการเลือกซื้อน้ำดื่มวิตามินที่แตกต่างกัน

3 . พฤติกรรมการเลือกซื้อน้ำดื่มวิตามินโดยดูที่ฝาบรรจุภัณฑ์ของของกลุ่มเพศนั้นมีความแตกต่างกัน

4 . กลุ่มเพศมีความสนใจเรื่องวิตามินที่ระบุอยู่บนฉลากมากกว่าดีไซน์องฉลาก

5 . กลุ่มเพศมีความสนใจเรื่องฉลากของบรรจุภัณฑ์มากกว่าบรรจุภัณฑ์

6 . เพศหญิงและ LGBTQ+ นั้นมีความสนใจโปรโมชั่นของน้ำดื่มวิตามินมากกว่าเพศชาย

IV.กรอบแนวคิดการวิจัย

IV.I ตัวแปรอิสระ

IV.I.I ด้านปัจจัยส่วนบุคคล

1. เพศ
2. อายุ
3. รายได้

IV.I.II ด้านปัจจัยที่มีผลต่อกรเลือกซื้อน้ำดื่มวิตามิน

1. ด้านความหลากหลายของยี่ห้อน้ำดื่มวิตามิน
2. ด้านฉลากบรรจุภัณฑ์
3. ด้านบรรจุภัณฑ์
4. ด้านโปรโมชั่น

IV.II ตัวแปรตาม

การศึกษารูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีผลกระทบต่อการเลือกซื้อน้ำดื่มวิตามินของผู้บริโภค

V.วิธีในการดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยเรื่อง “การศึกษารูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจซื้อน้ำดื่มวิตามินของผู้บริโภค” นี้ได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามขั้นตอน ดังนี้

1.ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างโดยกำหนด จากนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ถึง ชั้นปีที่ 4 ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและคณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น เป็นจำนวน 100 คน

2. แบบแผนการวิจัย การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถาม (Questionnaire) ผ่าน Google Forms

3.เครื่องมือในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ทำการเก็บข้อมูลโดยใช้ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมผ่านทางแบบสอบถามออนไลน์ จากกลุ่มนักศึกษาชั้นปีที่1-4 สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น จำนวน 100 คน มีจำนวน 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ด้านข้อมูลส่วนตัวทั่วไป

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมในการเลือกซื้อน้ำดื่มวิตามิน

ส่วนที่ 3 ปัจจัยในการเลือกซื้อน้ำวิตามิน

4 . การวิเคราะห์ข้อมูล นำมาใช้ผ่านโปรแกรม SPSS[1] โดยใช้ One-Way ANOVA และ T-Test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างตัวแปรเพื่อทดสอบความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างในเรื่องรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจซื้อน้ำดื่มวิตามินของผู้บริโภค

VI.ผลการวิเคราะห์การวิจัย

VI.I ด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ถึงชั้นปีที่ 4 ของสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นจำนวน 100 คน ผลลัพธ์ของประชากรตัวอย่างมีให้เห็นว่าผู้ที่ร่วมตอบแบบสอบถามมากที่สุดเป็นเพศหญิง จำนวน 59 คน คิดเป็นร้อยละ 59 รองลงมาเป็นเพศชายจำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 30 และสุดท้ายเป็น LGBTQ+ จำนวน 11 คนคิดเป็นร้อยละ 11

ด้านชั้นปีการศึกษา นักศึกษาเพศชายที่เข้าร่วมตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 21 รองลงมาเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 2 จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 6 ส่วนด้านนักศึกษาเพศหญิงที่เข้าร่วมตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 34 รองลงมาเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 2 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 15 และทางด้านนักศึกษา LGBTQ+ ที่เข้าร่วมตอบแบบสอบถามนั้นเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 5 รองลงมาเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 2 จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 4

ด้านรายได้ของนักศึกษา นักศึกษาเพศชายนั้นได้รายได้ต่อเดือนประมาณ 10,001-15,000 บาท จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 12 รองลงมาได้รายได้เฉลี่ย คือ น้อยกว่า 5,000 บาท จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 8 ด้านเพศหญิงนั้นมีรายได้ประมาณ 5,001-10,000 บาท รองลงมามีรายได้เฉลี่ยคือ 10,001-15,000 บาท จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 13.1 และด้าน LGBTQ+ มีรายได้เฉลี่ย 5,001-10,000 บาท รองลงมามีรายได้เฉลี่ย คือ 10,001-15,000 บาท จำนวน 4คน คิดเป็นร้อยละ 4.2

VI.II ด้านพฤติกรรมในการเลือกซื้อน้ำดื่มวิตามิน

(1) ในด้านเหตุผลที่ทำให้ผู้บริโภคนั้นเลือกซื้อเครื่องดื่มผสมวิตามินนั้นคือ ผู้บริโภคเริ่มให้ความสำคัญกับคุณค่าของวิตามิน จำนวน 54 คน คิดเป็นร้อยละ 54 เพราะเทรนรักสุขภาพที่กำลังมาและผู้บริโภคอยากเสริมวิตามินในส่วนที่ขาดหายไป รองลงมาที่ผู้บริโภคเลือกนั่นคือ น้ำดื่มผสมวิตามินนั้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ยังแปลกใหม่ จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 25

(2) ด้านความคิดเห็นที่ผู้บริโภค[2]ที่มีต่อน้ำดื่มผสมวิตามิน ผู้บริโภคส่วนใหญ่นั้นคิดว่าน้ำดื่มผสมวิตามินนั้นมีกลิ่นหอมของผลไม้ ทำให้มีความดึงดูดมากขึ้น มีจำนวน 51 คน คิดเป็นร้อยละ 51 รองลงมา คือ น้ำดื่มผสมวิตามินนั้นสามารถดื่มแทนน้ำเปล่าธรรมดาได้และสดชื่นกว่า จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 24

(3) ด้านยี่ห้อของน้ำดื่มผสมวิตามินนั้น ยี่ห้อที่เป็นที่นิยมมากที่สุด คือ ยันฮี วิตามิน วอเตอร์ จำนวน 60 คน คิดเป็นร้อยละ 60 เพราะเป็นยี่ห้อแรกที่จำหน่ายในประเทศไทย ทำให้มีความน่าเชื่อถือในตัวผลิตภัณฑ์ ส่วนยี่ห้อที่รองลงมาเป็นยี่ห้อวิตอะเดย์ วิตามินวอเตอร์ จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 40

(4) ด้านความถี่ในการเลือกซื้อเครื่องดื่มวิตามินนั้น ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความถี่ในการเลือกซื้อวิตามิน 1 ขวด/วันและราคาไม่เกิน 15-20 บาท เพราะถ้าเทียบกับน้ำเปล่าธรรมดานั้นราคาอาจจะสูงมากเลยทำให้ผู้บริโภคนั้นยังไม่ตัดสินใจเลือกซื้อ

(5) ด้านพฤติกรรมในการเลือกซื้อเครื่องดื่ม[3][4]วิตามินนั้น ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีพฤติกรรมในการซื้อยี่ห้อเดิมเป็นประจำ จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 33 เพราะยี่ห้อใหม่ๆนั้นอาจจะยังให้ความเชื่อมั่นกับแบรนด์ใหม่ๆมากพอและยังมีข่าวเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์บางชนิดไม่มีวิตามินผสมอยู่ทำให้เกิดความเชื่อมั่นกับแบรนด์ใหม่ๆน้อยลงรองลงมาเป็นเลือกซื้อเฉพาะยี่ห้อที่ชื่นชอบ จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 29

VI.III ปัจจัยในการเลือกซื้อน้ำวิตามิน

(1) ในด้านของบรรจุภัณฑ์ สิ่งที่ผู้บริโภคสนใจมากที่สุด คือ ด้านขนาดของบรรจุภัณฑ์ จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 23 รองลงมาคือด้านปริมาณของบรรจุภัณฑ์ จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 22

(2) ด้านรูปทรงของบรรจุภัณฑ์ ผู้บริโภคส่วนใหญ่ชื่นชอบขวดแบบทรงกลมยาว (เหมือนยี่ห้อ วิตอะเดย์ วิตามิน วอเตอร์) เป็นจำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 40

(3) ด้านฝาของบรรจุภัณฑ์ ผู้บริโภคส่วนใหญ่สนใจรูปแบบฝาแบบมีหูหิ้วและนิ้วสามารถเกี่ยวได้ (เหมือนยี่ห้อยันฮี วิตามิน วอเตอร์) เป็นจำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 36 รองลงมาเป็นรูปแบบฝาแบบฝาแบบกลมกว้าง เป็นจำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 17

(4) ด้านฉลากของบรรจุภัณฑ์ สิ่งที่ผู้บริโภคสนใจเป็นลำดับแรกก็ คือ คุณค่าทางโภชนาการ (วิตามิน) เป็นจำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 39 และรองลงมาข้อมูลต่างๆบนฉลาก เช่น สถานที่ผลิต วันหมดอายุ เป็นจำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 22

VII.การทดสอบสมมติฐาน

สมมติฐานที่ 1

รายได้ของนักศึกษามีผลต่อความถี่ในการเลือกซื้อน้ำดื่มวิตามินต่อวัน

	SS	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.135	3	0.378	2.921	0.037
Within Groups	12.305	96	0.128		
Total	13.44	99			

ตารางที่ (1) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรายได้ของนักศึกษามีผลต่อความถี่ในการเลือกซื้อน้ำดื่มวิตามินต่อวัน

ในการทดสอบสมมติฐาน ใช้ One-way Anova ในการวิเคราะห์ได้ค่า Sig. เท่ากับ 0.037 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 สรุปได้ว่า ปฏิเสธ H0 รายได้ของนักศึกษาไม่มีผลต่อความถี่ในการเลือกซื้อน้ำดื่มผสมวิตามินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ0.05

สมมติฐานที่ 2

เพศชาย เพศหญิงและ LGBTQ+ มีพฤติกรรมการเลือกซื้อน้ำดื่มวิตามินที่แตกต่างกัน

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
มักลองซื้อยี่ห้อใหม่อยู่เสมอ	Between Groups	0.191	2	0.096	0.455	0.636
	Within Groups	20.399	97	0.21		
	Total	20.59	99			
เลือกซื้อเฉพาะยี่ห้อที่คุ้นเคย	Between Groups	0.935	2	0.467	1.885	0.157
	Within Groups	24.055	97	0.248		
	Total	24.99	99			
ซื้อยี่ห้อเดิมเป็นประจำ	Between Groups	1.902	2	0.951	4.215	0.018
	Within Groups	21.888	97	0.226		
	Total	23.79	99			
เลือกซื้อโดยไม่คำนึงยี่ห้อ	Between Groups	0.015	2	0.007	0.068	0.934
	Within Groups	10.545	97	0.109		
	Total	10.56	99			

ตารางที่ (2) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเพศชาย เพศหญิงและ LGBTQ+ มีพฤติกรรมการเลือกซื้อน้ำดื่มวิตามินที่แตกต่างกัน

ในการทดสอบสมมติฐาน ใช้ One-way Anova ในการวิเคราะห์ได้ค่า Sig. เท่ากับ 0.018 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 สรุปได้ว่า ปฏิเสธ H0 เพศชาย เพศหญิงและ LGBTQ+ มีพฤติกรรมการเลือกซื้อน้ำดื่มวิตามินที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และได้มีการทำการทดสอบหาความแตกต่างค่าที(t-test) เพื่อทดสอบสมมติฐาน

พฤติกรรมในการเลือกซื้อน้ำดื่มวิตามิน	Sig.	เพศหญิง		LGBTQ+		t	Sig.(2-tailed)
		Mean	S.D.	Mean	S.D.		
ซื้อยี่ห้อเดิมเป็นประจำ	0.232	0.44	0.501	0.64	0.505	-1.189	0.239

ตารางที่ (3) ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของเพศชาย เพศหญิงและ LGBTQ+ มีพฤติกรรมการเลือกซื้อน้ำดื่มวิตามินที่แตกต่างกัน

จากตารางค่า t-test แสดงให้เห็นการเปรียบเทียบของกลุ่มเพศ จะเห็นได้ว่าเพศหญิงและLGBTQ+ มีค่า Sig. 0.239 ซึ่งมากกว่า 0.05 จึงยอมรับ H0 เพศหญิงและ LGBTQ+ มีพฤติกรรมการเลือกซื้อน้ำดื่มวิตามินที่แตกต่างกัน

สมมติฐานที่ 3 พฤติกรรมการเลือกซื้อน้ำดื่มวิตามินโดยดูที่ฝาบรรจุภัณฑ์ของของกลุ่มเพศนั้นมีความแตกต่างกัน

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9.515	2	4.758	1.962	0.146
Within Groups	235.235	97	2.425		
Total	244.75	99			

ตารางที่ (4) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพฤติกรรมการเลือกซื้อน้ำดื่มวิตามินโดยดูที่ฝาบรรจุภัณฑ์ของของกลุ่มเพศนั้นมีความแตกต่างในการทดสอบสมมติฐาน ใช้ One-way Anova ในการวิเคราะห์ได้ค่า Sig. เท่ากับ 0.146 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 สรุปได้ว่า ยอมรับ H0พฤติกรรมการเลือกซื้อน้ำดื่มวิตามินโดยดูที่ฝาบรรจุภัณฑ์ของของกลุ่มเพศนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และได้มีการทำการทดสอบหาความแตกต่างค่าที(t-test) เพื่อทดสอบสมมติฐาน

พฤติกรรม	Sig.	เพศชาย		เพศหญิง		t	Sig.(2-tailed)
		Mean	S.D.	Mean	S.D.		
	0.287	3.27	1.596	2.75	1.571	1.471	0.145

พฤติกรรม	Sig.	เพศชาย		LGBTQ+		t	Sig.(2-tailed)
		Mean	S.D.	Mean	S.D.		
	0.053	3.27	1.596	2.27	1.348	1.835	0.74

พฤติกรรม	Sig.	เพศหญิง		LGBTQ+		t	Sig.(2-tailed)
		Mean	S.D.	Mean	S.D.		
	0.420	3.27	1.596	2.27	1.348	0.935	0.353

ตารางที่ (5) ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของพฤติกรรมการเลือกซื้อน้ำดื่มวิตามินโดยดูที่ฝาบรรจุภัณฑ์ของของกลุ่มเพศนั้นมีความแตกต่างจากตารางค่า t-test แสดงให้เห็นว่าค่า sig. ทั้ง 3 ตารางนั้นมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับ H0 พฤติกรรมการเลือกซื้อน้ำดื่มวิตามินโดยดูที่ฝาบรรจุภัณฑ์ของของกลุ่มเพศนั้นมีความแตกต่างกันกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สมมติฐานที่ 4 กลุ่มเพศมีความสนใจเรื่องวิตามินที่ระบุอยู่บนฉลากมากกว่าดีไซน์ของฉลาก

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
วิตามินที่ระบุอยู่บนฉลาก	Between Groups	0.651	2	0.326	1.376	0.258
	Within Groups	22.235	94	0.237		
	Total	22.887	96			
ดีไซน์ของฉลาก	Between Groups	0.082	2	0.041	0.254	0.776
	Within Groups	15.196	94	0.162		
	Total	15.278	96			

ตารางที่ (6) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มเพศมีความสนใจเรื่องวิตามินที่ระบุอยู่บนฉลากมากกว่าดีไซน์ของฉลาก

ในการทดสอบสมมติฐาน ใช้ One-way Anova ในการวิเคราะห์ในด้านวิตามินที่ระบุอยู่บนฉลากได้ค่า Sig. เท่ากับ 0.258 และด้านดีไซน์ของฉลากได้ค่า Sig. อยู่ที่ 0.776 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 สรุปได้ว่า ยอมรับ H0

กลุ่มเพศมีความสนใจเรื่องวิตามินที่ระบุอยู่บนฉลากมากกว่าดีไซน์ของฉลาก

สมมติฐานที่ 5

กลุ่มเพศมีความสนใจเรื่องฉลากของบรรจุภัณฑ์มากกว่าบรรจุภัณฑ์

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
บรรจุภัณฑ์	Between Groups	1.508	2	0.754	2.808	0.065
	Within Groups	26.052	97	0.269		
	Total	27.56	99			
ฉลากของบรรจุภัณฑ์	Between Groups	0.457	2	0.228	0.794	0.455
	Within Groups	27.897	97	0.288		
	Total	28.354	99			

ตารางที่ (7) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มเพศมีความสนใจเรื่องฉลากของบรรจุภัณฑ์มากกว่าบรรจุภัณฑ์

ในการทดสอบสมมติฐาน ใช้ One-way Anova ในการวิเคราะห์ในด้านฉลากของบรรจุภัณฑ์ได้ค่า Sig. เท่ากับ 0.065 และด้านบรรจุภัณฑ์ได้ค่า Sig. อยู่ที่ 0.455 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 สรุปได้ว่า ยอมรับ H0กลุ่มเพศมีความสนใจเรื่องฉลากของบรรจุภัณฑ์มากกว่าบรรจุภัณฑ์

สมมติฐานที่ 6

เพศหญิงและ LGBTQ+ นั้นมีความสนใจโปรโมชั่นของน้ำดื่มวิตามินมากกว่าเพศชาย

โปรโมชั่น	Sig.	เพศหญิง		LGBTQ+		t	Sig.(2-tailed)
		Mean	S.D.	Mean	S.D.		
	0.036	1.22	0.418	1.55	0.522	-2.276	0.026

ตารางที่ (8) ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของเพศหญิงและ LGBTQ+ นั้นมีความสนใจโปรโมชั่นของน้ำดื่มวิตามินมากกว่าเพศชาย

จากตารางค่า t-test แสดงให้เห็นการเปรียบเทียบของกลุ่มเพศ จะเห็นได้ว่า เพศหญิงและLGBTQ+ มีค่า Sig. 0.036 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 เพศหญิงและ LGBTQ+ นั้นมีความสนใจโปรโมชั่นของน้ำดื่มวิตามินมากกว่าเพศชาย

VIII. สรุปผลการวิเคราะห์

ในการตอบแบบสอบถามนั้น ผู้เข้าร่วมตอบแบบสอบถามนั้นเป็นเพศหญิงอยู่ในชั้นปีที่ 3 มีรายได้เฉลี่ยอยู่ที่ 5,0001-10,000 บาท และผลจากการศึกษา ผู้บริโภคส่วนใหญ่นั้นเริ่มให้ความสำคัญกับน้ำดื่มผสมวิตามิน เพราะเทรนการรักสุขภาพกำลังเป็นที่นิยม และสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงอยู่บ่อยๆ ทำให้ผู้บริโภคหันมาดื่มน้ำดื่มผสมวิตามินเพื่อทดแทนในส่วนที่ขาดวิตามินไปและยันฮี วิตามิน วอเตอร์ นั้นเป็นยี่ห้อที่ผู้บริโภคนิยมที่จะซื้อเป็นหลัก เพราะยันฮี วิตามิน วอเตอร์ เป็นยี่ห้อแรกๆในประเทศไทยที่เริ่มผลิตน้ำดื่มวิตามินทำให้ผู้บริโภคนั้นมีความเชื่อมั่นในการที่จะเลือกซื้อน้ำดื่มผสมวิตามินมากกว่ายี่ห้ออื่นๆ ผู้บริโภคส่วนใหญ่นั้น ให้ความสำคัญกับทางด้านขนาดบรรจุภัณฑ์และด้านรูปทรงของขวดบรรจุภัณฑ์ ผู้บริโภคนั้นยังยึดกับรูปทรงขวดแบบกลมธรรมดา ทางด้านฝาบรรจุภัณฑ์ผู้บริโภคนั้นชื่นชอบฝาแบบมีหูหิ้วและสามารถคล้องนิ้วได้ ทำให้พกพาไปมาสะดวก ด้านฉลากของบรรจุภัณฑ์สิ่งที่ผู้บริโภคจะเลือกมองเป็นอย่างแรกคือฉลากที่ระบุประเภทของวิตามิน สรุปในด้านปัจจัยในการเลือกซื้อน้ำดื่มวิตามิน จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าสิ่งที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญนั้นไม่ใช่เรื่องฝาหรือรูปทรงบรรจุภัณฑ์แต่กลับเป็นเรื่องฉลากที่ระบุประเภทของวิตามินและแบรนด์ของสินค้า ที่สามารถให้ความเชื่อมั่นต่อผู้บริโภค

IX .ข้อจำกัดการวิจัย

1.ระยะเวลาในการเก็บแบบสอบถามสั้นเกินไป ทำให้เก็บข้อมูลได้จำนวนน้อย

2.เนื่องด้วยน้ำดื่มผสมวิตามินนั้นเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ทำให้คนส่วนใหญ่ยังไม่ค่อยเข้าใจในสิ่งที่เราต้องการ

X.ข้อเสนอแนะ

(1) สามารถนำงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น การศึกษาเกี่ยวกับกลยุทธ์การตลาดของธุรกิจน้ำดื่มวิตามิน ในด้าน จุดแข็งจุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค์ ในการแข่งขั้นกับคู่แข่งในวงธุรกิจที่คล้ายกัน

(2) ควรศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคในสถานที่ที่แตกต่างกันและเป็นวงกว้างเพื่อนำผลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ให้โดดเด่น ดึงดูดและมีเอกลักณ์มากยิ่งขึ้น

(3) ควรศึกษาแหล่งต้นกำเนิน ขั้นตอนการผลิต และวิตามินที่นำมาผสมกับน้ำว่ามีประสิทธิภาพเพียงพอต่อร่างกายหรือไม่ และบรรจุภัณฑ์จะช่วยเก็บรักษาวิตามินในน้ำให้มีประสิทธิภาพได้ดีโดยใช้วิธีการอย่างไรในการเก็บรักษาน้ำดื่มวิตามินให้คงสภาพ

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สามารถดำเนินการสำเร็จได้ด้วยดี ต้องขอขอบคุณผู้ร่วมตอบแบบสอบถามทุกท่านที่ให้ความกรุณาในการตอบแบบสอบถามให้ทางผู้วิจัยได้นำมาใช้ในงานวิจัยฉบับนี้ได้สำเร็จ หวังว่างานวิจัยที่จะมีประโยชน์อยู่ไม่น้อย และขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาในการค้นคว้าอิสระ ซึ่งท่านได้เสียสละเวลาอันมีค่าคอยให้ คำแนะนำในการจัดทำการศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ทุกขั้นตอน แนะนำการชี้แนะแนวทางการศึกษา ตรวจทานและแก้ไขข้อบกพร่องในงานจนทำให้ผลงานวิจัยเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้องและขอมอบความกตัญญูกตเวทิตาคุณ แด่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน สำหรับข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น ผู้วิจัยขอน้อมรับผิดเพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากท่านที่ได้เข้ามาศึกษา เพื่อประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยในครั้งต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] กัลยา วานิชยบัญชา. (2545). การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย SPSS for Windows. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

[2] มนตรี ล่องตี้. (2556). ความคิดเห็นของผู้บริโภคในกรุงเทพมหานคร นนทบุรี และสมทุรปราการต่อ การซื้อน้าดื่มบรรจุขวดตราปาป้า. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[3] ลักขณา ศิริรัตน์ (ธันวาคม 2559) ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต,บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยกรุงเทพ เรื่อง ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคน้ำ ดื่มบรรจุขวดตราเนสท์เล่ เพียวไลฟ์ ในจังหวัดนนทบุรี

[4] ฉัตยาพร เสมอใจ. (2550). พฤติกรรมผู้บริโภค. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

การปรับปรุงผลิตภาพและการไหลของการสื่อสารระหว่างกัน ด้วยเทคนิค Kanban Board

AN IMPROVING PRODUCTIVITY AND COMMUNICATION FLOW WITH KANBAN BOARD TECHNIQUE

1st ดวงใจ ลือชัยลาม
Duangjai Luechailam
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok / Thailand
lu.duangjai_st@tni.ac.th

2nd พิชิต งามจรัสศรีวิชัย
Pichit Ngamjarussrivichai
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok / Thailand
pichit_n@tni.ac.th

บทคัดย่อ —— วิจัยนี้ทำการศึกษาเทคนิคช่วยลดระยะเวลาในการติดต่อสื่อสารและประสานข้อมูลการทำงานระหว่างแผนกภายในองค์กร ของกรณีศึกษาบริษัทออกแบบและผลิตหุ่นยนต์สัญชาติไทย โดยวัตถุประสงค์หลักคือลดระยะเวลานำ (Lead Time) ของกระบวนการทำงาน ประกอบด้วยขั้นตอนมอบหมายงาน (Tasks Assignment) ขั้นตอนการตรวจสอบก้าวหน้าของงาน (Milestones) และขั้นตอนการรายงานผลลัพธ์ (Result Report) โดยสามารถพัฒนาเทคนิคที่ทำให้เกิดการไหลเวียนข้อมูลที่ติดต่อสื่อสารในลักษณะทันเวลาตามการใช้งาน หรือ Real-Time ศึกษาเชิงเปรียบเทียบเทคนิคและเครื่องมือที่เหมาะสม โดยเลือก Trello Software ประยุกต์ใช้ Kanban Board ด้วยการทำงานแบบ Lean Office และ Agile Method ปรับปรุงกระบวนการและการไหลเวียนข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการทำงานร่วมกันระหว่างแผนกจัดซื้อ แผนกสินค้าคงคลัง ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการทดลองวิจัยนี้ สามารถลดระยะเวลานำของกระบวนการปรับปรุงชุดข้อมูลอย่างเป็นระบบ ดังนี้ ก่อนการปรับปรุงใช้เวลาในขั้นตอนการมอบหมายงาน ตรวจสอบ รายงานระหว่างแผนกจัดซื้อกับสินค้าคงคลัง 3 งานต่อหนึ่งวัน ใช้เวลารวม 53.25 นาที หลังการปรับปรุงสามารถลดระยะเวลาเหลือ 17.44 นาที ลดเวลาที่ใช้ได้ลง 35.81 นาที ส่งผลให้ผลิตภาพการสื่อสารระหว่างกันเพิ่มขึ้นร้อยละ 67

คำสำคัญ — Communication Lead Time, Kanban Board, Trello, Agile Method, Lean Office

ABSTRACT — This research aims to study the technical method to shorten the time session on communication and coordination in the workplace of the in-house organization including a case study of Thai robot designing and manufacturing companies, which is the main objectives are Lead Time of work procedure along with the process of Task Assignment, Milestones and Result Report which are capable of improving techniques that contribute the flow of information communicating in the real-time. This approach analyzes the technique-comparative study and suitable implements by utilizing the Trello Software together with the adaptation of Kanban Board which includes the Lean Office and Agile Method management process to improve the procedure and information flow which is essential for communication. Also employed in the collaboration in the purchasing department and Inventory department which is the sample of experiment in this research. This provides the capability to reduce the duration of the process, adjust the data set systematically. Accordingly, in advance of the improvement requires the procedure of assignment, verification, and the report between the purchasing department and Inventory department taking 3 tasks in a day which is 53.25 minutes altogether. After the improvement it is capable of decreasing the duration to 17.44 minutes saving 35.81 minutes of the process, resulting in a 67% of enhancement in communication productivity.

Keyword —— Communication Lead Time, Kanban Board, Trello, Agile Method, Lean Office

I. บทนำ

I.I ความเป็นมาของงานวิจัย

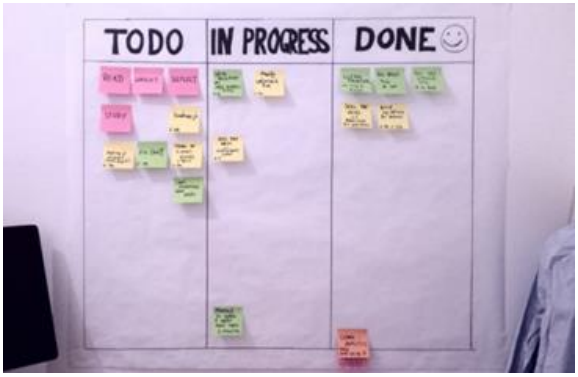
วิจัยกรณีศึกษานี้ศึกษาธุรกิจผู้พัฒนาหุ่นยนต์บริการ อาทิ บริการสำหรับร้านอาหาร ร้านค้าปลีก โรงพยาบาล และโครงการพัฒนาหุ่นยนต์ตัวเล็ก สำหรับดูแลผู้สูงอายุเป็นหลัก โดยธุรกิจลักษณะนี้ได้ออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ประเภทหุ่นยนต์หลากหลายรุ่น กระบวนการทำงานสำหรับออกแบบจนถึงกระบวนการผลิตหุ่นยนต์หนึ่งตัวนั้น จำเป็นต้องใช้ขั้นตอนการทำงานและกำลังคนจากหลายแผนกและส่วนงาน ซึ่งประเด็นปัญหาคือ ในบางแผนกหรือส่วนงานนั้นต้องทำงานกันเป็นทีมโดยส่วนใหญ่หรือต้องทำงานร่วมกันทั้งหมดแบบ Holistic View เพื่อให้เห็นกระบวนการพัฒนาที่ต่อเนื่องซึ่งกันและกัน ดังนั้นจึงต้องจำเป็นอย่างยิ่งที่กระบวนการสื่อสารกัน โดยทุกกระบวนการทำงานและจำเป็นต้องมีการติดตามสถานะการทำงาน (Status Monitoring) ระหว่างทีมเดียวกันและแผนกอื่นแบบทันที (Real Time) ซึ่งในองค์กรกรณีศึกษานี้มีระบบที่สามารถสื่อสารกันในภาพรวมอยู่แล้ว แต่ระบบดังกล่าวทำหน้าที่เพื่อการ

กระจายข่าวสารเป็นหลักเท่านั้น ไม่สามารถใช้เพื่อเป็นเครื่องมือสื่อสารและติดตามสถานะการทำงานได้โดยละเอียด ส่งผลให้ทีมงานที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาหุ่นยนต์บริการต้องทำงานตามภาระหน้าที่ งานโครงการและทำการติอต่อสื่อสารไปด้วยร่วมกัน ส่งผลให้เกิดการทำงานล่าช้า เกิดจุดคอขวดของกระบวนการทำงาน (Bottle Neck) ส่งผลให้ความสามารถของกระบวนการลดลง และส่งผลต่อกำหนดส่งงานไม่ทันตามเวลาของแผนงาน

ผู้วิจัยจึงดำเนินการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการทำงานร่วมกันของบุคลากรในองค์กรกรณีศึกษาที่ต้องการมอบหมายงานและติดตามสถานะการทำงานร่วมกัน โดยใช้เทคนิค Kanban Board และการทำงานแบบ Lean Office เป็นหลักการในการดำเนินงานวิจัยนี้ โดยศึกษาการประยุกต์ใช้เครื่องมือสนับสนุนด้านการสื่อสารและประสานงานอย่างเหมาะสมกับบริบทขององค์กร เพื่อดำเนินการปรับปรุงกระบวนการและการไหลของการสื่อสาร (Communication Flow) ซึ่งผลการดำเนินงานนี้จะส่งผลให้สามารถลดระยะเวลาในการทำงาน ลดระยะเวลาการติอต่อสื่อสารกันภายในองค์กร และการพัฒนางานตามแผนที่กำหนด (On time)

I.II ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Kanban (看板) อ่านว่า คัมบัง ในภาษาญี่ปุ่น แปลว่า แผ่นป้ายติดประกาศหรือข้อมูล ต้นกำเนิดมาจากร้านขายของชำที่มีกระดาษโน้ตแปะตามตู้เย็นหรือกระดานในร้านเพื่อเตือนให้ “เติมสินค้า” ที่กำลังจะหมดในเร็วๆ นี้ เพื่อเป็นการเตือนความจำให้เจ้าของร้านต้องสั่งสินค้ามาเติมในวัดถัดไป ตามหลักการ fulfillment โดยหลังจากนั้นได้รับการพัฒนาแนวคิดและเผยแพร่อย่างกว้างขวางโดยคุณ Taiichi Ohno จาก Toyota ตามแนวคิดระบบผลิตแบบทันเวลาพอดี หรือJust-In-Time (JIT) โดยเป็นการผลิตชิ้นงานให้พอเพียงกับการนำไปใช้งาน **[1]**



รูปที่ I. ตัวอย่างคัมบังบอร์ด **[1]**

โดยพัฒนาการของ Kanban Board จากภาคการผลิตสู่ภาคธุรกิจบริการมากขึ้นโดยได้รับการพัฒนาตามแนวคิด Lean Office เป็นชุดเครื่องมือที่เรียกว่า Kanban Board ซึ่งมีโปรแกรมสำหรับใช้ Electronic Kanban board หลายรูปแบบตามบริบทและความเหมาะสมในการใช้งาน ซึ่งแนวคิดยังคงเดิมคือเป็นกระดานหนึ่งแผ่น ประกอบด้วยรายการแนวตั้ง (Lists) เรียงต่อกันไป ในรายการนั้นๆ มีการ์ด (Card) ที่สามารถลากวางไปที่ list อื่นหรือจัดเรียงลำดับใน list เดียวกันได้ สามารถกำหนดประเภทเป็น To Do Lists, Doing, Done เพื่อให้ทราบสถานะงานได้ชัดเจนและรวดเร็ว ในการ์ดแต่ละใบก็จะมีรายละเอียดด้านใน เช่น ชื่อการ์ด คำอธิบาย รูปภาพ รายการตรวจสอบ (checklists) วันที่กำหนดส่ง (deadline) แถบประเภท (label) สี และความคิดเห็นที่เกี่ยวข้อง (comments) **[2], [3], [6]**

ตารางที่ I. เปรียบเทียบ Kanban Board Software

Software	ราคา	ข้อจำกัด	ความเหมาะสม
Trello	Free	ใช้ได้ไม่เกิน 10 บอร์ด	เหมาะสำหรับองค์กรหรือทีมขนาดเล็กและทำเป็นการทำงานไม่ซับซ้อน
Asana	$10.99/user	ไม่สามารถสร้างเช็คลิสต์ใน task ได้	ละเอียดกว่า Trello โดยสามารถดูได้ทั้งแบบ Board, Calendar, List view, หรือแบบ Timeline ได้เช่นกัน
Monday.com	$10/user	task แต่ละ task ไม่สามารถ recurring ได้, และ หากใช้ board view การ์ดบนบอร์ดก็ไม่ค่อยแสดงข้อมูล	เห็นภาพรวมของแต่ละ section ได้ง่าย และมีฟีเจอร์แฝงอยู่ในคอลัมน์ให้เลือกใช้มากมาย และสามารถใช้ filter ค้นหาแบบเฉพาะเจาะจงได้

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษากระบวนการทำงานและการติดต่อสื่อสารกันภายในองค์กรกรณีศึกษา จึงทำให้เห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นได้วิเคราะห์และเลือกซอฟต์แวร์ที่ให้เหมาะสมกับการใช้งานของบริบทองค์กร เพื่อเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด โดยเลือกใช้ซอฟต์แวร์ Trello เนื่องจากเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้งานได้ง่าย ไม่ซับซ้อน ไม่มีค่าใช้จ่ายในกรณีที่ใช้ทีมขนาดเล็กในการแก้ไขปัญหา

แนวคิดลีนสำนักงาน (Lean Office) เน้นปรัชญาการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเช่นเดียวกับแนวคิดการผลิตแบบลีน โดยมุ่งขจัดความสูญเปล่าในการดำเนินกิจกรรมสำนักงาน เพื่อให้เกิดกระบวนการไหลของงานอย่างต่อเนื่อง สำหรับความสูญเปล่าจากกระบวนการสำนักงานได้ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการรอคอย (Waiting time) โดยสาเหตุหลักมักเกิดจากขั้นตอนหรือกระบวนการทำงานที่ซับซ้อน ดังนั้นจึงหาแนวทางปรับปรุงการทำงานด้วยแนวคิดลีนเพื่อลดความสูญเปล่าด้วยการออกแบบกระบวนการไหลของงาน โดยเฉพาะการไหลของข้อมูลที่ติดต่อสื่อสารกัน (Communication flow) **[4]** เช่น การนำแนวคิดลีนปรับปรุงกระบวนการทำงานของแผนกบัญชี ของแผนกบัญชีต้นทุนรายวันและรายเดือนและได้เสนอแนะให้ปรับขั้นตอนการปฏิบัติงานให้เหมาะสม ลดขั้นตอนการทำงานซ้ำซ้อนของรายงานทางบัญชี โดยลดลงจาก 475 นาที เหลือ 365 นาที คิดเป็นร้อยละ 23.16 ส่งผลให้ภาพรวมของเวลาการทำงานเพิ่มขึ้น **[5]** หรือปรับปรุงการจัดชุดเอกสารเพื่อลดระยะเวลาในการปล่อย Delivery Order (D/O) โดยใช้ Why-Why Analysis และ Fishbone Diagram ตามแนวคิดลีนลดเวลาจาก 3.8 นาทีต่อชุด เหลือ 2.9 นาทีต่อชุด (ลดลงร้อยละ 76.31) โดยระยะเวลาในขั้นตอนการค้นหาเอกสารเร็วขึ้น โดยลดลงจากเดิม 95 วินาที หลังปรับปรุงเหลือ 40 วินาทีหรือลดลงร้อยละ 42.10 **[7]** หรือนำไปใช้แก้ปัญหาการรอคอยสินค้า Spare Part เป็นเวลานานส่งผลให้เครื่องจักรหยุดการผลิต วิเคราะห์สาเหตุโดยใช้แผนผังก้างปลา ปรับปรุงด้วยแนวคิดลีนโดยการทำข้อตกลงในการเก็บสินค้าให้กับบริษัทในกรณีเรียกงานเร่งด่วน ภายหลังการปรับปรุง ระยะการคอยสินค้าจาก 30 วัน เหลือเพียง 3 วัน เท่ากับระยะเวลาลดลงร้อยละ 90 ต่อการสั่งสินค้าในแต่ละครั้ง **[8]** หรือการประยุกต์ร่วมโดยนำหลักการ Kanban ปรับปรุงลำดับ

การทำงานของแมลงน้ำ กำหนดค่าสูงสุด-ต่ำสุดในการเติมชิ้นงาน และใช้คำสั่งการผลิตแบบ Kanban รูปแบบ Pattern Kanban สามารถลดเวลารอบการทำงานของแมลงน้ำ โดยก่อนปรับปรุง 19.27 นาที หลังปรับปรุงลดลงเหลือ 14.91 นาที โดย Kanban ทำหน้าที่ให้ข้อมูลสายการผลิตมองเห็นสถานะการทำงานของไลน์ได้ว่าปกติหรือล่าช้า **[9]**

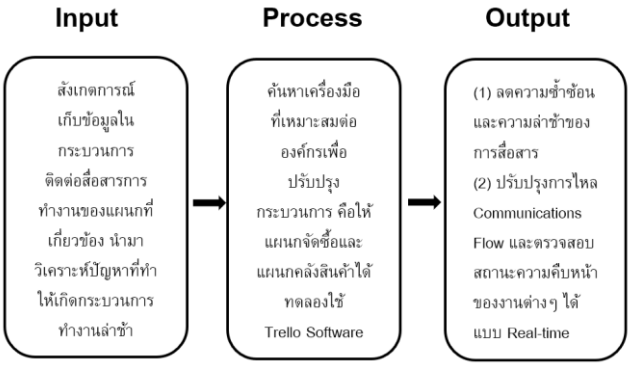
II. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ในการวิจัยเชิงทดลองแบบกรณีศึกษาเทคนิคปรับปรุงระยะเวลาและผลิตภาพการสื่อสารด้วย Kanban Board ได้กำหนดวัตถุประสงค์วิจัย ดังนี้

1. เพื่อลดความซ้ำซ้อนและความล่าช้าของการสื่อสารโดยใช้เทคนิคการปรับปรุงระยะเวลาและผลิตภาพการสื่อสารระหว่างกันด้วย Kanban Board
2. เพื่อทำให้การไหลของการสื่อสาร (Communications Flow) และข้อมูลในการทำงานร่วมกันเป็นแบบ Real-Time เพื่อตรวจสอบสถานะความคืบหน้าของงานต่างๆ

III. วิธีการดำเนินการวิจัย

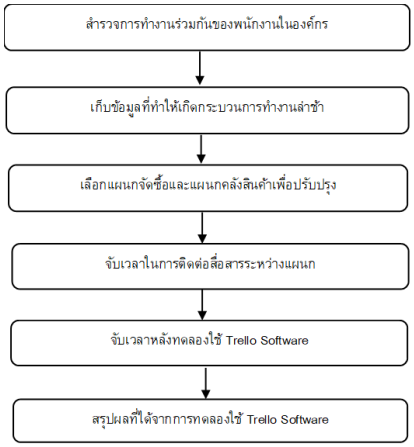
งานวิจัยนี้ดำเนินการแบบทดลอง (Experimental Research) ดำเนินการเก็บข้อมูลและทดลองดำเนินการช่วงเดือนพฤศจิกายน 2563 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2564 ระยะเวลารวมทั้งหมดรวม 4 เดือน โดยประยุกต์ใช้แนวคิดและเครื่องมือจาก Lean Office และ Kanban Board Tools โดยมีกรอบแนวคิดของงานวิจัย ดังรูปที่ II.



รูปที่ II. กรอบแนวคิดการวิจัย

ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล (Input) สำรวจกระบวนการทำงานร่วมกันของพนักงานในองค์กรกรณีศึกษา โดยการสังเกตการณ์และลงพื้นที่หน้างานในแต่ละงาน เก็บรวบรวมข้อมูลที่ส่งผลกระทบ เป็นคอขวดและส่งผลให้เกิดความล่าช้า โดยจัดทำเป็นแผนภาพการไหลของการสื่อสาร หรือ Communication Flow Diagram เพื่อทำให้เห็นภาพในกระบวนการทำงานก่อนการปรับปรุงระบบงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานและวิเคราะห์ (Process) เลือกพื้นที่ศึกษาวิเคราะห์เป็นแผนกจัดซื้อ (Purchase Department) และแผนกคลังสินค้า (Stock Admin Department) เป็นพื้นที่ทดลองวิจัย เนื่องจากมีประเด็นเกี่ยวกับกระบวนการทำงานร่วมกันมากและเกิดปัญหาเกี่ยวกับความล่าช้าเกิดปัญหาคอขวดในกระบวนการ (Bottle Neck) และมีงานที่ซับซ้อนในกระบวนการ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะปัญหาตามกรอบแนวคิดวิจัย ทำการพิจารณาและวิเคราะห์เครื่องมือที่เหมาะสมบริบทของพื้นที่การศึกษาและเชื่อมโยงกับการทำงานขององค์กรกรณีศึกษา เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนการการแก้ไขปัญหา โดยวิจัยนี้เลือกใช้ Trello Software ซึ่งมีแนวความคิดมาจาก Kanban Board เป็นชุดเครื่องมือสำหรับมอบหมายงาน (Tasks assignment) และติดตามความคืบหน้าของงาน (Tasks monitoring and milestone) ระหว่างแผนกจัดซื้อและแผนกคลังสินค้า โดยกำหนดขอบเขตงานจำนวน 3 งานต่อหนึ่งวัน จากนั้นทำการศึกษาเวลา โดยจับเวลาในสำหรับขั้นตอนการสื่อสารระหว่างกันแบบปกติ ให้พนักงานทั้งสองแผนกได้ทดลองใช้งาน Trello Software กำหนดวิธีการมอบหมายงานและรายงานตรวจสอบความคืบหน้างานจากโปรแกรมที่ใช้ และสรุปผลการทดลองที่ได้เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการใช้ Trello Software แสดงขั้นตอนในรูปที่ III.



รูปที่ III. ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

ขั้นตอนสรุปผลการวิจัย (Output) ผู้วิจัยจัดทำ Communication Flow ในส่วนที่เกี่ยวข้องเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง จัดทำ Swim Lane Diagram เพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงในส่วนการทำงานร่วมกันและกิจกรรม ข้อมูล ระยะเวลาที่เกี่ยวข้องก่อนและหลังการทดลองใช้งานเครื่องมือ Kanban Board จากโปรแกรม Trello โดยแสดงผลเป็นเวลาที่ใช้เวลาในขั้นตอนการมอบหมายงาน เวลาในการตรวจสอบงาน เวลาในการจัดทำรายงานระหว่างแผนกจัดซื้อกับสินค้าคงคลัง เปรียบเทียบว่าใช้เวลาเท่าไหร่ เพื่อสะท้อนผลิตภาพของการสื่อสารระหว่างกันเพิ่มขึ้นเท่าไหร่

IV. ผลการวิจัย

IV.I การศึกษาสภาพปัจจุบันขององค์กร

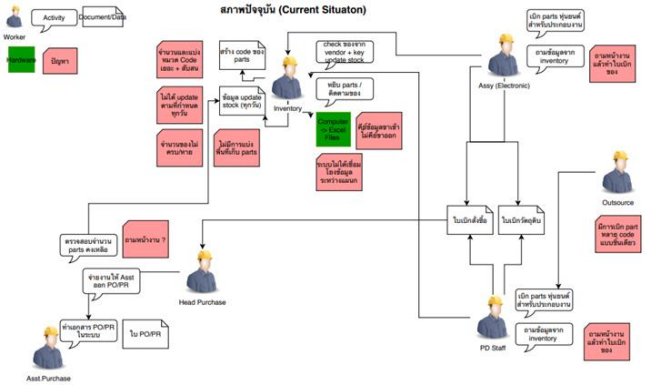
จากการดำเนินการศึกษาสภาพปัจจุบันของกรณีศึกษา (current situation) โดยการสังเกตการณ์และลงพื้นที่เก็บข้อมูล จากนั้นนำมาทำในรูปแบบแผนภาพการไหลของการสื่อสาร (Communication Flow Diagram) ดังรูปที่ IV. พบปัญหาที่เกิดขึ้นในพื้นที่จากขั้นตอนติดต่อสื่อสารระหว่างกัน ดังนี้

ประเด็นปัญหาที่ 1 แผนก Electronic Assembly และแผนก PD Stuff เป็นแผนกที่ต้องการใช้วัตถุดิบในการประกอบหุ่นยนต์สม่ำเสมอ จึงมีการเบิกวัตถุดิบและสั่งซื้อวัตถุดิบเป็นประจำ โดยข้อมูลที่ต้องการทราบคือจำนวนวัตถุดิบที่คงเหลือในคลังสินค้า ซึ่งเป็นหน้าที่ของ Stock Admin วิธีการเดิมจะสื่อสารผ่านปากเปล่าโดยต้องนับหรือตรวจสอบจำนวนก่อนให้

ข้อมูล จึงเกิดการล่าช้าจากแผนกคลังสินค้า เนื่องจากไม่สามารถให้คำตอบได้ทันที

ประเด็นปัญหาที่ 2 แผนกจัดซื้อ (Purchase) มอบหมายงานให้แผนกคลังสินค้า (Stock Admin) โดยปัญหาเกิดจากงานเสร็จไม่ทันตามกำหนด เนื่องจากปัญหาย่อยที่เกิดขึ้น ประกอบด้วย 1) จำนวนและการจัดแบ่งหมวดหมู่ของรหัสชิ้นส่วน (Code) มีจำนวนมากและคล้ายกันสร้างความสับสนได้ง่าย 2) ไม่ได้อัพเดทจำนวนสินค้าคงคลัง และใช้การสื่อสารข้อมูลด้วยปากเปล่า ส่งให้ข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนจากเอกสารและพื้นที่จริง 3) ไม่มีการแบ่งพื้นที่ในการจัดเก็บชิ้นส่วนและวัตถุดิบ ทำให้วัตถุดิบเกิดความสูญหายบ่อยครั้ง 4) ทำการบันทึกข้อมูลเข้า (Input data) จากการรับวัตถุดิบหรือชิ้นส่วนเข้ามาจาก Vendor ลงในระบบ แต่ไม่มีบันทึกข้อมูลขาออก (Output data) เมื่อมีกิจกรรมการเบิกวัตถุดิบไปใช้ ซึ่งส่งผลให้ชุดข้อมูลเข้าและออกไม่ตรงกับความเป็นจริง 5) ระบบในองค์กรกรณีศึกษาใช้เป็นระบบที่แจ้งข่าวสารเป็นส่วนใหญ่ ไม่ได้สนับสนุนการสื่อสารข้อมูลแบบระหว่างแผนกหรือส่วนงาน

ปัญหาความล่าช้าในกระบวนการติดต่อสื่อสารกันภายในองค์กร เนื่องจากเกิดการรอคอยเวลาต้องการทราบข้อมูลของวัตถุดิบ และจำนวนสินค้าในคลัง ซึ่งเป็นสิ่งที่แผนกที่เกี่ยวข้องต้องทราบร่วมกันเพื่อไม่ให้เกิดการทำงานล่าช้า จนส่งผลถึงการมอบหมายงานและกำหนดส่งงาน ทำให้อาจเกิดข้อผิดพลาด ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจสอบความคืบหน้างานอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งก่อนการปรับปรุงนั้นองค์กรไม่มีการใช้ระบบหรือโปรแกรมหรือเครื่องมือที่สามารถตรวจสอบความคืบหน้างาน หรือวิธีการมอบหมายงานใหม่ เพื่อช่วยลดความซ้ำซ้อนของงานและสื่อสารกันตามแนวคิดของ Lean Office โดยนำเครื่องมือ Kanban Board มาประยุกต์ใช้เพื่อการทดลองแนวทางปรับปรุงจากสภาพปัญหาดังกล่าว

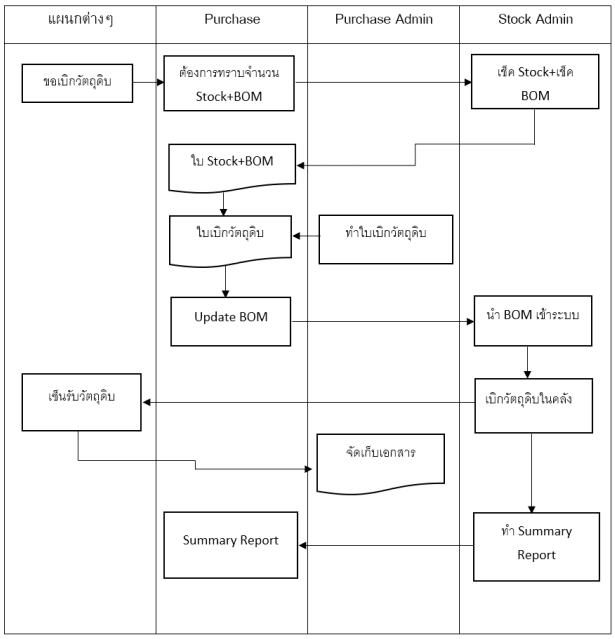


รูปที่ IV. แผนภาพการไหลของการสื่อสาร (Communication Flow Diagram)

IV.II การเก็บข้อมูลที่ทำให้เกิดกระบวนการทำงานล่าช้า

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลโดยการใช้การสังเกตการณ์ (Observation) และลงพื้นที่หน้างาน ศึกษากระบวนการทำงานในแต่ละแผนกที่เกี่ยวข้องกัน จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ด้วยการทำ Communication Flow Diagram ที่เกี่ยวข้องกันในการทำงาน ระบุประเด็นปัญหาที่ทำให้เกิดความล่าช้าในกระบวนการทำงาน พบว่าแผนกคลังสินค้าและแผนกจัดซื้อ มีกระบวนการทำงานที่ล่าช้าในส่วนของการมอบหมายงานและตรวจสอบความคืบหน้าของงานในแต่ละวัน จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลโดยการจดบันทึกเวลาในการมอบหมายงานและตรวจสอบความคืบหน้าในแต่ละวันโดยกำหนด 3 งานต่อหนึ่งวันของสองแผนกนี้ และศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน นำปัญหาที่รวบรวมได้วิเคราะห์และวางแนวทางแก้ไขปรับปรุงโดยใช้แนวคิด Lean Office และเครื่องมือ Kanban Board โดยแสดงความสัมพันธ์ของขั้นตอนการทำงานของแต่ละส่วนงานและจุดที่มีเชื่อมโยงการทำงาน การติดต่อสื่อสารโดยใช้เครื่องมือ Swim Lane Diagram แสดงความสัมพันธ์ของกระบวนการก่อนการปรับปรุงการทำงาน ประกอบด้วย 4 ส่วนในพื้นที่วิจัย คือ แผนกจัดซื้อ (Purchase) ส่วนสนับสนุนงานจัดซื้อ (Purchase admin) แผนกคลังสินค้า (Stock admin) และส่วนงานต่างๆ ดังตารางที่ II.

ตารางที่ II. Swim Lane Diagram ก่อนปรับปรุง



วิเคราะห์การปรับปรุงกระบวนการโดยเลือกแผนกจัดซื้อและแผนกคลังสินค้าสหรับเป็นพื้นที่ทดลองในการปรับปรุง โดยพิจารณาจากข้อมูลความสัมพันธ์และปัญหาที่กล่าวไปข้างต้น จะเห็นได้ว่าการติดต่อสื่อสารกันระหว่างแผนกมีกระบวนการทำงานร่วมกัน ดังนี้ 1) แผนกต่างๆ ขอเบิกวัตถุดิบกับแผนกจัดซื้อ (Purchase) 2) แผนกจัดซื้อ(Purchase) ต้องการทราบจำนวน Stock วัตถุดิบที่มี และข้อมูลเกี่ยวกับ Bill of Materials (BOM) ที่เป็นปัจจุบันจากแผนกคลังสินค้า (Stock Admin) เพื่อนำไปให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องหรือผู้บังคับบัญชาได้รับทราบและเข้าใจตรงกันทั้งหมด 3) แผนกคลังสินค้า (Stock Admin) ทำการเช็คจำนวนวัตถุดิบ และทำข้อมูล BOMให้เป็นปัจจุบัน จากนั้นทำเป็นเอกสารเพื่อส่งให้แผนกจัดซื้อ (Purchase) 4) แผนกจัดซื้อ (Purchase) จึงนำเอกสารที่ได้จากแผนกคลังสินค้า (Stock Admin) มาเช็คอีกที 5) แผนกจัดซื้อ (Purchase) มอบหมายให้ Purchase Admin ทำใบเบิกวัตถุดิบ 6) แผนกจัดซื้อ (Purchase) อัพเดทข้อมูลใน BOM และมอบหมายให้แผนกคลังสินค้า (Stock Admin) นำข้อมูล BOM เข้าระบบขององค์กร 7) แผนกคลังสินค้า (Stock Admin) เบิกวัตถุดิบในคลังสินค้าเพื่อนำมาให้แผนกที่มาขอเบิกวัตถุดิบและให้เซ็นรับวัตถุดิบ โดย Purchase Admin ทำการจัดเก็บเอกสารเซ็นรับวัตถุดิบ 9) แผนกคลังสินค้า (Stock Admin) ทำรายงาน

สรุป (Summary Report) ที่ได้รับมอบหมายจากแผนกจัดซื้อ (Purchase) และส่งให้แผนกจัดซื้อ (Purchase) ตรวจสอบ โดยปัญหาของการไหลและขั้นตอนการสื่อสารระหว่างกันของแผนกจัดซื้อ (Purchase) และแผนกคลังสินค้า (Stock Admin) คือมีการประสานงานกันล่าช้า เนื่องจากมีกระบวนการทำงานที่ซับซ้อนและไม่ต่อเนื่องเป็นกระบวนการตามแนวคิดลีน จึงเกิดประเด็นความสูญเปล่าจากการรอคอย (waiting time) ในกระบวนการทำงานเกิดขึ้นดังแผนผัง Swim Lane Diagram ดังนั้นจึงเป็นการยืนยันด้วยสถานการณ์จริงจากการสังเกตการณ์และลงพื้นที่ศึกษาจริง ผู้วิจัยจึงได้เลือกสองแผนกงานนี้มาเป็นกรณีศึกษาทดลองเพื่อปรับปรุงระยะเวลาและผลิตภาพการสื่อสารระหว่างกันด้วยเทคนิคของ Kanban Board

IV.III ประเมินทางเลือกในการใช้เครื่องมือที่เหมาะสม

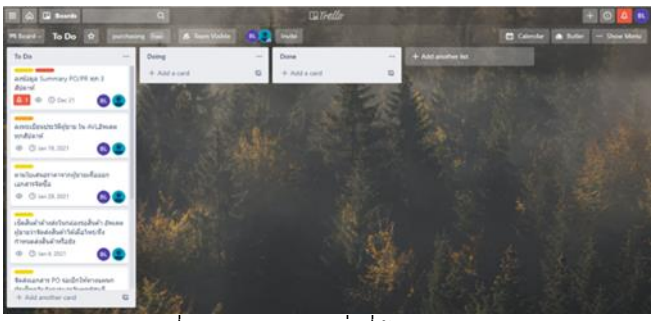
ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการประเมินทางเลือกเพื่อหาวิธีปรับปรุงระยะเวลาและผลิตภาพการสื่อสารระหว่างกัน โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์กับผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key informant) คือ หัวหน้างานและผู้จัดการของแผนกและส่วนงานที่เกี่ยวข้อง โดยใช้คำถามเชิงโครงสร้างเพื่อประเมินและให้ข้อความเห็นเกี่ยวกับการเปรียบเทียบระหว่าง การใช้ Enterprise Software และการใช้ Trello Software และสรุปผลจากการประเมินเพื่อใช้งานจริงในขั้นตอนต่อไป ข้อมูลประเมินดังตาราง

ตารางที่ III. การประเมินทางเลือกการใช้เครื่องมือที่เหมาะสม

การประเมินทางเลือก	**ข้อเสนอและความคิดเห็นที่เกี่ยวข้อง**	**สรุป**
ทางเลือก 1 การใช้งาน Enterprise Software ที่มีรายละเอียดและสามารถทำงานร่วมกันทั้งองค์กรได้ทันที	1) การใช้ Enterprise Software ทำให้มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงกับองค์กร 2) ประสงค์เริ่มต้นการใช้งานปรับปรุงระยะเวลาและสื่อสารระหว่างกันเฉพาะส่วนแผนกที่เกี่ยวข้องกัน จึงไม่จำเป็นต้องใช้ทั้งองค์กร เนื่องจากมีระบบสื่อสารข้อมูลทั่วไปโดยรวมขององค์กรอยู่แล้ว	ไม่เลือก ☒
ทางเลือก 2 ใช้เครื่องมือ Kanban board โดยเลือกของ Trello ใช้งานกับทีมขนาดเล็ก หรือใน Project ที่ไม่ซับซ้อน	1) การใช้ Trello ทำให้เหมาะสมกับทีมแผนกจัดซื้อและคลังสินค้ามากที่สุด 2) โปรแกรมเข้าใจง่าย และสามารถใช้งานได้ไม่ซับซ้อนในการเรียนรู้ 3) เริ่มต้นใช้งานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย เพื่อประเมินประสิทธิผลในระยะยาวได้	เลือก ☑

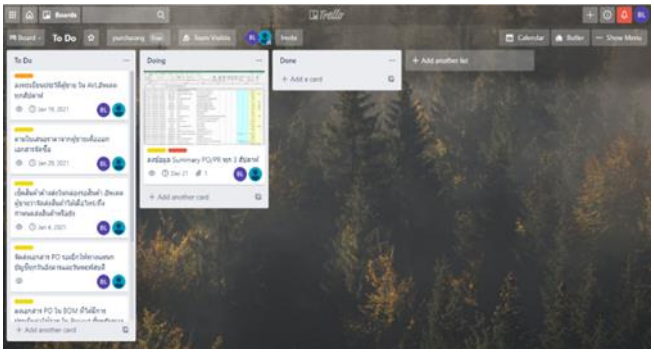
IV.IV ดำเนินงานปรับปรุงและติดตามผล

หลังจากการวิเคราะห์สภาพปัจจุบัน เลือกพื้นที่ทดลองวิจัยและประเมินทางเลือกที่เหมาะสมแล้ว ดำเนินการทดลองปรับปรุงเพื่อใช้งานจริงเครื่องมือ Kanban Board โดยดำเนินการให้แผนกจัดซื้อ (Purchase) และแผนกคลังสินค้า (Stock Admin) ได้ใช้งานเครื่องมือ Kanban board จากแพลตฟอร์มของ Trello Software โดยระยะเริ่มแรก ออกแบบพื้นที่ของ Kanban board เพื่อให้เกิดพื้นที่ของกระดานมอบหมายงาน (Tasks assignment) จำนวน 3 กระดาน ประกอบด้วย สิ่งที่ต้องทำ (To Do Lists) งานที่กำลังทำ (Doing) และงานที่ทำสำเร็จแล้ว (Done) เริ่มจากการทำ สิ่งที่ต้องทำ (To Do Lists) เพื่อให้แผนกจัดซื้อมอบหมายงานให้แผนกคลังสินค้า ดังรูปที่ V. กระดานแสดงสิ่งที่ต้องทำ (To Do)



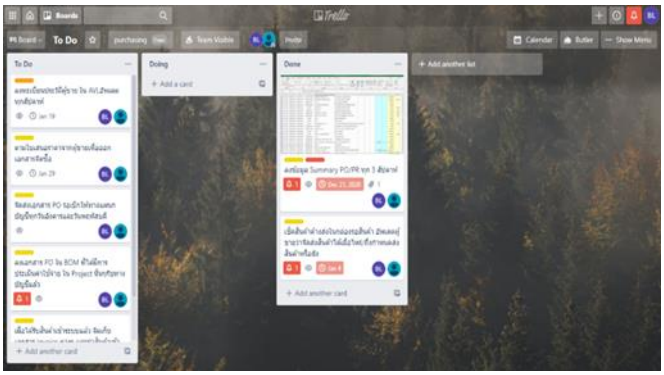
รูปที่ V. กระดานแสดงสิ่งที่ต้องทำ (To Do)

จากนั้นแผนกคลังสินค้าสามารถบอกความคืบหน้าให้แผนกจัดซื้อทราบ โดยลากงานที่ทำอยู่ในขณะนั้น ไปใส่ในงานที่กำลังทำ (Doing) ดังรูปที่ VI. กระดานแสดงความคืบหน้าในงานที่กำลังทำ (Doing)



รูปที่ VI. กระดานแสดงความคืบหน้าในงานที่กำลังทำ (Doing)

ขั้นตอนต่อไปคือ เมื่องานที่ได้รับมอบหมายทำเสร็จสิ้นและตรงตามระยะเวลาที่กำหนด นำงานที่กำลังทำ (Doing) ลากเข้ามาใส่ในช่องงานที่ทำสำเร็จแล้ว (Done) ดังรูปที่ VII. กระดานแสดงการทำงานสำเร็จ



รูปที่ VII. กระดานแสดงการทำงานสำเร็จ (Done)

ซึ่งระบบการใช้ Kanban Board นี้จะแสดงการมอบหมาย ติดตามงานและรายงานความก้าวหน้า หรือความสำเร็จของงานนั้นๆ บนบอร์ดได้

แบบทันที (Real-time) รวมถึงการติดตามสถานะของงาน หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้อง อาทิ ข้อมูจำนวนของชิ้นส่วนในคลังสินค้าที่ต้องการให้อัพเดทตลอดเวลา เป็นต้น

V. สรุปผล

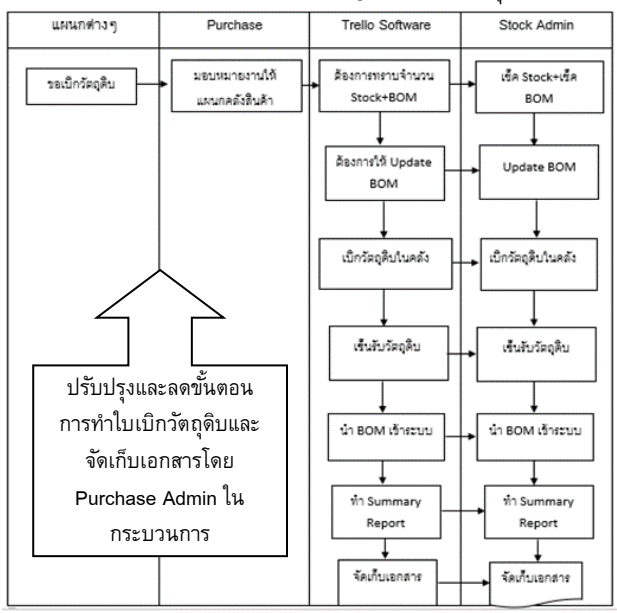
V.I สรุปผลการวิจัย

จากการปรับปรุงลดระยะเวลาในการติอต่อสื่อสารด้วย Trello Software ที่มีแนวคิดมาจาก Kanban Board สามารถลดระยะเวลานำของกระบวนการ ปรับปรุงชุดข้อมูลอย่างเป็นระบบ ดังรูปที่ VIII. กราฟเปรียบเทียบเวลาก่อน-หลังใช้ Trello Software นั้น สามารถเข้ามาในระบบนี้ได้เลย ก่อนการปรับปรุงใช้เวลาในขั้นตอนการมอบหมายงาน ตรวจสอบรายงานระหว่างแผนกจัดซื้อกับสินค้าคงคลัง 3 งานต่อหนึ่งวัน ใช้เวลารวม 53.25 นาที หลังการปรับปรุงสามารถลดระยะเวลาเหลือ 17.44 นาที ลดเวลาที่ใช้ได้ลง 35.81 นาที ส่งผลให้ผลิตภาพการสื่อสารระหว่างกันเพิ่มขึ้นร้อยละ 67.00 และส่งผลให้กระบวนการติดต่อสื่อสารมีประสิทธิภาพของบุคลากรในองค์กร ดังตารางที่ IV. Swim Lane Diagram หลังปรับปรุง



รูปที่ VIII. กราฟเปรียบเทียบเวลาก่อน-หลังใช้ Trello Software

ตารางที่ IV. Swim Lane Diagram หลังปรับปรุง



V.II อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาวิจัยเชิงทดลองในครั้งนี้ หลังจากดำเนินการปรับปรุงในขอบเขตพื้นที่และการทำงานขอแผนกและส่วนขั้นตอนของงานจัดซื้อ (Purchase) และคลังสินค้า (Stock Admin) จากปัญหาที่เกิดขึ้น ในขั้นตอนต่างๆ สามารถแก้ไขได้ คือ การปรับปรุงกระบวนการทำงานและการติดต่อระหว่างกันที่มีความล่าช้า ได้ทำการแก้ไขปัญหาโดยการใช้เครื่องมือ Communication Flow และ Swim Lane Diagram เพื่อเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์และตรวจสอบหาสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง หลังจากการปรับปรุงแก้ไขโดยใช้ Kanban Board ผ่านTrello Software โดยให้มอบหมายงาน ติดตามงาน และรายงานสถานะตามบอร์ดที่แสดงเป็น สถานะงานที่ต้องทำ (To Do Lists), สถานะงานที่กำลังดำเนินการ (To Do), สถานะงานที่สำเร็จแล้ว (Done) โดยแนวทางการปรับปรุงนี้สามารถขยายผลไปสู่แผนกหรือส่วนงานอื่นๆ ภายในองค์กร และเป็นตัวอย่างกรณีศึกษาของการปรับปรุงวิธีการสื่อสารในองค์กรระหว่างแผนกที่สอดคล้องกับบริบทการทำงาน Work from Home ปัจจุบัน ที่เน้นให้บุคลากรทำงานร่วมกันได้แม้ไม่ได้อยู่ในพื้นที่เดียวกันก็ตาม โดยยังสามารถแสดงผลแบบ Real-time ได้ จึงเป็นชุดเครื่องมือหนึ่งที่เน้นการเพิ่มประสิทธิภาพด้านระยะเวลาสื่อสารข้อมูลและเทคนิคการเพิ่มผลิตภาพการสื่อสารระหว่างด้วยแนวคิดแบบ Lean Office และเครื่องมือ Kanban Board

เอกสารอ้างอิง

[1] Tanawat Pratyaroongroj. (2020). How to: Agile มือใหม่หัดใช้ Kanban. สืบค้นจาก https://blog.maqe.com

[2] Tinnapat Teesuwan. (2020). Trello 101 บทเรียนการใช้งานโปรแกรมบริหารการจัดการใช้งานสุดง่ายและแสนสะดวก. สืบค้นจาก https://dev.classmethod.jp/articles/trello-101-whats-about-trello/

[3] The Growth Master. (2020). เปรียบเทียบ Management Software ตัวดัง Trello, Asana, monday.com. สืบค้นจาก https://thegrowthmaster.com/software-review/trello-asana-monday-comparison.

[4] โกศล ดีศีลธรรม. (2021). พัฒนาผลิตภาพระบบสำนักงานด้วยแนวคิดลีน. สืบค้นเมื่อ 22 มกราคม 2021, จาก http://www.thailandindustry.com

[5] วรธิดา รัตนโค้น. (2016). การประยุกต์ใช้แนวความคิดแบบลีนมาปรับปรุงกระบวนการทำงานแผนกบัญชี. วิทยานิพนธ์ บธ.ม. (บริหารธุรกิจ) บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา.

[6] หญิงหลง อรรถกระวีสุนทร. (2021). Trello: Project Management with Trello. สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2021, จาก http://www.clib.psu.ac.th/km/introduction-to-trello.htm

[7] สุขสันต์ ภานนท์. (2016). การจัดชุดเอกสารเพื่อลดระยะเวลาในการปล่อยDelivery Order (D/O) กรณีศึกษา บริษัท เฟรทลิ้งค์ เอ็กซ์เพรส (ประเทศไทย) จำกัด. โครงงานสหกิจศึกษา บธ.บ. (การจัดการอุตสาหกรรม). คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

[8] เทียนพรรณ บัวสมุย. (2012). การลด Lead Time สินค้าอะไหล่สำรองกรณีศึกษา บริษัท ไทย เอ็นโอเค จำกัด. โครงงานสหกิจศึกษา บธ.บ. (การจัดการอุตสาหกรรม). คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

[9] ณัฐพร ชื่นสุข. (2017). ติดตั้งระบบ Kanban ของไลน์ WD. โครงงานสหกิจศึกษา วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม). คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

การปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ เพื่อลดผลกระทบต่อต้นทุนคุณภาพ

AN IMPROVEMENT OF PRODUCT QUALITY INSPECTION PROCESSES TO REDUCE THE IMPACT ON COST OF QUALITY

1st ชยุดา สืบดี
Chayuda Suebdee
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration,
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok / Thailand
su.chayuda_st@tni.ac.th

2nd พิชิต งามจรัสศรีวิชัย
Pichit Ngamjarussrivichai
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration,
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok / Thailand
pichit_n@tni.ac.th

บทคัดย่อ — **วิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงคุณภาพและควบคุมต้นทุนคุณภาพ กรณีศึกษาอุตสาหกรรมฉีดขึ้นรูปชิ้นส่วนพลาสติกแห่งหนึ่ง เกิดอัตราของเสียที่เป็นความสูญเสียภายนอก ในปริมาณที่ส่งผลกระทบต่ออัตราส่วนคุณภาพผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ เกินค่าเป้าหมายที่กำหนดโดยลูกค้า จึงทำการทดลองเพื่อเลือกชิ้นงานขึ้นรูปพลาสติกที่มีอัตราการส่งคืนสูง 75% ศึกษาย้อนกลับถึงสาเหตุของเสีย ซึ่งสาเหตุที่พบเกิดจากการตรวจสอบไม่เป็นมาตรฐานที่กำหนด ทักษะตรวจสอบโดยพนักงานไม่แม่นยำ ทักษะเฉลี่ย 50% ของค่า Skill Matrix จึงดำเนินการปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบคุณภาพโดยวิเคราะห์ 4M Analysis และ Why-Why Analysis เพื่อหาความสัมพันธ์และรากเหง้าปัญหา และสัมภาษณ์ข้อมูลผู้ปฏิบัติงานหน้างาน หัวหน้างาน ประกอบกับเอกสารทุติยภูมิ อาทิ Diary Injection Report โดยวางแผนพัฒนาทักษะด้านการตรวจสอบคุณภาพเพิ่มขึ้นจากค่าเฉลี่ยของ Inspector Skill Matrix และออกแบบขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานที่เป็นมาตรฐาน ประกอบด้วย Work Instruction และ One-Point Lesson โดยสามารถลดผลกระทบจากของเสียประเภทความสูญเสียภายนอก เหลือ 25% และลดต้นทุนความเสียภายนอกได้ตามเกณฑ์ค่าเป้าหมาย**

คำสำคัญ — **ปรับปรุงคุณภาพ, ต้นทุนคุณภาพ, ต้นทุนความสูญเสียภายนอก, Skill Matrix**

ABSTRACT **— This research studies quality improvement and cost of quality, a case study in the injection molding industry of plastic parts. There was a rate of external failure in the amount that had a significant effect on the product quality ratio. Exceeds the target value set by the customer Therefore, experiments were conducted to select plastic molded parts with a high return rate of 75%. The findings were found due to an unusual audit that was required to be audited by the employee who had not learned 50% of the skill matrix, performing a quality audit by analyzing 4M Analysis and Why-Why Analysis, and the information of the head operator. Work with secondary documents for example, Diary Injection Report plans to develop quality inspection skills to increase from average, Inspector Skill Matrix, and design standard quality inspection procedures, including Work Instruction and One-Point Lesson effects of external failure cost reduce of 25% and according to customer target value.**

Keywords **— Quality Improvement, Cost of Quality, External Failure, Skill Matrix**

I. บทนำ

I.I ความเป็นมาของงานวิจัย

ในปัจจุบันสภาวะการแข่งขันทางด้านอุตสาหกรรมการผลิตมีแนวโน้มที่สูงมากขึ้นพบว่าคุณภาพสินค้าและการการส่งมอบสินค้าเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อศักยภาพของการแข่งขัน อุตสาหกรรมจึงจำเป็นต้องผลิตสินค้าให้ได้ปริมาณที่สูงเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าภายใต้ระยะเวลาและวัตถุดิบที่มีอยู่อย่างจำกัด ขณะเดียวกันคุณภาพสินค้าถือเป็นหนึ่งใน Operations Performance ของธุรกิจ จากการศึกษาวิจัยกรณีศึกษานี้พบว่า เกิดกรณีที่ลูกค้ามีการเคลมสินค้าคืนเป็นประจำ ซึ่งส่งผลต่อต้นทุนคุณภาพ ด้านต้นทุนความสูญเสียภายนอก (External Failure of Cost of Quality) **[3]**, **[4]** และค่าการประเมินผลกระทบด้านคุณภาพจากลูกค้าสูงเกินเป้าหมายที่กำหนด จึงเป็นประเด็นสำคัญของโจทย์การวิจัยเพื่อทำการศึกษาและเลือกชิ้นงานที่มีการเคลมจากลูกค้าสูงที่สุดหรือมีความถี่สูง เพื่อวิเคราะห์ปัญหาความเชื่อมโยงและทำการวางแนวทางแก้ไขให้ปริมาณของเสียลดลงได้ตามเป้าหมาย และส่งผลการประเมินผลกระทบคุณภาพอยู่ในค่าเกณฑ์เป้าหมายที่ลูกค้ากำหนด โดยสาเหตุเบื้องต้นจากการสำรวจสภาพปัจจุบันอาจเกิดจาก พนักงาน (Operators) ไม่ได้ปฏิบัติงานตามขั้นตอนการตรวจสอบชิ้นงานที่กำหนด หรือมีทักษะการทำงานและการตัดสินใจด้านคุณภาพชิ้นงานไม่ถึง 100% ของทักษะการ

ทำงาน **[1]**, **[2]** อย่างไรก็ตามเป็นหนึ่งประเด็นสำคัญของการวิเคราะห์ 4M Analysis ของการวิจัยต่อไป เพื่อทำการควบคุมต้นทุนคุณภาพ และปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพ โดยลดผลกระทบด้านคุณภาพโดยรวมที่จะส่งผลต่อกลุ่มลูกค้าที่ใช้งานผลิตภัณฑ์ต่อไป

I.II ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

I.II.I การวิเคราะห์ 4M (4M Analysis)

พื้นฐานของกระบวนการทำงานในการผลิตประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ บุคลากร (Man), วัตถุดิบ (Materials), เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ (Machine) และวิธีการ (Method) โดยการบริหารให้ทั้งหมดมีความสมดุลและสอดประสานกับระบบของการผลิตได้เป็นสิ่งสำคัญ หากมีองค์ประกอบใดที่เกิดปัญหา ย่อมส่งผลโดยรวมต่อระบบการทำงานเช่นกัน

1. บุคลากร (Man) – ถือเป็นทรัพยากรหลักที่สำคัญของระบบการทำงาน เพราะมีการวางแผน ออกแบบ การดำเนินงานโดยบุคลากรเป็นหลัก ซึ่งต้องได้รับการพัฒนาทั้งด้านองค์ความรู้ (Knowledge) ประสบการณ์ (Experiences) และทักษะในการทำงาน (Skills) เพื่อยกระดับประสิทธิภาพการทำงาน

2. วัตถุดิบ (Materials) – ประกอบด้วยวัตถุดิบหลัก ชิ้นส่วนประกอบ อะไหล่ ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่เป็นหนึ่งในองค์ประกอบของการแปรรูปผลิตภัณฑ์หรืองานบริการ ซึ่งต้องได้รับการบริหารจัดการวัสดุคงคลัง (Inventory Management) อย่างเหมาะสม

3. เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ (Machine) – ถือเป็นทรัพยากรที่มีต้นทุนในการดำเนินงานและทำงานสอดประสานกับบุคลากร อำนวยความสะดวกในการระบบการดำเนินงาน โดยมีทั้งเครื่องจักรแบบอัตโนมัติ และกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งต้องได้รับการดูแลรักษาให้เหมาะสมด้วยการบำรุงรักษา (Maintenance Management) เพื่อให้เครื่องจักรมีสมรรถนะการทำงานหรือค่า %OEE ที่เหมาะสม

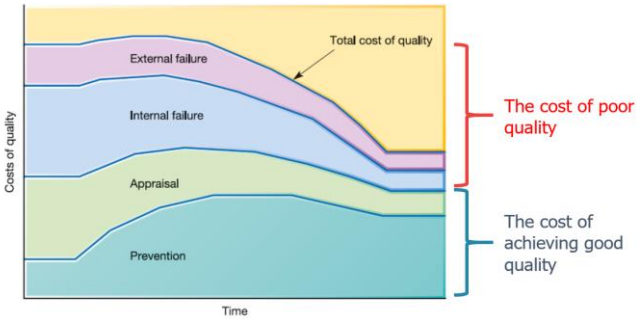
4. วิธีการ (Method) - เป็นวิธีการ ขั้นตอนหรือกระบวนการแปรสภาพของผลิตภัณฑ์หรืองานบริการ โดยต้องได้รับการออกแบบและพัฒนากระบวนการที่ดีจะสามารถสอดประสานระหว่างบุคลากร (Man) ร่วมกับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ (Machine) เพื่อทำให้วัตถุดิบ (Materials) ถูกแปลงสภาพได้อย่างมีคุณภาพนั่นเอง **[1]**

สำหรับการวิเคราะห์ 4M Analysis เพื่อต้องการวิเคราะห์เกี่ยวกับพื้นฐานของระบบการดำเนินงานว่ามีส่วนประกอบใดที่มีปัญหาและต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขหรือไม่ โดยพิจารณาจาก Operations Performance เป็นพื้นฐาน ประกอบด้วย คุณภาพ (Quality), ความน่าเชื่อถือ (Dependability), ความเร็ว (Speed), ความยืดหยุ่น (Flexibility) และต้นทุน (Cost)

I.II.II การจัดการคุณภาพและต้นทุนคุณภาพ (Quality Management and Cost of Quality)

การจัดการคุณภาพ (Quality Management) มีระดับของการจัดการคุณภาพที่มีผลต่อกลยุทธ์องค์กร ประกอบด้วย ระดับที่ 1 Inspection เป็นขั้นการตรวจสอบสิ่งผิดปกติและทำการแก้ไขเฉพาะที่หน้างานเป็นหลัก ระดับที่ 2 Quality Control (QC) เป็นการวิเคราะห์กระบวนการตามมาตรฐานคุณภาพและใช้วิธีการทางสถิติร่วมด้วย ระดับที่ 3 Quality Assurance (QA) เป็นระบบของคุณภาพ ต้นทุนคุณภาพ การวางแผนเกี่ยวกับคุณภาพขององค์กร ระดับที่ 4 Total Quality Management (TQM) เป็นการจัดการคุณภาพเชิงกลยุทธ์ สร้างทีมงานและให้อำนาจการตัดสินใจกับบุคลากรหรือทีมงานโดยทุกคนมีส่วนร่วมตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำของกระบวนการผลิต **[2]**

ต้นทุนคุณภาพ (Cost of Quality) ถือเป็นหนึ่งในต้นทุนสำคัญของธุรกิจเพื่อดำเนินการเกี่ยวกับความไม่สอดคล้องตามข้อกำหนดด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือบริการ ที่ส่งผลต่อความน่าเชื่อถือขององค์กรและชื่อเสียง โดยหากจัดแบ่งประเภทของต้นทุนคุณภาพจะประกอบด้วยต้นทุน 2 ประเภทใหญ่คือ ต้นทุนคุณภาพประเภทดี (The cost of achieving good quality) และต้นทุนคุณภาพประเภทไม่ดี (The cost of poor quality) และหากแบ่งย่อยจะสามารถแบ่งได้ 4 ประเภท ประกอบด้วย 1) ต้นทุนการป้องกัน (Prevention Cost) เช่น การฝึกอบรมพนักงาน การออกแบบกระบวนการ 2) ต้นทุนการประเมิน (Appraisal Cost) เช่น การสอบเทียบอุปกรณ์ การบำรุงรักษาเครื่องจักร การทดสอบขั้นสุดท้ายของกระบวนการ 3) ต้นทุนความสูญเสียภายใน (Internal Failure) เช่น ต้นทุนที่เกิดจากวัตถุดิบเสียหายระหว่างกระบวนการ เกิดความผิดพลาดในกระบวนการแปรรูป และ 4) ต้นทุนความสูญเสียภายนอก (External Failure) เช่น ต้นทุนจากการเคลมสินค้า การเปลี่ยนสินค้า เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพไปถึงมือของลูกค้าและไม่ยอมรับคุณภาพนั้นๆ หรือต้นทุนจากการร้องเรียนปัญหาคุณภาพ เป็นต้น **[3], [4]** ซึ่งงานวิจัยนี้เน้นการวิเคราะห์และปรับปรุงวิธีการตรวจสอบเพื่อยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์และลดโอกาสและผลกระทบที่มีต่อต้นทุนความสูญเสียภายนอก



รูปที่ I. องค์ประกอบของต้นทุนคุณภาพ (Cost of Quality) **[3]**

หากองค์กรสามารถบริหารจัดการคุณภาพและบริหารทรัพยากรพื้นฐานของระบบคือ 4M จะสามารถช่วยลดผลกระทบที่มีต่อต้นทุนคุณภาพในด้านไม่ดีได้ คือ ต้นทุนความสูญเสียภายในและภายนอกนั่นเอง และโดยรวมองค์กรจะสามารถลดต้นทุนการผลิตได้อย่างเหมาะสมอีกด้วย

ตัวอย่างเช่น เทคนิคลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตและลดต้นทุนในการผลิตด้านคุณภาพจากปัญหาลักษณะของเสียที่เกิดจากสีบางที่ตัวรางไฟ ทำการแก้ไขด้วยวิธีการปรับปืนพ่นสีและมีความห่างจากชิ้นงาน 8 นิ้ว ของเสียประเภทสีบาง ลดเหลือเพียงร้อยละ 0.45 ของยอดการผลิต และสามารถลดค่าใช้จ่ายคิดเป็นจำนวนเงิน 6,374.09 บาทต่อเดือน **[5]** หรือการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตถุงลมนิรภัยด้านข้างเพื่อให้ตอบสนองและรองรับความต้องการของลูกค้า ทำการประยุกต์ใช้เทคนิควิศวกรรมอุตสาหการ สามารถลดพนักงานในสายการผลิตได้ถึง 3 คน

ผลผลิตเพิ่มขึ้น 11 ชิ้นต่อชั่วโมง อัตราผลิตภาพเพิ่มขึ้นจาก 3.16 ชิ้นต่อคน-ชั่วโมง เพิ่มเป็น 4.43 ชิ้นต่อคน-ชั่วโมง ด้านคุณภาพสามารถลดของเสียได้ถึง 2.03% จากเดิม 3.07% ลดเหลือ 1.08% **[6]** และอีกกรณีประยุกต์ร่วมกับหลักการบริการลูกค้า โดยศึกษาคุณภาพการให้บริการของบริษัทกรณีศึกษา โดยใช้แบบประเมิน SERVQUAL และแบบจำลองคาโน สำหรับหาช่องว่างของความต้องการของลูกค้า กำหนดระดับความพึงพอใจของลูกค้า และสร้างแผนการปรับปรุงคุณภาพด้านบริการ ผลการศึกษาพบว่าบริษัทกรณีศึกษาควรทำการควบคุมและปรับปรุงคุณภาพการบริการ **[7]**

II. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ออกแบบการตรวจสอบคุณภาพใหม่เพื่อปรับปรุงขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานก่อนนำส่งตามมาตรฐานที่ลูกค้ากำหนด โดยพนักงานสามารถปฏิบัติตามมาตรฐานได้อย่างถูกต้อง และลดจำนวนของเสียที่หลุดรอดไปถึงลูกค้าจาก 75% เหลือ 25% ที่ส่งผลต่อต้นทุนคุณภาพประเภทต้นทุนความสูญเสียภายนอก (External Failure)

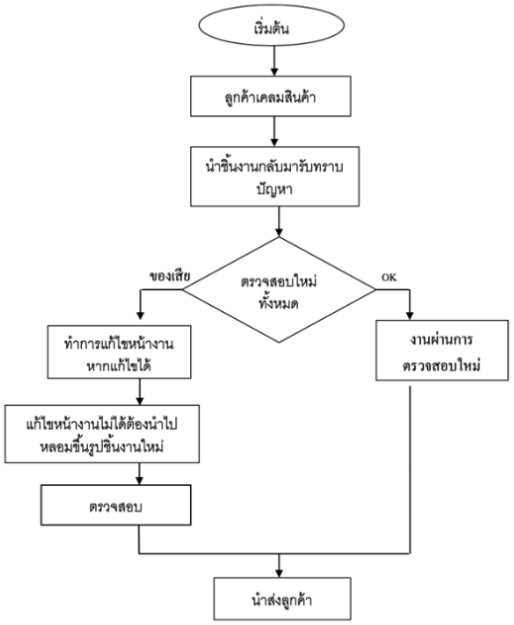
III. วิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้ใช้กระบวนการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) โดยศึกษากระบวนการเพื่อปรับปรุงประเด็นคุณภาพงาน เพื่อลดของเสียของชิ้นส่วนรถยนต์ โดยการวิเคราะห์ 4M และการวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพร่วมด้วย นำสู่การปรับปรุงลำดับขั้นตอนในการตรวจสอบชิ้นงานและพัฒนาทักษะของบุคลากร มีกรอบแนวคิดของการวิจัย ดังนี้

ตารางที่ I. กรอบแนวคิดการวิจัย

ปัจจัยนำเข้า (input)	กระบวนการ (process)	ผลลัพธ์ (output)
- ข้อมูลลำดับขั้นตอนการตรวจสอบชิ้นงาน - ข้อมูลทักษะของพนักงานในลักษณะของ Skill matrix	- ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลของกระบวนการตรวจสอบด้วยเทคนิค 4M Analysis ร่วมกับต้นทุนคุณภาพ (Cost of Quality) - วางแผนและออกแบบวิการปรับปรุงของลำดับขั้นตอนการตรวจสอบงานและการพัฒนาทักษะของบุคลากรที่เกี่ยวข้อง	One-Point Lesson สำหรับใช้เป็นมาตรฐานขั้นตอนการตรวจสอบชิ้นงาน และสำหรับฝึกอบรมที่หน้างานพัฒนาทักษะการตรวจสอบงานให้ได้ 100% และลดปริมาณของเสียที่หลุดถึงลูกค้าได้ตามเป้าหมาย

จากการศึกษาลำดับขั้นตอนของกระบวนการตรวจสอบเริ่มต้นจากลูกค้ามีการเคลมสินค้า นำชิ้นงานกลับมาเพื่อรับทราบปัญหา ดำเนินการตรวจสอบใหม่ทั้งหมด เพื่อคัดแยกว่าเป็นชิ้นงานดีหรือเสีย หากพบเสียจะดำเนินการแก้ไขและตรวจสอบขั้นสุดท้ายก่อนนำส่งลูกค้าอีกครั้ง ดังรูปที่ II



รูปที่ II. ภาพรวมของกระบวนการตรวจสอบชิ้นงาน

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล เริ่มจากการสอบถามพนักงานปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการตรวจสอบ สังเกตการณ์สภาพปัญหาในขั้นตอนตรวจชิ้นงาน และจากเอกสารการเคลมสินค้าย้อนหลังของลูกค้าเพื่อเป็นหลักฐานทุติยภูมิประกอบการวิเคราะห์ โดยใช้เครื่องมือ 4M Analysis การสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงาน (Interview) และการสังเกตการณ์ (Observation) ที่หน้างานจริง

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล รวบรวมข้อมูลกระบวนการ ศึกษาแต่ละขั้นตอนว่ามีรายละเอียดของการตรวจสอบชิ้นงานอย่างไร และข้อมูลจำนวนของเสียที่หลุดไปถึงลูกค้า ข้อมูลทักษะการทำงานของพนักงานจาก Skill Matrix และเอกสารประเมินผลการปฏิบัติงานประจำเดือน เพื่อตรวจสอบทักษะที่เกี่ยวข้องมีความเหมาะสมหรือไม่ และเพื่อวางแผนในการปรับปรุงพัฒนาต่อไป หลังจากกระบวนการวิเคราะห์จะทำการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการดำเนินงาน ประกอบด้วย การกำหนดวิธีการตรวจสอบชิ้นงานอย่างเป็นระบบ การตรวจสอบและทวนสอบทักษะการปฏิบัติงานของพนักงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการ โดยแสดงเป็นร้อยละของการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพของพนักงานก่อนและหลังการปรับปรุง ร้อยละการเลี่ยนแปลงของทักษะการทำงาน และร้อยละของของเสียที่หลุดไปถึงลูกค้า (เปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการ)

IV. ผลการวิจัย

IV.I การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค 4M Analysis และต้นทุนคุณภาพ

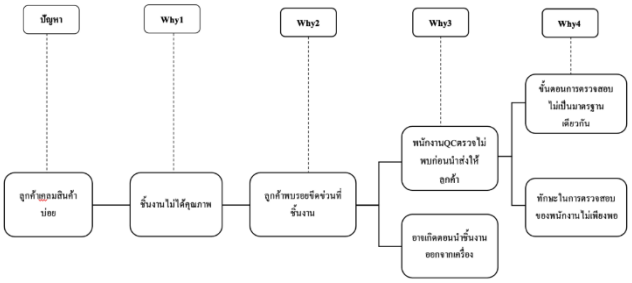
จากการศึกษาขั้นตอนการตรวจสอบชิ้นงานดังรูปที่ II. และการลงพื้นที่สำรวจเก็บข้อมูลหน้างานและการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องที่พื้นที่ปฏิบัติงาน พบว่า พนักงานปฏิบัติงานแต่ละคนมีวิธีการตรวจสอบชิ้นงานในลพดับขั้นตอนตามความถนัดของตนเอง โดยสังเกตการณ์ว่า ปัญหาที่พบคือไม่ราบลำดับขั้นตอนการทำงานที่เป็นมาตรฐาน และอาจตรวจสอบข้ามขั้นตอน ไม่ครบถ้วนจึงมีผลต่อของเสียที่หลุดไปถึงลูกค้าได้ ซึ่งเป็น

ประเด็นเกี่ยวกับ บุคลากร (Man) และวิธีการ (Method) ซึ่งจากการสรุปผลวิเคราะห์ 4M Analysis ได้ดังตารางที่ II.

ตารางที่ II. การวิเคราะห์ 4M

Process	Standard	Actual	Result
Man	Skill 75% UP	Skill untill 75%	X
M/C	Standard	N/A	O
Method	Standard	Not follow up standard	X
Material	N/A	N/A	O

หลังจากการวิเคราะห์ 4M จะทำการยืนยันสภาพการณ์ของปัญหาที่เกิดจาก บุคลากร (Man) และวิธีการ (Method) ข้างต้นด้วยการวิเคราะห์เชิงลึกโดยใช้ Why-Why Analysis เพื่อทวนสอบและยืนยันสภาพปัจจุบันเกี่ยวกับการเคลมสินค้าจากลูกค้า ดังรูปที่ III.

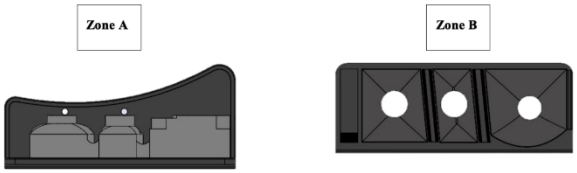


รูปที่ III. วิเคราะห์สาเหตุการเคลมจากลูกค้าด้วย Why-Why Analysis

จากการวิเคราะห์จึงพบว่าสาเหตุหลักที่ลูกค้าเคลมงานมี 2 ประเด็น คือ ประเด็นที่ 1 ปัญหาที่พบอาจเกิดตอนที่นำชิ้นงานออกจากเครื่องจักรเกิดจากต้นกระบวนการ ประเด็นที่ 2 พนักงานปฏิบัติงานแผนกควบคุมคุณภาพ (QC) ตรวจไม่พบของเสียก่อนนำส่งให้กับลูกค้า ส่งผลให้ลูกค้ารับสินค้าที่เป็นของเสียและเกิดการส่งเคลมงานกลับมาเป็นจำนวนมาก ซึ่งส่งผลกระทบต่อต้นทุนคุณภาพ (Cost of Quality) ประเภทต้นทุนความสูญเสียภายนอก (External Failure) และจากการไปศึกษาหน้างานวิเคราะห์ 4M Analysis และยืนยันด้วย Why-Why Analysis จึงทราบสาเหตุที่แท้จริง (Root cause) คือ พนักงานปฏิบัติงานแผนกควบคุมคุณภาพ ใช้ทักษะในการตรวจสอบไม่ได้ตามมาตรฐานการตรวจสอบที่กำหนด เนื่องจากไม่มีระบบกำหนดขั้นตอนการตรวจสอบที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน จึงสรุปว่าเกิดจากการ 4M สองส่วนหลักคือ บุคลากร (Man) และวิธีการ (Method) และผู้วิจัยจะได้ดำเนินการออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาต่อไป

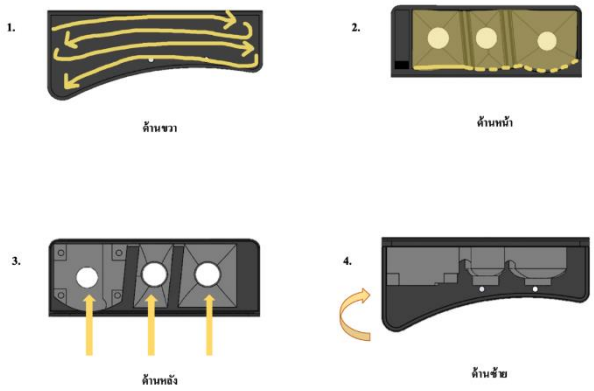
IV.II การออกแบบขั้นตอนการตรวจสอบ

หลังจากดำเนินการวิเคราะห์และสรุปประเด็นปัญหาแล้ว จะนำสู่การออกแบบเพื่อการปรับปรุงขั้นตอนการตรวจสอบชิ้นงาน เพื่อป้องกันและลดของเสียหลุดถึงลูกค้า และเพื่อลดต้นทุนคุณภาพในส่วนที่ไม่ดี คือ ต้นทุนจากความสูญเสียภายนอก (External Failure) โดยดำเนินการดังต่อไปนี้ 1) ดำเนินการออกแบบพื้นที่การตรวจสอบชิ้นงานโดยแบ่งเป็น Zone A หมายถึง พื้นที่ด้านข้างของชิ้นงาน และ Zone B หมายถึงด้านหน้าของชิ้นงาน เพื่อเป็นการแบ่งพื้นที่สำหรับตรวจสอบที่ให้พนักงานควบคุมคุณภาพทำการตรวจสอบได้ง่ายและไม่ข้ามขั้นตอนแบบเดิม ดังรูปที่ IV



รูปที่ IV. แยกพื้นที่ในการตรวจสอบชิ้นงาน

หลังจากแบ่งพื้นที่แล้ว ดำเนินการกำหนดมาตรฐานสำหรับวิธีการตรวจสอบอย่างเป็นขั้นตอน (Step-by-Step) เพื่อให้พนักงานปฏิบัติงานเรียนรู้ พัฒนาทักษะได้อย่างรวดเร็วและลดข้อผิดพลาดในการตรวจสอบงานได้ ดังรูปที่ V



รูปที่ V. กำหนดวิธีการตรวจสอบ Step-by-Step

จากรูปที่ V. ในการกำหนดวิธีการตรวจสอบแบบมีลำดับขั้นตอนประกอบด้วย

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการตรวจสอบส่วนของ Zone A ด้านขวา พนักงานปฏิบัติงานจะไล่สายตาตามลูกศรเพื่อตรวจสอบว่ามีรอยขีดข่วนและรอยประสานพลาสติกของชิ้นงานหรือไม่

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการตรวจสอบส่วนของ Zone B ด้านหน้า พนักงานปฏิบัติงานจะตรวจสอบหาความผิดปกติ โดยชิ้นงานนั้นต้องไม่มีรอยขีดข่วน และไม่มีพลาสติกเกินตามขอบของชิ้นงาน หากพบต้องทำเรื่องแจ้งฝ่ายที่เกี่ยวข้องเพื่อรีบทำการแก้ไขให้ได้ตามข้อกำหนดคุณภาพ

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการตรวจสอบส่วนของ Zone B ตรวจสอบรูทั้งสามรู ว่าจะต้องไม่มีพลาสติกเกินในขอบ หากพบต้องทำการตัดส่วนที่เกินออก

ขั้นตอนที่ 4 เป็นการหมุนเพื่อตรวจสอบขอบของชิ้นงาน ว่าจะต้องไม่มีรอยขีดข่วน และไม่มีพลาสติกเกินขอบชิ้นงาน ไม่มีรอยประสานพลาสติก หากพนักงานปฏิบัติงาน ตรวจพบความผิดปกติจะต้องทำเรื่องแจ้งทุกส่วนที่เกี่ยวข้องและดำเนินการแก้ไข ทั้งนี้ในส่วนของการแก้ไข บางชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพ จะต้องนำไปเข้ากระบวนการหลอมใหม่ เพราะไม่

สามารถแก้ไขได้จากกระบวนการอื่น และส่งผลให้เกิดต้นทุนการผลิตชิ้นงานสูงขึ้น

หลังจากออกแบบเกี่ยวกับขั้นตอนการตรวจสอบชิ้นงาน ถือเป็นการปรับปรุงตามการวิเคราะห์ 4M Analysis ในประเด็นของวิธีการ (Method) ต่อไปจะดำเนินการปรับปรุงในส่วนของบุคลากร (Man) ซึ่งเป็นพนักงานปฏิบัติงานด้านการควบคุมคุณภาพ (QC) ดังนี้

จัดทำระบบการตรวจสอบการปฏิบัติงานตามมาตรฐานประจำวันและทำการประเมินผลการปฏิบัติงานประจำเดือน โดยมีหัวหน้างานเป็นผู้ประเมินทักษะของพนักงาน ประกอบด้วย 1) ควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิตสินค้าให้สอดคล้องตามระบบมาตรฐาน 2) มีความรู้ความเข้าใจในระบบมาตรฐาน GMP/HACCP,HALAL,ISO 3) จัดทำเอกสาร แก้ไขปรับปรุงเอกสารที่เกี่ยวข้องในระบบคุณภาพ 4) ควบคุมดูแลอุปกรณ์ตรวจสอบ ดูแลทรัพย์สินเครื่องมือและพื้นที่ปฏิบัติงานที่รับผิดชอบให้อยู่ในสภาพที่ดีและพร้อมใช้งานอย่างสมบูรณ์ 100% 5) สมบูรณ์สะอาดเรียบร้อยตลอดเวลา 6) รายงานผลการปฏิบัติงานและปัญหาต่างๆ ให้ผู้บังคับบัญชาทราบทันทีที่เสร็จสิ้นภารกิจนั้นๆ และ 7) ปฏิบัติงานในหน้าที่และงานอื่นๆ ตามที่ได้รับมอบหมายจากผู้บังคับบัญชาอย่างเต็มประสิทธิภาพและเป็นไปตามวิธีการปฏิบัติงานที่กำหนดด้วยความปลอดภัย โดยการประเมินผลการปฏิบัติงานจากการสังเกต สัมภาษณ์ และทดลองปฏิบัติงานพร้อมคะแนนแล้วทำการหาค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละ ได้ผลดังนี้

		Skill		
IPQC.	Before	◑	Hight mistake	Weak Point (ข้อเสีย)
	After	◓	Assure for ins.	Strengthen point (ข้อดี)

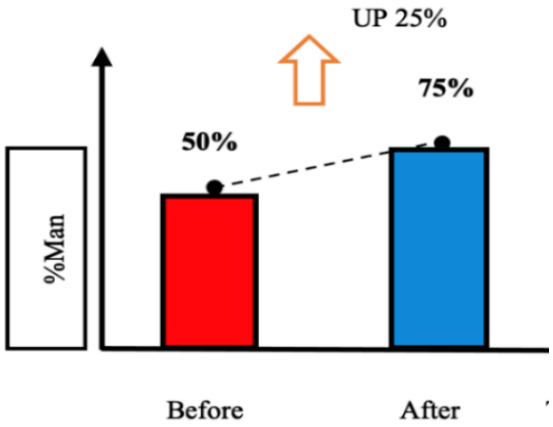
รูปที่ VI. Skill Matrix ก่อนและหลังการปรับปรุง

ก่อนการทำการปรับปรุงทักษะการปฏิบัติงาน ของพนักงานมีเพียง 50% ซึ่งไม่เป็นไปตามข้อกำหนดการทำงาน ทำการพัฒนาทักษะตามข้อกำหนดและทดสอบผลทักษะอยู่ในระดับ 100% สามารถเรียนรู้ ทำงานและมีความสามารถในการถ่ายทอดงานต่อได้ ซึ่งประเมินผลได้ว่าจัดอยู่ในเกณฑ์ที่มีประสิทธิภาพที่จะสามารถป้องกันของเสียหลุดถึงลูกค้าได้และลดต้นทุนความสูญเสียภายนอก ซึ่งเกิดจากการที่ลูกค้าเคลมสินค้ากลับได้ด้วย

IV.II ผลการปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบชิ้นงาน

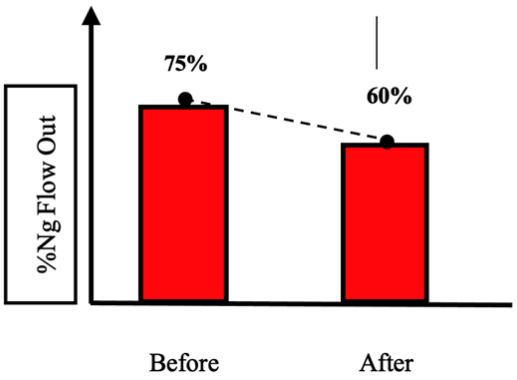
เมื่อดำเนินการออกแบบลำดับการตรวจสอบและรายละเอียดข้อกำหนดของกระบวนการ (Method) สำหรับการตรวจสอบชิ้นงาน และจัดทำหลักเกณฑ์ของทักษะพนักงานที่เหมาะสมในการปฏิบัติงานส่วนการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ทำให้การแก้ไขประเด็นปัญหาส่วนของวิธีการและบุคลากรตามที่วิเคราะห์สภาพปัญหาไว้ตอนต้นได้รับการปรับปรุงและพัฒนา เพื่อเป้าหมายในการลดของเสียของชิ้นงานที่จะหลุดไปถึงลูกค้า ส่งผลกระทบไปถึงต้นทุนคุณภาพ ด้านต้นทุนความสูญเสียภายนอกที่ควบคุมต้นทุนได้ยาก และส่งผลต่อต้นทุนการผลิตชิ้นงานโดยรวมสูงขึ้นโดยไม่มีความจำเป็น และค่าเคลมสินค้าที่เกิดขึ้นอีกด้วย อีกทั้งยังสามารถยกระดับความสามารถของทักษะการทำงานของพนักงานปฏิบัติงานได้อีกทางหนึ่งด้วย โดยสามารถแสดงผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงได้ ดังนี้

จากรูป VII. เป็นการประเมินผลจากการปฏิบัติงานและทดสอบทักษะของพนักงานปฏิบัติงานควบคุมคุณภาพ ซึ่งทำหน้าที่ตรวจสอบชิ้นงานในพื้นที่การวิจัยครั้งนี้ พบว่า ก่อนการปรับปรุงประสิทธิภาพและทักษะในการตรวจสอบชิ้นงานของพนักงานเฉลี่ยเท่ากับ 50% ซึ่งส่งผลให้การตัดสินใจว่าชิ้นงานดีหรือเสียมีความผิดพลาด มีขั้นตอนการตรวจสอบตามความถนัด ไม่มีมาตรฐานหรือข้อกำหนดที่เป็นขั้นตอนชัดเจน หลังการปรับปรุงเพิ่มขึ้น 25% อยู่ที่เท่ากับ 75% ซึ่งถือว่าได้ตามเป้าหมายที่กำหนด



รูปที่ VII. ร้อยละประสิทธิภาพของพนักงานก่อนและหลังการปรับปรุง

จากรูปที่ VIII. แสดงผลการประเมินเกี่ยวกับร้อยละของของเสียหลุดถึงลูกค้าเชิงเปรียบเทียบ พบว่าก่อนการปรับปรุงและดำเนินการต่างๆ มีค่าร้อยละของเสียที่หลุดกระบวนการตรวจสอบและถึงมือของลูกค้า เท่ากับ 75% ซึ่งถือว่าสูงมากและกระทบกับต้นทุนการผลิต ต้นทุนคุณภาพโดยตรง โดยเฉพาะต้นทุนความสูญเสียภายนอก (External Failure) หลังจากดำเนินการปรับกระบวนการและออกแบบใหม่ ส่งผลให้ลดลงเหลือ 60% โดยลดลงจากเดิม 15%

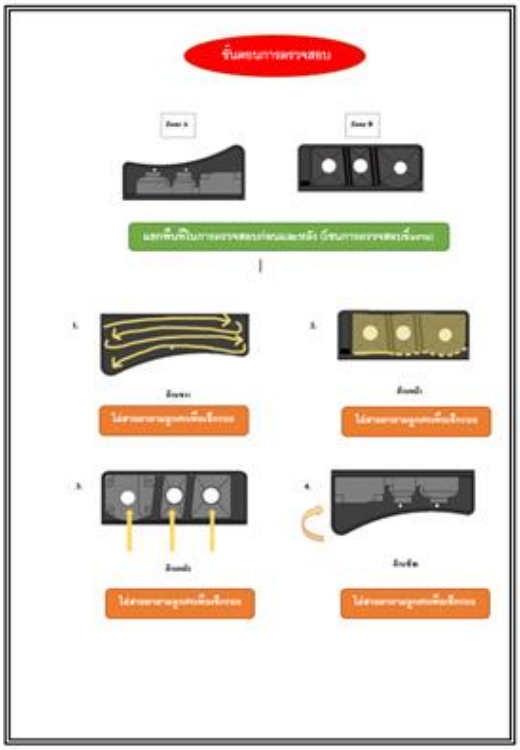


รูปที่ VIII. ร้อยละของของเสียหลุดถึงลูกค้าเชิงเปรียบเทียบ

V. สรุปผล

V.I บทสรุปการวิจัย

ผลจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค 4M Analysis ร่วมกับ Why-Why Analysis นำมาสู่การสรุปประเด็นการแก้ไขสองประเด็นคือ บุคลากรและวิธีการ ซึ่งได้ดำเนินการออกแบบข้อกำหนดและมาตรฐานการตรวจสอบชิ้นงานแบ่งเป็นสอง Zone หลักคือ Zone A และ Zone B เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานเรียนรู้และเห็นภาพของกระบวนการทำงานได้ชัดเจนและรวดเร็ว ดำเนินการประเมินเพื่อการปรับปรุงทักษะการตรวจสอบชิ้นงานของพนักงานที่เกี่ยวข้องและจัดทำข้อกำหนดที่เป็นมาตรฐานเกี่ยวกับด้านบุคลากร (Man) ที่จะทำหน้าที่ในการตรวจสอบในลักษณะเช่นเดียวกัน โดยมีการประเมินผลประจำเดือน ซึ่งหัวหน้าหรือผู้รับผิดชอบในการประเมินดำเนินการ เพื่อเป็นการควบคุมมาตรฐานให้มีประสิทธิภาพในระยะยาว รวมถึงการออกแบบลำดับขั้นตอนการตรวจสอบงานที่เป็นมาตรฐานเดียวกันทั้งกระบวนการ และมีการออกแบบเอกสารที่ใช้สำหรับพื้นที่การปฏิบัติการในรูปแบบของบทเรียนเฉพาะจุด หรือ One Point Lesson ดังตัวอย่างรูปที่ IX.



รูปที่ IX. One Point Lesson การตรวจสอบชิ้นงาน

V.II อภิปรายผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำหลักการจัดการคุณภาพ และต้นทุนคุณภาพมาใช้ในการดำเนินงานและวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือต่างๆ ดังที่กล่าวข้างต้น ซึ่งส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพในกระบวนการตรวจสอบชิ้นงานเพิ่มมากขึ้นและเป็นไปตามเป้าหมายของกรณีศึกษา สามารถวัดผลสำเร็จของงานหลังการปรับปรุงได้ชัดเจนว่าส่งผลให้ ร้อยละของของเสียหลุดไปถึงลูกค้านั้นลดลงได้ และสร้างความพึงพอใจ ความมั่นใจต่อกระบวนการทำงานขององค์กรมากขึ้น ซึ่งได้ผลดีทั้งมุมมองของต้นทุนในการผลิตที่ลดลง เนื่องจากของเสียในกระบวนการลดลง และต้นทุนคุณภาพ ในส่วนของต้นทุนความสูญเสียภายนอกลดลง เนื่องจากอัตราการเคลมสินค้าไม่ได้ตามคุณภาพลดลงไปด้วย ดังนั้นจึงส่งผลโดยรวมต่อกระบวนการควบคุมคุณภาพ ต้นทุนคุณภาพของกระบวนการและความน่าเชื่อถือของระบบงานองค์กร เชื่อมโยงกับ Operations Performance ในด้านของคุณภาพ (Quality) ด้านความน่าเชื่อถือ (Dependability) และต้นทุน (Cost) ที่ได้รับการปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น

ผลลัพธ์การวิจัยนี้สามารถใช้เป็นอีกหนึ่งวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวกับกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย (Final Inspection) ที่มีความสัมพันธ์กับพนักงานปฏิบัติการ (Man) ในกระบวนการทำงาน เนื่องจากวิธีการแก้ไขนั้นเน้นที่การปรับปรุงวิธีการ (Method) และทักษะของบุคลากร (Skills) เป็นสำคัญ โดยนำเสนอวิธีการพัฒนาทักษะที่ลดต้นทุนดำเนินการและใช้งานได้ผลเป็นอย่างดี เช่น One Point Lesson เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดเส้นโค้งการเรียนรู้ได้เร็ว ดูดซับความรู้และสร้างทักษะเชิงปฏิบัติการได้พร้อมกับการปรับปรุงวิธีการตรวจสอบคุณภาพที่เป็นการไหลของขั้นตอนตรวจสอบที่เข้าใจและเรียนรู้ได้ง่ายขึ้นเช่นกัน

แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ยังสามารถพัฒนาหรือต่อยอดขอบเขตการวิจัยได้ เช่น 1) ควรศึกษาปัจจัยที่เป็นตัวชี้วัดการประเมินผลการปฏิบัติงานของบุคลากรในบริษัทเพื่อใช้ประเมินผลและเป็นข้อมูลในการพัฒนาทักษะของผู้ปฏิบัติงานขององค์กร 2) ควรศึกษาความต้องการในการพัฒนาทักษะของบุคลากรในองค์กรเพื่อวางแนวทาง Training Roadmap ได้อย่างเหมาะสมและส่งผลต่อเส้นโค้งการเรียนรู้ (Learning Curve) ด้วย และ 3) การวิเคราะห์เชิงลึกเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของต้นทุนคุณภาพ (Cost of Quality) ของกระบวนการโดยรวมที่ส่งผลต่อต้นทุนการผลิตและ Yield Management

เอกสารอ้างอิง

[1] เกียรติพงษ์ อุดมธนะธีระ. (2018). ปัจจัยในกระบวนการผลิต 4 ด้าน (4M in Production Process). สืบค้นเมื่อ 16 มกราคม 2564, จาก https://www.iok2u.com/index.php/article/e-book/210-4m-in-production-process-4

[2] สุลีลา สาระพงศ์. 2560. การจัดการคุณภาพ Quality Management. สืบค้นเมื่อวันที่ 16 มกราคม 2564, จาก https://www.gotoknow.org/posts/322619

[3] Nigel Slack, Alistair Brandon-Jones and Robert Johnstoon. (2016). Operations Management. 8th Edition. United Kingdom; Pearson.

[4] กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2556. ต้นทุนของคุณภาพ. สืบค้นเมื่อ 16 มกราคม 2564,จาก https://bsc.dip.go.th/th/category/quality-control/qs-QualityCost

[5] ศุภเดช เบญจพัฒนมงคล และ วิฐิณัฐ ภัครพรหมินทร์. (2556). การประยุกต์ QC 7 Tools เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิต. วารสารสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น : บริหารธุรกิจและภาษา ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 เดือนตุลาคม 2555 – มีนาคม 2556.

[6] ทศพล ธงไชย. (2558). การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตถุงลมนิรภัย กรณีศึกษาบริษัทตัวอย่างการผลิตอุปกรณ์ความปลอดภัยสำหรับรถยนต์. สารนิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการอุตสาหกรรม). บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

[7] นฐพล ไกรศักดาวัฒน์. (2561). การปรับปรุงคุณภาพการให้บริการและความพึงพอใจของลูกค้า กรณีศึกษาผู้ให้บริการติดตั้งและซ่อมบำรุงระบบปรับอากาศ. สารนิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการอุตสาหกรรม). บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

เทคนิคการลดของเสียและต้นทุนการผลิตในกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์ประเภทกล่องกระดาษลูกฟูก

A REDUCING WASTES AND MANUFACTURING COSTS TECHNIQUE IN PACKAGING PRODUCTION LINE OF PAPER CORRUGATED

1st พัทธ์ธีรา เครือวงค์ศิริ
Patteera Kruawongsiri
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration,
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok / Thailand
kr.patteera_st@tni.ac.th

2nd พิชิต งามจรัสศรีวิชัย
Pichit Ngamjarussrivichai
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration,
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok / Thailand
pichit_n@tni.ac.th

บทคัดย่อ — **วิจัยกรณีศึกษาธุรกิจรับออกแบบและผลิตบรรจุภัณฑ์ประเภทพลาสติกและกระดาษลูกฟูก มีสัดส่วนกระดาษลูกฟูกคิดเป็นร้อยละ 90 ของการผลิตทั้งหมด สภาพปัจจุบันมีอัตราของเสียของวัตถุดิบหลักกระดาษลูกฟูกเสียหายปริมาณสูง ส่งผลกระทบต่อต้นทุนวัตถุดิบทางตรง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาสาเหตุและศึกษาเทคนิคที่ลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตดังกล่าว ทั้งนี้ปริมาณของเสีย ร้อนละ 95 เกิดในส่วนต้นน้ำของกระบวนการ ซึ่งเป็นการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์โดยเป็นงานระหว่างกระบวนการ พบสาเหตุหลัก 4 ประเด็นคือ 1) ของเสียที่ขั้นตอนการปั๊ม 2) ของเสียที่ขั้นตอนการพิมพ์ 3) ของเสียจากการขนย้าย และ 4) ของเสียจากวัตถุดิบ จึงวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุรากเหง้าและวางแนวทางและมาตรการที่เหมาะสมกับลักษณะอาการผิดปกติ อาทิ มาตรการสำหรับพิมพ์สีไม่เต็มบรรจุภัณฑ์ เกิดจุดสีบนบรรจุภัณฑ์ โดยจัดทำแนวทางสำหรับลดปริมาณของเสียจากสาเหตุหลัก และจัดทำมาตรฐานการควบคุมวัตถุดิบทางตรงในสภาพการณ์ที่เหมาะสมต่อกระบวนการผลิต เพื่อควบคุมและลดต้นทุนจากความสูญเสียในกระบวนการได้ ร้อยละ 5 ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด**

คำสำคัญ — กระดาษลูกฟูก, ต้นทุนการผลิต, วัตถุดิบทางตรง, ของเสีย, บรรจุภัณฑ์

ABSTRACT **— Research studies, packaging companies producing and designing plastic and corrugated paper. 90% of the total product is corrugated paper. The problem is producing large quantities of waste and affect the cost of direct materials. The purpose of this research is to find out the causes of waste and techniques for reducing waste. 95% of the waste is generated in the upstream part of the process. In the process of forming packaging (WIP), 4 main causes were found: 1) waste from die cut process, 2) waste from the printing process, 3) waste from shipment and 4) Waste from raw materials. Therefore, establishing guidelines for reducing the amount of waste from the main cause and establish standards for control in conditions suitable for the production process. The goal is to reduce costs from process losses by 5% of the total production cost.**

Keywords — Corrugated Paper, Production Cost, Direct Material, Waste, Packaging

I. บทนำ

I.I ที่มาและความสำคัญของปัญหา

บรรจุภัณฑ์ (Packaging) ถือเป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญยิ่งต่อผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปหนึ่งชนิด ทั้งการทำหน้าที่เป็นบรรจุภัณฑ์เพื่อห่อหุ้มผลิตภัณฑ์ หรือเพื่อความสวยงามของผลิตภัณฑ์ หรือเพื่อการขนส่ง เป็นต้น โดยมีลักษณะของบรรจุภัณฑ์หลากหลายประเภทสำหรับอุตสาหกรรม สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเฉพาะบรรจุภัณฑ์ประเภทกล่องกระดาษลูกฟูก โดยหน้าที่สำคัญของบรรจุภัณฑ์นี้จะเป็นตัวช่วยป้องกันผลิตภัณฑ์ภายในนั้นไม่ให้ได้รับความเสียหาย แตกหักหรือบุบสลาย และยังสามารถทำหน้าที่ช่วยดึงดูดความน่าสนใจในตัวผลิตภัณฑ์ในมุมมองของผู้บริโภคได้ด้วย ดังนั้นสิ่งที่ผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์ประเภทกล่องกระดาษลูกฟูกต้องดำเนินการควบคุมอย่างเข้มข้นคือ กระบวนการผลิต และคุณภาพของบรรจุภัณฑ์ เพื่อให้บรรจุภัณฑ์นั้นทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพและช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ภายในได้อย่างสมบูรณ์

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ลงพื้นที่ในส่วนของธุรกิจรับออกแบบผลิตบรรจุภัณฑ์ประเภทกล่องกระดาษลูกฟูกเป็นกรณีศึกษาของวิจัย โดยภาพรวมของอุตสาหกรรมดำเนินการรับผลิตและออกแบบบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ประกอบด้วย 5 แผนกในกระบวนการผลิต โดยผลิตภัณฑ์หลักเป็นกล่องบรรจุภัณฑ์ประเภทกระดาษลูกฟูก คิดเป็นสัดส่วนของการผลิต ร้อยละ 90 และเป็นกล่องบรรจุภัณฑ์ประเภทพลาสติกอีกร้อยละ 10 สภาพปัจจุบัน (Current situation) ของกรณีศึกษา พบว่า ส่วนของกระบวนการผลิตนั้นพบอัตราการเกิดของเสียปริมาณมากผิดปกติ โดยเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับแผนกต้นน้ำ (Up-steam process) ซึ่งถือว่าเป็นขั้นตอนผลิต

งานระหว่างกระบวนการ (Work-in-process: WIP) โดยประเมินสถานการณ์เบื้องต้นได้ว่ามีสาเหตุหลัก 4 ประเด็นคือ ประเด็นที่ 1 ของเสียที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการปั๊มงาน ประเด็นที่ 2 ของเสียที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการพิมพ์ลาย ประเด็นที่ 3 ของเสียที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการขนย้ายงาน และประเด็นที่ 4 ของเสียที่เกิดขึ้นจากวัตถุดิบ (Raw Materials) ซึ่งเป็นกระดาษลูกฟูกเป็นหลัก โดยมีลักษณะอาการผิดปกติ (Abnormal) ของวัตถุดิบหลักคือ พิมพ์สีไม่เต็มบรรจุภัณฑ์ และเกิดจุดสีบนบรรจุภัณฑ์ ส่งผลต่อต้นทุนด้านเวลา ต้นทุนการผลิตแต่ละกระบวนการ เนื่องจากต้องทำการผลิตบรรจุภัณฑ์ใหม่เพื่อทดแทนจำนวนชิ้นงานที่ผิดปกติ ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอแนวคิดเพื่อจัดทำแนวทางลดปริมาณของเสียจากสาเหตุหลักที่เกิดในกระบวนการผลิต โดยเฉพาะงานระหว่างกระบวนการ (WIP) และจัดทำมาตรฐานการควบคุมวัตถุดิบทางตรง ในสภาพการณ์ที่เหมาะสมต่อกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์โดยเฉพาะกล่องกระดาษลูกฟูกเพื่อควบคุมไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำ และให้ส่งผลต่อการลดต้นทุนจากความสูญเสียในกระบวนการอย่างน้อยร้อยละ 5 ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด

I.II ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ต้นทุนการผลิต (Manufacturing Costs) ประกอบด้วย วัตถุดิบทางตรง (Direct Material; DM) แรงงานทางตรง (Direct Labor; DL) และค่าใช้จ่ายอื่นในการผลิต (Manufacturing Overhead: MO) **[1]** โดยมีเทคนิคการลดต้นทุนการผลิต (Cost Manufacturing techniques) ในทางอุตสาหกรรมและวิศวกรรมมีเทคนิคการลดต้นทุนในการผลิตดังนี้

1) เทคนิควิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) เป็นการนำหลักการทางวิศวกรรมเข้ามาใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการทำงานเพื่อลดต้นทุนการผลิต **[3]**, **[4]** เช่น การลดเวลากระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกประเภทไดคัทขนาดใหญ่ โดยทำการออกแบบทางวิศวกรรมในการจัดสร้างเครื่องปะกาวขึ้นมาใช้แทนอุปกรณ์เดิม ส่งผลให้ เวลามาตรฐานรวมของกระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกประเภทไดคัทขนาดใหญ่ ลดลงจากเดิม 53.09 วินาทีต่อกล่อง เหลือ 26.24 วินาทีต่อกล่อง **[5]**

2) เทคนิคการควบคุมคุณภาพ (Quality Control) คือกิจกรรมที่ทำให้ผู้ผลิต ผลิตสินค้าออกมาได้อย่างมีคุณภาพเหมาะสมกับราคา เช่น เทคนิคลดของเสียประเภทจุดดำที่เกิดขึ้นในกระบวนการฉีดพลาสติกโดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ (QC Tool) ใช้ Check Sheet เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อแจกแจงปัญหาด้วยแผนภูมิพาเรโต (Pareto-Diagram) วิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนภูมิก้างปลา เพื่อกำหนดมาตรการปรับปรุงโดยสามารถลดการเกิดของเสียประเภทจุดดำ ลดลงจากเดิม 69.56 % **[6]**

3) เทคนิคการวางแผนควบคุมการผลิต (Production Planning and Control) เป็นการวางแผนในการจัดการปัจจัยในการผลิต คือ คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วัตถุดิบ (Material) วิธีการ (Method) หรือ 4M เช่น การลดของเสียจากปัญหาสล๊อตเลื่อนในการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก ใช้เทคนิค FMEA วิเคราะห์จุดบกพร่องเพื่อหาผลกระทบ และใช้เทคนิค PM Analysis ทำให้ทราบว่าปัญหานั้นเกิดจากชุดป้อนกระดาษมีสภาวะการทำงานไม่เหมาะสม จึงปรับปรุงและจัดทำวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรให้แก่พนักงาน **[7]** หรือการใช้ Q-Point ควบคุมมาตรฐานคุณภาพสินค้าเพื่อลดของเสียหลุดไปถึงลูกค้า ใช้ในการตรวจสอบด้วยสายตาและการตรวจสอบ 100% เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้บริหารและลูกค้า และลดค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการส่งพนักงานไปคัดแยกสินค้า **[8]**

4) เทคนิคการบริหารวัสดุคงคลัง (Inventory Management) เป็นการบริหารปริมาณสินค้าในคลังให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม โดยทำให้ต้นทุนโดยรวมต่ำที่สุด

5) เทคนิคการบริหารงานบำรุงรักษา (Maintenance Management) ในการทำงานของเครื่องจักร อาจเกิดเหตุการณ์ที่เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ชำรุดเสียหาย โดยลดความสูญเสีย ลดการเสียเวลา ลดความขัดข้องของเครื่องจักร ลดอุบัติเหตุ ผ่านการปรับปรุงระบบคนและเครื่องจักร เช่น เทคนิคการใช้ Why-Why Analysis ร่วมกับ TPM เพื่อค้นหาสาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรหยุดเนื่องจากเกิดการขัดข้อง ประเมินประสิทธิภาพการประยุกต์ใช้แผนการบำรุงรักษาด้วยการวิเคราะห์ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรผลิตกระดาษคราฟท์ ส่งผลให้ค่าความพร้อม (% Machine Availability) ใช้งานเพิ่มขึ้นจาก 93.5% เป็น 99.5% **[9]**

6) ลดความสูญเสีย 7 ประการ (7 Wastes) สิ่งที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ส่งผลต่อต้นทุนของบริษัท ขจัดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ดังนี้ 1. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป คือ การผลิตสินค้าที่มากเกินความจำเป็น 2. ความสูญเสียเนื่องจากเก็บวัสดุคงคลัง คือ การที่ทำการจัดซื้อวัสดุหรือวัตถุดิบครั้งละมาก ๆ เพื่อเป็นตัวรับประกันว่าจะมีวัสดุสำหรับผลิต 3. ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง คือ การขนส่งที่มากเกิดความจำเป็น ระยะทางไกล ซ้ำซ้อน วนไปมา 4. ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว คือ เกิดจากการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม เกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อมการทำงาน พื้นที่การทำงาน รวมไปถึงวิธีการทำงาน 5. ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต คือ เกิดจากการที่กระบวนการในการผลิตซ้ำกันในหลายขั้นตอน ซึ่งบางครั้งอาจไม่มีความจำเป็น ไม่เกิดมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ 6. ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย คือ เกิดจากที่เครื่องจักรหรือพนักงานเพราะต้องรอปัจจัยบางอย่าง เช่น เครื่องจักรขัดข้อง รอคอยวัตถุดิบ เป็นต้น 7. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย คือเกิดจากการที่ผลิตของเสียออกมา ในการที่จะทำการแก้ไขก็เป็นไปได้ยาก จนต้องทำการทิ้งของเสียนั้น ๆ ไป **[2]**

II. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

สำหรับการวิจัยนี้ได้ตั้งวัตถุประสงค์ ประกอบด้วย เพื่อศึกษากระบวนการผลิตในส่วนต้นน้ำของกระบวนการ เพื่อทำการลดปริมาณการเกิดของเสียในกระบวนการผลิต และเพื่อกำหนดเป็นมาตรการที่เหมาะสมสำหรับลดต้นทุนทางตรงในกระบวนการผลิต (Direct Materials; DM) สำหรับกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์ประเภทกล่องกระดาษลูกฟูก

III. วิธีการดำเนินการวิจัย

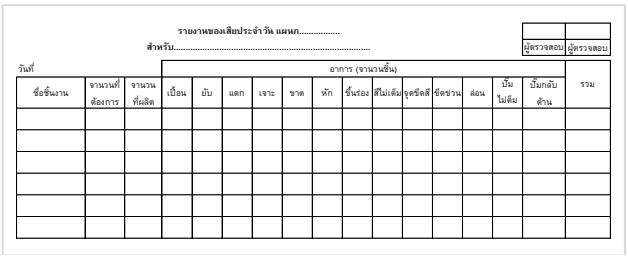
ในการวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยดังตารางที่ I. โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบฟอร์มบันทึกข้อมูลของเสียในกระบวนการผลิต (Check Sheet) ที่ออกแบบให้เหมาะสมกับบริบทของกระบวนการทำงาน

ทำการศึกษาภาพรวมของกระบวนการและขั้นตอนผลิตปัจจุบัน ดังรูปที่ II. เพื่อเก็บข้อมูลและดำเนินการวิเคราะห์เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของการเกิดของเสีย ประกอบด้วย ขั้นตอนการผ่า ขั้นตอนการพิมพ์ ขั้นตอนการประกบกาว ขั้นตอนการปั๊ม ขั้นตอนการขึ้นรูป ขั้นตอนการแกะ รวมไปถึงขั้นตอนการเคลื่อนย้ายระหว่างกระบวนการผลิตและวัตถุดิบ

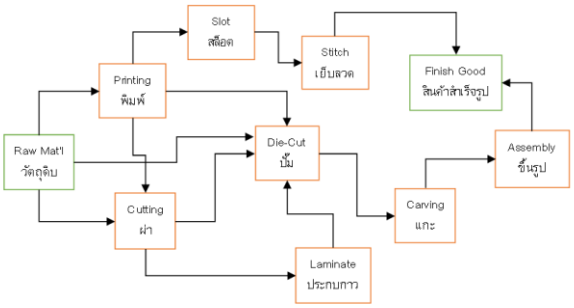
ตารางที่ I. กรอบแนวคิดการวิจัย

INPUT	PROCESS	OUTPUT
1) ของเสียในกระบวนการ 2) เครื่องมือ อุปกรณ์และเครื่องจักรในกระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก 3) ข้อมูลกระบวนการ ลักษณะของวัตถุดิบ และจำนวนพนักงาน	เก็บรวบรวมข้อมูลของเสียในกระบวนการโดยใช้ Check Sheet ลำดับความถี่และความสำคัญด้วย Pareto วิเคราะห์ความเชื่อมโยงด้วย Fact Findings และ Why-Why Analysis และประเมินแนวทางแก้ไขที่เหมาะสม	ผลลัพธ์จากการดำเนินงานวิจัย ดังนี้ 1) มาตรฐานการทำงานของกระบวนการผลิต 2) ของเสียและต้นทุนวัตถุดิบทางตรงลดลงตามเป้าหมาย

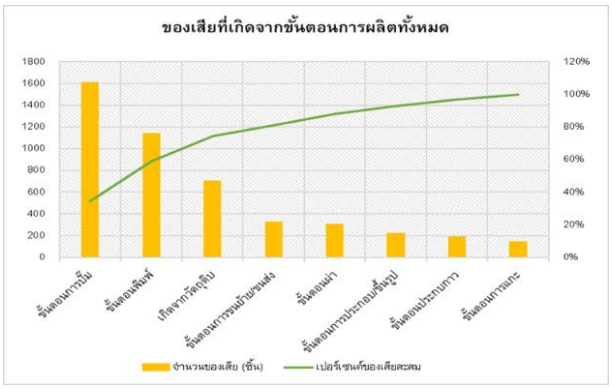
ระยะเวลาในศึกษากระบวนการ ค้นหาอุปสรรค วิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ไข ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2563 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2564 ทำการเก็บข้อมูลจาก 1) ข้อมูลของเสียในกระบวนผลิต 2) วิธีการดำเนินงานในปัจจุบันของกระบวนการ 3) เครื่องมือ อุปกรณ์และเครื่องจักรในกระบวนการผลิต 4) พนักงานในกระบวนการผลิต 5) สภาพแวดล้อมปัจจุบันของกระบวนการผลิต และ 7) ข้อมูลลักษณะคุณสมบัติของวัตถุดิบ ในการเก็บข้อมูลของเสียจะทำการรเก็บโดยใช้ Check Sheet และจัดลำดับความสำคัญของปัญหาที่ต้องเร่งทำการแก้ไขเป็นอันดับแรกด้วย Pareto Chart วิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา (Fact Finding) ด้วยเทคนิค Why-Why Analysis พร้อมทำการศึกษาหาแนวทางการแก้ไขที่เหมาะสมกับปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เมื่อทำการเก็บข้อมูลวิเคราะห์และทำการหาแนวทางในการแก้ไขแล้วจะส่งผลให้มีข้อกำหนดมาตรฐานในการทำงานที่เป็นระบบมากขึ้น ของเสียในกระบวนการผลิตลดน้อยลงหรือโอกาสเกิดขึ้นเป็นศูนย์ และส่งผลต่อต้นทุนทางตรงการผลิตลดลงได้ตามเป้าหมาย ที่ร้อยละ 5 ของต้นทุนผลิต



รูปที่ I. ตัวอย่างแบบบันทึกรายงานของเสียประจำวัน



รูปที่ II. แผนผังการไหลของกระบวนการแปรรูป



รูปที่ III. กราฟข้อมูลของเสียในกระบวนการผลิตรายขั้นตอน

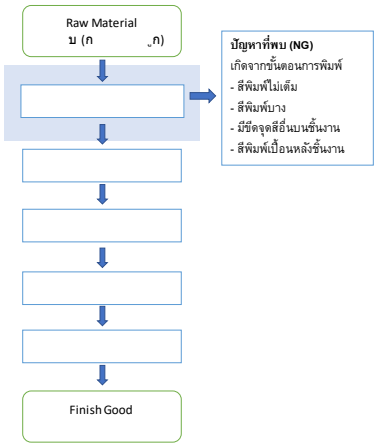
IV. ผลการวิจัย

IV.I ผลการศึกษาสภาพปัจจุบันและวิเคราะห์กระบวนการ

ด้านลักษณะผลิตภัณฑ์หลักเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทกล่องกระดาษลูกฟูก สามารถแบ่งลักษณะของผลิตภัณฑ์ได้ 3 ประเภท 1) ผลิตภัณฑ์ประเภทประกบกาว (Laminate) มีลักษณะเป็นการนำกระดาษลูกฟูกและกระดาษปริ้นลายน้ำ (Water Base) ประกบเข้าด้วยกันโดยใช้กาวก่อนทำการปั๊มตามรูปแบบที่ต้องการ 2) ผลิตภัณฑ์ประเภทพิมพ์ (Printing) มีลักษณะเป็นการนำกระดาษลูกฟูกทำการพิมพ์สีพื้น หรือลวดลาย ก่อนทำการปั๊มตามรูปแบบที่ต้องการ 3) ผลิตภัณฑ์ประเภทกล่องกระดาษลูกฟูก (Box Brown) มีลักษณะเป็นการนำกระดาษลูกฟูกทำการปั๊มตามรูปแบบที่ต้องการ

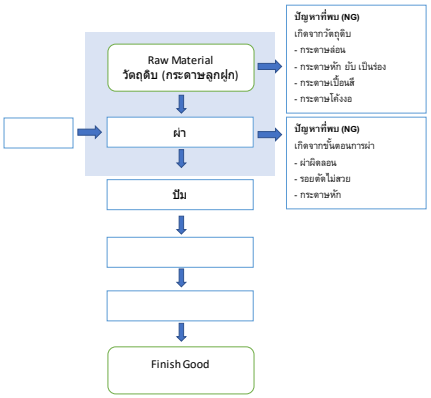
จากการศึกษาและการเก็บข้อมูล พบว่าของเสียในขั้นตอนการผลิตมีจำนวนทั้งหมด 4,577 ชิ้น ซึ่งเกิดจากขั้นตอนการปั๊ม 1,613 ชิ้น จากขั้นตอนพิมพ์ 1,146 จากวัตถุดิบ 708 ชิ้น จากการเคลื่อนย้ายหรือขนส่ง 331 ชิ้น จากขั้นตอน 319 ชิ้น จากขั้นตอนประกอบหรือขึ้นรูป 223 ชิ้น จากขั้นตอนการประบกาว 192 ชิ้น และขั้นตอนการแกะ 147 ชิ้น

ขั้นตอนการพิมพ์ ประกอบด้วยเครื่องจักร 1 เครื่อง ผู้ปฏิบัติงาน 3 คน การไหลของกระบวนการดังรูปที่ IV.



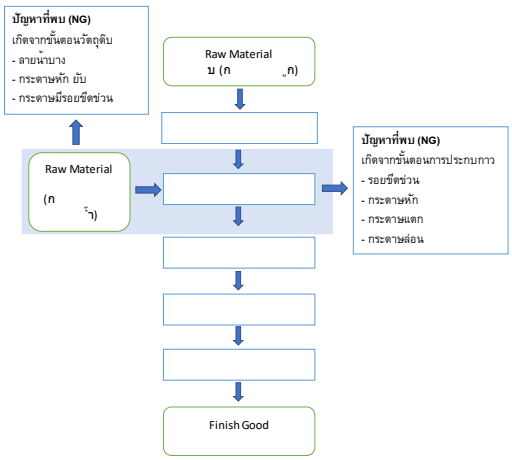
รูปที่ IV. ขั้นตอนการพิมพ์และปัญหาที่พบ

ขั้นตอนการปั๊มประกอบด้วยเครื่องจักร 1 เครื่อง ผู้ปฏิบัติงาน 2 คน การไหลของกระบวนการดังรูปที่ V.



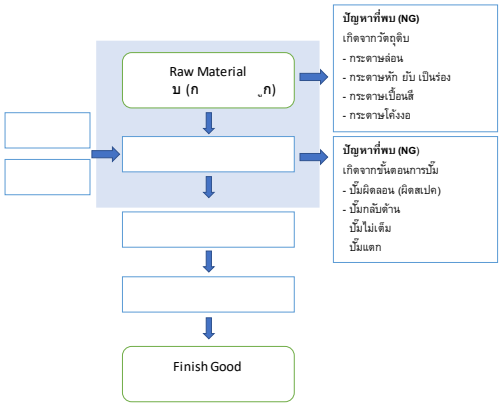
รูปที่ V. ขั้นตอนการผ่าและปัญหาที่พบ

ขั้นตอนการประกบกาวประกอบด้วยเครื่องจักร 1 เครื่อง ผู้ปฏิบัติงาน 4 คน การไหลของกระบวนการดังรูปที่ VI.



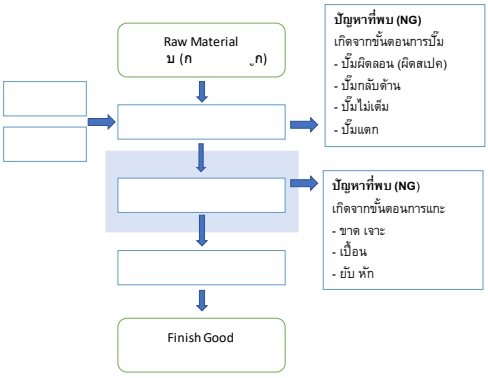
รูปที่ VI. ขั้นตอนประกบกาวและปัญหาวัตถุดิบ

ขั้นตอนการปั๊มประกอบด้วยเครื่องจักร 3 เครื่อง ผู้ปฏิบัติงาน 3 คน การไหลของกระบวนการดังรูปที่ VII.



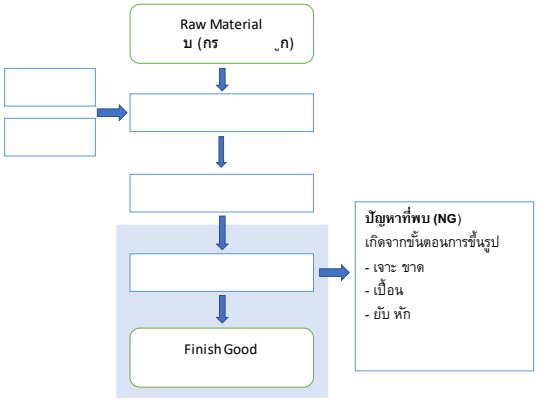
รูปที่ VII. ขั้นตอนการปั๊มและปัญหาที่พบ

ขั้นตอนการแกะ โดยแกะส่วนที่ไม่ต้องการออกหลังจากปั๊มเสร็จสิ้น ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน การไหลของกระบวนการดังรูปที่ VIII.



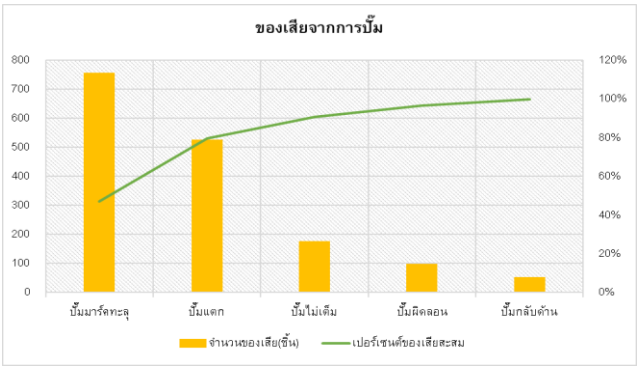
รูปที่ VIII. ขั้นตอนการแกะและปัญหาที่พบ

ขั้นตอนการประกอบและขึ้นรูป เป็นการนำชิ้นงานส่วนต่างๆ ประกอบกันให้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ผู้ปฏิบัติงาน 11 คน การไหลของกระบวนการดังรูปที่ IX.



รูปที่ IX. ขั้นตอนการประกอบขึ้นรูปและปัญหาที่พบ

หลังจากศึกษากระบวนการโดยละเอียด ดำเนินการจัดลำดับความถี่ของปัญหาย่อยในแต่ละขั้นตอนการผลิต และจัดลำดับความสำคัญของปัญหาที่เกิดในแต่ละขั้นตอน ตัวอย่างการวิเคราะห์ปัญหาย่อยของกระบวนการปั๊ม ดังนี้



รูปที่ X. จัดลำดับปัญหาของเสียจากกระบวนการปั๊ม

โดยนำผลการจัดลำดับปัญหาของเสียวิเคราะห์หาสาเหตุต้นตอของปัญหา (Root cause) ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ Why-Why Analysis พร้อมทั้งกำหนดแนวทางแก้ไข หรือข้อเสนอแนะแนวทางเพื่อการป้องกันปัญหา

สร้างมาตรฐานให้เหมาะสม ดังตัวอย่างการวิเคราะห์ปัญหาปัญหาปั๊มมาร์คติดโฟมทะลุ ตารางที่ II.

ตารางที่ II. ตัวอย่างวิเคราะห์ปัญหาปั๊มมาร์คติดโฟมทะลุ

Why 1	Why 2	Why 3	Countermeasure
พนักงานปฏิบัติงาน Set Up เครื่องจักรให้ชิ้นงานทะลุ	บล็อค Die Cut ระบุงานว่า Set Up ให้ชิ้นงานทะลุ	บล็อค Die Cut Common กับ Model อีกรุ่น	ทำการแยกบล็อก Die Cut ที่ Common กันออกเป็นบล็อค Die Cut เฉพาะรุ่น

เมื่อดำเนินการวิเคราะห์ทั้งหมดแล้ว นำมาสู่การจัดทำตารางความสัมพันธ์ของปัญหา สาเหตุที่แท้จริงและแนวทางแก้ไขที่สอดคล้องกับแต่ละกระบวนการผลิต ดังนี้

ตารางที่ III. ความสัมพันธ์และแนวทางแก้ไขสำหรับขั้นตอนการปั๊ม

ลำดับ	ขั้นตอนการผลิต	ปัญหาที่พบ	สาเหตุที่แท้จริง	แนวทางการแก้ไข
1	ขั้นตอนการปั๊ม	ปั๊มมาร์คทะลุ	บล็อค Die Cut Common หลายชิ้นงานที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน	แยกบล็อค Die Cut ให้เป็นบล็อค Die Cut เฉพาะชิ้นงานเดียว
		ปั๊มแตก	บล็อค Die Cut ขาดการบำรุงรักษา รวมไปถึงวัตถุดิบมีความแห้งกรอบ	วางแผนการบำรุงรักษา (PM) อุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิต มีพื้นที่เหมาะสมในการเก็บวัตถุดิบ คือ มีความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสม
		ปั๊มไม่เต็ม ปั๊มผิดลอน ปั๊มกลับด้าน	ขาดการอบรม ชี้แจงถึงลักษณะการปฏิบัติงาน ลักษณะของเสียที่มีโอกาสเกิดขึ้นกับพนักงานปฏิบัติการใหม่	ก่อนการเริ่มงานของพนักงานปฏิบัติงานใหม่ ให้มีการจัดอบรมในส่วนของลักษณะการทำงานต่างๆ ใช้ Work Instruction ประกอบการอบรม ติดป้ายบ่งชี้ ข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน ให้เห็นได้อย่างชัดเจน

ตารางที่ IV. ความสัมพันธ์และแนวทางแก้ไขสำหรับขั้นตอนการพิมพ์

ลำดับ	ขั้นตอนการผลิต	ปัญหาที่พบ	สาเหตุที่แท้จริง	แนวทางการแก้ไข
2	ขั้นตอนการพิมพ์	มีจุดขีดอื่น	ลักษณะของเครื่องจักรที่ถูกออกแบบให้เปิดด้านบนโล่งทำฝุ่นผงตกลงภายในเครื่อง ไม่มีการระบุถึงขั้นตอนการล้างเครื่องพิมพ์หลังการทำงานเสร็จ	ปกคลุมด้านบนของเครื่องพิมพ์ที่เปิดโล่งเพื่อป้องกันฝุ่นผงในตัวเครื่อง ระบุใน Work Instruction เป็นข้อบังคับในการปฏิบัติงานที่ต้องทำ สุ่มตรวจคุณภาพระหว่างการผลิต
		สีพิมพ์ไม่เต็ม	บล็อคพิมพ์ชำรุด หมดอายุการใช้งาน ขาดการดูแลรักษา	วางแผนการบำรุงรักษา (PM) อุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิต มีพื้นที่เหมาะสมในการเก็บวัตถุดิบ คือ มีอุณหภูมิที่เหมาะสม
		สีพิมพ์บาง	ระดับสีที่ใช้การพิมพ์ไม่เหมาะสม เนื่องจากไม่มีการระบุระสีที่เหมาะสมในการพิมพ์	ระบุใน Work Instruction เป็นข้อบังคับในการปฏิบัติงานที่ต้องทำ สุ่มตรวจคุณภาพระหว่างการผลิต
		สีพิมพ์เป็นด้านหลัง	เทปที่ใช้ในการติดบล็อคพิมพ์ไม่ติดกับโมลพิมพ์ได้	ตรวจสอบสภาพเทปที่ใช้ในปัจจุบัน เพิ่มการสุ่มตรวจคุณภาพระหว่างการผลิต เพื่อป้องกันการเกิดของเสีย

ตารางที่ V. ความสัมพันธ์และแนวทางแก้ไขสำหรับของเสียด้านวัตถุดิบ

ลำดับ	ขั้นตอนการผลิต	ปัญหาที่พบ	สาเหตุที่แท้จริง	แนวทางการแก้ไข
3	ของเสียจากวัตถุดิบ	กระดาษยับ หัก โค้งงอ	ผลิตงานไม่ได้ตามเป้าหมายที่ตั้งเอาไว้ ทำให้ต้องสั่งวัตถุดิบหน้ากว้างใหญ่เกินไป ขาดการติดต่อสื่อสารภายในทำให้การรายงานของเสียไม่ส่งถึง Supplier	ปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อลดปริมาณการเกิดของเสีย เพิ่มระบบการติดตามงาน เช่น การประชุมประจำสัปดาห์ จัดทำรูปเล่ม Strandard work เพื่อช่วยในการเปรียบเทียบชิ้นงาน
		สีพิมพ์ลายน้ำบาง กระดาษขึ้นรอย กระดาษล่อน แถบสี	ขาดการติดต่อสื่อสารภายในทำให้การรายงานของเสียไม่ส่งถึง Supplier	เพิ่มระบบการติดตามงาน เช่น การประชุมประจำสัปดาห์ จัดทำรูปเล่ม Strandard work เพื่อช่วยในการเปรียบเทียบชิ้นงาน

ตารางที่ VI. ความสัมพันธ์และแนวทางแก้ไขสำหรับขั้นตอนการผ่า

ลำดับ	ขั้นตอนการผลิต	ปัญหาที่พบ	สาเหตุที่แท้จริง	แนวทางการแก้ไข
5	ขั้นตอนการผ่า	กระดาษหัก	ผลิตงานไม่ได้ตามเป้าหมายที่ตั้งเอาไว้ ทำให้ต้องสั่งวัตถุดิบหน้ากว้างใหญ่เกินไป	ปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อลดปริมาณการเกิดของเสีย
		รอยตัดไม่สวย	ใบมีดตัดหมดคม หมดอายุการใช้งาน ขาดการดูแลรักษา	วางแผนการบำรุงรักษา (PM) อุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิต
		ผ่ากระดาษผิดลอน	เอกสารสำหรับการปฏิบัติงาน ไม่ได้ทำการปรับให้เป็นรูปแบบล่าสุด	คัดแยก Drawing เก่าใหม่ เมื่อทำการขึ้นทะเบียน เพิ่มระบบการเบิกใช้ ป้องกันการใช้ Drawing ผิด

ตารางที่ VII. ความสัมพันธ์และแนวทางแก้ไขสำหรับขั้นตอนการขนส่ง

ลำดับ	ขั้นตอนการผลิต	ปัญหาที่พบ	สาเหตุที่แท้จริง	แนวทางการแก้ไข
4	การเคลื่อนย้ายหรือขนส่ง	รอยขีดข่วน	ขาดการอบรม ชี้แจงถึงลักษณะการปฏิบัติงาน ลักษณะของเสียที่มีโอกาสเกิดขึ้นกับพนักงานปฏิบัติการใหม่	จัดอบรมในส่วนของลักษณะ การทำงาน และ ลักษณะของงานเสีย ใช้ Work Instruction ประกอบการอบรม ติดป้ายบ่งชี้ ข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน ให้เห็นได้อย่างชัดเจน
		กระดาษยับ หัก	ขาดการอบรม ชี้แจงถึงลักษณะการปฏิบัติงาน ลักษณะของเสียที่มีโอกาสเกิดขึ้นกับพนักงานปฏิบัติการใหม่ สภาพแวดล้อมการทำงานไม่เหมาะสม ไม่มีการจัดสรรพื้นที่การทำงาน	จัดอบรมในส่วนของลักษณะ การทำงาน และ ลักษณะของงานเสีย ใช้ Work Instruction ประกอบการอบรม ติดป้ายบ่งชี้ ข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน ให้เห็นได้อย่างชัดเจน จัดแบ่งพื้นที่การทำงานให้เป็นสัดส่วน และบ่งชี้ให้ชัดเจน
		กระดาษเจาะ ขาด	สภาพแวดล้อมการทำงานไม่เหมาะสม ไม่มีการจัดสรรพื้นที่การทำงาน	ติดป้ายบ่งชี้ ข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน ให้เห็นได้อย่างชัดเจน จัดแบ่งพื้นที่การทำงานให้เป็นสัดส่วน และบ่งชี้ให้ชัดเจน

ตารางที่ VIII. ความสัมพันธ์และแนวทางแก้ไขสำหรับขั้นตอนการประกอบ

ลำดับ	ขั้นตอนการผลิต	ปัญหาที่พบ	สาเหตุที่แท้จริง	แนวทางการแก้ไข
6	ขั้นตอนการประกอบหรือการขึ้นรูป	รอยขีดข่วน	พื้นที่ในการเก็บชิ้นงานไม่เพียงพอ ทำให้จัดเรียงชิ้นงานไม่เหมาะสม	ทำการจัดระเบียบพื้นที่การทำงานให้เหมาะสม คือ แบ่งบริเวณสำหรับชิ้นงานแต่ละแบบให้ชัดเจน เช่น พื้นที่สำหรับสินค้าสำเร็จรูป พื้นที่สำหรับงานเสีย และบ่งชี้ให้ชัดเจน
		กระดาษยับ หัก	ขาดการอบรม ชี้แจงถึงลักษณะการปฏิบัติงาน ลักษณะของเสียที่มีโอกาสเกิดขึ้นกับพนักงานปฏิบัติการใหม่	จัดอบรมในส่วนของลักษณะ การทำงาน และ ลักษณะของงานเสีย ใช้ Work Instruction ประกอบการอบรม
		กระดาษเจาะ ขาด	ไม่ได้ทำการแบ่งพื้นที่สำหรับวางอุปกรณ์หรือเครื่องมืออื่นๆ ในพื้นที่การปฏิบัติงาน	ทำการจัดระเบียบพื้นที่การทำงานให้เหมาะสม ไม่ให้มีสิ่งของหรืออุปกรณ์อื่น ๆ เข้ามาปะปนในพื้นที่ปฏิบัติงาน
		กระดาษเปื้อน	ชิ้นงานสัมผัสโดนน้ำ ความชื้นจากมือ เนื่องจากไม่มีข้อบังคับในการทำงาน สภาพแวดล้อมการทำงานไม่เหมาะสม ไม่มีการจัดสรรพื้นที่การทำงาน	กำหนดข้อบังคับการปฏิบัติงานให้ทำการใส่ถุงมือระหว่างการขึ้นรูปชิ้นงานลงใน Work Instruction ทำการจัดระเบียบพื้นที่การทำงานให้เหมาะสม ไม่ให้มีสิ่งของหรืออุปกรณ์อื่น ๆ เข้ามาปะปนในพื้นที่ปฏิบัติงาน
		ติดชิ้นส่วนผิด	พนักงานมาเห็นถึงความสำคัญของ Part Sample เนื่องจากไม่ได้รับข้อมูลเกี่ยวกับความสำคัญของการใช้ Part Sample ต่อการขึ้นรูปชิ้นงาน	กำหนดข้อบังคับการปฏิบัติงานให้ทำการขึ้นรูปชิ้นงานเทียบกับ Part Sample ทุกครั้งลงใน Work Instruction และชี้แจ้งให้เห็นถึงความสำคัญของการใช้งาน Part Sample

ตารางที่ IX. ความสัมพันธ์และแนวทางแก้ไขสำหรับขั้นตอนประกบกาว

ลำดับ	ขั้นตอนการผลิต	ปัญหาที่พบ	สาเหตุที่แท้จริง	แนวทางการแก้ไข
7	ขั้นตอนการประกบกาว	รอยขีดข่วน	สภาพแวดล้อมการทำงานไม่เหมาะสม ไม่มีการจัดสรรพื้นที่การทำงาน	ทำการจัดระเบียบพื้นที่การทำงานให้เหมาะสม คือ แบ่งบริเวณสำหรับชิ้นงานแต่ละแบบให้ชัดเจน เช่น พื้นที่สำหรับสินค้าสำเร็จรูป พื้นที่สำหรับงานเสีย และบ่งชี้ให้ชัดเจน
		กระดาษล่อน	ระดับกาวที่ใช้การประกบไม่เหมาะสม เนื่องจากไม่มีการระบุปริมาณกาวที่ใช้ในการประกบแต่ละชิ้นงาน	กำหนดปริมาณกาวที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการประกบชิ้นงานขนาดต่างๆ ลงใน Work Instruction เพิ่มการสุ่มตรวจคุณภาพระหว่างการผลิต เพื่อป้องกันการเกิดของเสีย
		กระดาษหัก	ขาดการติดต่อสื่อสารภายในทำให้การรายงานของเสียไม่ส่งถึง Supplier ขาดการอบรม ชี้แจงถึงลักษณะการปฏิบัติงาน ลักษณะของเสียที่มีโอกาสเกิดขึ้นกับพนักงานปฏิบัติการใหม่	เพิ่มระบบการติดตามงาน เช่น การประชุมประจำสัปดาห์ จัดทำรูปเล่ม Strandard work เพื่อช่วยในการเปรียบเทียบชิ้นงาน จัดอบรมในส่วนของลักษณะ การทำงาน และ ลักษณะของงานเสีย ใช้ Work Instruction ประกอบการอบรม

ตารางที่ X. ความสัมพันธ์และแนวทางแก้ไขสำหรับขั้นตอนการแกะ

ลำดับ	ขั้นตอนการผลิต	ปัญหาที่พบ	สาเหตุที่แท้จริง	แนวทางการแก้ไข
8	ขั้นตอนการแกะ	กระดาษหัก ยับ กระดาษเจาะ ขาด รอยขีดข่วน	ขาดการอบรม ชี้แจงถึงลักษณะการปฏิบัติงาน ลักษณะของเสียที่มีโอกาสเกิดขึ้นกับพนักงานปฏิบัติการใหม่	จัดอบรมในส่วนของลักษณะ การทำงาน และ ลัษณะของงานเสีย ใช้ Work Instruction ประกอบการอบรม ติดป้ายบ่งชี้ ข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน ให้ชัดเจน
	กระดาษเปื่อน	ชิ้นงานสัมผัสโดนน้ำ ความชื้นจากมือ เนื่องจากไม่มีข้อบังคับในการทำงาน สภาพแวดล้อมการทำงานไม่เหมาะสม ไม่มีการจัดสรรพื้นที่การทำงาน	กำหนดข้อบังคับการปฏิบัติงานให้ทำการใส่ถุงมือระหว่างการชิ้นรูปชิ้นงานลงใน Work Instruction ทำการจัดระเบียบพื้นที่การทำงานให้เหมาะสม ไม่ให้มีสิ่งของหรืออุปกรณ์อื่น ๆ เข้ามาปะปนในพื้นที่ปฏิบัติงาน	

V. สรุปผลการวิจัย

V.I สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาพบว่า ขั้นตอนที่มีการผลิตของเสียเป็นอันดับหนึ่งคือ การปั๊ม คิดเป็นร้อยละ 34 ของปริมาณของเสียทั้งหมด การพิมพ์ คิดเป็น ร้อยละ 25 ของเสียที่เกิดจากวัตถุดิบ คิดเป็น ร้อยละ 15 การขนส่ง และการผ่า คิดเป็นร้อยละ 7 เป็นต้น ผลการวิเคราะห์อาการปัญหามีการเกิดของเสียในลักษณที่ต่างกันออกไป แต่สาเหตุที่แท้จริงนั้นเกิดจาก 1) พนักงานปฏิบัติงานขาดทักษะความเข้าใจในวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง 2) อุปกรณ์ในการขั้นตอนการทำงานเกิดความชำรุดเสียหาย ขาดการบำรุงรักษา และหมดอายุการใช้งาน 3) สภาพแวดล้อมการปฏิบัติงานไม่เหมาะสม คือ ไม่มีการจัดสัดส่วนของพื้นที่การวางชิ้นงาน และ พื้นที่ของการขนย้าย 4) ขาดการติดต่อสื่อสารภายในและภายนอกองค์กร

แนวทางแก้ไขสาเหตุจากพนักงานคือการชี้แจงอบรมให้เข้าใจถึงวิธีการที่ถูกต้อง พร้อมทั้งกำหนดเป็นมาตรฐานและรูปแบบการทำงานลงในขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Work Instruction) เช่น ในการขึ้นรูปสินค้าจำเป็นจะต้องใส่ถุงมือทุกครั้งเพื่อลดการเกิดของเสียคือรอยเปื้อน ในการเคลื่อนย้ายชิ้นงานจะต้องเรียงชิ้นงานให้มีความสูงที่เหมาะสม เพื่อลดโอกาสการโค่นล้มจนชิ้นงานเกิดอาการยับ หัก เป็นต้น รวมไปถึงป้ายบ่งชี้ที่จะช่วยให้ตระหนักถึงข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างการผลิตได้ เช่นเดียวกันกับสาเหตุจากสภาพแวดล้อมการทำงานที่ไม่เหมาะสม การใช้ป้ายบ่งชี้จะสามารถช่วยจัดระเบียบชิ้นงานให้ถูกตำแหน่งและสถานะ ช่วยในการเคลื่อนย้ายและขนส่ง แนวทางการแก้ไขสาเหตุของปัญหาที่เกิดจากการขาดการติดต่อสื่อสารทั้งภายในและภายนอก การประชุมติดตามงานประจำสัปดาห์ หรือประจำวัน จะช่วยให้มีการสื่อสารภายในที่ดีขึ้น โดยเชื่อมโยงข้อมูลไปที่แผนกวางแผนการผลิต (Production Planning) เพื่อให้บริการจัดการทรัพยากรการผลิตและต้นทุนให้เหมาะสม และการจัดทำ Standard Manual เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบชิ้นงานก็เป็นอีกหนึ่งแนวทางในการลดของเสียที่เกิดจาก Supplier และสุดท้ายสาเหตุจากอุปกรณ์ในขั้นตอนการผลิตชำรุดเสียหายจำเป็นจะต้องมีแผนสำหรับการบำรุงรักษาและตรวจสภาพอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนั้นการสุ่มตรวจระหว่างการผลิตก็สามารถช่วยลดการเกิดของเสียได้ เนื่องจากเมื่อเราพบ จะต้องทำการหยุดเพื่อทำการแก้ทันที เป็นต้น

V.II อภิปรายผล และประโยชน์ที่ได้รับจากการดำเนินงาน

ประโยชน์ที่ได้รับจากการดำเนินการคือ สามารถลดโอกาสการเกิดของเสียในกระบวนการผลิต พร้อมทั้งเป็นการกำหนดมาตรฐานการทำงานให้มีระบบยิ่งขึ้นทั้งในส่วนของการผลิตและในส่วนของการดำเนินการด้านเอกสาร เมื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตที่ส่งผลต่อต้นทุนทางตรงในการผลิตเป็นอย่างมากและตามเป้าหมายที่กำหนด

V.III ข้อเสนอแนะ

จากการทำการศึกษาขั้นตอนการผลิตทั้งหมดภายในโรงงานกรณีศึกษาพบว่า การสอบกลับข้อมูล เป็นไปได้ยาก เนื่องจากลักษณะการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นแผ่นเอกสาร (Paper) เป็นหลัก ซึ่งพื้นที่ในการจัดเก็บมากและไม่เป็นสัดส่วน ทำให้ยากต่อการสืบค้น ส่วนใหญ่เป็นข้อมูลดิบไม่ได้มีการวิเคราะห์ประกอบ ข้อเสนอแนะคือ ให้ทำการปรับเปลี่ยนการเก็บข้อมูลจากรูปแบบแผ่นเอกสาร (Paper) ให้เป็นรูปแบบไฟล์อิเล็กทรอนิกส์แทน จะสามารถช่วยลดพื้นที่การจัดเก็บ ช่วยลดระยะเวลาในการสืบค้น และยังช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ง่ายขึ้นอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. (2016). ต้นทุนการผลิต และวิธีการลดต้นทุนการผลิต. สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2564 , จาก https://bsc.dip.go.th/th/category/sale-marketing/sm-productioncost

[2] วิทยา อินทร์สอน, ปัทมาพร ท่อชู และภาณุเมศวร์ สุขศรีศิริวัชร. (2558). ความสูญเสีย 7 ประการในกระบวนการผลิต (7 Wastes of Production Process). สืบค้นเมื่อ 18 มกราคม 2564, จาก http://www.thailandindustry.com/onlinemag/view2.php?id=106&section=16&issues=10

[3] Nakhon Accounting Support Co., Ltd & PPTK Management Services Co., Ltd. (2020). วิธีการลดต้นทุนการผลิต. สืบค้นเมื่อ 21 มกราคม 2564 , จาก https://www.nasnpptk.com/content/7261/วิธีการลดต้นทุนการผลิต

[4] อภิชาต มหารำลึก. (2553). การจัดทำและประยุกต์ใช้คู่มือควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกเพื่อควบคุมของเสียที่เกิดขึ้นให้ลดลง. สารนิพนธ์ บธ.บ. (การจัดการอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

[5] ธนิดา สุนารักษ์ และธนกฤต โชติภาวิศ. (2559). การลดเวลากระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกประเภทไดคัทขนาดใหญ่ด้วยการออกแบบเครื่องปะกาว: กรณีศึกษาบริษัทผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์. สารนิพนธ์ วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการและโลจิสติกส์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.

[6] ธนกฤษ ซุ่นเซ่ง. (2557). การลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก กรณีศึกษา: ของเสียประเภทจุดดำ. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (การจัดการทางวิศวกรรม). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

[7] บุศราภรณ์ ไชยศิริ และ จิตรา รู้กิจการพานิช. (2553) การลดของเสียจากปัญหาสล๊อตเลื่อนในการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ) คณะวิศวกรรมศาตร์ กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[8] ชลณรส โตจำศิลป์. (250). การกำหนด Q-Point เพื่อเป็นการควบคุมมาตรฐานคุณภาพสินค้า (HUB 05TF) เพื่อลดของเสียหลุดไปถึงลูกค้า กรณีศึกษา บริษัท ทีพี แมชชีน พาร์ท จำกัด. โครงงานสหกิจศึกษา บธ.บ. (การจัดการอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

[9] นิรันดร์ วุฒิศักดิ์. (2558). การปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรผลิตกระดาษคราฟด้วย TPM กรณีศึกษา: โรงงานผลิตกระดาษคราฟท์. สารนิพนธ์ วศ.ม. (การพัฒนางานอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

การประยุกต์ใช้การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ในการเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า

Application of Multi-Criteria Decision-making in The Distribution Center Locations Selection

1st ปิยะ เฮงมีชัย
PIYA HENGMEECHAI
สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Department of Logistics and Supply Chain Management, Faculty of Business Administration, Thai-Nichi Institute of Technology, Bangkok/Thailand
piya@tni.ac.th

2nd ชุตินันท์ เจียมจิระเศรษฐ์
CHUTINAN JEAMJIRASET
สาขาวิชาสาขาวิชาบริหารธุรกิจญี่ปุ่น
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Department of Japanese Business Administration, Faculty of Business Administration, Thai-Nichi Institute of Technology, Bangkok/Thailand
chutinan@tni.ac.th

***บทคัดย่อ*—การกระจายสินค้าประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการส่งมอบสินค้าให้ไปถึงผู้บริโภคขั้นสุดท้าย โดยมีเป้าหมายเพื่อตอบสนองความต้องการและสร้างความพึงพอใจให้กับของผู้บริโภคขั้นสุดท้ายอย่างสูงสุด ความสำเร็จของการกระจายสินค้าสามารถวัดได้จากประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายสินค้าของผู้ผลิตที่สอดคล้องกับการบริหารจัดการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งเกี่ยวข้องกับรูปแบบการขนส่ง ปริมาณสินค้าที่ลูกค้าสั่งซื้อ และระยะเวลาในการจัดส่งสินค้า อันจะนำไปสู่ต้นทุนด้านการขนส่งและต้นทุนสินค้าคงคลังที่เกิดขึ้นในการบริหารจัดการคลังสินค้า เริ่มตั้งแต่การจัดการผลิตภัณฑ์จากแหล่งผลิตไปจนกระทั่งการจัดส่งผลิตภัณฑ์ไปยังร้านค้าหรือจนถึงผู้บริโภคขั้นสุดท้าย ดังนั้นการกระจายสินค้าจึงถือเป็นหนึ่งในกิจกรรมที่มีความสำคัญในการสร้างความพึงพอใจให้แก่ผู้บริโภคขั้นสุดท้าย สถานที่ตั้งคลังสินค้าถือเป็นหัวใจสำคัญของการกระจายสินค้าเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการโลจิสติกส์ และการลดต้นทุนการขนส่ง การเลือกพื้นที่ศูนย์กระจายสินค้า มีปัจจัยหลายปัจจัยที่ควรนำมาพิจารณา งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาการเลือกศูนย์กระจายสินค้า โดยวิธีการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (MCDM) ด้วยวิธี TOPSIS ที่พิจารณาใช้ปัจจัย ค่าที่ดิน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ค่าใช้จ่ายในการขนส่งและกระจายสินค้า ความสะดวกในการจัดหาแรงงาน ระดับทักษะความสามารถของแรงงาน โลจิสติกส์ขาเข้า (Inbound Logistics) โลจิสติกส์ขาออก (Outbound Logistics) จำนวนเส้นทางหลักที่ตัดผ่าน และการลดก๊าซเรือนกระจก**

***คำสำคัญ*—ศูนย์กระจายสินค้า, การเลือกทำเลที่ตั้ง ,TOPSIS, MCDM**

***Abstract*—Product distribution consists of various processes connected with the delivery of goods to the consumer. It aims to meet consumer needs and satisfaction. Distribution success can be measured by how well manufacturers move their products in line with their logistics and supply chain management which is related to the mode of transport, the number of goods ordered by the customer, and delivery time. This will lead to transportation costs and inventory costs incurred in the warehouse management. It starts from handling the product from the manufacturing site to the delivery of the product to the store or the consumer. Therefore, product distribution is one of the most important activities in the satisfaction of the final consumers. Warehouse location is at the heart of product distribution, increasing the efficiency of logistics management and reduction of transportation costs. The distribution center location selection has a various number of factors that should be taken into account. This research is to study the selection of distribution centers using multi-criteria decision making (MCDM) with TOPSIS method that considers land cost factors, operating expenses, transportation and distribution costs, Ease of labor supply, Skill level of labor, Inbound logistics, Outbound logistics, the number of main routes that pass through, and greenhouse gas reduction**

***Keywords*— Distribution Center, Locations Selection, TOPSIS, MCDM**

I. บทนำ

ปัจจุบันการจัดการต้นทุนด้านการขนส่งเป็นเป้าหมายสำคัญที่ผู้ประกอบการสามารถใช้เป็นแหล่งที่มาของความได้เปรียบในการแข่งขันทั้งในระดับธุรกิจและระดับประเทศ ภาคธุรกิจจึงต้องยกระดับความสามารถในการดำเนินธุรกิจในทุกวิถีทางที่เป็นไปได้ทั้งการลดต้นทุนธุรกิจและสร้างมูลค่าเพิ่มใหม่ๆเสนอลูกค้า การบริหารจัดการกระบวนการนำส่งสินค้าจากผู้ผลิตถึงผู้บริโภคตลอดห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งในการประกอบธุรกิจทั่วไปผู้ประกอบการจะคำนึงถึงต้นทุนขนส่งเป็นหลักและพยายามหาวิธีลดต้นทุนให้ต่ำลงเพื่อต่อสู้กับคู่แข่งรายอื่นๆ ที่อยู่ในตลาด ต้นทุนขนส่งถือได้ว่าเป็นส่วนของต้นทุนที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก และเพื่อให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจทั้งตัวผลิตภัณฑ์ ราคา และเวลาในการส่งมอบที่รวดเร็ว ซึ่งประโยชน์เหล่านี้จะช่วยสร้างภาพลักษณ์ที่ดีของบริษัททำให้ลูกค้าเกิดความเชื่อมั่นในตัวผลิตภัณฑ์และเป็นจุดที่ทำให้รายได้และยอดขายเพิ่มขึ้น ดังนั้นการจัดการต้นทุนขนส่งถือได้วาเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแข่งขันธุรกิจใน

ปัจจุบันจากการศึกษาพบว่าต้นทุนรวมโลจิสติกส์ของอุตสาหกรรมต่างๆจะประกอบไปด้วยต้นทุนค่าขนส่ง (Transportation Cost) ต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง (Inventory Carrying Cost)และต้นทุนการบริหารจัดการโลจิสติกส์ (Management Cost) ปัจจุบันการขนส่งมีความสำคัญต่อธุรกิจเกือบทุกประเภททั้งในส่วนการจัดหา วัตถุดิบ การผลิตการขาย และการจัดจำหน่าย ในหลายๆธุรกิจ ต้นทุนการขนส่งนับเป็นต้นทุนที่สำคัญ และกระทบต่อต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์และบริการ ดังนั้นการกระจายสินค้าจึงถือเป็นหนึ่งในกิจกรรมที่มีความสำคัญในการสร้างความพึงพอใจให้แก่ผู้บริโภคขั้นสุดท้าย สถานที่ตั้งคลังสินค้าถือเป็นหัวใจสำคัญของการกระจายสินค้าเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการโลจิสติกส์ และการลดต้นทุนการขนส่ง การเลือกพื้นที่ศูนย์กระจายสินค้า

ในการเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า ปัจจัยหลักในการเลือกทำเลที่ตั้งคือ ต้นทุน แต่ในการพิจารณาการเลือกทำเลที่ตั้งจำเป็นต้องมีปัจจัยที่หลากหลายในการเลือกทำเลที่ตั้ง ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาและคัดเลือกปัจจัยต่างๆ ดังนี้ ค่าที่ดิน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ค่าใช้จ่ายในการขนส่งและกระจายสินค้า ความสะดวกในการจัดหาแรงงาน ระดับทักษะความสามารถของแรงงาน โลจิสติกส์ขาเข้า (Inbound Logistics) โลจิสติกส์ขาออก (Outbound Logistics) จำนวนเส้นทางหลักที่ตัดผ่าน และการลดก๊าซเรือนกระจก มาใช้ในการตัดสินใจคัดเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าแทนที่จะใช้เพียงแค่ต้นทุนเพียงปัจจัยเดียว

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้หลักการทางการวิเคราะห์เชิงปริมาณมาช่วยในการคัดเลือกทำเลที่ตั้งให้เป็นไปอย่างสมเหตุสมผลและเป็นระบบ จึงนำหลักการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multiple Criteria Decision Making, MCDM) มาใช้ในการแก้ปัญหาการคัดเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสม มีโครงสร้างดังนี้ การทบทวนวรรณกรรมจะอยู่ในตอนที่ 2 ถัดมาจะเป็นวิธีวิธีการ TOPSIS และตอนที่ 4 ผลการดำเนินงาน และตอนสุดท้ายของบทความ คือบทสรุปบทความ

II. ทบทวนวรรณกรรม

งานวิจัยหลายชิ้นที่เป็นการตัดสินใจในโครงการระดับใหญ่จะมีการใช้เทคนิควิธีการช่วยตัดสินใจหลายๆ วิธีการมาวิเคราะห์ประเมิน เช่น Ozcan T, et al. [1] ได้ทำการศึกษาการคัดเลือกพื้นที่ในการตั้งคลังสินค้าโดยการเปรียบเทียบวิธีการต่างๆ ในหลักการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ วิธีการที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ AHP, TOPSIS, ELECTRE และ Grey งานวิจัยของ Milan and Aura [2] ที่ได้ประยุกต์ใช้วิธีการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ 3 วิธีการสำหรับแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเลือกศูนย์กลางการบินแห่งใหม่สำหรับสนามบินสหภาพยุโรปซึ่งได้รับมอบหมายให้ดำเนินงานเกี่ยวกับธุรกิจการขนส่งทางอากาศ โดยวิธีการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจทั้ง 3 วิธีดังกล่าวประกอบด้วย SAW (Simple Additive Weighting Method) วิธีการ TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) และ AHP (Analytic Hierarchy Process) หรือ Chen T. C. [3] นำหลักการ Fuzzy มาประยุกต์ใช้ในการคัดเลือกทำเลของศูนย์กลางการกระจายสินค้า Chou Y. S., et al. [4] ได้ทำการศึกษาการนำหลัก Fuzzy เพื่อกำหนดน้ำหนักของการตัดสินใจในการคัดเลือกทำเลที่ตั้งหรือในด้านการพิจารณาในการเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมเช่นกัน ดังเห็นได้จากงานวิจัยหลายๆชิ้นที่ใช้เทคนิควิธีการที่ช่วยสนับสนุนในการตัดสินใจ Multi Criteria Decision Making แบบต่างๆ มาทำการวิเคราะห์ เช่นงานของ นันทกานต์ ก้อนทองคำ [5] ที่ใช้เทคนิควิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับขั้นในการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ลำดับที่ 3 หรือในงานของ ภัชรี นิ่มศรีกุล [6] ที่ได้กล่าวถึงในส่วนของการทบทวนวรรณกรรมด้านการประเมินสมรรถนะและการพัฒนาดัชนีชี้วัดสมรรถนะเชิงโลจิสติกส์ ก็ได้ใช้เทคนิควิธีการช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ 4 แบบ ได้แก่ วิธีการ TOPSIS, ELECTRE, PROMETHEE และวิธีการ AHP ในการพิจารณาเลือกจังหวัดที่เหมาะสมในการเป็นศูนย์กลางโลจิสติกส์ด้านการขนส่งสินค้าตามแนวระเบียงพื้นที่เศรษฐกิจเหนือ-ใต้ และตะวันออก-ตะวันตก ตามแนวทางของธนาคารเพื่อพัฒนาเอเชีย (Asian Development Bank; ADB)

การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์มีการประยุกต์ใช้ในหลากหลายด้าน ตัวอย่างเช่น อภิรดี สรวิสูตร [7] ศึกษาการตัดสินใจส่งผู้ป่วยฉุกเฉินสู่โรงพยาบาล (Emergency Patient Assignment) เพื่อทำการรักษา ในที่นี้จะกล่าวถึงหลักการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ในการจัดสรรผู้ป่วยฉุกเฉินสู่โรงพยาบาล ซึ่งเครื่องมือที่นิยมนำมาใช้ในการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์คือตัวแบบการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making: MCDM) วิธีการ MCDM เป็นที่นิยมอย่างมากในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาและมักจะถูกนำไปใช้ในหลาย ๆ ด้านโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ไม่ใช่ด้านเทคนิค และ Mohamed Hanine และคณะ [8] ได้ใช้ AHP วิเคราะห์โครงสร้างของปัญหาการเลือกซอฟต์แวร์ ETL และน้ำหนักตามเกณฑ์ที่เลือก จากนั้นจึงใช้เทคนิค TOPSIS ในการคำนวณคะแนนทางเลือก อีกทั้งยังกล่าวว่าวิธีเหล่านี้ยังสามารถประยุกต์ใช้ได้หลากหลาย การทบทวนบทความก่อนหน้านี้แสดงให้เห็นว่าแม้ว่ามีวิธีการประเมินที่มีประสิทธิภาพมากมายเพื่อจัดการกับการตัดสินใจสำหรับสถานการณ์ที่

Singh [9] ได้ทำการศึกษาการเลือกทำทำเลที่ตั้งคลังสินค้าสำหรับห่วงโซ่อุปทานโลกกรณีศึกษาประเทศอันเดีย โดยองค์กรผลิตชิ้นส่วนรถยนต์กำลังวางแผนที่จะขยายธุรกิจในอิหร่านเนื่องจากรัฐบาลอิหร่านได้ประกาศมาตรการจูงใจสำหรับกิจกรรมอุตสาหกรรมในเขตเศรษฐกิจพิเศษ (SEZs) และเขตการค้าเสรี (FTZs) วัตถุประสงค์งานวิจัยคือการเลือกสถานที่ตั้งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับคลังสินค้าในเขตเศรษฐกิจพิเศษและเขตเศรษฐกิจพิเศษต่างๆ ในอิหร่านบนพื้นฐานของเกณฑ์ที่แตกต่างกันสำหรับการเลือกที่ตั้งคลังสินค้า วิธีการของ Fuzzy AHP โดยมีปัจจัยหลักสามด้านคือ โครงสร้างพื้นฐาน มีปัจจัยย่อยในส่วนโครงสร้างพื้นฐานคือ ระบบขนส่งและการเชื่อมโยง ไฟฟ้าและน้ำประกา และการตั้งค่าการสื่อสารโทรคมนาคม ปัจจัยที่สองคือรัฐบาล มีปัจจัยย่อยคือ ต้นทุนที่ดิน นโยบายการจัดเก็บภาษี และ สิ่งจูงใจ สุดท้ายปัจจัยที่ 3 เป็นเรื่องของการตลาด มีปัจจัยย่อยคือ ขนาดตลาด ใกล้ตลาดหลัก และขอบเขตการเติบโตของตลาด Anderluh et al. [10] ได้ทำการศึกษาการเลือกทำเลที่ตั้ง hub ในประเทศเวียดนาม โดยใช้ AHP โดยการเกี่ยวข้องกับกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย 3 กลุ่ม ได้แก่เทศบาล บริษัทโลจิสติกส์และประชาชน โดยใช้ปัจจัย9 ปัจจัยคือ ต้นทุนการลงทุน, ต้นทุนการดำเนินการ, ต้นทุนค่าขนส่งและกระจายสินค้า, การลดก๊าซเรือนกระจก, การลดการปล่อยมลพิษที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ (เรื่องฝุ่นละออง, NOx)และเสียง, ความปลอดภัย, การขนส่งขาเข้าสู่ hub, โลจิสติกส์ขาออกจาก hub, และโครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่

III. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

วิธีการ TOPSIS เป็นที่รู้จักกันในนามของวิธีการที่มีความน่าเชื่อถือวิธีการหนึ่ง โดยวิธีการนี้มีหลักการคือ จะทำการสมมติว่าแต่ละหลักเกณฑ์

ที่เป็นได้ทั้งลักษณะที่เพิ่มขึ้นและลดลง กล่าวคือ ผลลัพธ์ที่มีลักษณะที่มีค่าเพิ่มขึ้นเพื่อส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกผลลัพธ์ เช่น หลักเกณฑ์ด้านผลตอบแทน และผลลัพธ์ที่ได้ต้องการให้มีลักษณะที่มีค่าลดลง เพื่อส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกผลลัพธ์ เช่น หลักเกณฑ์ด้านต้นทุน เป็นต้น และสำ หรับหลักเกณฑ์ที่มีความคลุมเครือในการให้ข้อมูล หรือ หลักเกณฑ์ที่เป็นข้อมูลเชิงความรู้สึกนั้น จะสามารถนำไปข้อมูลวิเคราะห์ได้ โดยทำการแปลงข้อมูลให้เป็นข้อมูลที่เป็นตัวเลขก่อน ด้วยหลักการฟัซซีเซต (Fuzzy Set Theory)

TOPSIS เป็นทฤษฎีการตัดสินใจโดยเรียงลำดับความสำคัญจากกลายปัจจัย เป็นวิธีที่อาศัยเกณฑ์หลาย ๆ เกณฑ์เพื่อหาทางเลือก โดยถือหลักเลือกทางเลือกจากระยะใกล้สุดของแนวคิดในทางเลือกเชิงบวก และระยะใกล้สุดของแนวคิดในเชิงทางลบ [11] โดยมีวิธีการต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การปรับข้อมูลให้เป็นมาตรฐาน โดยการคำนวณหา Normalized Decision matrix โดยค่า Normalized R_{ij} คำนวณได้จากสมการ

$$R_{ij} = \frac{X_{ij}}{\left(\sum_{i=1}^{M} X_{ij}^2\right)^{\frac{1}{2}}} \forall i, j \quad (1)$$

เมื่อ R_{ij} คือ ค่าที่พิจารณาในแต่ละเกณฑ์ j

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณค่าน้ำหนัก Normalized Decision matrix ค่าน้ำหนัก Normalized v_{ij} คำนวณได้จาก

$$V\left|V_{ij}\right| = \left|w_i * r_{ij}\right|, \forall \mathrm{i,\ j} \quad (2)$$

โดยที่ W_j คือลำดับหรือค่าน้ำหนักที่คำนวณได้ของตัวเลือก และ $\sum_{j}^{n} W_j$

หาค่าเชิงอุดมคติในเชิงบวก (Positive Ideal) และลบ (Negative Ideal)

$$V^+ = \left\{v_1^+, ..., v_n^+\right\} = \left\{\left(\max v_{ij} i \mid \in I\right), \left(\min v_{ij} i \mid \in I\right)\right\} \quad (3)$$

$$V^- = \left\{v_1^-, ..., v_n^-\right\} = \left\{\left(\max v_{ij} i \mid \in I\right), \left(\min v_{ij} i \mid \in I\right)\right\} \quad (4)$$

โดยที่ *i* ประกอบไปด้วยตัวเลือกที่เป็นประโยชน์ และ *j* ประกอบไปด้วยตัวเลือกที่ไม่เป็นประโยชน์

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณค่าระยะห่างจากค่าอุดมคติเชิงแยกแยะโดยใช้การแยกแยะแบบระยะขจัดแนวคิด วิธีแก้ไขจาก

แนวคิดเชิงบวก

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j}^{m} \left(v_{Aj} - v_j^*\right)^2} \forall i, j \quad (5)$$

และเช่นเดียวกับแนวคิดเชิงลบ

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j}^{m} \left(v_{Aj} - v_j^-\right)^2} \forall i, j \quad (6)$$

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณความสัมพันธ์ในเชิงเข้าใกล้แนวคิดวิธีแก้ปัญหาโดยความสัมพันธ์เชิงเข้าใกล้จากตัวเลือก V_i เพื่อให้ได้ V^+

$$C_i = \frac{S_i^-}{\left(S_i^* + S_i^-\right)} \forall i, j \quad (7)$$

โดย C^* มีค่าเท่ากับ $0 \le C_i^* \le 1$ โดยที่ $C_i^* = 0$ เมื่อ $V_i = V^-$ และ $C_i^* = 1$ เมื่อ $V_i = V^*$

ขั้นตอนที่ 5 ทำการจัดอันดับจากค่าคำนวณได้เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดต่อไป โดยจะต้องเลือกระยะที่ใกล้ที่สุดของทางเลือกในแนวคิดที่เป็นเชิงบวก และเลือกระยะที่ใกล้ที่สุดของทางเลือกที่เป็นแนวคิดเชิงลบ หรือเลือกค่า C_i ที่มากที่สุดนั่นเอง [12]

หลักการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์มักใช้ในการประเมินและคัดเลือกทางเลือกต่าง ๆที่มีความแต่งต่างกันด้วยข้อมูล เหตุผลที่มีความหลากหลายคุมเครือ ซึ่งการศึกษา การคัดเลือกต้องมีการพิจารณาอย่างรอบคอบในการนำไปสู่ผลลัพธ์ที่น่าพอใจ ไม่ก่อให้เกิดปัญหาตามมาภายหลัง เป็นการตัดสินใจอย่างมีคุณภาพ

IV. ผลการดำเนินงาน

จากการทบทวนวรรณกรรมทำให้ได้ปัจจัยที่ใช้ในการทำการตัดสินใจในการเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าโดยมีปัจจัยดังนี้

- ค่าที่ดิน (X1)
- ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (X2)
- ค่าใช้จ่ายในการขนส่งและกระจายสินค้า (X3)
- ความสะดวกในการจัดหาแรงงาน (X4)
- ระดับทักษะความสามารถของแรงงาน (X5)
- โลจิสติกส์ขาเข้า (Inbound Logistics) (X6)
- โลจิสติกส์ขาออก (Outbound Logistics) (X7)
- จำนวนเส้นทางหลักที่ตัดผ่าน (X8)
- การลดก๊าซเรือนกระจก (X9)

เมื่อได้ทำการเลือกปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจเสร็จแล้วได้มีการประเมินทางเลือกได้ดังนี้

- บางพลี (A1)
- วังน้อย (A2)
- แหลมฉบัง (A3)
- ลาดกระบัง (A4)
- มหาชัย (A5)

หลังจากที่มีการคัดเลือกทางเลือกแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินน้ำหนักปัจจัยแต่ละปัจจัยเพื่อทำการเลือกทำเลที่ตั้งได้มาดังตารางที่ I.

ตารางที่ I. ค่าน้ำหนักแต่ละปัจจัย

ปัจจัย	ค่าน้ำหนัก
X1	0.2635
X2	0.1551
X3	0.1007
X4	0.0981
X5	0.2368
X6	0.0408
X7	0.0561
X8	0.0245
X9	0.0245

หลังจากได้ปัจจัยแต่ละปัจจัยแล้วเริ่มทำการตัดสินใจด้วยวิธีการ TOPSIS

ขั้นตอนที่ 1 การปรับข้อมูลให้เป็นมาตรฐาน

ในขั้นตอนที่ 1 เป็นการนำข้อมูลดิบมาทำการปรับให้เป็นมาตรฐานโดยใช้ Vector Normalization ตามสูตรที่ 1 ได้ค่าดังตารางที่ II

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณค่าน้ำหนัก Normalized Decision Matrix

ขั้นตอนนี้จะทำการนำค่าจากตารางที่ I และ II มาคูณกันได้ตารางที่ III

ตารางที่ II. คะแนนของข้อมูลที่ปรับให้เป็นมาตรฐาน

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
A1	0.1900	0.1222	0.5697	0.0759	0.1411	0.1488	0.2522	0.5303	0.0728
A2	0.5540	0.3665	0.6510	0.0336	0.0403	0.0782	0.0854	0.5303	0.2301
A3	0.7387	0.4887	0.2441	0.2059	0.0821	0.4395	0.0497	0.5303	0.1339
A4	0.2015	0.6108	0.4069	0.2132	0.4939	0.2832	0.4802	0.3536	0.5269
A5	0.2659	0.4887	0.1628	0.4715	0.2426	0.0504	0.1325	0.1768	0.0364

ตารางที่ III. Normalized Decision matrix

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
A1	0.0501	0.0189	0.0574	0.0074	0.0334	0.0061	0.0142	0.0130	0.0018
A2	0.1460	0.0568	0.0656	0.0033	0.0095	0.0032	0.0048	0.0130	0.0056
A3	0.1946	0.0758	0.0246	0.0202	0.0194	0.0179	0.0028	0.0130	0.0033
A4	0.0531	0.0947	0.0410	0.0209	0.1170	0.0116	0.0269	0.0087	0.0129
A5	0.0701	0.0758	0.0164	0.0462	0.0574	0.0021	0.0074	0.0043	0.0009

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณค่าระยะห่างจากค่าอุดมคติเชิงแยกแยะ

ทำการคำนวณค่าระยะห่างจากค่าอุดมคติเชิงแยกแยะจากสูตรที่ 5 และ 6 ได้ค่าดังนี้

S_a^* = (0.1888, 0.1340, 0.1136, 0.1461, 0.1506)

S_a^- = (0.0499, 0.1147, 0.1579, 0.1380, 0.0883)

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณความสัมพันธ์ในเชิงเข้าใกล้แนวคิดวิธีแก้ปัญหา จากนั้นทำการความสัมพันธ์เชิงเข้าใกล้ได้ตามสมการที่ 7 ได้ค่าดังนี้

C_a^* = (0.2090, 0.4613, 0.5816, 0.4857, 0.3695)

ขั้นตอนที่ 5 ทำการจัดอันดับ

จากขั้นตอนที่ 3 และ 4 ทำการสรุปค่าได้ดังตารางที่ IV

ตารางที่ IV. อันดับคะแนนทางเลือกด้วยวิธี TOPSIS

ทางเลือก	S_a^*		S_a^-		C_a^*	
	Value	Rank	Value	Rank	Value	Rank
A1	0.1888	1	0.0499	5	0.2090	5
A2	0.1340	4	0.1147	3	0.4613	3
A3	0.1136	5	0.1579	1	0.5816	1
A4	0.1461	3	0.1380	2	0.4857	2
A5	0.1506	2	0.0883	4	0.3695	4

จากตารางที่ IV ทำให้สามารถจัดลำดับได้ดังนี้ แหลมฉบัง (A3) ลาดกระบัง (A4) วังน้อย (A2) มหาชัย (A5) และ บางพลี (A1) ตามลำดับ

V. สรุปผล

การศึกษาการประยุกต์ใช้การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ในการเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า ใช้วิธีการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (MCDM) ด้วยวิธี TOPSIS ที่พิจารณาโดยใช้ปัจจัยจากการทบทวนวรรณกรรม ทั้งหมด 9 ปัจจัย ได้แก่ ค่าที่ดิน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ค่าใช้จ่ายในการขนส่งและกระจายสินค้า ความสะดวกในการจัดหาแรงงาน ระดับทักษะความสามารถของแรงงาน โลจิสติกส์ขาเข้า (Inbound Logistics) โลจิสติกส์ขาออก (Outbound Logistics) จำนวนเส้นทางหลักที่ตัดผ่าน และการลดก๊าซเรือนกระจก เพื่อใช้ในการคัดเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าจากการคัดกรองพื้นที่โดยผู้เชี่ยวชาญ ทำให้ได้พื้นที่ทางเลือกทั้งหมด 5 แห่ง ได้แก่ บางพลี วังน้อย แหลมฉบัง ลาดกระบัง และมหาชัย จากนั้นทำการประเมินความเหมาะสมของหลักเกณฑ์ในแต่ละหลักเกณฑ์ และทำการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นศูนย์กระจายสินค้าโดยใช้วิธี TOPSIS จะพบว่าทางเลือกที่ดีที่สุดคือ แหลมฉบัง ทางเลือกที่ดีรองลงมาคือ ลาดกระบัง วังน้อย มหาชัย และ บางพลี ตามลำดับ

ข้อจากด้านเวลาในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ทำให้สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญได้เพียงท่านที่สะดวกในการให้ข้อมูล ทำให้ข้อมูลบางส่วนไม่เพียงพอหากมีผู้เชี่ยวชาญมากเพียงพอก็จะทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์มากขึ้น และในอนาคตจะมีการใช้วิธีอื่นเช่น SAW AHP หรือ ELECTRE มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาในภายภาคหน้า

REFERENCES

[1] Erbıyık, H., Özcan, S., & Karaboğa, K. (2012). Retail Store Location Selection Problem with Multiple Analytical Hierarchy Process of Decision Making an Application in Turkey. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 58, 1405-1414. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.1125

[2] Milan, J., and Aura, R. (2002). An Application of the Multiple Criteria Decision Making (MCDM) Analysis to the Selection of a New Hub Airport. EJTIR. Vol. 2, No, 2, pp. S113 –S141.

[3] Chen-T. C., (2001). A fuzzy approach to select the location of the distribution center. Fuzzy Sets and Systems, 118, 65-73.

[4] Chou, Y. S., Chang, H. Y., and Shen, Y. C. (2008). A fussy simple additive weighting system under group decision-making for facility location selection with objective/subjective attributes. European Journal of Operational Research, 189. 132-145.

[5] นันทกานต์ ก้อนทองคำ.(2548). การคัดเลือกผู้ประกอบการโลจิสติกส์ลำดับที่ 3 โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบมีลำดับชั้น, งานนิพนธ์ปริญญาวิทยศาสตรมหาบัณฑิต,สาขาการจัดการขนส่งและโลจิสติกส์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.

[6] ภัชรี นิ่มศรีกุล. (2552). การประยุกต์ใช้การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์เพื่อคัดเลือกศูนย์กลางโลจิสติกส์ด้าน การขนส่งสินค้าในประเทศไทยบนแนวระเบียงเศรษฐกิจ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[7] อภิรดี สรวิสูตร. 2559. “การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์: เปรียบเทียบแนวคิดและวิธีการระหว่าง SAW AHP และ TOPSIS”. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์, ปีที่ 8, ฉบับที่ 2: 180-192

[8] Mohamed Hanine, Omar Boutkhoum, Abdessadek Tikniouine, Tarik Agouti. 2016. "Application of an integrated multi-criteria decision making AHP-TOPSIS methodology for ETL software selection". SpringerPlus, Vol.5(1): 5-263.

[9] A. Anderluh, V. C. Hemmelmayr, and D. Rüdiger, "Analytic hierarchy process for city hub location selection - The Viennese case," Transportation Research Procedia, vol. 46, pp. 77-84, 2020/01/01/ 2020, doi: ttps://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.166.

[10] R. K. Singh, N. Chaudhary, and N. Saxena, "Selection of warehouse location for a global supply chain: A case study," IIMB Management Review, vol. 30, no. 4, pp. 343-356, 2018/12/01/ 2018, doi: https://doi.org/10.1016/j.iimb.2018.08.009.

[11] G. R. Jahanshahloo, F. H. Lotfi, and M. Izadikhah, "Extension of the TOPSIS method for decision-making problems with fuzzy data," Applied Mathematics and Computation, vol. 181, no. 2, pp. 1544-1551, 2006/10/15/ 2006, doi: https://doi.org/10.1016/j.amc.2006.02.057.

[12] Hwang, C.L. and Yoon, K. (1981) Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. Springer-Verlag, New York. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9

Degrowth, as the world turns; An ideal path to revive tourism business post Covid-19?

Ploy Umpornpet
Faculty of Business Administration
Thai Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
ploy@tni.ac.th

This article aims to denote and explain in details of the term "Degrowth", how it has been introduced to the world in many aspects and as opposed to consumerism theory. With many contradictions presented on many research papers which came out during and post pandemic period of the Covid-19. Degrowth, in doubts, whether the concept itself, would still be appropriate to promote and stay in support of similar trends; to preserve and "pause" the growth for the better? The first part of this article will explore of broad history and the development of movements behind degrowth. Then, to bridge and present of the underlying power of degrowth using discourse analysis and assessment between degrowth and different movements currently projected to revive tourism business post Covid-19 globally. The latter part will present of summary whether degrowth towards conceptualized discourse can be of an ideal development path to the world and the tourism business, post Covid-19 in particular.

Keywords - Degrowth, Social movement, Michel Foucault, Discourse analysis, Social development, Tourism business, Covid – 19

Prelude -"Degrowth", how it has been introduced to the world in many aspects and in different concepts as opposed to consumerism theory. Some scholars even defined degrowth as a shadow to its predecessor discourse, commonly known as, sustainability development. With many contradictions presented on many research papers which came out during and post epidemic period of the Covid-19. Degrowth, in doubts, whether the concept itself, would still be appropriate to promote and stay in support of similar trends; to preserve and "pause" the growth (in business) for the better? The world as it turns, at this point, especially in tourism business may need to rethink and re-evaluate the concept to revive. The first part of this article will explore of broad history and the development of movements behind degrowth. With confidence and trust by both ecological and social activism, degrowth under its main forefront discourse of sustainability may be what the world and its people need regardless of the crisis and situation. Then, to bridge and present of the underlying power of context presently use in different movements, by applying discourse analysis and assessment between the concept itself and different movements currently projected to revived tourism business post pandemic of Covid-19 globally. The latter part will present and discuss of summary whether degrowth towards conceptualized discourse can be of an ideal tourism business development path to the world, particularly post Covid-19? Added with an academic perspective, that is to inspired our young scholars to explore and best interpret type of movements, knowing ways to adapted and utilize as effective activism strategy in drafting practical business plans.

I. DEGROWTH, SIMPLIFIED.

"Degrowth", with its literal translation of 'décroissance', a French word meaning reduction [1]. Similarly in putting vibration heavily from the word and a meaning behind it as a negative growth or to stop in production and consumption as many have recorded and narrated. Interestingly for within a depth research of degrowth itself, especially focusing on discourse analysis, the meaning and underlying message of degrowth could portray and represent which can be interpreted and understood in many forms of standpoints.

Inspired by the work of Michel Foucault (1926-1984), his discourse theory has been an important ground on which educational debates, policies, and scholarship have focused. Much of Foucault's thinking drew on elements in French anthropological… [2]. The concept "discourse" is multidimensional, broadly perceived and has several definitions. discourse often refers to the speech patterns and usage of language, dialects, and acceptable statements within a community… For Foucault (1977), it is through discourse (through knowledge) that we are created; and that discourse joins power and knowledge, and its power follows from our casual acceptance of the "reality with which we are presented" [2].

Contradicting with its literal meaning as opposed to growth, the usage of context often implies to use and consume efficiently. Some people refer to degrowth as an ideology, meaning a 'system of ideas and values'. This position remains too simplistic, or at least premature, to explain its heterogeneity of sources and strategies. Degrowth is not just an economic concept [1]. As researcher has also found the word to be of an inspiration, critical ideas, even political action converge to support and when better enhanced can be of a good business knowledge to prepare beforehand of crises.

In fear, degrowth also, stand for inequalities, biophysical arguments originate from ecological economics. Its economic critique in turn is grounded in questioning market-based approaches to human wellbeing and environmental protection, given that the ostensible benefits of an expanding economic sphere and technological progress are said to have failed to materialize [3]. Degrowth, to put it simply, is much discussed for that it has many actions, people may have known for its movement of … constitutional changes in Bolivia and Ecuador have enshrined rights of nature and the right to a good life, inspired by sumak kawsay/sumaq qamaña (Buen Vivir or Living Well). These concepts reflect

Amazonian-Andean indigenous ways of knowing and being, which embed humans in a spiritual and material relationship with their surroundings [3] – Buen Vivir movement emerged since the mid-2000s, an initiative for collection of voice over well-being (in many aspects), a collaborative consumption and the sharing economy. And in particular interest however, are the parallels between western degrowth discourse and indigenous perspectives [4].

"Degrowth… a call for a radical traditional growth-based models of society whether 'left' or 'right', to invent new ways of living together in a true democracy, respectful of the values of equality and freedom, based on sharing and cooperation and an economy that reduces the use of natural resources and energy." — International Conference on Degrowth in the Americas, Montreal, May 2012 [4].

To date, a skeptical meaning and knowledge on whether degrowth and sustainability are of the same levels to be discussed with the paradigms of ecological based well-being and wealth towards de-consumerism (consumption of natural resources) remains unrevealing. But in brief summarized, degrowth is a shadow concept that's doesn't come up often at discussions taking place in the economic sphere. However, it still shows up in many discussions, especially those related to sustainable development. In fact, when it comes to ecology and sustainable development, the idea that the current economic model based on growth is the root of the environmental problems we are facing is becoming widespread [5].

While the concept, underlying message, and meaning of degrowth seem to be off a good start towards social development, presented well and within groups of discourse for equalities and considerations to consume for the better. The question this research seeks to find is whether contradiction between degrowth ideologies for the global citizens to better live, and in the crisis/situation, especially for one like a sudden occurrence of a pandemic. Would degrowth still, worth the study and moving on to developing the underlying concept of ideas – models to use, in paradigms of business and social development?

Crisis of the Covid-19, the best scenario and sample for this research… *said* pandemic seems to illustrate an unforeseen economic shock appears to threaten the very foundations of social life and indeed the livelihoods of people across the globe. With social distancing and lock-down measures in place… economic activity has been slowed down… Challenging the hegemony and ingrained notions of growth needs to necessarily incorporate radical questions about organizations in relation to transforming socioeconomic systems [6]. *…struggling* to anticipate the impacts of Covid-19. Major financial markets are gyrating, and international supply chains are in turmoil, prompting managers to canvass about to find local sources of fabricated materials to maintain industrial production. Tourism is grinding to a halt as travelers cancel trips, airlines suspend flights, and hotels become increasingly vacant [7]. And so with majority of economics turned and in result to the tourism industry… Tourism, clearly, must not just come to terms with the fact that its exponential growth has to halt, but that it needs to radically 'degrowth' in line with broader, more sustainable patterns of consumption and production" [8].

Business and social development, under perspectives of degrowth, as many scholars are currently debating that is, if during the time of crisis, namely, Covid-19. The world, as it turns currently and surely has been on forced to stop with factual believe that this 'forced stop' would help in preventing and slowed down of a pandemic. Would it still be necessary for us all to promote and live under degrowth context? … for certain, degrowth, is not something to be ignored since it addresses the most pressing questions of the present "business as- usual" model. Yet its lack of practical feasibility hinders it progress as a valid alternative. Hence the challenging task ahead of the degrowth proponents is to develop a convincing and practically feasible path of directions rather than being bogged on the same spot criticizing the growth model [9].

II. DEGROWTH; TOWARDS GLOBAL DEVELOPMENT. A DISCOURSE ANALYSIS ON TOURISM BUSINESS CASE POST COVID-19.

As the world turns… in terms of defining degrowth can be of an explicit, a never-ending research as the context itself can be interpret in several dimensions. With intention to fully explain in details of degrowth towards global development – using discourse analysis, unlike linguistic approaches that focus only on the rules of language use, discourse analysis emphasizes the contextual meaning of language… How values, beliefs and assumptions are communicated and how language use relates to its social, political and historical context [10].

Researcher has chosen to explore contradicting knowledge upon degrowth conceptualized ideas in between economics (tourism business) and ecological perspectives, how both worlds, in defense of their own grounded stands underlying degrowth can be of beneficial or hinder global development especially when in post pandemic period of Covid-19.

Businesses around the world have changed their production to ease massive global demand during the pandemic… Car manufacturers began producing face masks using the same materials as used in the automobile industry. Some businesses change their production for survival of their companies, while some businesses do this for their reputation and social responsibility [11].

Against all beliefs and a cycle of economics, measuring the wealth of nations… In the time of crisis, money does not always provide healthcare, sanitary products and food. Money is nothing if you cannot access these essentials. The pandemic generally, hits the poor harder only because they are vulnerable and deprived of resources… *leading leaders of the world tend to shift their* focus more on fair distribution and management of resources rather than traditional economic growth [11].

Tourism business, an industry affected heavily with the pandemic of Covid-19. Through discourse analysis, measuring well being and the movement itself for the people, *travelers per se*, as they are those as defined by their intentions and actions of swifting/changing places for relaxation… or with plenty other trips of many purposes. Degrowth reflected more back on tourism as an ecological path to travel with reasons and to preserved for a continuity with an underlying movement and message of sustainability tourism, or as in "Buen Vivir" movement, introduced long before Covid-19. *And under discourse analysis*… Sustainable tourism needs to engage seriously with "the

notion of limits that the current culture of consumerism and pro-growth ideology precludes" [12].

Buen Vivir has its roots in Latin American Indigenous cosmology, and approximately translates to 'Good Living',…It offers a radical critique of the atomised individualistic culture of high mass consumption…a national development campaign, Live Clean, Live Healthy, Live Beautiful, Live Well" (called Vivir Bonito, Vivir Bien) *As Fischer (in 2019) and Karst (in 2017) …*explored the notion of Buen Vivir in relation to indigenous perceptions of ecotourism and wellbeing in Bhutan, and considered the implications for tourism that engages with the values of Indigenous cultures [12].

Re – thinking tourism business post Covid-19 and vice versa. Does not simply mean giving up on consumptions, a stop literally to demote the spread of a 'so – called' virus nor promoting the ideas of well-being and equalities. As the world may have turned to favor those in minorities and ecological systems to revived. Scholars of many fields, or even a researcher, aim to introduce and revisit degrowth at this time and under discourse analysis, only for a span of broad knowledge of wise consumptions. A discourse formerly known in explanation that… degrowth economy has been linked with various not-only-for-profit and not-for-profit organizations… to satisfy real needs and not to externalize costs, compared to typical, for-profit companies. Also of interest here are benefit corporations, which originated in the U.S. and strive to include positive impacts on society, employees, local communities and the environment in their legally defined goals, in addition to profits [13]. This aspect alone shows that degrowth requires new incentives and disincentives to change the behaviors of both producers and consumers. There is an urgent need to study transition pathways from the current growth-centered economic system to a sustainable degrowth one… [13].

"What is happening during the pandemic is not degrowth. The goal of degrowth is to purposefully slow things down in order to minimize harm to humans and earth systems. The current situation is terrible, not because carbon emissions are declining… not because GDPs are going down, to which we are indifferent, but because there are no processes in place to protect livelihoods when growth falters [14].

Proposing of the new directions for better scenarios and guidelines towards global development; henceforth in sustainability and economics. Degrowth, within a discourse analysis and perspective, has expressed of its underlying standpoints and can only be taken in action based on the location and situation as ones may have wished to interpret for its stand.

On a negative side, Covid-19 is causing a growing financial burden on all countries, disrupting not only the economies… *but* additionally suffer from the lack of international funding available for achieving the 17 Sustainable Development Goals (SDGs)… likely to further undermine progress towards the SDGs by 2030 [15]. Call it disruption or tragic turbulence, business as it goes, nation's people development is best measured with an indication of a GDP rate. Due to a pandemic, growth can only be measured differently. Tourism business, for our case study, *has indeed, certainly* albeit temporarily, did reduce 'over-tourism', with many local residents in tourist destinations unhappy with the overwhelming number number of tourists which they believed was disrupting their life… [15]. *Soon after (post Covid-19)* replaced by a newfound worry of 'undertourism' or the complete absence of tourism which was previously only a marginal issue for major tourist destinations… *yet* the overtourism/undertourism issue clearly restates the classic issue of finding the appropriate 'balance' between tourism and destinations…that undertourism existed in many areas where there appeared to be no other development opportunities apart from tourism [15].

Negative impacts, all of a sudden became a problem should destinations are of the against the favor undertourism due to major economics activities came primarily from tourism business. There came suggestion towards reorganising and redistributing growth voluntarily, creating a regeneration economy. Moving out of the *either post and/or* inter-Covid period, the business of the future will have to interrogate the structures embedded within it and the outmoded forces and ideologies driving it forward, subscribing to a new, community-focused manifesto of de-growth [16]. In discourse analysis, context of degrowth also claims that we should abandon the goal of growth for growth's sake, and thus the idea of society being an instrument of the productive mechanism… argument is that industrialised societies should focus on human well-being and relationships, instead of efficiency… "re-centring the society around care would pave the way to degrowth" [17].

Whether to increase, decrease, or move towards global development as the world turns. Degrowth serves as productive context to study from and to use within the concept(s) deemed most suited of the crisis and/or situation. Tourism business, with an unwilling pause as the pandemic of Covid-19, seemingly stop the entire industry. Degrowth, with its underlying message and standpoints. Explicitly provided us all with reasons *not to* take any moment lightly and know to focus on the trend of shifted consumptions in parallel with ecological movement of sustainability aiming towards wealth of the nations, equalities, and well-being which can no longer be judged solely by GDP.

III. Conclusion and Suggestions.

Elements of degrowth can be in a wide array and not often discussed when in compare with its predecessor conceptualized context of sustainability. And it could be because the word "degrowth" itself has many underlying messages and can be use in different development terms. Also, it could reflect back on both the positive and negative sides of any global development outlook.

In business, paralleling with social study, *Degrowth (through discourse)* is not just about a quantitative reduction of growth but also about considering human well-being as a central element of the proposed economic system... , by promoting a socio-economic system oriented to reduce the emphasis on consumption and increase them on social relationships and environmental quality, degrowth certainly contribute to promote a concept of well-being that considers progress as a combination between economic, environmental and social variables… *and therefore* concept of degrowth, its concrete applications and its relationships with the beyond-GDP debate should be included into the policy, the social and the scientific analysis oriented to investigate well-being and the social capital formation [18].

A major challenge for all degrowth thinkers is how to address the question of work and labor in society. The access

to gainful work is considered as a very important component of quality of life not only in terms of standard of living, but also because it enables recognition, participation and social networks [19]. Due to time limitation and scope of this research work, it is highly recommended for future research study, to further explore and investigate upon contradictions of societal problem with hidden agenda. Since the pause of economy, with or without degrowth, may affected persons/workers/labors within the (tourism) industry as businesses have been declared inactive with less productivity nor movement. *Also, with the knowledge of discourse analysis*, one of the most common criticisms raised of this definition *(degrowth)* is that it is too vague and can easily potentially be misused [20].

An era, better off with a new span of organization, where profits are counted towards acceptance and qualities of the people rather than in monetary and quantities. Degrowth and post capitalism, therefore, are not only forms of critique but also visions and strategies for societal change. As such, they have to deal not only with the "why" but also with the "how" of transformation [21]. Tourism business, like many other industries has to survive when in time of crisis, pandemic or any other, by staying resilience under a notation and context of degrowth… *(where the word, degrowth) in response* to tourism also needs to go further than managerial, and technological responses and deal with the nature of consumptive behavior otherwise destination managers, mediated by state agencies, corporate interests and economic rationality, may 'manage' resources into oblivion… Instead, tourism and travel behaviors need to shift from being focused on efficiency and management to traveling within the environmental, social, economic limits of the ecosystems of which humanity is a part [15]. That is of at least how degrowth can be facilitated and reflected back on how to prolong and develop tourism industry with sustainability and in true resilience.

"A degrowth society requires a different foundation which signifies cooperation, care, concern, sharing, responsibility, and solidarity. It means valuing people and nature beyond their productive capacities. ... progress can only occur when changes are made simultaneously in the economic, socio-political and cultural spheres" [22].

Truth be told and in challenge of world's leading leaders, instead of seeing a pandemic of Covid-19 as a threat to global welfare, concerns of businesses as profits are still in freeze. Degrowth, with its underlying discourse analysis explained here on this research, may be of light and provided more of details in practice towards social development (tourism business for instance), an integration of current idea(s) being used, adapted then apply into a sustainable business model. As *degrowth* is, indeed, a literal concept which can be of a selective movement, a radical imperative to a more flexible outlook on global development – a hard and heavy loaded of thrive towards well - being of any kind.

ACKNOWLEDGMENT

Author would like to express her gratitude and appreciation to the committee, with your interests on the topic that is a little differ to consider upon when developing or suggesting new business ideas. Especially, while the pandemic crisis is still undergoing, it is with hope that this article could support in direction and outlook to lead young generations of other sources and concepts of resilience thinking and productive business strategy using a current socio-psychological pattern of degrowth movement as a sample to develop marketing plan(s) better suited with the tourism business globally.

REFERENCES

[1] F. Demaria, F. Schneider, F. Sekulova, & J. Martinez-Alier, What is Degrowth? From an Activist Slogan to a Social Movement. Environmental Values, 2013, 22(2), 191-215. Retrieved December 26, 2020, from http://www.jstor.org/stable/23460978.

[2] Pistoe, M. Letseka, Foucault's Discourse and Power: Implications for Instructionist Classroom Management. Open Journal of Philosophy, 2013, 3, 23-28. https://doi: 10.4236/ojpp.2013.31005.

[3] K. Richter « Struggling for Another Life: The Ontology of Degrowth », Transtext(e)s Transcultures 跨文本跨文化 [En ligne], 14 | 2019, mis en ligne le 31 Decembre 2019, consulté le 24 décembre 2020. DOI: https://doi.org/10.4000/transtexts.1242.

[4] J. Eaton, What is degrowth?, 2012, Retrieved 25 December 2020, from https://beyondcollapse. wordpress.com/2012/08/04/ what-is-degrowth-by-janet-m-eaton-august-3-2012/.

[5] YouMatter Contributor, (2020), Degrowth Definition. Retrieved 25 December 2020, from https://youmatter.world/en/definition/ degrowth-definition/.

[6] N. Barlow, H. Constanza, et al., "A degrowth perspective on the coronavirus crisis", 2020, DOI .10.13135/2384-8677/5280.

[7] M. J. Cohen, Does the COVID-19 outbreak mark the onset of a Sustainable consumption transition?, 2020, Sustainability: Science, Practice and Policy, 16:1, 1-3, DOI:10.1080/15487733.2020.1740472

[8] R. Fletcher, M.I. Murray, A. Blanco-Romero, M. Blázquez-Salom, Tourism and degrowth: an emerging agenda for research and praxis. 2019, Journal Of Sustainable Tourism, 27(12), 1745-1763.

[9] A. Herath, "Degrowth"; a literature review and a critical analysis. International Journal Of Accounting & Business Finance, 2016, (1), 44-55. Retrieved 8 December 2020, From https://www.academia.edu/29657708/ Degrowth_A_ Literature_Review_and_a_Critical_Analysis.

[10] A. Luo, "Discourse Analysis as Methodology", 2020, from https://www.scribbr.com/methodology/discourse-analysis/.

[11] R. Kerdpoln, The COVID-19 Global Pandemic and The New Era of Degrowth Transformation, 2020, Legal Officer, Thai Arbitration Institute., https://oia.coj.go.th/th/content/category/detail/id/8/cid/ 9291/iid/218029.

[12] P. Everingham, N. Chassagne, Post COVID-19 ecological and social reset: moving away from capitalist growth models towards tourism as Buen Vivir. Tourism Geographies, 2020, 1-12. 10.1080/14616688.2020.1762119.

[13] Y. Khmara, J. Kronenberg, Degrowth in business: An oxymoron or a viable business model for sustainability?. Journal of Cleaner Production, 2018, 177, 721-731, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.182.

[14] G. Kallis, The case for degrowth., 2020, Cambridge, UK: Polity Press.

[15] S. Seyfi, C.M. Hall, COVID-19 pandemic, tourism and degrowth. In Hall, C. M., Lundmark, L., & Zhang, J. (eds). Degrowth and Tourism: New Perspectives on Tourism Entrepreneurship, Destinations and Policy, 2020, Routledge. https://doi.org/10.4324/9780429320590-17

[16] M. Johnson, E. McLean, Discourse Analysis, 2020, International Encyclopedia of Human Geography (Second Edition), Elsevier, 2020, Pages 377-383,https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102295-5.10814-5.

[17] I. Cosme., R. Santos, D.W. O'Neill, Assessing the degrowth discourse: A review and analysis of academic degrowth policy proposals, 2017, Journal of Cleaner Production, 149, 321-334. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.016

[18] V. Andreoni, S. Galmarini, On the Increase of Social Capital in Degrowth Economy, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 72, 2013, Pages 64-72, https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.02.006.

[19] B. Muraca, Towards a fair degrowth-society: Justice and the right to a 'good life' beyond growth, Futures, 2012, Volume 44, Issue 6, 2012, Pages 535-545, https://doi.org/10.1016/j.futures.2012.03.014.

[20] B. Robra, P. Heikkurinen, Degrowth and the Sustainable Development Goals, 2019, Encyclopedia Of The UN Sustainable Development Goals, 1-10. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71058-7_37-1.

[21] B. Schmid, Degrowth and postcapitalism: Transformative geographies beyond accumulation and growth, 2019, Geography Compass.13:e12470. https://doi.org/10.1111/gec3.12470.

[22] B. Robra, L. Nesterova, F. Maier, No more business as usual: introducing the Degrowth Organisation and Economy Research Group, 2020, Retrieved 24 December 2020,

From https://degrowthuk.org/2020/06/08/no-more-business-as-usual-introducing-the-degrowth-organisation-and-economy-research-group/

ผลกระทบและการจัดการภาวะวิกฤตการแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนา (โควิด-19) ของผู้ประกอบการไทยในธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

BUSINESS IMPACT AND CRISIS MANAGEMENT OF THAI ENTREPRENEURSHIP FOR CORONAVIRUS DISEASE (COVID-19) IN SMALL AND MEDIUM ENTERPRISE

1st เอิบ พงบุหงอ
Oeb Pongbugor
ศูนย์วิจัยและบริการธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250
Center of Business Research and Service, Thai-Nichi Institute of Technology
1771/1 Pattanakarn Rd., Suanluang, Bangkok 10250
Email address: oeb@tni.ac.th

2nd รังสรรค์ เลิศในสัตย์
Rungsun Lertnaisat
ศูนย์วิจัยและบริการธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Center of Business Research and Service, Thai-Nichi Institute of Technology
1771/1 Pattanakarn Rd., Suanluang, Bangkok 10250
Email address: rungsun@tni.ac.th

3rd วนิดา วาดีเจริญ
Wanida Wadeecharoen
บริษัท ที ดี อาร์ ควอลิตี้ รีเสิร์ช จำกัด
80 ซอย 24 แยก 5 ถนนรามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร 10240
3 DR Quality Research Co., Ltd
80 Soi Ramkhamhaeng 24 Yak 8, Kwaeng Hua Mak, Hua Mak, Bang Kapi, 10240
Email address: wanida@3dr.co.th

บทคัดย่อ **– การแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนา (โควิด-19) นับเป็นวิกฤตการณ์ ภาวะการระบาดใหญ่ทั่วโลก ที่ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและประชาคมโลกอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยเฉพาะภาคการผลิตของไทย ที่ต้องพึ่งพาการนำเข้าวัตถุดิบขั้นกลางจากต่างประเทศ ต้องประสบกับภาวะขาดแคลนวัตถุดิบการผลิตในห่วงโซ่อุปทาน ด้านธุรกิจการท่องเที่ยวและบริการได้รับผลกระทบจากมาตรการปิดประเทศของรัฐ เพื่อความอยู่รอดของธุรกิจในภาวะวิกฤตดังกล่าว ผู้ประกอบการจำเป็นต้องมีมาตรการควบคุมภาวะวิกฤตมิให้ขยายตัวอันส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพของธุรกิจ การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบและมาตรการการจัดการภาวะวิกฤต และมาตรการฟื้นฟูธุรกิจภายหลังวิกฤตของผู้ประกอบการธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในภาคการผลิต และภาคบริการ จำนวน 145 บริษัท ผลการศึกษาพบว่า ร้อยละ 41 ของธุรกิจ ได้รับผลกระทบจากผู้ใช้บริการที่ลดลง วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตขาดแคลน ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น คำสั่งซื้อลดลง มาตรการระยะสั้นที่ผู้ประกอบการสามารถลดต้นทุนการดำเนินงานได้ คือ การควบคุมการทำงานล่วงเวลาและโครงการให้พนักงานทำงานจากที่บ้าน เพื่อฟื้นฟูธุรกิจหลังภาวะวิกฤต ผู้ประกอบการต้องการให้ภาครัฐมีมาตรการช่วยเหลือด้วยการลดดอกเบี้ยเงินกู้ พักชำระหนี้ ลดค่าสาธารณูปโภค ลดภาษีเงินได้นิติบุคคล ตลอดจนมาตรการเยียวยาแรงงานที่ได้รับผลกระทบจากวิกฤตในครั้งนี้**

คำสำคัญ - ไวรัสโคโรนา ผู้ประกอบการ ธุรกิจขนาดกลางและย่อม

Abstract **- The epidemic of coronavirus disease (Covid-19) become a critical crisis of global pandemic which is difficult to avoid the crisis. Particularly in Thailand manufacturing sectors relied on foreign imports of intermediate raw materials, lead to lack of raw material in manufacturing supply chain. Tourism and service sectors were affected by government lockdown policy. For business survival, entrepreneur's crisis management before and during crisis need to take an action to stabilize of business activities. This study was to examine impact and crisis management including post crisis business recovery of small and medium- sized business enterprises in manufacturing and services sectors. The total 145 companies were collected and results show that 41% of businesses were affected by customer decline. Lacking of the raw material remaining the major problem lead to increase of production cost while purchasing order decline. The short- term alternatives for business operational cost reduction is workload overtime control and work from home. The post crisis business recovery, entrepreneurs requiring government assists to providing soft loan, moratorium, reducing electricity/ water bills, reduce corporate income tax and also remedies for labor force affected by this crisis.**

Keywords: Coronavirus Disease, Entrepreneurship, SME

I. บทนำ

จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนา (COVID-19) นับเป็นวิกฤตครั้งใหญ่ในรอบศตวรรษที่ส่งผลต่อธุรกิจและการดำเนินชีวิตของผู้คนทั่วโลก โดยองค์การอนามัยโลกยกระดับให้เป็น "**ภาวะการระบาดใหญ่ทั่วโลก**" (Pandemic) มีการแพร่ระบาดครั้งแรกในเมืองอู่ฮั่น ประเทศ

จีน และแพร่ระบาดไปกว่า 60 ประเทศทั่วโลก [1] การเข้าสู่ห่วงโซ่โลกาภิวัตน์ของประเทศไทยทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม ทำให้ธุรกิจของไทยไม่สามารถหลีกเลี่ยงวิกฤตการแพร่ระบาดของไวรัสโคโรน่า 2019 ซึ่งเมืองอู่ฮั่นเป็นศูนย์กลางผลิตสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ ยานยนต์ และเป็นศูนย์กลางการค้าการขนส่งของจีนทั้งรถไฟและสนามบิน จึงทำให้วิกฤตในครั้งนี้ ***"ส่งผลกระทบต่อภาคการผลิตของไทยที่ต้องพึ่งพาวัตถุดิบขั้นกลางจากจีนและแตกต่างกันในแต่ละอุตสาหกรรม"*** โดยเฉพาะอุตสาหกรรมยานยนต์ส่วนใหญ่ที่ใช้ระบบการผลิตสินค้าคงคลังเท่ากับศูนย์ (Zero Inventory), ระบบ Lean หรือ Just in time ซึ่งมีแนวโน้มได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงจากวิกฤตในครั้งนี้ [2] จากรายงานของ United Nation พบว่าดัชนีการผลิต (PMI) ของจีนลดลงต่ำสุดรอบกว่าทศวรรษที่ผ่านมา โดยประเมินว่าจะสร้างความเสียหายต่อการส่งออกในห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) เป็นมูลค่ากว่า 50,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐ โดยมีผลกระทบมากที่สุดใน กลุ่มสหภาพยุโรป EU คิดเป็นมูลค่า 15,600 ล้านดอลลาร์สหรัฐ รองลงมาคือ สหรัฐฯ คิดเป็นมูลค่า 5,800 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ญี่ปุ่น 5,200 ล้านดอลลาร์สหรัฐ เกาหลี คิดเป็นมูลค่า 3,800 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 11 ด้วยมูลค่าความเสียหาย 700 ล้านดอลลาร์สหรัฐ โดยพบว่าอุตสาหกรรมการผลิตยาง พลาสติก เครื่องมือเครื่องจักร เคมีภัณฑ์ อุปกรณ์สื่อสาร และอุตสาหกรรมยานยนต์ของไทยเป็นสาขาที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด [2] ไม่เพียงแต่ในภาคการผลิตเท่านั้นภาคการท่องเที่ยวก็ได้รับผลกระทบจากวิกฤตในครั้งนี้อย่างรุนแรงเป็นประวัติการณ์ จากรายงานของสมาคมขนส่งทางอากาศระหว่างประเทศ (International Air Transport Association) ประเมินผลกระทบด้านรายได้ลดลงถึง 63,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐ โดยโซนเอเชียได้รับผลกระทบมากที่สุด และส่งผลกระทบต่อธุรกิจการท่องเที่ยวของไทยไม่น้อยกว่า 6 เดือนสำหรับการฟื้นฟูธุรกิจภายหลังภาวะวิกฤตสิ้นสุดลง [3] เพื่อควบคุมภาวะวิกฤตภาครัฐใช้มาตรการเข้มงวดประกาศ ***"ห้ามบุคคลออกนอกเคหะสถาน"*** (Curfew) ระหว่างเวลา 22.00-04.00 น. ทั่วประเทศในวันที่ 3 เมษายน 2563 โดยขอความร่วมมือจากสถานประกอบการที่เข้าข่ายเป็นแหล่งแพร่ระบาดไวรัสโควิด-19 ได้แก่ห้างสรรพสินค้า สถาบันการศึกษา โรงแรม ร้านอาหาร ธุรกิจให้บริการต่าง ***"เมื่อธุรกิจตั้งอยู่บนวิกฤต จึงไม่สามารถดำเนินธุรกิจได้อย่างเป็นปกติวิสัย ภาวะดังกล่าวส่งผลให้สภาพคล่องทางเศรษฐกิจของประเทศหยุดชะงักทันที"*** โดยเฉพาะผลกระทบที่เกิดขึ้นกับผู้ประกอบการธุรกิจและแรงงานในห่วงโซ่อุปทานภาคการผลิตและภาคบริการของประเทศ ส่งผลให้ภาคแรงงานของไทยเผชิญกับปัจจัยเสี่ยงด้านรายได้และความมั่นคง โดยเฉพาะกลุ่มลูกจ้างชั่วคราว ผู้ประกอบอาชีพอิสระ และลูกจ้างของธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ซึ่งมีความเปราะบางต่อสภาวะถดถอยทางเศรษฐกิจ ซึ่งมีจำนวนมากถึง 23.4 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 62 ของการจ้างงานทั้งประเทศ [5] เพื่อความอยู่รอดของธุรกิจ และป้องกันมิให้วิกฤตเพิ่มความรุนแรงจนกระทบต่อสถานะทางการเงินขององค์กร ผู้ประกอบการจำเป็นต้องมีการจัดการภาวะวิกฤตที่รวดเร็ว ทันต่อเหตุการณ์ พร้อมทั้งมีแผนป้องกัน และรับมือกับวิกฤตที่เกิดขึ้นอย่างทันท่วงที สร้างความมั่นใจต่อความเป็นอยู่ สุขภาพ และความปลอดภัยของบุคคล รวมถึงเสถียรภาพความมั่นคงขององค์กร ด้วยเหตุนี้ศูนย์วิจัยและบริการธุรกิจ จึงทำการศึกษาผลกระทบและมาตรการจัดการภาวะวิกฤต "ไวรัสโคโรน่า 2019" ของธุรกิจ SMEs ไทย ทั้งในระหว่างก่อนวิกฤต ระหว่างวิกฤต และหลังภาวะวิกฤต เพื่อเป็นแนวทางในการฟื้นฟูธุรกิจของไทยภายหลังภาวะวิกฤตให้กลับสู่สภาพปกติให้เร็วที่สุด

II. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- ☐ ศึกษาผลกระทบจาก "ไวรัสโคโรน่า 2019" ต่อการดำเนินงานของธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม
- ☐ ศึกษาแนวทางการจัดการภาวะวิกฤต "ไวรัสโคโรน่า 2019" ของผู้ประกอบการธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม
- ☐ ศึกษาแนวทางฟื้นฟูธุรกิจภายหลังภาวะวิกฤต "ไวรัสโคโรน่า 2019" ของผู้ประกอบการธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

III. ทบทวนวรรณกรรม

ความหมายของภาวะวิกฤต

ตามพจนานุกรมฉบับบัณฑิตสยาม พ.ศ.2542 ให้ความหมายของคำว่า **"วิกฤต"** หมายถึง สภาวะอันล่อแหลมต่ออันตราย และให้ความหมายของ **"วิกฤตการณ์"** หมายถึง เหตุการณ์อันวิกฤต นอกจากนี้ตามพจนานุกรมของ Oxford ให้ความหมายของวิกฤต หมายถึง ช่วงเวลาที่มีปัญหาหนักหรือช่วงเวลาอันตราย และเป็นช่วงเวลาที่ต้องมีการตัดสินใจ ทั้งนี้คำว่า Crisis มาจากภาษากรีก คือ Krisis ซึ่งหมายถึง การเปลี่ยนแปลง (Differentiation) หรือการตัดสินใจ (Decision) ตามทัศนะของ Glaesser, (2006) อ้างถึงใน [4] สรุปความหมายของ ภาวะวิกฤต หมายถึง สภาวการณ์ที่เกิดเหตุการณ์สำคัญอันอาจส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานและเป้าหมายขององค์กร ตามความหมายของภาวะวิกฤตจึงนับเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาในการดำเนินงานของธุรกิจ

แหล่งที่มาของภาวะวิกฤต

ตามทัศนะของ [6] แบ่งที่มาของภาวะวิกฤตไว้ 2 ประเภท คือ จากปัจจัยภายนอก และปัจจัยภายในองค์กร แสดงรายละเอียดในตารางที่ I

ตารางที่ I. แหล่งที่มาของภาวะวิกฤต

ภาวะวิกฤตที่เกิดจากปัจจัยภายนอกองค์กร	ภาวะวิกฤตที่เกิดจากปัจจัยภายในองค์กร
☐ปัจจัยด้านกลุ่มเป้าหมาย: ปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ทัศนคติ ค่านิยมผู้บริโภค	☐ปัจจัยด้านโครงสร้างองค์กร ได้แก่ กระบวนการและวิธีปฏิบัติงาน เช่น การทำงานในภาวะตึงเครียด
☐ปัจจัยด้านการตลาด: ภาวะการแข่งขันของสินค้าชนิดเดียวกัน	☐ปัจจัยด้านการดำเนินงาน: การขาดแคลนบุคลากรผู้เชี่ยวชาญ
☐ปัจจัยด้านเทคโนโลยี: การเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว	☐ปัจจัยด้านเทคโนโลยีและข้อมูล: เทคโนโลยีล้าสมัย
☐ปัจจัยด้านการเงินและเศรษฐกิจ: ขาดแคลนแรงงาน กำลังซื้อผู้บริโภคลดลง ภาวะเงินเฟ้อ	☐ปัจจัยด้านทรัพยากรและวัตถุดิบ: ความไม่แน่นอนของงบประมาณในการจัดซื้อวัตถุดิบ
☐ปัจจัยด้านกฎหมาย: ข้อกฎหมาย พรบ. หรือข้อบังคับทางราชการ การเปลี่ยนกฎระเบียบต่าง ๆ	☐ปัจจัยด้านวัฒนธรรมและจริยธรรมองค์กร: ไม่มีการส่งเสริมพนักงานให้เป็นผู้เชี่ยวชาญ
☐ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและภัยธรรมชาติ: โรคระบาด น้ำท่วม	☐ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในการทำงาน: บรรยากาศในการทำงาน

ที่มา: [6]

การจัดการภาวะวิกฤต

ตามทัศนะของ [8] กล่าวว่า การจัดการภาวะวิกฤตจากผลกระทบของโรคระบาดดังกล่าว สามารถทำได้โดย (1) ตรวจดูโครงสร้างภายในองค์กรว่าแผนกใดในองค์กรที่ประสบปัญหาอันนำไปสู่การเกิดวิกฤตได้ (2) การเตรียมตัวและป้องกัน เริ่มต้นจากการสื่อสารให้สมาชิกในองค์กรเข้าใจและตระหนักถึงวิกฤตที่เกิดขึ้น อันนำไปสู่การวางแผนรับมือกับภาวะวิกฤตร่วมกัน (3) ควบคุมความเสียหาย ด้วยการพิจารณาถึงสาเหตุของการเกิดวิกฤต โดยให้ความสนใจกับวิกฤตด้านสุขภาพของสมาชิกในองค์กรและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเป็นสำคัญ (4) การฟื้นฟูสภาพขององค์กรหลังภาวะวิกฤต และ (5) ผู้บริหารองค์กรได้เรียนรู้จากวิกฤตที่เกิดขึ้นอย่างไรเพื่อนำไปใช้วางแผนป้องกันวิกฤตการณ์ในอนาคต

ตามทัศนะของ [9] ศึกษามาตรการการจัดการภาวะวิกฤตกับโรงแรมระดับ 5 ดาว ในเครือต่างประเทศ ตั้งอยู่ใน ฮ่องกง, ลอนดอน และฟินแลนด์ โดยการสัมภาษณ์ผู้จัดการสาขา และผู้จัดการความปลอดภัยของโรงแรมเกี่ยวกับการจัดการความเสี่ยง ผลของการศึกษาพบว่าทางโรงแรมมีการจัดการภาวะวิกฤตทั้งก่อน (Pre-Crisis) ระหว่างวิกฤต (During-Crisis) และภายหลังวิกฤต หรือช่วงฟื้นฟู (Post-Crisis) โดยแบ่งประเภทของภาวะวิกฤตออกเป็น (1) ภาวะวิกฤตที่เกิดขึ้นภายใน (crisis within their property) ได้แก่ เกิดการอุบัติเหตุอันมีสาเหตุมาจากการบริหารจัดการภายในโรงแรมส่งผลให้มีผู้ได้รับบาดเจ็บไปถึงขั้นเสียชีวิต (2) ภาวะวิกฤตที่เกิดจากภายนอก (crisis outside their property) ได้แก่ การเลื่อนหรือยกเลิกการเดินทางเป็นจำนวนมาก (mass cancellation) ของนักท่องเที่ยง ส่งผลให้เกิดวิกฤตทางการเงิน นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลต่อจำนวนการเข้าพักของนักท่องเที่ยว ได้แก่ ปัญหาการก่อการร้าย และโรคระบาด

Niininen ได้เสนอแนะแนวทางการจัดการภาวะวิกฤต แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้ (1) การเตรียมการสำหรับสถานการณ์วิกฤต (Being prepared for crisis situation) กล่าวคือ การเตรียมมาตรการรองรับวิกฤตที่กำลังจะเกิดขึ้น (2) การจัดการต้นทุนระหว่างภาวะวิกฤต (Managing cost during crisis) กล่าวคือ การบริหารต้นทุนในภาวะวิกฤตมีความจำเป็นอย่างมากเพื่อความอยู่รอดขององค์กร โดยเฉพาะธุรกิจโรงแรม เมื่อไม่มีผู้เข้าพักจึงจำเป็นต้องลดต้นทุนด้านบุคลากร ด้วยการให้พนักงานลาพักร้อน หรือพักงานชั่วคราวจนกว่าสถานการณ์จะคลี่คลาย ทั้งนี้การลดต้นทุนในกรณีดังกล่าวจะต้องเป็นไปด้วยความสมัครใจของพนักงาน ตลอดจนการปรับเปลี่ยนกระบวนการดำเนินงานให้ตอบสนองต่อภาวะวิกฤต ไปจนถึงฟื้นฟูธุรกิจภายหลังภาวะวิกฤตสิ้นสุดลง (3) ขอความช่วยเหลือจากหน่วยงานในพื้นที่ (Make full use of local advice) เช่น สถานีตำรวจ การขอความร่วมมือในการรักษาความปลอดภัย สถานีดับเพลิง กรณีเหตุไฟไหม้ (4) การสื่อสารกับลูกค้าอย่างมีประสิทธิภาพ (Maintaining good communication with guests) ข้อมูลลูกค้ามีความสำคัญต่อฝ่ายลูกค้าสัมพันธ์ของธุรกิจโรงแรม ช่วยแก้ปัญหาการถูกร้องเรียน หรือการกล่าวถึงโรงแรมในด้านลบ การแจ้งข่าวสารเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในพื้นที่ใกล้โรงแรมที่อาจส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของนักท่องเที่ยว เช่น คุณภาพอากาศ สารปนเปื้อนในแม่น้ำ และอุทกภัยทางธรรมชาติต่าง ๆ (5) การใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมความปลอดภัยของโรงแรม (Use of technology to enhance hotel security) เช่น การใช้กุญแจอิเล็กทรอนิกส์ การติดตั้งกล้องวงจรปิดและระบบความปลอดภัยทางอินเทอร์เน็ต [9] การจัดการภาวะวิกฤตมีความจำเป็นอย่างมากต่อการดำเนินธุรกิจในปัจจุบัน เนื่องจากธุรกิจของไทยมีการพึงพาการนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศ เมื่อเกิดวิกฤตทั้งจากภายใน และภายนอกประเทศก็ดี ผู้บริหารองค์กรจำเป็นต้องมีการวางแผนรองรับภาวะวิกฤตที่อาจเกิดขึ้นและมีผลกระทบต่อห่วงโซ่อุปทาน อันเป็นสาเหตุทำให้ธุรกิจของประเทศหยุดชะงัก ซึ่งการจัดการกับภาวะวิกฤตโดยทั่วไปจะครอบคลุมการดำเนินงานใน 3 ระดับ เริ่มตั้งแต่ ***"ก่อนวิกฤต ระหว่างวิกฤต และการฟื้นฟูธุรกิจภายหลังวิกฤต"*** ผลกระทบจากวิกฤตที่เกิดขึ้นนับเป็นกรณีศึกษาให้กับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการให้ความสำคัญต่อกระบวนการและระดับการจัดการภาวะวิกฤตเพื่อกำหนดเป็นแผนตั้งรับวิกฤตที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตสรุปได้ในตารางที่ II ดังต่อไปนี้

ตารางที่ II. การจัดการภาวะวิกฤต Three - Stage Approach

ระยะก่อนเกิดภาวะวิกฤติ (Pre-Crisis)	ระยะเหตุการณ์ภาวะวิกฤต (Crisis Event)	ระยะหลังการเกิดภาวะวิกฤต (Post-Crisis)
☐ **Stage 1** การเตรียมการต่าง ๆ (Preparedness) เพื่อป้องกันและจัดการกับภาวะวิกฤตที่อาจเกิดขึ้นกับองค์กร	☐ **Stage 2** การตอบสนองต่อภาวะวิกฤต (Crisis Response) เพื่อจัดการแก้ไข สกัดกั้นการขยายตัว รวมถึงการควบคุมความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากเหตุการณ์ภาวะวิกฤตนั้น ๆ	☐ **Stage 3** ทบทวนเหตุการณ์และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากวิกฤตเพื่อนำไปวางแผนปรับปรุงและป้องกันในอนาคต มิให้เกิดวิกฤตอื่น ๆ ขึ้นอีก

ที่มา: [10]

IV. วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อประเมินถึงสถานการณ์วิกฤต "ไวรัสโควิด19" (COVID-19) ที่องค์กรธุรกิจกำลังประสบปัญหา ศูนย์วิจัยและบริการธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น จึงทำการสำรวจผลกระทบและมาตรการการจัดการภาวะวิกฤต กับกลุ่มธุรกิจในภาคอุตสาหกรรมการผลิต และธุรกิจในภาคบริการ โดยใช้การวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) เก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามปลายปิด (Closed Questions) ประกอบกับการใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ภายใต้กรอบแนวคิด "Three Stages Approach" [10] เพื่อศึกษาประเด็นที่เกี่ยวข้องใน 3 ระดับ ได้แก่ ***"ก่อนวิกฤต ระหว่างวิกฤต และการฟื้นฟูธุรกิจภายหลังวิกฤต"*** เก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามปลายเปิด (Open Ended Questions)

ศูนย์วิจัยฯ คัดเลือกกลุ่มธุรกิจตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มรายชื่อในฐานข้อมูลของ Factory Directory in Thailand 2019 (14th Edition) ที่ประกอบธุรกิจในประเภทต่อไปนี้ (1) อุตสาหกรรมการผลิต ได้แก่ อุตสาหกรรมยานยนต์ และชิ้นส่วนประกอบ (2) อุตสาหกรรมการขนส่ง (3) อุตสาหกรรมอาหาร และ (4) อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวและบริการ ทำการสำรวจระหว่างวันที่ 20 มีนาคม – 20 เมษายน 2563 ส่งแบบสำรวจจำนวน 500 บริษัท ได้รับผลสำรวจกลับมา 145 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 29 ของผลสำรวจที่ได้รับกลับมาทั้งหมด

V. ผลการวิจัย

ผลการศึกษาในครั้งนี้ แบ่งเป็น (1) ผลกระทบจาก "ไวรัสโคโรน่า" ของธุรกิจ SME (2) การจัดการภาวะวิกฤต "ไวรัสโคโรน่า" และ (3) แนวทางฟื้นฟูธุรกิจภายหลังภาวะวิกฤต โดยเป็นการวิเคราะห์ผลสำรวจจากแบบสอบถามปลายปิด ด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) วิเคราะห์แบบสอบถามปลายเปิด ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1: ผลกระทบจาก "ไวรัสโคโรน่า 2019" ของธุรกิจ SME

ตารางที่ III. ผลกระทบจาก "ไวรัสโคโรน่า 2019" ของธุรกิจ SME

No.	ผลกระทบที่ได้รับ	จำนวน	ร้อยละ (%)
1	จำนวนผู้ใช้บริการ/ลูกค้าลดลง	59	41
2	ขวัญกำลังใจพนักงานลดลง	56	39
3	ผู้ซื้อ หรือคำสั่งซื้อลดลง	54	37
4	วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตขาดแคลน	34	24
5	ต้นทุนในการผลิตสินค้าสูงขึ้น	29	20
6	อื่น ๆ อุปกรณ์ป้องกันขาดแคลน	22	15

กลุ่มตัวอย่าง 145 บริษัท แบ่งเป็นภาคการผลิต ได้แก่ อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วน 30% อุตสาหกรรมอาหาร 5% ร้อยละ 64 ตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพและปริมณฑล ร้อยละ 19 ตั้งอยู่ในภาคตะวันตก (ชลบุรีและระยอง) ร้อยละ 68 เป็นธุรกิจของคนไทย ร้อยละ 4 เป็นบริษัทสัญชาติญี่ปุ่น และร้อยละ 15 เป็นบริษัทร่วมทุนไทย-ญี่ปุ่น ด้านขนาดของธุรกิจพบว่า ร้อยละ 43 ของบริษัทเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ภาคบริการได้แก่ ธุรกิจบริการและการท่องเที่ยว 32% ธุรกิจขนส่งโลจิสติกส์ 7% และธุรกิจบริการอื่น ๆ 26% มีจำนวนพนักงานไม่เกิน 50 คน ร้อยละ 18 พนักงาน 51-200 คน ร้อยละ 11 บริษัทที่มีพนักงานระหว่าง 501-1,000 คน คิดเป็นร้อยละ 12 และบริษัทขนาดใหญ่ที่มีพนักงานมากกว่า 1,000 คน คิดเป็นร้อยละ 16 จากผลสำรวจพบว่า วิกฤตการแพร่กระจายของ *"ไวรัสโควิด19"* ส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานของธุรกิจ โดยพบว่าร้อยละ 41 คำสั่งซื้อจากลูกค้าของบริษัทลดลง ร้อยละ 24 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตขาดแคลน ร้อยละ 20 พบว่าต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น ร้อยละ 39 พบว่าปัญหาดังกล่าวส่งผลให้ขวัญและกำลังใจของพนักงานลดลง นอกจากนี้ในภาคธุรกิจบริการยังประสบปัญหาที่เกิดจากจำนวนนักท่องเที่ยวหายไป กิจกรรมด้านการบันเทิงถูกยกเลิก หรือถูกระงับชั่วคราว จำนวนผู้ใช้บริการธุรกิจโรงแรม ร้านนวดและสปา ธุรกิจค้าปลีกที่ลดลงกว่าร้อยละ 40

ส่วนที่ 2 การจัดการภาวะวิกฤต "ไวรัสโคโรน่า 2019" ของธุรกิจ SME

เพื่อเป็นการลดความเสี่ยงการแพร่ระบาดของ *"ไวรัสโควิด19"* ผู้ประกอบการจึงมีมาตรการป้องกันและแก้ไขปัญหาในช่วงสภาวะวิกฤตที่เกิดขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่เป็นมาตรการระยะสั้นที่สอดคล้องกับมาตรการขอความร่วมมือจากภาครัฐ โดยร้อยละ 32 ให้พนักงานสามารถทำงานจากที่บ้าน (Work from Home) ร้อยละ 35 จัดให้มีโครงการควบคุมการทำงานล่วงเวลา ร้อยละ 13 จัดให้มีโครงการเพิ่มวันหยุดประจำสัปดาห์ ร้อยละ 6 บริษัทมีมาตรการจ่ายเงินเดือนพนักงาน 75% ของเงินเดือนประจำจนกว่าสถานการณ์จะเข้าสู่ภาวะปกติ ร้อยละ 6 ให้พนักงานหยุดงานชั่วคราวเป็นเวลา 1-2 เดือน นอกจากนี้ ยังมีมาตรการให้ยกเลิกการจ้างพนักงานสัญญาจ้างชั่วคราว (Outsource) เพื่อความอยู่รอดของธุรกิจ

ด้านธุรกิจที่สามารถเปิดดำเนินการ ได้แก่ ภาคอุตสาหกรรมการผลิตยานยนต์และชิ้นส่วนประกอบ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สถานประกอบการเหล่านี้มีมาตรการลดความเสี่ยงจากการแพร่ระบาดของ *"ไวรัสโควิด19"* ก่อนที่ภาครัฐจะประกาศภาวะฉุกเฉินประกาศปิดสถานที่เสี่ยงเมื่อวันที่ 21 มีนาคม 2563 ที่ผ่านมา โดยร้อยละ 51 ประชาสัมพันธ์มาตรการป้องกันการแพร่ระบาดของ*"ไวรัสโควิด19"* พร้อมกับเตรียมการจัดซื้ออุปกรณ์ป้องกัน ได้แก่ หน้ากากอนามัย ยาพ่นฆ่าเชื้อ ติดตั้งเจลแอลกอฮอล์ ทำความสะอาดอย่างทั่วถึง คิดเป็นร้อยละ 53.5 ร้อยละ 45 ของกลุ่มตัวอย่างมีมาตรการคัดกรองผู้มาติดต่อโดยมีการวัดอุณหภูมิก่อนเข้าสถานประกอบการและใส่หน้ากากอนามัย เพื่อการทำความสะอาดให้ถี่ขึ้น นอกจากนี้ในบางฝ่ายงานมีนโยบายให้ทำงานจากที่บ้านได้เพื่อลดความเสี่ยงของการแพร่ระบาด

ตารางที่ IV. ผลกระทบจาก "ไวรัสโคโรน่า 2019" ของธุรกิจ SME

NO.	การจัดการภาวะวิกฤต (Crisis Management)	ก่อน	ระหว่าง	จำนวน	ร้อยละ (%)
	คำถามปลายปิด				
1	โครงการควบคุมการทำงานล่วงเวลา		☑	47	35
2	โครงการให้พนักงานทำงานที่บ้าน		☑	43	32
3	โครงการเพิ่มวันหยุดประจำสัปดาห์		☑	17	13
4	โครงการสมัครใจลาออก		☑	12	9
5	โครงการจ่ายค่าจ้าง 75%		☑	8	6
6	โครงการหยุดงานชั่วคราว 1 เดือน		☑	8	6
7	รอมาตรการช่วยเหลือจากภาครัฐ		☑	12	8
	คำถามปลายเปิด				
1	ให้พนักงานใช้วันพักร้อน	☑		4	3
2	แจกอุปกรณ์ป้องกันและฆ่าเชื้อ	☑		4	3
3	เฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยง	☑		4	3
4	เพิ่มเจ้าหน้าที่ให้ความรู้กับประชาชน	☑		4	3
5	ป้องกันตนเองมีจุดคัดกรอง	☑		4	3
6	เพิ่มพนักงานทำความสะอาด	☑		1	0.7
7	เก็บประวัติพนักงานต่างชาติ	☑		1	0.7
8	แจ้งลูกค้าถึงสถานการณ์ปัจจุบัน	☑		1	0.7
9	ห้ามพนักงานเดินทางต่างประเทศ	☑		1	0.7
10	มีการตรวจสุขภาพเพิ่มเติมกรณี > 50	☑		1	0.7
11	สมัครใจลาไม่รับค่าจ้าง ลดค่าใช้จ่าย		☑	1	0.7
12	ให้หยุดโดยใช้สิทธิ์วันลาของตนเอง		☑	1	0.7
13	หยุดกิจการชั่วคราว		☑	1	0.7
14	ลดจำนวนพนักงาน		☑	1	0.7
15	ให้พนักงานสัญญาจ้างลาออก		☑	1	0.7
16	มีมาตรการควบคุมต้นทุนการผลิต		☑	1	0.7
17	สับเปลี่ยนพนักงานประจำให้มีรายได้		☑	1	0.7

ส่วนที่ 3 แนวทางฟื้นฟูธุรกิจภายหลังภาวะวิกฤต “ไวรัสโคโรน่า 2019”

จากมาตรการปิดสถานประกอบการและให้พนักงานอยู่บ้านหยุดเชื้อนั้น ส่งผลให้เศรษฐกิจของประเทศต้องหยุดชะงัก ผู้ประกอบการส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า ภาครัฐควรช่วยเหลือเงินชดเชยให้แก่ผู้ประกอบการและพนักงานรายวันที่สูญเสียรายได้จากผลกระทบที่เกิดขึ้น เพื่อไม่ให้กระทบต่อห่วงโซ่อุปทานของการจ้างงานในประเทศ รัฐควรจัดหาแหล่งเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ (Soft Loan) แก่ผู้ประกอบการธุรกิจ ช่วยประคับประคองให้ธุรกิจสามารถดำเนินการต่อไปได้ นอกจากนี้ผู้ประกอบการมีความต้องการให้ภาครัฐลดอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ ลดค่าไฟฟ้า ลดภาษี มาตรการพักหนี้ เสริมสภาพคล่องให้กับผู้ประกอบการเพื่อเป็นการบรรเทาผลกระทบในเบื้องต้น

ตารางที่ V. แนวทางฟื้นฟูธุรกิจภายหลังภาวะวิกฤต “ไวรัสโคโรน่า 2019”

No.	แนวทางฟื้นฟูธุรกิจภายหลังภาวะวิกฤต (Post-Crisis)	จำนวน	ร้อยละ (%)
1	มาตรการลดอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ประกอบการ	9	6
2	พักการชำระหนี้ผ่อนปรนเรื่องหนี้สินค้าชำระ	9	6
3	ลดดอกเบี้ยเงินกู้ ค่าสาธารณูปโภค	9	6
4	ลดภาษีเงินได้บุคคล และนิติบุคคล	4	3
5	ค่าใช้จ่ายในการป้องกันไวรัสนำมาหักภาษีได้	4	3
6	ขอสินเชื่อโดยไม่ต้องมีหลักทรัพย์ค้ำประกัน	4	3
7	มาตรการเยียวยาแรงงาน ผู้ถูกเลิกจ้าง	4	3
8	สนับสนุนรถสาธารณะเอกชนให้มีรายได้	1	.07
9	รัฐช่วยเหลือค่าครอบชีพที่สูงขึ้น	1	.07
10	รัฐรายงานผล ปชช. ร่วมป้องกันแก้ไข	1	.07
11	รัฐชดเชยให้แก่ผู้ประกอบการ/พนักงาน	1	.07
12	รัฐสนับสนุนการสอนทำน้ำยาฆ่าเชื้อ/เจล	1	.07
13	ประกันสังคมต้องครอบคลุมโรคโควิด	1	.07
14	รัฐมีมาตรการควบคุมโรคระบาดที่ชัดเจน	1	.07
15	รัฐควรมีนโยบายช่วยเหลือลูกจ้างที่ชัดเจน	1	.07
16	ควบคุมผู้ที่เดินทางจากประเทศกลุ่มเสี่ยง	1	.07
17	ททท.สนับสนุนการท่องเที่ยวภายในประเทศ	1	.07
18	รัฐจัดทัวร์ศึกษาดูงานภายในประเทศมากขึ้น	1	.07
19	รัฐมีมาตรการคัดกรองนักท่องเที่ยว	1	.07
20	มีโครงการสนับสนุนค่าครองชีพจากรัฐ	1	.07
21	ลดภาษีระยะสั้นลงมาเหลือ 5%	1	.07
22	ประชาสัมพันธ์ภาพลักษณ์ประเทศไทย	1	.07
23	ฟื้นฟูระบบห่วงโซ่อุปทานในสายการผลิต	1	.07

VI. สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาการจัดการภาวะวิกฤต “ไวรัสโคโรน่า 2019” ด้วยคำถามปลายเปิดกับผู้ประกอบการในกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) พบว่าผู้ประกอบการให้ความสำคัญกับการเตรียมการต่าง ๆ ป้องกันภาวะวิกฤตที่อาจเกิดขึ้นกับองค์กร ได้แก่ การแจกอุปกรณ์ป้องกันและฆ่าเชื้อ มีจุดคัดกรองพนักงาน การทำความสะอาดสถานที่เพื่อลดความเสี่ยงของการแพร่เชื้อ จัดให้มีการตรวจสุขภาพพนักงาน รวมถึงการเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยงและมาตรการห้ามพนักงานเดินทางออกนอกประเทศ แสดงให้เห็นว่าผู้ประกอบการไทยให้ความสำคัญกับสุขภาพและความปลอดภัยของพนักงานมาเป็นอันดับแรก ลดความเสี่ยงของการได้รับเชื้อและแพร่เชื้อไปในวงกว้าง [6] นับว่าเป็นขั้นตอนการหลีกเลี่ยงมิให้เกิดภาวะวิกฤต (Avoiding the crisis) นอกจากนี้การสื่อสารให้ลูกค้าทราบถึงสถานการณ์ปัจจุบันเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้ประกอบการให้ความสำคัญ แสดงถึงการรับรู้ถึงวิกฤตที่กำลังจะเกิดขึ้น (Recognizing the crisis) [11] โดยมาตรการส่วนใหญ่ที่ผู้ประกอบการนำมาใช้ระหว่างภาวะวิกฤต คือ ให้พนักงานสามารถทำงานจากที่บ้านได้ คิดเป็นร้อยละ 32 ถัดมาคือการเพิ่มวัดหยุดประจำสัปดาห์ ร้อยละ 13 ผู้ประกอบการมีนโยบายให้พนักงานสมัครใจลาออก ร้อยละ 9 ทั้งนี้ต้องได้รับการยินยอมจากพนักงานเป็นลายลักษณ์อักษร แสดงให้เห็นว่าต้นทุนด้านบุคลากรมีความสำคัญต่อการดำเนินงานของธุรกิจ SMEs ที่ผู้ประกอบการมีความจำเป็นต้องลดต้นทุนในส่วนนี้ให้มากที่สุด [9] ผู้ประกอบการ SMEs ร้อยละ 41 ได้รับผลกระทบที่รุนแรงที่สุดจากวิกฤต “ไวรัสโคโรน่า 2019” คือ จำนวนผู้ใช้บริการ หรือลูกค้าลดลง ร้อยละ 41 คำสั่งซื้อลดลง ร้อยละ 37 นอกจากนี้วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตยังขาดแคลนและมีราคาสูงส่งผลให้ต้นทุนการผลิตพุ่งสูงขึ้น ดังนั้นเพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถประคับประคองธุรกิจให้สามารถดำเนินกิจการในสภาวะวิกฤต และเพื่อไม่ให้กระทบต่อห่วงโซ่การจ้างงานของประเทศ สิ่งที่ผู้ประกอบการร้องขอจากภาครัฐในขณะนี้คือ มาตรการลดอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ การลดค่าสาธารณูปโภค ลดภาษีเงินได้นิติบุคคล และเงินชดเชยให้กับผู้ประกอบการที่ต้องหยุดกิจการในระหว่างวิกฤต ทั้งนี้เพื่อเป็นแผนฟื้นฟูธุรกิจให้กลับสู่สภาพปกติให้เร็วที่สุด

ถอดบทเรียนที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้

วิกฤตการณ์ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาของประเทศไทย เป็นเพียงวิกฤตภายในประเทศอันเกิดจากปัจจัยภายนอกองค์กร ได้แก่วิกฤตที่เกิดจากมนุษย์สร้างขึ้น เช่น เหตุการณ์จลาจลครั้งใหญ่ การบุกทำลายห้างสรรพสินค้าและสถานที่ราชการสำคัญในปี 2010 ถัดมาในปี 2011 เกิดวิกฤตน้ำท่วมใหญ่ในหลายจังหวัดของไทย ส่งผลอย่างมากต่อระบบห่วงโซ่อุปทานการผลิต (Supply Chain) ในภาคอุตสาหกรรมของไทยส่งผลต่อภาคการส่งออกของประเทศ ทำให้ระบบเศรษฐกิจต้องหยุดชะงัก อย่างไรก็ตามวิกฤตที่มนุษย์สร้างขึ้นแม้จะมีความรุนแรงแต่สามารถความคุมวิกฤตได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง หากเป็นวิกฤตที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติค่อนข้างยากที่จะควบคุม โดยเฉพาะวิกฤตการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนา ที่เกิดขึ้นทั่วโลกในแต่ละประเทศซึ่งมีความรุนแรงไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับมาตราการป้องกันและควบคุมของแต่ละประเทศ การแพร่ระบาดของโคโรนาไวรัสที่ผ่านมา ส่งผลกระทบต่อประชากรในวงกว้างทั้งภายในและภายนอกประเทศ เรียกได้ว่าเป็นวิกฤตการณ์โลก ทำให้องค์กรธุรกิจของไทยต้องปรับตัวอย่างหนักในทุกๆ ด้าน เพื่อตั้งรับต่อผลกระทบที่เกิดขึ้น การศึกษาในครั้งนี้จึงนับเป็นแนวทางให้กับผู้ประกอบการไทยได้ปรับโครงสร้างองค์กรให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะในภาคการผลิตที่ต้องเตรียมการด้านวัตถุดิบมิให้ส่งผลต่อสายการผลิตและ

ผู้บริโภค ทั้งก่อนเกิดภาวะวิกฤต ระหว่างวิกฤต รวมถึงวางแผนมาตราการป้องกันด้านสุขภาพให้กับพนักงาน

อย่างไรก็ตามผลของการศึกษาในครั้งนี้พบว่า SME ไทยกว่าร้อยละ 80 มีการบริหารจัดการปัญหาในระหว่างการเกิดวิกฤต กล่าวคือ สายการผลิตจะควบคุมการทำงานล่วงเวลาของพนักงาน เพื่อลดต้นทุนด้านบุคลากร พร้อมๆ กับให้พนักงานในสายบริหารทำงานที่บ้าน (work from home) มีการเพิ่มวันหยุดให้กับพนักงานเพื่อลดความเสี่ยง มีโครงการสมัครใจลาออก การจ่ายค่าจ้าง 75% ของเงินเดือนพนักงานจนกว่าสถานการณ์จะเข้าสู่ภาวะปกติ ไปจนถึงการใช้มาตรการสูงสุดคือยกเลิกการจ้างพนักงานสัญญาจ้างชั่วคราว ซึ่งส่วนใหญ่เป็นมาตรการระยะสั้นเพื่อความอยู่รอดของธุรกิจ ในส่วนของภาคการผลิต SME ไทยมีมาตรการป้องกันการแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนาด้วยการคัดกรองกลุ่มเสี่ยง การทำความสะอาดจุดสัมผัส การตรวจสุขภาพ เพื่อลดความเสี่ยงให้ต่ำที่สุด ส่วนมาตรการฟื้นฟูธุรกิจที่ SME มีความต้องการมากที่สุด คือ การพักชำระหนี้ การลดอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ผู้ประกอบการ ลดภาษีเงินได้นิติบุคคล ตลอดจนสามารถนำค่าใช้จ่ายในการป้องกันการแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนามาหักภาษีได้ ซึ่งส่วนใหญ่ข้อคิดเห็นที่ได้จากผู้ประกอบการ SME ไทยต่อการฟื้นฟูธุรกิจยังคงพึ่งพามาตรการจากภาครัฐมากกว่าการบริหารจัดการภายในองค์กร ทั้งนี้เนื่องด้วยกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม จึงมีข้อจำกัดด้านทรัพยากรการผลิต 4Ms เงิน (Money) คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วิธีการ (Methods) รูปแบบการบริหารจัดการปัจจัยการผลิตภายเหล่านี้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด รวมถึงไม่มีอำนาจการเจรจาต่อรองกับคู่ค้า (Partners) เหมือนองค์กรขนาดใหญ่ ทำให้ธุรกิจ SME ไม่สามารถเติบโตได้เท่าที่ควร และเมื่อกระทบกับวิกฤตที่เกิดจากปัจจัยภายนอกที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น การแพร่ระบาดของไวรัสโควิด ทำให้ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงถึงขั้นต้องเลิกจ้างพนักงานหรือปิดกิจการในบางธุรกิจ การศึกษาในครั้งนี้จึงเป็นการถอดบทเรียนของธุรกิจ SME ไทยให้ต้องมีแผนรองรับวิกฤตในอนาคต สามารถพึ่งพาตนเองมากขึ้น พนักงานเองควรมีการวางแผนพัฒนาศักยภาพรายบุคคล สามารถพึ่งพาตนเองได้หากองค์กรต้องมีการลดจำนวนพนักงาน พนักงานทุกคนต้องมีความคิดสร้างสรรค์ในการหาแนวทางเพิ่มรายได้และลดรายจ่ายให้กับองค์กรเพื่อที่องค์กรจะได้มีทุนสำรองมากขึ้น และนำทุนสำรองส่วนหนึ่งมาเป็นสวัสดิการให้กับพนักงานทุกคน สร้างขวัญและกำลังใจในการทำงานต่อไป

ข้อเสนอแนะที่ได้จากผลสำรวจ

ศูนย์วิจัยและบริการธุรกิจ ได้ทำการสำรวจคำถามปลายเปิดเพื่อให้กลุ่มตัวอย่าง ***"เสนอแนะข้อคิดเห็น และอุปสรรคของการจัดการภาวะวิกฤต"*** ข้อคิดเห็นส่วนใหญ่พบว่า ปัญหาหน้ากากอนามัยขาดตลาดและมีราคาแพงเป็นปัญหาใหญ่ที่ผู้ประกอบการและประชาชนทั่วไปได้รับผลกระทบในสภาวะวิกฤต *"ไวรัสโควิด19"* นอกจากหน้ากากอนามัยที่เป็นปัญหาสำคัญที่สุดแล้ว อุปกรณ์ป้องกันอื่น ๆ เช่น เจลแอลกอฮอล์ น้ำยาฆ่าเชื้อ ยังหาซื้อไม่ได้ จึงอยากให้ภาครัฐช่วยเหลือด้านการจัดซื้ออุปกรณ์ให้ เพราะเอกชนไม่สามารถจัดหาได้อย่างเพียงพอ ภาครัฐจะต้องมีนโยบายที่ชัดเจนกว่านี้และจริงจังกว่านี้ด้วยการแก้ปัญหาที่ต้นเหตุ มีมาตรการปิดประเทศเพื่อทำความสะอาด การฉีดยาฆ่าเชื้อทั้งเมือง และเข้าควบคุมสถานการณ์ให้กลับสู่ภาวะปกติให้เร็วที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ศูนย์วิจัยและบริการธุรกิจ ภายใต้การกำกับดูแลของคณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ขอขอบพระคุณหน่วยงานพันธมิตร ได้แก่ สภาองค์การนายจ้างผู้ประกอบการค้าและอุตสาหกรรมไทย สมาคมส่งเสริมการรับช่วงการผลิตไทย และสมาคมบริหารงานบุคคลภาคตะวันออก สำหรับความร่วมมือในทุกมิติทำให้การสำรวจในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดีภายในระยะเวลาที่กำหนด

เอกสารอ้างอิง

[1] เสาวณี จันทะพงษ์ และทศพล ต้องหุ้ย, "ผลกระทบวิกฤต COVID-19 กับเศรษฐกิจโลก" ค้นเมื่อ 30 พฤษภาคม 2563, จาก https://www.bot.or.th/Thai/ResearchAndPublications/

[2] UNCTAD, *Global Trade Impact of the Coronavirus (COVID-19) Epidemic* [Online]. https://unctad.org/en/publicationLibrary/ditcinf2020d1.pdf, [16 May 2020]

[3] IATA, *COVID-19 Initial Impact Assessment of the Novel Coronavirus. IATA Economics* [Online]. Available: https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/, [20 February 2020]

[4] ศิริพงศ์ รักใหม่, เยาวภรณ์ เลิศกุลทานนท์, กาญจนา แฮนนอน และกรกช มนตรีสุขศิริกุล, "การจัดการภาวะวิกฤตในธุรกิจโรงแรม", วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี, 11(1), 345-354, 2560

[5] ฐานเศรษฐกิจ, "วิกฤต 2020 เสี่ยงตกงานเป็นประวัติการณ์ย้ำความเปราะบางภาครัวเรือน" ค้นเมื่อ 30 พฤษภาคม 2563, จาก https://www.thansettakij.com/content/430695

[6] วิภัคฉณัฏฐ์ นิมิตพันธ์ และศิริจันทรา พลกนิษฐ, "การจัดการภาวะวิกฤต", วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอิสเทิร์นเอเชีย, ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษย์ศาสตร์, 7(1) หน้า 46-47, 2560

[7] Ingram, H., Tabari, S., & Watthanakhomprathip, W., "The Impact of Political Instability on Tourism: Case of Thailand". *Worldwide Hospitality and Tourism Themes,* Vol. 5(1), 92-103, 2013

[8] James, E. AND Wooten, L., "Leadership as (un)usual: How to display competence in times of crisis". *Organizational Dynamics,* Vol.34(2), 141-152, 2005

[9] Niininen, Outi, "Five Star Crisis Management – Examples of Best Practice from the Hotel Industry". Available: from http://dx.doi.org/10.5772/55209 [2013]

[10] วรทัย ราวินิจ, "สถานภาพขององค์ความรู้ด้านการจัดการและการสื่อสารในภาวะวิกฤตในวารสารเชิงวิชาการ", วารสารการประชาสัมพันธ์และการโฆษณา. 3(1), 90-91, 2553

[11] พินิตตา สุขโกศล, "การบริหารการสื่อสารในภาวะวิกฤต", วารสารวิทยาการจัดการและสารสนเทศศาสตร์. 2(1), 165-184, 2550

ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์

Marketing mix factors affecting behavior buying decision making movie disc

1st ปรินทร ศิริเอี้ยวพิกูล
Parinthorn Sirieawphikul
คณะบริหารธุรกิจ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
Business Administration Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok Thailand
si.parinthorn_st@tni.ac.th

2nd ธันยมัย เจียรกุล
Tanyamai Chiarakul
คณะบริหารธุรกิจ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
Business Administration Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok Thailand
tanyamai@tni.ac.th

บทคัดย่อ **—— การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาส่วนประสมทางการตลาดบริการที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์ โดยศึกษาจากลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 ตัวอย่าง และคัดเลือกเฉพาะผู้ที่เคยซื้อแผ่นภาพยนตร์ที่ถูกต้องตามกฎหมาย โดยใช้สถิติวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ ผลการศึกษาพบว่า ส่วนประสมทางการตลาดบริการด้านสินค้า ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านพนักงาน และด้านสภาพแวดล้อมของร้านส่งผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์**

คำสำคัญ **—— ส่วนประสมทางการตลาดการบริการ, พฤติกรรมการตัดสินใจซื้อ, แผ่นภาพยนตร์**

ABSTRACT **— The objective of this research is to identify the marketing mix factors affecting purchasing behavior movie disc. The samples of 400 consumers be used to study in this case. The Multiple Regression statistics were applied. The results of hypothesis marketing mix factors in term of people, product, physical evidence and promotion influenced purchasing decision behavior movie disc.**

Keywords **—— Service Marketing Mix, Behavior Buying Decision Making, Movie Disc**

1. บทนำ

ภาพยนตร์เป็นสื่อสารมวลชนแขนงหนึ่งที่มีลักษณะพิเศษนอกเหนือจากเป็นงานศิลปะซึ่งเกิดจากการรวมงานศิลปะหลายแขนงเข้าด้วยกัน ปัจจุบันภาพยนตร์ได้รับการยอมรับว่าเป็นศิลปะสมัยใหม่แขนงที่เจ็ดถัดจากวรรณกรรม จิตรกรรม สถาปัตยกรรม ประติมากรรม นาฏกรรม และดนตรี ทั้งยังเป็นสื่อบันเทิงที่มีบทบาทสูงและมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อชีวิตประจำวันของผู้คนมาช้านานตั้งแต่อดีต เนื่องจากภาพยนตร์เป็นเสมือนหนทางที่จะพาผู้คนท่องไปสู่โลกอีกโลกหนึ่ง ซึ่งเป็นโลกแห่งจินตนาการที่สามารถเติมเต็มสิ่งที่ขาดหายไปในชีวิตจริงของผู้ชม ภาพยนตร์ได้เป็นอย่างดีด้วยเหตุนี้ภาพยนตร์จึงเป็นสื่อที่คนส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์เพื่อความบันเทิงและการพักผ่อนหย่อนใจ (อุรพงศ์. 2557)

จากอดีตจนถึงปัจจุบัน เทคโนโลยีมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในทุก ๆ ปี จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีมีความล้ำสมัยและใช้งานได้อย่างง่ายขึ้น สามารถอำนวยความสะดวกต่าง ๆ จึงทำให้การดำเนินชีวิตของผู้คนในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปมาก รวมถึงเทคโนโลยีทางด้านภาพยนตร์ ซึ่งปัจจุบันภาพยนตร์มีความชัดทั้งภาพและเสียงมากกว่าแต่ก่อน ทำให้ภาพยนตร์ที่ถูกอัดลงบนดีวีดีและบลูเรย์มีความคมชัดมากตามไปด้วย เทคโนโลยีต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้การรับชมภาพยนตร์ที่บ้านได้อรรถรสเปรียบเสมือนการรับชมภาพยนตร์ที่โรงภาพยนตร์ ทำให้กิจการร้านขายแผ่นภาพยนตร์ลิขสิทธิ์เติบโตอย่างรวดเร็ว มีการแข่งขันรวมถึงสินค้าละเมิดลิขสิทธิ์ และอีกหนึ่งปัจจัยที่เป็นปัญหาสำคัญเช่นกัน คือ การดาวน์โหลดภาพยนตร์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต ซึ่งปัจจุบันเป็นที่แพร่หลายมากเพราะสามารถทำการดาวน์โหลดภาพยนตร์ดูได้ที่บ้านเพียงแค่ที่บ้านมีอินเทอร์เน็ต ซึ่งพฤติกรรมการใช้งานอินเทอร์เน็ต โดยภาพรวมและแนวโน้มในการใช้อินเทอร์เน็ต จากผลรายงานของสำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ของประเทศไทย ปี 2562 ประเทศไทยมีประชากรใช้อินเทอร์เน็ตในการรับชมภาพยนตร์เฉลี่ยสูงขึ้นร้อยละ 10.5 เมื่อเทียบกับปี 2561 โดยสำรวจจากผู้ตอบแบบสอบถาม 14,242 คน พบว่าการใช้งานเข้ารับชมภาพยนตร์หรือเพลงนั้น คิดเป็นร้อยละ 71.2 ต่อการใช้งานอินเทอร์เน็ตในประเทศไทย ตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 กิจกรรมออนไลน์ที่มีการเติบโตมากที่สุด 5 อันดับ

แหล่งที่มา : สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (2563). พฤติกรรมผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในไทย ปี 2562. ออนไลน์.

ปัญหาที่กล่าวมาล้วนแต่ส่งผลต่อผู้ประกอบกิจการร้านขายแผ่นภาพยนตร์ลิขสิทธิ์ ทำให้ผลประกอบการลดลงเป็นจำนวนมาก ผู้ประกอบการจึงควรมีแนวทางในการดำเนินการด้านกลยุทธ์การตลาดให้มากขึ้นเนื่องจากปัจจัยด้านการตลาดที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์ของผู้บริโภคในด้านต่าง ๆ เป็นสิ่งที่สำคัญมาก โดยข้อมูลที่จะได้จากการวิจัยจะบอกถึงความต้องการของผู้บริโภคในการซื้อแผ่นภาพยนตร์ลิขสิทธิ์ และนำข้อมูลไปใช้ปรับปรุงพัฒนาธุรกิจแผ่นภาพยนตร์ โดยทำการศึกษาทางด้านการตลาดบริการของแผ่นภาพยนตร์กับพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์ของผู้บริโภค เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดส่วนประสมการตลาดบริการให้เกิดความน่าสนใจและดึงดูดผู้บริโภคในอนาคตต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับส่วนประสมทางการตลาดบริการ

เวิร์ทซ์; และเลิฟล็อค (Wirtz; and Lovelock. 2016 : 33) ได้อธิบายส่วนประสมทางการตลาดในธุรกิจบริการ ดังนี้

1. ด้านผลิตภัณฑ์ การออกแบบผลิตภัณฑ์บริการต้องนำเสนอคุณค่าและตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ นอกจากผลิตภัณฑ์ของบริการหลักต้องตรงความต้องการของลูกค้าแล้ว บริการเสริมอื่นๆ เช่น การให้คำปรึกษา, การให้ข้อมูล การรับคำสั่ง และการต้อนรับ ช่วยส่งเสริมและสร้างคุณค่าให้ลูกค้าได้ใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์หลักได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น 2. ด้านช่องทางการจัดจำหน่ายหรือให้บริการ (Place) ปัจจุบันด้วยเครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่สามารถเข้าถึงได้อย่างกว้างขวาง ทำให้การบริการผ่านช่องทางทางกายภาพหรือบริการผ่านทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือทั้งสองช่องทางการให้บริการนั้นอาจจะเป็นช่องทางตรงถึงผู้บริโภค หรือผ่านคนกลางแล้วจึงไปยังผู้บริโภค นอกจากนี้ลูกค้าในปัจจุบันมีการดำเนินชีวิตที่เร่งรีบจึงมองเห็นว่าการสูญเสียเวลาคือต้นทุนหรือค่าใช้จ่าย ดังนั้นความรวดเร็วและความสะดวกสบายของช่องทางการบริการ และเวลาจึงมีความสำคัญในการกำหนดผลของช่องการการให้บริการและการจัดส่งสำหรับลูกค้าด้วย 3. ด้านราคา (Price) ราคาเป็นต้นทุนสำคัญของลูกค้าโดยการจ่ายเงินเพื่อแลกเปลี่ยนกับคุณค่าของผลิตภัณฑ์เพื่อได้รับผลประโยชน์ตามที่ลูกค้าต้องการ 4. ด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion) เพื่อกระตุ้นให้ลูกค้ากลุ่มเป้าหมายซื้อผลิตภัณฑ์และบริการในระยะเวลาที่กำหนด โปรแกรมการตลาดจะสำเร็จผลได้ดีต้องมีการสื่อสารถึงกลุ่มเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ โดยนำเสนอข้อมูล ให้คำแนะนำ และกระตุ้นให้ลูกค้ากลุ่มเป้าหมายซื้อผลิตภัณฑ์และบริการ 5. ด้านกระบวนการ (Process) การออกแบบกระบวนการที่ไม่มีประสิทธิภาพทำให้ขั้นตอนมีความล่าช้าและไม่มีประสิทธิภาพ ส่งผลทั้งกับลูกค้าและพนักงานที่ให้บริการ 6. ด้านบุคลากร (People) พนักงานบริการต้องมีทักษะและความสามารถในงานบริการ เนื่องจากเป็นหลักสำคัญของความได้เปรียบในการแข่งขันในงานบริการ ดังนั้นฝ่ายทรัพยากรบุคคลต้องทุ่มเทให้กับการคัดเลือก, ฝึกอบรม, และจูงใจพนักงานผู้ให้บริการให้บุคคลเหล่านี้มีทักษะในการติดต่อสื่อสารที่ดี และทัศนคติเชิงบวก 7. ด้านลักษณะทางกายภาพ (Physical Evidence) ลูกค้าสัมผัสลักษณะทางกายภาพได้จากสิ่งที่เห็นได้ด้วยตา ซึ่งแสดงถึงคุณภาพในการบริการและส่งผลต่อความพึงพอใจลูกค้ารวมทั้งประสิทธิภาพในงานบริการ

3.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการตัดสินใจซื้อ

ชูชัย สมิทธิไกร (2562) กล่าวว่า กระบวนการก่อนการซื้อ เป็นกระบวนการตัดสินใจของผู้บริโภคที่เกิดขึ้นก่อนที่การซื้อและการใช้จริงจะเกิดขึ้น กระบวนการดังกล่าวสามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน คือ การตระหนักถึงปัญหา/ความต้องการ การค้นหาข้อมูล การประเมินทางเลือก และการตัดสินใจเลือก

เมื่อได้ประเมินทางเลือกต่าง ๆ แล้ว ผู้บริโภคจะตัดสินใจเลือกในขั้นสุดท้ายว่า จะซื้อผลิตภัณฑ์ยี่ห้อใด โดยการตัดสินใจเลือกนี้ ผู้บริโภคกระทำโดยการอาศัยข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการประเมินทางเลือก อย่างไรก็ตาม ผู้บริโภคแต่ละคนมักจะมีรูปแบบการตัดสินใจที่แตกต่างกัน ซึ่งทำให้มีการตัดสินใจเลือกที่แตกต่างกัน แม้ว่าอาจจะได้รับข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เหมือนกันก็ตาม

3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธิดารัตน์ บัวทอง (2559) ได้ศึกษาความรับผิดของผู้ประกอบกิจการจำหน่ายตามกฎหมายภาพยนตร์และวีดิทัศน์ ผลการศึกษาพบว่า ความรับผิดของผู้ประกอบกิจการจำหน่ายภาพยนตร์และวีดิทัศน์ ตามพระราชบัญญัติภาพยนตร์และวีดิทัศน์ พ.ศ. 2551นั้น มีกระบวนการทางกฎหมายที่เกี่ยวข้องที่สำคัญคือ การกำหนดความหมายของผู้ประกอบกิจการจำหน่ายภาพยนตร์ และวีดิทัศน์ซึ่ง ควรกำหนดขอบเขตเฉพาะผู้ที่ประกอบกิจการทำเป็นธุรกิจเท่านั้น และควรกำหนดขอบเขต อำนาจหน้าที่ของนายทะเบียน และ พนักงานเจ้าหน้าที่ในการเข้าไปตรวจสอบและการค้นควรมีพยานหลักฐานหรือมีเหตุอันควรสงสัยว่ามีการกระทาความผิดและโทษทางอาญากฎหมายกำหนดไว้เป็นโทษปรับที่มีระวางโทษสูงเมื่อคำนึงถึงลักษณะของความผิด เจตนา และพฤติกรรมในการกระทำความผิดและถือเป็นความผิดเล็กน้อย จึงควรปรับปรุงให้มีความสอดคล้อง และมีสภาพบังคับ เพียงพอที่จะสามารถอำนวยความยุติธรรมให้แก่ประชาชนได้อย่างเที่ยงธรรม และมีประสิทธิภาพ

พิชญา จำเริญจรัสวิทย์ (2558) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเลือกชมภาพยนตร์อเมริกันซูเปอร์ฮีโร่ของผู้ชมภาพยนตร์ในเขตกรุงเทพมหานคร การวิจัยครั้งนี้ศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ชมวัยทำงานที่มีอายุตั้งแต่ 20-45 ปี ที่เคยรับชมภาพยนตร์อเมริกันซูเปอร์ฮีโร่ในโรงภาพยนตร์ และอาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 400 คน ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยด้านการตลาดธุรกิจภาพยนตร์และปัจจัยด้านกลุ่มทางสังคมมีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเลือกชมภาพยนตร์อเมริกันซูเปอร์ฮีโร่ ในขณะที่ปัจจัยรูปแบบการดำเนินชีวิตไม่มีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเลือกชมภาพยนตร์อเมริกันซูเปอร์ฮีโร่

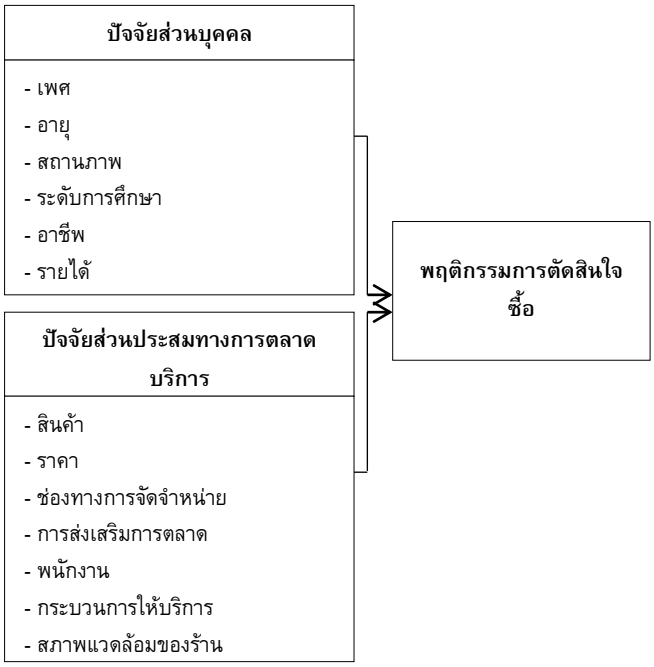
อุดมการณ์ ชุมรุม (2557) ได้ศึกษาผลทางกฎหมายของการจำหน่ายแผ่นซีดีและดีวีดีภาพยนตร์มือสอง ผลการศึกษาพบว่า การจำหน่ายเป็นสำเนางานภาพยนตร์หรือวีดิทัศน์ในรูปแบบของแผ่นซีดีและดีวีดีมือสอง จะเป็นความผิดหรือไม่ จะต้องพิจารณาถึงความหมายของคำว่า ‘ประกอบกิจการ’ ซึ่งควรจะต้องมีลักษณะสำคัญ คือ เป็นการค้าขายเชิงพาณิชย์ โดยพิจารณาจากขนาดของการประกอบกิจการ ปริมาณและมูลค่าที่นำมาจำหน่าย และการประกอบกิจการจะต้องทำเป็นอาชีพหลักด้วย

สุกัญญา แย้มพราย (2556) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกชมภาพยนตร์ การ์ตูนแอนิเมชัน โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 384 คน ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยส่วนบุคคลด้านเพศ อายุที่แตกต่างกันมีการเลือกชมภาพยนตร์ การ์ตูนแอนิเมชันแตกต่างกัน ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกชมภาพยนตร์ การ์ตูนแอนิเมชัน ผู้ที่เกี่ยวข้องหรือผู้ที่มีบทบาทความสำคัญในกระบวนการผลิตภาพยนตร์การ์ตูนแอนิเมชันไทย เห็นว่า ปัจจัยที่ช่วยให้ผู้ชมตัดสินใจชมภาพยนตร์ การ์ตูนแอนิเมชันประกอบด้วย ปัจจัยด้านโครงสร้างของภาพยนตร์ ปัจจัยด้านสุนทรียศาสตร์ ปัจจัยด้านเทคโนโลยี และปัจจัยด้านการโฆษณาและประชาสัมพันธ์

พรรณวดี ชาญชัยวรวิทย์ (2556) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจใช้บริการในร้านเช่า วีซีดีและดีวีดีภาพยนตร์ลิขสิทธิ์ ในอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 410 คน ผลการศึกษาพบว่า ผู้บริโภคให้ความสำคัญต่อ ภาพลักษณ์ของร้าน ด้านสินค้า ด้านการบริการของพนักงาน ด้านบรรยากาศภายในร้านค้า และทัศนคติของผู้บริโภค ตามลำดับ อีกทั้งพบว่า ความตั้งใจในการค้นหาข้อมูลใหม่ ความสามารถในการแนะนำข้อมูลใหม่ กลุ่มอ้างอิง และภาพลักษณ์ของร้านมีผลต่อการตัดสินใจใช้บริการในร้านเช่าวีซีดีและดีวีดีภาพยนตร์ลิขสิทธิ์ โดยมีทัศนคติของผู้บริโภคเป็นตัวแปรแทรกซ้อน

4. กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัยเรื่องปัจจัยด้านการตลาดที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์



รูปที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

5. วิธีการดำเนินวิจัย

ประชากรที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ ผู้ที่เคยซื้อแผ่นภาพยนตร์ลิขสิทธิ์ ผู้วิจัยเก็บข้อโดยการสุ่มตัวอย่างจากประชากรแบบไม่ใช้หลักความน่าจะเป็น (Non-Probability Sampling) และใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบสะดวก (Convenience Sampling) หรือแบบบังเอิญ (Accidental Sampling) ผู้วิจัยเก็บแบบสอบถามโดยใช้สูตรคำนวณของบาร์ตเลตต์; คอทร์ลิค; และฮิกกินส์ (Bartlett; Kotrlik; and Higgins. 2001 : 45)

$$n = \frac{Z^2 S^2}{E^2}$$

$$n = \frac{1.96^2 \times 1.25^2}{0.15^2} = 267$$

เพื่อความสะดวกในการประเมินผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 คน ซึ่งผ่านเกณฑ์ต้องไม่น้อยกว่า 267 โดยแบบสอบถามมีดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหาเท่ากับ 0.98 และไม่น้อยกว่า 0.60 (สมนึก ภัททิยธนี. 2546) และการตรวจสอบความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาครอนบัค (Cronbach. 1990 : 204) เมื่อนำไปทดสอบจำนวน 30 ชุด จะต้องมีค่า 0.70 ขึ้นไป สถิติที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ซึ่งประกอบไปด้วยค่าร้อยละ, ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติเชิงอนุมาน (Inference Statistics) และการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression)

6. ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ชาย	344	86.0
หญิง	56	14.0
รวม	**400**	**100**
อายุ		
น้อยกว่า 30 ปี	60	15.0
30 – 40 ปี	111	27.8
มากกว่า 40 ปี	229	57.2
รวม	**400**	**100**
สถานภาพ		
โสด	278	69.5
สมรส	122	30.5
รวม	**400**	**100**
ระดับการศึกษา		
อนุปริญญา / ปวส.	21	5.3
ปริญญาตรี	377	94.3
สูงกว่าปริญญาตรี	2	0.4
รวม	**400**	**100**
อาชีพ		
นักศึกษา	57	14.3
รับราชกา / รัฐวิสาหกิจ	14	3.5
ธุรกิจส่วนตัว	18	4.5
พนักงานเอกชน	311	77.7
รวม	**400**	**100**
รายได้		
น้อยกว่า 10,000 บาท	57	14.3
10,000 – 20,000 บาท	56	14.0
มากกว่า 20,000 บาท	287	71.7
รวม	**400**	**100**

จากตารางที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในศึกษาวิจัยครั้งนี้มีจำนวน 400 ตัวอย่าง มีปัจจัยส่วนบุคคลดังนี้ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็น เพศชายร้อยละ 86 มีอายุมากกว่า 40 ปี ร้อยละ 57.2 สถานภาพ โสด ร้อยละ 69.5 ระดับการศึกษาปริญญาตรี ร้อยละ 94.3 มีอาชีพพนักงานเอกชน ร้อยละ 77.7 และรายได้มากกว่า 20,000 บาท ร้อยละ 71.7

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการของธุรกิจแผ่นภาพยนตร์

ลำดับ	ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1	ด้านสินค้า	4.57	0.622	มากที่สุด
2	ด้านราคา	3.37	0.693	ปานกลาง
3	ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย	3.41	0.930	มาก
4	ด้านการส่งเสริมการตลาด	3.69	0.892	มาก
5	ด้านพนักงาน	3.65	0.788	มาก
6	ด้านกระบวนการให้บริการ	3.38	0.836	ปานกลาง
7	ด้านสภาพแวดล้อมของร้าน	3.42	0.838	มาก
รวมปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาด		**3.64**	**0.799**	**0.799**

จากตารางที่ 2 พบว่าปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการของธุรกิจแผ่นภาพยนตร์ มีความสำคัญในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.64 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.799

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการของธุรกิจแผ่นภาพยนตร์ ปัจจัยย่อยด้านสินค้า

ลำดับ	ปัจจัยด้านสินค้า	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1	แผ่นภาพยนตร์มีคุณภาพของภาพที่ดี	4.58	0.625	มากที่สุด
2	แผ่นภาพยนตร์มีคุณภาพของเสียงที่ดี	4.57	0.622	มากที่สุด
3	มีบรรจุภัณฑ์ที่สวยงาม	4.58	0.620	มากที่สุด
รวมปัจจัยด้านสินค้า		**4.57**	**0.622**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 3 พบว่าปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการของธุรกิจแผ่นภาพยนตร์ด้านสินค้า มีความสำคัญในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.622

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการของธุรกิจแผ่นภาพยนตร์ ปัจจัยย่อยด้านราคา

ลำดับ	ปัจจัยด้านราคา	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1	มีป้ายแสดงราคาไว้อย่างชัดเจน	3.38	0.694	ปานกลาง
2	ผลิตภัณฑ์มีให้เลือกหลายราคา	3.39	0.710	ปานกลาง
3	ราคามีความเหมาะสมกับคุณภาพ	3.34	0.676	ปานกลาง
รวมปัจจัยด้านสินค้า		**3.37**	**0.693**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4 พบว่าปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการของธุรกิจแผ่นภาพยนตร์ด้านราคา มีความสำคัญในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.37 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.69

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการของธุรกิจแผ่นภาพยนตร์ ปัจจัยย่อยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย

ลำดับ	ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1	ท่านมักไปซื้อในร้านที่ท่านคุ้นเคย	3.39	0.913	ปานกลาง
2	ท่านนิยมใช้บริการร้านที่มีจำนวนสาขามาก	3.30	0.976	ปานกลาง
3	ท่านนิยมใช้บริการร้านที่สามารถสั่งทางอินเทอร์เน็ตได้	3.53	0.901	มาก
รวมปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย		**3.41**	**0.930**	**มาก**

จากตารางที่ 5 พบว่าปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการของธุรกิจแผ่นภาพยนตร์ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีความสำคัญในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.41 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.930

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการของธุรกิจแผ่นภาพยนตร์ ปัจจัยย่อยด้านการส่งเสริมการตลาด

ลำดับ	ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1	มีการรับประกันสินค้า	3.50	0.895	มาก
2	การได้รับราคาพิเศษจากการเป็นสมาชิก	4.11	0.863	มากที่สุด
3	มีการจัดโปรโมชั่นลดราคาสำหรับสมาชิก	3.35	0.919	ปานกลาง
รวมปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด		**3.69**	**0.892**	**มาก**

จากตารางที่ 6 พบว่าปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการของธุรกิจแผ่นภาพยนตร์ด้านการส่งเสริมการตลาด มีความสำคัญในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.69 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.892

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการของธุรกิจแผ่นภาพยนตร์ ปัจจัยย่อยด้านพนักงาน

ลำดับ	ปัจจัยด้านพนักงาน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1	พนักงานมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี	3.39	0.768	ปานกลาง
2	พนักงานมีการแต่งกายสุภาพเรียบร้อย	3.36	0.810	ปานกลาง
3	พนักงานมีความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์	4.21	0.787	มากที่สุด
รวมปัจจัยด้านพนักงาน		**3.65**	**0.788**	**มาก**

จากตารางที่ 7 พบว่าปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการของธุรกิจแผ่นภาพยนตร์ด้านพนักงาน มีความสำคัญในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.65 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.788

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการของธุรกิจแผ่นภาพยนตร์ ปัจจัยย่อยด้านกระบวนการให้บริการ

ลำดับ	ปัจจัยด้านกระบวนการให้บริการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1	มีระบบการให้บริการรวดเร็ว	3.37	0.824	ปานกลาง
2	มีระบบการให้บริการที่ถูกต้อง	3.39	0.851	ปานกลาง
3	มีระบบการให้บริการหลังการขาย	3.38	0.835	ปานกลาง
รวมปัจจัยด้านกระบวนการให้บริการ		**3.38**	**0.836**	**ปานกลาง**

จากตารางที่ 8 พบว่าปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการของธุรกิจแผ่นภาพยนตร์ด้านกระบวนการให้บริการ มีความสำคัญในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.836

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการของธุรกิจแผ่นภาพยนตร์ ปัจจัยย่อยด้านสภาพแวดล้อมของร้าน

ลำดับ	ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมของร้าน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1	ร้านมีการตบแต่งภายในที่ทันสมัย	3.38	0.829	ปานกลาง
2	การจัดวางสินค้าได้อย่างเป็นระบบ	3.48	0.861	มาก
3	ร้านมีความสะอาด	3.39	0.825	ปานกลาง
รวมปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมของร้าน		**3.42**	**0.838**	**มาก**

จากตารางที่ 9 พบว่าปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการของธุรกิจแผ่นภาพยนตร์ด้านสภาพแวดล้อมของร้าน มีความสำคัญในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.838

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์

ลำดับ	พฤติกรรมการตัดสินใจซื้อ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1	ท่านนิยมซื้อภาพยนตร์จากแผ่น (DVD, Blu-Ray, 4K Ultra HD)	4.52	0.679	มากที่สุด
2	ท่านมักซื้อแผ่นภาพยนตร์ที่มีของสะสมเกี่ยวกับภาพยนตร์ด้วย	3.39	0.925	ปานกลาง
3	ท่านชอบซื้อสินค้าที่ถูกลิขสิทธิ์	4.37	0.761	มากที่สุด
4	ท่านมักซื้อแผ่นภาพยนตร์ตามคำแนะนำของผู้อื่น	3.36	0.835	ปานกลาง
5	ท่านมักซื้อแผ่นภาพยนตร์ที่ออกใหม่เสมอ	4.49	0.609	มากที่สุด
รวมพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อ		**4.03**	**0.761**	**มาก**

จากตารางที่ 10 พบว่าพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์ มีความสำคัญในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.03 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.761

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 1 ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์

H0 : ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการไม่ส่งผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์

H1 : ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการส่งผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์

สำหรับสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ จะใช้การทดสอบด้วยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุเพื่อศึกษาว่าปัจจัยหรือตัวแปรต้นใดบ้างที่ส่งผลต่อตัวแปรตาม ใช้การเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยเทคนิค Stepwise ใช้ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อหาสมการถดถอยที่ดีที่สุด เพื่อคัดเลือกสมการถดถอยที่ดีที่สุดซึ่งให้ผลสมการซึ่งมีอิทธิพลที่ระดับต่าง ๆ กัน จำนวน 4 สมการ ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ค่า Adjusted R Square และค่า Durbin-Watson ของตัวแปรปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการ

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std.Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.480 (a)	.230	.228	.449	
2	.557 (b)	.310	.306	.426	
3	.625 (c)	.391	.386	.400	
4	.634 (d)	.402	.396	.397	1.787

เมื่อพิจารณาจากค่า Adjusted R Square ของทั้ง 4 Model พบว่า Model ที่ 4 มีค่าสูงสุดเท่ากับ .396 ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกตัวแบบ Model ที่ 4 ประกอบด้วยตัวแปรด้านพนักงาน ด้านสินค้า ด้านสภาพแวดล้อมของร้าน และด้านการส่งเสริมการตลาด มาใช้ในการการวิเคราะห์ส่วนประสมทางการตลาดบริการที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์ โดยการทดสอบความเป็นอิสระของค่าคลาดเคลื่อน (Autocorrelation) พิจารณาจากค่า Durbin-Watson เท่ากับ 1.787 ซึ่งอยู่ในระหว่าง 1.5 – 2.5 แสดงว่าค่าคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์สถิติถดถอยเชิงพหุตัวแปรด้านปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1.(Constant)	2.206	0.168		13.122	0		
ด้านพนักงาน	0.498	0.046	0.48	10.914	.000*	1	1
2.(Constant)	1.371	0.202		6.795	.000*		
ด้านพนักงาน	0.398	0.046	0.384	8.715	.000*	0.896	1.116
ด้านสินค้า	0.262	0.039	0.298	6.762	.000*	0.896	1.116
3.(Constant)	0.715	0.21		3.399	.001*		
ด้านพนักงาน	0.292	0.045	0.281	6.421	.000*	0.802	1.246
ด้านสินค้า	0.279	0.037	0.317	7.633	.000*	0.892	1.121
ด้านสภาพแวดล้อมของร้าน	0.283	0.039	0.301	7.256	.000*	0.893	1.119
4.(Constant)	0.71	0.208		3.408	.001*		
ด้านพนักงาน	0.271	0.046	0.261	5.93	.000*	0.781	1.281
ด้านสินค้า	0.248	0.038	0.262	6.534	.000*	0.814	1.228
ด้านสภาพแวดล้อมของร้าน	0.241	0.042	0.256	5.779	.000*	0.772	1.295
ด้านการส่งเสริมการตลาด	0.1	0.036	0.129	2.774	.000*	0.704	1.42

จากตารางที่ 12 เมื่อทดสอบตัวแปรต้นมีความสัมพันธ์กันเอง (Multicollinearity) พิจารณาจากค่า Toleracne และ VIF (Variance Inflation Factor) โดยค่า Toleracne มีค่าเข้าใกล้ 1 ซึ่งมากกว่า 0.2 และมีค่า VIF น้อยกว่า 10 แสดงว่าตัวแปรเป็นอิสระต่อกัน

เมื่อพิจารณาความมีอิทธิพลของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการแต่ละด้าน สามารถอธิบายได้ดังนี้

ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการด้านพนักงานที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์มากที่สุด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเท่ากับ 0.271 ค่า Sig. = 0.000 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 รองลงมาคือ ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการด้านสินค้า มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเท่ากับ 0.248 ค่า Sig. = 0.000 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 อันดับ 3 คือ ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการด้านสภาพแวดล้อมของร้าน มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเท่ากับ 0.241 ค่า Sig. = 0.000 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการด้านการส่งเสริมการตลาด ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเท่ากับ 0.100 ค่า Sig. = 0.006 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นผู้วิจัยจึงปฏิเสธ H0 และยอมรับ H1 แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการส่งผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โดยตัวแปรทั้ง 4 ด้านสามารถร่วมกันทำนายปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์ ได้ร้อยละ 39.60

ผลการวิเคราะห์สามารถเขียนสมการเชิงเส้นพยากรณ์ได้ดังนี้

พฤติกรรมการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์ = 0.710+0.271 (ด้านพนักงาน) +0.248 (ด้านสินค้า) +0.241 (ด้านสภาพแวดล้อมของร้าน) +0.100 (ด้านการส่งเสริมการตลาด)

7. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการด้านพนักงานส่งผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์มากที่สุด เจ้าของผลิตภัณฑ์ควรให้ความรู้แก่พนักงาน พนักงานจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี และพนักงานต้องมีการแต่งกายสุภาพเรียบร้อย สามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในกลยุทธ์ทางการตลาดได้ โดยผู้ประกอบการควรมีการจัดอบรมให้ความรู้เกี่ยวผลิตภัณฑ์อย่างสม่ำเสมอและมีการเพิ่มเติมข้อมูลข่าวสารใหม่ ๆ อยู่ตลอดเวลาให้กับพนักงานและบุคลากร เนื่องจากผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ ได้ให้ความสำคัญกับพนักงานที่มีความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ซึ่งส่งผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์มากยิ่งขึ้น

ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการด้านสินค้าส่งผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์ ผลิตภัณฑ์แผ่นเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคให้ความคาดหวังที่จะได้พบกับ แผ่นภาพยนตร์มีคุณภาพของภาพที่ดี แผ่นภาพยนตร์มีคุณภาพของเสียงที่ดี และมีบรรจุภัณฑ์การออกแบบที่สวยงามเพื่อดึงดูดความสนใจ ผู้ประกอบการหรือนักการตลาดควรให้ความสำคัญแผ่นเกรด พรีเมี่ยมคุณภาพสูงและแพ็กเกจจิ้งที่ทรงคุณค่า เนื่องจากผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ได้ให้ความสำคัญกับแผ่นภาพยนตร์ที่มีคุณภาพของภาพและเสียงที่ดี และบรรจุภัณฑ์ที่สวยงามซึ่งจะส่งผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์

ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการด้านสภาพแวดล้อมของร้านส่งผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์ ร้านควรมีการจัดอย่างเป็นระบบเพื่อความสะดวกสบายของลูกค้า และร้านมีความสะอาดน่าเข้า รวมถึงการตบแต่งภายในที่ทันสมัย ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ได้ให้ความสำคัญกับร้านที่มีการจัดวางสินค้าได้อย่างเป็นระบบซึ่งส่งผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์

ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการด้านการส่งเสริมการตลาดส่งผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์ ผู้จัดจำหน่ายสินค้ามีการส่งเสริมการขาย อย่างการให้ราคาพิเศษกับผู้บริโภคที่เป็นสมาชิกของเราและมีการรับประกันสินค้า รวมถึงมีการจัดโปรโมชั่นต่างๆ เพื่อสร้างการรับรู้ให้ผู้บริโภคอยู่ตลอดเวลา โดยผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญกับร้านที่ให้ราคาพิเศษจากการเป็นสมาชิกของร้านส่งผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อแผ่นภาพยนตร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้ที่ให้ความอนุเคราะห์ อำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมือเป็นอย่างยิ่งในการเก็บข้อมูล และตอบแบบสอบถาม

เอกสารอ้างอิง

ชูชัย สมิทธิไกร. (2562). **พฤติกรรมผู้บริโภค**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณรงค์ยศ มหิทธิวาณิชชา. (2563). **พฤติกรรมผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในไทย 2562**. สืบค้นเมื่อ 13 มกราคม 2564, จาก https://www.twfdigital.com/blog/2020/04/thailand-internet-user-profile-2019/.

ดาววดี เพชรบรม. (2557). **ปัจจัยการสื่อสารการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกชมภาพยนตร์ในโรงภาพยนตร์ 4 มิติ**. วิทยานิพนธ์ นศ.ม. (นิเทศศาสตร์). กรุงเทพ ฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธิดารัตน์ บัวทอง. (2559). **ความรับผิดของผู้ประกอบกิจการจำหน่ายตามกฎหมายภาพยนตร์และวีดิทัศน์**. สารนิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการ). นนทบุรี : บัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

พรรณวดี ชาญชัยวรวิทย์. (2556). **ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้บริการในร้าน เช่า วีซีดี และดีวีดี ภาพยนตร์ลิขสิทธิ์ ในอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี**. วิทยานิพนธ์ บธ.ม. (บริหารธุรกิจ). ชลบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.

พิชญา จำเริญจรัสวิทย์. (2558). **ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเลือกชมภาพยนตร์อเมริกันซูเปอร์ฮีโร่ของผู้ชมภาพยนตร์ในเขตกรุงเทพมหานคร.** วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การจัดการทรัพยากรมนุษย์). กรุงเทพ ฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมนึก ภัทิยธนี. (2546). **การวัดผลการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.

สุกัญญา แย้มพราย. (2556). **ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกชมภาพยนตร์ การ์ตูนแอนิเมชัน**. วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

อุดมการณ์ ชุมรุม. (2557). **ผลทางกฎหมายของการจำหน่ายแผ่นซีดีและดีวีดีภาพยนตร์มือสอง**. วิทยานิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการ). กรุงเทพ ฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

อุรพงศ์ แพทย์คชา. (2557). ภาพยนตร์ไทยกับกลยุทธ์การสื่อสารการตลาดแบบผสมผสานของภาพยนตร์ไทย. **วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยกรุงเทพ**. 34 (1) : 145-157.

Bartlett; Kotrlik; and Higgins. (2001). **Organizational Research: Determining Appropriate Sample Size in Survey Research.** ***Information Technology, Learning, and Performance Journal***, 19(1) : 43-50.

Cronbach. (1990). **Essentials of Psychological Testing**. 5th ed. New York : Harper Collins Publishers.

Wirtz; and Lovelock. (2016). **Service Marketing: people, technology, strategy**. 8th ed. Boston: Prentice Hall.

ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมในการซื้อสินค้าแบรนด์เนมรีเซลล์

FACTORS AFFECTING PURCHASE BEHAVIORS OF RESELLING

1st เนติพงษ์ ตู้จินดา
Naytipong Toochinda
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
to.naytipong_st@tni.ac.th

2nd ชญานิน ชาญยิ่งสกุล
Chayanin Chanyingsakul
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
ca.chayanin_st@tni.ac.th

3rd ปัณณทัต จอมจักร์
Pannathadh Chomchark
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
Pannathadh@tni.ac.th

4th ทัพหธร วรรณวุฒิกุล
Tanhadhorn Wanvuttikul
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
tanhadhorn@tni.ac.th

***บทคัดย่อ*–การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมในการซื้อสินค้าแบรนด์เนมรีเซลล์ การวิจัยเป็นการวิจัยเชิงปริมาณโดยการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลและผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรง (IOC) เชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิและตรวจสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือโดยใช้กลุ่มทดลองจำนวน 30 ตัวอย่างโดยมีค่าความเที่ยงตรงเกินกว่า 0.66 ทุกข้อคำถามและค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ่าของครอนบาคอยู่ระหว่าง 0.70-0.985 ในทุกองค์ประกอบจากนั้นนำไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 401 ตัวอย่าง และนำมาวิเคราะห์สรุปผลตามกรอบแนวคิดการวิจัยเพื่อให้ทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมในการซื้อสินค้าแบรนด์เนมรีเซลล์**

ผลงานวิจัยนี้พบว่า (1) ปัจจัยประชากรศาสตร์ส่งผลต่อพฤติกรรมในการซื้อสินค้าแบรนด์เนมรีเซลล์ (2) ปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาดส่งผลต่อพฤติกรรมในการซื้อสินค้าแบรนด์เนมรีเซลล์

คำสำคัญ – ประชากรศาสตร์, ส่วนประสมทางการตลาด, พฤติกรรมในการซื้อ, สินค้าแบรนด์เนมรีเซลล์

***Abstract* – This research aims to the factors affecting purchasing behaviors in brand name re-selling products. It is quantitative research by collecting primary data and using questionnaires as a tool for data collection. Which has been checked for content accuracy from experts and to check the reliability of the equipment by using the experimental group, amount 30 For example, the validity value is greater than 0.66 for every question and the result of the Cronbach's alpha (α) of each factor ranged from 0.70-0.985 in every element. After that, data were collected from a sample of 401 people and analyzed and summarized according to the research framework to know the factors that affect purchasing behaviors in brand name re-selling products.**

The results of the study revealed that (1) Demographic factors affect purchasing behaviors in brand name re-selling products. (2) The factors marketing mix affects purchasing behaviors in brand name re-selling products.

Keywords – Demographic, Marketing Mix, Purchasing Behaviors, Brand Name Re-Selling Products

I. บทนำ

เสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่ม ถือเป็นหนึ่งในสี่ของปัจจัยพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของ มนุษย์ ซึ่งนอกจากจะมีประโยชน์ สำหรับสวมใส่เพื่อป้องกันอากาศหนาวเย็น หรือแสงแดด ป้องกันการสัมผัสโดยตรงจากวัตถุอื่น ๆ ซึ่งอาจทำให้ผิวหนังเกิดอาการระคายเคืองหรือได้รับบาดเจ็บ เสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มถือเป็น 1 ใน ปัจจัย 4 ที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์ อีกทั้งยังเป็นสิ่งที่ช่วย ในการเสริมสร้างบุคลิกภาพ แสดงให้เห็นถึงรสนิยม ภาพลักษณ์ ความคิด และสังคมอีกด้วย เนื่องด้วยเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป ประกอบกับเทคโนโลยีที่มีความก้าวหน้า ทันสมัยมากยิ่งขึ้น ทำให้เสื้อผ้าได้ถูกพัฒนาคุณภาพ และมีรูปแบบตามยุคสมัยหรือที่เรียกว่า "แฟชั่น" อยู่อย่างสม่ำเสมอ จะเห็นว่าแฟชั่นการแต่งกายของแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันออกไปอย่างที่หลาย ๆ คนมักเรียกมันว่า "สไตล์" ที่ขึ้นอยู่กับความชอบ รสนิยม และความสามารถในการจ่าย สำหรับเครื่องแต่งกายในแบบที่ตนเองชื่นชอบ เสื้อผ้ายังมีวัตถุประสงค์สำหรับการสวมใส่ ตามลักษณะของโอกาสและการใช้งานแตกต่างกันไป เช่น สำหรับการทำงานประจำวัน การออกงานสังคม การพักผ่อน การท่องเที่ยว เป็นต้น

ปัจจุบันมีการเปิดรับข่าวสารและเทคโนโลยีจากต่างประเทศอย่างมาก และผลของการเปิดรับข่าวสารนั้นก่อให้เกิดพฤติกรรมเลียนแบบขึ้น คือ พฤติกรรมในการบริโภคสินค้าแบรนด์เนมจากต่างประเทศ เช่น เสื้อผ้า กระเป๋า น้ำหอม รองเท้า นาฬิกา ฯลฯ ซึ่งสินค้าแบรนด์เนมเหล่านั้นมักมีราคาแพง เพราะสินค้าเหล่านั้นขายตราสินค้า ขายความเชื่อมั่นและขายรสนิยมทางสังคม โดยสินค้าจากต่างประเทศดังกล่าวได้ใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ ในการสร้างภาพลักษณ์ที่ดี ทั้งด้านคุณภาพของวัสดุและการตัดเย็บ การออกแบบดีไซน์ การออกแบบบรรจุภัณฑ์ สีสัน เพื่อให้ผู้บริโภคเกิดความรู้สึกภูมิใจ เป็นผู้มีเกียรติทางสังคม มีรสนิยมที่ดี มีคุณค่า เป็นที่ยอมรับในวงสังคม

และยังเป็นการสร้างความแตกต่างให้กับบุคลิกเฉพาะตัวบุคคลอีกด้วย จึงเป็นค่านิยมในการยึดติดกับคำว่า “แบรนด์เนม” สินค้าแบรนด์เนมบางประเภทหรือบางคอลเลกชันที่มีจำนวนการผลิตน้อยมากที่เรียกกันว่าสินค้า “ลิมิเต็ด” จึงส่งผลต่อผู้บริโภคเกิดความต้องการในตัวสินค้านั้น ๆ มากยิ่งขึ้นกว่าเดิม และมีกลุ่มผู้บริโภคที่รักในตราสินค้าที่มีลักษณะเป็นกลุ่มเฉพาะที่จะเสาะแสวงหาเพื่อให้ได้สินค้าในคอลเลกชันนั้นมาครอบครองให้ได้ พฤติกรรมการซื้อสินค้าประเภทนี้ จึงค่อนข้างเป็นลักษณะของการซื้อด้วยอารมณ์ (Emotional) มากกว่าที่จะใช้เหตุผล (Reason) การที่จะแสวงหาเพื่อให้ได้สินค้าชนิดนั้นมา ผู้ซื้อต้องใช้ความพยายามอย่างสูงที่จะค้นหาสินค้าชนิดนั้นๆ แม้จะสร้างความยุ่งยากลำบากต่อผู้บริโภคที่หลงใหลในตัวสินค้าลิมิเต็ดก็ตาม ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดเป็นช่องทางของธุรกิจการนำสินค้ามาขายต่อ (Re-selling) กลายเป็นรูปแบบของการซื้อขายสินค้าอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างไปจากธุรกิจการซื้อขายสินค้าตามปกติ

II. วัตถุประสงค์และวรรณกรรมปริทัศน์

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมในการซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-selling

2. เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้ไปปรับใช้ในการกำหนดกลยุทธ์ที่จะทำให้การจำหน่ายสินค้าแบรนด์เนม re-selling มีมูลค่าการซื้อขายที่สูงขึ้น

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยให้ความสนใจกับตัวแปรต้น 4 ตัวแปรหลัก ได้แก่

(1) ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ (Demographic Factors) ซึ่งหมายถึง ความน่าจะเป็นที่ด้านประชากรศาสตร์อาจจะมีผลต่อการบริโภค เช่น เพศ อายุ ระดับการศึกษา รายได้ และอาชีพ เป็นต้น [1] ในหน่วยงานองค์กรต่างๆ จะประกอบไปด้วยบุคลากรในระดับต่างๆ เป็นจำนวนมาก บุคคลแต่ละคนจะมีพฤติกรรมที่แตกต่างกันออกไปลักษณะพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกแตกต่างกันนี้ มีสาเหตุมาจากปัจจัยต่างๆ ซึ่งได้แก่ อายุ เพศ สถานภาพ ระยะเวลาในการปฏิบัติงานในองค์กร ลักษณะพฤติกรรมในการทำงานของบุคคล

(2) ปัจจัยด้านส่วนประทางการตลาด (Marketing Mixes) ซึ่งหมายถึง ให้ความหมายของส่วน [2] ประสมทางการตลาด (Marketing Mix หรือ 4Ps) ไว้ว่า หมายถึง [3] ตัวแปรทางการตลาดที่ควบคุมได้ ซึ่งบริษัทใช้ร่วมกันเพื่อตอบสนองความพึงพอใจแก่กลุ่มเป้าหมาย หรือ [4] ส่วนประสมการตลาด (Marketing mix) คือ องค์ประกอบที่สำคัญในการดำเนินงาน การตลาด เป็นปัจจัยที่กิจการสามารถควบคุมได้ กิจการธุรกิจจะต้องสร้างส่วนประสมการตลาด ที่เหมาะสมในการวางกลยุทธ์ทางการตลาดส่วนประสมการตลาดประกอบด้วย ผลิตภัณฑ์ (Product) ปัจจัยแรกที่จะแสดงว่ากิจการพร้อมจะทำธุรกิจได้ กิจการนั้น จะต้องมีสิ่งที่จะเสนอขายอาจเป็นสินค้าที่มีตัวตน บริการ ความคิด (Idea) ที่จะตอบสนองความต้องการได้ การจัดจำหน่าย (Place) ผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตผลิตขึ้นมาได้นั้น ต้องพิจารณาว่าที่ไหน เมื่อไร และโดยใครที่จะเสนอขายสินค้า การจัดจำหน่ายเป็นเรื่องที่ซับซ้อน แต่ก็เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องศึกษาการกำหนดราคา (Price) สิ่งสำคัญที่ธุรกิจจะต้องดำเนินการต่อไป คือ การกำหนดราคาที่เหมาะสมให้กับผลิตภัณฑ์ที่จะนำไปเสนอขายก่อนที่จะกำหนดราคาสินค้า ธุรกิจ ต้องมีเป้าหมายว่าจะตั้งราคาเพื่อต้องการกำไร หรือเพื่อขยายส่วนถือครองตลาด (Market share) หรือเพื่อเป้าหมายอย่างอื่นการส่งเสริมการตลาด (Promotion) วัตถุประสงค์ของการส่งเสริมการตลาด เพื่อบอกให้ลูกค้าทราบว่ามีผลิตภัณฑ์ออกจำหน่ายในตลาดพยายามชักชวนให้ลูกค้าซื้อและเพื่อเตือนความทรงจำกับตัวผู้บริโภคเราสามารถเรียกส่วนประสมทาง การตลาดได้อีกอย่างหนึ่งว่า 4’Ps ส่วนประกอบทั้ง 4 ตัวนี้ ทุกตัวมีความเกี่ยวพันกัน P แต่ละตัวมี ความสำคัญเท่าเทียมกัน แต่ขึ้นอยู่กับผู้บริหารการตลาดแต่ละคนจะวางกลยุทธ์ โดยเน้นน้ำหนักที่ P ใดมากกว่ากัน เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของเป้าหมายทางการตลาด คือ ตัวผู้บริโภค

(3) ปัจจัยด้านความต้องการ [5] ซึ่งหมายถึง ความต้องการเป็นสิ่งที่บุคคลได้สร้างขึ้นก่อให้เกิดความรู้สึกซาบซึ้งความต้องการนี้บางครั้งเกิดขึ้นเนื่องจากแรงกระตุ้นภายในของบุคคล และบางครั้งอาจเกิดเนื่องจากสภาพของสังคมหรือแรงกระตุ้นภายนอก หรืออาจกล่าวได้ว่าความต้องการเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเนื่องจากสภาพร่างกายและสภาพทางจิตใจนั่นเอง

(4) ปัจจัยด้านตราสินค้า ซึ่งหมายถึง [6] ตราสินค้า (Brand) หมายถึง ชื่อ เงื่อนไข รูปลักษณ์สัญลักษณ์เครื่องหมายต่าง ๆ ที่รวมกัน แล้วสามารถทำให้สินค้าแตกต่างไปจากสินค้าอื่น [7] เป็นศิลปะของการตลาดซึ่งไม่ได้หมายถึงการตั้งชื่อตราสินค้าเท่านั้น แต่ยังหมายรวมถึงการสื่อความหมายไปยังลูกค้ากลุ่มเป้าหมาย การสร้างตราสินค้าให้เกิดความเกี่ยวพันกับการทำงานและความคาดหวัง เกี่ยวข้องกับการสร้างความพึงพอใจต่อตราสินค้าด้วการสร้างตราสินค้าในยุคเศรษฐกิจใหม่ ส่วนใหญ่ทฤษฎีในการสร้างตราสินค้าได้มีการพัฒนา มาจากองค์กรผู้ผลิตและจำหน่ายสินค้าอุปโภคบริโภคต่าง ๆ โดยจะต้องสร้างให้เกิดความแตกต่างของสินค้า อาจมีการใช้งบประมาณจำนวนมากในการโฆษณา โดยหวังว่าจะสร้างให้เกิดการทดลองใช้และความภักดีต่อสินค้าในที่สุด

(5) ปัจจัยด้านการตัดสินใจและพฤติกรรมการซื้อ ซึ่งหมายถึง คือ การตัดสินใจของผู้บริโภค [8] การตัดสินใจของผู้บริโภคสามารถเข้าใจได้ก่อนเป็นทางเลือกในการซื้อสินค้าหรือบริการ และจากนั้นการเลือกสินค้าหรือบริการที่พร้อมใช้งานเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคการซื้อส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในระดับต่ำซึ่งหมายความว่า สินค้าที่ราคาไม่แพงและเรียบง่าย ไม่มีผลกระทบต่อสถานะทางสังคมหรือสถานะโดยเฉพาะปัจจัยอื่น ๆ อาจมีผลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค เช่น วัฒนธรรมและรายได้ ปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความพร้อมของทางเลือก ราคา และปัจจัยภายนอกอื่น ๆ อาจส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภค

พฤติกรรมภายหลังการซื้อ (Post Purchase Behavior) [9] ที่นักการตลาดต้องติดตามและให้ความสนใจมีดังนี้

(1) ความพึงพอใจภายหลังการซื้อ (Post Purchase Satisfaction) เป็นระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคหลังจากที่ได้ซื้อสินค้าไปแล้ว ซึ่งอาจแบ่งได้หลายระดับ เช่น พึงพอใจมาก เฉย ๆ หรือไม่พอใจ ความพึงพอใจของผู้บริโภคจะมีความสัมพันธ์กับความคาดหวังของผู้บริโภคและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ที่รับรู้ ซึ่งจะมีผลทำให้ผู้บริโภคกลับมาซื้อผลิตภัณฑ์นั้นอีกครั้งหรือบอกต่อผู้อื่นเกี่ยวกับความพอใจและไม่พอใจของตนที่มีต่อผลิตภัณฑ์นั้น

(2) การกระทำภายหลังการซื้อ (Post Purchase Actions) ความพึงพอใจหรือไม่พอใจในผลิตภัณฑ์จะมีผลต่อพฤติกรรมที่ต่อเนื่องของผู้บริโภค ถ้าผู้บริโภครู้สึกพึงพอใจก็จะมีแนวโน้มว่าจะกลับมาซื้อผลิตภัณฑ์นั้นอีกครั้ง ในทางตรงกันข้ามถ้าผู้บริโภครู้สึกไม่พึงพอใจก็อาจเลิกใช้ หรือคืนผลิตภัณฑ์ อาจบอกต่อ หรือมีการร้องเรียนผ่านสื่อมวลชน หรืออาจถึงขั้นฟ้องร้องเรียกค่าเสียหายจากบริษัทก็เป็นได้

(3) พฤติกรรมการใช้และการกำจัดภายหลังการซื้อ (Post Purchase Use and Disposal) เป็นหน้าที่ของนักการตลาดที่จะคอยติดตามว่า ผู้บริโภคใช้และกำจัดสินค้านั้นอย่างไร หากผู้บริโภคเก็บผลิตภัณฑ์ไว้โดยไม่ใช้ก็เป็นได้ว่า ผลิตภัณฑ์นั้นไม่เป็นที่พึงพอใจทำให้การบอกต่อไม่เป็นผล แต่ถ้าหากผู้บริโภคขายหรือแลกเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ระหว่างกัน จะมีผลทำให้ยอดขายของผลิตภัณฑ์ใหม่ลดลง และถ้าผู้บริโภคทิ้งผลิตภัณฑ์ นักการตลาดจำเป็นที่จะต้องรู้ว่า ผู้บริโภคได้ทำลายผลิตภัณฑ์นั้นอย่างไร เนื่องจากผลิตภัณฑ์บางชนิดอาจเป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อม

III. ระเบียบวิธีวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative) โดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) และใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ บุคคลที่บริโภคสินค้าแบรนด์เนม re-selling ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ กลุ่มคนที่เคยซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-selling ทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่วันที่ 29 ธันวาคม 2562 ถึง วันที่ 29 มกราคม 2563 ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามจากการทบทวนวรรณกรรม และนำเสนอแบบสอบถามที่ได้สร้างขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความครบถ้วนและความสอดคล้องของเนื้อหาของแบบสอบถามที่ตรงกับเรื่องที่ศึกษา นำเสนอแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความครบถ้วนและความสอดคล้องของเนื้อหา (Validity) โดยการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องรายข้อ IOC (Index of Item Objective Congruence) พบว่ามีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.75 ขึ้นไปทุกข้อ

จากนั้นทำการทดสอบแบบสอบถาม Pilot Test จำนวน 30 ชุด และคำนวณโดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นอยู่ พบว่ามีค่าระหว่าง 0.70-0.82 ในทุกตัวอย่าง ทั้งนี้จากการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างจากบทที่ 3 กรณีที่ไม่ทราบจำนวน ประชากร กำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ขนาดของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดสำหรับงานวิจัยนี้เท่ากับ 385 ชุด โดยผู้วิจัยได้รับข้อมูลการตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 401 ชุด ผู้วิจัยได้นำผลลัพธ์การตอบแบบสอบถามมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นและความสอดคล้องกันในแต่ละตัวแปรด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟ่าของครอนบัค ได้ค่าอยู่ที่ 0.826-0.887 ซึ่งถือว่ามีค่าความเชื่อมั่นสูง เนื่องจากมีค่าใกล้เคียง 1 และไม่ต่ำกว่า 0.65 และวิเคราะห์การหาความเที่ยงตรง จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา ซึ่งประกอบด้วยค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและทำการทดสอบสมมุติฐาน โดยการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรต้นต่อตัวแปรตามด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

IV. ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

ตารางที่ I : ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะทางประชาศาสตร์	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	286	71.1%
หญิง	102	25.2%
LGBT	15	3.7%
	401	100.0%
2. อายุ		
ต่ำกว่า 25 ปี	206	51.4%
20 – 35 ปี	181	45.1%
36 – 45 ปี	13	3.2%
46 ปีขึ้นไป	1	0.3%
	401	100.0%
3. ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด		
ต่ำกว่าปริญญาตรี	48	12.1%
ปริญญาตรี	243	60.6%
สูงกว่าปริญญาตรี	109	27.3%
	401	100.0%
4. อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	193	48.1%
พนักงานบริษัทเอกชน	85	21.2%
ข้าราชการ/หนักงานรัฐวิสาหกิจ	20	5.00%
ประกอบธุรกิจส่วนตัว	103	25.7%
	401	100.0%
5. รายได้ต่อเดือน		
ต่ำกว่า 10,000 บาท	60	15.00%
10,001 – 20,000 บาท	118	29.4%
20,001 - 30,000 บาท	77	19.2%
30,001 - 40,000 บาท	43	10.7%
40,001 - 50,000 บาท	37	9.2%
50,001 บาทขึ้นไป	66	16.5%
	401	100.0%

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 286 (71.1%) มีอายุต่ำกว่า 25 ปี จำนวน 206 (51.4%) ระดับการศึกษาปริญญาตรีจำนวน 243 คน (60.6%) อาชีพนักเรียน/นักศึกษาจำนวน 193 คน (48.1%) รายได้ต่อเดือน 10,001-20,00 บาท จำนวน 118 คน (29.4%)

ตารางที่ II : ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ของปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมในการซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-selling

ปัจจัย	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
	B	Std. Error			
(Constant)	.145	.047		5.943	.002
1.ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์	.227	.014	.177	15.819	.000
2. ปัจจัยด้านราคา	.212	.009	.261	22.368	.000
3. ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย	.280	.011	.312	25.689	.000
4. ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด	.251	.007	.406	37.529	.000

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ตามสมมติฐานพบว่ายอมรับสมมติฐานทั้ง 4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-selling คือ ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด มีค่าที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-selling กลุ่มดังกล่าว มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวพยากรณ์เท่ากับ .000, .000 .000 และ .000 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สามารถอธิบายการปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-selling

สำหรับผลที่ได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยสามารถเรียงลำดับตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามจากมากไปน้อยได้ดังนี้ ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านช่องทางจัดจำหน่าย และปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด ตามลำดับ โดยผลที่ได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อพฤติกรรมของผู้บริโภคในการซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-sellingได้สามารถนามาตอบสมมติฐานของงานวิจัยได้ดังนี้

- ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าสถิติ T-Test มีค่า Sig. เท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ .05 ทำให้ ยอมรับ สมมติฐานที่ 6 ซึ่งสามารถตีความได้ว่า ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ส่งผลต่อพฤติกรรมของผู้บริโภคในการซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-selling เนื่องจากผู้บริโภคในปัจจุบันให้ความสำคัญกับคุณภาพของสินค้า ความทนทานของสินค้ารวมถึงชื่อเสียงของตราสินค้า ปัจจัยดังกล่าวจึงส่งผลต่อพฤติกรรมของผู้บริโภคในการซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-selling

ผลวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัย [10] พบว่า การสร้างความจงรักภักดีต่อแบรนด์สินค้า HI-END ปัจจัยเชิงจิตวิทยา และความพึงพอใจของลูกค้า มีอิทธิพลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าที่มีต่อแบรนด์สินค้าพบว่าความเป็นตัวตน ความเป็นเอกลักษณ์ของตัวผลิตภัณฑ์ของสินค้าเอง มีส่วนสำคัญในการดึงดูดให้ลูกค้าเกิดความภักดี

- ปัจจัยด้านราคา ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าสถิติ T-Test มีค่า Sig. เท่ากับ .000 ซึ่งมีค่า น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ .05 ทำให้ ยอมรับ สมมติฐานที่ 7 ซึ่งสามารถตีความได้ว่า ปัจจัยด้านราคา ส่งผลต่อพฤติกรรมของผู้บริโภคในการซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-selling เนื่องจากปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญความคุ้มค่าของสินค้าที่มีราคาที่เหมาะสมต่อมูลค่าเงินที่ผู้บริโภคจ่ายไป ปัจจัยดังกล่าวจึงส่งผลต่อปัจจัยดังกล่าวจึงส่งผลต่อพฤติกรรมของผู้บริโภคในการซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-selling

ผลวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัย [11] พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าพรีเมี่ยมแบรนด์ (Premium Brand) คือ ปัจจัย ด้านลักษณะทางกายภาพและกระบวนการ ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์และราคา ปัจจัยด้านทำาเลที่ตั้ง ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด และปัจจัยด้านบุคลากร ในส่วนของลักษณะทางประชากรศาสตร์ที่ แตกต่างกันในด้านเพศ รายได้ต่อเดือน ระดับการศึกษา และอาชีพ การตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าพรีเมี่ยมแบรนด์ (Premium Brand)

- ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่ายที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าสถิติ T-Test มีค่า Sig. เท่ากับ .000 ซึ่งมีค่า น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ .05 ทำให้ยอมรับ สมมติฐานที่ 8 ซึ่งสามารถตีความได้ว่า ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ส่งผลต่อพฤติกรรมของผู้บริโภคในการซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-selling เนื่องจากปัจจุบันมีเทคโนโลยี สื่อออนไลน์ ที่ลูกค้าสามารถติดต่อกับผู้ขายได้หลากหลายช่องทาง เพิ่มความสะดวกสบายในการสั่งซื้อโดยที่เราไม่ต้องออกเดินแต่อย่างใด ทำให้ผู้บริโภคปัจจุบันหันมาสั่งซื้อสินค้าทางช่องทางออนไลน์ ดังนั้นปัจจัยด้านช่องทางการตลาดจึงส่งผลต่อพฤติกรรมของผู้บริโภคในการซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-selling

ผลวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัย [11] พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าพรีเมี่ยมแบรนด์ (Premium Brand) คือ ปัจจัย ด้านลักษณะทางกายภาพและกระบวนการ ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์และราคา ปัจจัยด้านทำาเลที่ตั้ง ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด และปัจจัยด้านบุคลากร ในส่วนของลักษณะทางประชากรศาสตร์ที่ แตกต่างกันในด้านเพศ รายได้ต่อเดือน ระดับการศึกษา และอาชีพ การตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าพรีเมี่ยม แบรนด์ (Premium Brand) และยังสอดคล้องกับงานวิจัย [12] พบว่า อิทธิพลของความไว้วางใจ ทัศนคติ และส่วนประสมทางการตลาดต่อการตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าแฟชั่นผ่านสื่อสังคมออนไลน์ ของผู้บริโภคในจังหวัดสงขลา ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ทัศนคติ การส่งเสริมการตลาด ผลิตภัณฑ์ ความไว้วางใจส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าแฟชั่น ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ของผู้บริโภคในจังหวัดสงขลา

- ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าสถิติ T-Test มีค่า Sig. เท่ากับ .00 ซึ่งมีค่า น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ .05 ทำให้ยอมรับ สมมติฐานที่ 9 ซึ่งสามารถตีความได้ว่า ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาดส่งผลต่อพฤติกรรมของผู้บริโภคในการซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-selling เนื่องจากมีการโฆษณา ประชาสัมพันธ์สินค้าให้เป็น ที่รู้จักอย่างต่อเนื่องมีบริการหลังการขายที่เหมาะสมดังนั้นปัจจัยด้านส่งเสริมการตลาดจึงส่งผลต่อพฤติกรรมของผู้บริโภคในการซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-selling

ผลวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัย [13] พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าจากร้านค้า ในเครือข่ายเฟซบุ๊คและอินสตาแกรม

ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าจากร้านค้าในเครือข่ายเฟซบุ๊คและอินสตาแกรม มี 3 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาดและความมีชื่อเสียงของแบรนด์ และปัจจัยด้านการนำเสนอข้อมูลสินค้าและความสะดวกในการสั่งซื้อและชำระเงิน และยังสอดคล้องกับงานวิจัย [14] พบว่า ศึกษาเรื่อง คุณค่าตราสินค้าที่ส่งผลต่อกระบวนการตัดสินใจซื้อ (ความตั้งใจ ความสนใจ ความ ต้องการ และการตัดสินใจซื้อ) สินค้าแบรนด์เนมแท้ ผลการศึกษาพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่าตราสินค้าแต่ละด้านส่งผลต่อความตั้งใจซื้อสินค้าแบรนด์เนมแท้คุณค่าตราสินค้าแต่ละด้านมีอิทธิพลต่อความตั้งใจซื้อสินค้าแบรนด์เนมแท้

V. การอภิปรายผล

จากสมมติฐานของงานวิจัย คือ ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมในการซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-selling เมื่อทำการศึกษาแล้วกลุ่มปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด 4Ps ที่มีตัวแปรอิสระ 21 ตัววัด เมื่อนำทั้ง 4 กลุ่มปัจจัยดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ผลการวิจัยพบว่ามี 4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจบริโภคสินค้าแบบแบรนด์เนม re-selling คือ ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านช่องทางจัดจำหน่าย และ ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด ตามลำดับ

ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจบริโภคสินค้าแบรนด์เนม re-selling เนื่องจากปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์สินค้าแบรนด์เนมในการสร้างภาพลักษณ์ที่ดี ทั้งด้านคุณภาพของวัสดุและการตัดเย็บ การออกแบบดีไซน์ การออกแบบบรรจุภัณฑ์ สีสัน เพื่อให้ผู้บริโภคเกิดความรู้สึก ภูมิใจเป็นผู้มีเกียรติทางสังคม มีรสนิยมที่ดี มีคุณค่า ส่งผลโดยตรงต่อผู้บริโภคให้มีความเชื่อมั่นในแบรนด์เนมสินค้าที่ตนเชื่อชอบ ดังนั้น ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์จึงสำคัญในการตัดสินใจเลือกบริโภค

ปัจจัยด้านราคา เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจบริโภคสินค้าแบรนด์เนม re-selling เนื่องจากผู้บริโภคสินค้าแบรนด์เนม re-selling บางประเภทหรือบางคอลเลกชันที่มีจำนวนการผลิตน้อยมากที่เรียกกันว่าสินค้า “ลิมิเต็ด” จึงส่งผลต่อผู้บริโภคเกิดความต้องการในตัวสินค้านั้น ๆ การได้มาของสินค้าแบรนด์เนม re-selling บางอย่างทำให้ผู้บริโภคเกิดความรู้สึกคุ้มค่า ความพอใจ ความเหมาะสมกับจำนวนเงินที่จ่ายไปเผื่อให้ได้สินค้าแบรนด์เนม re-selling นั้นมา

ปัจจัยด้านช่องทางจัดจำหน่าย เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจบริโภคสินค้าแบรนด์เนม re-selling เนื่องจาก ในปัจจุบันการตลาดบนสื่อสังคมออนไลน์ เข้าถึงง่ายจึงเป็นช่องทางหนึ่งที่ผู้ประกอบการธุรกิจเสื้อผ้าแฟชั่นแบรนด์เนมเลือกใช้ เพื่อเป็นช่องทางการตลาดเพื่อเข้าถึงผู้บริโภคได้ ในขณะเดียวกันผู้บริโภคก็สามารถค้นหาสินค้าที่ตนเองต้องการได้ง่ายขึ้นเช่นกัน ช่องทางที่สะดวกต่อการบริโภคสินค้าแบรนด์เนม re-selling ที่ผู้บริโภคต้องการจึงส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกบริโภคยิ่งขึ้น

ปัจจัยด้านส่งเสริมการตลาด ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจบริโภคสินค้าแบรนด์เนม re-selling เนื่องจาก ในปัจจุบันการตลาดบนสื่อสังคมออนไลน์เข้าถึงง่ายจึงเป็นช่องทางหนึ่งที่ผู้ประกอบการธุรกิจเสื้อผ้าแฟชั่นแบรนด์เนมเลือกใช้ เพื่อเป็นช่องทางการตลาดเพื่อเข้าถึงผู้บริโภคได้ และมีผู้ประกอบการเป็นจำนวนมากในปัจจุบัน มีการโฆษณา ประชาสัมพันธ์สินค้าให้เป็น ที่รู้จักอย่างต่อเนื่อง เผื่อให้ผู้บริโภครู้จักและเข้าถึงสินค้าแบรนด์เนม re-selling ที่ผู้ประกอบการได้จำหน่ายอยู่ รวมถึงผู้ประกอบการมีการส่งเสริมการตลาดอย่างมีบริการหลังการขายที่เหมาะสมแกประเภทสินค้าแบรนด์เนม re-selling ต่าง ๆ ด้วยเหตุนี้ปัจจัยด้านส่งเสริมการตลาดจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการตัดสินใจเลือกบริโภค

สำหรับการทดสอบสมมติฐานที่เกี่ยวกับลักษณะทางประชากรศาสตร์ที่แตกต่างในด้าน เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้ต่อเดือน ว่ามีปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมในการซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-selling แตกต่างกันหรือไม่ ผลการวิจัย พบว่า ปัจจัยประชากรศาสตร์ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมในการซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-selling ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้ต่อเดือน ตามลำดับ

ปัจจัยด้านเพศ เป็นปัจจัยประชากรศาสตร์ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมในการซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-selling เนื่องจากสินค้าแบรนด์เนม re-selling ส่วนใหญ่เป็นสินค้าสำหรับสุภาพบุรุษทาง มีลักษณะการออกแบบทางด้านกีฬา ส่งผลให้ผู้บริโภคกลุ่ม LGBT ที่มีความสนใจด้านความสวยงามเป็นหลัก มีความสนใจน้อยกว่ากลุ่มผู้บริโภคกลุ่มอื่น

ปัจจัยด้านอายุ เป็นปัจจัยประชากรศาสตร์ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมในการซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-selling ผลการวิจัยพบว่าผู้บริโภคที่มีอายุ ต่ำกว่า 25 ปี มีแนวโน้มการเลือกบริโภคสินค้าแบรนด์เนม re-selling น้อยกว่าผู้บริโภคที่มีช่องอายุอื่น เนื่องจากผู้บริโภคที่มีอายุในช่วง ต่ำกว่า 25 ปี ยังไม่มีรายได้หรือมีรายได้น้อย จึงเป็นอุปสรรคต่อการบริโภคสินค้าสินค้าแบรนด์เนม re-selling ที่มีราคาค่อนข้างสูงในตลาดสินค้าแบรนด์เนม จึงส่งผลทำให้ผู้บริโภคในช่วงอายุ ต่ำกว่า 25 ปี เป็นกลุ่มผู้บริโภคสินค้าน้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ

ปัจจัยด้านระดับการศึกษา เป็นปัจจัยประชากรศาสตร์ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมในการซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-selling จากการวิจัยพบว่า ผู้บริโภคที่มีระดับการศึกษา ต่ำกว่าปริญญาตรี มีแนวโน้มการเลือกบริโภคสินค้าแบรนด์เนม re-selling น้อยกว่าผู้บริโภคที่มีระดับการศึกษาอื่น เนื่องจากผู้บริโภคที่มีระดับการศึกษา ต่ำกว่าปริญาญาตรี เป็นกลุ่มนักเรียน ยังไม่มีรายได้หรือมีรายได้น้อย จึงเป็นอุปสรรคต่อการบริโภคสินค้าสินค้าแบรนด์เนม re-selling ที่มีราคาค่อนข้างสูงในตลาดสินค้าแบรนด์เนม จึงส่งผลทำให้ผู้บริโภคที่มีการศึกษา ต่ำกว่าปริญญาตรี บริโภคสินค้าน้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ

ปัจจัยด้านอาชีพ เป็นปัจจัยประชากรศาสตร์ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมในการซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-selling จากการวิจัยพบว่า ผู้บริโภคที่มีอาชีพประกอบธุรกิจส่วนตัวมีแนวโน้มการเลือกซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-selling น้อยกว่าผู้บริโภคที่อาชีพอื่น เนื่องจากกลุ่มที่มี อาชีพประกอบธุรกิจส่วนตัว มีรายได้ที่ไม่แน่นอน จึงเป็นอุปสรรคต่อการบริโภคสินค้าสินค้าแบรนด์เนม re-selling ที่มีราคาค่อนข้างสูงในตลาดสินค้าแบรนด์เนม จึงส่งผลทำให้ผู้บริโภคที่ประกอบอาชีพ ปรกกอบธุรกิจส่วนตัว เป็นกลุ่มผู้บริโภคสินค้าน้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ

ปัจจัยด้านรายได้ เป็นปัจจัยประชากรศาสตร์ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมในการซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-selling เนื่องจาก ผู้บริโภคที่มีรายได้ ต่ำกว่า 10,000 บาท ส่วนตัวมีแนวโน้มการเลือกซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-selling น้อยกว่า

ผู้บริโภคกลุ่มรายได้อื่นๆ เนื่องจาก กลุ่มผู้บริโภคที่มีรายได้ต่ำกว่า 10,000 บาท ส่วนใหญ่เป็นนักเรียน/นักศึกษา ที่มีรายได้มาจากผู้ปกครองเท่านั้นจึงเป็นอุปสรรคต่อการบริโภคสินค้าสินค้าแบรนด์เนม re-selling ที่มีราคาค่อนข้างสูงในตลาดสินค้าแบรนด์เนม จึงส่งผลทำให้กลุ่มผู้บริโภคที่มีรายได้ต่ำกว่า 10,000 บาท เป็นกลุ่มผู้บริโภคสินค้าน้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ

ดังนั้น ปัจจัยด้านเพศ ปัจจัยด้านอายุ ปัจจัยด้านระดับการศึกษา ปัจจัยด้านอาชีพ และ ปัจจัยด้านรายได้ต่อเดือน เป็นปัจจัยประชากรศาสตร์ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมในการซื้อสินค้าแบรนด์เนม re-selling อย่างมีนัยสำคัญ

VI. ข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ผลของการวิจัยนี้ทำให้ทรายถึงพฤติกรรมการตัดสินใจบริโภคสินค้าแบรนด์ re-selling และปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจบริโภคสินค้าแบบแบรนด์เนม re-selling พร้อมระบุถึงระดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยว่ามีระดับความสำคัญมากน้อยเพียงใด ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านช่องทางจัดจำหน่าย และ ปัจจัยด้านส่งเสริมการตลาด ส่งผลต่อการตัดสินใจบริโภคสินค้าแบบแบรนด์เนม re-selling ผลการวิจัยดังกล่าวสามารถนำข้อมูลที่วิเคราะห์ทางสถิติมาประยุกต์ใช้ เพื่อเสนอแนะให้เป็นแนวทางสำหรับผู้ประกอบการ ดังนี้

- ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญในนำเสนอข้อมูลสินค้า เป็นปัจจัยที่ควรให้ความสำคัญเนื่องจากการนำเสนอข้อมูลต่างๆ ทั้งรูปสินค้า ข้อมูลเกี่ยวกับสินค้า ราคาขายที่ชัดเจน สร้างความสะดวกในการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค

- ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญด้านการบริการที่เหมาะสม สินค้าแบรนด์เนม re-selling ส่วนใหญ่เป็นสินค้าที่มีราคาค่อนข้างสูง ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญในเรื่องการบริการ ยกตัวอย่างเช่น การนัดดูสินค้าเผื่อความสบายใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภค รวมไปถึงการใช้บริการส่งสินค้าด่วนให้ถึงมือผู้บริโภคภายในวันเดียว ยกตัวอย่างเช่น ตัวแทนส่งสินค้าเอกชนที่มีบริการดังกล่าว

เอกสารอ้างอิง

[1] กรรณิการ์ เหมือนประเสริฐ. “ทัศนคติของพนักงานที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมการปฏิบัติงานของพนักงานในองค์กรบริษัท คูเวต ปิโตรเลียม (ประเทศไทย) จำกัด”. สารนิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนรินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัยศรีนรินทรวิโรฒ. (2548).

[2] Kotler, P. “Marketing management: analysis, planning implementation and control”. (9th ed.). New Jersey: Asimmon & Schuster. (1997).

[3] McCarthy, E. Jerome. & Perreault William D, Jr. “Basic Marketing”. (10th ed.). Illinois. Ridchard D. Irwin,Inc. (1990).

[4] ศิริวรรณ เสรีรัตน์ ปริญลักษิตานนท์ และศุภร เสรีรัตน์. “การบริหารการตลาดยุคใหม่”. กรุงเทพฯ: ธรรมสาร. (2546).

[5] อารี พันธ์มณี. “จิตวิทยาการเรียนการสอนปัจจัยด้านความต้องการ”. กรุงเทพฯ: ต้นอ้อ. (2538).

[6] เสรี วงษ์มณฑา. “กลยุทธ์การตลาด การวางแผนการตลาด”. กรุงเทพมหานคร: ธีระฟิล์มและไซเท็กซ์. (2542).

[7] Kotler, P. “Marketing management: An Asian perspective”. (2nd ed.). New Jersey: Prentice Hall. (1999).

[8] Lantos, G. P. “Consumer behavior in action: Real-life applications for marketing managers”. New York: M.E. Sharpe. (2010).

[9] ศิริวรรณ เสรีรัตน์ ปริญลักษิตานนท์ และศุภร เสรีรัตน์. “การบริหารการตลาดยุคใหม่”. กรุงเทพฯ: ธรรมสาร. (2546).

[10] มนันยา มีนคร สมเดช รุ่งศรีสวัสดิ์ บัณฑิต ผังนิรันดร์ อรุณรุ่ง วงศ์กังวาน และปวีณา ศรีบุญเรือง. การสร้างความจงรักภักดีต่อแบรนด์สินค้า HI-END ในเขตกรุงเทพมหานคร. “วารสารการวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์”. ปีที่ 13 ฉบับที่ 1. (2561)

[11] พัชราภรณ์ พร่องพรมราช. “ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าพรีเมี่ยมแบรนด์ (Premium Brand) ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล”. (สารนิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมาหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี. (2559).

[12] ภูษณ สุวรรณภักดี และวิลาวัลย์ จันทร์ศรี. อิทธิพลของความไว้วางใจ ทัศนคติและส่วนประสมทางการตลาดต่อการตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าแฟชั่นผ่านสื่อสังคมออนไลน์ ของผู้บริโภคในจังหวัดสงขลา. “วารสารเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยทักษิณ”. ปีที่ 10 ฉบับที่ 2. (2561).

[13] ภัทรานิษฐ์ ฉายสุวรรณคีรี. “ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าจากร้านค้า ในเครือข่ายเฟซบุ๊คและอินสตาแกรม”. (สารนิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี. (2559)

[14] ศศินภา เลาหสินณรงค์. “คุณค่าตราสินค้าที่ส่งผลต่อกระบวนการตัดสินใจซื้อ (ความตั้งใจ ความสนใจ ความ ต้องการ และการตัดสินใจซื้อ) สินค้าแบรนด์เนมแท้”. (สารนิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, บัณฑิตวิทยาลัย. (2558).

Factors Affecting the Financial Accounting of Textile Manufacturing Community Enterprise Groups: *A Case from Udon Thani Province*

Mananya Thongbor
Accountancy Program, Faculty of Management Science, UdonThani Rajabhat University
Udon Thani, Thailand
E-mail : mananya.th@udru.ac.th

***Abstract*—** The objectives of this research were to study the factors affecting financial accounting in the Textile manufacturing community enterprise groups in Udon Thani Province. The sample group consisted of 175 community enterprise groups. Percentages and standard deviations were used to summarize the collected data. The research results revealed that 5.14% of the community enterprise groups had been registered for less than one year, while 29.71% were registered for 1-3 years, 34.86% were registered for 4-6 years, and 30.29% were registered for more than 7 years. People from the Textile manufacturing community enterprise groups in Udon Thani Province held opinions that expressed moderate satisfaction with their accounting knowledge and proficiency, accounting practice and documentation, support counsel from the external agencies, and management. Satisfaction towards the operational tools was low, whereas that towards management leadership was high. The research results led to the design of a simpler accounting system so that the accounting and financial statements of the community enterprise groups comply with Generally Accepted Accounting Principles (GAAPs). Therefore, our significant mission was that the community enterprise should emphasize standard accounting and financial statements as tools for measuring business performance and showing financial status in business communications. There were factors that led to the success of community enterprise management in promotion of thought processes, motivational development and financial management knowledge of the members. Improvement in these areas promotes and develops accounting proficiency of the sample community enterprises in Udon Thani Province.

Keywords—Accounting, Community enterprise, Textile manufacturing

I. INTRODUCTION

A community enterprise is an assembly of community members who cooperate in production, processing, resource management, cost management, and market management. The buying and selling operations are similar to those of cooperatives, but are different in terms of the regulations and rules that are emphasized. They more concerned about sharing than competition. Thus, community enterprises emphasize collaboration, regardless of personal benefits [1]. The main principle of a community enterprise is to promote and support a community's economy. This is a fundamental economic system of the country and it encourages community enterprise that are not ready for traditional business to contribute to a robust community economy. Currently, community enterprises in each region should register with the Community Enterprise Promotion Division, Department of Agricultural Extension. This is according to Order No. 384/2548 of the Department of Agricultural Extension, established by the Office of the Secretary of Community Enterprise Promotion Committee. This office appoints the staff to perform the mission according to the Community Enterprise Promotion Act, B.E. 2548 enacted on 11 March 2005. Later, the Department of Agricultural Extension developed a policy to revise the internal structure according Order No. 326/2557 of the Department of Agricultural Extension on 7 May 2014. This established the Community Enterprise Promotion Division to:

1) study, analyze and do research to set the policy, strategies and measures to promote and set the guidelines for the development of community enterprises and community enterprise networks,

2) be responsible for the tasks of the Community Enterprise Promotion Committee and other committees according to the Community Enterprise Promotion Act, B.E. 2548 to promote the integrity of community enterprise tasks,

3) examine, do research and analysis to develop and promote community enterprises and community enterprise networks,

4) promote and enhance the community enterprise operations, product development and community tourism so that they become vigorous and self-reliant to upgrade the business activities,

5) promote and support collaboration between the community enterprise and related sectors to inclusively strengthen the operational security.

6) to be a center for registration, registration information and information about community enterprises and community enterprise networks, and,

7) perform other assigned tasks [2]

Statement of the problems

Udon Thani, a province in the northeastern region of Thailand, presently has 2,821 community enterprise groups, which include members earning a living from agricultural activities such as growing rice and rubber as well as fabric and textile products [2]. However, according to the legend of Udon Thani Province, "Krom Luang Prachak built a city, in the Land of Dharma, a 5,000-year of civilization. It was the City of Mee Kit Fabric and the Amazing Natural Red Lotus Sea". This reflects the uniqueness of Udon Thani Province in fabric production as well as cotton textile manufacturing. There are 314 registered community enterprise fabric groups in Udon Thani Province [2]. Research revealed that the main challenge faced by community enterprise accountants in the

survey group was a lack of integrity by relevant agencies. That being said, there were different knowledge and accounting patterns provided based on the proficiency of each agency, which might not be consistent with the user background and demand. Moreover, the accountants had a poor understanding of accounting theory, lacked rules and regulations, as well as little person in-charge of monitoring and verification financial statements. Consequently, there was confusion and accountants made mistakes, and finally, they ignored the significance of accounting. Alternatively, an essential supporting factor was the establishment of an accounting counsel center to provide appropriate training and knowledge to the community [3-4].

Based on the above, the researcher had an interest in the factors affecting the accounting of the textile manufacturing community enterprises in Udon Thani Province. The objective of the current research was to examine the accounting knowledge and proficiency, accounting documents and practices, operational tools, support and counsel from external agencies, management leadership, and management itself to identify the factors affecting accounting in the textile manufacturing community enterprise in Udon Thani Province. This would be very useful for developing accurate and appropriate community enterprise accounting systems, provide for efficient use of tools for financial and business control, access capital sources for secure returns to members, and facilitate benefits for the community by adhering to His Majesty, King Rama IX's philosophy of a Sufficiency Economy.

II. RESEARCH OBJECTIVE

The guiding objective of the current research is to identify the factors affecting the accounting practices of the textile manufacturing community enterprises in Udon Thani Province.

III. RESEARCH METHODOLOGY

A. Scope of the research

This research involved a survey that aimed to identify the factors affecting the accounting practices of the textile manufacturing community enterprises in Udon Thani Province. The scope was defined as follows:

1. The population was 314 community enterprise groups [2], with 175 enterprises selected as the sample group by the Krejcie and Morgan method [5].

2. Based on the research topic, the factors affecting the accounting practices of the textile manufacturing community enterprises in Udon Thani Province were classified into six areas comprising accounting knowledge and proficiency, accounting documents and practices, operational tools, support and counsel from the external agencies, management leadership, and management.

3. The research area was limited to Udon Thani Province.

B. Population and sample group

From a population of 314 textile manufacturing community enterprise groups in Udon Thani Province, a sample group was selected using simple random sampling based on Krejcie & Morgan [5]. Enterprise groups in the following districts (Amphurs) participated in the current study:

Muang Udon Thani	Kut Chap
Nong Wua So	Si That
Nong Han	Wang Sam Mo
Ban Phue	Thung Fon
Ban Dung	Sang Khom
Kumphawapi	Chai Wan
Non-Sa-at	Nong Saeng
Phen	Na Yung
Nam Som	

Phibun Rak, Sub-district Ku Kaew and Sub-district Prachaksinlapakhom

Each had an equal probability of being sampled in the current study.

C. Research tool

The research tool used in the current study was a questionnaire that consisted of two parts.

Part 1. General information about the informants.

Part 2 . Opinions of the personnel from the community enterprise groups using a 5-point Likert Scale, which covered six areas:

1. Accounting knowledge and proficiency
2. Accounting documents and practice
3. Operational tools
4. Support and counsel from external agencies
5. Management leadership
6. Management

The statistics used were frequency, percentage, mean and standard deviation.

IV. RESULTS

The research results on the factors affecting the financial accounting of the textile manufacturing community enterprises in Udon Thani Province were generated in two parts, general information about the informants and the opinions of the community enterprise groups affecting the accounting practices of the textile manufacturing community enterprise in Udon Thani Province.

A. General information about the community enterprise groups

From the 175 sampled community enterprise groups, 5.14% of them had been registered as community enterprises for less than one year, while 29.71% were registered for 1-3 years, 34.86% were registered for 4-6 years, and 30.29% were registered for more than 7 years. Information about educational background, accounting experience, and training in community enterprises is shown in Table 1.

B. Accounting knowledge and proficiency

From Table 2, the research results show that the sample group had a moderate level accounting knowledge and proficiency, which included accounting knowledge, accounting design and system planning, buying and selling statement reports, and financial statement reports. The mean levels for these factors were 3.45, 2.90, 3.21, and 2.87, respectively, on a 5-point scale. The interviews indicated that the personnel of the community enterprise groups had a moderate level of knowledge and understanding about

accounting because they had no accounting training or knowledge transfer about basic accounting.

TABLE I. INFORMATION ABOUT THE COMMUNITY ENTERPRISE GROUPS

General Information	Amount	Percentage
Community Enterprise Registration		
Less than one year	9	5.14
1-3 years	52	29.71
4-6 years	61	34.86
More than 7 years	53	30.29
Education		
Primary school	32	18.29
Secondary school	110	62.86
Bachelor degree	31	17.71
Higher than a Bachelor degree	2	1.14
Experience in Accounting		
Less than one year	24	13.71
1-3 years	45	25.71
4-6 years	71	40.58
7 or more years	35	20.00
Training in community enterprise accounting		
None	103	58.86
1 - 3 times	42	24.00
4-6 times	15	8.57
More than 7 times	15	8.57

TABLE II. ACCOUNTING KNOWLEDGE

Problems	Mean	Standard Deviation
Accounting knowledge	3.45	0.87
Accounting system design	2.90	0.72
Purchase and sales statements	3.21	0.98
Financial statements	2.87	0.73
Auditing	2.97	0.79
Budgeting	3.01	0.69
Cost accounting	2.72	0.87
Internal control	2.38	0.85

The knowledge level of all problems was moderate.

TABLE III. ACCOUNTING DOCUMENT AND PRACTICE

Problems	Mean	Standard Deviation	Knowledge level
Accounting reference documentation	2.56	0.80	Low
Document classification	2.60	0.88	Moderate
Accurate accounting reports	2.69	0.85	Moderate
Use of computer programs	1.98	0.83	Low
External accounting audits	2.07	0.69	Low

C. Accounting documents and practices

The sample group had a low level of knowledge about document preparation and accounting practices. This area includes reference documents for accounting, the use of computer programs, and accounting audits from external agencies. The means for these factors were 2.56, 1.98 and 2.97, respectively. Moreover, their knowledge about document classification and accurate accounting was at a moderate level, 2.60 and 2.69, respectively, as shown in Table 3.

D. Accounting tools

From Table 4, it can be seen that preparation of accounting operational tools was at a low level. The preparation for use of these accounting tools was at a moderate level with a mean of 2.60. The preparation for use of a supportive accounting program, the convenience and simplicity of the operation, the precision and quickness of the tools, and the corresponding accounting pattern were at a moderate level, with means of 2.10, 2.50, 2.48, and 2.56, respectively.

E. Support and counsel from the external agencies

From Table 5, it was found that the preparation of the support and counsel from external agencies was at a moderate level. The preparation of budgets, accounting counseling center, and other agencies was also at a moderate level, with means of 2.71, 2.81 and 2.60, respectively.

F. Management leadership

In terms of leadership, it was found that management paid attention to the members, had clarity and transparency, responsibility, and unity, with means scores of 3.85, 3.59, 3.98, and 4.00, respectively. Overall satisfaction was at a high level, as shown in Table 6.

TABLE IV. OPERATIONAL TOOLS

Problems	Mean	Standard Deviation	Knowledge level
Have accounting tools	2.60	0.81	Moderate
Have accounting programs	2.10	0.78	Low
Convenience and simplicity	2.50	0.75	Low
Precision, completeness, and quickness	2.48	0.86	Low
Corresponding accounting patterns	2.56	0.79	Low

TABLE V. SUPPORT AND COUNSEL FROM EXTERNAL AGENCIES

Problems	Mean	Standard Deviation
Budget	2.71	0.75
Accounting consultancy center	2.81	0.88
external agencies	2.60	0.78

The knowledge level of all problems was moderate.

TABLE VI. MANAGEMENT LEADERSHIP

Problems	Mean	Standard Deviation
Pay attention to members	3.85	0.86
Have clarity and transparency	3.59	0.87
Be responsible	3.98	0.88
Have unity	4.00	0.87

The knowledge level of all problems was high.

TABLE VII. MANAGEMENT

Problems	Mean	Standard Deviation
Success	3.41	0.76
Fairness and transparency	3.25	0.88
Public relations on products	3.36	0.72
Capital increase	3.20	0.83

The knowledge level of all problems was moderate.

G. Management

In terms of management, Table 7 shows that the means for success, fairness and transparency, efficient public relations, and capital increase were 3.41, 3.25, 3.36, and 3.20, respectively. .Overall satisfaction was at a moderate level

V. DISCUSSION

It was found that the factors affecting the accounting of the textile manufacturing community enterprise groups in Udon Thani Province were the lack of specific knowledge and an accurate accounting system. The underlying problem was that the members of the sampled community enterprise groups had no knowledge of or did not study accounting. Consequently, it was quite complex for them. This was consistent with the research of Nattharawee Phongkraphant [6], who discovered that the local industry, contrary to OTOP policy, did not operate systematically because they did not have a suitable accounting system. As a result, it was difficult to monitor and people lacked knowledge about accounting records. If a proper accounting system was developed, the community would recognize its importance and be able to manage its finances more accurately. The research results indicated that the factor affecting the accounting of tamarind processing community enterprise groups in Petchabun Province was the unavailability of a computer to use for accounting. The manual method was inconvenient, slow, incomplete, and imprecise.

The research results showed that the problems of accounting mirrored those of the research results of Deejam Rungluckssana and Jane Chantarasuphasane [4]. They examined the factors affecting the financial accounting of tamarind processing community enterprise groups in Petchabun Province. It was found that the problems affecting accounting occurred at the highest level. The operational tools, accounting documents and practice, knowledge and proficiency, as well support and counsel were derived from other agencies.

VI. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

From the 175 sampled community enterprise groups, the majority of these companies, 65.15%, have been registered for 4 or more years, of which 30.29% were registered for more than 7 years, and 6% were registered for less than 1 year. For the opinions about the accounting of the textile manufacturing community enterprise groups in Udon Thani Province by area, it was shown that satisfaction towards accounting knowledge and proficiency, accounting documents and practice, support and counsel from the external agencies, and management was at a moderate level. Satisfaction towards the operation tool was at a low level, whereas that towards the management leadership was at a high level. It is recommended that an agency should be appointed to support the operation of the community enterprise groups, as well as organize and provide training on accounting, internal control and internal auditing to enhance the efficiency of management based on the general accounting practices so that they are appropriate to the demand of each specific group. Furthermore, Microsoft Excel is a basic program that is simple and suitable for the use at the community level, so it should be used and effective accounting applications developed. The needs of each group should be clarified to minimize confusion among people who have no knowledge of accounting. Regulations and rules should be promulgated to promote an understanding of the significance of accounting and accurate financial statements.

ACHOWLEDGMENT

The researcher would like to thank the textile manufacturing community enterprise groups, Udon Thani Province for cooperation in data collection. Furthermore, the researcher is very grateful to Ban Nong Meg Weaving Community Enterprise, located at 334 M. 13, T. Khon Yung, A. Kut Chap, Udon Thani Province, Tel. 081 7614 115, and Ban Nong Or Mai Kit Weaving Community Enterprise, located at 214 M. 3, Nong Or, A. Nong Wua So, Udon Thani Province, Tel. 042-298421, who facilitated the data collection in the community. Lastly, the researcher would like to thank the Accounting Department, Faculty of Management Science, Udon Thani Rajabhat University for use of their research facilities.

REFFERENCES

[1] Community Enterprise Promotion Division, Department of Agricultural Extension. https://smce.doae.go.th/history.php Retrieved on 8 August 2019.

[2] Phongphit, Seree. Community Enterprise Manual 1st Edition. Bangkok, 2009.

[3] Kwanchanok Hannimitkulchai. Accounting Practice and Problems of the Community Enterpris Accountant in Sakon Nakhon Provice. Sakon Nakhon: Kasetsart University, 2013.

[4] Deejam, Rungluckssana and Jane Jantarasuphasane. Factors Affection the Accounting of the Tamarind Processing Community Enterprise. Petchabun: Pibulsongkram Rajabhat University, 2017.

[5] Boonchum Srisa-ard. Fundamental Research 39th Edition Bangkok. Bangkok: Suriyasarn. Community Enterprise Promotion Division. Department of Agricultural Extension. Bankok, 2011.

[6] Nattharawee Phongkraphant. Study on Accounting System for the Development of Model for Local Industry Due to OTOP Policy: ACase Study of the Products Production of the Women Groups on A Kanchanadit, Surat Thani Province. Surat Thani : Surat Thani Rajabhat University, 2009.

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดเก็บภาษีที่มีประสิทธิภาพขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง

Factor Affecting the Efficient Taxation of Local Subdistrict Administrative Organizations in Rayong Province

1st รุ่งอรุณ กระแสร์สินธุ์
Rungarun Khasasin
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok Thailand
rungarun@tni.ac.th

2nd บุณยวีร์ โชคประเสริฐสม
Bunyawee Chokprasoetsom
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok Thailand
bunyawee@tni.ac.th

3rd ไกล้รุ่ง กระแสร์สินธุ์
Kairung Khasasin
คณะบริหารธุรกิจและการบัญชี
มหาวิทยาลัยปทุมธานี
Faculty of Business Administration and Accounting PathumThani University
PathumThani Thailand
kairung2011@yahoo.com

4th จิราพร คันชั่ง
Jirapon Kunchung
คณะบริหารธุรกิจและรัฐประศาสนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น
Bachelor of Public Administration
Western University.
Kanchanaburi, Thailand
wtu.jirapon@gmail.com

5th วทัญญู รัศมิทัต
Vatanyoo Rasmidatta
คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ภาควิชา
การตลาดและโลจีสติกส์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Faculty of Liberal Art and Science
Department of Marketing and Logistic
Kasetsart University. Kamphaeng Saen Campus Thailand, r.vatanyoo@gmail.com

6th คมพัชญ์ สิริถิรพิทักษ์
Khomphat Sririthreeraphithak
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok Thailand
khaomphat@tni.ac.th

7th ธารทิพย์ พจน์สุภาพ
Thantip Pojsupap
คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยลัยเกษมบัณฑิต
Faculty of Business Administration
Kasembundit University
Bangkok Thailand
thantip.poj@kbu.ac.th

8rd อาจารีย์ ประจวบเหมาะ
Arjaree Prachuabmoh
คณะวิทยาการจัดการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
Faculty of Management Science
Chandrakasem Rajabhat University
Bangkok Thailand
arjaree_prachuabmoh@yahoo.com

9nd สุรสิทธิ์ อุดมธนวงศ์
Surasit Udomthanavong
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok Thailand
surasit@tni.ac.th

บทคัดย่อ - งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดเก็บภาษีที่มีประสิทธิภาพ 2)ประสิทธิภาพในการจัดเก็บภาษี และ 3) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีกับประสิทธิภาพในการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง ผลการศึกษาพบว่า

1. ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีโดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน เรียงลำดับดังนี้ ลำดับแรกคือ ด้านสถานที่ วัสดุและอุปกรณ์ รองลงมาคือ ด้านบุคลากร ด้านโครงสร้างภาษีและการบริหารจัดการ และด้านงบประมาณ ตามลำดับ

2.ประสิทธิภาพในการจัดเก็บภาษีโดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านเรียงลำดับดังนี้ ลำดับแรกคือ ด้านค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บภาษีต่ำ รองลงมาคือ ด้านประชาชนผู้เสียภาษีได้รับความสะดวกและด้านการจัดเก็บภาษีได้ตามเป้าหมาย ตามลำดับ

3.ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีมีความสัมพันธ์ทางบวกในทิศทางเดียวกันกับประสิทธิภาพในการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยองโดยรวมอยู่ในระดับมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

คำสำคัญ - ประสิทธิภาพ, การจัดเก็บภาษี, องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

ABSTRACT - The purpose of this research; 1) to study the factor affecting efficiency on the tax collection, 2) to study efficiency on the tax collection, and 3) to study the relation between the factor affecting efficiency and the tax collection of Local administration in Rayong Province. The research results were as follows:

1.The factor affecting efficiency on the tax collection, the overall were high level when it was considered to arrange the mean with the first was the place, equipment's, the second was officers the structure and management of tax and budget, respectively.

2. Affecting efficiency on the tax collection, the overall were high level when it was considered to arrange the mean with the first was payment that was low, the second was people who must be comfortable paid the tax and collecting tax to the goal, respectively.

3. The factor affecting efficiency on the tax collection related with positive on affecting efficiency on the tax collection tax in Local administration in Rayong Province, the overall were high level at statistically significant at the 0.01 level.

Keywords - Efficiency, Taxation, local government

I. *บทนำ*

งานการคลังเป็นส่วนหนึ่งของหน่วยงานองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เป็นภาระงานหลักที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อประเทศชาติ เป็นภาระงานที่สามารถทำรายได้ให้เกิดขึ้นในแต่ละองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอย่างมหาศาล เป็นงานที่เกี่ยวข้องกับงานด้านการเงินและการบัญชี โดยต้องปฏิบัติตามระเบียบกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยการรับเงิน การเบิกจ่าย การฝากเงิน การเก็บรักษาเงิน และการตรวจเงินขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2547 (แก้ไขเพิ่มเติมฉบับที่ 2) พ.ศ. 2548 [3] และงานจัดเก็บรายได้ อาทิเช่น การจัดเก็บภาษีบำรุงท้องที่ ซึ่งปฏิบัติงานเกี่ยวกับการจัดเก็บรายได้ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เช่น การประเมินการจัดเก็บรายได้ การจัดทำทะเบียนการจัดเก็บภาษี การเร่งรัดจัดเก็บภาษี การจัดทำทะเบียนคุมลูกหนี้ภาษีต่างๆ การจัดทำทะเบียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง การรายงานการจัดเก็บ และการจัดทำแผนที่ภาษี เป็นต้น [1] สำหรับรายได้ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นนั้นมี 3 ประเภท ประกอบด้วย [8] รายได้ที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจัดเก็บเอง เช่น ภาษีบำรุงท้องที่ ภาษีโรงเรือนและที่ดิน ภาษีป้าย อากรฆ่าสัตว์ และค่าธรรมเนียม รวมถึงผลประโยชน์อื่นอันเกิดจากการฆ่าสัตว์ ฯลฯ รายได้ที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นได้รับจัดสรรจากส่วนราชการอื่นหรือรัฐบาลจัดเก็บให้แล้วแบ่งส่วน เช่น ภาษีสุรา สรรพสามิต ภาษีและค่าธรรมเนียมรถยนต์และล้อเลื่อน ค่าธรรมเนียมจดทะเบียนและสิทธินิติกรรมที่ดิน ภาษีธุรกิจเฉพาะและภาษีมูลค่าเพิ่ม ฯลฯ สำหรับปัญหาการจัดเก็บรายได้ของท้องถิ่นในด้านต่าง ๆ คือ ปัญหาการจัดเก็บภาษีโรงเรือนและที่ดิน เป็นภาษีที่เก็บจากโรงเรือนหรือสิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ กับที่ดินที่ใช้ต่อเนื่อง แม้ว่าภาษีโรงเรือนและที่ดิน จะเป็นภาษีที่ทำรายได้ให้กับท้องถิ่นมากที่สุดในบรรดารายได้ที่ท้องถิ่นจัดเก็บเอง แต่ก็ยังอยู่ในระดับที่ไม่น่าพึงพอใจหรือที่ควรจะเป็น พบว่ามีปัญหาในระดับที่ปฏิบัติสำคัญบางประการที่ทำให้ท้องถิ่นจัดเก็บได้น้อยอันเกิดมาจากการประเมินภาษี เนื่องจากภาษีโรงเรือนและที่ดินเป็นการประเมินภาษีจากค่ารายปี การยกเว้นภาษีในกรณีเจ้าของทรัพย์สินอยู่อาศัยเอง หรือในกรณีเจ้าของทรัพย์สินได้รับการยกเว้นภาษีไม่ว่าทรัพย์สินจะมีมูลค่ามากเพียงใดก็ตาม[2] ในขณะที่เจ้าของทรัพย์สินเหล่านั้นได้ใช้ประโยชน์จากการมารับบริการของท้องถิ่นเช่นเดียวกับเจ้าของทรัพย์สินอื่น ๆ ที่ต้องเสียภาษี ซึ่งข้อยกเว้นดังกล่าวเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ท้องถิ่นจัดเก็บภาษีโรงเรือนและที่ดินได้น้อย ในส่วนของอัตราภาษี ภาษีโรงเรือนและที่ดินกำหนดอัตราภาษีไว้ร้อยละ 12.5 ของค่ารายปีซึ่งมีนักวิชาการหลายท่านให้ความเห็นว่าเป็นอัตราที่กำหนดมาเป็นเวลานานแล้ว ตั้งแต่มีการเริ่มจัดเก็บ ไม่เคยมีการเพิ่มอัตราภาษีเลย ทำให้มีการจัดเก็บได้น้อย และเป็นผลให้ผู้มีหน้าที่เสียภาษีพยายามที่จะหลีกเลี่ยงภาษีหรือมักแจ้งอัตราค่าเช่าที่ต่ำกว่าค่าเช่าจริง และเป็นปัญหาต่อเนื่องถึงการประเมินค่ารายปีของพนักงานเจ้าหน้าที่ต่อไปด้วย ในส่วนของปัญหาการจัดเก็บภาษีป้าย โดยที่การปรับอัตราภาษีป้ายเมื่อปลายปี พ.ศ. 2534 เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 200 หรือ 2 เท่า จากอัตราภาษีป้ายที่จัดเก็บอยู่เดิม ซึ่งมีผลให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจัดเก็บภาษีป้ายได้เพิ่มจากเดิม และนอกจากนี้จะเป็นปัญหาในการปฏิบัติงาน อาทิเช่น การจัดเก็บภาษีไม่ครบถ้วน เนื่องจากปัจจุบันมีการติดตั้งป้ายโฆษณาเป็นจำนวนมากกระจัดกระจายอยู่โดยทั่วไป [5] และในอนาคตมีแนวโน้มว่าจะมีการติดตั้งเพิ่มมากขึ้นตามภาวะความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ นอกจากจะมีป้ายเป็นจำนวนมากแล้วยังมีขนาด รูปทรงและลักษณะที่หลากหลายและติดตั้งในสถานที่ที่ยากต่อการตรวจวัด และการคำนวณพื้นที่ ปัญหาการวินิจฉัยประเภทป้าย เนื่องจากพระราชบัญญัติภาษีป้าย พ.ศ. 2510 [9] มีการแบ่งป้ายออกเป็น 3 ประเภท ซึ่งแต่ละประเภทจะมีอัตราภาษีแตกต่างกันมาก ปัญหาภาษีสุราเป็นภาษีที่เก็บโดยรัฐบาลกลางหักค่าจัดเก็บไม่เกินร้อยละ 5 ที่เหลือเป็นรายได้ท้องถิ่น โดยกระทรวงมหาดไทยจัดสรรให้ท้องถิ่นต่าง ๆ ตามจำนวนประชากร ปัญหาภาษีสุราที่เกิดขึ้นคือการจัดสรรอาศัยเกณฑ์ประชากรไม่เหมาะสม เนื่องจากธุรกิจที่เป็นแหล่งกำเนิดของภาษีสุราและสรรพสามิตมิได้ขึ้นอยู่กับจำนวนประชากรอย่างเดียวส่วนปัญหาภาษีการพนันเป็นรายได้ของท้องถิ่นมีอัตราที่ต่ำทำให้ท้องถิ่นได้รับรายได้จากภาษีประเภทนี้น้อย ปัญหารายได้อื่นๆ ของท้องถิ่น ได้แก่ ค่าธรรมเนียม, ค่าใบอนุญาต, ค่าปรับซึ่งมีอัตราที่ยังต่ำ ความรู้ความสามารถของผู้บริหารท้องถิ่นบางแห่งยังไม่อยู่ในระดับที่จะพัฒนาทรัพย์สินให้มีรายได้เฉพาะท้องถิ่น และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นยังมีขีดความสามารถที่จะหารายได้ให้เพียงพอกับรายจ่ายที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจำเป็นต้องใช้จ่าย ทั้งนี้เป็นเพราะปัญหามาจากหลายสาเหตุ เช่น มีข้อจำกัดในเรื่องแหล่งรายได้ของท้องถิ่น พื้นที่อยู่ห่างไกลชุมชน เป็นชุมชนชนบท ทำให้ไม่มีเอกชนเข้าไปลงทุน ซึ่งเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ไม่สามารถจัดเก็บภาษีหรือรายได้เข้าองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นได้ นอกจากนี้บุคลากรขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นแต่ละแห่งยังไม่มีความเข้าใจในระบบการทำงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นดีพอว่าจะต้องทำอะไร ที่ไหน เมื่อไร อย่างไร ที่จะทำให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถมีรายได้เพิ่มจากเดิมมากขึ้น เนื่องจากบุคลากรเหล่านี้ไม่ได้รับการเตรียมความพร้อมมาก่อน ทำให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นจำนวนมากทำงานอย่างไม่มีระเบียบแบบแผน และขาดความสามารถด้านประสิทธิภาพ [6] โดยเฉพาะเรื่องของการจัดเก็บภาษีอากรที่ระเบียบ กฎหมาย กำหนดให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจัดเก็บเองได้ เช่น การจัดเก็บภาษีบำรุงท้องที่ ภาษีโรงเรือนและที่ดิน ภาษีป้าย รวมถึงข้อมูลที่องค์กรปกครองส่วน

ท้องถิ่นได้รับโอนมาจากหน่วยงานจัดเก็บเดิมมีน้อยไม่ครบถ้วน พร้อมทั้งผู้มีหน้าที่เสียภาษี แจ้งบัญชีทรัพย์สินของตนเองไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งเป็นปัญหาส่วนหนึ่งที่ทำให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นดำเนินการจัดเก็บรายได้จากภาษีไม่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเท่าที่ควร และจากการจัดเก็บภาษีที่ผ่านมาองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยองส่วนใหญ่ยังมีปัญหาด้านงบประมาณ ทำให้ไม่สามารถพึ่งพาตนเองในด้านการคลัง เนื่องจากในทางปฏิบัติพบว่า องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยองมีรายได้จากการจัดเก็บภาษีและค่าธรรมเนียมต่างๆ ไม่สม่ำเสมอและถือได้ว่ามีระดับการพัฒนาที่ไม่แน่นอน

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น ทางคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดเก็บภาษีที่มีประสิทธิภาพขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง เพื่อทราบถึงความสามารถในการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง ซึ่งเป็นสิ่งที่สะท้อนถึงประสิทธิภาพในการดำเนินงานของท้องถิ่นทางด้านการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง

II. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดเก็บภาษีที่มีประสิทธิภาพขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีกับประสิทธิภาพในการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง

III. แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ามีงานวิจัยจำนวนมากที่ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดเก็บภาษีที่มีประสิทธิภาพ การบริหารจัดเก็บภาษีอย่างมีประสิทธิภาพย่อมทำให้ได้รายได้ภาษีแบบเต็มเม็ดเต็มหน่วย ดังนั้นควรพิจารณาถึงปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการกำหนดความมีประสิทธิภาพ เมื่อคำนึงถึงปัจจยักำหนดความมีประสิทธิภาพแล้วจะเห็นว่ามีมากมายหลายประการ แต่ปัจจัยหลักที่สำคัญ ๆ มีเพียง 5 ประการ คือ

1. ความสำนึกในหน้าที่การเสียภาษีของผู้เสียภาษี ต้องมีลักษณะที่ว่าประชาชนมีความสำนึกในหน้าที่การเสียภาษีที่ค่อนข้างสูง

2. ลักษณะของกฎหมายภาษีต้องง่ายและสะดวกต่อการประเมินภาษีของผู้เสียภาษี

3. ประสิทธิภาพของพนักงานผู้จัดเก็บภาษี พนักงานผู้จัดเก็บภาษีต้องเอาใจใส่ในการปฏิบัติงานและให้บริการแก่ผู้เสียภาษีเป็นอย่างดี

4. บรรยากาศที่เอื้ออำนวยให้ปฏิบัติตามกฎหมายภาษีต้องดำเนินการสร้างบรรยากาศ ให้ผู้เสียภาษีปฏิบัติตามกฎหมายภาษีให้มากขึ้น โดยผู้นำของประเทศและผู้นำทางด้านธุรกิจ จะต้องปฏิบัติตัวเป็นเยี่ยงอย่างแก่ผู้เสียภาษีทั่วไปและพยายามไม่ให้มีการหลบเลี่ยงการจ่ายภาษี เพราะการหลบเลี่ยงการจ่ายภาษีเป็นช่องทางของความไม่เป็นธรรมในการจัดเก็บภาษี

5. โครงสร้างภาษี เป็นสิ่งที่เอื้ออำนวยในแง่ความสะดวกและเข้าใจง่ายในทางปฏิบัติ ทั้งผู้จัดเก็บและผู้เสียภาษี ก่อให้เกิดความเป็นธรรมเมื่อภาษีมีโครงสร้างที่ดีโดยเฉพาะการลดความซ้ำซ้อนของการจัดเก็บหรือที่เรียกว่าภาษีอากรทับถมทวีอันจะมีผลให้ภาระภาษีเหมาะสมอยู่ในวิสัยที่ผู้เสียภาษีรับได้และส่งผลขั้นสุดท้าย คือลดการหลบเลี่ยงภาษีให้น้อยลงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเก็บภาษี [15]

ในส่วนของการปกครองส่วนท้องถิ่น(Local Government) นั้นถือเป็นรูปแบบหนึ่งที่เป็นพื้นฐานการพัฒนาประเทศและการปกครองในระบอบประชาธิปไตยและมีความสำคัญต่อการปกครองและการบริหารราชการแผ่นดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชุมชนท้องถิ่นที่มีสภาพปัญหาสังคมวัฒนธรรมความเป็นอยู่ และทรัพยากรธรรมชาติที่แตกต่างกัน ลำพังเพียงรัฐบาลกลางในฐานะที่ต้องกำกับดูแลประชาชนโดยภาพรวมทั่วทั้งประเทศย่อมไม่สามารถตอบสนองความต้องการหรือแก้ไขปัญหาได้อย่างทั่วถึงและตรงตามความต้องการของประชาชนในแต่ละพื้นที่ [3] สำหรับภารกิจที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นต้องดำเนินการ ได้แก่ การบริหารราชการส่วนท้องถิ่นเป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการบริหารราชการไทยที่เป็นไปตามหลักการกระจายอำนาจโดยมุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาและสามารถตอบสนองความต้องการของประชาชนในแต่ละพื้นที่ แล้วแต่จะพบว่ามีความแตกต่างกันซึ่งรัฐบาลส่วนกลางไม่สามารถจะให้บริการได้ทันทั่วถึงและตรงกับความต้องการของประชาชน ดังนั้นจึงได้จัดตั้งองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นขึ้นมาเพื่อดำเนินงานพร้อมกับกระจายอำนาจทางการปกครองไปให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นผู้ดำเนินการเอง องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นตามหลักการกระจายอำนาจการปกครองของไทยแห่งแรก ได้แก่ สุขาภิบาลกรุงเทพ โดยจัดตั้งในเขตราชธานี โดยรัชกาลที่ 5 ได้จัดตั้งขึ้นในปี ร.ศ.116 (พ.ศ.2440) มีพระราชประสงค์จะให้ประชาชนปกครองตนเองตามระบอบประชาธิปไตย และกิจการขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นก็ได้เจริญก้าวหน้ามาโดยลำดับจนในปัจจุบันมีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมากกว่า 8,000 แห่ง ทั่วประเทศ อาทิ องค์การบริหารส่วนจังหวัดเป็นองค์ปกครองส่วนท้องถิ่นที่ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดมีอำนาจ หน้าที่ และรายได้ของตนเองโดยเฉพาะมีรายได้จากการจัดเก็บภาษี เช่นภาษีป้าย โรงเรือนที่ดิน เป็นต้น และนอกจากนี้ยังมี เทศบาล และองค์การบริหารส่วนตำบลเป็นต้น[10]

สำหรับภาษีที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจัดเก็บเองที่สำคัญได้แก่ ภาษีโรงเรือนและที่ดิน ภาษีบำรุงท้องที่ และภาษีป้าย และภาษีเฉพาะขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นบางประเภท มีรายละเอียดดังนี้ [9]

1.ภาษีโรงเรือนและที่ดิน เป็นภาษีที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทุกประเภทยกเว้นองค์การบริหารส่วนจังหวัดจัดเก็บเองตามพระราชบัญญัติภาษีโรงเรือนและที่ดิน พ.ศ. 2475

2.ภาษีบำรุงท้องที่ เป็นภาษีที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทุกประเภทยกเว้นองค์การบริหารส่วนจังหวัดจัดเก็บเองตามพระราชบัญญัติภาษีบำรุงท้องที่ พ.ศ. 2508

3. ภาษีป้าย เป็นภาษีที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทุกประเภทยกเว้นองค์การบริหารส่วนจังหวัดจัดเก็บเองตามพระราชบัญญัติภาษีป้าย พ.ศ. 2510

4. ภาษีบำรุงองค์การบริหารส่วนจังหวัด เป็นภาษีที่องค์การบริหารส่วนจังหวัดออกข้อบัญญัติจังหวัดเพื่อจัดเก็บจากสถานค้าปลีกน้ำมันและยาสูบในเขตจังหวัด ตามบทบัญญัติในมาตรา 64 แห่งพระราชบัญญัติองค์การบริหารส่วนจังหวัด พ.ศ. 2540 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติองค์การบริหารส่วนจังหวัด (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2546

5. ภาษีบำรุงกรุงเทพมหานคร เป็นภาษีที่กรุงเทพมหานครออกข้อบัญญัติกรุงเทพมหานครเพื่อจัดเก็บจากสถานค้าปลีกน้ำมันในเขตกรุงเทพมหานคร ตามบทบัญญัติในมาตรา 111 แห่งพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2528

แนวคิดประสิทธิภาพในการจัดเก็บภาษี

สำหรับปัจจัยที่ทำให้การจัดเก็บภาษีมีประสิทธิภาพและสามารถครอบคลุมปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องนั้น ประกอบด้วย ปัจจัยหลักที่สำคัญ ๆ 6 ประการคือ 1. ความสำนึกในหน้าที่การเสียภาษีอากรของผู้เสียภาษี 2. ลักษณะของกฎหมายภาษีอากร 3. ประสิทธิภาพของพนักงานผู้จัดเก็บภาษีอากร 4. บรรยากาศที่เอื้ออำนวยให้ปฏิบัติตามกฎหมายภาษีอากร 5. โครงสร้างภาษีอากร และ 6. ฐานข้อมูล การจัดเก็บภาษีอากรจะมีประสิทธิภาพมากหรือน้อยเพียงใดย่อมขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เป็นเครื่องกำหนดประสิทธิภาพ 6 ประการดังกล่าวซึ่งจะต้องมีลักษณะที่ว่าประชาชนมีความสำนึกในหน้าที่การเสียภาษีที่ค่อนข้างสูงลักษณะของกฎหมายต้องง่ายและสะดวกต่อการประเมินภาษีของผู้เสียภาษี พนักงานผู้จัดเก็บภาษีต้องเอาใจใส่ในการปฏิบัติงานและให้บริการแก่ผู้เสียภาษีเป็นอย่างดี นอกจากนี้ ต้องสร้างบรรยากาศให้ผู้เสียภาษีปฏิบัติตามกฎหมายภาษีอากรให้มากขึ้นโดยผู้นำของประเทศและผู้นำทางด้านธุรกิจจะต้องปฏิบัติตัวเป็นเยี่ยงอย่างแก่ผู้เสียภาษีอากรทั่วไปและพยายามมิให้มีการหลบเลี่ยงภาษีอากรเพราะการหลบเลี่ยงภาษีอากรเป็นช่องทางของความไม่เป็นธรรมในการจัดเก็บภาษีและมีส่วนทำให้ผู้เสียภาษีถูกต้องอยู่แล้วเกิดความท้อแท้และไม่มีกำลังใจในการเสียภาษีส่วนโครงสร้างภาษีอากรนั้นถือว่ามีความสำคัญมากทั้งนี้เนื่องจากโครงสร้างภาษีอากรเป็นสิ่งที่เอื้ออำนวยในแง่ความสะดวกและเข้าใจง่ายในทางปฏิบัติทั้งผู้จัดเก็บและผู้เสียภาษีและก่อให้เกิดความเป็นธรรมเมื่อภาษีอากรมีโครงสร้างที่ดีโดยเฉพาะการลดความซ้ำซ้อนของการจัดเก็บหรือที่เรียกว่าภาระภาษีทับถมทวี อันจะมีผลให้ภาระภาษีเหมาะสมอยู่ในวิสัยที่ผู้เสียภาษีรับได้และส่งผลขั้นสุดท้ายคือลดการหลบเลี่ยงภาษีให้น้อยลงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดเก็บอีกด้วย [12]

IV. วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ บุคลากรที่ทำหน้าที่จัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง ได้แก่ ปลัด จำนวน 10 ราย หัวหน้าส่วนการคลัง 10 ราย เจ้าหน้าที่จัดเก็บรายได้ 10 ราย รวมจำนวน 30 ราย และกลุ่มประชาชนทั่วไปที่มีหน้าที่ในการชำระภาษี (ข้อมูล ณ วันที่ 31 ตุลาคม 2561) กรณีไม่ทราบจำนวนประชากรที่แน่นอน โดยใช้วิธีของทาโร่ ยามาเน่ (Taro Yamane, 1973) [18] กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 คน โดยเลือกสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ ได้แก่

1. แบบสอบถาม ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบ

ส่วนที่ 2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดเก็บภาษีที่มีประสิทธิภาพขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง

ส่วนที่ 3 ประสิทธิภาพในการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง และ

2. แบบสัมภาษณ์ สำหรับสัมภาษณ์บุคลากรที่ทำหน้าที่จัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยองแบ่ง ออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยหรือตัวแปรต่าง ๆ

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษี

การสร้างเครื่องมือในการศึกษา

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง และจัดทำแบบสอบถามตามกรอบแนวคิดของการวิจัย นำแบบสอบถามไปเพื่อตรวจสอบให้คะแนน นำไปแก้ไขและปรับปรุงตรวจสอบหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content validity) โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามรายข้อกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะวัด (Index of Item-objective congruence: IOC) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง = 1.00 นำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มตัวอย่างในเขตองค์กรปกครองส่วนท้องอื่นที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในเขตที่กำหนดไว้ จำนวน 30 คน นำผลมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) = 0.909 โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ่า ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) [17]

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) และสถิติอนุมาน (Inferential Statistics) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ [4] ได้แก่ ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ของเพียร์สัน และในการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์สำหรับบุคลากรที่ทำหน้าที่จัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง ใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) แล้วสรุปผลเป็นความเรียง

V. สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาผู้วิจัยนำผลการวิจัยมาสรุปได้ดังนี้

1. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดเก็บภาษีที่มีประสิทธิภาพขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านเรียงลำดับตามค่าเฉลี่ย ดังนี้ ลำดับแรกคือ ด้านสถานที่ วัสดุและอุปกรณ์ รองลงมาคือ ด้านบุคลากร ด้านโครงสร้างภาษีและการบริหารจัดการ และด้านงบประมาณ ตามลำดับ ตามตารางที่ 1 **ตารางที่ I** ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดเก็บภาษีที่มีประสิทธิภาพขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง โดยรวมและรายด้าน

ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษี	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล	ลำดับที่
1. ด้านบุคลากร	3.63	0.49	มาก	4
2. ด้านงบประมาณ	3.89	0.56	มาก	1
3. ด้านสถานที่ วัสดุและอุปกรณ์	3.72	0.54	มาก	2
4. ด้านโครงสร้างภาษีและการบริหารจัดการ	3.67	0.44	มาก	3
รวม	3.73	0.40	มาก	

1.1 ด้านบุคลากร โดยรวมอยู่ในระดับมากเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ ดังนี้ ลำดับแรกคือ ปลัดและผู้อำนวยการส่วนงานคลัง/หัวหน้าส่วนการคลังเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในการจัดเก็บภาษีเป็นอย่างดี รองลงมาคือ จำนวนบุคลากรด้านการจัดเก็บภาษีมีเพียงพอต่องานจัดเก็บภาษีมีอัตรากำลังด้านการจัดหารายได้ที่เหมาะสม และสมาชิกองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทุกหมู่บ้านเป็นผู้มีความรู้ความเข้าใจในด้านการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นอย่างดี ตามลำดับ

1.2 ด้านงบประมาณ โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ ดังนี้ ลำดับแรกคือประชาชนในองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเห็นด้วยกับการใช้งบประมาณด้านการพัฒนารายได้ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รองลงมาคือ การลงทุนในด้านการวางแผนด้านการพัฒนารายได้เป็นการลงทุนที่คุ้มค่าเพื่อการวางแผนที่จะให้มีรายได้ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเพิ่มขึ้น และมีงบประมาณพอเพียงในด้านการพัฒนางานด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษี ตามลำดับ

1.3 ด้านสถานที่ วัสดุและอุปกรณ์ โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อดังนี้ ลำดับแรกคือ มีสถานที่จอดรถที่กว้างขวางเพียงพอแก่ผู้มาใช้บริการและติดต่อชำระภาษี รองลงมาคือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีความสะอาดเรียบร้อย พร้อมให้บริการประชาชนทั่วไปและผู้มาติดต่อชำระภาษี และมีวัสดุอุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงานที่เพียงพอต่อการให้บริการแก่ประชาชนได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ตามลำดับ

1.4 ด้านโครงสร้างภาษี และการบริหารจัดการโดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อดังนี้ ลำดับแรกคือ การจัดเก็บภาษีป้าย ภาษีโรงเรือนและที่ดิน และภาษีบำรุงท้องที่ มีการปฏิบัติงานตามระเบียบและกฎหมายที่เกี่ยวข้องอย่างถูกต้องและเป็นธรรม รองลงมาคือ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นได้ดำเนินการแก้ไขปัญหากับผู้หลีกเลี่ยงไม่ชำระภาษีด้วยการแจ้งเป็นหนังสือขอความร่วมมือให้ชำระภาษีและชี้แจงเหตุผลก่อนที่จะใช้มาตรการทางกฎหมายลงโทษ และกฎหมายที่ใช้อยู่ทางด้านภาษี มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพทางเศรษฐกิจในสถานการณ์ปัจจุบัน ตามลำดับ

2. ประสิทธิภาพในการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านดังนี้ ลำดับแรกคือ ด้านค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บภาษีต่ำ รองลงมาคือ ด้านประชาชนผู้เสียภาษีได้รับความสะดวก และด้านการจัดเก็บภาษีได้ตามเป้าหมาย ตามลำดับ ตามตารางที่ 2

ตารางที่ II ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ประสิทธิภาพในการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง โดยรวมและรายด้าน

ประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษี	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล	ลำดับที่
1. ด้านประชาชนผู้เสียภาษีได้รับความสะดวก	3.82	0.57	มาก	2
2. ด้านการจัดเก็บภาษีได้ตามเป้าหมาย	3.42	0.62	ปานกลาง	3
3. ด้านค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บภาษีต่ำ	4.05	0.53	มาก	1
รวม	3.76	0.49	มาก	

2.1 ด้านประชาชนผู้เสียภาษีได้รับความสะดวก โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อดังนี้ ลำดับแรกคือ มีสถานที่จอดรถที่มีร่มเงา กว้างขวางเพียงพอแก่ผู้มาใช้บริการและติดต่อชำระภาษี รองลงมาคือ สถานที่มีความสะอาด พร้อมให้บริการประชาชนทั่วไปและผู้มาติดต่อชำระภาษี และวัสดุอุปกรณ์ เครื่องคอมพิวเตอร์ มีปริมาณเพียงพอต่อการให้บริการแก่ประชาชนอย่างสะดวกและรวดเร็ว ตามลำดับ

2.2 ด้านการจัดเก็บภาษีได้ตามเป้าหมาย โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อดังนี้ ลำดับแรกคือ การจัดเก็บภาษีป้าย ภาษีโรงเรือน ที่ดิน และภาษีบำรุงท้องที่มีการปฏิบัติงานตามระเบียบ และกฎหมายที่เกี่ยวข้องอย่างถูกต้อง เป็นธรรมและเหมาะสม รองลงมาคือ โครงสร้างการบริหารมีความเหมาะสม สามารถจัดเก็บภาษีให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นได้ตรงตามเป้าหมาย ตามลำดับ

2.3 ด้านค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บภาษีต่ำ โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อดังนี้ ลำดับแรกคือ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นได้ออกบริการเก็บภาษีเคลื่อนที่ภายในท้องถิ่นของตนเอง เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาชำระภาษีของประชาชน รองลงมาคือ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถจัดเก็บค่าธรรมเนียมในการเสียภาษีได้อย่างเหมาะสม และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีการประเมินในการเสียภาษีป้ายในอัตราที่ถูกต้องและเหมาะสม ตามลำดับ

3. ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีมีความสัมพันธ์ทางบวกในทิศทางเดียวกันกับประสิทธิภาพในการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นโดยรวมอยู่ในระดับสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีความสัมพันธ์ในระดับสูง ได้แก่ ด้านสถานที่ วัสดุและอุปกรณ์ และด้านที่มีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง ได้แก่ ด้านโครงสร้างภาษีและการบริหารจัดการ รองลงมาคือ ด้านงบประมาณ และด้านบุคลากร ตามลำดับ

ตารางที่ III การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีกับประสิทธิภาพในการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง

ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษี	ประสิทธิภาพในการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง			
	ประชาชนผู้เสียภาษีได้รับความสะดวก	การจัดเก็บภาษีได้ตามเป้าหมาย	ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บภาษีต่ำ	รวม
1. ด้านบุคลากร	0.491**	0.401**	0.107**	0.463**
2. ด้านงบประมาณ	0.294**	0.459**	0.267**	0.473**
3. ด้านสถานที่ วัสดุและอุปกรณ์	0.751**	0.364**	0.428**	0.710**
4.ด้านโครงสร้างภาษีและการบริหารจัดการ	0.318**	0.455**	0.432**	0.555**
รวม	0.615**	0.537**	0.394**	0.714**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

4. ผลการสัมภาษณ์บุคลากรที่ทำหน้าที่จัดเก็บภาษีเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดเก็บภาษีที่มีประสิทธิภาพขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง พบว่า

4.1 ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยหรือตัวแปรต่างๆ สรุปได้ว่าประชาชนผู้เสียภาษีในเขตองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง มี

ความสำนึกที่ดีในหน้าที่การเสียภาษี ลักษณะของกฎหมายภาษีมีความเหมาะสมเอื้อต่อการให้ประชาชนร่วมมือในการมาชำระภาษี พนักงานผู้จัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยองเป็นบุคลากรที่ปฏิบัติหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยองกำหนดโครงสร้างภาษีอากรให้ประชาชนผู้เสียภาษีมีความเข้าใจและสะดวกในการมาชำระภาษีด้วยความเป็นธรรม มีการปรับปรุงข้อมูล และมีการสำรวจเกี่ยวกับภาษีที่ดิน โรงเรือน และป้าย ให้เป็นข้อมูลปัจจุบันและมีความเหมาะสม สอดคล้องกับงานวิจัยของสุรศักดิ์ โตประสี และ จิตราภรณ์ สุทธิวรเศรษฐ์.(2561) ที่ศึกษาประสิทธิภาพในการบริหารการจัดเก็บภาษีของเทศบาลบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ พบว่า ปัจจัยการบริหารการจัดเก็บภาษีของเทศบาลตำบลบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก และประสิทธิภาพในการบริหารการจัดเก็บภาษีของเทศบาลตำบลบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ปัจจัยด้านโครงสร้างภาษี ด้านบรรยากาศที่เอื้ออำนวยให้เสียภาษี ด้านประสิทธิภาพของพนักงานผู้จัดเก็บ และด้านลักษณะของกฎหมายภาษี มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพในการบริหารการจัดเก็บภาษีของเทศบาลตำบลบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [15]

4.2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง สรุปได้ว่าองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยองมีการจัดเตรียมสถานที่ที่มีความสะอาด พร้อมให้บริการประชาชนทั่วไปและผู้มาติดต่อชำระภาษี จัดเตรียมป้ายแสดงรายละเอียด วิธีปฏิบัติ และช่วงเดือนที่ต้องชำระภาษีไว้ที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นนั้น ๆ อย่างชัดเจน มีการจัดโครงสร้างการบริหาร ด้วยความเหมาะสม องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยองได้ออกให้บริการเก็บภาษีเคลื่อนที่ภายในท้องถิ่นของตนเองเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาชำระภาษีของประชาชน และมีการจัดเก็บค่าธรรมเนียมและประเมินการเสียภาษีป้าย ภาษีโรงเรือน และภาษีที่ดินด้วยความเหมาะสมสอดคล้องกับงานวิจัยของสาคร บุญส่ง.(2557) ที่ศึกษาเรื่องประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในเขตอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า ประสิทธิภาพในการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในเขตอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ทุกด้านอยู่ในระดับมาก ดังนี้ ด้านความคุ้มค่าของค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บภาษี ด้านผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดเก็บภาษี และด้านความถูกต้องและครบถ้วนในการจัดเก็บภาษี และความสัมพันธ์ระหว่างด้านความถูกต้องครบถ้วนในการจัดเก็บภาษี ด้านความคุ้มค่าของค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บภาษี และด้านผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดเก็บภาษีของประสิทธิภาพในการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในเขตอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี พบว่าโดยภาพรวมมีความสัมพันธ์กันในทางบวกโดยมีค่าความสัมพันธ์ตั้งแต่0.20-0.42อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 [12]

VI. การอภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีของขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง สามารถนำมาอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ดังนี้

1. ปัจจัยที่ผลต่อประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านดังนี้ ลำดับแรกคือ ด้านสถานที่ วัสดุและอุปกรณ์ รองลงมาคือ ด้านบุคลากร ด้านโครงสร้างภาษีและการบริหารจัดการ และด้านงบประมาณ ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปาริฉัตร ภูต้องลม.(2559). [7] ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีขององค์การบริหารส่วนตำบลคลองขาม อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่ามีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากทุกด้านโดยให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านชำระภาษีเป็นอันดับแรก รองลงมาคือด้านบุคลากร ด้านการประชาสัมพันธ์ ด้านความรู้เกี่ยวกับภาษี ด้านมาตรการในการดำเนินงาน และด้านการรับรู้ข้อมูลข่าวสารตามลำดับ ความคิดเห็นเกี่ยวกับประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีโดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่ามีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมากทุกข้อ โดยให้ความสำคัญต่อการจัดเก็บภาษีบำรุงท้องที่ได้ครบถ้วนตามทะเบียนคุม ผู้มีหน้าที่ชำระภาษีป้ายความคุ้มค่าทางด้านวัสดุ อุปกรณ์และค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บภาษีและการจัดเก็บภาษีโรงเรือนและที่ดินได้ครบถ้วนตามทะเบียนคุมผู้มีหน้าที่ชำระภาษีโรงเรือนและที่ดิน ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดเก็บภาษีด้านการรับรู้ข้อมูลข่าวสาร และด้านบุคลากรมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีในทิศทางเดียวกัน

1.1 ด้านบุคลากร โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อดังนี้ ลำดับแรกคือ ปลัดและผู้อำนวยการส่วนงานคลัง/หัวหน้าส่วนการคลังเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในการจัดเก็บภาษีเป็นอย่างดี รองลงมาคือ จำนวนบุคลากรด้านการจัดเก็บภาษีมีเพียงพอต่องานจัดเก็บภาษี มีอัตรากำลังด้านการจัดหารายได้ที่เหมาะสม และสมาชิกองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทุกหมู่บ้านเป็นผู้มีความรู้ความเข้าใจในด้านภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นอย่างดี ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของปาริฉัตร ภูต้องลม.(2559). [7] ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีขององค์การบริหารส่วนตำบลคลองขาม อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่ามีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากทุกด้านโดยให้ความสำคัญกับปัจจัย ด้านชำระภาษีเป็นอันดับแรก รองลงมาคือด้านบุคลากร ด้านการประชาสัมพันธ์ ด้านความรู้เกี่ยวกับภาษี ด้านมาตรการในการดำเนินงานและด้านการรับรู้ข้อมูลข่าวสารตามลำดับ ความคิดเห็นเกี่ยวกับประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีโดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่ามีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมากทุกข้อ โดยให้ความสำคัญต่อการจัดเก็บภาษีบำรุงท้องที่ได้ครบถ้วนตามทะเบียนคุม ผู้มีหน้าที่ชำระภาษีป้าย ความคุ้มค่าทางด้านวัสดุ อุปกรณ์และค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บภาษีและการจัดเก็บภาษีโรงเรือนและที่ดินได้ครบถ้วนตามทะเบียนคุมผู้มีหน้าที่ชำระภาษีโรงเรือนและที่ดิน ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดเก็บภาษีด้านการรับรู้ข้อมูลข่าวสาร และด้านบุคลากรมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีขององค์การบริหารส่วนตำบลคลองขาม อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ ในทิศทางเดียวกัน[16]

1.2 ด้านงบประมาณ โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อเรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยดังนี้ ลำดับแรกคือ ประชาชนเห็นด้วยกับการใช้งบประมาณด้านการพัฒนารายได้ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รองลงมาคือ การลงทุนในด้านการวางแผนด้านการพัฒนารายได้เป็นการลงทุนที่คุ้มค่าเพื่อวางแผนที่ทำให้มีรายได้ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นตนเองเพิ่มมากขึ้น องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเล็งเห็นความสำคัญของการสนับสนุนงานด้านการพัฒนารายได้โดยการปรับปรุงสถานที่ วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ให้พร้อมเพื่อลดระยะเวลาของผู้มาชำระภาษี ควรลงทุนด้านการ

พัฒนารายได้ โดยการจ้างเหมาเอกชนทำแผนที่ภาษีและทะเบียนทรัพย์สิน และมีงบประมาณพอเพียงในด้านการพัฒนางานด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษี ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ เสาวลักษณ์ ใจเรือน (2551 :84) [14]

1.3 ด้านสถานที่ วัสดุและอุปกรณ์ โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อดังนี้ ลำดับแรกคือ มีสถานที่จอดรถที่กว้างขวางเพียงพอแก่ผู้มาใช้บริการและติดต่อชำระภาษี รองลงมาคือ สถานที่มีความสะอาด พร้อมให้บริการประชาชนทั่วไปและผู้มาติดต่อชำระภาษี ทำป้ายแสดงรายละเอียด วิธีปฏิบัติ และช่วงเดือนที่ต้องชำระภาษีไว้อย่างชัดเจน บริเวณที่พักรับรองประชาชนมาติดต่อชำระภาษีมีความสะดวกสบาย และมีวัสดุสำนักงานที่เพียงพอต่อการให้บริการแก่ประชาชนอย่างสะดวกและรวดเร็ว ตามลำดับ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริพร สีสว่างและสิทธิเดช สิริสุขะ.(2558). [11]

1.4 ด้านโครงสร้างภาษี และการบริหารจัดการโดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อดังนี้ ลำดับแรกคือ การจัดเก็บภาษีป้าย ภาษีโรงเรือนและที่ดิน และภาษีบำรุงท้องที่มีการปฏิบัติงานตามระเบียบและกฎหมายที่เกี่ยวข้องอย่างถูกต้องและเป็นธรรม รองลงมาคือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ได้ดำเนินการแก้ไขปัญหากับผู้หลีกเลี่ยงไม่ชำระภาษีด้วยการแจ้งเป็นหนังสือขอความร่วมมือให้ชำระภาษีและชี้แจงเหตุผลก่อนที่จะใช้มาตรการทางกฎหมายลงโทษ นโยบายของผู้บริหารเห็นความสำคัญต่อการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น คณะผู้บริหารมีนโยบายให้เพิ่มการจัดเก็บภาษีทุกชนิดเพิ่มขึ้นจากฐานของปีที่ผ่านมาอย่างชัดเจน และกฎหมายที่ใช้อยู่ทางด้านภาษี มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพทางเศรษฐกิจในสถานการณ์ปัจจุบัน ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของสิริพงศ์ แจ้งรัศมีกาล.(2558) [13]

2. ประสิทธิภาพในการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นโดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านดังนี้ ลำดับแรกคือ ด้านค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บภาษีต่ำ รองลงมาคือ ด้านประชาชนผู้เสียภาษีได้รับความสะดวก และด้านการจัดเก็บภาษีได้ตามเป้าหมาย ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริพร สีสว่าง และสิทธิเดช สิริสุขะ. (2558). [11]

2.1 ด้านประชาชนผู้เสียภาษีได้รับความสะดวก โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ย ดังนี้ ลำดับแรกคือ มีสถานที่จอดรถ มีร่มเงา กว้างขวางพอเพียงแก่ผู้มาใช้บริการและติดต่อชำระภาษี รองลงมาคือ สถานที่ทำการขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มีความสะอาด พร้อมให้บริการประชาชนทั่วไปและผู้มาติดต่อชำระภาษี และวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องคอมพิวเตอร์ มีปริมาณเพียงพอต่อการให้บริการแก่ประชาชนอย่างสะดวกและรวดเร็ว ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของประหยัด สายนุ้ย (2555 : 88) [6]

2.2 ด้านการจัดเก็บภาษีได้ตามเป้าหมาย โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อเรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยดังนี้ ลำดับแรกคือ การจัดเก็บภาษีป้าย ภาษีโรงเรือน ที่ดิน และภาษีบำรุงท้องที่ มีการปฏิบัติงานตามระเบียบ และกฎหมายที่เกี่ยวข้องอย่างถูกต้อง เป็นธรรมและเหมาะสม, รองลงมาคือ โครงสร้างการบริหารซึ่งประกอบด้วยคณะผู้บริหาร สมาชิกสภา พนักงานส่วนตำบลและพนักงานจ้าง มีความเหมาะสม สามารถจัดเก็บภาษีให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นได้ตรงตามเป้าหมาย, คณะผู้บริหารได้มีนโยบายให้เพิ่มการจัดเก็บภาษีทุกชนิดเพิ่มขึ้นจากฐานของปีที่ผ่านมาอย่างชัดเจน วิธีการและบทกำหนดโทษเป็นมาตรการทางกฎหมายที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นใช้จัดการผู้หลีกเลี่ยงไม่ชำระภาษีอย่างจริงจัง เสมอภาค เพื่อให้การเก็บภาษีได้ตามเป้าหมายตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริพร สีสว่าง และสิทธิเดช สิริสุขะ. (2558). [11]

2.3 ด้านค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บภาษีต่ำ โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อเรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยดังนี้ ลำดับแรกคือ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นได้ออกให้บริการเก็บภาษีเคลื่อนที่ในพื้นที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาชำระภาษีของประชาชน รองลงมาคือ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เก็บค่าธรรมเนียมในการเสียภาษีอย่างเหมาะสม องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีการประเมินในการเสียภาษีโรงเรือน ในอัตราที่ถูกต้อง และเหมาะสม องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีการประเมินในการเสียภาษีที่ดินและค่าบำรุงท้องที่ในอัตราที่ถูกต้อง และเหมาะสม และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีการประเมินในการเสียภาษีป้ายในอัตราที่ถูกต้อง และเหมาะสม ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประหยัด สายนุ้ย (2555 : 89) [6]

3. ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีมีความสัมพันธ์ทางบวกในทิศทางเดียวกันกับประสิทธิภาพในการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นโดยรวมอยู่ในระดับสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านที่มีความสัมพันธ์ในระดับสูง ได้แก่ ด้านสถานที่ วัสดุและอุปกรณ์ และด้านที่มีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง ได้แก่ ด้านโครงสร้างภาษีและการบริหารจัดการ รองลงมาคือ ด้านงบประมาณ และด้านบุคลากร ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของวาสนา ขอนทอง (2553 : 87) [10] และอิสรนันท์ ทรงเนติเชาวลิต (2557 : 1313) [15]

VII. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

จากผลการวิจัยผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษี ดังนี้

1. ด้านบุคลากร ควรมีการส่งเสริมให้บุคลากรที่มีหน้าที่ในการจัดเก็บภาษีไม่ว่าจะเป็นปลัด หัวหน้าส่วนการคลัง เจ้าหน้าที่จัดเก็บรายได้ให้เข้ารับการอบรมเพื่อเพิ่มพูนความรู้และทักษะในการปฏิบัติงานจัดเก็บภาษีอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง จากผู้มีความรู้ความสามารถเฉพาะด้านที่เกี่ยวกับกฎหมาย ระเบียบ และความรู้อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในการจัดเก็บภาษีและการปฏิบัติงาน

2. ด้านงบประมาณ ควรจัดทำโครงการพัฒนางานจัดเก็บภาษี เช่น การจ้างองค์กรเอกชนหรือการดำเนินการเองในการจัดทำแผนที่ภาษีและทะเบียนทรัพย์สิน เพื่อวางแผนปรับปรุงและพัฒนากระบวนการจัดเก็บรายได้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. ด้านสถานที่ วัสดุและอุปกรณ์ ควรจัดให้มีสถานที่จอดรถที่กว้างขวางเพียงพอแก่ผู้มาใช้บริการและติดต่อชำระภาษี ในกรณีที่สำนักงานคับแคบ

4. ด้านโครงสร้างภาษีและการบริหารจัดการ ควรมีการจัดเก็บภาษีป้าย ภาษีบำรุงท้องที่ ภาษีโรงเรือนและที่ดิน อย่างถูกต้องและเป็นธรรม ผู้บริหารควรให้ความสำคัญต่อนโยบายการจัดเก็บภาษีขององค์กร

ปกครองส่วนท้องถิ่นของตนเอง เพื่อกำหนดทิศทางการบริหารงานจัดเก็บภาษีให้บรรลุเป้าประสงค์ และร่วมมือกันแก้ไขปัญหาผู้หลีกเลี่ยงไม่ชำระภาษีตามที่กฎหมายกำหนด

5. ด้านประชาชนผู้เสียภาษีได้รับความสะดวก จัดให้มีการรับชำระภาษีนอกเวลาราชการ และมีช่องทางหลากหลาย เช่น ทางไปรษณีย์ การโอนเงินผ่านธนาคาร พร้อมเพย์ ตลอดทั้งจัดให้มีป้ายประกาศวิธีคิดคำนวณภาษีเผยแพร่ให้ประชาชนทราบอย่างชัดเจน

6. ด้านการจัดเก็บภาษีได้ตามเป้าหมาย มีการประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนทราบถึงวิธีการและบทกำหนดโทษทางกฎหมายเกี่ยวกับการหลีกเลี่ยงไม่ชำระภาษี

7. ด้านค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บภาษีต่ำ ควรมีการประเมินอัตราภาษีให้มีความเหมาะสมตามสัดส่วนของรายได้ที่ครอบครองอย่างเป็นธรรม

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่อื่นๆ เพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบและนำมาปรับปรุงผลการปฏิบัติงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นต่อไป

2. ควรศึกษาวิจัยเชิงปฏิบัติการในการค้นหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องการจัดเก็บภาษีบำรุงท้องถิ่น โดยการมีส่วนร่วมระหว่างเจ้าหน้าที่ผู้จัดเก็บภาษีและผู้เสียภาษี

3. ควรศึกษาเปรียบเทียบปัญหาและอุปสรรคขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดอื่นๆ

4.ควรศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมให้ประชาชนเห็นความสำคัญของการเสียภาษีบำรุงท้องถิ่น เพื่อนำผลการศึกษาวิจัยที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดเก็บภาษีให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและภาครัฐจะสามารถทราบถึงปัญหาที่แท้จริงของการจัดเก็บภาษีบำรุงท้องถิ่น

VIII. สรุป

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดเก็บภาษีที่มีประสิทธิภาพขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง ทำให้ทราบถึงปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นและสามารถทำให้องค์กรปกครองส่วนท้องในจังหวัดระยองจัดเก็บภาษีอากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

IX. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจากบุคลากรที่ทำหน้าที่จัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดระยอง ได้แก่ ปลัด จำนวน 10 ราย หัวหน้าส่วนการคลัง 10 ราย เจ้าหน้าที่จัดเก็บรายได้ 10 ราย รวมจำนวน 30 ราย และกลุ่มประชาชนทั่วไปที่มีหน้าที่ในการชำระภาษีที่ได้กรุณาให้ข้อมูล ทางทีมผู้วิจัยขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

X. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น, *มาตรฐานการเปรียบเทียบ,* กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย, 2551.

[2] กิ่งกาญจน์ วรนิทัศน์ และคณะ,*องค์การและการจัดการ (Management 3/e)*, กรุงเทพมหานคร : แมคกรอ-ฮิล, 2552.

[3] โกวิทย์ พวงงาม,*การปกครองท้องถิ่นไทย หลักการและมิติใหม่ในอนาคต*, กรุงเทพฯ : วิญญูชน, 2556.

[4] บุญชม ศรีสะอาด,*การวิจัยเบื้องต้น*, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น,2553.

[5] ปกาศิต เจิมรอด, *ปัญหาทางกฎหมายในการจัดเก็บภาษีโรงเรือนและที่ดินและภาษีบำรุงท้องที่,*วิทยานิพนธ์,น.ม.,มหาวิทยาลัยศรีปทุม, กรุงเทพฯ, 2552.

[6] ประหยัด สายนุ้ย,*การพัฒนาการบริหารการจัดเก็บภาษีขององค์การบริหารส่วนตำบลหนองทะเล อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่,*วิทยานิพนธ์, รป.ม.,(รัฐประศาสนศาสตร์), มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต, 2555.

[7] ปิยะฉัตร ภูต้องลม, *ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีขององค์การบริหารส่วนตำบลคลองขาม อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์* วิทยานิพนธ์,บธ.ม.,คณะเทคโนโลยีสังคม,มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์, กาฬสินธุ์, 2559.

[8] พรพิลาศ สุนทรหงส์, *ประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีโรงเรือนและที่ดินของกรุงเทพมหานคร,* วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี, ปีที่ 11 ฉบับที่ 2 เดือนพฤษภาคม-สิงหาคม 2560, หน้า 365-378, 2560.

[9] ภาษีท้องถิ่น. (2563). สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มิถุนายน 2563 จาก http://wiki.kpi.ac.th/index.php?title

[10] วาสนา ขอนทอง, *แนวทางการพัฒนาประสิทธิภาพการจัดเก็บรายได้ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดกำแพงเพชร,*วิทยานิพนธ์ รป.ม.(การปกครองท้องถิ่น), มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร, 2553.

[11] ศิริพร สีสว่างและสิทธิเดช สิริสุขะ.(2558).*ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีขององค์การบริหารส่วนตำบลในเขตอำเภอท่ายางจังหวัดเพชรบุรี,*วิทยานิพนธ์,บธ.ม.(การจัดการทั่วไป), มหาวิทยาลัยนานาชาติแสตมฟอร์ด, 2558.

[12] สาคร บุญส่ง, *ประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ในเขตอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี.*การค้นคว้าอิสระ, บธม. คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี.2557,

[13] สิริพงศ์ แจ้งรัศมีกาล,*ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการจัดเก็บภาษีโรงเรือนและที่ดินของกรุงเทพมหานคร,*การค้นคว้าอิสระ,ศ.ม.,(เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ) คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2558.

[14] เสาวลักษณ์ ใจเรือน, *ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการจัดเก็บภาษีขององค์การบริหารส่วนตำบลทุ่งต้อม อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่*, การศึกษาอิสระ,รป.ม.,(การปกครองท้องถิ่น) มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.

[15] สุรศักดิ์โตประสี และ จิตราภรณ์ สุทธิวรเศรษฐ์.(2561). ประสิทธิภาพในการบริหารการจัดเก็บภาษีของเทศบาลบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ.วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยปทุมธานี.10(2)161-169.

[16] อิสรนันท์ ทรงเนติเชาวลิต, *ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานกลุ่มออมทรัพย์เพื่อการผลิตจังหวัดนครปฐม*, วารสารวิชาการ Veridian E-Journal, (7).2, หน้า 1313-1326. 2557.

[17] Mikesell, J., & Birskyte, L., (2007).The tax compliance puzzle : Evidence from theory and practice, International Journal of Public Administration, vol.30 (10), pp.1045-1081,

[18] Taro Yamane, *Statistics : An Introductory Analysis,* 3rdEd., New York, Harper and Row Publications, 1973.

ผลกระทบของประเภทการทุจริตต่อการประเมินความเสี่ยงในการสอบบัญชีของผู้สอบบัญชี

The Impact of Fraud Type on Auditor Fraud Risk Assessment

1st พรรณนภา ตาลกุล
Phunnapa Tankun
สาขาวิชาการบัญชี คณะบริหารธุรกิจ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Department of Accounting
Faculty of Business Administration,
Kasetsart University.
กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
Bangkok Thailand
phunnapa.t@ku.th

2nd ลัพธ์พร สวราชย์
Lovepon Savaraj
สาขาวิชาการบัญชี คณะบริหารธุรกิจ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Department of Accounting
Faculty of Business Administration,
Kasetsart University.
กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
Bangkok Thailand
fbuslps@ku.ac

3rd จารุภา วิภูภิญโญ
Jarupa Vipoopinyo
สาขาวิชาการบัญชี คณะบริหารธุรกิจ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Department of Accounting
Faculty of Business Administration,
Kasetsart University.
กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
Bangkok Thailand
fbusjpv@ku.ac.th

บทคัดย่อ **—— งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของประเภทของการทุจริตต่อการประเมินความเสี่ยงจากการทุจริตของผู้สอบบัญชี จากผลการวิจัยพบว่าการใช้สินทรัพย์ในทางไม่เหมาะสม มากกว่ารายงานทางการเงินที่ทุจริตทั้งในด้านการประเมินระดับความเสี่ยง และการประเมินผลกระทบจากการทำทุจริต และยังได้ศึกษาลักษณะบุคลิกภาพของผู้สอบบัญชีซึ่งพบว่า ลักษณะบุคลิกภาพที่แตกต่างกันมีผลต่อการประเมินความเสี่ยงในแต่ละประเภทของการทำทุจริตแตกต่างกัน ดังนั้นควรมีการส่งเสริมการวางแผนการตรวจสอบและการประเมินความเสี่ยงให้ครอบคลุมในทุกประเภทของการทำทุจริต รวมถึงส่งเสริมลักษณะบุคลิกภาพของผู้สอบบัญชีเพื่อเพิ่มความรัดกุมและรักษามาตรฐานของงานสอบบัญชีที่นอกเหนือจากการปฏิบัติตามมาตรฐานการสอบบัญชีที่ได้วางไว้**

คำสำคัญ **——** ***การสอบบัญชี, การประเมินความเสี่ยง, ทุจริต, แผนการตรวจสอบ, บุคลิกภาพ***

ABSTRACT **— The objective of this research is to study the effects of types of fraud on the auditor's fraud risk assessment. According to the research results, it found that in the auditor's opinion that the asset misappropriation is effect to the level of risk assessment more than the fraudulent statement both in terms of the level of risk assessment and the level of impact. And also studied the personality characteristics of the auditors, which were found different personality traits affect the risk assessment of each type of fraud differently. Therefore, planning, auditing and risk assessment should be comprehensive for all types of fraud. Including raising the personality characteristics of the auditors to increase the concise and maintain the standard of audit work other than complying with the established auditing standard**

Keywords **——** ***Audit, Risk Assessment, Fraud, Audit Plan, Personality.***

I. บทนำ

ในปี 2563 บริษัท ไพรัชวอเตอร์เฮาส์คูเปอร์ส ได้มีการสำรวจการทุจริตที่เกิดในบริษัทที่มีการจัดตั้งในประเทศไทยในหลาย ๆ ประเภทธุรกิจ พบว่ากลุ่มตัวอย่างกว่าร้อยละ 33 มีการกระทำทุจริตในบริษัท และในรายงานฉบับเดียวกันนี้ยังได้ระบุไว้ว่า การใช้สินทรัพย์ในทางไม่เหมาะสม (Asset misappropriation) นั้น เป็นประเภทของการทำทุจริตที่มีการเกิดและตรวจพบสูงที่สุดเมื่อเทียบกับการทำทุจริตประเภทอื่น โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 47 [1] ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการทุจริตและการละเมิดประจำปี 2020 ของสมาคมผู้ตรวจสอบการทุจริต หรือ Association of Certified Fraud Examiners ที่ได้สำรวจการทำทุจริตในองค์กรกว่า 2,504 กรณี จาก 125 ประเทศ พบว่าประเภทของการทำทุจริตที่พบมากที่สุดในองค์กรทุกขนาดทั่วโลก คือการใช้สินทรัพย์ในทางไม่เหมาะสม และทำให้องค์กรเกิดความสูญเสียรวมกว่า 3.6 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ[2]

การทำทุจริตที่กล่าวมาในข้างต้น มีหลากหลายวิชาชีพที่มีความเกี่ยวข้อง ซึ่งหนึ่งในนั้นคือวิชาชีพการสอบบัญชี ในการปฏิบัติงานของผู้สอบบัญชีนั้นตามมาตรฐานการสอบบัญชีได้มีการระบุไว้ว่า จะต้องมีการประเมินความเสี่ยงจากการทุจริต ซึ่งการประเมินความเสี่ยงนี้เองจะต้องอาศัยการสังเกตและการสงสัยเยี่ยงผู้ประกอบวิชาชีพ โดยมาตรฐานการสอบบัญชีได้ให้ความหมายของการสังเกตและการสงสัยเยี่ยงผู้ประกอบวิชาชีพไว้ว่า เป็นทัศนคติ ความรู้สึกนึกคิดในการตั้งข้อสงสัย รวมถึงการใช้วิจารณญาณในการประเมินสถานการณ์ และการประเมินหลักฐานการสอบบัญชีอย่างระมัดระวัง[3] ซึ่งทัศนคติและความรู้สึกนึกคิดนั้น มีความหมายถึงการรวบรวมความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง[4] และจะตีความหมายจากการรวบรวมสิ่งเหล่านั้นออกมาเป็นพฤติกรรม หรือการตอบสนองในรูปแบบต่าง ๆ โดยการตีความของสิ่ง ๆ นั้นจะแตกต่างกันไปตามแต่ละสิ่งที่มีอยู่เดิมของบุคคล อาทิเช่น บุคลิกภาพ ลักษณะของแต่ละบุคคล สภาพแวดล้อม เป็นต้น [5]

คำว่าบุคลิกภาพนั้น มีความหมายโดยกว้างคือ ลักษณะที่สามารถมองเห็นได้จากภายนอก ทั้งลักษณะนิสัย กิริยาท่าทาง และลักษณะของจิตใจที่สื่อออกมา[6] โดยบุคลิกภาพนั้นเป็นสิ่งที่มีลักษณะเฉพาะในแต่ละบุคคล โดยบุคลิกภาพที่มาจากลักษณะภายในนั้นมาจากอารมณ์ ความรู้สึกแรงขับ สัญชาตญาณ ที่เป็นตัวผลักดันพฤติกรรม ความรู้สึก อารมณ์ต่าง ๆ และลักษณะภายนอกของแต่ละบุคคลนั้นอาจขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สิ่งแวดล้อม ความรู้ สติปัญญา สิ่งที่ได้เรียนรู้มา และสิ่งเหล่านั้นยังเข้ามามีอิทธิพล และเป็นส่วนร่วมในการเรียนรู้ พฤติกรรมของบุคคลในการกระทำหรือไม่กระทำ[7] รวมถึงทัศนคติของตัวบุคคลอีกด้วย[8][9] โดยลักษณะบุคลิกภาพนั้นมีการศึกษาโดยนักจิตวิทยากันมาอย่างต่อเนื่อง และยังได้มีการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบบุคลิกภาพขึ้นมามากมาย และแบบทดสอบบุคลิกภาพ NEO Five-Factor Inventory ของ Costa และ McCrae ก็เป็นหนึ่งในแบบทดสอบที่ได้รับความนิยม และถูกนำไปใช้อย่างต่อเนื่อง ทั้งยังได้มีการศึกษาวิจัยข้ามวัฒนธรรมอีกด้วย โดยในแบบทดสอบฉบับนี้จะแบ่งลักษณะบุคลิกภาพออกเป็น 5 ลักษณะ หรือที่เรียกกันว่า ลักษณะบุคลิกภาพห้าองค์ประกอบคือ บุคลิกภาพแบบประนีประนอม บุคลิกภาพแบบเปิดรับ บุคลิกภาพแบบมีจิตสำนึก บุคลิกภาพแบบแสดงตัวและ บุคลิกภาพแบบหวั่นไหว[10]

จากเหตุที่กล่าวมาข้างต้นนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาถึงประเภทของการทำทุจริตจะส่งผลกระทบต่อการประเมินความเสี่ยงจากการทุจริตของผู้สอบบัญชี โดยอ้างอิงประเภทของการทุจริตตามมาตรฐานการสอบบัญชี รหัส 240 คือการใช้สินทรัพย์ในทางไม่เหมาะสม และการจัดทำรายงานทางการเงินที่ทุจริต รวมถึงศึกษาลักษณะบุคลิกภาพ 5 องค์ประกอบ ตามแบบทดสอบบุคลิกภาพของผู้สอบบัญชีจะส่งผลต่อการประเมินความเสี่ยงจากการทุจริต โดยประโยชน์ในการศึกษานี้เพื่อให้ทราบถึงความต่างของการประเมินความเสี่ยงตามแต่ละประเภทของการทุจริต และเพื่อให้ผู้สอบบัญชีได้นำไปใช้ในการปรับปรุง เสริมสร้างลักษณะบุคลิกภาพของตัวผู้สอบบัญชี รวมถึงเพื่อเป็นการสร้างตัวแปรที่จะใช้ในการประเมินความเสี่ยงอีกด้วย

II. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

II.I เพื่อศึกษาผลกระทบของประเภทของการทุจริตต่อการประเมิน ความเสี่ยงที่เกิดจากการทุจริตของผู้สอบบัญชี

II.II เพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับลักษณะเฉพาะในแต่ละตัวบุคคลของผู้สอบบัญชีที่ผลต่อการประเมินความเสี่ยงจากการทุจริต

โดยมีสมมติฐานงานวิจัยดังต่อไปนี้

สมมติฐานที่ 1 : การใช้สินทรัพย์ในทางไม่เหมาะสมมีผลกระทบต่อการประเมินความเสี่ยงจากการทุจริตสูงกว่า การจัดทำรายงานทางการเงินที่ทุจริต

สมมติฐานที่ 2 : ลักษณะบุคลิกภาพห้าองค์ประกอบส่งผลกระทบต่อการประเมินความเสี่ยงจากการทุจริตของผู้สอบบัญชี

III. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษากลุ่มตัวอย่างจำนวน 124 คน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ปฏิบัติงานสอบบัญชีตั้งแต่ระดับพนักงานตรวจสอบบัญชีจนถึงระดับพนักงานตรวจสอบบัญชีอาวุโส ของสำนักงานสอบบัญชีขนาดใหญ่(BIG4) และสำนักงานสอบบัญชีทั่วไป ซึ่งการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การศึกษาจากเอกสาร ตำรา และบทความ เพื่อกำหนดกรอบแนวคิด ตัวแปรที่จะใช้ในงานวิจัย และการวิจัยภาคสนาม

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามประเภทกรณีศึกษา ด้วยการออกแบบกรณีศึกษาแบบ 2 x 2 แบ่งตามประเภทการทุจริตโดยกรณีศึกษาดังกล่าวผ่านการตรวจสอบและทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง และในส่วนของเครื่องมือในการวิจัย ได้มีการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ด้วยการตรวจสอบและวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ด้วยวิธีตามทฤษฎี IOC และในส่วนของแบบทดสอบบุคลิกภาพมีการอ้างอิงจากแบบทดสอบ NEO Five-Factor Inventory ของ Costa และ McCrae

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล จะใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติเชิงอนุมานโดยเลือกใช้ การวิเคราะห์สถิติ Paired Sample T-Test และการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ (Multiple Regression Analysis) โดยมีการตรวจสอบให้เป็นไปตามเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุทั้ง 5 ข้อก่อน

โดยตัวแบบที่ใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะบุคลิกภาพห้าองค์ประกอบที่มีต่อการประเมินความเสี่ยงจากการทุจริตของคือ

$$R = \beta_0 + \beta_1 AVS_{it} + \beta_2 AVS_{it} + \beta_3 AVA_AG_{it} + \beta_4 AV_AG_{it} + \beta_5 AVA_OP_{it} + \beta_6 AVS_OP_{it} + \beta_7 AVA_CO_{it} + \beta_8 AVS_CO_{it} + \beta_9 AVA_EX_{it} + \beta_{10} AVS_EX_{it} + \beta_{11} AVA_NU_{it} + \beta_{12} AVS_NU_{it} + \varepsilon_{it}$$

โดยกำหนดให้ R แทนค่า

ความเสี่ยงโดยรวม	= totalRisk
ความเสี่ยงผู้สอบบัญชี	= AuditorRisk
ความเสี่ยงบริษัท	= CompRisk
ผลกระทบบริษัท	= CompEffect

โดยมีการกำหนดค่าตัวแปรดังต่อไปนี้

การใช้สินทรัพย์ในทางไม่เหมาะสม	= AVA
การจัดทำรายงานทางการเงินที่ทุจริต	= AVS
บุคลิกภาพแบบประนีประนอม	= AG
บุคลิกภาพแบบเปิดรับ	= OP
บุคลิกภาพแบบมีจิตสำนึก	= CO
บุคลิกภาพแบบแสดงตัว	= EX
บุคลิกภาพแบบหวั่นไหว	= NU

V. ผลการวิจัย

V.I สมมติฐานที่ 1 การใช้สินทรัพย์ในทางไม่เหมาะสมมีผลกระทบต่อการประเมินความเสี่ยงจากการทุจริตสูงกว่า การจัดทำรายงานทางการเงินที่ทุจริต

ตารางที่ I การเปรียบเทียบค่าความต่างระหว่างประเภทการทุจริตต่อการประเมินความเสี่ยงของผู้สอบบัญชี

การประเมิน	N	t	Sig. (2-tailed)
ความเสี่ยงโดยรวม	124	2.315	.022
ระดับความเสี่ยง	124	3.351	.001
ระดับผลกระทบ	124	1.343	.182

ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ตารางที่ I การเปรียบเทียบค่าความต่างระหว่างประเภทการทุจริตต่อการประเมินความเสี่ยงของผู้สอบบัญชี (ต่อ)

การประเมิน	N	AVA		AVS	
		Mean	SD	Mean	SD
ความเสี่ยงโดยรวม	124	5.750	1.757	5.077	2.446
ระดับความเสี่ยง	124	6.121	1.528	5.210	2.328
ระดับผลกระทบ	124	5.379	2.163	4.944	2.639

ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

จากตารางที่ I พบว่า ผู้สอบบัญชีมีความเห็นว่าประเภทของการทุจริตส่งผลต่อการประเมินความเสี่ยงที่เกิดจากการทุจริตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้นการประเมินระดับผลกระทบที่เกิดจากการทุจริต โดยผู้สอบบัญชีให้ความสำคัญกับการใช้สินทรัพย์ในทางไม่เหมาะสมในการประเมินการประเมินความเสี่ยงโดยรวมจากการทุจริต และการประเมินระดับความเสี่ยงที่เกิดจากการทุจริต มากกว่าการจัดทำรายงานทางการเงินที่ทุจริต

จากผลการวิจัยข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการทุจริตประเภทการใช้สินทรัพย์ในทางไม่เหมาะสมนั้นมีผลกระทบต่อการประเมินความเสี่ยงจากการทุจริตสูงกว่า การจัดทำรายงานทางการเงินที่ทุจริต ในด้านการประเมินความเสี่ยงโดยรวม และการประเมินระดับความเสี่ยง แต่จะไม่มีต่อการประเมินระดับผลกระทบ โดยการทุจริตประเภทการใช้สินทรัพย์ในทางไม่เหมาะสมมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าการทุจริตประเภทการจัดทำรายงานทางการเงินที่ทุจริตในทุกการประเมิน และเมื่อพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วนั้นพบว่าการทุจริตประเภทการจัดทำรายงานทางการเงินมีการประจายของการประเมินความเสี่ยงสูงกว่า

V.II สมมติฐานที่ 2 ลักษณะบุคลิกภาพห้าองค์ประกอบส่งผลกระทบต่อการประเมินความเสี่ยงจากการทุจริตของผู้สอบบัญชี

ตารางที่ II สรุปตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ต่อการประเมินความเสี่ยงจากการทำทุจริตของผู้สอบบัญชี

ตัวแปรพยากรณ์	การประเมินความเสี่ยงจากการทำทุจริต			
	ความเสี่ยงโดยรวม (totalRisk)		ความเสี่ยงผู้สอบบัญชี (AuditorRisk)	
	B	Beta	B	Beta
AVS	.883	1.483	.873	1.372
AVA&AG	.124	.628	.123	.579
AVS&AG	-.119	-.674	-.131	-.693
AVA&OP	-	-	-	-
AVS&OP	-	-	-	-
AVA&CO	-.057**	-.290**	-.072**	-.346**
AVS&CO	.086	.537	.116	.676
ค่าคงที่	2.844		3.285	
R	.703		.628	
R^2	.494		.394	
R^2 adj	.440		.328	

ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ตารางที่ II สรุปตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ต่อการประเมินความเสี่ยงจากการทำทุจริตของผู้สอบบัญชี(ต่อ)

ตัวแปรพยากรณ์	การประเมินความเสี่ยงจากการทำทุจริต			
	ความเสี่ยงบริษัท (CompRisk)		ผลกระทบบริษัท (CompEffect)	
	B	Beta	B	Beta
AVS	.717	1.259	1.059	1.609
AVA&AG	.128	.677	.122	.559
AVS&AG	-.118	-.700	-.108	-.553
AVA&OP	-	-	.204	.722
AVS&OP	-	-	-.167**	-.789**
AVA&CO	-	-	-	-
AVS&CO	.075**	.485**	-	-
ค่าคงที่	3.479		1.768	
R	.668		.741	
R^2	.446		.549	
R^2 adj	.386		.500	

ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

**ตัวกำหนดนัยสำคัญส่วนเพิ่ม (Marginal Significant)

จากตารางที่ II พบว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อความสัมพันธ์ของการประเมินนั้นประกอบไปด้วย

ด้านการประเมินความเสี่ยงจากการทำทุจริตโดยรวมคือ การจัดทำรายงานทางการเงินที่ทุจริต และมีลักษณะบุคลิกภาพแบบประนีประนอม และบุคลิกภาพแบบมีจิตสำนึก เป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อความสัมพันธ์ต่อการประเมินความเสี่ยง

การประเมินความเสี่ยงผู้สอบบัญชีในการปฏิบัติงาน คือ การจัดทำรายงานทางการเงินที่ทุจรติ และมีตัวแปรที่ส่งผลต่อความสัมพันธ์ต่อการประเมินความเสี่ยงมีลักษณะบุคลิกภาพแบบประนีประนอม และบุคลิกภาพแบบมีจิตสำนึก

การประเมินระดับความเสี่ยงของบริษัทจากการทำทุจริต คือ การจัดทำรายงานทางการเงินที่ทุจรติ และมีลักษณะบุคลิกภาพแบบประนีประนอม และบุคลิกภาพแบบมีจิตสำนึก เป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อความสัมพันธ์ต่อการประเมินความเสี่ยง และ

การประเมินระดับผลกระทบของบริษัทจากการทำทุจริต คือ การจัดทำรายงานทางการเงินที่ทุจรติ และมีลักษณะบุคลิกภาพแบบประนีประนอม และบุคลิกภาพแบบเปิดรับ เป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อความสัมพันธ์ต่อการประเมินความเสี่ยง

VI. สรุปและอภิปรายผล

ในการศึกษาการประเภทของการทำทุจริตส่งผลกระทบต่อการประเมินความเสี่ยงจากการทุจริตของผู้สอบบัญชีนั้น จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 124 คน พบว่า ประเภทของการทำทุจริตมีผลทำให้การประเมินความเสี่ยงจากการทำทุจริตเปลี่ยนแปลงไป จากผลการศึกษาทำให้ทราบว่าผู้สอบบัญชีให้ความสำคัญกับการประเมินความเสี่ยงที่เกิดจากการใช้สินทรัพย์ในทางไม่เหมาะสมสูงว่า การจัดทำรายงานทางการเงินที่ทุจริต ทั้งในด้านการ

ประเมินความเสี่ยงโดยรวมและ ระดับความเสี่ยงที่เกิดจากการทุจริต แต่ประเภทของการทำทุจริตนั้น ไม่ส่งผลต่อการประเมินระดับผลกระทบที่เกิดจากการทุจริตของผู้สอบบัญชี แต่เมื่อพิจารณาการกระจายของการประเมินความเสี่ยงแล้วนั้น จะเห็นได้ว่าการจัดทำรายงานทางการเงินที่ทุจริตจะมีการกระจายของการประเมินความเสี่ยงในทุกด้านสูงกว่า

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของประเภทของการทำทุจริต และลักษณะบุคลิกภาพห้าองค์ประกอบของผู้สอบบัญชี ว่าส่งผลกระทบต่อการประเมินความเสี่ยงหรือไม่นั้น ผลการทดสอบทางสถิติของกลุ่มตัวอย่างพบว่า บุคลิกภาพแบบประนีประนอม บุคลิกภาพแบบมีจิตสำนึก และบุคลิกภาพแบบเปิดรับนั้น จะส่งผลต่อความสัมพันธ์ต่อการประเมินความเสี่ยงจากการทำทุจริตของผู้สอบบัญชี

โดยบุคลิกภาพแบบประนีประนอม จะส่งผลต่อการประเมินความเสี่ยงโดยรวม, ระดับความเสี่ยงของผู้สอบบัญชีในการปฏิบัติงาน ระดับความเสี่ยงของบริษัท และระดับผลกระทบของบริษัท โดยถ้าหากผู้สอบบัญชีที่มีลักษณะบุคลิกภาพดังกล่าวประเมินความเสี่ยงจากการทุจริตประเภทการสินทรัพย์ในทางไม่เหมาะสมจะทำให้การประเมินเป็นไปในทิศทางเพิ่มขึ้น แต่ถ้าหากประเมินความเสี่ยงจากการทุจริตประเภทการจัดทำรายงานทางการเงินที่ทุจริตนั้น จะมีการประเมินความเสี่ยงที่ลดลง

ผู้สอบบัญชีที่มีลักษณะบุคลิกภาพแบบเปิดรับ จะมีการประเมินระดับผลกระทบเพิ่มขึ้นถ้าหากประเมินการทุจริตที่เกิดจากการใช้สินทรัพย์ในทางไม่เหมาะสม และอาจจะมีความสัมพันธ์ทำให้การประเมินระดับผลกระทบลดลงในการทุจริตประเภทการจัดทำรายงานทางการเงินที่ทุจริต

ในส่วนของบุคลิกภาพมีจิตสำนึกจะส่งผลต่อการประเมินความเสี่ยงโดยรวม และความเสี่ยงของผู้สอบในการปฏิบัติงาน โดยความเสี่ยงจะเพิ่มขึ้นหากมีการประเมินการทุจริตประเภทการจัดทำรายงานทางการเงินที่ทุจริต และอาจจะมีความสัมพันธ์ทำให้มีการประเมินลดลงถ้าหากมีการประเมินการทุจริตในประเภทการใช้สินทรัพย์ในทางไม่เหมาะสม อีกทั้งยังอาจจะมีความสัมพันธ์ทำให้มีการประเมินความเสี่ยงของบริษัทเพิ่มขึ้นถ้าหากมีการประเมินการทุจริตประเภทการจัดทำรายงานทางการเงินที่ทุจริต

โดยจากการศึกษายังพบว่าอีกว่าการทุจริตประเภทการจัดทำรายงานทางการเงินที่ทุจริต จะมีความสัมพันธ์ต่อการประเมินความเสี่ยงจากการทุจริตทั้ง 4 ด้าน คือการประเมินความเสี่ยงโดยรวม การประเมินความเสี่ยงผู้สอบบัญชีในการปฏิบัติงาน การประเมินความเสี่ยงของบริษัท และการประเมินระดับผลกระทบที่เกิดกับบริษัท

VII. ข้อเสนอแนะ และข้อจำกัด

สำหรับข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาครั้งนี้คือ นอกจากประเภทของการทำทุจริตแล้วนั้นควรมีการศึกษาถึงวิธี และรูปแบบการของการทุจริตแบบต่าง ๆ เพิ่มเติม เพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลง และวิวัฒนาการของการทุจริตทั้งในเรื่องของรูปแบบและวิธีการทำทุจริตที่เปลี่ยนแปลงไปจากอดีต และในส่วนของข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไปคือ ควรมีการศึกษาถึงรูปแบบของการประเมินในด้านอื่น ๆ หรือการประเมินความเสี่ยงจากการทุจริตที่อาจส่งผลต่อการแสดงความเห็นของผู้สอบบัญชีที่เปลี่ยนไป

จากผลสรุปงานวิจัยที่ได้นำเสนอมาข้างต้นนั้น มีข้อจำกัดในงานวิจัยฉบับบางประการดังนี้ ประการแรกงานวิจัยฉบับนี้อาศัยการตอบคำถามจากกรณีศึกษาในรูปแบบของรายบุคคล กล่าวคือผู้ตอบแบบสอบถามได้ทำการตัดสินใจโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ของแต่ละตัวบุคคล ซึ่งอาจมีความชำนาญ ความเชี่ยวชาญ และความคิดเห็นแตกต่างกันไปในการช่วยในการตัดสินใจตอบคำถาม และการตอบคำถามเหล่านั้นไม่ได้มีการพึ่งพาความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงานสอบบัญชีท่านอื่น ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการวางแผนการสอบบัญชี และการประเมินความเสี่ยงการแสดงข้อมูลที่ขัดต่อข้อเท็จจริงอันเป็นสาระสำคัญซึ่งเป็นผลมาจากการทุจริตนั้น จะต้องอาศัยความคิดเห็น การระดมความคิดของผู้ปฏิบัติงานสอบบัญชีท่านอื่น ประการที่สอง เนื่องจากงานวิจัยฉบับนี้ได้รับแนวคิดหลักมาจากมาตรฐานการสอบบัญชี โดยเฉพาะฉบับที่ 240 ซึ่งให้ความสำคัญกับประเภทของการทำทุจริต 2 ประเภท คือ การใช้สินทรัพย์ในทางไม่เหมาะสม (Asset misappropriation) และการจัดทำรายงานทางการเงินที่ทุจริต (Fraudulent Statement) เพียงเท่านั้น แต่จากการศึกษาพบว่าประเภทการทำทุจริตที่สมาคมผู้ตรวจสอบการทุจริต (Association of Certified Fraud Examiners หรือ ACFE) ได้ทำการแบ่งและจำแนกวิธีการทำทุจริตออกมาด้วยกัน 3 ประเภท คือการฉ้อราษฎร์บังหลวง (Corruption) การใช้ทรัพย์สินของบริษัทในทางไม่เหมาะสม(Asset Misappropriation) และ การจัดทำรายงานทางการเงินที่ทุจริต(Fraudulent Statement) ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้อาจจะไม่ครอบคลุมถึงเรื่องของการประเมินความเสี่ยงจากการทุจริตที่เกิดจากการฉ้อราษฎร์บังหลวง และประการสุดท้าย งานวิจัยฉบับนี้เป็นการทดสอบภายในประเทศไทยเพียงเท่านั้น ด้วยสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ของทั้งกิจการ ผู้สอบบัญชี หรือแม้กระทั่งการประเมินความเสี่ยงเอง อาจทำให้ผลการศึกษาในครั้งนี้ไม่สามารถนำไปใช้ในภูมิภาคอื่นได้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ดร. ลัพธ์พร สวราชย์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ดร. จารุภา วิภูภิญโญ ที่ได้ให้ความกรุณาเสียสละเวลาให้คำปรึกษาแนะนำ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์และสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้ศึกษาจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณท่านทั้งสองที่กล่าวข้างต้นเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ รวมถึงผู้เขียนตำราเอกสารและบทความต่าง ๆ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ที่ผู้ศึกษาได้นำมาค้นคว้าและอ้างอิงในการศึกษาครั้งนี้ เป็นแนวทางให้ผู้ศึกษาได้นำความรู้มาใช้ประกอบการศึกษาครั้งนี้จนสำเร็จลงได้

เอกสารอ้างอิง

[1] Price Waterhouse Consulting. 2563. PwC ประเทศไทย ชี้ผลสำรวจพบการรายงานทุจริตลดน้อยลง เหตุองค์กรอาจไม่ได้ติดตามและตรวจสอบการทุจริตอย่างเพียงพอ. เข้าถึงได้จาก https://www.pwc.com/th/en/press-room/press-release/2020/press-release-20-05-20-th.html

[2] Association of Certified Fraud Examiners, Inc. 2020. Report to the Nations on Occupational Fraud and Abuse. Texas: Austin

[3] สมาคมนักบัญชีและผู้สอบบัญชีรับอนุญาตแห่งประเทศไทย. 2555. มาตรฐานการสอบบัญชีระหว่างประเทศ รหัส 240 – ความรับผิดชอบของผู้สอบบัญชีเกี่ยวกับการพิจารณาการทุจริตในการตรวจสอบงบการเงิน. เข้าถึงได้จาก https://www.tfac.or.th/upload/9414/3qRDzJT4mF.pdf

[4] รุ่งนภา บุญคุ้ม. 2536. ทัศนคติของพัฒนากรต่อนโยบายการจัดตั้งศูนย์สาธิตการตลาด กรณีศึกษาศูนย์ ช่วยเหลือทางวิชาการพัฒนาชุมชนเขตที่3. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

[5] Robbins, S. P. 1996. Prentice Hall Organization Behavior : Concept, Controversies and Applications. 7th ed. Englewood Cliffs; NJ : Prentice Hall

[6] United States of America: Ft. Belvoir Defense Technical Information Center Scriven, M. 2005. Theories of Personality 8th ed. United States of America: Wadsworth Thomson Learning Inc

[7] ธนัชพร เลขวัต. 2558. ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะบุคลิกภาพ การรับรู้บรรยากาศองค์การและพฤติกรรมการเป็นสมาชิกที่ดีขององค์การ โดยมีความสุขในการทำงานเป็นตัวแปรสื่อ ในหน่วยงานราชการแห่งหนึ่ง. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

[8] ธนัฏฐา เจริญฟุ้ง. 2560. ลักษณะบุคลิกภาพห้าองค์ประกอบ ทัศนคติ พฤติกรรมการใช้สื่อและความผูกพันผู้บริโภคยุคดิจิทัลผ่านเฟซบุ๊ก เพจตราสินค้า. วิทยานิพนธ์วารสารศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

[9] ภัทราพันธ์ หรุ่นรักวิทย์. 2560. ลักษณะบุคลิกภาพห้าองค์ประกอบกับพฤติกรรมการเลียนแบบเน็ตไอดอลของวัยรุ่น. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

[10] Costa, P. T. Jr. and McCrae, R. R. 1992. Revised NEO Personality Inventory (NEO-PI-R) and NEO Five-Factor Inventory (NEO-FFI). Odessa, FL: Psychological Assessment Resources

การวิเคราะห์องค์ประกอบร่วมของความชอบส่วนบุคคลที่มีต่อผลิตภัณฑ์เช่ารถระยะยาวสำหรับบุคคลธรรมดา กรณีศึกษาเปรียบเทียบกลุ่มประชากรเจเนอเรชั่นเอ็กซ์ วาย และแซด ในเขตกรุงเทพมหานครฯ

A conjoint-based analysis of individual preference on long-term car rental product development: A comparative case of gen X, Y and Z in Bangkok

1st สุวิภา ภาคภากร
Suwipa Phakphakorn
คณะสถิติประยุกต์สถาบันพัฒนบริหารศาสตร์
Faculty of Applied Statistics/ National Institute of Development Administration
Bangkok / Thailand
suwipa.pha@stu.nida.ac.th

2nd อัครนันท์ พงศธรวิวัฒน์
Akkaranan Pongsathornwiwat
คณะสถิติประยุกต์สถาบันพัฒนบริหารศาสตร์
Faculty of Applied Statistics/ National Institute of Development Administration
Bangkok / Thailand
akkaranan@as.nida.ac.th

บทคัดย่อ **—— งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบร่วมที่สำคัญสำหรับผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาวสำหรับบุคคลรรมดา กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้บริโภคในกรุงเทพฯ แยกตามกลุ่มเจเนอเรชั่นเอ็กซ์ (91 คน) วาย (134 คน) และแซด (61 คน) จำนวน 286 คน ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย โปรโมชั่น ระยะเวลาการเช่า การจำกัดไมล์ และราคาเช่าต่อเดือน ข้อมูลผลิตภัณฑ์แบ่ง 2 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มรถยนต์ประเภท Eco Car และ B-Segment (2) กลุ่มรถยนต์ประเภท C & D Segment และCrossover & SUV ผลการศึกษา พบว่า องค์ประกอบสำคัญของกลุ่มที่หนึ่ง คือ โปรโมชั่น มีค่าความสำคัญที่ 35.19 รองลงมาคือ ระยะเวลาการเช่า ราคาเช่าต่อเดือน และการจำกัดไมล์ มีค่าความสำคัญที่ 28.87 18.74 และ 17.20 ตามลำดับ กลุ่มที่สองพบว่า โปรโมชั่น (40.49) และระยะเวลาการเช่า (29.23) มีค่าความสำคัญสูงสุดสองอันดับแรกซึ่งความคล้ายคลึงกับกลุ่มที่หนึ่ง อย่างไรก็ตามปัจจัยการจำกัดไมล์ (16.73) มีค่าความสำคัญมากกว่าราคาเช่าต่อเดือน (13.54) ในด้านความชอบผลิตภัณฑ์รถเช่าพบว่า กลุ่มเจเนอเรชั่นเอ็กซ์สนใจรถประเภท SUV มากที่สุด และรถประเภท Eco Car ถูกชื่นชอบโดยกลุ่มเจเนอเรชั่นวายและแซด**

คำสำคัญ **—— ผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาว, เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบร่วม, คุณลักษณะ, ระดับคุณลักษณะ, อรรถประโยชน์**

ABSTRACT **— The objective of this research is to study the composition of demand from consumer toward long term car rental product in order to maximize consumer need. In this research the technique conjoint analysis was applied, sample groups that were selected are consumer that live in Bangkok, splitting into sub group of generation X, Y, Z, 91 people, 134 people and 61 people respectively. Total of 286 samples were taken, online questionnaire and other tools are used in this analysis such as attribute, level which categorize into 4 attributes, 3 level promotion, 3 level rental term, 2 level mileage usage limit, 2 level monthly rental price. Data set are divided into 2 groups which are categorize as Eco car and B-segment as first group and C&D segment, Crossover & SUV as second group.**

The result of this research in the first group found that respondents gave precedence to promotion as 35.19 important level, followed by rental term 28.87, monthly rental price 18.74, and mileage usage limit 17.2. The second group, the result of 173 respondents were similar to first group which were promotion as 40.49 important level, followed by rental term 29.23, mileage usage limit 16.73, and monthly rental price 13.54. For the car segment preference generation X prefer SUV segment, generation Y and Z prefer Eco car the most.

Keywords **—— Long-Term Car Rental Product, Conjoint Analysis, Attribute, Level of Attribute, Utility**

I. บทนำ

การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 หรือ โควิด-19 (COVID-19) ทั่วโลกส่งผลกระทบรุนแรงต่ออุตสาหกรรมรถยนต์ในไทยอย่างมากทั้งในภาคส่งออก และตลาดในประเทศ ศูนย์วิจัยกสิกรไทยมีการคาดการณ์ปริมาณการผลิตรถยนต์ในปี 2020 นี้อาจหดตัวลงอย่างมากประมาณ 21-25% หรือผลิตรถยนต์ได้เพียง 1,520,000 ถึง 1,590,000 คัน จากที่ผลิตได้ 2,013,710 คันในปีก่อนหน้า ซึ่งตัวเลขการผลิตดังกล่าวเป็นตัวเลขที่ต่ำที่สุดในรอบ 9 ปี และจากแรงกดดันทางเศรษฐกิจส่งผลต่อตลาด

ในประเทศที่อาจหดตัวไปถึง 21% ด้วยยอดขาย 8 แสนคัน (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2020) [1] ประกอบกับมาตรการพักชำระหนี้ของธนาคารแห่งประเทศไทย (ธปท.) ส่งผลกระทบโดยตรงกับธุรกิจการให้เช่าแบบลีสซิ่ง (Leasing) หรือธุรกิจรถเช่าระยะที่เดิมมุ่งเน้นไปที่ลูกค้าประเภทนิติบุคคลเป็นหลัก หรือ ธุรกิจเช่ารถยนต์เพื่อดำเนินการ (Operating Lease) จำเป็นต้องมีการปรับตัว และหาโอกาสทางธุรกิจจากผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ที่ตอบโจทย์ต่อพฤติกรรมทางสังคมที่เปลี่ยนไปด้วยการเว้นระยะห่าง (Social Distancing) ซึ่งจะเข้ามามีบทบาทในชีวิตคนนับจากนี้ไป (กรมควบคุมโรค, 2020) [2] ประกอบกับพฤติกรรมของผู้บริโภคที่ต้องการเปลี่ยนจากการเป็นเจ้าของ สู่ทางเลือกใหม่ที่มีอิสระมากกว่าเดิม โดยปัจจุบันเริ่มมีผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาวสำหรับบุคคลธรรมดา เช่น 'KINTO' ที่เป็นผลิตภัณฑ์สำหรับตอบโจทย์กลุ่มลูกค้าบุคคลธรรมดาที่ต้องการมีรถยนต์ขับ ไม่ชอบการผูกมัด และไม่อยากกังวลกับค่าใช้จ่ายจิปาถะ ถือเป็นอีกหนึ่งโอกาสทางธุรกิจที่จะช่วยให้บรรลุเป้าหมายที่บริษัทกำหนดได้ นอกจากบริการพื้นฐานของการเช่ารถระยะยาวที่ดูแลอย่างครบวงจรแล้ว รูปแบบผลิตภัณฑ์ของการเช่ารถระยะยาวสำหรับบุคคลธรรมดาถือเป็นอีกหนึ่งเครื่องมือที่สำคัญที่จะช่วยสร้างแรงจูงใจกับกลุ่มลูกค้าบุคคลธรรมดาให้หันมาใช้บริการ ประกอบกับการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่มีการเปลี่ยนแปลงไว และความหลากหลายของผู้บริโภคในแต่ละเจเนอเรชั่น ดังนั้นหากนำอรรถประโยชน์ดังกล่าวของผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาวสำหรับบุคคลธรรมดามาพัฒนาให้มีรูปแบบเหมาะสมต่อการใช้งานจะสามารถตอบโจทย์อุปสงค์ของผู้บริโภคที่เกิดขึ้นได้อย่างทันท่วงที นอกจากนี้การพัฒนาผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาวสำหรับบุคคลธรรมดาอาจมีปัจจัยที่ใช้พิจารณาแตกต่างกันออกไป ทั้งในกลุ่มเจนเนอเรชั่นที่มีแนวคิด และพฤติกรรมการบริโภคที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับการให้มุมมองและการให้ความสำคัญของแต่ละบุคคล ดังนั้นการออกแบบ หรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาวสำหรับบุคคลธรรมดาที่มีประสิทธิภาพ จะต้องมีความเข้าใจถึงความต้องการที่หลากหลาย และองค์ประกอบที่ดึงดูดผู้บริโภคในแต่ละเจนเนอเรชั่นอย่างแท้จริง อันเป็นปัจจัยพื้นฐานต่อความสำเร็จในเชิงธุรกิจ

งานวิจัยในอดีตได้มีการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบร่วมในด้านการตลาดเพื่อศึกษาคุณลักษณะที่สำคัญและนำไปออกแบบ หรือพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคอย่างมากมาย อาทิเช่น การศึกษาคุณลักษณะที่สำคัญของ Subcompact car หรือกลุ่มรถยนต์ประเภท B-Segment ที่มีผลกระทบต่อการตั้งใจซื้อของผู้บริโภคด้วยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบร่วม (Wann Yih Wu, Ying Kai Liao, Anon Chatwuthikrai, 2013) [3] การศึกษาคุณลักษณะที่สำคัญต่อบุหรี่ในประเทศซูดาน (Elfadil Timan, 2016) [4] และ การศึกษาความชอบ และความเต็มใจจ่ายในแพ็คเกจท่องเที่ยวในแถบตะวันตกตอนกลางในประเทศสหรัฐอเมริกาด้วยวิธี Choice Based Conjoint Analysis (Eric Beckman, Kuo-Liang "Matt" Chang, 2018) [5] ซึ่งเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบร่วม (Conjoint Analysis) เป็นเครื่องมือทางการตลาดที่สามารถวัดความพึงพอใจผู้บริโภคได้ และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับหลายธุรกิจ แต่ในงานวิจัยที่ใช้เทคนิคนี้มาประยุกต์ใช้กับธุรกิจรถเช่าระยะยาวยังพบได้น้อย ดังนั้นในบทความนี้จะกล่าวถึงการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบร่วมในการศึกษาถึงคุณลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาวสำหรับบุคคลธรรมดาแบ่งตามเจเนอเรชั่นเอ็กซ์ เจเนอเรชั่นวาย และเจเนอเรชั่นแซด ในเขตกรุงเทพมหานครฯ

II. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาส่วนผสมระหว่างองค์ประกอบ และค่าระดับที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาวสำหรับบุคคลธรรมดา ในเจเนอเรชั่นเอ็กซ์ (Generation X) เจเนอเรชั่นวาย (Generation Y) และเจเนอเรชั่นแซด (Generation Z) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

2.เพื่อเข้าใจปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภคในการใช้บริการรถเช่าระยะยาวสำหรับบุคคลในเจเนอเรชั่นที่แตกต่างกัน

III. วิธีดำเนินการวิจัย ผลการวิจัย

III.I ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

ประชากรเป้าหมายของการศึกษาครั้งนี้คือกลุ่มประชากรที่มีอายุอยู่ในกลุ่มเจเนอเรชั่นเอ็กซ์ (อายุตั้งแต่ 40 - 55 ปี) เจเนอเรชั่นวาย (อายุตั้งแต่ 24 - 39 ปี) และเจเนอเรชั่นแซด (อายุตั้งแต่ 18 - 23 ปี) และอาศัยในพื้นที่กรุงเทพมหานครฯ งานวิจัยชิ้นนี้ศึกษากลุ่มประชากรที่มีอายุในกลุ่มเจเนอเรชั่นแซด (อายุตั้งแต่ 18 - 23 ปี) ด้วย แม้ว่ากลุ่มนี้จะไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายหลัก แต่เนื่องจากเป็นกลุ่มอายุที่สามารถเริ่มทำใบขับขี่ได้ (กรมการขนส่งทางบก, 2016) [6] เป็นวัยนักเรียน นักศึกษา จึงอยากศึกษามุมมองแนวคิด และพฤติกรรมผู้บริโภคจากกลุ่มเจเนอเรชั่นแซดที่มีต่อธุรกิจนี้

งานวิจัยชิ้นนี้ทำการกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 200 ตัวอย่าง (Hair et al., 2006) [7] โดยการเลือกตัวอย่างกระทำตามแบบชั้นภูมิ (Proportional Stratified Random Sampling) เพื่อคำนวณหากลุ่มตัวอย่างในแต่ละระดับชั้น โดยใช้สัดส่วนจากจำนวนประชากรแต่ละเจเนอเรชั่น เพื่อหาจำนวนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละเจเนอเรชั่น เฉพาะผู้ที่มีอายุในกลุ่มเจเนอเรชั่นเอ็กซ์ (Generation X) จำนวน 79 ตัวอย่าง เจเนอเรชั่นวาย (Generation Y) จำนวน 66 ตัวอย่าง และเจเนอเรชั่นแซด (Generation Z) จำนวน 55 ตัวอย่าง

สามารถเก็บข้อมูลได้จริง จำนวน 286 ตัวอย่าง (Gen X = 91 ตัวอย่าง, Gen Y = 134 ตัวอย่าง, Gen Z = 61 ตัวอย่าง) การเก็บข้อมูลเก็บในรูปแบบแบบสอบถามออนไลน์ โดยระยะเวลาในการเก็บข้อมูลคือ 1 เดือน

III.II ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล โดยการสกัดคุณลักษณะ (Attribute) และค่าระดับของคุณลักษณะ (Level) มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

III.II.I รวบรวมและการสกัดคุณลักษณะ

การรวบรวมคุณลักษณะกระทำจากการทบทวนวรรณกรรม การสำรวจผลิตภัณฑ์ในตลาดจากฐานข้อมูลของผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาวสำหรับบุคคลธรรมดา การสัมภาษณ์ผู้ประกอบอาชีพในแวดวงธุรกิจรถเช่า เพื่อคัดเลือกคุณลักษณะเบื้องต้นที่มีความเหมาะสมในการศึกษาได้ทั้งสิ้น 11 คุณลักษณะ ได้แก่ 1.รุ่นรถยนต์ 2.สภาพของรถยนต์ที่ให้บริการ 3.อุปกรณ์อำนวยความสะดวกพิเศษในห้องโดยสารรถยนต์ 4.บริการอื่น ๆ นอกเหนือจากบริการพื้นฐานรถเช่าระยะยาว 5.การจำกัดไมล์ในการขับต่อ

ปี 6.ระยะเวลาในการเช่า 7.ราคาเช่าต่อเดือนรวมค่าบริการต่าง ๆ 8. จำนวนศูนย์ที่ให้การบริการ 9.โปรโมชั่น 10.ขั้นตอนการสมัครใช้บริการที่สะดวกรวดเร็ว และ 10.พนักงานที่ให้บริการมีความรู้และเพียงพอต่อการให้บริการ

จากนั้นนำผลมาพิจารณาสกัดคุณลักษณะและระดับของคุณลักษณะที่จะนำไปใช้ในงานวิจัยทำโดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญรายบุคคล (Personal Interview) จำนวน 5 ท่าน[1] เพื่อคัดกรองคุณลักษณะสำคัญ (Attribute) จากคุณลักษณะเบื้องต้น และกำหนดค่าระดับ (Level) ที่เหมาะสมตามกลุ่มประเภทรถยนต์ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ 1.กลุ่มประเภทรถยนต์ Eco car และ B-segment และ 2.กลุ่มรถยนต์ประเภท C & D segment และCrossover & SUV โดยทั้ง 2 กลุ่มใช้คุณลักษณะ (Attribute) และค่าระดับ (Level) ดังนี้ 1.โปรโมชั่น (ค่าระดับ – ฟรีคูปองน้ำมัน 3,000 บาท, สิทธิ์ในการเปลี่ยนรุ่นรถในกลุ่มเดียวกัน, ขับฟรี 1 เดือน) 2. ระยะเวลาในการเช่า (ค่าระดับ – น้อยกว่า 1 ปี, 1-2 ปี, มากกว่า 2 ปี) 3. จำกัดไมล์/ปี (ค่าระดับ – จำกัด, ไม่จำกัด) และ 4. ราคา (ค่าระดับ – 8,000-13,000 บาท, 13,001-18,000 บาท สำหรับกลุ่มประเภทรถยนต์กลุ่มที่ 1 และค่าระดับ - 13,001-18,000 บาท, 18,001-23,000 บาท สำหรับกลุ่มประเภทรถยนต์กลุ่มที่ 2

III.II.II การสร้างชุดคุณลักษณะ (Profile Card)

การสร้างเครื่องมือในการเก็บข้อมูลให้มีคุณภาพ ผู้วิจัยนำคุณลักษณะ (Attribute) และระดับ (Level) ที่ได้ไปคัดเลือกชุดคุณลักษณะที่เป็นไปได้ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version25 เพื่อให้ได้ชุดของอรรถประโยชน์เป็น Concept Card ที่ปัจจัยเป็นอิสระจากกันหรือปัจจัยมุมฉาก (Orthogonal factors) และประกอบด้วยคุณลักษณะครบทุกองค์ประกอบหรือ Full-Profile เพื่อใช้ในการนำเสนอต่อกลุ่มตัวอย่าง (SPSS, 2017) [8] ผลที่ได้จากการประมวลผลด้วยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบร่วม ทำให้ได้ชุดคุณลักษณะที่เหมาะสมจำนวน 9 ชุด และใช้วิจารณญาณของผู้วิจัยคัดเลือกให้เหลือ 6 ชุด บางตามกลุ่มประเภทรถยนต์ รายละเอียดตามตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2 เพื่อให้ผู้ตอบสามารถพิจารณาได้ง่ายขึ้น จากนั้นนำชุดคุณลักษณะทั้ง 6 ชุดไปจัดทำเป็นภาพเพื่อให้ง่ายต่อการประเมิน และรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการเรียงลำดับ (Ranking) ความชอบที่มีต่อชุดคุณลักษณะตามกลุ่มประเภทรถยนต์

ตารางที่ 1: แสดงชุดคุณลักษณะทั้งหมดของผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาว สำหรับบุคคลธรรมดา ในกลุ่มประเภทรถยนต์ Eco car และ B-segment

ชุดที่	โปรโมชั่น	ระยะเวลาการเช่า	จำกัดไมล์/ปี	ค่าเช่าต่อเดือน (บาท)
1	ขับฟรี 1 เดือน	3 – 4 ปี	จำกัด	8,000 – 13,000
2	ขับฟรี 1 เดือน	1 – 2 ปี	จำกัด	13,001 – 18,000
3	สิทธิ์เปลี่ยนรุ่นรถในกลุ่มเดียวกัน	3 – 4 ปี	ไม่จำกัด	8,000 – 13,000
4	สิทธิ์เปลี่ยนรุ่นรถในกลุ่มเดียวกัน	1 – 2 ปี	จำกัด	13,001 – 18,000
5	ฟรีคูปองน้ำมัน 3,000 บาท	น้อยกว่า 1 ปี	จำกัด	8,000 – 13,000
6	ฟรีคูปองน้ำมัน 3,000 บาท	1 – 2 ปี	ไม่จำกัด	13,001 – 18,000

ตารางที่ 2 แสดงชุดคุณลักษณะทั้งหมดของผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาว สำหรับบุคคลธรรมดา ในกลุ่มประเภทรถยนต์ C & D segment, Crossover & SUV

ชุดที่	โปรโมชั่น	ระยะเวลาการเช่า	จำกัดไมล์/ปี	ค่าเช่าต่อเดือน (บาท)
1	ขับฟรี 1 เดือน	3 – 4 ปี	จำกัด	13,001 – 18,000
2	ขับฟรี 1 เดือน	1 – 2 ปี	จำกัด	18,001 – 23,000
3	สิทธิ์เปลี่ยนรุ่นรถในกลุ่มเดียวกัน	3 – 4 ปี	ไม่จำกัด	13,001 – 18,000
4	สิทธิ์เปลี่ยนรุ่นรถในกลุ่มเดียวกัน	1 – 2 ปี	จำกัด	18,001 – 23,000
5	ฟรีคูปองน้ำมัน 3,000 บาท	น้อยกว่า 1 ปี	จำกัด	13,001 – 18,000
6	ฟรีคูปองน้ำมัน 3,000 บาท	1 – 2 ปี	ไม่จำกัด	18,001 – 23,000

III.II.III จัดทำแบบสอบถามเพื่อนำไปเก็บข้อมูล

แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 286 ตัวอย่าง ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และส่วนที่ 2 การให้คะแนนชุดคุณลักษณะ

III.II.IV การวิเคราะห์ข้อมูล

- *สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics)*

เป็นเทคนิคใช้ในการหาข้อสรุปของลักษณะประชากรกลุ่มตัวอย่าง ข้อสรุปหรือผลที่ได้จะใช้อธิบายลักษณะทางประชากรของกลุ่มตัวอย่างที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลมาเท่านั้น เสนอข้อมูลในรูปแบบของ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย การแจกแจงความถี่ สัดส่วน โดยสถิติเชิงพรรณนาจะใช้สำหรับข้อมูลในส่วนที่ 1 ในแบบสอบถาม

- *เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบร่วม (Conjoint Analysis)*

การวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้โปรแกรมทางสถิติ (SPSS) ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบร่วม (Conjoint Analysis) กับข้อมูลส่วนที่ 2 ที่เป็นการให้ผู้ตอบแบบสอบถามจัดอันดับ (Ranking) ชุดคุณลักษณะ ตัวแบบในการวิเคราะห์ความชอบ (Utility Function Form) จะใช้ Part-Worth Model เนื่องจากคุณลักษณะ (Attribute) แต่ละชุด อาจมีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับความชอบ (Preference) และผู้วิจัยไม่ทราบค่าที่เหมาะสมที่มีผลต่อความชอบของกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้นการใช้ Part-Worth Model จึงเป็นตัว

1 การสัมภาษณ์รายบุคคลจำนวน เกิดขึ้นในช่วงเดือนกันยายน 2020 ซึ่งสถานการณ์ภายในประเทศไทยยังสามารถควบคุมการระบาดของ COVID-19 ได้ดี การติดเชื้อของผู้ป่วยยืนยันสะสม 3,431 ราย (ข้อมูลจากกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 4 กันยายน 2563) และการสัมภาษณ์รายบุคคลได้มีการนั่งเว้นระยะ 2 เมตร และสวมหน้ากากอนามัยตลอดระยะเวลาการสัมภาษณ์

แบบที่มีความเหมาะสมเนื่องจากมีการผ่อนปรน และเคร่งครัดน้อยที่สุดในทุกตัวแบบการวิเคราะห์ความชอบ (มนตรี พิริยะกุล, 2555) [9]

การวิเคราะห์ความพึงพอใจในองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาวสำหรับบุคลธรรมดาด้วยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบร่วม (Conjoint Analysis) ครั้งนี้กำหนดให้แบบจำลองความพึงพอใจ (Preference Model) ขององค์ประกอบด้านโปรโมชั่น และราคา เป็นแบบ Discrete ส่วนระยะเวลาในการเช่า การจำกัดไมล์ เป็นการจำลองแบบต่อเนื่องหรือแบบเส้นตรง (Linear) โดยราคา และระยะเวลาในการเช่ามีลักษณะแบบจำลองเป็น Linear Less หมายถึงเมื่อราคาสูงขึ้น จะทำให้ความพึงพอใจลดลง และเมื่อระยะเวลาในการเช่านานขึ้น จะทำให้ความพึงพอใจลดลงเช่นเดียวกัน ซึ่งจะทำให้แบบจำลองมีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากค่าสถิติ Pearson's R และ Kendall's tau มีค่าสูงกว่า การกำหนดแบบจำลองในรูปแบบอื่น ๆ

IV. ผลการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูล

IV.I ข้อมูลทั่วไป

เพศ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นผู้หญิง โดยกลุ่มเจเนอเรชั่นเอ็กซ์ (Generation X) เป็นเพศหญิงร้อยละ 70 เพศชายคิดเป็นร้อยละ 30 กลุ่มเจเนอเรชั่นวาย (Generation Y) เป็นเพศหญิงร้อยละ 65 เพศชายคิดเป็นร้อยละ 35 และเจเนอเรชั่นแซด (Generation Z) เป็นเพศหญิงร้อยละ 59 เพศชายคิดเป็นร้อยละ 41

อายุ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มเจเนอเรชั่นเอ็กซ์ (Generation X) อายุ 40 – 55 ปี คิดเป็นร้อยละ 31.82 กลุ่มเจเนอเรชั่นวาย (Generation Y) อายุ 24 – 39 ปี คิดเป็นร้อยละ 46.85 และเจเนอเรชั่นแซด (Generation Z) อายุ 18 – 23 ปี คิดเป็นร้อยละ 21.33

ระดับการศึกษา ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มเจเนอเรชั่นเอ็กซ์ (Generation X) กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จบระดับการศึกษาสูงสุดคือปริญญาตรีที่ร้อยละ 53 และสูงกว่าระดับปริญญาตรีที่ร้อยละ 41 เช่นเดียวกับกลุ่มเจเนอเรชั่นวาย (Generation Y) จบระดับการศึกษาสูงสุดคือระดับปริญญาตรีที่ร้อยละ 61 และสูงกว่าระดับปริญญาตรีที่ร้อยละ 38 ส่วนเจเนอเรชั่นแซด (Generation Z) กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จบระดับการศึกษาสูงสุดคือปริญญาตรีร้อยละ 75 และต่ำกว่าปริญญาตรีที่ร้อยละ 25

อาชีพ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มเจเนอเรชั่นเอ็กซ์ (Generation X) กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ประกอบอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน คิดเป็นร้อยละ 65 รองมาคือเจ้าของกิจการ คิดเป็นร้อยละ 15 กลุ่มเจเนอเรชั่นวาย (Generation Y) พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ประกอบอาชีพพนักงานเอกชน คิดเป็นร้อยละ 84 และเจเนอเรชั่นแซด (Generation Z) กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ประกอบอาชีพนักเรียน นักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 59 รองลงมาคือพนักงานบริษัทเอกชน คิดเป็นร้อยละ 28

รายได้รวมเฉลี่ยต่อเดือน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มเจเนอเรชั่นแซด (Generation Z) เป็นกลุ่มที่มีรายได้รวมเฉลี่ยต่อเดือนน้อยที่สุดคือมีรายได้ต่ำกว่า 15,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 54 และมีรายได้ 15,000 – 25,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 33 กลุ่มเจเนอเรชั่นวาย (Generation Y) พบว่ามีรายได้รวมเฉลี่ยต่อเดือนที่ 45,001 – 75,000 บาทสูงสุด หรือคิดเป็นร้อยละ 34 รองลงมาคือมีรายได้ 25,001 – 35,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 20 และกลุ่มเจเนอเรชั่นเอ็กซ์ (Generation X) พบว่าเป็นกลุ่มที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนสูงสุดคือมีรายได้มากกว่า 100,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 27 รองลงมาคือมีรายได้รวมเฉลี่ยต่อเดือนที่ 75,001 – 100,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 19

สถานภาพทางสังคม ผลการศึกษาพบว่า เจเนอเรชั่นเอ็กซ์ (Generation X) กลุ่มเจเนอเรชั่นวาย (Generation Y) และกลุ่มเจเนอเรชั่นแซด (Generation Z) กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่พบว่ามีสถานภาพโสดมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 47 ร้อยละ 77 และร้อยละ 100 ตามลำดับ รองลงมาได้แก่สถานภาพสมรส โดยกลุ่มเจเนอเรชั่นเอ็กซ์ (Generation X) และกลุ่มเจเนอเรชั่นวาย (Generation Y) คิดเป็นร้อยละ 43 และร้อยละ 23 ตามลำดับ

จำนวนบุตร ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มเจเนอเรชั่นเอ็กซ์ (Generation X) กลุ่มเจเนอเรชั่นวาย (Generation Y) และกลุ่มเจเนอเรชั่นแซด (Generation Z) กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่พบว่าไม่มีบุตรมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 52 ร้อยละ 87 และร้อยละ 100 ตามลำดับ โดยกลุ่มเจเนอเรชั่นเอ็กซ์ (Generation X) พบว่ามีจำนวนบุตร 1 คน คิดเป็นร้อยละ 27 และจำนวนบุตร 2 คน คิดเป็นร้อยละ 18 กลุ่มเจเนอเรชั่นวาย (Generation Y) พบว่ามีจำนวนบุตร 1 คน คิดเป็นร้อยละ 12 และจำนวนบุตร 2 คน คิดเป็นร้อยละ 1.49

ลักษณะการอยู่อาศัย ผลการศึกษาพบว่าพบว่ากลุ่มเจเนอเรชั่นเอ็กซ์ (Generation X) กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีลักษณะครอบครัวที่อาศัยอยู่รวมกันกับครอบครัว หรือญาติพี่น้องมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 63 รองลงมาได้แก่อาศัยอยู่กับคนรัก เท่ากับอาศัยอยู่คนเดียว คิดเป็นร้อยละ 19 กลุ่มเจเนอเรชั่นวาย (Generation Y) กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีลักษณะครอบครัวที่อาศัยอยู่รวมกันกับครอบครัว หรือญาติพี่น้องมากที่สุดเช่นเดียวกัน คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาได้แก่อาศัยอยู่กับคนรัก คิดเป็นร้อยละ 29 และอาศัยอยู่คนเดียว คิดเป็นร้อยละ 21 และกลุ่มเจเนอเรชั่นแซด (Generation Z) พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีลักษณะครอบครัวที่อาศัยอยู่รวมกันกับครอบครัว หรือญาติพี่น้องมากที่สุดเช่นเดียวกัน คิดเป็นร้อยละ 59 รองลงมาได้แก่อาศัยอยู่คนเดียว คิดเป็นร้อยละ 25 และอาศัยอยู่กับคนรัก คิดเป็นร้อยละ 16

วิธีการเดินทาง ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มเจเนอเรชั่นเอ็กซ์ (Generation X) มักเดินทางโดยการใช้รถยนต์ส่วนตัว คิดเป็นร้อยละ 87 กลุ่มเจเนอเรชั่นวาย (Generation Y) มักเดินทางโดยการใช้รถยนต์ส่วนตัวมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 65 รองลงมาคือเดินทางด้วย BTS/MRT คิดเป็นร้อยละ 54 และเจเนอเรชั่นแซด (Generation Z) มักเดินทางโดยการใช้รถยนต์ส่วนตัว และ BTS/MRT คิดเป็นร้อยละ 59 และร้อยละ 57 ตามลำดับ

กลุ่มประเภทรถยนต์ ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มเจเนอเรชั่นเอ็กซ์ (Generation X) สนใจรถยนต์กลุ่มประเภท SUV มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 25 รองลงมาคือรถยนต์กลุ่มประเภท C & D Segment คิดเป็นร้อยละ 18 เท่ากัน รองลงมาคือ Eco Car, Crossover และ B–Segment คิดเป็นร้อยละ 15 ร้อยละ 14 และร้อยละ 10 ตามลำดับ กลุ่มเจเนอเรชั่นวาย (Generation Y) พบว่าสนใจรถยนต์กลุ่มประเภทรถยนต์ Eco Car มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 25 รองลงมาได้แก่รถยนต์ประเภท Crossover, SUV, B & C-Segment และ D-Segment ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 19 ร้อยละ 17 ร้อยละ 16 และร้อยละ 7 ตามลำดับ ส่วนเจเนอเรชั่นแซด (Generation Z) พบว่าสนใจรถยนต์กลุ่มประเภท Eco Car มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 48

รองลงมาได้แก่รถยนต์ประเภท C-segment, D-segment, B-segment, Crossover และ SUV ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 16 ร้อยละ 11 ร้อยละ 10 ร้อยละ 8 และร้อยละ 7 ตามลำดับ

IV.II ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบร่วม (Conjoint Analysis)

IV.II.I องค์ประกอบสำคัญที่มีผลต่อความพึงพอใจหรือการตัดสินใจเลือกการใช้บริการผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาวสำหรับบุคคลธรรมดา

เมื่อพิจารณาความสำคัญขององค์ประกอบด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาวสำหรับบุคคลธรรมดาที่กลุ่มตัวอย่างใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาตัดสินใจเลือกใช้บริการผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาวสำหรับบุคคลธรรมดาโดยแบ่งข้อมูลเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 สำหรับกลุ่มลูกค้าที่เลือกประเภทรถยนต์ Eco Car และ B-segment รายละเอียดตามตารางที่ 3 และกลุ่มที่ 2 สำหรับกลุ่มลูกค้าที่เลือกประเภทรถยนต์ C & D segment และ Crossover & SUV รายละเอียดตามตารางที่ 4

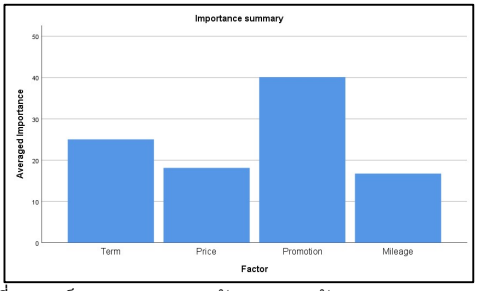
ตารางที่ 3: ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจที่มีต่อองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาวสำหรับบุคคลธรรมดา กลุ่มลูกค้าที่เลือกประเภทรถยนต์ Eco Car และ B-Segment แบ่งตามเจเนอเรชั่น

คุณลักษณะ (Attributes)	ระดับคุณลักษณะ (Level of Attributes)	Gen Z n = 35	Gen Y n = 55	Gen X n = 23	ทั้งหมด n = 113
โปรโมชั่น (Promotion)	ขับฟรี 1 เดือน	1.864	2.264	2.217	2.131
	สิทธิ์เปลี่ยนรุ่นรถในกลุ่มเดียวกัน	1.243	1.509	1.478	1.420
	ฟรีคูปองน้ำมัน 3,000 บาท	0.621	0.755	0.739	0.710
	ความสำคัญ (Importance Level)	*31.193*	*35.670*	*40.104*	*35.186*
ระยะเวลาการเช่า (Term)	น้อยกว่า 1 ปี	-0.311	-0.395	-0.022	-0.293
	1 – 2 ปี	-0.621	-0.791	-0.043	-0.586
	3 – 4 ปี	-0.932	-1.186	-0.065	-0.879
	ความสำคัญ (Importance Level)	*26.120*	*32.231*	*25.031*	*28.873*
การจำกัดไมล์ (Mileage Limitation)	จำกัด	0.836	0.736	0.304	0.679
	ไม่จำกัด	1.671	1.473	0.609	1.358
	ความสำคัญ (Importance Level)	*20.359*	*15.377*	*16.740*	*17.197*
ราคาเช่าต่อเดือน (Rental Price)	8,000 – 13,000 บาท	-1.389	-0.768	-0.978	-1.003
	13,001 – 18,000 บาท	-2.779	1.536	-1.957	-2.007
	ความสำคัญ (Importance Level)	*22.328*	*16.722*	*18.125*	*18.744*
			ค่าคงที่ (Constant)		3.314
			ค่า Pearson's R		.993*
			ค่า Kendall's tau		.867*

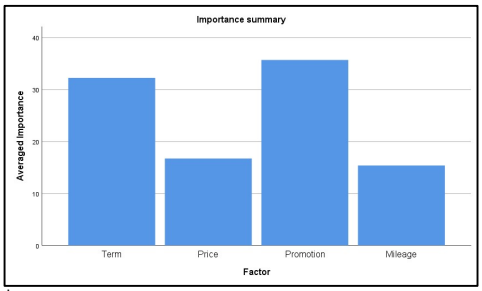
*หมายเหตุ: * คือ มีความน่าเชื่อถือที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01*

จากตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาความเหมาะสมของแบบจำลอง จากค่าสถิติ Pearson's R และ Kendall's tau ซึ่งแสดงถึงความสอดคล้องของค่าความพอใจที่พยากรณ์ได้จากแบบจำลองกับค่าความพอใจที่ได้จากผู้ตอบแบบสอบถาม หรือแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการพยากรณ์ โดยค่า Pearson's R และ ค่า Kendall's tau เมื่อแปลงเป็นค่าร้อยละ พบว่าสามารถพยากรณ์ค่าความพึงพอใจที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 และสามารถพยากรณ์ได้ร้อยละ 99.3 และร้อยละ 86.7 ตามลำดับ

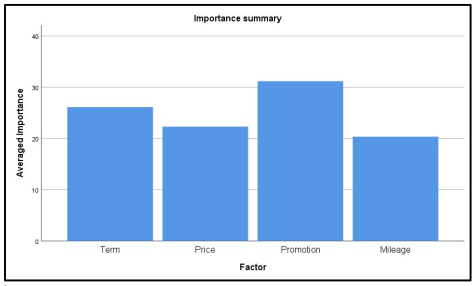
เมื่อพิจารณาความสำคัญขององค์ประกอบด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาวสำหรับบุคคลธรรมดาที่กลุ่มตัวอย่างใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาตัดสินใจเลือกใช้บริการผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาวสำหรับบุคคลธรรมของแต่ละเจเนอเรชั่นพบว่าทั้งสามเจเนอเรชั่น ให้ความสำคัญกับองค์ประกอบที่สอดคล้องกันคือ โปรโมชั่น มากที่สุด องค์ประกอบรองลงมาได้แก่ ระยะเวลาเช่า ราคาเช่าต่อเดือน และการจำกัดไมล์ เรียงตามลำดับ โดยกลุ่มเจเนอเรชั่นเอ็กซ์ (Generation X) คิดเป็นร้อยละ 40.10 ร้อยละ 25.03 ร้อยละ 18.13 และร้อยละ 16.74 ตามลำดับ กลุ่มเจเนอเรชั่นวาย (Generation Y) คิดเป็นร้อยละ 35.67 ร้อยละ 32.23 ร้อยละ 16.72 และร้อยละ 15.38 ตามลำดับ และกลุ่มเจเนอเรชั่นแซด (Generation Z) คิดเป็นร้อยละ 31.19 ร้อยละ 26.12 ร้อยละ 22.33 และร้อยละ 20.36 ตามลำดับ โดยจะสังเกตได้ว่าเจเนอเรชั่นเอ็กซ์ (Generation X) จะให้ความสำคัญกับโปรโมชั่นมากกว่าปัจจัยอื่น ๆ ส่วนเจเนอเรชั่นวาย (Generation Y) จะให้ความสำคัญกับองค์ประกอบโปรโมชั่น และระยะเวลาในการเช่าพอ ๆ กัน ในขณะที่เจเนอเรชั่นแซด (Generation Z) จะมีการพิจารณาทุกองค์ประกอบพอ ๆ กันแต่จะให้ความสำคัญกับองค์ประกอบโปรโมชั่นมากที่สุด รายละเอียดดังรูปที่ 1 – 3



รูปที่ 1. องค์ประกอบความสำคัญของกลุ่มตัวอย่าง Generation X



รูปที่ 2. องค์ประกอบความสำคัญของกลุ่มตัวอย่าง Generation Y



รูปที่ 3. องค์ประกอบความสำคัญของกลุ่มตัวอย่าง Generation Z

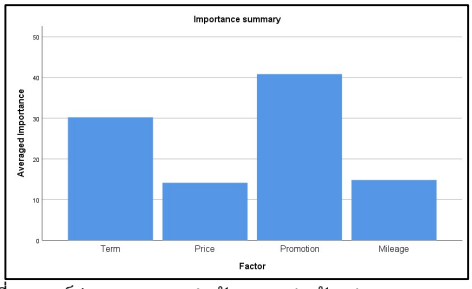
ตารางที่ 4 : ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจที่มีต่อองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาวสำหรับบุคคลธรรมดา กลุ่มลูกค้าที่เลือกประเภทรถยนต์ C & D segment และ Crossover & SUV แบ่งตามเจเนอเรชั่น

คุณลักษณะ (Attributes)	ระดับคุณลักษณะ (Level of Attributes)	Gen Z n = 26	Gen Y n = 79	Gen X n = 68	ทั้งหมด n = 173
โปรโมชั่น (Promotion)	ขับฟรี 1 เดือน	3.779	9.750	1.665	1.569
	สิทธิ์เปลี่ยนรุ่นรถในกลุ่มเดียวกัน	2.519	6.500	1.110	1.046
	ฟรีคูปองน้ำมัน 3,000 บาท	1.260	3.250	0.555	0.523
	ความสำคัญ (Importance Level)	*44.912*	*52.525*	*40.841*	*40.490*
ระยะเวลาการเช่า (Term)	น้อยกว่า 1 ปี	-0.668	-1.625	-0.072	-0.201
	1 – 2 ปี	-1.337	-3.250	-0.143	-0.402
	3 – 4 ปี	-2.005	-4.875	-0.215	-0.603
	ความสำคัญ (Importance Level)	*26.372*	*26.263*	*30.225*	*29.237*
การจำกัดไมล์ (Mileage Limitation)	จำกัด	1.163	1.750	0.386	0.506
	ไม่จำกัด	2.327	3.500	0.772	1.012
	ความสำคัญ (Importance Level)	*17.476*	*14.141*	*14.806*	*16.732*
ราคาเช่าต่อเดือน (Rental Price)	13,001 – 18,000 บาท	-1.010	-1.750	-0.930	-0.777
	18,001 – 23,000 บาท	-1.514	-2.625	-1.395	-1.166
	ความสำคัญ (Importance Level)	*11.239*	*7.071*	*14.128*	*13.540*
			ค่าคงที่ (Constant)		3.186
			ค่า Pearson's R		.968*
			ค่า Kendall's tau		.733**

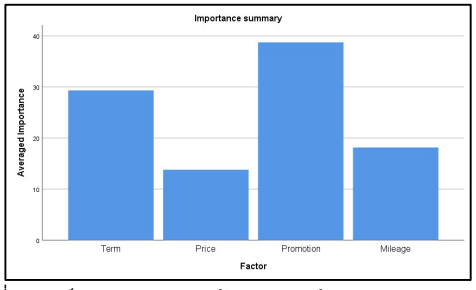
*หมายเหตุ: * คือ มีความน่าเชื่อถือที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01*
*** คือ มีความน่าเชื่อถือที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.10*

จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาความเหมาะสมของแบบจำลอง จากค่าสถิติ Pearson's R และ Kendall's tau ซึ่งแสดงถึงความสอดคล้องของค่าความพอใจที่พยากรณ์ได้จากแบบจำลองกับค่าความพอใจที่ได้จากผู้ตอบแบบสอบถาม หรือแสดงให้เห็นถึงความสามารถใจการพยากรณ์โดยค่า Pearson's R และ ค่า Kendall's tau เมื่อแปลงเป็นค่าร้อยละ พบว่าสามารถพยากรณ์ค่าความพึงพอใจที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 และ 0.10 และสามารถพยากรณ์ได้ร้อยละ 96.8 และร้อยละ 73.3 ตามลำดับ

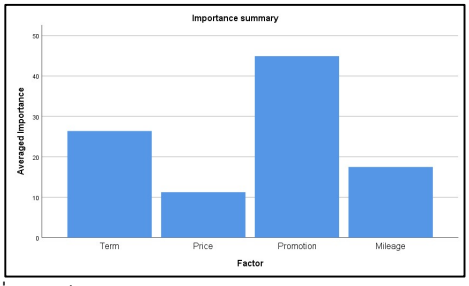
เมื่อพิจารณาความสำคัญขององค์ประกอบด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาวสำหรับบุคคลธรรมดาที่กลุ่มตัวอย่างใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาตัดสินใจเลือกใช้บริการผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาวสำหรับบุคคลธรรมของแต่ละเจเนอเรชั่นพบว่าทั้งสามเจเนอเรชั่น ได้แก่ เจเนอเรชั่นเอ็กซ์ (Generation X) เจเนอเรชั่นวาย (Generation Y) และเจเนอเรชั่นแซด (Generation Z) ให้ความสำคัญกับองค์ประกอบที่สอดคล้องกันคือ โปรโมชั่น มากที่สุด องค์ประกอบรองลงมาได้แก่ ระยะเวลาเช่า การจำกัดไมล์ และราคาต่อเดือน เรียงตามลำดับ โดยกลุ่มเจเนอเรชั่นเอ็กซ์ (Generation X) คิดเป็นร้อยละ 40.84 ร้อยละ 30.23 ร้อยละ 14.81 และร้อยละ 14.13 ตามลำดับ กลุ่มเจเนอเรชั่นวาย (Generation Y) คิดเป็นร้อยละ 52.53 ร้อยละ 26.26 ร้อยละ 14.14 และร้อยละ 7.071 ตามลำดับ และกลุ่มเจเนอเรชั่นแซด (Generation Z) คิดเป็นร้อยละ 44.91 ร้อยละ 26.37 ร้อยละ 17.48 และร้อยละ 11.24 ตามลำดับ โดยจะเห็นว่าทั้งสามเจเนอเรชั่นให้ความสำคัญต่อองค์ประกอบโปรโมชั่น และระยะเวลาในการเช่ามากที่สุด และให้ความสำคัญต่อองค์ประกอบด้านราคาเช่าต่อเดือน และการจำกัดไมล์น้อยกว่า 2 ปัจจัยแรก รายละเอียดดังรูปที่ 4 – 6



รูปที่ 4. องค์ประกอบความสำคัญของกลุ่มตัวอย่าง Generation X



รูปที่ 5. องค์ประกอบความสำคัญของกลุ่มตัวอย่าง Generation Y



รูปที่ 6. องค์ประกอบความสำคัญของกลุ่มตัวอย่าง Generation Z

V. สรุปและอภิปรายผล

ผลิตภัณฑ์ระเช่าระยะยาวสำหรับบุคคลธรรมดาควรมีการนำเสนอรถยนต์ในกลุ่มประเภท Eco Car และ B-segment สำหรับกลุ่มลูกค้าเจเนอเรชั่นแซด (Generation Z) และ เจเนอเรชั่นวาย (Generation Y) เป็นหลัก ซึ่งเป็นกลุ่มที่อยู่ในวัยกำลังศึกษา และก้าวสู่ชีวิตการทำงาน เน้นกลุ่มลูกค้าที่มีอายุงานไม่เยอะ และกลุ่มนี้มีสถานภาพโสดเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากกลุ่มรถยนต์ประเภทนี้จะมีราคาที่ไม่สูงมากขนาดรถยนต์กระทัดรัดมีความคล่องตัวในการขับในเมือง และจุดเด่นคือประหยัดน้ำมันซึ่งเหมาะกับไลฟ์สไตล์ของกลุ่มคนทั้งสองเจเนอเรชั่นนี้อย่างมาก โดยลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ให้อรรถประโยชน์สูงสุดสำหรับกลุ่มนี้คือ โปรโมชั่น ควรออกแบบโปรโมชั่นที่ให้ความรู้สึกถึงความคุ้มค่าในการเลือกใช้บริการ โดยโปรโมชั่นที่ควรใช้คือ ขับฟรี 1 เดือน ระยะเวลาในการเช่าคือน้อยกว่า 1 ปีมากที่สุด รองลองมาคือ 1 – 2 ปี ราคาเช่าต่อเดือนควรอยู่ในช่วงระหว่าง 8,000 – 13,000 บาท และการจำกัดไมล์หากเป็นไปได้ไม่ควรที่จะจำกัดไมล์เพื่อให้กลุ่มลูกค้ารู้สึกถึงความคุ้มค่าของผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาว

นอกจากนี้สำหรับกลุ่มเจเนอเรชั่นวาย (Generation Y) สามารถนำเสนอรถยนต์ในกลุ่มประเภท C-segment, Crossover และSUV ได้เช่นกัน โดยเน้นไปที่กลุ่มลูกค้าอายุในช่วงระหว่าง 29 – 39 ปี อายุงานเยอะ รายได้มั่นคง และเริ่มสร้างครอบครัว โดยกลุ่มนี้มีความสนใจในกลุ่มรถยนต์เหล่านี้ด้วย เนื่องจากตัวรุ่นรถที่มีขนาดเครื่องยนต์ที่ใหญ่ขึ้น ห้องโดยสารมีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น จะรองรับความต้องการของกลุ่มลูกค้านี้ได้ โดยลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ให้อรรถประโยชน์สูงสุดสำหรับกลุ่มนี้คือ โปรโมชั่น ขับฟรี 1 เดือน ระยะเวลาในการเช่า คือ น้อยกว่า 1 ปี ไม่ควรมีการจำกัดไมล์เนื่องจากกลุ่ม และราคาเช่าต่อเดือน 13,001 – 18,000 บาท และสำหรับกลุ่มเจเนอเรชั่นเอ็กซ์ (Generation X) ที่มีอายุระหว่าง 40 – 55 ปี กลุ่มนี้มีความมั่นคงทั้งด้านอาชีพ และรายได้ สามารถนำเสนอรถยนต์ในกลุ่มประเภท SUV เนื่องจากมีความสนใจในรถยนต์ประเภทนี้มากที่สุด รองลงมาคือ C & D segment และ Crossover ตามลำดับ โดยอรรถประโยชน์จะสอดคล้องกับกลุ่มเจเนอเรชั่นเอ็กซ์ (Generation X) ดังที่กล่าวไปข้างต้น คือ โปรโมชั่น ขับฟรี 1 เดือน ระยะเวลาในการเช่า คือ น้อยกว่า 1 ปี ไม่ควรมีการจำกัดไมล์ และราคาเช่าต่อเดือน 13,001 – 18,000 บาท

เมื่อวิเคราะห์ในมุมมองกลุ่มประเภทรถยนต์ สำหรับกลุ่มลูกค้าที่เลือกประเภทรถยนต์ Eco Car และ B-segment หรือกลุ่มที่ 1 จะพบว่าทั้ง 3 เจเนอเรชั่นให้ความสำคัญในด้านโปรโมชั่น เป็นอันดับหนึ่ง รองลงมาคือ ระยะเวลาในการเช่า ราคา และการจำกัดไมล์ ตามลำดับสอดคล้องกันทั้ง 3 เจเนอเรชั่น ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่ากลุ่มคนเหล่านี้ให้ความสำคัญกับเรื่องราคามากกว่าการจำกัดไมล์ หมายถึงว่าหากข้อเสนอนั้นมีการจำกัดไมล์/ปี แต่มาพร้อมกับราคาเช่าต่อเดือนที่ลดลง จะเป็นข้อเสนอที่น่าสนใจสำหรับกลุ่มนี้ แตกต่างจากกลุ่มลูกค้าที่เลือกประเภทรถยนต์กลุ่มที่ 2 คือประเภทรถยนต์ C & D segment และ Crossover & SUV โดยจะให้ความสำคัญในด้านโปรโมชั่น เป็นอันดับหนึ่ง รองลงมาคือ ระยะเวลาในการเช่า การจำกัดไมล์ และราคา ตามลำดับสอดคล้องกันทั้ง 3 เจเนอเรชั่นเช่นเดียวกัน โดยกลุ่มนี้จะมองเรื่องราคาเป็นอันดับสุดท้าย ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่ากลุ่มคนเหล่านี้ที่มีกำลังในการจ่ายค่าเช่าต่อเดือนที่มีราคาสูงขึ้นจะมองถึงความคุ้มค่าและบริการที่ครอบคลุมของตัวผลิตภัณฑ์เป็นหลัก ดังนั้นกลุ่มธุรกิจที่ให้บริการรถเช่าระยะยาวสำหรับบุคคลธรรมดาสามารถนำผลการศึกษาไปปรับใช้เพื่อวางแผนในการออกแบบผลิตภัณฑ์ รวมถึงโปรโมชั่นส่งเสริมการขายให้ตรงกับความต้องการของแต่ละเจเนอรชั่น

VI. ข้อเสนอแนะ

การกำหนดคุณลักษณะจากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างนั้นเป็นเรื่องยาก เนื่องจากมีหลายปัจจัยที่ผู้วิจัยเห็นความสำคัญ เช่น ความหลากหลายของรุ่นรถยนต์ ความน่าเชื่อถือของผู้ให้บริการ พนักงานที่มีความรู้ความเข้าใจพร้อมให้บริการ และบริการอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากบริการมาตรฐานรถเช่าระยะยาว เป็นต้น เป็นเรื่องยากที่จะกำหนดค่าระดับ (Level) ให้เป็นค่าที่ประเมินและวัดได้ จึงทำให้คุณลักษณะที่นำมาประกอบจึงเป็นเรื่องพื้นฐานทั่วไปไม่สะท้อนถึงถึงผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาวทั้งหมด ดังนั้นควรนำการวิจัยนี้มาสนับสนุนและเป็นส่วนเสริมในส่วนที่ยากต่อการอธิบายต่อไป และควรเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างในการสัมภาษณ์เพื่อสอบถามค่าระดับ (Level) เฉพาะในแต่ละกลุ่มเจเนอเรชั่นที่มีความแตกต่างกันเพื่อให้ค่าระดับ (Level) ของแต่ละคุณลักษณะตรงกับความต้องการของแต่กลุ่มเจเนอเรชั่นอย่างแท้จริง นอกจากนี้การนำเสนอ Profile Card ภาพพร้อมคำบรรยาย อาจทำให้ผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่มีความรู้ความเข้าใจในการแสดงภาพสื่อถึงลักษณะของผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาวสับสน เนื่องจากภาพอาจจะไม่แสดงออกถึงการทำเป็นตัวอย่าง และผู้ตอบแบบสอบถามไม่เห็นของจริงทำให้การเปรียบเทียบคุณค่ากับราคายังไม่ชัดเจนพอ ข้อจำกัดเวลาและทุนทำให้กลุ่มตัวอย่างเป็นเพียงเฉพาะกลุ่ม คือ กลุ่มประชากรที่อาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครฯ เท่านั้น ผลการวิจัยที่ออกมาต่อผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาวสำหรับบุคคลธรรมดาเป็นเพียงแค่เฉพาะกลุ่มอาจจะใช้ไม่ได้ในวงกว้าง ซึ่งความเป็นจริงแล้วกลุ่มลูกค้าที่มีความสนใจและมีกำลังในการใช้บริการยังมีจำนวนมาก และหลากหลาย การวิเคราะห์และการสรุปผลยังขาดการกระจายของกลุ่มตัวอย่างที่จะนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์รถเช่าระยะยาวสำหรับบุคลธรรมดาที่สมบูรณ์แบบ ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคทุกกลุ่ม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก ดร.อัครนันท์ พงศธรวิวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์ และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ สำหรับข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น ผู้วิจัยขอน้อมรับผิดเพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] ชุติมา มุสิกะเจริญ, “ศูนย์วิจัยกสิกรฯ คาดยอดผลิตรถยนต์ไทยปีนี้ลดลง 21-25% ต่ำสุดในรอบ 9 ปี”, สำนักข่าวอีไฟแนนซ์ไทย, May. 2020.

[2] ศูนย์ปฏิบัติการภาวะฉุกเฉิน กรมควบคุมโรค, “กรมควบคุมโรค แนะประชาชนเพิ่มระยะห่างทางสังคม “Social Distancing” กับ 8 วิธี ป้องกันโรคโควิด-19”, กรมควบคุมโรค, Apr. 2020.

[3] Wann Yih Wu, Ying Kai Liao, Anon Chatwuthikrai,

"Applying conjoint analysis to evaluate consumer preferences toward subcompact cars", ELSEVIER, vol 41, no. 6, pp 2782-2792, May. 2014.

[4] Elfadil Timan, "Consumer Preferences for Cigarettes in Sudan A Conjoint Analysis Approach", Macrothink Institute, vol 8, no. 3, May. 2016.

[5] Eric Beckman, Kuo-Liang "Matt" Chang, "Consumer Preference and Willingness to Pay for the Tourism Packages: A Conjoint Study of a Rural Destination", Redfame, vol 4, no. 2, June. 2018.

[6] กรมการขนส่งทางบก, "อายุของผู้ที่ประสงค์จะขอรับใบขับขี่", https://www.dlt.go.th/, June. 2016.

[7] Hair, Joseph F., Black, Bill, Babin, Barry, Anderson, Rolph, "Multivariate Data Analysis (6th Edition)", Pearson Education, 2006.

[8] IBM Corp., "IBM SPSS Statistics for Windows" Version 25, Armonk, NY: IBM Corp., Released 2017.

[9] มนตรี พิริยะกุล, "Conjoint Analysis", วารสารรามคำแหง ปีที่ 29 ฉบับพิเศษ บทความวิชาการ, pp 252-272, Apr-Jun. 2012.

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าผ่านทาง Shopee

Factors Influencing the Decision to Purchase the Product through Shopee

1st เก็จมณี กมลสุริยกล้า
Ketmanee Kamolsuriyakla
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
ka.ketmanee_st@tni.ac.th

2nd พีรยา เศรษฐพัฒน์
Peeraya Setthapat
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
peeraya@tni.ac.th

บทคัดย่อ – เนื่องด้วยสถานการณ์การระบาดของไวรัสโคโรน่าที่ได้แพร่กระจายไปทั่วโลก ส่งผลให้การซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์เข้ามามีบทบาทอย่างมาก ด้วยเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาให้ใช้สะดวกและง่ายดายด้วยแอพพลิเคชั่นต่าง ๆ งานวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าผ่านทางแอพพลิเคชั่น Shopee มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านแอพพลิเคชั่น Shopee โดยใช้ส่วนประสมการตลาดบริการทั้ง 8 ด้าน ได้แก่ ผลิตภัณฑ์บริการ ราคา ช่องทางการจัดจำหน่าย การส่งเสริมการตลาด พนักงานบริการ สภาพแวดล้อมทางกายภาพ กระบวนการให้บริการ รวมไปถึงคุณภาพการให้บริการของ Shopee ด้วย เพื่อนำข้อมูลไปวางแผนและปรับตัวทางธุรกิจและพัฒนาแอพพลิเคชั่น Shopee ให้ตอบโจทย์ผู้บริโภคเพิ่มมากขึ้น โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตัวอย่างผ่านแบบสอบถามและวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการวิจัยเชิงปริมาณโดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้บริการชาวไทย จำนวน 307 ตัวอย่างจาก 400 ตัวอย่างจากผู้ที่เคยผ่านการซื้อสินค้าทางแอพพลิเคชั่น Shopee เป็น "การสุ่มตัวแบบบังเอิญ" แบบสอบถามโดยใช้วิธี Likert แบบ 5 ระดับและวิเคราะห์ ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาวิเคราะห์ข้อมูล

คำสำคัญ – ไวรัสโคโรน่า, ออนไลน์, ส่วนประสมการตลาด, Shopee

***Abstract*- With technology that has been developed to be convenient and easy to use, combined with various applications, making shopping through online channels is no longer difficult. Research on Factors Influencing the Decision to Purchase the Product through Shopee has objective of this study is to study the factors that affect Thai consumers' purchasing decisions via the Shopee application. By using the service marketing mix in all 8 aspects including Product, Price, Place, Promotion, People/Employee, Physical Evidence/Environment, Process, Service Quality of Shopee to apply the research results to be a guideline for improvement and development of Shopee applications to meet the needs of more consumers by collecting the sample data through questionnaires and analyzing the data using the processing from the package. The data were collected from 307 of 400 samples from people who had previously made a purchase through the Shopee application. The samples were selected without any sampling as a "coincidental sampling" questionnaire using a 5-level Likert method and analyzed.**

***Keywords* – coronavirus, online, marketing mix, Shopee**

I. บทนำ

ในปัจจุบันนี้โลกได้เข้าสู่สังคมโลกาภิวัตน์อย่างเต็มรูปแบบ ซึ่งสร้างความเปลี่ยนแปลงหลายสิ่งหลายอย่างให้กับมนุษย์ทั้งส่วนบุคคล การศึกษา การจัดการธุรกิจ การพาณิชย์ อุตสาหกรรม สังคม การเมือง โดยเฉพาะโลกดิจิตอลหรือสื่อออนไลน์

[9] [10] เทคโนโลยี และอินเตอร์เน็ตเข้ามามีบทบาทภายในชีวิตประจำวันของประชาชน ในปัจจุบันมากยิ่งขึ้น ก็จะเป็นส่วนที่ส่งผลต่อพฤติกรรมของผู้บริโภค และพฤติกรรมในการซื้อสินค้าที่เปลี่ยนแปลงไปจึงส่งผลกระทบต่อภาคธุรกิจที่จะต้องมีการปรับตัวให้เข้ากับการตลาดออนไลน์มากยิ่งขึ้น

[11] หากพูดถึงเว็บไซต์หรือธุรกิจที่ขายสินค้าออนไลน์ในประเทศไทยก็จะมีShopee เป็นตลาดซื้อขายออนไลน์ (C2C) มีร้านค้า หลากหลายร้าน เช่น เสื้อผ้าผู้ชาย/ผู้หญิง เครื่องสำอางค์ อุปกรณ์การแต่งกายต่าง ๆ อุปกรณ์เสริมต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นต้น มีการจัดโปรโมชั่นพิเศษเพื่อลูกค้าเป้าหมายและลูกค้ากลุ่มใหม่ๆอยู่ตลอดเวลาทำให้Shopee เป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวางและได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น

ผู้วิจัยจึงมองเห็นถึงปัญหาและโอกาสในการที่จะทำการศึกษาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าผ่านทางแอพพลิเคชั่น Shopee โดยนำเอาปัจจัยด้านต่าง ๆ มาทำการวิจัยเพื่อทราบถึงทัศนคติของผู้บริโภคที่มีผลต่อการซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านแอพพลิเคชั่น เพื่อที่จะนำมาพัฒนาระบบการขายสินค้าทางออนไลน์ให้ตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้ดียิ่งขึ้น

II. วัตถุประสงค์และวรรณกรรมปริทัศน์

1. เพื่อศึกษาปัจจัยทางด้านประชากรศาสตร์ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าผ่านทาง Shopee ของนักท่องเที่ยวชาวไทย
2. เพื่อศึกษาปัจจัยด้านส่วนผสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าผ่านแอพพลิเคชั่น Shopee

ทฤษฎีและแนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

II.I แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกบด้านประชากรศาสตร์

บุคคลที่มีลักษณะทางประชากรศาสตร์(Demographic) ที่แตกต่างกันย่อมมีความคิด ทัศนคติ และพฤติกรรมที่แตกต่างกัน ลักษณะทางประชากรศาสตร์ รายละเอียด ดังนี้

เพศ (Sex) เพศหญิงและเพศชายจะมีความแตกต่างกันในหลาย ๆ ด้าน

อายุ (Age) อายุจะเป็นสิ่งที่กำหนดว่าบุคคลแต่ละบุคคลมีประสบการณ์ชีวิตมากน้อยเพียงใดความแตกต่างของช่วงอายุก็จะทำให้บุคคลมีความแตกต่างกน ซึ่งช่วงอายุนั้นจะมีผลต่อทั้งความคิดหรือพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของแต่ละบุคคล

ระดับการศึกษา (Education) ระดับการศึกษาเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อความคิดหรือทัศนคติของแต่ละบุคคล การที่คนมีระดับการศึกษาที่แตกต่างกันย่อมทำให้ความคิดและทัศนคติแตกต่างกนตามไปด้วย

รายได้ (Income) ระดับรายได้จะเป็นสิ่งที่กำหนดพฤติกรรมหรือรูปแบบในการดำเนินชีวิตการเลือกซื้อสินค้าต่าง ๆ

II.II แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกบส่วนประสมทางการตลาด

[6] ส่วนประสมทางการตลาด คือ สิ่งเร้าทางการตลาดทำให้เกิดขั้นตอนในการตัดสินใจซื้อ โดยสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. ด้านผลิตภัณฑ์ (Product) ทำบรรจุภัณฑ์ในน่าสนใจเพื่อที่จะทำให้ผู้บริโภค ที่ตัดสินใจซื้อได้รวดเร็วขึ้น
2. ด้านราคา (Price) ผลิตภัณฑ์ที่มีราคาต่ำจะเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภคในการตัดสินใจที่มีตัวเลือกที่หลากหลายผู้บริโภคมักใช้การ พิจารณาอย่างละเอียดในเรื่องราคาเป็นหลัก
3. ด้านช่องทางการจำหน่าย (Place หรือ Distribution) มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าและง่ายที่จะหาซื้อ
4. ด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion) ทำให้ผู้บริโภคอาจจะได้รับข่าวสารจากนักการตลาดที่จะ ส่งไปเตือนใจให้เขาทราบว่าเขามีปัญหา
5. ด้านบุคคล/พนักงาน (People/Employee) พนักงานที่ทำงานเพื่อก่อประโยชน์ให้แก่องค์กรต่างๆ
6. ด้านปัจจัยด้านกายภาพและการนำเสนอ (Physical Evidence/Environment and Presentation) สิ่งที่ลูกค้าสามารถสัมผัสได้จากการเลือกใช้สินค้าและ/หรือบริการขององค์กร เป็นการสร้างความแตกต่างอย่างโดดเด่น และมีคุณภาพ
7. ด้านกระบวนการ (Process) เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับระเบียบวิธีการและงานปฏิบัติในด้านการบริการที่นำเสนอให้กับผู้ใช้บริการเพื่อมอบการให้บริการอย่างถูกต้องรวดเร็ว
8. ด้านคุณภาพบริการ (Service Quality) คุณภาพการให้บริการที่ลูกค่าจะสามารถรับรู้ได้จากการเข้ารับบริการ ซึ่งเป็นสิ่งที่ลูกค้าจะตัดสินหลังจากรับบริการด้วยการนำสิ่งได้รับบริการ ไปเปรียบเทียบกับสิ่งที่คาดหวังก่อนรับบริการ

II.III แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจซื้อ

[7] การตัดสินใจ คือ กระบวนการในการเลือกทางเลือกทางใดทางหนึ่งเพื่อให้ได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการรวมไปถึงการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าและบริการกระบวนการตัดสินใจซื้อ

1. การรับรู้ถึงความต้องการหรือปัญหา (Problem/Need Recognition)
2. การแสวงหาข้อมูล (Information Search)
3. การประเมินทางเลือก (Evaluation of Alternatives)
4. การตัดสินใจซื้อ (Purchase Decision)
5. พฤติกรรมภายหลังการซื้อ (Post purchase Behavior)

II.IV แนวคิดเกี่ยวกับ Mobile Application

Mobile Application ประกอบขึ้นด้วยคำสองคำคือ Mobileกับ Application ซึ่งมีความหมายดังต่อไปนี้Mobile คืออุปกรณ์สื่อสารพกพาได้และทำงานได้คล้ายกบเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วน Application หมายถึงซอฟต์แวร์ที่ใช้เพื่อช่วยการทำงานของผู้ใช้ (User) โดย Application จะต้องมีสิ่งที่เรียกว่า ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interfaceหรือ UI) เพื่อเป็นตัวกลางใช้งานต่าง ๆ

Mobile Application เป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่นโทรศัพท์มือถือ หรือแท็บเล็ตโดยโปรแกรมจะช่วยตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ให้ใช้งานได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น ในปัจจุบันโทรศัพท์มือถือ หรือสมาร์ทโฟน มีหลายระบบปฏิบัติการที่พัฒนาออกมา แต่ระบบปฏิบัติการที่ผู้บริโภคนิยมใช้ คือ iOS และ Android จึงทำให้เกิดการเขียนหรือพัฒนาแอพพลิเคชั่นลงบนสมาร์ทโฟนเป็นอย่างมาก

II.V ประวัติร้านค้าออนไลน์ SHOPEE

[8] [12] 2 ธันวาคม 2558 SHOPEE อุตสาหกรรม shopping platform โดยลักษณะ E-Commerce จะเป็นการค้าขายที่กำลังเป็นเทรนด์แห่งอนาคตที่โดนใจคนรุ่นใหม่ ตลาดขายสินค้าออนไลน์บนมือถือแบบลูกค้าถึงลูกค้า (C2C) แห่งล่าสุดของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เป็นแหล่งรวบรวมสินค้าหลากหลายชนิด เข้าใจถึงความต้องการของลูกค้า มีวิธีการชำระเงินที่ปลอดภัยที่หลากหลายจ่ายผ่านทางธนาคารชั้นนำ มีระบบจัดส่งแบบครบวงจรและบริการเก็บเงินปลายทางทั่วประเทศโดยผู้บริโภคจะเห็นสินค้าก่อนจ่ายเงินและได้ ตรวจสอบความพึงพอใจ จึงมันใจได้ในคุณภาพของสินค้า ซึ่งสร้างความประทับใจต่อผู้ซื้อได้มากเพราะมั่นใจในระบบการจ่ายเงินและการได้รับของตรงตามที่สั่ง

II.VI งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

[5] รัชนี ไพศาลวงศ์ดีและผศ.ดร.อิทธิกร ขำเดช (2556)ได้ทำการศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าเสื้อผ้าสตรีทางอินเตอร์เน็ตของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครผลการวิจัยพบว่าผู้ที่ตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าสตรีทางอินเตอร์เน็ตส่วนใหญ่มีอายุระหวาง 26 -35 ปี มีระดับการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี มีสถานะภาพโสด ส่วนใหญ่มีอาชีพเป็นพนักงานบริษัทเอกชน ซึ่งมีรายได้ต่อเดือนมากกวา 30,001 บาท ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้บริโภคและปัจจัยด้านส่วนประสมทาง

การตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าเสื้อผ้าสตรีทางอินเตอร์เน็ตในเขตกรุงเทพมหานคร ที่ระดับความสำคัญมาก คือ ความสะดวกในการค้นหาสินค้าและบริการ สินค้ามีให้เลือกมากมายหลากหลาย การที่มีป้ายบอกราคาที่ชัดเจน ความสะดวกในการเลือกซื้อสินค้า และการที่มีการส่งเสริมการขายโดยให้ส่วนลด

[1] จุฑารัตน์ เกียรติรัศมี (2558) ได้ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการซื้อสินค้าผ่านทางแอพพลิเคชั่นออนไลน์ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางแอพพลิเคชั่นออนไลน์ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีดังนี้ ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ช่องทางการจัดจำหน่าย และการยอมรับเทคโนโลยี

[3] ปิยมาภรณ์ ช่วยชูหนู (2559) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ที่แตกต่างกันส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ไม่แตกต่างกัน ส่วนปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาด ได้แก่ ด้านบุคลากรและคุณภาพของสินค้า ด้านราคาด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านภาพลักษณ์ของสินค้าและร้านค้า และด้านข้อมูลร้านค้า ข้อมูลสินค้าและกระบวนการให้บริการทุกปัจจัยส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์

[4] ภัทรานิษฐ์ ฉายสุวรรณคีรี (2559) ได้ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าจากร้านค้าในเครือข่ายเฟซบุ๊คและอินสตาแกรม พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าจากร้านค้าในเครือข่ายเฟซบุ๊คและอินสตาแกรม มีอยู่3 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาดและความมชื่อเสียงของแบรนด์และปัจจัยด้านการนำเสนอข้อมูลสินค้าและความสะดวกในการสั่งซื้อและชำระเงิน

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหาดำเนินการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าผ่านทาง Shopee ขอบเขตด้านเนื้อหาดำเนินการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าผ่านทาง Shopee โดยใช้ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์และปัจจัยด้านส่วนผสมทางการตลาดต่างๆ ประกอบด้วย

1.ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ (Product)

2.ปัจจัยด้านราคา (Price)

3.ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย (Place)

4.ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion)

5.ปัจจัยด้านบุคคล/พนักงาน (People/Employee)

6.ปัจจัยด้านกายภาพและการนำเสนอ (Physical Evidence/Environment and Presentation)

7.ปัจจัยด้านกระบวนการ (Process)

8.ปัจจัยด้านคุณภาพบริการ (Service Quality)

ขอบเขตด้านประชากรผู้วิจัยได้กำหนดประชาการ ได้แก่ ประชากรคนไทยที่เคยซื้อสินค้าออนไลน์

ประชากรเป้าหมาย ประชากรที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ กลุ่มประชากรที่เคยซื้อสินค้าออนไลน์

กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ที่เคยซื้อสินค้าออนไลน์โดยการสุ่มแบบที่ไม่คำนึงถึงความน่าจะเป็นในการสุ่ม (Non - Probability Sampling) จำนวน 400 คน

III. ระเบียบวิธีวิจัย

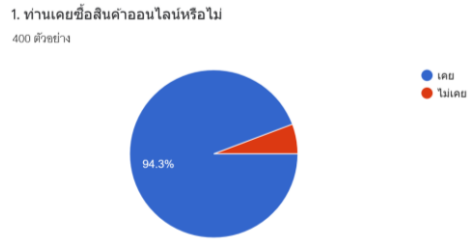
การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าผ่านทาง Shopee เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) กับกลุ่มเป้าหมาย หนึ่งกลุ่มเป็นจำนวน 400 คน ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งแบบสอบถามออกเป็น ส่วนที่ 1 พฤติกรรมการซื้อสินค้าออนไลน์ ส่วนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทาง Shopee เกี่ยวกับ เพศ อายุ อาชีพ ระดับรายได้ สินค้าหรือบริการที่เคยซื้อ มูลค่าที่ซื้อต่อครั้ง ความถี่ในการซื้อต่อเดือน ส่วนที่ 3 แบบสอบถามเพื่อประเมินความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านส่วนผสมทางการตลาดต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าผ่านทาง Shopee ดังนี้ ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ (Product) ปัจจัยด้านราคา (Price) ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย (Place) ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion) ปัจจัยด้านบุคคล/พนักงาน (People/Employee) ปัจจัยด้านกายภาพและการนำเสนอ (Physical Evidence/Environment and Presentation) ปัจจัยด้านกระบวนการ (Process) ปัจจัยด้านคุณภาพบริการ (Service Quality) มีเกณฑ์การ กำหนดค่าน้ำหนักการประเมิน 5 ระดับคำตอบตามวิธีไลเคอร์ทสเกล (Likert Scale)

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แสดงข้อมูลผลการสำรวจออกมาในรูปแบบกราฟ และวิเคราะห์ ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาวิเคราะห์ข้อมูลจากการแบบสอบถามปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าผ่านทาง Shopee

IV. ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

จากการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 400 ชุด สามารถนำมา สรุปพฤติกรรมการซื้อสินค้าออนไลน์ ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับ เพศ อายุ อาชีพ ระดับรายได้ สินค้าหรือบริการที่เคยซื้อ มูลค่าที่ซื้อต่อครั้ง ความถี่ในการซื้อต่อเดือนได้สรุปเป็นกราฟดังนี้

ส่วนที่ 1 : พฤติกรรมการซื้อสินค้าออนไลน์

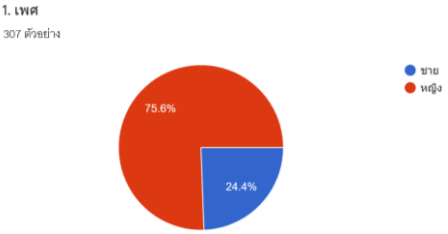


ภาพที่ 1.1 กราฟแสดงผู้ตอบแบบสอบถามที่เคยและไม่เคยซื้อสินค้าออนไลน์

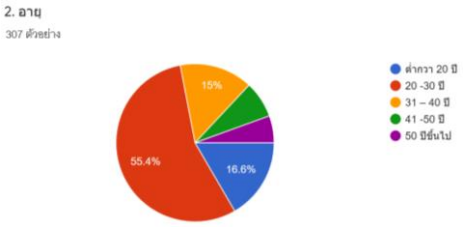


ภาพที่ 1.2 กราฟแสดงผู้ตอบแบบสอบถามที่เคยและไม่เคยซื้อสินค้าผ่านทาง Shopee

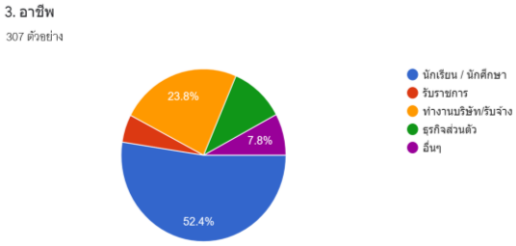
ส่วนที่ 2 : ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทาง Shopee



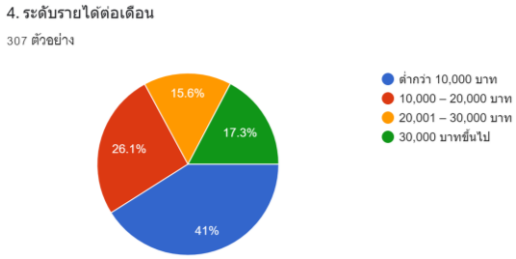
ภาพที่ 2.1 กราฟแสดงเพศผู้ตอบแบบสอบถาม



ภาพที่ 2.2 กราฟแสดงช่วงอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม



ภาพที่ 2.3 กราฟแสดงอาชีพของผู้ตอบแบบสอบถาม



ภาพที่ 2.4 กราฟแสดงระดับรายได้ต่อเดือนของผู้ตอบแบบสอบถาม



ภาพที่ 2.5 กราฟแสดงประเภทสินค้าและบริการที่เคยซื้อผ่าน Shopee ของผู้ตอบแบบสอบถาม



ภาพที่ 2.6 กราฟแสดงมูลค่าการสั่งซื้อสินค้าผ่านทาง Shopee โดยเฉลี่ยต่อครั้งของผู้ตอบแบบสอบถาม



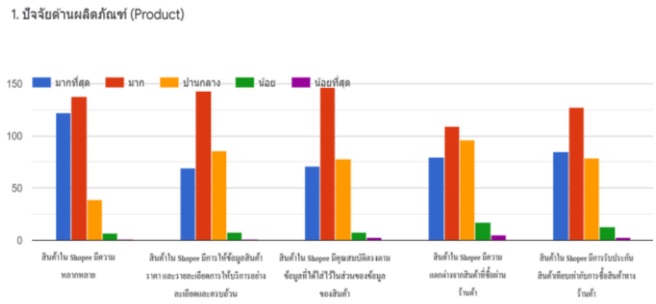
ภาพที่ 2.7 กราฟแสดงความถี่ในการซื้อสินค้าผ่านทาง Shopee ของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากภาพที่1.1-2.7พบว่าลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างสามารถได้ แบ่งเป็น เพศชาย 24.4% และเพศหญิง 75.6% โดยส่วนใหญ่มีอายุอยู่ระหว่าง 20-30 ปี คิดเป็น 55.4% รายได้ต่อเดือนของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ต่ำกว่า 10,000 บาท คิดเป็น 41%

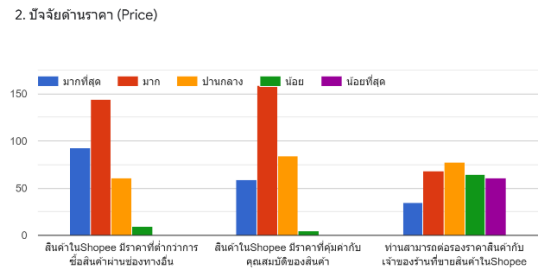
กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นนักเรียน/นักศึกษา คิดเป็น 52.4% และมีอาชีพคือ รับราชการ คิดเป็น 5.2% ทำงานบริษัท/รับจ้าง คิดเป็น 23.8% ธุรกิจส่วนตัว คิดเป็น 10.7%และอื่นๆ คิดเป็น 7.8% มักจะซื้อเสื้อผ้า เครื่องประดับ กระเป๋า รองเท้า สินค้าแฟชั่นต่างๆ คิดเป็น 75.9% มูลค่าการสั่งซื้อสินค้าผ่านทาง Shopee โดยเฉลี่ยต่อครั้ง น้อยกว่า 500 บาท คิดเป็น 43%และมีความถี่ในการซื้อสินค้าผ่านทาง Shopee 1 ครั้งต่อเดือน คิดเป็น 37.8%

นอกจากนี้สามารถสรุปกราฟระดับความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาดต่างๆ 8Ps ที่มีที่อิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าผ่านทาง Shopee ตามปัจจัยทั้งหมด 8 ปัจจัย ดังนี้

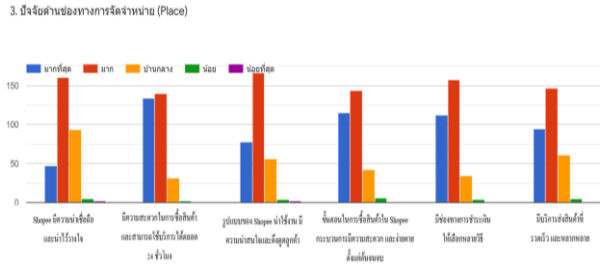
ส่วนที่ 3: แบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยด้านส่วนผสมทางการตลาดของผู้ใช้บริการซื้อสินค้าผ่าน Shopee



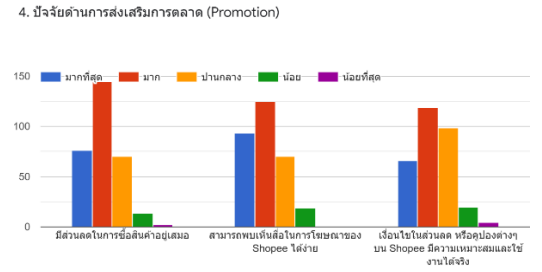
ภาพที่ 3.1 กราฟแสดงปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ (Product)



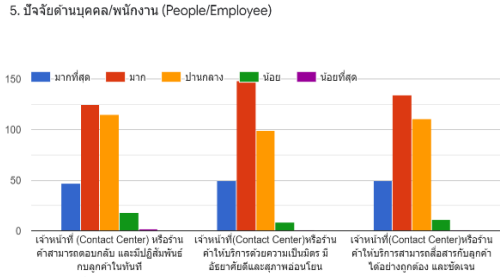
ภาพที่ 3.2 กราฟแสดงปัจจัยด้านราคา (Price)



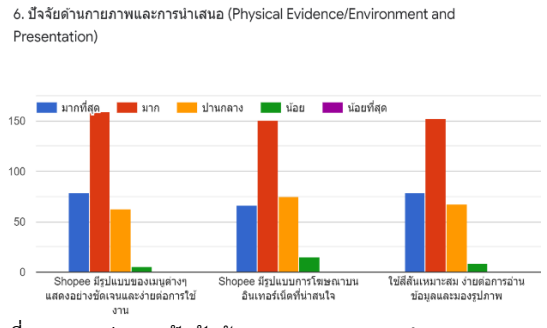
ภาพที่ 3.3 กราฟแสดงปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย (Place)



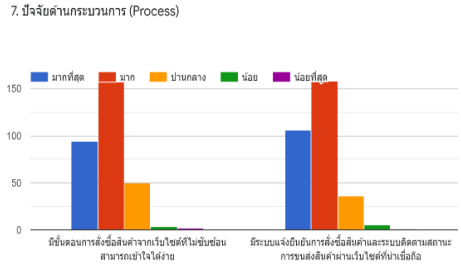
ภาพที่ 3.4 กราฟแสดงปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion)



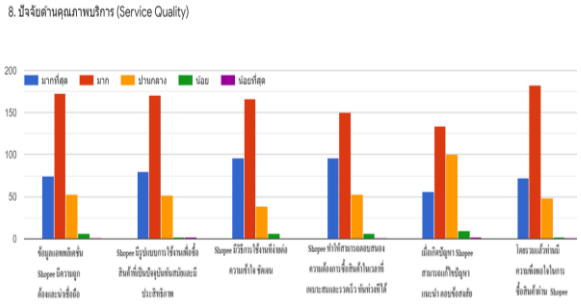
ภาพที่ 3.5 กราฟแสดงปัจจัยด้านบุคคล/พนักงาน (People/Employee)



ภาพที่ 3.6 กราฟแสดงปัจจัยด้านกายภาพและการนำเสนอ (Physical Evidence/Environment and Presentation)



ภาพที่ 3.7 กราฟแสดงปัจจัยด้านกระบวนการ (Process)



ภาพที่ 3.8 กราฟแสดงปัจจัยด้านคุณภาพบริการ (Service Quality)

จากภาพที่3.1-3.8 พบว่าเมื่อพิจารณาระดับความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาดต่างๆ 8Ps ที่มีที่อิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าผ่านทาง Shopee ตามปัจจัยทั้งหมด 8 ปัจจัย เรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย (Place) ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ (Product) ปัจจัยด้านกระบวนการ (Process) ปัจจัยด้านคุณภาพบริการ (Service Quality) ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion) ปัจจัยด้านราคา (Price) ปัจจัยด้านกายภาพและการนำเสนอ (Physical Evidence/Environment and Presentation)และปัจจัยด้านบุคคล/พนักงาน (People/Employee) นอกจากนี้เมื่อ พิจารณาปัจจัยย่อยของปัจจัยทางด้านส่วนประสมทางการตลาด ทั้งหมด 31 ปัจจัย สามารถสรุปผล การศึกษาของแต่ละปัจจัยได้ดังนี้

1. ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย (Place) เรื่องมีความสะดวกในการซื้อสินค้า และสามารถใช้บริการได้ตลอด 24 ชั่วโมง มีอิทธิพลมากที่สุด และเรื่อง Shopee มีความน่าเชื่อถือและน่าไว้วางใจ มีอิทธิพลน้อยที่สุด

2. ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ (Product) เรื่องสินค้าใน Shopee มีความหลากหลาย มีอิทธิพลมากที่สุดและเรื่องสินค้าใน Shopee มีความแตกต่างจากสินค้าที่ซื้อผ่านร้านค้า มีอิทธิพลน้อยที่สุด

3. ปัจจัยด้านกระบวนการ (Process) เรื่องมีระบบแจ้งยืนยันการสั่งซื้อสินค้าและระบบติดตามสถานะการขนส่งสินค้าผ่านเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ มีอิทธิพลมากที่สุดและเรื่องมีขั้นตอนการสั่งซื้อสินค้าจากเว็บไซต์ที่ไม่ซับซ้อน สามารถเข้าใจได้ง่าย มีอิทธิพลน้อยที่สุด

4. ปัจจัยด้านคุณภาพบริการ (Service Quality) เรื่อง Shopee มีวิธีการใช้งานที่ง่ายต่อความเข้าใจ ชัดเจน, Shopee ทำให้สามารถตอบสนองความต้องการซื้อสินค้าในเวลาที่เหมาะสมและรวดเร็ว ทันท่วงทีได้ มีอิทธิพลมากที่สุดและเรื่องเมื่อเกิดปัญหา Shopee สามารถแก้ไขปัญหา แนะนำ ตอบข้อสงสัยและสร้างความมั่นใจให้ท่านได้ มีอิทธิพลน้อยที่สุด

5. ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion) เรื่องสามารถพบเห็นสื่อในการโฆษณาของ Shopee ได้ง่ายมีอิทธิพลมากที่สุดและเรื่อง

เงื่อนไขในส่วนลด หรือคูปองต่างๆ บน Shopee มีความเหมาะสมและใช้งานได้จริง มีอิทธิพลน้อยที่สุด

6. ปัจจัยด้านราคา (Price) เรื่องสินค้าในShopee มีราคาที่ต่ำกว่าการซื้อสินค้าผ่านช่องทางอื่น มีอิทธิพลมากที่สุดและเรื่องท่านสามารถต่อรองราคาสินค้ากับเจ้าของร้านที่ขายสินค้าในShopee มีอิทธิพลน้อยที่สุด

7. ปัจจัยด้านกายภาพและการนำเสนอ (Physical Evidence/Environment and Presentation) เรื่องใช้สีสันเหมาะสม ง่ายต่อการอ่านข้อมูลและมองรูปภาพ มีอิทธิพลมากที่สุดและเรื่อง Shopee มีรูปแบบของเมนูต่างๆ แสดงอย่างชัดเจนและง่ายต่อการใช้งาน มีอิทธิพลน้อยที่สุด

8. ด้านบุคคล/พนักงาน (People/Employee) เรื่องเจ้าหน้าที่(Contact Center)หรือร้านค้าให้บริการด้วยความเป็นมิตร มีอัธยาศัยดีและสุภาพอ่อนโยน, เจ้าหน้าที่(Contact Center)หรือร้านค้าให้บริการสามารถสื่อสารกับลูกค้าได้อย่างถูกต้องและชัดเจน มีอิทธิพลมากที่สุดและเรื่องเจ้าหน้าที่(Contact Center) หรือร้านค้าสามารถตอบกลับ และมีปฏิสัมพันธ์กับลูกค้าในทันที มีอิทธิพลน้อยที่สุด

V.การอภิปรายผล

พบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้ร่วมทำแบบสอบถามส่วนมากเคยซื้อสินค้าออนไลน์และเคยซื้อสินค้าผ่านทาง Shopee มีจะมีพฤติกรรมการซื้อสินค้าออนไลน์และลักษณะทางประชากรศาสตร์เป็นเพศชาย 24.4% และเพศหญิง 75.6% โดยส่วนใหญ่มีอายุอยู่ระหว่าง 20-30 ปี คิดเป็น 55.4% ส่วนใหญ่เป็นนักเรียน/นักศึกษา คิดเป็น 52.4% และมีอาชีพคือ รับราชการ คิดเป็น 5.2% ทำงานบริษัท/รับจ้าง คิดเป็น 23.8% ธุรกิจส่วนตัว คิดเป็น 10.7%และอื่นๆ คิดเป็น 7.8% รายได้ต่อเดือนของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ต่ำกว่า 10,000 บาท คิดเป็น 41%

มักจะซื้อเสื้อผ้า เครื่องประดับ กระเป๋า รองเท้า สินค้าแฟชั่นต่างๆ คิดเป็น 75.9% มูลค่าการสั่งซื้อสินค้าผ่านทาง Shopee โดยเฉลี่ยต่อครั้ง น้อยกว่า 500 บาท คิดเป็น 43%และมีความถี่ในการซื้อสินค้าผ่านทาง Shopee 1 ครั้งต่อเดือน คิดเป็น 37.8%

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทาง Shopee พบว่าปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย (Place)และด้านผลิตภัณฑ์ (Product) ปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุด 2 อันดับแรก โดยสอดคล้องกับจุฑารัตน์ เกียรติรัศมี (2558) ได้ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการซื้อสินค้าผ่านทางแอพพลิเคชั่นออนไลน์ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางแอพพลิเคชั่นออนไลน์ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีดังนี้ ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ช่องทางการจัดจำหน่าย และการยอมรับเทคโนโลยี

VI.ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อเนื่อง ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

ส่งผลการวิจัยให้ทางฝ่ายแผนและการพัฒนาของทาง Shopee เพื่อนำข้อมูลจากงานวิจัยนี้บางส่วนไปวางแผนและปรับตัวทางธุรกิจและพัฒนาแอพพลิเคชั่น Shopee ให้ตอบโจทย์ผู้บริโภคเพิ่มมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าผ่านทาง Shopee กลยุทธ์ต่างๆ ที่สามารถเป็นตัวจูงใจ และรักษาความภักดีต่อการซื้อสินค้าผ่านช่องทางแอพพลิเคชันออนไลน์ เพื่อผู้ประกอบการจะได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์และพัฒนากระบวนการขายในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงช่วยในเรื่องของการขยายฐานลูกค้าอีกด้วย

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

อาจมีการทำผลการสำรวจอีกครั้งว่าจากงานวิจัยที่ผ่านมา ทาง Shopee ได้พัฒนาและปรับเปลี่ยนการบริการต่าง ๆ ให้ตรงกับความต้องการของลูกค้าเพิ่มขึ้นหรือไม่ รวมไปถึงเพิ่มการศึกษาข้อมูลปัจจัยภายนอกอื่นๆ เช่น วัฒนธรรม เศรษฐกิจ สังคม การเมือง และเทคโนโลยี เป็นต้น ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าผ่านแอพพลิเคชั่นเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรับกลยุทธ์ตามความต้องการของผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

[1] จุฑารัตน์ เกียรติรัศมี. (2558). ปัจจัยที่มีผลต่อการซื้อสินค้าผ่านทางแอพพลิเคชั่นออนไลน์ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

[2] ชูชัย สมิทธิไกร. (2558). พฤติกรรมผู้บริโภค. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[3] ปิยมาภรณ์ ช่วยชูหนู 2559. ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 ธันวาคม 2563. จาก http://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2016/TU_2016_5802031426_5246_3954.pdf

[4] ภัทรานิษฐ์ ฉายสุวรรณคีรี. (2559). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าจากร้านค้าในเครือข่ายเฟซบุ๊คและอินสตาแกรม. วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

[5] รัชนี ไพศาลวงศ์ดีและผศ.ดร.อิทธิกร ขำเดช 2556.การศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าเสื้อผ้าสตรีทางอินเตอร์เน็ตของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครผลการ. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 ธันวาคม 2563. จาก https://e-research.siam.edu/kb/factors-influencing-the-decision-to-purchase-the-product-via-online-application-lazada-consumer-digital-era-in-bangkok/

[6] ศริศา บุญประเสริฐ. (2559). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าแฟชั่นผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์เฟซบุ๊ก (Facebook). วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[7] สุรคุณ คณุสัตยานนท์. (2556). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการคาร์ แคร์ ของผู้บริโภคในจังหวัดกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

[8] Knowled. 2558. เปิดตัว shopee แอพฯซื้อขายออนไลน์สำหรับคนชอบแลกเปลี่ยนสินค้าและความคิดเห็น. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 ธันวาคม 2563. จาก https://www.techhub.in.th/shopee-thailand/

[9] Narongyod Mahittivanicha 2563. พฤติกรรมผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในไทย 2562. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 ธันวาคม 2563. จาก https://www.twfdigital.com/blog/2020/04/thailand-internet-user-profile-2019/

[10] Ourgreenfish. 2563. พฤติกรรมการใช้ INTERNET ของคนไทยในปี 2562 เติบโตขึ้นอย่างไร ?. สืบค้นเมื่อวันที่2 ธันวาคม 2563. จาก https://blog.ourgreenfish.com/thailand-internet-user-behavior-2019-grow

[11] RingRangRung. 2559. “SHOPEE” แอพฯตลาดออนไลน์บนมือถือ คอนเซ็ปต์ดี ซื้อง่าย ขายคล่อง เพิ่งขยายส่งฟรีด้วย. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 ธันวาคม 2563. จาก https://www.mxphone.com/210616-app-review-shopee/

[12] Sanook. 2560. "Shopee ออนไลน์" แพลตฟอร์มช็อปปิ้งออนไลน์ที่โตเร็วสุดในอาเซียน. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 ธันวาคม 2563. จาก https://www.sanook.com/money/524013/

อิทธิพลของส่วนประสมทางการตลาด (7Ps) และคุณภาพการบริการที่มีต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการแอปพลิเคชัน Grab Food ในเขตกรุงเทพและปริมณฑล

Influence of Marketing Mixes (7Ps) and Service Quality which Affect Purchase Decision for Grab Food in Bangkok Metropolitan Region

1st ภัทราภรณ์ แสงสุวรรณ
Phattraporn Sangsuwan
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
sa.phattraporn_st@tni.ac.th

2nd ชัยวัฒน์ หมื่นจำนงค์
Chaiwat Muenchamnong
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
mu.chaiwat_st@tni.ac.th

3rd อัชญา กล้าเวช
Achaya Klavaech
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
achaya@tni.ac.th

***บทคัดย่อ*—การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดและการบริการ ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการแอปพลิเคชัน Grab Food ในเขตกรุงเทพและปริมณฑล ผู้วิจัยเก็บข้อมูลเชิงปริมาณจากผู้ใช้บริการ 400 คน โดยใช้แบบสอบถามรวบรวมความคิดเห็นจากกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือในงานวิจัยเรื่องนี้ได้ผ่านการวัดความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิ และตรวจสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือโดยมีค่า Cornbrash's Alpha เกินกว่า 0.70 ทุกข้อคำถาม ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด ปัจจัยด้านบุคคล ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ปัจจัยด้านกระบวน และคุณภาพการบริการมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการแอปพลิเคชั่น Grab Food เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญ (α = 0.05)**

***คำสำคัญ* — Grab Food, 7Ps, พฤติกรรมการสั่งอาหาร Online, Food Application, ชื่อเสียงแอปพลิเคชัน, การตัดสินใจซื้อ**

***ABSTRACT* — The purpose of this research is to study the marketing mix factors (7ps) and application reputation that influence purchase decision to adopt Grab Food application in Bangkok metropolitan region. The researchers collected the data from 400 application users by using questionnaires which verified by academic experts. (Cornbrash's alpha > 0.70) The result found that product, price, place, promotion, people, physical environment, process factors and application reputation have positive influenced purchase decision significantly. (α = 0.05)**

***Keywords* — Grab Food, 7Ps Marketing Mix, Online Behavior, Food Application, Application Reputation, Purchase Decision**

I. บทนำ

ในปัจจุบันสังคมมีการพัฒนาเทคโนโลยีให้มีความก้าวหน้ามากขึ้น โดยพัฒนาระบบต่างๆและเชื่อมโยงข้อมูลเข้าด้วยกันผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ทำให้สามารถแปลผลข้อมูลได้

รวดเร็วและถูกต้องมากขึ้น เช่น การพัฒนาระบบการสั่งซื้อสินค้าออนไลน์ เป็นการพัฒนาตลอดกระบวนการ ตั้งแต่กระบวนการต้นทางถึงปลายทาง คือการสั่งสินค้า การชำระเงิน การขนส่ง ตลอดจนการติดตาม สถานะสินค้าที่สามารถทำได้รวดเร็วและถูกต้อง นอกจากนั้นยังมีระบบการจัดเก็บสินค้าคงคลัง ออนไลน์ที่สามารถเรียกสถานะได้ทันที การเชื่อมโยงระบบต่างๆ เข้าด้วยกันทำให้สามารถแปลผลข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น จากการที่มีเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันและมีการแข่งขันทางเศรษฐกิจมากขึ้น ทำให้ผู้บริโภคและผู้ประกอบการต่างๆต้องมีการปรับตัว ผู้บริโภคมีการดำเนินชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไป มักทำกิจกรรมหลาย ๆ อย่างพร้อมกัน ทำให้มีการใช้ชีวิตที่เร่งรีบมากขึ้น และเห็นความสำคัญของเวลาที่เสียไป ยอมเสียทรัพย์สินให้เพื่อเกิดความสะดวกสบายมากขึ้น

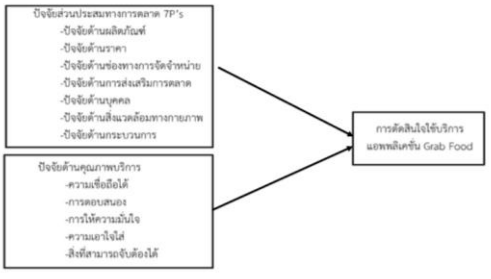
[1] จากข้อมูลของศูนย์วิจัยกสิกร (2560) พบว่าตลาดบริการจัดส่งอาหารโดยผู้ประกอบการ ร้านอาหารในปี 2560 มีมูลค่า 26,000-27,000 ล้านบาท เติบโตร้อยละ 11-15 จากในปี 2559 เป็นการเติบโตอย่างโดดเด่นของตลาดบริการ Delivery ซึ่งสวนทางกับภาพรวมตลาดร้านอาหารในปี 2560 ซึ่งเติบโตเพียง ร้อยละ 2-4 จากในปี 2559 และในปี 2562 แอพพลิเคชันสั่งอาหาร Food Delivery จะมีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง มีมูลค่าสูงถึง 33,000–35,000 ล้านบาท ซึ่งเติบโตร้อยละ 14 จากในปี 2561 การเติบโตของการบริการจัดส่งอาหารสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เพราะผู้บริโภคมีความต้องการความสะดวกสบายและความรวดเร็ว เนื่องจากมีความเร่งรีบในการดำเนินชีวิตและมีการจราจรที่ติดขัด โดยเฉพาะในเขตพื้นที่กรุงเทพและเขตปริมณฑล [2] แต่เดิมการบริการจัดส่งอาหาร มีเฉพาะร้านอาหาร (Food Chain) ที่มีบริการนี้ เช่น Pizza Company และ KFC ซึ่งเป็นธุรกิจฟาสต์ฟู้ด และมีการบริการส่งให้ถึงบ้าน ซึ่งเป็นบริการที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการความสะดวกรวดเร็วในการบริโภคได้เป็นอย่างดี บริษัทหลายแห่งเล็งเห็นถึงปัญหาและเห็นโอกาสที่จะมาเป็นตัวกลางที่เชื่อมระหว่างผู้บริโภคและร้านค้าเข้าด้วยกัน มีร้านค้าจำนวนมากที่เข้ามาร่วมมือกับบริการจัดส่งอาหารผ่านทางออนไลน์และแอพพลิเคชัน ซึ่งการจัดส่งอาหารผ่านแอพพลิเคชันมีความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากใช้ง่ายอยู่ในรูปแบบของสมาร์ทโฟน ในปัจจุบันมีผู้ประกอบการที่พัฒนาแอพพลิเคชันอาหาร ได้แก่ Grab, Uber Eats, Line Man, Get และ Food Panda เป็นต้น มีผู้ใช้บริการจัดส่งอาหารจำนวนไม่น้อยที่ยอมเสียค่าบริการให้กับแอพพลิเคชันสั่งอาหารแทนการออกไปนั่งรับประทานในร้านอาหาร

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าธุรกิจบริการ Food Delivery เป็นธุรกิจแบบใหม่ที่เกิดขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน และธุรกิจดังกล่าว มีโอกาสที่จะเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่องจากข้อมูลของศูนย์วิจัยกสิกร ผู้วิจัยจึงได้จัดทำวิจัยเรื่องอิทธิพลของส่วนผสมทางการตลาดและคุณภาพการบริการของแอพพลิเคชั่นที่มีต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการแอพพลิเคชั่น Grab Food ในเขตกรุงเทพและปริมณฑล เนื่องจากผู้ใช้บริการ Food Delivery รู้จักแอพพลิเคชั่น Grab Food เป็นส่วนใหญ่ เป็นแอพพลิเคชั่นลำดับต้น ๆ ในประเทศไทยที่ได้เริ่มทำบริการ Food Delivery โดยเฉพาะ และมีชื่อเสียงในด้าน Food Delivery อยู่ในทุกกลุ่มวัย [6] ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศโดยแอพพลิเคชั่นนี้ให้บริการในหลายพื้นที่ และมีร้านอาหารที่เข้าร่วมมากมาย ทั้งร้านอาหารที่มีชื่อเสียง และร้านอาหารที่อยู่ตามริมทาง ทำให้สามารถเข้าถึงผู้บริโภคได้ทุกส่วน และเลือกใช้เขตกรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล เนื่องจากในพื้นที่เขตนี้ มีจำนวนผู้ให้บริการมากกว่าในพื้นที่อื่นๆ ดังนั้นผู้จัดทำวิจัยจึงเลือกใช้ Grab Food ในพื้นที่กรุงเทพมหานครละเขตปริมณฑล เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดพฤติกรรมการเลือกใช้บริการ

II. วัตถุประสงค์และวรรณกรรมปริทัศน์

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้บริการแอพพลิเคชั่น Grab Food ของผู้ใช้บริการในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล
2. เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด และคุณภาพการบริการของแอพพลิเคชั่นที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการแอพพลิเคชั่น Grab Food ของผู้ใช้บริการในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยให้ความสนใจกับตัวแปรต้น ได้แก่ ปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาด (Marketing Mixes) เป็นปัจจัยทางการตลาดที่ส่งผลต่อการเลือกใช้บริการ Grab Food [1] ตัวแปรส่วนประสมทางการตลาด (7Ps) เป็นตัวกระตุ้นหรือสิ่งเร้าทางการตลาดที่กระทบต่อกระบวนการตัดสินใจซื้อ โดย 7Ps ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ (Product) ราคา (Price) ช่องทางการจัดจำหน่าย(Place) การส่งเสริมการตลาด(Promotion) บุคลากร (People) การสร้างและนำเสนอลักษณะทางกายภาพ (Physical Evidence) และกระบวนการ(Process) นอกยังนี้ยังมีตัวแปรคุณภาพการบริการ ได้แก่ ความเชื่อถือได้ (Reliability) การตอบสนอง (Responsiveness) การให้ความมั่นใจ (Assurance) ความเอาใจใส่ (Empathy) และสิ่งที่สามารถจับต้องได้ (Tangibles) ตัวแปรตามคือการตัดสินใจซื้อโดยมีกรอบงานวิจัยดังรูปภาพที่ I



รูปภาพที่ I : กรอบแนวคิดงานวิจัย

III. ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษา [3] ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดและคุณภาพการบริการที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้บริการ Food Delivery ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล คณะผู้วิจัยศึกษาพฤติกรรมในเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ใช้วิธีการเชิงสำรวจ (Survey) โดยใช้วิธีการแจกแบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลประชากรกลุ่มเป้าหมายที่เคยใช้บริการ ทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่ ตุลาคม 2562 ถึง มีนาคม 2563 ซึ่งผู้จิวัยได้สร้างแบบสอบถามจากการทบทวนวรรณกรรมและนำเสนอแบบสอบถามที่ได้สร้างขึ้นต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความครบถ้วนและความสอดคล้องของเนื้อหาของแบบสอบถาม ซึ่งข้อคำถามมีค่า Cronbach's Alpha เกิน 0.7 ทุกข้อคำถาม ผู้จัยเลือกเก็บข้อมูลเฉพาะคนที่เคยใช้บริการ Grab Food สำหรับการกำหนดขนาดตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้หลักการคำนวณของ Cochran [4] จากการคำนวณ ขนาดกลุ่มตัวอย่างกรณีที่ไม่ทราบจำนวนประชากร และกำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ 95% จะได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม คือ 398 ตัวอย่าง ซึ่งเมื่อทำการสำรวจกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้รับข้อมูลการตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 400 ตัวอย่าง แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

IV. ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

หลังจากได้เก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่ได้ใช้บริการแอพพลิเคชั่นของ Grab Food ที่อาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพและปริมณฑล โดยผ่านการสำรวจผ่านการตอบแบบสอบถาม และได้รับข้อมูลแบบสอบถามที่มีความสมบูรณ์แบบรวมทั้งสิ้น 400 ชุด หลังจากนั้นเราได้นำข้อมูลมาทำการประมวลผลและวิเคราะห์ค่าทางสถิติตามวัตถุประสงค์ของวิจัย

ตารางที่ I : ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวน	ร้อยละ
1.เพศ		
ชาย	117	29.25
หญิง	235	58.75
LGBTQ+	48	12
	400	100
2.อายุ		
18-25 ปี	302	75.6
26-35 ปี	96	24
36-45 ปี	1	0.3
56-65 ปี	1	0.3
	400	100.0
3.การศึกษา		
ปวส.หรือเทียบเท่า	1	0.3
ปริญญาตรี	381	95.3
ปริญญาโท	17	4.3
ปริญญาเอก	1	0.3
	400	100.0
4.อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	8	2.0
พนักงานอิสระ	20	5.0
พนักงานบริษัทเอกชน	364	91.0
ข้าราชการ	4	1.0
ธุรกิจส่วนตัว	4	1.0
	400	100.0
5.รายได้		
ต่ำกว่า 10,000 บาท/เดือน	94	23.5
10,001-15,000 บาท/เดือน	230	57.5
15,001-20,000 บาท/เดือน	34	8.5
20,001-25,000 บาท/เดือน	13	3.3
25,001-30,000 บาท/เดือน	16	4.0
30,001 บาทขึ้นไป/เดือน	13	3.3
	400	100.0

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง 58.75% เพศชาย 29.25% โดยส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 18-25 ปี คิดเป็น 75.6% กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี คิดเป็น 95.3% อาชีพส่วนใหญ่ของกลุ่มตัวอย่าง คือ พนักงานบริษัทเอกชนคิดเป็น 91% รายได้ต่อเดือนของกลุ่มตัวอย่าง 10,001-15,000 บาท/เดือน คิดเป็น 57.5%

ตารางที่ II : ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ของปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการแอพพลิเคชัน Grab Food ในเขตกรุงเทพมหานคร

ปัจจัย	Unstandardized Coefficients			T	Sig
	B	Std. Error	Beta		
ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด					
(Constant)	1.045	0.143		7.298	0.000

ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย (Place)	0.734	0.043	0.765	17.191	0.000
ปัจจัยด้านกระบวนการ (Process)	-0.167	0.033	-0.196	-5.11	0.000
ปัจจัยด้านราคา (Price)	0.089	0.025	0.133	3.584	0.000
ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ (Product)	0.111	0.042	0.108	2.677	0.008
ปัจจัยด้านคุณภาพบริการ					
(Constant)	1.535	0.169		9.061	0.000
ปัจจัยด้านสิ่งที่สามารถจับต้องได้ (Tangible)	0.213	0.057	0.232	3.715	0.000
ปัจจัยด้านความเชื่อถือได้ (Reliability)	0.181	0.053	0.207	3.405	0.001
ปัจจัยด้านการให้ความมั่นใจ (Assurance)	0.137	0.06	0.157	2.272	0.024
ปัจจัยด้านความเอาใจใส่ (Empathy)	0.103	0.049	0.13	2.079	0.038

ผู้วิจัยใช้การคัดเลือกตัวแปรโดยวิธี Stepwise โดยมีผลการวิจัยดังนี้ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย (Place) ปัจจัยด้านกระบวนการ (Process) ปัจจัยด้านราคา (Price) และปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ (Product) มีค่า Sig. น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งสามารถตีความได้ว่า ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ปัจจัยด้านกระบวนการ ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการแอพพลิเคชัน Grab Food เนื่องจากการทำการสั่งสินค้าผ่านทางแอพพลิเคชัน เป็นช่องทางการจักจำหน่ายที่สะดวก อีกทั้งกระบวนการในการสั่งซื้อนั้นจำเป็นต้องเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน มีราคาค่าบริการและราคาสินค้าที่สมเหตุสมผล มีร้านอาหารหลากหลายร้านให้เลือก ส่งผลให้ผู้บริโภคตัดสินใจใช้บริการแอพพลิเคชัน Grab Food

ปัจจัยด้านคุณภาพบริการ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีค่า Sig. น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ ซึ่งสามารถตีความได้ว่า ปัจจัยด้านสิ่งที่สามารถจับต้องได้ (Tangible) ปัจจัยด้านความเชื่อถือได้ (Reliability) ปัจจัยด้านการให้ความมั่นใจ (Assurance) ปัจจัยด้านความเอาใจใส่ (Emphaty) มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อ

V. การอภิปรายผล

ผลการวิจัยข้างต้น สอดคล้องกับ [5] งานวิจัยปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าเบเกอรี่ผ่านร้านค้าออนไลน์ ที่พบว่าปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ด้านราคา ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่ายส่งผลต่อการตัดสินใจ ได้แก่ ร้านค้าเบเกอรี่ออนไลน์มีชื่อโดเมนหรือ URL ที่จดจำง่าย ร้านค้าเบเกอรี่ออนไลน์ สามารถใช้ Search Engine ในการเข้าถึงได้อย่างรวดเร็วทำให้ลูกค้าตัดสินใจซื้อได้เร็วขึ้น นอกจากนี้ผลงานวิจัยยังสอดคล้องกับ [6] พฤติกรรมการซื้อสินค้าและบริการออนไลน์แบบร่วมกลุ่มกันซื้อบนเว็บไซต์ ENSOGO ของลูกค้าในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าปัจจัยกระบวน ราคา ผลิตภัณฑ์และช่องทางการจัดจำหน่ายส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อ ช่องทางการชำระเงินที่ หลากหลาย ความปลอดภัย ราคาสมเหตุสมผล ตัวผลิตภัณฑ์ที่ปรับปรุงมาอย่างดี และกระบวนการรับคำสั่งซื้อตลอดจนบริการจัดส่งที่รวดเร็วถูกต้องและรักษาความเป็นส่วนตัวมีผลต่อการตัดสินใจซื้อ

ปัจจัยด้านคุณภาพการให้บริการส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการแอพพลิเคชัน Grab Food มีความสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ [4] ที่ศึกษาความน่าเชื่อถือของแอพพลิเคชั่น และส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการร้านอาหารผ่านแอพพลิเคชั่นวงในของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร ปัจจัยคุณภาพการให้บริการที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญและส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการร้านอาหารมากที่สุด คือ ความน่าเชื่อถือของแอพพลิเคชั่นและรองลงมาคือ ปัจจัยด้านการให้ความมั่นใจ นอกจากนี้งานวิจัยของ เกตุวดี สมบูรณ์ทวี [1] ที่ศึกษาปัจจัยด้านคุณภาพการบริการที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อซ้ำผลิตภัณฑ์อาหารผ่านผู้ให้บริการ “Food Panda Application” พบว่าปัจจัยด้านการให้ความมั่นใจ มีผลต่อระดับความคาดหวังต่อคุณภาพบริการสูงซึ่งส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการ

ปัจจัยด้านสิ่งที่สามารถจับต้องได้ ปัจจัยด้านความเชื่อถือได้ ปัจจัยด้านการให้ความมั่นใจ และปัจจัยด้านความเอาใจใส่มีผลต่อการตัดสินใจใช้บริการ ผลการวิจัยข้างต้นซึ่งสอดคล้องกับ [7] ปัจจัยด้านคุณภาพการบริการที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อซ้ำผลิตภัณฑ์อาหารผ่านผู้ให้บริการ “Food Panda Application” ผลงานวิจัยพบว่า ปัจจัยด้านสิ่งที่สามารถจับต้องได้ ปัจจัยด้านความเชื่อถือได้ ปัจจัยด้านการให้ความมั่นใจมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อซ้ำผลิตภัณฑ์อาหารผ่านผู้ให้บริการ “Food Panda Application”

VI. ข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ผลของงานวิจัยนี้ทำให้ทราบถึงพฤติกรรมการตัดสินใจใช้บริการแอพพลิเคชัน Grab Food ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการแอพพลิเคชัน Grab Food ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล พร้อมระบุถึงระดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยว่ามีระดับความสำคัญมากน้อยเพียงใด ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ปัจจัยด้านกระบวนการ ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ และปัจจัยด้านคุณภาพบริการ ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการแอพพลิเคชั่น Grab Food ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลผลการวิจัยดังกล่าวสามารถนำข้อมูลที่วิเคราะห์ทางสถิติมาประยุกต์ใช้ เพื่อเสนอแนะให้เป็นแนวทางสำหรับผู้ประกอบการ ได้ดังนี้

ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่สำคัญที่สุดคือช่องทางการจัดจำหน่ายซึ่งส่งผลในการตัดสินใจใช้บริการแอพพลิเคชัน Grab Food ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับวามคิดเห็นในเรื่องรายละเอียดการบริการและแยกหมวดหมู่ชัดเจน มากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.3575 : เห็นด้วยมากที่สุด) ดังนั้นผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญกับการแยกประเภทอาหาร ทั้งอาหารคาว ของหวานให้ชัดเจนรวมไปถึงหมวดหมู่กิจกรรมที่ให้สำหรับผู้บริการเล่น และเพิ่มจำนวนคนส่งอาหารการบริการในพื้นที่ต่างจังหวัดมากยิ่งขึ้น ปัจจัยด้านกระบวนการ (Process) โดยกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับวามคิดเห็นในเรื่อง ขั้นตอนการใช้บริการมีความสะดวกและรวดเร็วมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.3975 : เห็นด้วยมากที่สุด) รองลงมาคือ Grab Food มีจำนวนรถและพนักงานเพียงพอต่อการใช้งาน (ค่าเฉลี่ย 4.3625 : เห็นด้วยมากที่สุด) ดังนั้นผู้ประกอบการควรเพิ่มการติดตามคำสั่งซื้อในแอพพลิเคชั่นให้เห็นถึงกระบวนการรับคำสั่งซื้อของร้านอาหารกำลังจัดทำอาหาร กำลังดำเนินการและเลือกส่งคำสั่งซื้อให้กับคนส่งอาหารที่อยู่ใกล้กับร้านอาหารมากที่สุด ไปจนถึงเส้นทางที่ผู้ให้บริการเลือกใช้ เพื่อให้ใช้เวลาการดำเนินการน้อยที่สุด และควรปรับระบบให้คนส่งอาหารรับคำสั่งซื้อ 1 คำสั่งซื้อต่อครั้งเท่านั้น เพื่อไม่ให้ช้อนคำสั่งซื้อผู้บริโภคจะไม่รอนานจนเกินไป ปัจจัยด้านราคา (Price) โดยกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับวามคิดเห็นในเรื่องการใช้บริการขนส่งอาหารคุ้มค่ากับราคาเงินที่จ่ายไปมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.1400 : เห็นด้วยมากที่สุด) รองลงมาคือ อัตราค่าบริการขนส่งมีความเหมาะสมกับระยะทาง (ค่าเฉลี่ย 4.1250 : เห็นด้วยมากที่สุด) ดังนั้นหากต้องการให้ผู้ใช้บริการตัดสินใจใช้บริการค่าใช้จ่ายการให้บริการเป็นสิ่งที่ลูกค้าคำนึงถึง ผู้ประกอบการควรควบคุมการตั้งราคาอาหารในแอพพลิเคชั่นให้สมดุลกับปริมาณที่ได้รับ และค่าบริการขนส่งควรเริ่มต้นที่ราคา 10 บาทเป็นตัวตั้งต้นและเพิ่มขึ้นตามจำนวนกิโลเมตร และไม่ควรจำกัดขั้นต่ำคำสั่งซื้อต่อครั้งเนื่องจากผู้บริโภคพอใจที่จะซื้อในปริมาณที่ต้องการแต่อาจจะไม่ถึงขั้นต่ำที่กำหนดไว้อาจจะทำให้ผู้บริโภคหันไปใช้แอพพลิเคชั่นอื่นแทน ด้านผลิตภัณฑ์ (Product) โดยกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นในเรื่องแอพพลิเคชันมีชื่อเสียงมีภาพลักษณ์ที่ดีมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.4950 : เห็นด้วยมากที่สุด) รองลงมาคือ แอพพลิเคชันมีพาร์ทเนอร์ร้านอาหารหลากหลาย (ค่าเฉลี่ย 4.3175 : เห็นด้วยมากที่สุด) สรุปได้ว่าความมีชื่อเสียงและมีร้านค้าให้เลือกใช้บริการหลากหลายเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการตัดสินใจซื้อ ดังนั้นผู้กอบการควรมีการดูแลควบคุมคุณภาพร้านอาหารในแต่ละไตรมาส เพื่อให้ได้ร้านอาหารที่มีคุณภาพและน่ารับประทานมากที่สุด เพิ่มร้านอาหารใหม่ ๆ ที่ผู้บริโภคที่การคมนาคมสาธารณะเข้าถึงไม่ได้ เพื่อเป็นการเพิ่มทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภค และเปิดพื้นที่ให้ผู้บริโภคสามารถร้องเรียนกับบริษัทเมื่อเกิดปัญหาขึ้น ตัวแอพพลิเคชั่นควรออกแบบให้มีความทันสมัย ใช้งานง่าย สามารถตอบโต้ทั้งร้านอาหารและคนส่งอาหารได้

ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีความสำคัญรองลงมา เช่น การส่งเสริมการตลาด (Promotion) กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับวามคิดเห็นในเรื่องมีส่วนลดในการขนส่งอาหารสม่ำเสมอมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.1650 : เห็นด้วยมากที่สุด) ดังนั้นผู้ประกอบการควรที่จะมีส่วนลดค่าส่งอาหารหรือส่วนลดอาหารออกมาอย่างสม่ำเสมอ อาจจะทำเป็นทุกสิ้นเดือนปรับตามความเหมาะสมในแต่ละช่วงโอกาส และดีลราคาอาหารที่ได้ผลประโยชน์ทั้งผู้บริโภคและร้านอาหาร ใช้พรีเซนเตอร์แอพพลิเคชั่นเป็นผู้ที่มีชื่อเสียง ทำกิจกรรมโดยใช้พรีเซนเตอร์เป็นคนส่งสารข้อมูลเพื่อเพิ่มการรับรู้แก่ผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น การทำวิดีโอเพื่อเป็นการแนะนำข้อมูลของตัวแอพพลิเคชั่นผ่านช่องทางโซเชียลมีเดียต่าง ๆ รองลงมาคือ ประชาสัมพันธ์ข้อมูลส่งเสริมการตลาดผ่านช่องทางอื่นๆอยู่เสมอ(ค่าเฉลี่ย 4.1275 : เห็นด้วยมากที่สุด) ปัจจัยด้านบุคคล (People) โดยกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับวามคิดเห็นในเรื่องพนักงานมีทักษะการขนส่งอาหารและปฏิบัติหน้าที่ได้เป็นอย่างดี มากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.3575 : เห็นด้วยมากที่สุด) รองลงมาคือ พนักงานให้บริการด้วยความเป็นมิตรและสุภาพอ่อนโยน (ค่าเฉลี่ย 4.2925 : เห็นด้วยมากที่สุด) ดังนั้นผู้ประกอบการควรจัดอบรมคนส่งอาหาร ในเรื่องของการบริการที่รวดเร็วและทักษะการพูดคุยกับผู้บริโภคให้สุภาพ เป็นมิตร และตรวจสอบประวัติคนส่งอาหารเพื่อรับประกันความปลอดภัยของผู้บริโภค เนื่องจากเป็นบริการที่ส่งตรงถึงที่บ้านและบางคำสั่งซื้อเป็นการตัดค่าบริการผ่านบัตรเครดิต และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ (Physical Environments) โดยกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับวามคิดเห็นในเรื่องแอพพลิเคชันมีความทันสมัย มากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.3175 : เห็นด้วยมากที่สุด)

รองลงมาคือ แอพพลิเคชันสามารถใช้งานได้ง่าย (ค่าเฉลี่ย 4.2775 : เห็นด้วยมากที่สุด) ดังนั้นควรปรับรูปแบบแอพพลิเคชั่นให้มีการใช้ง่ายมากยิ่งขึ้น มีความทันสมัย สามารถตอบโต้ได้กับร้านอาหารและคนส่งอาหาร และเครื่องแบบของบริษัทคนส่งอาหารควรใส่อยู่เสมอขณะรับคำสั่งซื้อ หลังจากหยุดรับคำสั่งซื้อแล้วไม่ควรใส่ไว้เพื่อเป็นการรักษาภาพลักษณ์ของบริษัท

ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญเกี่ยวกับช่องทางการจัดจำหน่าย โดยพัฒนากระบวนการให้มีช่องทางการชำระเงินที่หลากหลาย สามารถชำระเงินได้สะดวกสบาย และเพิ่มให้มีความจัดส่งที่ครอบคลุมหลายพื้นที่ เพื่อเป็นการดึงดูดลูกค้าให้มาใช้บริการมากขึ้น และเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ผู้ประกอบการควรให้กับกระบวนการการดำเนินงาน โดยพัฒนาจัดหาพนักงานที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการให้มากพอต่อความต้องการของลูกค้า มีการชำระเงินให้เลือกชำระได้อย่างสะดวกสบายมีความสะดวกรวดเร็วในการให้บริการและสามารถติดต่อได้ตลอดเวลา

ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญในส่วนของราคาสินค้าและอัตราค่าบริการ โดยพัฒนาให้มีการปรับราคาค่าบริการให้มีความสมเหตุสมผลยิ่งขึ้น และพัฒนาบริการขนส่งอาหารให้มีความคุ้มค่ากับเงินที่ลูกค้าจ่ายมา เพื่อเป็นการรักษามาตรฐานในการให้บริการ ทำให้ธุรกิจสามารถแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญในด้านผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นการสร้างภาพลักษณ์ที่ดี และการรักษาชื่อเสียง โดยพัฒนาแอพพลิเคชัน ให้รองรับกับคนทุกเพศทุกวัยใช้งานไม่มีความซับซ้อน มีความปลอดภัยและน่าเชื่อถือ และการจัดส่งที่รวดเร็วตรงเวลา สินค้าไม่ได้รับความเสียหายจากการขนส่ง เพื่อเป็นการดึงดูดลูกค้าและตอบโจทย์ความต้องการของผู้บริโภค

ด้านคุณภาพการบริการส่งผลในการตัดสินใจใช้บริการแอพพลิเคชัน Grab Food ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลทั้ง 5 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านความเชื่อถือได้ (Reliability) โดยกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับวามคิดเห็นในเรื่องแอพพลิเคชันมีความเชื่อถือและความปลอดภัย มากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.4000 : เห็นด้วยมากที่สุด) รองลงมาคือระบบการชำระเงินมีความปลอดภัย (ค่าเฉลี่ย 4.2550 : เห็นด้วยมากที่สุด) ปัจจัยด้านการตอบสนอง (Responsiveness) โดยกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับวามคิดเห็นในเรื่องพนักงานส่งอาหารได้รวดเร็ว มากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.3600 : เห็นด้วยมากที่สุด) รองลงมาคือ พนักงานส่งอาหารมีการแจ้งเวลาที่ร้านค้าประกอบอาหารอย่างชัดเจน(ค่าเฉลี่ย 4.2175 : เห็นด้วยมากที่สุด)

ปัจจัยด้านการให้ความมั่นใจ (Assurance) โดยกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับวามคิดเห็นในเรื่องพนักงานส่งอาหารที่ได้รับอยู่ในสภาพที่ดีไม่ได้รับความเสียหายจากการขนส่งมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.3575 : เห็นด้วยมากที่สุด) รองลงมาคือพนักงานส่งอาหารมีความสุภาพอ่อนน้อม (ค่าเฉลี่ย 4.3150 : เห็นด้วยมากที่สุด) ปัจจัยด้านความเอาใจใส่ (Empathy) โดยกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับวามคิดเห็นในเรื่องพนักงานมีการสอบถามความถูกต้องก่อนสั่งอาหารให้ผู้ใช้บริการทุกครั้ง มากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.3625 : เห็นด้วยมากที่สุด) รองลงมาคือพนักงานส่งอาหารเอาใจใส่ลูกค้าเมื่อลูกค้าประสบปัญหาเกี่ยวกับความผิดพลาดในการสั่งอาหาร (ค่าเฉลี่ย 4.2000 : เห็นด้วยมากที่สุด) และปัจจัยด้านสิ่งที่สามารถจับต้องได้ (Tangibles) โดยกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับวามคิดเห็นในเรื่องพนักงานส่งอาหารแต่งกายสุภาพและมียูนิฟอร์มชัดเจนมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.3750 : เห็นด้วยมากที่สุด) รองลงมาคือพนักงานส่งอาหารให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพและมีคุณภาพ (ค่าเฉลี่ย 4.3675 : เห็นด้วยมากที่สุด)

จากผลการวิจัย ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญในส่วนเกี่ยวกับเรื่องคุณภาพในการบริการ โดยพัฒนาระบบการชำระเงินให้มีหลายช่องทางเพื่อเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคและพัฒนาให้มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้นโดยหากชำระเงินผ่านทางบัตรเครดิตควรให้ผู้บริโภคกดยืนยันหลังจากที่ได้รับอาหารเรียบร้อยแล้ว เพื่อป้องกันไม่ให้คนส่งอาหารนำอาหารไป เพิ่มคำสั่งในระบบเพื่อแจ้งข้อมูลว่าขณะนี้อาหารที่ควรจะได้รับอยู่ขั้นตอนใด เพื่อเป็นการยืนยันว่าผู้บริโภคจะได้รับอาหารนั้นจริง ๆ และเพิ่มคำสั่งพื้นฐานในการสอบถามข้อมูลความถูกต้องกับผู้บริโภค จัดอบรมพนังงานในทุกพื้นที่ในเรื่องการเอาใจใส่การจัดส่งอาหาร การบริการ การพูดคุยกับลูกค้าให้เป็นไปอย่างราบรื่น รวมไปถึงการใส่ชุดเครื่องแบบของ Grab Food เพื่อไม่ให้เกิดความสับสนเมื่อคนส่งมาส่งอาหารให้กับลูกค้า คุณภาพการขนส่งให้ตรงต่อเวลาหรือถ้ามีการเกินเวลาให้แจ้งต่อลูกค้า และฝึกอบรมให้พนักงานมีมารยาทและคุณสมบัติที่ดีของงานบริการ เพื่อให้เกิดความพึงพอใจของลูกค้า และเป็นการพัฒนาองค์กรให้ดียิ่งขึ้น

คณะผู้วิจัยใครขอเสนอแนะแนวทางสำหรับงานวิจัยต่อยอดจากงานวิจัยเรื่องนี้ เนื่องจากบางข้อมูลนั้นไม่สามารถเก็บได้จากวิธีการสำรวจด้วยแบบสอบถาม ดังนั้นการวิจัยในครั้งต่อไป จึงควรเพิ่มเครื่องมืออื่น ๆ ในการเก็บข้อมูลร่วมด้วย เช่น การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความหลากหลายหรือเฉพาะเจาะจงมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีเนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากอาจารย์อัชญา กล้าเวช อาจารย์ประจำหลักสูตรการตลาดเชิงสร้างสรรค์และดิจิทัล สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่ได้กรุณาช่วยเก็บข้อมูล และสละเวลาให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัย ส่งผลให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

[1] เกตุวดี สมบูรณ์ทวี, “ปัจจัยด้านคุณภาพการบริการที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อซ้ำผลิตภัณฑ์อาหารผ่านผู้ให้บริการ Food Panda Application กรณีศึกษาผู้ใช้บริการจาก Social Network (Facebook),” การศึกษาเฉพาะบุคคลปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร, เพชรบุรี. 2561.

[2] นันทพร พงษ์พรรณากูล, “การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าเบเกอรี่ผ่านร้านค้าออนไลน์ กรณีศึกษาจากบุคคลทั่วไปที่เคยซื้อและไม่เคยซื้อเบเกอรี่ผ่านร้านค้าออนไลน์,” สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, ปทุมธานี. 2557.

[3] ภวัต วรรณพิณ, “การประเมินคุณภาพการบริการของร้าน True Coffee สาขาในมหาวิทยาลัย กรณีศึกษานักศึกษาระดับปริญญาตรีที่กำลังศึกษาอยู่ในมหาวิทยาลัย,” สารนิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, ปทุมธานี. 2554.

[4] สุภาวรรณ ชัยทวีวุฒิกุล, “พฤติกรรมการซื้อสินค้าและบริการออนไลน์แบบร่วมกลุ่มกันซื้อบนเว็บไซต์ ENSOGO ของลูกค้าในเขตกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษาผู้ที่เคยซื้อสินค้าและบริการออนไลน์แบบร่วมกลุ่มกันซื้อในพื้นที่กรุงเทพมหานคร,” สารนิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร. 2555.

[5] ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, “จับตาปี 60 สั่ง อาหารออนไลน์หนุนตลาด Delivery โตร้อยละ11-15 สวนทางภาพรวมธุรกิจร้านอาหารที่เติบโตเพียงเล็กน้อย.” ฉบับที่ 2797. 2559.

[6] เอแบคโพลล์, “สำรวจการใช้บริการธุรกิจจัดส่งอาหารถึงบ้านหรือ โฮมเดลิเวอรี่.” แหล่งที่มา https://www.ryt9.com/s/abcp/1273669. 4 พฤศจิกายน 2554.

[7] Kotler, P., “Marketing Management.” 11th Edition, Prentice-Hall, Upper Saddle River. 2003.

[8] Lewis, R.C., & Booms, B.H., “The marketing aspects of service quality.” Chicago,IL: American Marketing Association, 1983.

ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้ออาหารสตรีทฟู้ด (Street Food) กรณีศึกษาจากผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร

The Factors that Affect Street Food Purchasing.

A Case Study of Bangkok Consumers

1st ทวีทิพย์ อักษรศิริกุล

Tweetip Aksornsirikool

คณะบริหารธุรกิจ

Faculty of Business Administrator

กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย

Bangkok / Thailand

ak.tweetip_st@tni.ac.th

2nd ปาณิดา เกิดอุ่ม

Panida Kerdum

คณะบริหารธุรกิจ

Faculty of Business Administrator

กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย

Bangkok / Thailand

ke.panida_st@tni.ac.th

3rd อัชญา กล้าเวช

Achaya Klavaech

คณะบริหารธุรกิจ

Faculty of Business Administrator

กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย

Bangkok / Thailand

achaya@tni.ac.th

***บทคัดย่อ*— การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนผสมทางการตลาด ชื่อเสียงของร้าน และการบอกปากต่อปากที่มีผลต่อการเลือกซื้ออาหารสตรีทฟู้ด (Street Food) ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร คณะผู้วิจัยทำการสำรวจข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งเครื่องมือวัดผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิและตรวจสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือ โดยทุกปัจจัยมีค่าความตรง (Cronbach's Alpha) เกินกว่า 0.70 ทุกข้อคำถาม และค่าความเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง 0.70-0.98 ในทุกองค์ประกอบ ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน920 คน นำมาวิเคราะห์สรุปผลตามกรอบแนวคิดเพื่อให้ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้ออาหารสตรีทฟู้ดของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านการส่งเสริมการตลาด ชื่อเสียงร้าน และการบอกปากต่อปาก มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้ออาหารสตรีทฟู้ดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ**

***คำสำคัญ* — อาหารสตรีทฟู้ด, ส่วนผสมทางการตลาด, พฤติกรรมผู้บริโภค, ชื่อเสียงร้าน, การบอกปากต่อปาก**

***ABSTRACT*— This research aimed to study marketing mix, shop reputation and word of mouth factors effect purchase decision on Street food. The researchers focused only respondent who live in Bangkok region. The qualitative research method using questionnaire was applied to collect the data. The instrument verified by academic experts. (Cornbrash's alpha > 0.70). Moreover, 920 respondents participated in this research. The researchers analyze the data regard the research conceptual framework to find out factors influence purchase decision. For the result, various factors such as Product, Price, Place, Promotion, reputation and word of mouth effected consumer's purchase decision significantly.**

Keywords* — *Street food, Marketing Mix, Consumer Behavior, Reputation, Word of Mouth

I. บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยมีความพัฒนาและเจริญเติบโตในด้านเทคโนโลยี ด้านการสื่อสารและด้านการคมนาคม ส่งผลให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งเป็นแรงจูงใจทำให้คนย้ายถิ่นฐานเข้ามาเป็นจำนวนมากทำให้ประชากรในกรุงเทพมหานครมีชีวิตความเป็นอยู่และพฤติกรรมการบริโภคที่เปลี่ยนแปลงไปผู้คนมีการเปลี่ยนพฤติกรรมไปรับประทานอาหารนอกบ้านเพิ่มมากขึ้น

ธุรกิจร้านอาหารหรือว่าร้านอาหารริมทางเป็นส่วนหนึ่งที่สะท้อนวัฒนธรรมการกินเพราะมีอาหารหลากหลายชนิดให้เลือกรับประทานมีราคาที่คุ้มค่ากับปริมาณและสามารถหารับประทานได้ทุกพื้นที่เนื่องจาก

ผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการความสะดวกรวดเร็วในการรับประทานอาหาร ธุรกิจร้านอาหารสตรีทฟู้ดจึงเป็นอีกหนึ่งตัวเลือกในปัจจุบันที่ผู้บริโภคจะคำนึงถึงอันดับแรก จากข้อมูลจากศูนย์วิจัยธนาคารออออมสิน พบว่าในปี พ.ศ. 2562 มีธุรกิจร้านอาหารขยายตัวเพิ่มขึ้น โดยยึดจากจำนวนนิติบุคคลที่กำลังดำเนินกิจการอยู่ มีจำนวน 15,263 ราย [8] ซึ่งขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.5 ประกอบกับการคาดการณ์อัตราการเติบโตของรายได้รวมจะอยู่ที่ร้อยละ 5.9 ซึ่งสูงกว่า ปี 2561 ที่เติบโตร้อยละ 0.2 โดยปัจจัยสนับสนุนมาจากการที่ผู้ประกอบการในทุกขนาดยังคงเห็นโอกาสจากธุรกิจร้านอาหาร เนื่องจากอาหารเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการดำรงชีวิต ตลอดจนความต้องการอาหารปรุงสำเร็จขยายตัวเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือนย้อนหลัง 10 ปี (ปี 2552-2561) พบว่า ครัวเรือนไทยมีการใช้จ่ายสำหรับทานอาหารนอกบ้านหรือซื้ออาหารสำเร็จรูปมาทานเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 65 มากกว่าการใช้จ่ายเพื่อการปรุงอาหารเองที่บ้านที่ขยายตัวเฉลี่ยเพียงร้อยละ 2.1 โดยเป็นผลมาจากพฤติกรรมของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงไป [8]

จากที่กล่าวมาข้างต้น คณะผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้ออาหารสตรีทฟู้ดของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร เนื่องจากประชากรในกรุงเทพมหานครมีการอาศัยอยู่อย่างหนาแน่นเป็นลำดับต้นของประเทศซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับธุรกิจร้านอาหารสตรีทฟู้ดอีกทั้งยังเป็นแนวทางให้ผู้ประกอบการธุรกิจอาหารสตรีทฟู้ดสามารถนำผลวิจัยนี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์และพัฒนาธุรกิจให้เหมาะสมต่อความต้องการของผู้บริโภคในการเลือกซื้ออาหารสตรีทฟู้ดและสร้างความพึงพอใจให้กับผู้บริโภคกลับมาใช้บริการอีกครั้งในอนาคต

II. วัตถุประสงค์และวรรณกรรมปริทัศน์

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเลือกซื้ออาหารสตรีทฟู้ดจากผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร
2. เพื่อศึกษาปัจจัยประชากรศาสตร์ที่มีผลต่อการการตัดสินใจเลือกซื้ออาหารสตรีทฟู้ดจากผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร
3. เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนผสมทางการตลาด ความมีชื่อเสียง และการบอกปากต่อปากที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้ออาหารสตรีทฟู้จากผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร

สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ คณะผู้วิจัยให้ความสนใจกับตัวแปรได้แก่ ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ หมายถึง ลักษณะของประชากร ได้แก่ เพศ อายุ การศึกษา ระดับรายได้ และอาชีพ [4] ซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจซื้อ ปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาด หมายถึงเครื่องมือที่ใช้ร่วมกันเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ทางการติดต่อสื่อสารกับองค์กรหรือตัวแปรทางการตลาดที่ควบคุมได้ ซึ่งบริษัทใช้ร่วมกันเพื่อตอบสนองความพึงพอใจแก่ลูกค้ากลุ่มเป้าหมาย มี 4ด้าน ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ หมายถึง สินค้าหรือบริการ ที่สามารถตอบสนองความต้องการและความปรารถนาของผู้บริโภคได้ [6] ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์ก็มีความสำคัญเช่นกัน เช่น เรื่องขนาดของร้าน การจัดวางของ จำนวนที่นั่ง และแสงสว่าง ซึ่งผู้บริโภคใช้ประกอบการตัดสินใจในการเลือกร้าน [10]

ด้านราคา หมายถึง อัตราในการแลกเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ระหว่างกันในตลาด โดยใช้เงินเป็นสื่อกลาง [15] มีความสำคัญอย่างมากต่อการตัดสินใจซื้อ เช่น ผู้บริโภคจะเปรียบเทียบความคุ้มค่าของราคากับปริมาณ รสชาติ และความสดใหม่ของอาหาร [10] ราคาจึงเป็นอีกหนึ่งกลยุทธ์สำคัญที่ร้านอาหารจะต้องทำให้สอดคล้องกับผลิตภัณฑ์ ทั้งในด้านปริมาณอาหาร และเวลารอคอย เพราะผู้บริโภคจะเปรียบเทียบกับร้านอื่น ๆ เสมอ

ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย หมายถึง ช่องทางการจัดจำหน่ายได้แก่ ผู้ผลิต คนกลาง และผู้บริโภค และกิจกรรมการกระจายสินค้า ในการสร้างความพึงพอใจและนำมาซึ่งการตัดสินใจซื้อ ช่องทางการจัดจำหน่ายมีความสัมพันธ์อย่างมาก รวมถึงเกี่ยวโยงกับภาพลักษณ์ของร้าน [10]

ด้านการส่งเสริมการตลาด คือการสื่อสารระหว่างผู้จัดจำหน่ายและตลาดเป้าหมาย เพื่อให้ทราบเกี่ยวกับสินค้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแจ้งข่าวสาร หรือ ชักจูง ให้เกิดทัศนคติ [18] การส่งเสริมการตลาดที่ตรงกลุ่มเป้าหมายจะนำมาซึ่งผลกำไรของร้าน นอกจากนี้ การส่งเสริมการขายยังช่วยทำให้การตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคเร็วขึ้น

ปัจจัยด้านชื่อเสียงของร้านอาหารสตรีทฟู้ด หมายถึง ความมีชื่อเสียงเป็นสิ่งที่สามารถวัดได้โดยวิธีการเรียบง่ายจากการสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างเพื่อให้คะแนนความมีชื่อเสียงขององค์กรจากดีไปถึงแย่ ซึ่งการวัดความมีชื่อเสียงวัดได้ 2 รูปแบบ คือ การวัดที่ความรู้ความเข้าใจหรืออารมณ์และความรู้สึก [17]

ปัจจัยด้านการบอกปากต่อปากของผู้บริโภค หมายถึง การสื่อสารแบบปากต่อปากที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากสำหรับธุรกิจด้านการบริการ [9] ซึ่งข้อมูลได้รับการเผยแพร่ออกไปอาจเป็นได้ทั้งในแง่บวกและแง่ลบ การสื่อสารแบบปากต่อปากทางด้านบวกซึ่งเป็นแหล่งอ้างอิงสำคัญ ที่มีผลมากหากลูกค้าพอใจในการบริการก็จะถ่ายทอดประสบการณ์ให้ผู้อื่น การสื่อสารแบบปากต่อปากทางด้านลบ หากลูกค้าไม่พอใจการบริการที่ได้รับก็อาจถ่ายทอดประสบการณ์ความรู้สึกไม่พอใจนั้นไปยังลูกค้าคนอื่นด้วย อย่างไรก็ตาม การศึกษาปัจจัยด้านการตัดสินใจเลือกซื้ออาหารสตรีทฟู้ดพบว่า ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดมีส่วนส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์เป็นปัจจัยที่ผู้บริโภคคำนึงถึงมากที่สุด เนื่องจากมองที่ความหลากหลาย คุณภาพ ความสดใหม่ถ้าราคาสูงหากผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดี ผู้บริโภคก็มองถึงความสำคัญของผลิตภัณฑ์เป็นหลัก ก่อนตัดสินใจซื้อ รองลงมาเป็นด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่ายและสุดท้ายด้านการส่งเสริมการตลาด [12] ปัจจัยด้านชื่อเสียงคุณลักษณะที่ธุรกิจที่มีชื่อเสียงดีควรจะมี 4 คุณลักษณะ คือ ความไว้วางใจ และความชอบ การยอมรับนับถือและความชื่นชม ซึ่งจะนำไปสู่ความสำเร็จเป็นส่วนหนึ่งให้เกิดความมีชื่อเสียง [14] ปัจจัยด้านการบอกปากต่อปาก การสื่อสารแบบปากต่อปากเป็นเครื่องมือการสื่อสารทางการตลาด กับผู้บริโภค เพื่อเป็นการสร้างความน่าเชื่อถือสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคและเป็นช่องทางที่ผู้บริโภคจะนำมา ใช้ในการพิจารณาในการตัดใจซื้อ ซึ่งมีแรงจูงใจจากคนรู้จักหรือคนใกล้ชิด [9]

จากความหมายข้างต้นจึงสรุปได้ว่า การบอกปากต่อปากคือประสบการณ์ที่ผู้บริโภคได้เลือกซื้ออาหารสตรีทฟู้ดในแต่ละร้านและมีความรู้สึกที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาดมามีส่วนร่วมในการตัดสินใจซื้อ ทั้งนี้ประสบการณ์การเลือกซื้ออาหารสตรีทฟู้ดของผู้บริโภคแต่ละคนอาจจะมีการตัดสินใจซื้อที่แตกต่างกันซึ่งส่งผลต่อการบอกปากต่อปากและชื่อเสียงของร้านอาหารสตรีทฟู้ดได้ทั้งในแง่บวกและในแง่ลบ

III. ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณโดยผู้วิจัยใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูล [1] บุคคลที่เลือกซื้ออาหารสตรีทฟู้ดดังกล่าว ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ ผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร ทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในเดือนสิงหาคม 2563 และสิ้นสุดการเก็บแบบสอบถามในเดือนมกราคม 2564

การตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหาแบบสอบถามที่ตรงกับเรื่องที่ศึกษาเครื่องมือวิจัยได้ถูกตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อความครบถ้วนและความสอดคล้องของเนื้อหาโดยการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องรายข้อ IOC พบว่ามีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป จากนั้นทำการทดสอบแบบสอบถามจำนวน 30 ชุดและคำนวณค่า Cronbach Alpha พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.665-0.855 ในทุกองค์ประกอบสำหรับการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างในวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้หลักกการคำนวณของ Cochran จากการคำนวนขนาดกลุ่มตัวอย่างกรณีที่ไม่ทราบจำนวนประชากรและกำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ 95% จะได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมคือ 398 ตัวอย่าง เมื่อทำการสำรวจกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยได้รับข้อมูลการตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 973 ตัวอย่าง

IV. ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

การวิเคราะห์ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยประกอบด้วยข้อมูลมาวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนาได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการทดสอบสมมุติฐานโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนและทำการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรต้นต่อตัวแปรตามโดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ได้ผลการวิจัยดังนี้

ตารางที่ I : ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวน (คน)	สัดส่วน (%)
1.เพศ		
ชาย	94	9.7%
หญิง	771	79.2%
LGBTQ+	108	11.1%
2.อายุ		
ต่ำกว่า 20 ปี	340	34.9%
20-30ปี	555	57.0%
31-40ปี	55	5.7%
40ปีขึ้นไป	23	2.4%
3.รายได้		
ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 15,000บาท	704	72.4%
15,001-25,000 บาท	183	18.8%
25,001-35,000 บาท	37	3.8%
35,001-45,000 บาท	22	2.3%
45,001 บาทขึ้นไป	27	2.8%
4.อาชีพ		
นักเรียน นักศึกษา	666	68.4%
พนักงานออฟฟิศ	151	15.5%
ข้าราชการ	46	4.7%
รับจ้างทั่วไป	46	4.7%
ธุรกิจส่วนตัว	41	4.2%
อื่น ๆ	23	2.4%
5.ระดับการศึกษา		
ต่ำกว่าปริญญาตรี	338	34.7%
ปริญญาตรี	593	60.9%
ปริญญาโท	38	3.9%
ปริญญาเอก	4	0.4%

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ เพศหญิงร้อยละ 79.2 LGBTQ+ ร้อยละ 11.1 และ เป็นเพศชายร้อยละ 9.7 โดยส่วนใหญ่ผู้ตอบแบบสอบถามมีอายุ 20-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 57 กลุ่มตัวอย่างส่วนมากมีรายได้ต่อเดือนเฉลี่ยอยู่ที่ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 15,000 บาทคิดเป็นร้อยละ 72.4 อีกทั้งกลุ่มตัวอย่างส่วนมากอาชีพนักเรียน/นักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 68.4 และกลุ่มตัวอย่างส่วนมากมีระดับการศึกษาอยู่ที่ปริญญาตรี ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 60.9 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 973 คน

ตารางที่ II : ความถี่ในการเลือกซื้ออาหารสตรีทฟู้ดของกลุ่มตัวอย่าง

ความถี่ในการเลือกซื้ออาหารสตรีทฟู้ด	จำนวน (คน)	สัดส่วน (%)
1-2 ครั้งต่อสัปดาห์	329	33.8%
3-4 ครั้งต่อสัปดาห์	354	36.4%
5-6 ครั้งต่อสัปดาห์	140	14.4%
มากกว่า 6 ครั้งต่อสัปดาห์	150	15.4%

จากตารางพบว่าความถี่ในการเลือกซื้ออาหารสตรีทฟู้ดของกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างซื้ออาหารสตรีทฟู้ด 3-4 ครั้งต่อสัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 36.4 รองลงมากลุ่มตัวอย่างซื้ออาหารสตรีทฟู้ด 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 33.8

ตารางที่ III : จำนวนเงินที่ใช้ซื้ออาหารสตรีทฟู้ดของกลุ่มตัวอย่าง

จำนวนเงินที่ใช้ซื้ออาหารสตรีทฟู้ด	จำนวน (คน)	สัดส่วน (%)
ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 50 บาทต่อครั้ง	107	11.0%
51-100 บาทต่อครั้ง	472	48.5%
101-200 บาทต่อครั้ง	295	30.3%
201-300 บาทต่อครั้ง	72	7.4%
มากกว่า 300 บาทต่อครั้ง	27	2.8%

จากตารางพบว่าจำนวนเงินที่ใช้ซื้ออาหารสตรีทฟู้ดของกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวนเงินที่กลุ่มตัวอย่างใช้ซื้อมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ 51-100 บาทต่อครั้ง คิดเป็นร้อยละ 48.5 รองลงมา 101-200 บาทต่อครั้ง คิดเป็นร้อยละ 30.3 และ ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 50 บาทต่อครั้ง คิดเป็นร้อยละ 11

ตารางที่ IV : ช่วงเวลาในการเลือกซื้ออาหารสตรีทฟู้ดของกลุ่มตัวอย่าง

ช่วงเวลาในการเลือก	จำนวน (คน)	สัดส่วน (%)
วันธรรมดา	358	36.8%
วันหยุดสุดสัปดาห์	227	23.3%
ทุกวัน	388	39.9%

จากตารางช่วงเวลาในการเลือกซื้ออาหารสตรีทฟู้ดของกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างซื้ออาหารสตรีทฟู้ดทุกวัน คิดเป็นร้อยละ 39.9 รองลงมาซื้ออาหารสตรีทฟู้ดวันธรรมดา คิดเป็นร้อยละ 36.8 และเลือกซื้ออาหารสตรีทฟู้ดวันหยุดสุดสัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 23.3

ตารางที่ V : ผลการวิเคราะห์การตัดสินใจซื้อของกลุ่มตัวอย่าง

เพศ	การตัดสินใจซื้ออาหารสตรีทฟู้ด				
	N	ค่าเฉลี่ยการตัดสินใจ (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std. Deviation)	F	Sig.
ชาย	94	4.09	0.592	0.531	0.588
หญิง	771	4.03	0.564		
LGBTQ	108	4.06	0.582		

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการตัดสินใจซื้ออาหารสตรีทฟู้ดของกลุ่มตัวอย่างโดยจำแนกตามเพศ พบว่า ได้ค่า Sig. เท่ากับ 0.588 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (α) 0.05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ปัจจัย ด้านเพศที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้ออาหารสตรีทฟู้ดไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ VI : ผลการวิเคราะห์ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอายุที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้ออาหารสตรีทฟู้ด

อายุ	การตัดสินใจซื้ออาหารสตรีทฟู้ด			
	ค่าเฉลี่ยการตัดสินใจ (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std.Deviation)	F	Sig.
ต่ำกว่า20 ปี	4.08	0.608	1.77	0.151
20-30 ปี	4.03	0.548		
31-40 ปี	3.92	0.505		
40 ปีขึ้นไป	3.92	0.566		

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการตัดสินใจซื้ออาหารสตรีทฟู้ดของกลุ่มตัวอย่างโดยจำแนกตามอายุพบว่า ได้ค่า Sig. เท่ากับ 0.151 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (α) 0.05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ปัจจัยด้านอายุที่แตกต่าง ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้ออาหารสตรีทฟู้ดไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ VII: ผลการวิเคราะห์ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามรายได้ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้ออาหารสตรีทฟู้ด

รายได้ต่อเดือน	การตัดสินใจซื้ออาหารสตรีทฟู้ด			
	ค่าเฉลี่ยการตัดสินใจ (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	F	Sig.
ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 15,000บาท	4.03	0.592	0.601	0.662
15,001-25,000 บาท	4.06	0.516		
25,001-35,000 บาท	4.09	0.440		
35,001-45,000 บาท	3.95	0.457		
45,001บาทขึ้นไป	3.91	0.537		

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการตัดสินใจซื้ออาหารสตรีทฟู้ดของกลุ่มตัวอย่างโดยจำแนกตามรายได้พบว่า ได้ค่า Sig. เท่ากับ 0.662 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (α) 0.05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ปัจจัยด้านอายุที่แตกต่าง ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้ออาหารสตรีทฟู้ดไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ VIII : ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ของปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้ออาหารสตรีทฟู้ดของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Unstandardized Coefficients				
	B	Std. error	Standardized Coefficients	t	sig
(Constant)	1.045	.130		8.039	.000
1.ปัจจัยด้านการบอกปากต่อปาก	.378	.022	.481	17.386	.000
2.ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด	.131	.020	.183	6.729	.000
3.ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์	.193	.033	.157	5.835	.000
4.ปัจจัยด้านชื่อเสียงของร้าน	.057	.020	.082	2.860	.004
R square	.470				

ปัจจัย4 อันดับแรกที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้ออาหารสตรีทฟู้ดของกลุ่มตัวอย่างมีประสิทธิภาพในการทำนายเท่ากับ 47%ซึ่งสามารถส่งผลต่อการตัดสินใจซื้ออาหารสตรีทฟู้ดของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปัจจัยทั้ง 4 ได้แก่ ปัจจัยด้านการบอกปากต่อปาก, ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด, ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์และปัจจัยด้านชื่อเสียงของร้านอาหารสตรีทฟู้ด ปัจจัย มีค่า Sig. เท่ากับ.000 น้อยกว่า .05 ดังนั้น ปัจจัยด้านการบอกปากต่อปาก, ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด, ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ และปัจจัยด้านชื่อเสียงของร้านอาหารสตรีทฟู้ด ส่งผลให้เกิดการตัดสินใจซื้ออาหารสตรีทฟู้ด โดยการวัดประสิทธิภาพในการทำนายตัวแปรที่มีผลมากที่สุดโดยดูจากค่า Unstandardized(B) ตัวแปรที่มีผลมากที่สุดคือ รองลงมาเป็นปัจจัยด้านการบอกปากต่อปาก ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด และสุดท้ายปัจจัยด้านชื่อเสียงของร้าน สำหรับกลุ่มประชากรตัวอย่างในเขตกรุงเทพมหานคร

V. การอภิปรายผล

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้ออาหารสตรีทฟู้ด (Street Food) กรณีศึกษาจากผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ปัจจัยทางประชากรศาสตร์เพศ อายุ รายได้ อาชีพและระดับการศึกษาส่งผลต่อการตัดสินใจซื้ออาหารสตรีทฟู้ดไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับรัฐชัย สายเพ็ชร์ [13] ที่ศึกษากระบวนการตัดสินใจการเลือกใช้บริการร้านอาหารในกรุงเทพมานคร ประชากรในกรุงเทพมหานครที่มี เพศ อายุ การศึกษา อาชีพและรายได้ ต่างกันทำให้กระบวนการตัดสินใจการเลือกใช้บริการร้านอาหารโดยรวมไม่แตกต่างกัน

ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้ออาหารสตรีทฟู้ดของตัวอย่างประชากรในเขตกรุงเทพมหานคร มีปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้แก่ ปัจจัยด้านชื่อเสียงของร้าน รองลงมาคือ ปัจจัยด้านการบอกปากต่อปาก ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาดและสุดท้ายคือปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับฐิตาภัทร์ รัตนิธิพงส์ [7] ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารจากร้านอาหารหาบเร่แผงลอยบนถนนสีลมของผู้บริโภคกลุ่มวัยทำงาน พบว่า ในการบริโภคอาหารหาบเร่แผงลอย ผู้บริโภคให้ความสำคัญแก่ลักษณะผลิตภัณฑ์ในระดับมาก รองลงมาเป็นปัจจัยด้านราคา ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของจุติพร ดำสงค์ [3] ที่ศึกษาแรงจูงใจและส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการซื้ออาหารประเภทฟู้ดทรัคในเขตกรุงเทพมหานครพบว่า กลุ่มตัวอย่างให้ความสำคัญต่อส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการซื้ออาหารประเภทฟู้ดทรัคในเขตกรุงเทพมหานครแรงจูงใจที่ส่งผลต่อการซื้ออาหาร ได้แก่ ด้านราคาอยู่ในระดับมากซึ่งราคามีความสำคัญมาก โดยป้ายแสดงราคาอาหารที่ชัดเจน รองลงมาคือ ราคาเหมาะสมกับปริมาณของอาหาร และราคาเหมาะสมกับรสชาติอาหาร ซึ่งงานวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของจักรกฤษณ์ นาคประเสริฐ [2] ที่ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการร้านไอศกรีมพรีเมี่ยมในศูนย์การค้าเซ็นทรัลพลาซ่าในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้บริการ คือ การส่งเสริมการตลาดในส่วนของการส่งเสริมการขาย โดยมีการจัดโปรโมชั่น เช่น การลด แลก แจก แถม ทำให้ผู้บริโภคมีการเข้าถึงในการเข้าใช้บริการมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรุ่งนภา พิตรปรีชา [14] ที่ศึกษาเกี่ยวกับตัวชี้วัดชื่อเสียงของธุรกิจเอกชนในประเทศไทย ผลการวิจัยพบว่า คุณลักษณะที่ธุรกิจที่มีชื่อเสียงดีเกือบทุกประเภทควรมีเป็นอันดับแรก คือ การยอมรับนับถือ และผลการวิจัยมีความสอดคล้องกับชญานุตม์ โกมารกุล ณ นคร [5] ที่ศึกษาเกี่ยวกับช่องทางการสื่อสารและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อน้ำพริกแกงสดของแม่ค้าข้าวแกงภายในและภายนอกบริเวณสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษาในเขตกรุงเทพมหานครจาผลการศึกษาพบว่า ช่องทางการสื่อสารที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อ

VI. ข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ผลของงานวิจัยนี้ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้ออาหารสตรีทฟู้ด (Street Food) กรณีศึกษาจากผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร การวิจัยครั้งนี้พบว่า ปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาด ด้านชื่อเสียงของร้านอาหารและปัจจัยด้านการบอกปากต่อปากมีผลต่อการตัดสินใจซื้ออาหารสตรีทฟู้ดของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร คณะผู้วิจัยใคร่ขอเสนอแนะแนวทางการให้บริการแก่ลูกค้าในเขตกรุงเทพมหานครดังนี้ ทางร้านอาหารสตรีทฟู้ดควรให้ความสำคัญแก่ ปัจจัยด้านการบอกปากต่อปาก ผู้ประกอบการจึงควรสร้างความน่าเชื่อถือของร้านอาหาร โดยการสร้างความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์และการตัดสินใจซื้อให้กับผู้บริโภค ซึ่งบุคคลที่มีอิทธิพลอย่างเช่นเพื่อนหรือคนใกล้ชิด อินฟลูเอนเซอร์เป็นผู้ที่ให้คำแนะนำหรือ

ประสบการณ์ที่ได้รับ ซึ่งคำรีวิวเป็นสิ่งที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค ดังนั้นจึงควรทำให้ร้านเป็นที่รู้จักโดยการสร้างคอนเทนต์บนโซเชียลมีเดียเพื่อให้เกิดการบอกปากต่อปากและควรควบคุมภาพลักษณ์ของร้านอาหารในทุกๆ ด้านให้มีความเป็นมาตรฐาน เช่น ความอร่อย สะดวก สะอาด ปลอดภัย และการบริการที่ดี เพียงเท่านี้ก็จะส่งผลให้ร้านอาหารมีการบอกปากต่อปากในเชิงบวกและจะทำให้ลูกค้าเก่ากลับมาซื้อซ้ำได้

นอกจากนี้ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญกับการส่งเสริมการตลาด เช่น มีการออกโปรโมชั่นส่งเสริมการขาย ลด แลก แจก แถม เพื่อให้ลูกค้ารู้สึกคุ้มค่าทุกครั้งที่ซื้อ มีป้ายบอกราคาที่ชัดเจนและมีการให้ลูกค้ามีส่วนร่วมกับร้านค้า เช่น การสะสมแต้ม ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์ โดยการควบคุมคุณภาพและรสชาติของอาหารและใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมและสะอาด และผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญกับชื่อเสียงของร้าน โดยการรักษามาตรฐานไม่ว่าจะเป็นด้านผลิตภัณฑ์หรือการให้บริการด้วยการควบคุมคุณภาพอาหารในด้านวัตถุดิบที่สดใหม่ปราศจากสารปนเปื้อน การประกอบอาหารที่สะอาด ภาชนะบรรจุภัณฑ์ที่สะดวกและที่สำคัญอย่างยิ่ง คือการอบรมพนักงานให้มีใจรักในการบริการ เพราะผู้ให้บริการมีส่วนสำคัญเป็นอย่างมากที่ทำให้ผู้ซื้อตัดสินใจซื้อ หากพนักงานบริการไม่ดีลูกค้าก็จะได้รับประสบการณ์การซื้อที่ไม่ดีและอาจจะบอกต่อลูกค้าในอนาคตทำให้ไม่ซื้อของจากร้านอาหารของเราได้ ทั้งนี้หากสามารถรักษามาตรฐานได้ก็จะส่งผลให้ชื่อเสียงของร้านดีและได้รับการยอมรับนับถือ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีเนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากอาจารย์อัชญา กล้าเวช สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัย คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

[1] กัลยา วาณิชย์บัญชา," การใช้ SPSS for windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล", พิมพ์ครั้งที่ 8, โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2549.

[2] เกอ ซ่ง," คุณภาพอาหาร คุณภาพการบริการ สภาพแวดล้อมทางกายภาพและความใส่ใจในสุขภาพที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการร้านอาหารไทยของนักท่องเที่ยวชาวจีนในกรุงเทพมหานคร," การศึกษาเฉพาะบุคคลปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. 2559.

[3] เครือมาศ มีเกษม, "พฤติกรรมการบริโภคอาหารจานด่วนของบุคคลวัยทำงานในเขตกรุงเทพมหานคร," การศึกษาเฉพาะบุคคลปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. 2554.

[4] จักรกฤษณ์ นาคประเสริฐ, "ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้บริการร้านไอศกรีมพรีเมี่ยมในศูนย์การค้าเซ็นทรัลพลาซ่าในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล," คณะบริหารธุรกิจ,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. 2556.

[5] จุติพร ดำสงค์ "แรงจูงใจและส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการซื้ออาหารประเภทฟู้ดทรัคในเขตกรุงเทพมหานคร," มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กรุงเทพมหานคร. 2560.

[6] ฉลองศรี พิมลสมพงศ์ "การวางแผนและการพัฒนาตลาดการท่องเที่ยว," คณะมนุษยศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 22, 2548.

[7] ชญานุตม์ โกมารกุล ณ นคร, "ช่องทางการสื่อสารและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อน้ำพริกแกงสดของแม่ค้าข้าวแกงภายในและภายนอกบริเวณสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร, " วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะนิเทศศาสตร์, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, กรุงเทพมหานคร. 2549.

[8] ชามานา เสริฐสนิท, "ปัจจัยการตลาดที่มีอิทธิพลต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารในอำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด", วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2562.

[9] เชาว์ โรจน์แสง "ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการตลาด ในเอกสารสอนชุดวิชาตลาดสินค้าเกษตรกรรมกับเศรษฐกิจของไทย หน่วยที่ 3", สาขาวิชาวิทยาการจัดการ, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 2542.

[10] ฐิตาภัทร์ รัตนิธิพงส์, "ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรมการบริโภคอาหารจากร้านอาหารหาบแร่แผงลอยบนถนนสีลมของผู้บริโภคกลุ่มวัยทำงาน",คณะบริหารธุรกิจ (สาขาวิชาการตลาด), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. 2554.

[11] ทิพารัตน์ สัญพงศ์, "ความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศที่มีต่อการบริโภคอาหารริมบาทวิถี กรณีศึกษาเขตพระนคร กรุงเทพมหานคร", คณะการท่องเที่ยวและการโรงแรม สาขาวิชาการจัดการท่องเที่ยว, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, กรุงเทพฯ. 2557.

[12] ธีรกิติ นวรัตน์ ณ อยุธยา, "การตลาดบริการแนวคิดและกลยุทธ์" , จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ,หน้า 117. 2549.

[13] มุชาภร โยธะวงษ์, "อิทธิพลของการสื่อสารด้วยวิธีปากต่อปากผ่านทางออนไลน์ที่ส่งผลต่อการรับรู้คุณค่าตราสินค้าและการตัดสินใจรับประทานอาหารที่ร้านอาหารญี่ปุ่นในเขตกรุงเทพมหานคร", มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, ปทุมธานี. 2557.

[14] ไมตรี เสถะรักษ์, "ส่วนประสมทางการตลาดและการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคอาหารออร์แกนิค", คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ. 2558.

[15] รัฐชัย สายเพ็ชร, "กระบวนการตัดสินใจการเลือกใช้บริการร้านอาหารในกรุงเทพมานคร", คณะบริหารธุรกิจ สาขาการตลาด, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ. 2562.

[16] รุ่งนภา พิตรปรีชา, "ตัวชี้วัดชื่อเสียงของธุรกิจเอกชนในประเทศไทย", จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 2553.

[17] วศินี พงศ์พัฒนศักดิ์," ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกร้านอาหารญี่ปุ่นของคนทำงานในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล", การค้นคว้าอิสระปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต.มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 2557.

[18] ศิรประภา นพชัยยา," ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อกาแฟจากร้านคาเฟ่อเมซอนในสถานบริการน้ำมันปตท ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล," การค้นคว้าอิสระปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 2558.

[19] สุรสิฐ อินต๊ะ, "ความสัมพันธ์ของการสื่อสารทางการตลาดกับพฤติกรรมการท่องเที่ยว ในอำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน," ปริญญานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต (สาขา บริหารธุรกิจ), วิทยาลัยพาณิชยศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี. 2551.

[20] เสรี วงษ์มณฑา, "กลยุทธ์การตลาด," กรุงเทพมหานคร, บริษัทธีระฟิล์มและไซเท็กซ์จำกัด, หน้า17, 2542.

[21] Burke, J. R., Martin, G., & Cooper, L.C. "Corporate Reputation: Managing Opportunities and Threats." Surrey, England,Gower Publishing. 2011.

[22] Kotler, P., & Keller, K. "Marketing management." Pearson Prentice Hall. 2009.

ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดและคุณภาพการบริการที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร

Marketing mix factors and service quality that affect consumer satisfaction in the selection of mobile network services in Bangkok

1st ภัคจีรา เนียมรัตน์
Pakjira niamrat
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
Ni.pakjira_st@tni.ac.th

2nd ชฎาภา กลิ่นชาติ
Chadapa klinchat
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
Kl.chadapa_st@tni.ac.th

3rd พงศ์ศรัณย์ วงศ์ชนเดช
Pongsaran Wongchanadech
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
Pongsaran@tni.ac.th

บทคัดย่อ — การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดและคุณภาพการบริการที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร เป็นการวิจัยเชิงปริมาณโดยการเก็บข้อมูลปฐมภูมิใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งผ่านการความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิ และตรวจสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือโดยใช้กลุ่มทดลองจำนวน 30 ตัวอย่างโดยมีค่าความตรงเกินกว่า 0.67 ทุกข้อคำถามและค่าความเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง0.81-0.91ในทุกองค์ประกอบจากนั้นนำไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 484 คนและนำมาวิเคราะห์สรุปผลตามกรอบแนวคิดการวิจัยเพื่อให้ทราบถึงการบริหารจัดการคุณภาพการบริการได้อย่างเหมาะสม และเต็มประสิทธิภาพ ทำให้ผู้บริโภคเกิดความเชื่อมั่นไว้วางใจ

ผลการศึกษาพบว่า (1) ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่ายมีอิทธิพลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร (2) ปัจจัยการส่งเสริมการตลาดมีอิทธิพลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร

คำสำคัญ — ความพึงพอใจ, การเลือกใช้บริการ, เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

Abstract — The main purpose of this research is to study The factors that influence consumers' satisfaction on choosing to consume media from influencers about mobile phone network from digital media in BKK. The research is about quantity collect basis data by test from knowledgeable 4 84 people as sample group into bringing empirical data to create a conceptual framework. And the mean is over 0.67 in every questions and reliable is between 0.81-0.91 in basic element. Finally, all data is analyzed into conclusion on the effects of influencers about mobile phone network in digital media towards consumers' purchasing decisions.

The study indicates that (1) Distribution factors effect consumers' behavior on choosing to consume media from influencers about mobile phone network from digital media in BKK. (2) Marketing promote factors effect consumers' behavior on choosing to consume media from influencers about mobile phone network from digital media in BKK.

keyword — Satisfaction, Decision Making on Purchasing, Mobile Phone Network

I. บทนำ

ปัจจุบันเครื่องมือสื่อสารและเทคโนโลยีถือเป็นส่วนหนึ่งในการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็น โทรศัพท์เคลื่อนที่ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิคต่างๆ หรือแม้แต่เครือข่ายมือถือที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารในชีวิตประจำวัน ซึ่ง เทคโนโลยีในการติดต่อสื่อสารอย่างโทรศัพท์เคลื่อนที่จึงเรียกได้ว่าเป็นปัจจัยที่ 5 ในการดำรงชีวิต ทั้งใน ส่วนประชาชนทั่วไปหรือในภาคส่วนของธุรกิจ (ธนกร โอภาพงพันธ์, 2555) โดยสามารถสังเกตได้จากการดำรงชีวิตของประชากรทั่วไปที่ใช้เวลาส่วนใหญ่ไปกับสังคมออนไลน์ และส่งผลให้ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีได้พัฒนาเติบโตอย่างรวดเร็วเพื่อตอบสนองความต้องการของประชากรที่มีอยู่อย่างไม่จำกัด

ซึ่งปัจจุบันนี้เครือข่ายที่ใช้ในประเทศไทยมีอยู่ 3 เครือข่ายหลักๆ ด้วยกันคือ DTAC,TRUEMOVE,AIS จากผลสำรวจตั้งแต่ปี 2015-2018 สถิติส่วนแบ่งการตลาดผู้ใช้งานโทรศัพท์มือถือประเทศไทย ได้มีการเปลี่ยนแปลงของผู้ใช้งานเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้ง 3 เครือข่าย (ดังแสดงในภาพที่1.1) ปี 2558 AIS (ร้อยละ45.56) DTAC (ร้อยละ29.56) TRUEMOVE (ร้อยละ22.24) ปี 2559 AIS (ร้อยละ29) TRUEMOVE (ร้อยละ25) DTAC (ร้อยละ20) ปี 2560 AIS (ร้อยละ44.395) TRUEMOVE (ร้อยละ28.635) DTAC (ร้อยละ26.970) ปี 2561 AIS (ร้อยละ44.978) TRUEMOVE (ร้อยละ31.878) DTAC (ร้อยละ23.1441) และด้วยโซเชียลมีเดีย ที่เข้ามามีบทบาทกับผู้บริโภคเป็นอย่างมากในปัจจุบัน ซึ่งเป็นช่องทางสำคัญในการแสดงความคิดเห็นของผู้บริโภค ทั้งด้านดี และด้านที่ไม่พึงพอใจจากการใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของตน และมีผู้บริโภคเป็นวงกว้างที่รับสารความคิดเห็นเหล่านั้น จากผลสำรวจปี 2558-2561 เป็นเวลา 4 ปี พบว่า AIS มีจำนวนผู้ใช้เครือค่ายโทรศัพท์มือถือที่มากที่สุด และจากผลสำรวจพบว่าส่วนประสมทางการตลาดฯ (Marketing Mix หรือ4Ps) มีอิทธิพลต่อความพึงพอใจของลูกค้า ไม่ว่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ (Product) ราคา (Price) ช่องทางการจัดจำหน่าย (Place) และการส่งเสริมการขาย (Promotion) ทุกอย่างล้วนมีผลกระทบต่อประชากรที่เลือกบริโภคเครือข่ายทั้งช่องทางการติดต่อสอบถาม ราคาโปรโมชั่นที่มีผลต่อความคุ้มค่าในการเลือกใช้ หากคุณภาพไม่เหมาะสมกับราคาผู้บริโภคก็สามารถที่จะไปเลือกใช้เครือข่ายอื่นที่ตอบสนองต่อความต้องการได้มากกว่า เครือข่ายแต่ละเครือข่ายมีความสัมพันธ์และความผูกพันกับลูกค้าที่แตกต่างกัน ระหว่างผู้ให้บริการเครือข่ายฯ และมีความผันแปรในทิศทางเดียวกัน คือถ้าลูกค้ารู้สึกผูกพันและพึงพอใจกับเครือข่ายฯ ที่ได้เลือกใช้บริการจะยังคงใช้บริการต่อไป

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า ผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จะต้องเผชิญกับการแข่งขันที่เกิดขึ้นเพื่อต้องการรักษาฐานผู้บริโภคเดิมของตนเอาไว้ และยังมีผู้บริโภคเกิดขึ้นใหม่เรื่อยๆ มีการพัฒนาของเทคโนโลยีที่รวดเร็วทำให้ต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับผู้บริโภคให้มากขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการที่ไม่จำกัดของผู้บริโภค ผู้วิจัยจึงตระหนักถึงการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของสถิติการเลือกใช้เครือข่ายโทรศัพท์มือถือและการเปลี่ยนแปลงการเลือกใช้เครือข่าย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับ ปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจในการใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์มือถือของผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยมุ่งศึกษาไปที่ประเด็นคุณภาพการให้บริการ ความเชื่อมั่นไว้วางใจ และปัจจัยที่ทำให้เกิดการย้ายค่ายและสาเหตุของการเลือกใช้เครือข่ายโทรศัพท์มือถือซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาในประเด็นนี้จะทำให้ผู้ประกอบการสามารถบริหารจัดการคุณภาพการบริการได้อย่างเหมาะสม และสามารถดึงเอาประสิทธิภาพของบุคลากรออกมาใช้ให้เกิดผลได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เพื่อให้ผู้บริโภคเกิดความเชื่อมั่นไว้วางใจ และรับรู้ถึงคุณค่าของตราสินค้าอันจะนำไปสู่ความพึงพอใจในการเลือกใช้บริการของผู้บริโภคต่อไป

I.II วัตถุประสงค์งานวิจัย

- เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่
- เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่
- เพื่อศึกษาปัจจัยคุณภาพการให้บริการที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

II.ทบทวนวรรณกรรม และกรอบแนวคิดงานวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับ “ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดและคุณภาพการบริการที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร” ซึ่งจากการศึกษาค้นคว้าเอกสารนำมาสนับสนุนเพื่อเป็นกรอบในการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

ธีรกิตินวรัตน ณ อยุธยา (2552)[2] กล่าวว่า ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการที่ลูกค้าประเมินคุณภาพ ของการบริการที่เขาได้รับเรียกว่า “คุณภาพของการบริการที่ลูกค้ารับรู้” (Perceived Service Quality) ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการที่ลูกค้าทำการเปรียบเทียบบริการที่คาดหวัง (Expected Service) กับบริการที่รับรู้(Perceived Service) ซึ่งก็คือประสบการณ์ที่เกิดขึ้นหลังจากที่เขาได้รับบริการแล้วนั่นเองโดยเกณฑ์ในการประเมินคุณภาพการให้บริการให้เลือกเกณฑ์อย่างกว้างทั้งหมดรวม 5 เกณฑ์ดังต่อไปนี้ 1) ความไว้ใจหรือความน่าเชื่อถือ (Reliability) หมายถึง ความสามารถในการให้บริการในระดับหนึ่งที่ต้องการอย่างถูกต้อง (Accurate Performance) และไว้วางใจ (Assurance) 2) ความมั่นใจ (Assurance) หมายถึง ผู้ให้บริการมีความรู้และทักษะที่จำเป็นในการบริการ (Competence) มีความสุภาพ

และเป็นมิตรกับลูกค้า (Courtesy) มีความซื่อสัตย์และสามารถสร้างความมั่นใจให้แก่ลูกค้า(Credibility) และความมั่นคงปลอดภัย (Security) 3) สิ่งที่สามารถจับต้องได้(Tangibles) หมายถึง สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ สภาพแวดล้อม เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ 4) ความใส่ใจ (Empathy) หมายถึง สามารถเข้าถึงได้โดยสะดวกและสามารถติดต่อได้ง่าย (Easy Access) ความสามารถในการติดต่อสื่อสาร (Good Communication) และเข้าใจลูกค้า (Customer Understanding) 5) การสนองตอบลูกค้า (Responsiveness) หมายถึง ความเต็มใจที่จะให้บริการทันที (Promptness) และให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี(Helpfulness)

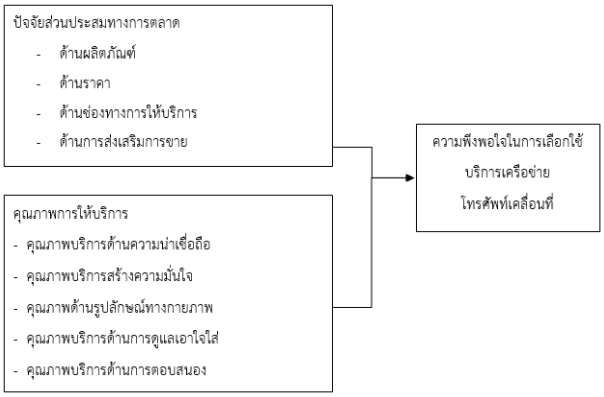
Kotler (2000) [3] ได้กล่าวถึงความพึงพอใจว่า เป็นความรู้สึกส่วนบุคคลที่เกิดขึ้นหลังจากได้รับสิ่งที่ต้องการหรือความผิดหวัง ซึ่งเกิดจากการเปรียบเทียบการรับรู้กับความคาดหวังซึ่งมีผลลัพธ์ของสิ่งที่ต้องการ ถ้าการรับรู้ต่อสิ่งที่ต้องการเหมาะสมกับความคาดหวังของลูกค้าก็จะเกิดความพึงพอใจ

McCarthy (1993, pp. 46 - 50)[4] ได้กล่าวไว้ว่า “ส่วนประสมทางการตลาด (Marketing Mix) ประกอบด้วย ผลิตภัณฑ์สินค้า (Product) ราคา (Price) สถานที่ หรือ ช่องทางการจัดจำหน่าย (Place) และ การส่งเสริมการขาย (Promotion) หรือ 4Ps เป็นเครื่องมือการตลาดที่นำมาผสมผสาน ปรับใช้ต่อสินค้า และการให้บริการ เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ทางการตลาดของธุรกิจ”

ณิชาปวีณ์ กกกำแหง (2556)[5] ได้ทำการศึกษาเรื่อง อิทธิพลของคุณภาพการบริการที่มีต่อ ความพึงพอใจของลูกค้าและการเปลี่ยนผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ พบว่า ในภาพรวมของ ธุรกิจนั้น คุณภาพการให้บริการทั้ง 5 มิติที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักมีอิทธิพลทางตรงต่อ ความพึงพอใจของลูกค้าในทางบวก ส่วนในด้านอิทธิพลของคุณภาพการบริการแต่ละมิติที่มีต่อการ เปลี่ยนผู้ให้บริการ พบว่า มีเพียงอิทธิพลทางอ้อมในทางลบที่ผ่านความพึงพอใจเท่านั้น โดยมิติของ คุณภาพการบริการที่มีอิทธิพลรวมต่อความพึงพอใจ และต่อการเปลี่ยนผู้ให้บริการของลูกค้า ตามลำดับ

ภาณุพร หาญธีระชัยกุล (2558)[6] ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบระหว่างอิทธิพลของความพึง พอใจต่อคุณภาพบริการกับการส่งเสริมการจำหน่ายที่ส่งผลต่อการเลือกใช้บริการซ้ำกับธุรกิจเครือข่าย สัญญาณอินเตอร์เน็ตของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร การศึกษาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ เปรียบเทียบระหว่างความพึงพอใจในคุณภาพบริการและความพึงพอใจในการส่งเสริมการจำหน่ายที่ ส่งผลต่อการซื้อซ้ำของผู้บริโภค ผลการศึกษาพบว่า ความพึงพอใจต่อคุณภาพบริการแต่ ละด้านส่งผลต่อการเลือกใช้บริการซ้ำและความพึงพอใจต่อการส่งเสริมการจำหน่ายแต่ละด้านส่งผล ต่อการเลือกใช้บริการซ้ำ นอกจากนี้ผลการศึกษายังพบว่า ความพึงพอใจต่อคุณภาพการบริการและความพึงพอใจต่อการส่งเสริมการจำหน่าย ส่งผลต่อการใช้บริการซ้ำแตกต่างกัน

II.I กรอบแนวคิดงานวิจัย



ภาพที่ I ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดและคุณภาพการบริการที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร

III. รูปแบบวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยโดยใช้วิธีการทำแบบสำรวจ และศึกษาโดยการเก็บข้อมูลปฐมภูมิ ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 484 คน เพื่อนำข้อมูลเชิงประจักษ์มา สร้างกรอบแนวคิด และนำมาวิเคราะห์สรุปผลถึงอิทธิพลของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดและคุณภาพการบริการที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค ซึ่งผู้วิจัยได้คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อให้ได้จำนวนตามต้องการโดยไม่มีหลักเกณฑ์ และใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบก้อนหิมะหรือลูกโซ่ เพื่อเป็นการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตามที่ผู้วิจัยต้องการ จนกระทั่งสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลจนได้จำนวนที่ครบถ้วนตามที่ผู้วิจัยต้องการ

ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามให้อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เป็นผู้ทำการพิจารณาตรวจสอบในด้านความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม ความเหมาะสมของแบบสอบถาม ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงของข้อคำถาม มีค่าไม่น้อยกว่า 0.60 ทุกข้อ โดย Rovinelli และ Hambleton, (1976)[7] ได้กล่าวถึงค่าความเที่ยงตรงของข้อคำถามว่าควรมีค่ามากกว่า 0.50 และผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามไปใช้กับกลุ่มทดลอง จำนวน 40 คน นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าอยู่ที่ 0.901 โดย สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสิทธิ์ (2003)[8] ได้กล่าวถึงเรื่องการคำนวณค่าความเชื่อมั่นว่า ควรมีค่าตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป

IV. ผลการวิจัย

จากการเก็บข้อมูลจริง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และประมวลผลด้วยโปรแกรมทางสถิติ โดยแบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็นส่วนต่างๆ พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 81.5) มีอายุระหว่าง 16-25 ปี (ร้อยละ 72.6) มีระดับการศึกษาปริญญาตรีหรือเทียบเท่า (ร้อยละ 61.0) มีอาชีพนักเรียนนักศึกษา (ร้อยละ 67.6) และรายได้ต่อเดือนของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ ต่ำกว่า 10,000 บาท (ร้อยละ 55.0) และมีสถานภาพโสด คิดเป็นร้อยละ (96.75) นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยส่วนประสม

ทางการตลาดและคุณภาพการบริการที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานครพบว่าสื่อสังคมออนไลน์ที่เปิดรับข่าวสารกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เปิดรับข้อมูลข่าวสารผ่านสื่อ และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่เครือข่าย AIS จำนวน 185 คน คิดเป็นร้อยละ (38.2) มีความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ (Product) มีภาพรวมในระดับมาก (S.D. =0.9434) พบว่า ท่านเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่เพราะความเร็วจากการใช้งานอินเตอร์เน็ต มีค่าเฉลี่ยสูงสุด (S.D. = 4.1187) ปัจจัยด้านราคา (Price) โดยกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นในเรื่อง ท่านเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพราะอัตราค่าบริการมีความเหมาะสมกับการใช้งาน มากที่สุด (S.D.=0.95)ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยด้านปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย (Place) โดยกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นในเรื่อง ท่านเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพราะ ท่านเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่เพราะมีหลากหลายช่องทางในการชำระค่าบริการ มากที่สุด(S.D. = 0.93) ปัจจัยการส่งเสริมการตลาด (Promotion) โดยกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นในเรื่อง ท่านเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพราะ ท่านเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่เพราะมีการจัดโปรโมชั่นที่หลากหลาย มากที่สุด(S.D. = 4.65)

ตารางที่ I ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นของตัวแบบ (ANOVA)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	f	Sig
1	Regression	142.632	9	15.848	135.263	0.00
	Residual	50.146	428	.117		
	Total	192.778	437			

จากการทดสอบสมมติฐานที่กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) เท่ากับ 0.05 นั้นผลการทดสอบตามตารางที่ I ได้ค่า Sig. เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 (α) แสดงว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว สามารถนำมาใช้ในการพิจารณาความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร ได้

ตารางที่ II ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดและคุณภาพการบริการ

ปัจจัย	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	.342	.116		2.943	.003
1.ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์	.052	.035	.050	1.477	.140
2. ปัจจัยด้านราคา	-.001	.027	-.001	-.042	.967
3.ปัจจัยด้านสถานที่	.890	.030	.077	2.268	.024
4.ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด	.047	.023	.059	2.060	.040
5. คุณภาพบริการด้านความน่าเชื่อถือ	.059	.031	.068	1.931	.054
6. คุณภาพบริการสร้างความมั่นใจ	.179	.034	.210	5.313	.000
7. คุณภาพด้านรูปลักษณ์ทางกายภาพ	.062	.032	.072	1.925	.055
8. คุณภาพบริการด้านการดูแลเอาใจใส่	.152	.032	.188	4.777	.000
9. คุณภาพบริการด้านการตอบสนอง	.297	.033	.345	8.993	.000

* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ I พบว่า ปัจจัยคุณภาพบริการด้านการตอบสนอง ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าสถิติ T-Test มีค่า Sig. เท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ .05 ทำให้ ยอมรับ สมมติฐานที่ 6 ซึ่งสามารถตีความได้ว่า ปัจจัยคุณภาพบริการด้านการตอบสนอง ส่งผล ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร เนื่องจาก ผู้บริโภคจะพิจารณาการบริการของศูนย์บริการมีคุณภาพ การบริการของพนักงาน Call Center มีคุณภาพ สะดวกและรวดเร็ว เช่น สามารถติดต่อได้ง่าย สามารถแก้ไขปัญหาได้ตรงกับความต้องการ มีระบบตอบรับอัตโนมัติที่ไม่ยุ่งยาก ขั้นตอนการแก้ไขปัญหามีประสิทธิภาพ รวดเร็วและเหมาะสม จึงส่งผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร

งานวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภาวิณี สิงห์ศรานุรักษ์ (2560) [9] ที่พบว่า ปัจจัยด้านกระบวนการการให้บริการ ส่งผลเชิงบวกต่อการตัดสินใจเปลี่ยนเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยใช้เลขหมายเดิมของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ภาพที่ II ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	60	13.7
หญิง	357	81.5
LGBTQ	21	4.8
	438	100

ลักษณะด้านประชากรศาสตร์	จำนวน	ร้อยละ
2.อายุ		
ต่ำกว่า 15 ปี	28	6.4
16-25 ปี	318	72.6
26-35 ปี	58	13.2
36-45 ปี	32	7.3
140 ปีขึ้นไป	2	0.5
รวม	438	100.0
3.ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด		
ต่ำกว่าปริญญาตรี	151	34.5
ปริญญาตรีหรือเทียบเท่า	267	61
สูงกว่าปริญญาตรี	20	4.6
รวม	438	100.0
4.อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	296	67.6
พนักงานบริษัทเอกชน	77	17.6
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	21	4.8
ธุรกิจส่วนตัว/อาชีพอิสระ	44	10.0
รวม	438	100.0

5.รายได้ต่อเดือน		
ต่ำกว่า 10,000 บาท	241	55
10,001 - 30,000 บาท	142	32.4
35,001 – 50,000 บาท	33	7.5
มากกว่า50,000	22	5.0
	438	100

จากภาพ II สรุปได้ว่าลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างสามารถได้ แบ่งเป็น เพศชาย 13.7% และเพศหญิง 81.5% โดยส่วนใหญ่มีอายุอยู่ระหว่าง 16-25 ปี คิดเป็น 72.6% ระดับการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรีหรือเทียบเท่า คิดเป็น 61.0% มีอาชีพคือ นักเรียนนักศึกษา คิด

เป็น 67.6% และรายได้ต่อเดือนของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ ต่ำกว่า 10,000 บาท คิดเป็น 55.0%โทรศัพท์เคลื่อนที่

V. อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย พบว่า ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ไม่ส่งผล ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร เนื่องจากปัจจุบันผู้ให้บริการเครือข่ายสัญญาณโทรศัพท์มีการขยายเครือข่ายสัญญาณโทรศัพท์มีการขยายครอบคลุมทั่วพื้นที่กรุงเทพมหานคร รวมทั้งเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 4G ด้วย การให้บริการของความเร็วอินเทอร์เน็ต ความชัดเจนของสัญญาณเครือข่ายโทรศัพท์มือถือจึงไม่ค่อยมีความแตกต่างกันมากนัก จึงทำให้ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ไม่ส่งผล ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร

ปัจจัยด้านราคา ไม่ส่งผล ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร เนื่องจาก ในปัจจุบันผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่แต่ละรายมีการแข่งขันกันค่อนข้างสูง ทำให้อัตราค่าบริการ โปรโมชั่น และแพกเก็จต่างๆ ไม่แตกต่างกันมากนัก ผู้ให้บริการแต่ละรายมักจะเสนอราคาพร้อมรายละเอียดเกี่ยวกับโปรโมชั่นที่คล้ายคลึงกัน จึงส่งผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร

ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ส่งผล ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร เนื่องจากในปัจจุบันผู้ประกอบการต่างมีความพยายามในการ รวมถึงเพิ่มความหลากหลายของช่องทางการซื้อสินค้าและบริการ ทั้ง Applications Website Online ศูนย์บริการให้ครอบคลุมมากขึ้น ช่องทางที่แตกต่าง และหลากหลายสามารถเข้าถึงลูกค้าได้แตกต่างกัน จึงส่งผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร สอดคล้องกับงานวิจัยของ สยมภู สุวรรณเนตร (2558) [11] ที่ได้ศึกษา “ปัจจัยด้านพฤติกรรม ปัจจัยด้านเทคโนโลยี และปัจจัยด้านการให้บริการที่มีผลต่อการตัดสินใจย้ายค่ายโทรศัพท์มือถือคลื่นความถี่ 4G ของผู้ใช้บริการในเขตวัฒนา เขตสาธร เขตบางรัก เขตราชเทวี และเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร” พบว่ากลุ่มตัวอย่างให้ความสำคัญกับการชำระค่าบริการผ่าน Shop หรือร้านสะดวกซื้อที่กระจายอย่างทั่วถึง และการบริการชำระเงินออนไลน์ ผ่านบัตรเครดิต ธนาคาร มีผลต่อการตัดสินใจเลือกหรือเปลี่ยนผู้ให้บริการ ตามลำดับ

ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด ส่งผล ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร เนื่องจากการจัดกิจกรรมส่งเสริมการตลาด ไม่ว่าจะเป็นโปรโมชั่นหรือสิทธิพิเศษนั้น ส่วนใหญ่ผู้ประกอบการจะพยายามที่จะเลือกจัดโปรโมชั่นให้มีความหลากหลาย ครอบคลุมและเหมาะสมกับผู้ใช้บริการที่หลากหลาย และมีการจัดโปรโมชั่นต่างๆ ให้ใหม่อยู่เสมอ เพื่อที่จะตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้บริการซึ่งมีพฤติกรรมที่แตกต่างกันในแต่การใช้งาน จึงส่งผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร สอดคล้องกับงานวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ กรกรต มธุรพจน (2559) ที่พบว่า ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยด้านการส่งเสริมการขายและกระบวนการมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความพึงพอใจในการใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่เครือข่าย ดีแทคของ ผู้ใช้บริการในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ปัจจัยด้านคุณภาพบริการด้านความน่าเชื่อถือ ไม่ส่งผล ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร เนื่องจาก ผู้ประกอบการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในประเทศไทยนั้นมีน้อยราย โดย 3 ค่ายหลักคือ Ais Dtac True เป็นผู้ให้บริการรายใหญ่ เป็นองค์กรใหญ่ที่มีความน่าเชื่อถือ จึงไม่มีความแตกต่างกันในแง่คุณภาพบริการด้านความน่าเชื่อถือ

ปัจจัยด้านคุณภาพบริการสร้างความมั่นใจ ส่งผล ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร เนื่องจากผู้ใช้บริการให้ความสำคัญกับความน่าเชื่อถือและถูกต้องของข้อมูล เป็นสำคัญ พิจารณาทั้งในเรื่องความรู้ของพนักงานที่สามารถให้ข้อมูลที่ลูกค้าต้องการได้อย่างถูกต้อง ไม่มีความผิดพลาดของการเรียกเก็บค่าบริการ มาตราฐานในการให้บริการเป็นที่ยอมรับของลูกค้า ส่งผลเชิงบวกต่อ ความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภาวิณีสิงห์ ศรานุรักษ (2560) ที่พบว่า ปัจจัยด้านคุณภาพและพื้นที่ให้บริการของสัญญาณส่งผลเชิงบวกต่อการตัดสินใจเปลี่ยนเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยใช้เลขหมายเดิมของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ปัจจัยด้านคุณภาพด้านรูปลักษณ์ทางกายภาพ ไม่ส่งผล ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร เนื่องจากในปัจจุบันผู้ประกอบการได้เปลี่ยนกระบวนการการให้บริการลูกค้าให้สะดวกสบายยิ่งขึ้น โดยสามารถให้บริการได้ผ่าน call center และApplications ของแต่ละเครือข่าย ทำให้ลูกค้าสามารถเข้าถึงการบริการได้ทุกที่ทุกเวลา โดยไม่ต้องเข้ารับบริการที่ศูนย์บริการโดยตรง จึงส่งผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร

ปัจจัยด้านคุณภาพบริการด้านการดูแลเอาใจใส่ ส่งผล ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร สอดคล้องกับงานวิจัยของ กรกรต มธุรพจน (2559) ที่พบว่า ปัจจัยด้านบุคคลและสภาพแวดล้อมของศูนย์บริการมีอิทธิพลเชิง

บวกต่อความพึงพอใจในการใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่เครือข่าย ดีแทค ของผู้ใช้บริการในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ปัจจัยคุณภาพบริการด้านการตอบสนอง ส่งผล ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร เนื่องจาก ผู้บริโภคจะพิจารณาการบริการของศูนย์บริการมีคุณภาพ การบริการของพนักงาน Call Center มีคุณภาพ สะดวกและรวดเร็ว เช่น สามารถติดต่อได้ง่าย สามารถแก้ไขปัญหาได้ตรงกับความต้องการ มีระบบตอบรับอัตโนมัติที่ไม่ยุ่งยาก ขั้นตอนการแก้ไขปัญหามีประสิทธิภาพ รวดเร็วและเหมาะสม จึงส่งผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร

จากผลการวิจัยดังกล่าวสรุปได้ว่าปัจจัยด้านคุณภาพบริการในเรื่องของปัจจัยด้านสร้างความมั่นใจ ปัจจัยด้านการดูแลเอาใจใส่ ปัจจัยด้านการตอบสนอง มีผลต่อความพึงพอใจ เนื่องจากว่า การใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้นผู้บริโภคต้องการความรวดเร็ว ติดตามปัญหา และความเชื่อมั่นจากการใช้บริการถึงสิ่งที่จะต้องพบในการใช้งานถึงการแก้ปัญที่รวดเร็วหรือพบเจอปัญหาน้อยที่ ในเรื่องของปัจจัยด้านกายภาพ ที่ไม่ส่งผลต่อความพึงพอใจการการใช้บริการที่ศูนย์บริการที่น้อยลง ผู้บริโภคสามารถดำเนินกิจกรรมหรือทำธุรกิจต่างๆ ได้บนช่องทางออนไลน์ นอกจากนี้ ปัจจัยส่วนประสมการตลาด ที่เข้ามามีอิทธิพลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค คือ ปัจจัยส่วนประสมการตลาดด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และปัจจัยส่วนประสมการตลาดด้านการส่งเสริมการตลาด เนื่องจากผู้บริโภค จะตัดสินเลือกจากวความสะดวก สารที่ตนได้รับ และการมอบสิทธิพิเศษที่มอบให้ลูกค้าเก่าและลูกค้าใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของภาวิณีสิงห์ ศรานุรักษ์ (2560) ที่ปัจจัยด้านราคาไม่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเปลี่ยนเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยใช้เลขหมายเดิมของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

VI .ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดและคุณภาพการบริการที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

จากการวิเคราะห์ผลของงานวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบถึงพฤติกรรมการตัดสินใจเลือกใช้บริกเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้งสามเครือข่ายในเขตกรุงเทพมหานคร และปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการเครือข่ายนั้น ๆ พร้อมทั้งยังทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลโดยแท้จริงและระบุระดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยว่าแต่ละระดับมีความสำคัญมากน้อยเพียงใด ซึ่งการวิจัยครั้งนี้พบว่าปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการ (7P) ที่ส่งผลต่อผู้บริโภคมีเพียง 2P คือ ช่องทางการจัดจำหน่าย และ การส่งเสริมการขาย ซึ่งสรุปได้ว่า ช่องทางการจัดจำหน่ายที่ครบ สะดวกต่อผู้บริโภคทำให้ผู้บริโภคสามารถเข้าถึงได้ง่ายย่อมได้เปรียบมากกว่าเนื่องจากราคาหรือผลิตภัณฑ์ของเครื่องข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ผู้บริโภคส่วนมากไม่ได้รับความพึงพอใจมากนัก เนื่องจากผู้บริโภคหลายคนได้รับการบริการที่ไม่เหมาะสมกับราคาที่เสียไปหรือไม่ทราบถึงความแตกต่างที่เห็นได้ชัดเจนและบางเครือข่ายอาจจะมีการแสดงผลของความแตกต่างให้เห็นได้ไม่นานก็ทำให้ลูกค้าหรือผู้บริโภคเกิดความไม่พึงพอใจ ลูกค้าหรือผู้บริโภคส่วนใหญ่จึงเน้นความสนใจไปที่การส่งเสริมการขายหรือโปรโมชั่นเครือข่ายใดที่มีความดึงดูดแล้วคุ้มค่ามากก็จะได้รับความสนใจมาก ข้อเสนอแนะจึงขอแนะนำให้มุ่งเน้นไปที่การจัดโปรโมชั่นที่เข้าถึงลูกค้าได้อย่างแท้จริงและการทำประโยชน์ให้แก่สังคมเพื่อเสริมสร้างภาพลักษณ์ที่ดีขึ้นของแต่ละเครือข่าย

เอกสารอ้างอิง

[1] Mobile Subcribers in Thailand (2562, November 10). สถิติผู้ใช้งานโทรศัพท์มือถือประเทศไทย [Online]. Available. https://www.etda.or.th/content/digital-thailand-statistic.html

[2] ธีรกิตินวรัตน ณ อยุธยา, “การตลาดบริการแนวคิดและกลยุทธ์,” กรุงเทพฯ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

[3] Kotler Philip, “Marketing Management,” The Millennium edition, New Jersey, Prentic – Hall, 2000

[4] McCarthy, E.J., & William, Jr., D.P., “Basic marketing, A global-managerial approach,” 7th ed. U.S.A.: Irwin, 1993.

[5] ณิชาปวีณ์ กกกำแหง, “อิทธิพลของคุณภาพการบริการที่มีต่อความพึงพอใจของลูกค้า และการเปลี่ยนผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่,” จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2556.

[6] ภาณุพร หาญธีระชัยกุล, “การเปรียบเทียบระหว่างอิทธิพลของความพึงพอใจต่อคุณภาพบริการกับการส่งเสริมการ จำหน่ายที่ส่งผลต่อการเลือกใช้บริการซ้ำกับธุรกิจเครือข่ายสัญญาณอินเตอร์เน็ตของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร,” มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, กรุงเทพฯ, 2558.

[7] พิศิษฐ ตัณฑวณิช และพนา จินดาศรี, “ความหมายที่แท้จริงของค่า IOC,” คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2561.

[8] สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์, “ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์,” บริษัทเฟื่องฟ้า, กรุงเทพฯ, 2546.

[9] ภาวิณี สิงห์ศรานุรักษ, “การตัดสินใจเปลี่ยนเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยใช้เลขหมายเดิมของผู้บริโภค,” คณะพาณิชยศาสตร์ และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2560.

[10] ธงชัย สันติวงษ์, “พฤติกรรมผู้บริโภคทางการตลาด” กรุงเทพฯ, ไทยวัฒนาพานิช, หน้า 34, 2540.

[11] สยมภู สุวรรณเนตร, “ศึกษาปัจจัยด้านการให้บริการที่มีผลต่อการตัดสินใจย้ายค่ายโทรศัพท์มือถือคลื่น ความถี่ 4G," บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, กรุงเทพฯ, 2558.

พฤติกรรมและส่วนประสมทางการตลาด (7Ps)ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและของหวานจากประเทศญี่ปุ่น

BEHAVIOR AND MARKETINGMIX (7Ps) AFFECTING TO DECISIONS FOR CONSUME FOOD AND DESSERT FROM JAPAN

1st สันต์ทศน์ โกวิทยานนท์
ภาควิชาบริหารธุรกิจญี่ปุ่น คณะบริหารธุรกิจ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
กรุงเทพมหาคร / ประเทศไทย
kovityanonzantose@gmail.com

2nd เอิบ พงบุหงอ
ภาควิชาบริหารธุรกิจญี่ปุ่น คณะบริหารธุรกิจ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
กรุงเทพมหาคร/ ประเทศไทย
oeb@tni.ac.th

***บทคัดย่อ*—การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) พฤติกรรมของผู้บริโภคที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและของหวานจากประเทศญี่ปุ่น และ 2)ส่วนประสมทางการตลาด7Psที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและของหวานจากประเทศญี่ปุ่น โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้บริโภคที่เคยเลือกบริโภคอาหารและขนมหวานจากประเทศญี่ปุ่น จำนวน 427 คน และใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว และการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน**

ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่ทำให้ผู้บริโภคตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและขนมหวานจากประเทศญี่ปุ่นคือ เพื่อน การสัมผัสถึงสุนทรียภาพของอาหารญี่ปุ่น และห้างสรรพสินค้าที่ไปใช้บริการเป็นประจำ ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของพฤติกรรมผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคที่มีพฤติกรรมด้านจำนวนครั้งในการบริโภคต่อเดือนและค่าใช้จ่ายในการบริโภคต่อครั้งที่แตกต่างกันจะมีการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและขนมหวานจากประเทศญี่ปุ่นที่แตกต่างกันด้วย ในขณะที่ส่วนประสมทางการตลาด (7Ps)ด้านผลิตภัณฑ์มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและขนมหวานจากประเทศญี่ปุ่นสูงที่สุด

***คำสำคัญ*—พฤติกรรมผู้บริโภค, การตัดสินใจ, การบริโภค, ส่วนประสมทางการตลาด, 7Ps**

***ABSTRACT*—This research purpose to study 1) influence of consumer behavior affecting to making a decision for consuming food and dessert from Japan and 2) influence of marketing mix (7Ps) affecting to making a decision for consuming food and dessert from Japan. A sample size of 427 consumers who have experienced consuming food and dessert from Japan using questionnairesto collect data. The data analysis was usingstatistical packages including Frequency, Percentage, Mean, Standard Deviation, One-Way Analysis of Variance, and Pearson Correlation Coefficient.**

The results found that respondents have made a decision for consuming food and dessert from Japan due to the influence of Friends, Reason to experience the aesthetics of Japan food, and department store where visit frequently. The results of hypothesis study found that the consumers who have different Frequency and Expense for consuming food and dessert from Japan have different Consumer behavior in making a decision for consuming. Meanwhile, the Product factor of the marketing mix (7Ps) has the highest positive correlated to the making decision for consuming food and dessert from Japan.

***Keywords*—Consumer behavior, Decision making, Consuming, Marketing mix, 7Ps**

I. บทนำ

ความปราณีตในการจัดวางองค์ประกอบอาหารให้มีความสวยงามเป็นเอกลักษณ์ของประเทศญี่ปุ่นที่ไม่เพียงสะท้อนให้เห็นถึงวัฒนธรรมและประเพณีอันเก่าแก่ที่สืบทอดกันมายาวนานเท่านั้น ความพิถีพิถันตั้งแต่การเลือกวัตถุดิบและกรรมวิธีในการปรุงอาหารให้มีทั้งคุณภาพ สีสัน และรสชาติที่ดีเยี่ยมยังสะท้อนให้เห็นถึงการให้ความสำคัญกับการบริโภคอาหารของคนญี่ปุ่น ทำให้อาหารญี่ปุ่นได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายไปทั่วโลก [1] รวมถึงในประเทศไทยซึ่งมีมูลค่าตลาดและการเจริญเติบโตของร้านอาหารญี่ปุ่นอย่างต่อเนื่อง อันเป็นผลจากการสนับสนุนขององค์กรส่งเสริมร้านอาหารญี่ปุ่นในต่างประเทศ (Organization to Promote Japanese Restaurants Abroad : JRO) ซึ่งทำหน้าที่ส่งเสริมและเผยแพร่วัฒนธรรมการรับประทานอาหารและอุตสาหกรรมอาหารญี่ปุ่นให้เป็นที่แพร่หลายในทุกภูมิภาคทั่วโลกนอกจากนี้ ผลการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการบริโภคอาหารญี่ปุ่นในกลุ่มผู้บริโภคในต่างประเทศในปี 2556 ขององค์การส่งเสริมการค้าต่างประเทศของญี่ปุ่น (JETRO) ยังแสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครมีความนิยมบริโภคอาหารญี่ปุ่นมากกว่าอาหารชาติอื่นๆ (อาหารญี่ปุ่น = 66.60%, อาหารจีน = 12.80%, อาหารเกาหลี = 6.80%) โดยมีเหตุผล คือ รสชาติดี (40.50%) ดีต่อสุขภาพ (28.50%) สะอาดและวัตถุดิบมีคุณภาพ (10.50%) [2] จึงยิ่งสนับสนุนให้

ผู้ประกอบการให้ความสนใจในการเปิดร้านอาหารญี่ปุ่นในเขตกรุงเทพมหานครเพิ่มมากขึ้น

บริษัทอินิชิเจแปนจำกัด โดยคุณโนบุอากิ คาวะฮะระ เป็นอีกหนึ่งผู้ประกอบการที่ให้ความสนใจในการนำธุรกิจเฟรนส์ไชส์จากประเทศญี่ปุ่นเข้ามาเปิดบริการในประเทศไทยภายใต้ชื่อ “นานะ กรีนที คาเฟ่ (nana’s green tea café)” ซึ่งให้บริการชาเขียวระดับพรีเมี่ยมและของว่างที่ดัดแปลงให้เข้ากับยุคสมัย เช่น การนำเมนูโอชิรุโกะที่เป็นถั่วแดงหวานทานกับโอชิรุโกะสำหรับทานแบบร้อนดัดแปลงให้เป็นถั่วแดงหวานปั่นสมูทตี้ทานกับชิราทามะสำหรับทานแบบเย็น หรือการนำชาเขียวมาปั่นเป็นสมูทตี้ทานกับชิราทามะเป็นเมนูของหวานทานแบบเย็นแบบใหม่ที่ยังคงความเป็นญี่ปุ่นดั้งเดิมทั้งรสชาติและรูปแบบ รวมถึงรายการอาหารที่ได้สร้างสรรค์เพิ่มเติมเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่เน้นสุขภาพและความสดใหม่ เช่น Fresh Salmon Donburi, Chicken Nanban Rice Plate และสลัดเต้าหู้สำหรับผู้รักสุขภาพ [3]

จากการสำรวจร้านอาหารญี่ปุ่นที่ตั้งอยู่ตามแหล่งการค้าในเขตกรุงเทพมหานครของผู้วิจัยทำให้สังเกตเห็นว่า ร้านอาหารญี่ปุ่นส่วนใหญ่มีความพยายามที่จะจัดรายการส่งเสริมการขายเพื่อกระตุ้นให้ผู้บริโภคสนใจเข้ามาใช้บริการ เช่น การลดราคา และการจัดโปรโมชั่นร่วมกับบัตรเครดิต เป็นต้น แต่ปัจจุบันผู้บริโภคมีพฤติกรรมการบริโภคที่ให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านอื่นๆ ร่วมด้วย ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้ผู้บริโภคตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารญี่ปุ่นในแหล่งการค้าต่างๆ ในเขตกรุงเทพมหานคร

II. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

II.I.เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและของหวานจากประเทศญี่ปุ่น

II.II.เพื่อศึกษาส่วนประสมทางการตลาด7Ps ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและของหวานจากประเทศญี่ปุ่น

III. นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

III.I. พฤติกรรมผู้บริโภค (Consumer Behavior) หมายถึงการแสดงออกของผู้ตอบแบบสอบถามที่เลือกบริโภคอาหารและของหวานจากประเทศญี่ปุ่น ประกอบด้วย จำนวนครั้งในการบริโภคต่อสัปดาห์บุคคลที่มีอิทธิพลต่อการบริโภคเหตุผลที่บริโภครูปแบบของร้านที่บริโภคช่วงเวลาในการบริโภคสถานที่ที่บริโภคและค่าใช้จ่ายต่อครั้งในการบริโภค

III.II. ส่วนประสมทางการตลาดหมายถึงส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและของหวานจากประเทศญี่ปุ่น

III.III. ผลิตภัณฑ์ (Product) หมายถึงร้านอาหารหรือของหวานจากประเทศญี่ปุ่นที่เป็นที่รู้จักทั่วไป โดยผลิตภัณฑ์ที่ให้บริการมีความหลากหลายและมีผลิตภัณฑ์ใหม่ให้ลูกค้าเลือกอยู่เสมอรสชาติดี ใช้วัตถุดิบที่สะอาดและสดใหม่การตกแต่งจานสวยงามภาชนะและอุปกรณ์มีความสะอาด

III.IV. ราคา (Price) หมายถึงค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ลูกค้าต้องชำระให้ร้านอาหารหรือของหวานจากประเทศญี่ปุ่นระดับพรีเมี่ยม ซึ่งมีการแสดงราคาไว้อย่างชัดเจนมีความเหมาะสมกับคุณภาพของสินค้าและช่องทางในการชำระเงินหลากหลาย

III.V. ช่องทางการจัดจำหน่าย (Place) หมายถึงสถานที่ให้บริการของร้านอาหารหรือของหวานจากประเทศญี่ปุ่น โดยตำแหน่งที่ตั้งค้นหาง่ายมีจำนวนสาขาหลายแห่งมีความสะดวกต่อการเลือกใช้บริการอยู่ใกล้แหล่งท่องเที่ยวหรือห้างสรรพสินค้า และสามารถจองล่วงหน้าทางโทรศัพท์หรืออินเตอร์เน็ทได้

III.VI.การส่งเสริมการตลาด (Promotion) หมายถึงการติดต่อสื่อสารระหว่างร้านอาหารหรือของหวานจากประเทศญี่ปุ่นและกลุ่มลูกค้าเป้าหมายเพื่อกระตุ้นการรับรู้และสร้างพฤติกรรมการซื้อเช่นการสมัครสมาชิกเพื่อเป็นส่วนลดค่าบริการการสะสมแต้มเพื่อรับส่วนลดหรือของรางวัลการจัดกิจกรรมพิเศษแต่ละเดือนพร้อมทั้งส่วนลดพิเศษหรือการโฆษณาผ่านทางสื่อต่างๆเป็นต้น

III.VII.บุคลากร (People) หมายถึงพนักงานผู้ให้บริการแก่ลูกค้าในร้านอาหารหรือของหวานจากประเทศญี่ปุ่นนั้นๆที่แต่งกายสุภาพเรียบร้อยใช้คำพูดที่สุภาพเอาใจใส่ต่อลูกค้ามีใจบริการมีทักษะความเข้าใจในการที่ทำและสามารถแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้ยิ้มแย้มแจ่มใส

III.VIII.กระบวนการ (Process) หมายถึงขั้นตอนการให้บริการตั้งแต่ลูกค้าเข้ามาในร้านวิธีการจัดคิววิธีการรับออเดอร์จนกระทั่งลูกค้าออกจากร้านไปรวมถึงความสะดวกรวดเร็วของการให้บริการ ความถูกต้องครบถ้วนตามที่ลูกค้าต้องการมีการทำงานเป็นระบบมาตรฐานและมีระบบการชำระเงินที่สะดวกและถูกต้อง

III.IX.ลักษณะทางกายภาพ (Physical Evidence and Presentation) หมายถึงสภาพแวดล้อมของสถานที่ให้บริการโดยรอบ ได้แก่ ความสะอาดความสะดวกสบายภายในร้านจำนวนที่นั่งเพียงพอตกแต่งสวยงามกลิ่นและบรรยากาศในร้านดีแสงสว่างเพียงพอและความปลอดภัยภายในร้าน

IV. การทบทวนวรรณกรรม

IV.I. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด (7Ps)

[8] ได้ศึกษาส่วนประสมการตลาดบริการและพฤติกรรมการใช้ บริการร้านอาหารญี่ปุ่น ย่าน Community Mall ของผู้บริโภคในกรุงเทพมหานคร พบว่า ผู้ตอบ แบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุระหว่าง 25 – 34 ปีประกอบอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 35,001 บาทขึ้นนไป มีความถี่ในการใช้บริการร้านอาหารญี่ปุ่นเฉลี่ยต่อเดือน 1 -3 ครั้งต่อเดือน มีค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยครั้งละ 300 – 499 บาท ช่วงวันในการใช้บริการ คือ วันเสาร์ – วันอาทิตย์และรูปแบบบริการที่นิยมมากที่สุด คือ อาหารชุด และผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ ประเมิน ลักษณะส่วนประสมทางการตลาดบริการของร้านอาหารญี่ปุ่น ย่าน Community Mall ด้านกระบวน การในระดับมากที่สุด และประเมินลักษณะทางด้านผลิตภัณฑ์ด้านส่งเสริมการขาย ด้านพนักงาน ผู้ให้บริการ และด้านลักษณะทางกายภาพอยู่ในระดับมาก

[4] กล่าวว่า การใช้ส่วนประสมทางการตลาด (Marketing Mix) สำหรับธุรกิจด้านการบริการประกอบด้วยปัจจัย 7ตัว (7Ps) ได้แก่

IV.I.I. ผลิตภัณฑ์ (Product)ธุรกิจร้านอาหารถือเป็นธุรกิจที่มีผลิตภัณฑ์เป็นการบริการซึ่งไม่สามารถจับต้องได้ การให้บริการที่สร้างความประทับใจแก่ผู้มาใช้บริการจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ผู้มาใช้บริการเกิดความพึงพอใจอย่างสูงสุด ผู้ประกอบการร้านอาหารจึงจำเป็นต้องสร้างและนำเสนอรูปแบบการบริการที่มีความเป็นรูปธรรมเพื่อสร้างการรับรู้ที่ตรงกับกลุ่มผู้บริโภคที่เป็นเป้าหมาย เช่น เป็นร้านอาหารญี่ปุ่นที่รสชาติดี คัดสรร

เฉพาะวัตถุดิบที่มีคุณภาพมาปรุงอาหารและมีรายการอาหารหลากหลาย เป็นต้น

IV.I.II.ราคา(Price)ราคาที่ผู้ประกอบการกำหนดคือ ต้นทุน (Cost) ที่ผู้บริโภคจะต้องจ่าย โดยผู้บริโภคจะเปรียบเทียบระหว่างคุณค่า (Value) ที่จะได้รับจากการบริโภคกับราคา (Price) ที่ตนเองจะต้องจ่ายในการบริโภคครั้งนั้นๆ หากเห็นว่ามีความคุ้มค่าจึงจะเกิดการตัดสินใจบริโภค

IV.I.III.ช่องทางการจัดจำหน่าย(Place) สถานที่ตั้งของผู้ประกอบการที่เหมาะสมมีความสำคัญมากต่อธุรกิจร้านอาหาร เนื่องจากเกี่ยวข้องกับความสะดวกในการเข้าไปใช้บริการของผู้บริโภค เช่น อยู่ติดถนน มีที่จอดรถ มีระบบขนส่งสาธารณะเข้าถึง อยู่ใกล้แหล่งชุมชน เป็นต้น ซึ่งช่วยให้ผู้บริโภคเข้าถึงบริการได้ง่าย นอกจากนี้ยังเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการกำหนดราคาของผู้ประกอบการด้วย โดยเฉพาะหากในบริเวณนั้นมีค่าเช่าสถานที่ที่สูง รวมถึงมีคู่แข่งร้านอาหารประเภทเดียวกันอยู่หลายราย

IV.I.IV. การส่งเสริมการตลาด(Promotion) เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เกิดการสื่อสารระหว่างผู้ประกอบการกับผู้บริโภค โดยมีเป้าหมายเพื่อแจ้งข่าวสาร ชักจูงให้เกิดความต้องการเข้ามาใช้บริการ หรือเลือกใช้บริการ ซึ่งอาจกระทำโดยการโฆษณา การขายโดยใช้พนักงาน การส่งเสริมการขาย และการประชาสัมพันธ์

IV.I.V. พนักงานให้บริการ(People) เป็นปัจจัยที่สำคัญมากต่อการสร้างความพึงพอใจแก่ผู้มาใช้บริการ รวมถึงสร้างภาพลักษณ์ด้านการให้บริการให้มีความแตกต่างไปจากผู้ประกอบการรายอื่นๆ ได้ เช่น มารยาทในการสื่อสาร ความสามารถในการแนะนำรายการอาหาร ความถูกต้องของการเสิร์ฟอาหาร เป็นต้น

IV.I.VI. ลักษณะทางกายภาพ(Physical Evidence)เป็นปัจจัยที่สร้างภาพลักษณ์ให้กับผู้ประกอบการ ซึ่งมีผลต่อการสร้างประสบการณ์และทัศนคติที่ดีของผู้ที่เข้ามาใช้บริการ โดยเฉพาะในเรื่องความสะอาดและสุขอนามัยถือเป็นลักษณะทางกายภาพที่มีความสำคัญยิ่งของธุรกิจร้านอาหาร

IV.I.VII. กระบวนการ(Process) เป็นขั้นตอนในการให้บริการนับตั้งแต่ผู้บริโภคก้าวเข้าร้านจนกระทั่งออกจากร้าน เช่น การต้อนรับ การแนะนำโต๊ะที่นั่ง การรับออเดอร์ การเสิร์ฟอาหาร และการเก็บเงิน เป็นต้น

IV.II. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการตัดสินใจ

การตัดสินใจเป็นกระบวนการที่ผู้บริโภคตัดสินใจว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์หรือบริการนั้นๆ หรือไม่ ซึ่งเป็นผลจากการพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับตัวผลิตภัณฑ์หรือบริการ สังคมและกลุ่มทางสังคม ทัศนคติส่วนบุคคล เวลา และโอกาส โดยอาจสรุปเป็นลำดับกระบวนการได้ดังนี้ [5]

IV.II.I. การรับรู้ถึงความต้องการหรือปัญหา (Problem/Need Recognition) เป็นขั้นตอนแรกที่ทำให้ผู้บริโภคเกิดความต้องการในตัวสินค้าหรือบริการนั้นๆ โดยตระหนักว่าสินค้าหรือบริการนั้นๆ เป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการตอบสนองความต้องการหรือแก้ไขปัญหาให้กับผู้บริโภคได้

IV.II.II. การแสวงหาข้อมูล (Information Search) เป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นหลังจากผู้บริโภคตระหนักถึงความต้องการในสินค้าหรือบริการแล้ว โดยผู้บริโภคจะทำการหาข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกใช้สินค้าหรือบริการของตนเอง

IV.II.III. การประเมินทางเลือก (Evaluation of Alternatives) เมื่อผู้บริโภคได้รับข้อมูลที่ค้นหาอย่างครบถ้วนแล้ว จะทำการประเมินทางเลือกต่างๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งพิจารณาว่าเหมาะสมกับตนเอง เช่น ยี่ห้อ รูปแบบบริการหลังการขาย ราคาขาย เป็นต้น

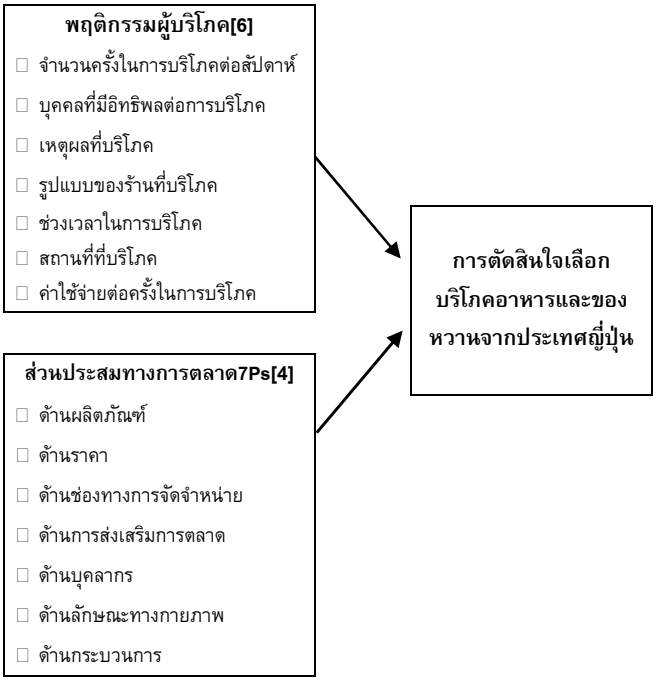
IV.II.IV. การตัดสินใจซื้อ (Purchase Decision) หลังจากประเมินทางเลือกที่คิดว่าเหมาะสมกับตนเองแล้ว ผู้บริโภคจะทำการตัดสินใจซื้อโดยกำหนดปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ยี่ห้อ ร้านค้า ปริมาณ เวลา และวิธีการในการชำระเงิน

IV.II.V. พฤติกรรมหลังการซื้อ (Post Purchase Behavior) เมื่อผู้บริโภคได้ทำการซื้อสินค้าหรือบริการไปแล้ว จะเกิดการประเมินคุณค่าที่ตนเองได้รับเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายที่ได้เสียไป โดยหากสูงกว่าหรือตรงกับที่ผู้บริโภคคาดหวังจะทำให้ผู้บริโภคเกิดความพึงพอใจในสินค้าหรือบริการนั้น และเกิดพฤติกรรมการใช้บริการซ้ำหรือบอกต่อในทางบวก แต่ในทางกลับกัน หากต่ำกว่าที่ผู้บริโภคคาดหวัง จะทำให้ผู้บริโภคเกิดความไม่พึงพอใจ และเปลี่ยนไปใช้สินค้าหรือบริการของผู้ประกอบการรายอื่น รวมถึงการบอกต่อในทางลบอีกด้วย

[9] ศึกษา“ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการเข้าใช้บริการร้านอาหารญี่ปุ่นของผู้บริโภคในจังหวัดปทุมธานี” พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุระหว่าง 24-29 ปี สถานภาพโสด อาชีพ นักเรียน นักศึกษา รายได้ 10,001 – 15,000 บาท สมาชิกครอบครัว 4-6 คน สมาชิกให้ความสำคัญปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดในระดับมาก อันดับ 1 ด้านผลิตภัณฑ์ รองลงมา ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านการส่งเสริมทางการตลาด ด้านบุคลากร ด้านกระบวนการ และด้านลักษณะกายภาพ ตามลำดับ ส่วนปัจจัยส่วนบุคคลด้านเพศ อายุ สถานภาพ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ต่อเดือน จำนวนสมาชิกในครอบครัวที่แตกต่างกันให้ความสำคัญกับระดับปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์และด้านช่องทางการจัดจำหน่ายไม่แตกต่าง และให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านราคา ด้านการส่งเสริมทางการตลาด ด้านบุคลากร ด้านกระบวนการ และด้านลักษณะทางกายภาพ แตกต่างกัน และปัจจัยส่วนบุคคลด้านเพศ ด้านอายุ ด้านสถานภาพ ด้านระดับการศึกษา ด้านรายได้ และด้านจำนวนสมาชิกในครอบครัว มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการเข้าใช้บริการร้านอาหารญี่ปุ่นของผู้บริโภคในจังหวัดปทุมธานี ซึ่งในส่วนของปัจจัยส่วนบุคคลด้านอาชีพพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

V. กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีตัวแปรอิสระคือพฤติกรรมผู้บริโภคและส่วนประสมทางการตลาด (7Ps) โดยมีตัวแปรตาม คือ การตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและของหวานจากประเทศญี่ปุ่น โดยสามารถแสดงกรอบแนวคิดได้ดังนี้



รูปที่ I. กรอบแนวคิดในการวิจัย

VI. สมมติฐานในการวิจัย

VI.I. พฤติกรรมของผู้บริโภคแตกต่างกันส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและของหวานจากประเทศญี่ปุ่นแตกต่างกัน

VI.II. ส่วนประสมทางการตลาด (7Ps) มีผลกับการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและของหวานจากประเทศญี่ปุ่น

VII.วิธีการดำเนินการวิจัย

VII.I. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) มีประชากรและกลุ่มตัวอย่างเป็นบุคคลทั่วไปที่เลือกรับประทานอาหารและขนมหวานจากประเทศญี่ปุ่นในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างที่มากกว่า 100,000 คน โดยใช้ตารางสถิติของทาโร่ ยามาเน่ [7] ภายใต้ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 และยอมรับความคลาดเคลื่อนที่ร้อยละ 5 จึงได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นตัวแทนประชากรที่เชื่อถือได้จำนวน 400 ตัวอย่าง และเพื่อป้องกันความผิดพลาดในการตอบแบบสอบถาม ผู้วิจัยจึงสำรองเก็บแบบสอบถามเพิ่มเติมอีก 100 ชุด รวมจำนวนแบบสอบถามทั้งสิ้น 500 ชุด โดยใช้วิธีการสุ่มแบบตามสะดวก (Convenience Sampling) แบ่งเป็นการแจกแบบสอบถามให้กับกลุ่มตัวอย่างและรวบรวมกลับด้วยตนเอง โดยรวบรวมคืนได้ทั้งสิ้น 227 ชุดจากทั้งหมด 300 ชุด และการรวบรวมแบบสอบถามผ่านระบบแบบออนไลน์อีก 200 ชุด รวมแบบสอบถามที่รวบรวมได้ทั้งหมด 427 ชุด มีความสมบูรณ์ทั้งหมด

VII.II. เครื่องมือและการตรวจสอบคุณภาพ

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือ โดยแบ่งข้อคำถามออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เป็นคำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม มีลักษณะเป็นคำถามแบบเลือกตอบ ส่วนที่ 2 เป็นคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภค มีลักษณะเป็นคำถามแบบเลือกตอบ ส่วนที่ 3 เป็นคำถามเกี่ยวกับส่วนประสมทางการตลาด (7Ps) โดยประยุกต์จากแบบสอบถามของ [8] และ [9] มีลักษณะเป็นคำถามปลายปิด ด้วยมาตรวัดการประเมินค่าแบบลิเคิร์ต (Likert Scale) และส่วนที่ 4 เป็นคำถามเกี่ยวกับการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและของหวานจากประเทศญี่ปุ่น โดยประยุกต์จากแบบสอบถามของ [10] มีลักษณะเป็นคำถามปลายปิดด้วยมาตรวัดการประเมินค่าแบบลิเคิร์ต (Likert Scale)โดยก่อนนำแบบสอบถามไปใช้สำรวจจริง ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Validity) จากอาจารย์ที่ปรึกษา และทดสอบความเชื่อมั่น (Reliability) กับบุคคลซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 45 คน ได้ค่าสัมประสิทธิ์ครอนบัคอยู่ระหว่าง 0.70 ถึง 0.86 ซึ่งไม่ต่ำกว่า 0.70 [11]

VII.III. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way Analysis of Variance: ANOVA) และการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.05

VIII.ผลการวิจัย

VIII.I. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็น 52.50% มีอายุระหว่าง 26-35 ปี คิดเป็น 41.50% มีสถานภาพโสด คิดเป็น 62.80% จบการศึกษาระดับปริญญาตรี คิดเป็น 62.50% ประกอบอาชีพพนักงานบริษัท คิดเป็น 32.80% และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 15,001-35,000 บาท คิดเป็น 42.20%

VIII.II. ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมผู้บริโภค

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีจำนวนครั้งในการบริโภคต่อเดือนเท่ากับ 1-3 ครั้ง คิดเป็น 73.10% มีค่าใช้จ่ายในการบริโภคต่อครั้งเท่ากับ 300-499 บาท คิดเป็น 42.40% มีการเลือกบริโภคในวันเสาร์-อาทิตย์ คิดเป็น 65.30% เลือกรูปแบบอาหารในการบริโภคเป็นอาหารชุด คิดเป็น 34% โดยบุคคลที่ส่งผลให้ตัดสินใจเลือกบริโภค คือ เพื่อน คิดเป็น 52.90% สาเหตุหลักที่ส่งผลให้ตัดสินใจบริโภค คือ เพื่อสัมผัสถึงสุนทรียภาพของอาหารญี่ปุ่น คิดเป็น 40.30% และสถานที่ที่ส่งผลให้ตัดสินใจบริโภค คือ ห้างสรรพสินค้าที่ไปใช้บริการเป็นประจำ คิดเป็น 63.20%

VIII.III. ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับส่วนประสมทางการตลาด (7Ps)

ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นเกี่ยวกับส่วนประสมทางการตลาด

(7Ps) อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมีค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอยู่ระหว่าง 3.26 ถึง 3.96 โดยส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์มีระดับความคิดเห็นสูงที่สุด รองลงมาคือ ด้านราคาสินค้าและบริการ ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านพนักงานผู้ให้บริการ ด้านลักษณะทางกายภาพ ด้านการส่งเสริมการขาย และด้านกระบวนการทำงาน ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{X}$) = 3.96, 3.90, 3.87, 3.86, 3.76, 3.50 และ 3.26 ตามลำดับ

VIII.IV. ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและขนมหวานจากประเทศญี่ปุ่น

ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและขนมหวานจากประเทศญี่ปุ่นอยู่ในระดับสูง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.83 โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นสูงที่สุด คือ ด้านราคาของผลิตภัณฑ์ รองลงมาคือ ด้านการบริการของพนักงาน และด้านลักษณะทางกายภาพของสถานที่ให้บริการ ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{X}$) = 3.89, 3.81 และ 3.79 ตามลำดับ

VIII.V. ผลการทดสอบสมมติฐาน

VIII.V.I สมมติฐานข้อที่ 1

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของพฤติกรรมผู้บริโภคกับการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและขนมหวานจากประเทศญี่ปุ่น ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.05 สรุปได้ดังนี้

พฤติกรรมผู้บริโภคด้านจำนวนครั้งในการบริโภค พบว่า ผู้บริโภคที่มีจำนวนครั้งในการบริโภคต่อเดือนที่แตกต่างกัน มีการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและขนมหวานจากประเทศญี่ปุ่นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกลุ่มผู้บริโภคที่มีจำนวนครั้งในการบริโภค 4-6 ครั้งต่อเดือนมีค่าเฉลี่ยในการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและขนมหวานจากประเทศญี่ปุ่นมากกว่ากลุ่มผู้บริโภคที่มีจำนวนครั้งในการบริโภค 1-3 ครั้งต่อเดือน และกลุ่มผู้บริโภคที่มีจำนวนครั้งในการบริโภค 7 ครั้งขึ้นไปต่อเดือน

พฤติกรรมผู้บริโภคด้านค่าใช้จ่าย พบว่า ผู้บริโภคที่มีค่าใช้จ่ายในการบริโภคต่อครั้งที่แตกต่างกัน มีการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและขนมหวานจากประเทศญี่ปุ่นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกลุ่มผู้บริโภคที่มีค่าใช้จ่ายในการบริโภคต่อครั้งน้อยกว่า 300 บาทมีการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและขนมหวานจากประเทศญี่ปุ่นน้อยกว่ากลุ่มผู้บริโภคที่มีค่าใช้จ่ายในการบริโภคต่อครั้งเท่ากับ 300-499 บาท และกลุ่มผู้บริโภคที่มีค่าใช้จ่ายในการบริโภคต่อครั้งเท่ากับ 500-699 บาท

ในขณะที่พฤติกรรมผู้บริโภคด้านอื่นๆ พบว่า ผู้บริโภคที่มีพฤติกรรมด้านอื่นๆ ที่แตกต่างกัน มีการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและขนมหวานจากประเทศญี่ปุ่นที่ไม่แตกต่างกัน

VIII.V.II สมมติฐานข้อที่ 2

การวิคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประสมทางการตลาด (7Ps)กับการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและขนมหวานจากประเทศญี่ปุ่นด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.05 พบว่าส่วนประสมทางการตลาด(7Ps) ทุกด้าน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและขนมหวานจากประเทศญี่ปุ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยด้านผลิตภัณฑ์มีค่าเฉลี่ยความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือด้านพนักงานผู้ให้บริการด้านลักษณะทางกายภาพด้านช่องทางการจัดจำหน่ายด้านกระบวนการทำงานและด้านราคาสินค้าและบริการ และด้านการส่งเสริมการขาย ตามลำดับ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันเท่ากับ 0.456, 0.454, 0.452, 0.449, 0.423, 0.413 และ 0.302 ตามลำดับ

IX.สรุปและอภิปรายผล

ผลการวิจัยเรื่องพฤติกรรมและส่วนผสมทางการตลาด7Ps ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและขนมหวานจากประเทศญี่ปุ่นสามารถสรุปและอภิปรายผลได้ดังนี้

พฤติกรรมผู้บริโภคด้านจำนวนครั้งที่บริโภคต่อสัปดาห์และค่าใช้จ่ายในการบริโภคต่อครั้งพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีค่าใช้จ่ายในการบริโภคต่อครั้งประมาณ 300-499 บาท ซึ่งสอดคล้องกับ [9] ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการเข้าใช้บริการร้านอาหารญี่ปุ่นของผู้บริโภคในจังหวัดปทุมธานี ผลพบว่า ค่าใช้จ่ายของผู้บริโภคในการรับประทานอาหารญี่ปุ่นเฉลี่ยอยู่ที่เท่ากับ 400 บาทต่อมื้อต่อคน และมีการบริโภคในวันหยุดสุดสัปดาห์มากที่สุด

พฤติกรรมผู้บริโภคด้านรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ใช้บริการ และกลุ่มหรือบุคคลใดที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจ พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เลือกบริโภคอาหารชุดและอาหารบุฟเฟต์ และมักเลือกไปบริโภคอาหารกับเพื่อนหรือแฟน ซึ่งสอดคล้องกับ [12] ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารญี่ปุ่นของคนทำงานในเขตกรุงเทพมหานคร ผลพบว่าเพื่อนและคนรู้ใจส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารญี่ปุ่นมากที่สุด

พฤติกรรมผู้บริโภคด้านเหตุผลหลักที่ทำให้เลือกใช้บริการ พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการสัมผัสความเป็นญี่ปุ่น โดยไม่ต้องเดินทางไปประเทศญี่ปุ่นก็สามารถบริโภคอาหารและขนมแบบญี่ปุ่นได้ ซึ่งสอดคล้องกับ [8] ศึกษาเกี่ยวกับส่วนประสมการตลาดบริการและพฤติกรรมการใช้บริการร้านอาหารญี่ปุ่นย่าน Community Mall ของผู้บริโภคในกรุงเทพมหานคร ผลพบว่า กรรมวิธีและรสชาติของอาหารที่มีความเป็นต้นฉบับแบบญี่ปุ่นส่งผลให้ผู้บริโภคมีความต้องการมาใช้บริการร้านอาหารแบบญี่ปุ่นมากขึ้น

ด้านปัจจัยเกี่ยวกับการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและขนมหวานจากประเทศญี่ปุ่น พบว่า ปัจจัยด้านราคาที่มีความเหมาะสมกับคุณภาพเป็นปัจจัยที่ทำให้ผู้บริโภคตัสินใจเลือกบริโภคมากที่สุด รองลงมาคือ ปัจจัยด้านการบริการที่สุภาพและใส่ใจลูกค้าของพนักงานและปัจจัยด้านความสวยงามและรูปแบบการตกแต่งสไตล์ญี่ปุ่นที่มีความสวยงาม ซึ่งสอดคล้องกับ [13] ศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจของลูกค้าต่อส่วนประสมการตลาดบริการของร้านริวชาบูชาบูสาขาสยามสแควร์ ผลพบว่า ราคาอาหารที่มีความเหมาะสมกับวัตถุดิบและคุณภาพของอาหารส่งผลต่อการเลือกใช้บริการของผู้บริโภค และ [8] ศึกษาเกี่ยวกับส่วนประสมการตลาดบริการและพฤติกรรมการใช้บริการร้านอาหารญี่ปุ่นย่านCommunity Mall ของผู้บริโภคในกรุงเทพมหานครผลพบว่า การบริการของพนักงานที่มีความสุภาพ ให้บริการด้วยความเต็มใจ เอาใจใส่ และเสิร์ฟอาหารและเครื่องดื่มด้วยความยิ้มแย้มแจ่มใส่อยู่เสมอ รวมถึงสามารถให้คำแนะนำเกี่ยวกับ

รายการอาหารและเครื่องดื่มของร้านได้ จะทำให้ผู้บริโภคตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารที่ร้านมากขึ้น

X.ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงรูปแบบการบริการเพื่อเพิ่มอัตราการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและขนมหวานจากประเทศญี่ปุ่นของผู้บริโภคแก่ผู้ประกอบการ ดังนี้

X.I. ด้านผลิตภัณฑ์ เป็นปัจจัยที่ช่วยเพิ่มจำนวนครั้งในการบริโภคและเพิ่มอัตราการจ่ายเงินต่อการใช้บริการของผู้บริโภคในแต่ละครั้ง ผู้ประกอบการจึงควรปรับปรุงให้รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ให้บริการมีความหลากหลาย ใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพและสดใหม่ เพื่อเพิ่มความพึงพอใจในตัวผลิตภัณฑ์ซึ่งนอกจากจะเป็นการตอบสนองความต้องการที่หลากหลายของผู้บริโภคแล้ว ยังเป็นการสร้างความพึงพอใจอย่างสูงสุดให้กับผู้บริโภคด้วย

X.II. ด้านกระบวนการ เป็นปัจจัยที่ส่งเสริมให้ผู้บริโภคเกิดความประทับใจในการใช้บริการ และกระตุ้นให้เกิดความต้องการใช้บริการซ้ำ ผู้ประกอบการจึงควรให้ความสำคัญกับคุณภาพของกระบวนการให้บริการตั้งแต่การจัดที่นั่ง การรับออเดอร์รายการอาหาร การเสิร์ฟอาหาร และการชำระเงิน โดยอาจนำเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับบริการที่รวดเร็วและถูกต้อง

X.III. ด้านลักษณะทางกายภาพเป็นปัจจัยที่สร้างความน่าเชื่อถือและเพิ่มเสน่ห์ให้กับร้านอาหารได้อย่างมาก เนื่องจากในปัจจุบันผู้เข้ามาใช้บริการร้านอาหารมักมีการถ่ายภาพอาหารและบรรยากาศของร้านไปเผยแพร่บนสื่อสังคมออนไลน์ ผู้ประกอบการจึงควรให้ความสำคัญกับการตกแต่งร้านให้มีเอกลักษณ์โดดเด่นและแสดงออกถึงความเป็นร้านอาหารญี่ปุ่น เพื่อเพิ่มความน่าสนใจและดึงดูดให้ผู้ใช้บริการทั้งรายเก่าและรายใหม่เข้ามาใช้บริการเพิ่มขึ้น

X.IV. ด้านการส่งเสริมการขาย เป็นปัจจัยที่ช่วยเพิ่มยอดขายให้กับผู้ประกอบการ โดยเฉพาะในช่วงที่มีผู้ใช้บริการน้อย จึงควรพิจารณาการจัดรายการส่งเสริมการขายให้เหมาะสม เพื่อเป็นการดึงดูดให้กลุ่มผู้บริโภคเข้ามาใช้บริการเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะกลุ่มผู้บริโภคสตรีและกลุ่มผู้บริโภคที่มีอายุน้อยกว่า 25 ปี เนื่องจากมีจำนวนครั้งในการบริโภคต่อสัปดาห์น้อยกว่าผู้บริโภคในกลุ่มอื่นๆ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์ ผู้ตอบแบบสอบถาม บิดามารดา กัลยาณมิตร และทุกๆ ท่านที่มีส่วนร่วมในการให้การสนับสนุนและช่วยเหลือการทำวิจัยฉบับนี้จนสามารถสำเร็จลุล่วงด้วยดี และผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการวิจัยค้นคว้าฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่มีความสนใจได้นำไปใช้ประกอบการค้นคว้าศึกษาต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] Live Japan, “วัฒนธรรมและขนมธรรมเนียมประเพณี”, [ออนไลน์], แหล่งที่มา: https://livejapan.com/th/article-a0000297/, [เข้าถึงเมื่อ 1-ต.ค.2561]

[2] องค์การส่งเสริมการค้าต่างประเทศของญี่ปุ่น (JETRO), “อาหารญี่ปุ่นอาหารยอดนิยม”, [ออนไลน์], แหล่งที่มา: http://www.th.embjapan.go.jp/th/jis/publ/, [เข้าถึงเมื่อ 30-ก.ย.2561]

[3] ประชาชาติธุรกิจ, “นานะกรีนทีคาเฟ่แบรนด์ชาเขียวเซนดังญี่ปุ่นบุกไทย”, [ออนไลน์], แหล่งที่มา: https://www.prachachat.net/marketing/news-301362, [เข้าถึงเมื่อ 19-มี.ค.2562]

[4] ศิริวรรณเสรีรัตน์, และคณะ, “การวิจัยธุรกิจ”, กรุงเทพฯ: เพชรจรัสแสงแห่งโลกธุรกิจ, 2541

[5] วิทย์ดาวงษ์, “ปัจจัยทางการตลาดพฤติกรรมผู้บริโภคและคุณภาพการให้บริการ”, [ออนไลน์], แหล่งที่มา: http://spssthesis.blogspot.com/, [เข้าถึงเมื่อ 10-ธ.ค.2561]

[6] กนกวรรณ พิมพ์จันทร์, และคณะ, “พฤติกรรมและปัจจัยส่วนประสมของการตลาดคาเฟ่ขนมหวานร้านAfter You”, สารนิพนธ์บธ.ม. (การตลาด), มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต, กรุงเทพฯ, 2561

[7] Y. Taro, “Statistics, an Introductory Analysis”, Hoboken, N.J.: Wiley, 1973

[8] กนกพรรณ สุขฤทธิ์, “ส่วนผสมการตลาดบริการและพฤติกรรมการใช้บริการร้านอาหารญี่ปุ่นย่านCommunity Mall ของผู้บริโภคในกรุงเทพมหานคร”, สารนิพนธ์บธ.ม.(การตลาด), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ, 2557

[9] กิตติภพ สงเคราะห์, “ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการเข้าใช้บริการร้านอาหารญี่ปุ่นของผู้บริโภคในจังหวัดปทุมธานี”, สารนิพนธ์บธ.ม. (การตลาด), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี, 2555

[10] พิมพินิจผิวผ่อง, “ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจบริโภคขนมหวานในอำเภอหัวหิน”, สารนิพนธ์บธ.ม.(บริหารธุรกิจ), มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2560

[11] ศิริชัยพงษ์วิชัย, “การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ”, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2558

[12] วศินี พงศ์พัฒนศักดิ์, “ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารญี่ปุ่นของคนทำงานในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล”, สารนิพนธ์บธ.ม.(บริหารธุรกิจ), มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2557

[13] วิไลวรรณบุญวิเชียนต์, “การศึกษาความพึงพอใจของลูกค้าต่อส่วนประสมการตลาดบริการของร้านริวซาบูซาบูสาขาสยามสแควร์”, การค้นคว้าอิสระบธ.ม.(บริหารธุรกิจ), มหาวิทยาลัยศรีปทุม, กรุงเทพฯ, 2556

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการ ศูนย์ออกกำลังกาย กรณีศึกษาเขตกรุงเทพและปริมณฑล

THE INFLUENCE THAT AFECT DECISION MAKING TO CHOOSE FITNESS IN BANGKOK METROPOLITAN AND VICINITY

1st ธนากร หอมมณี
Tanakorn Hommanee
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
ho.tanakorn_st@tni.ac.th

2nd กิตติยุวา สุวรรณธาร
Kittiyuwa Suwannathan
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
Su.kittiyuwa_st@tni.ac.th

3rd ปัณณทัต จอมจักร์
Pannathadh Chomchark
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
pannathadh@tni.ac.th

บทคัดย่อ - การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกาย ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ โดยการเก็บข้อมูลปฐมภูมิ ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิและตรวจสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือโดยใช้กลุ่มทดลองจำนวน 30 ตัวอย่าง ซึ่งมีค่าความตรงเกินกว่า 0.67 ทุกข้อคำถามและค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคอยู่ที่ 0.964 จากนั้นนำไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 437 ชุด และนำมาวิเคราะห์สรุปผลตามกรอบแนวคิดการวิจัยเพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรมและการตัดสินใจเลือกบริการของผู้บริโภคต่อศูนย์บริการออกกำลังกายที่ใช้การสื่อสารทางการตลาด

ผลการวิจัยพบว่า (1) ปัจจัยประชากรศาสตร์ด้านเพศนั้นส่งผลต่อกาตัดสินใจเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกาย (2) ปัจจัยด้านราคาส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกาย (3) ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่ายส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกาย (4) ปัจจัยด้านบุคลากรส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกาย (5)ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใบริการศูนย์บริการออกกำลังกาย

คำสำคัญ *: ส่วนประสมทางการตลาด, ประชากรศาสตร์, การตัดสินใจเลือกใช้, ศูนย์บริการออกกำลังกาย*

Abstract - The objectives of this research were to study Factors affecting the influence that affect decision making to choose fitness in the Bangkok metropolitan region, Thailand is quantitative research. By collecting primary data Use questionnaires as tools for Data collection; the content validity verified by the qualified person, and the confidence checked by using the experimental group of 30 samples. The efficacy is higher than 0.67 for every question, and the result of the Cronbach's alpha (α) coefficient was 0.964. After that, data collected from 437 samples analyzed for a conclusion according to the research concept framework for acknowledgment. To know Factors affecting the influence that affect decision making to choose fitness in the Bangkok metropolitan region.

The results of the study revealed that (1) Demographic factors in terms of gender affect selective using fitness center (2) Price factors affect selective using fitness center (3) Channel factors affect selective using fitness center (4) People factors affect selective using fitness center (5) Physical environment factors affect selective using the fitness center.

Keywords*: marketing mix, demography, decision to choose, Fitness center*

I. บทนำ

ปัจจุบันสังคมการทำงานในเมืองหลวง เป็นสังคมที่เคร่งเครียด เผชิญการแข่งขันในด้านต่าง ๆ ทั้งการศึกษาพัฒนาตนเอง การทำงาน ทำให้ผู้คนลืมที่จะใส่ใจดูแลตนเองในด้านสุขภาพ ส่งผลให้สุขภาพทรุดโทรมและเป็นสาเหตุให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บต่าง ๆ ขึ้น การออกกำลังกายนั้นเป็นหนึ่งทางเลือกที่จะช่วยลดปัญหาของโรคภัยไข้เจ็บต่าง ๆ ช่วยเสริมสร้างบุคลิกภาพและความแข็งแรงของร่างกายได้ และในปัจจุบันธุรกิจบริการเกี่ยวกับสถานที่ออกกำลังกายที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ที่ต้องการใช้บริการ โดย

มุ่งเน้นความสะดวก ความครบครันของอุปกรณ์ และมีทำเลที่ตั้งอยู่ใกล้กับแหล่งชุมชน ในรูปแบบของฟิตเนสนั้นมีเพิ่มมากขึ้น

โดยในปัจจุบันนั้นตลาดฟิตเนสมีมูลค่าราว 9,000 ล้านบาท มีการเติบโต 9-10% จากการสำรวจตลาด ส่งให้ธุรกิจฟิตเนสในประเทศไทยยังมีแนวโน้มการเติบโตได้อีกมาก (International Health Racquet & Sports Club Association, 2558) ในอดีตธุรกิจบริการเกี่ยวกับศูนย์ออกกำลังกายในประไทยเริ่มก่อตั้งและให้บริการแก่ลูกค้ามาอย่างยาวนาน แต่เข้าถึงผู้บริโภคได้ยากเนื่องจากราคาที่สูง โปรแกรมการออกกำลังกายไม่ดึงดูดความสนใจของบุคคลทั่วไปได้มากนัก โดยก่อนหน้านั้นลูกค้าที่มาใช้ศูนย์บริการออกกำลังกายส่วนใหญ่อยู่ในวัยทำงาน มีรายได้ในระดับปานกลางขึ้นไป เป็นกลุ่มคนที่มีพฤติกรรมใส่ใจดูแลตนเอง รักษาสุขภาพ และต้องการสร้างกล้ามเนื้อเพื่อบุคลิกภาพที่ดี โดยการออกกำลังกายจะเป็นเน้นการออกกำลังกายแบบเวทเทรนนิ่ง ใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง ต่อครั้ง จึงทำให้คนส่วนใหญ่นั้นไม่นิยมใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกาย เนื่องจากใช้เวลาในการออกกำลังกายที่นานเกินไป โดยมีผลสำรวจของสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่า เหตุผลที่คนส่วนใหญ่ไม่ใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกายนั้นมาจากเหตุผลคือ การไม่มีเวลาเป็นส่วนใหญ่ แต่ในปัจจุบันการออกกำลังกายที่ศูนย์บริการออกกำลังกายได้มีการปรับปรุงรูปแบบของโปรแกรมการอออกกำลังกายที่เหมาะสมกับรูปแบบการดำเนินชีวิตของผู้ใช้บริการ และสภาพแวดล้อมของประเทศไทยมาก เนื่องด้วยสภาพอากาศที่ร้อน พื้นที่ในการออกกำลังกายที่จำกัด เวลาว่างที่จะสามารถเข้าใช้บริการที่แตกต่างกัน เป็นต้น จึงทำให้ในปัจจุบันการใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกายนั้นเป็นที่นิยมมากขึ้น

ในปัจจุบันได้มีการสำรวจอัตราการเล่นกีฬาและออกกำลังกายพบว่าเป็นประชากรอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป ส่วนใหญ่เป็นเพศชายมากกว่าเพศหญิงและอยู่ในกลุ่มอายุ 15-24 ปี ใช้ชีวิตอยู่ในย่านตัวเมืองมากกว่าเขตรอบนอกกรุงเทพมหานครฯ มีจำนวนของประชาชนที่สนใจใส่ใจออกกำลังกายมากที่สุด ลักษณะทางประชากรส่วนใหญ่มีคุณวุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรีขึ้นไป สถานะภาพโสด โดยผู้ชายและผู้หญิงหญิงใช้เวลาออกกำลังกายโดยเฉลี่ย 39.36 และ 28.96 นาทีต่อวันตามลำดับ กลุ่มผู้ออกกำลังกายอายุ 15-24 ปี ใช้เวลาในการออกกำลังมากกว่าที่สุด ใช้เวลาโดยเฉลี่ย 40.06 นาทีต่อวัน [1]

ในปัจจุบันนี้การเข้าถึงศูนย์บริการกำลังกายนั้นง่ายและสะดวกมากขึ้น ทำให้ผู้คนหลาย ๆ กลุ่มนั้นหันมาสนใจและใส่ใจเรื่องของสุขภาพมากขึ้น และออกกำลังกายมากขึ้นเช่นกัน ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญและมีความสนใจจึงได้จัดทำวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการศูนย์ออกกำลังกาย กรณีศึกษาขตสวนหลวง เพื่อต้องการทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกำลังกาย เพื่อให้เป็นแนวทางในการไปปรับใช้ในพัฒนาการบริการต่าง ๆ ที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้มากขึ้น เพื่อการพัฒนาและปรับปรุงส่วนประสมทางการตลาดของศูนย์ออกกำลังกาย และเป็นการกระตุ้นเชิญชวนให้ผู้คนหันมาใส่ใจออกกำลังกายกันมากขึ้น

II. วัตถุประสงค์และวรรณกรรมปริทัศน์

เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการศูนย์ออกกำลังกาย และเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงส่วนประสมทางการตลาดที่เหมาะสมสำหรับศูนย์บริการออกกำลังกายที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยให้ความสนใจกับตัวแปรต้น 3 ตัวแปรหลัก ได้แก่

(1) ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ (Demographic Factors) ซึ่งลักษณะทางด้านประชากรศาสตร์ เป็นความหลากหลายด้านภูมิหลังของบุคคล ซึ่งได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพ ลักษณะโครงสร้างของร่างกาย ความอาวุโสในการทำงาน เป็นต้น โดยจะแสดงถึงความเป็นมาของแต่ละบุคคลจากอดีตถึงปัจจุบัน ในหน่วยงานหรือในองค์กรต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วยพนักงานหรือบุคลากรในระดับต่าง ๆ ซึ่งมีลักษณะพฤติกรรมการแสดงออกที่แตกต่างกันมีสาเหตุมาจากความแตกต่างทางด้านประชากรศาสตร์หรือภูมิหลังของบุคคลนั่นเอง [2] ได้กล่าวว่า ในหน่วยงานองค์กรต่าง ๆ จะประกอบไปด้วยบุคลากรในระดับต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก บุคคลแต่ละคนจะมีพฤติกรรมที่แตกต่างกันออกไปลักษณะพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกแตกต่างกันนี้ มีสาเหตุมาจากปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ อายุ เพศ สถานภาพ ระยะเวลาในการปฏิบัติงานในองค์กร ลักษณะพฤติกรรมในการทำงานของบุคคล

(2) ปัจจัยด้านส่วนประทางการตลาด (Marketing Mixes) ซึ่งส่วนประสมทางการตลาด หมายถึง ตัวแปรทางการตลาดที่สามารถควบคุมได้ซึ่งบริษัท นามาใช้ร่วมกันเพื่อตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้ากลุ่มเป้าหมาย [3] ส่วนประสมทางการตลาด (The marketing mix) เป็นแนวคิดที่สำคัญอย่างทางการตลาดสมัยใหม่ ซึ่งแนวความคิดเรื่องส่วนผสมทางการตลาดนี้มีบทบาทสำคัญทางการตลาด เพราะเป็นการรวม การตัดสินใจทางการตลาดทั้งหมดเพื่อนำมาใช้ในการดำเนินงาน เพื่อให้ธุรกิจสอดคล้องกับ ความต้องการของตลาดเป้าหมายเราเรียกส่วนผสมทางการตลาดว่า 7 Ps ซึ่งองค์ประกอบทั้ง7กลุ่มนี้ จะทำหน้าที่ร่วมกันในการสื่อข่าวสารทางการตลาดให้แก่ผู้รับสารอย่างมีประสิทธิภาพ [4] ได้สรุปเกี่ยวกับแนวความคิดกลยุทธ์ การตลาดสำหรับธุรกิจการบริการ (Market mix) ไว้ในหนังสือการบริหารการตลาดยุคใหม่ว่าขั้นตอนในการตัดสินใจซื้อ(Buying decision process) เป็นลำดับขั้นตอนในการตัดสินใจซื้อของ ผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคผ่านกระบวนการ 7 ขั้นตอน คือ ธุรกิจที่ให้บริการจะใช้ส่วนประสม การตลาด (Marketing mix) หรือ 7Ps

(3) ปัจจัยด้านการตัดสินใจซื้อ (Decision making factors) ซึ่งการตัดสินใจ (Decision Making) หมายถึง กระบวนการในการเลือกที่จะกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งจากทางเลือกต่าง ๆที่มีอยู่ ซึ่งผู้บริโภคมักจะต้องตัดสินใจในทางเลือกต่าง ๆของสินค้าและบริการอยู่เสมอ โดยที่เขาจะเลือกสินค้าหรือบริการตามข้อมูลและข้อจำกัดของสถานการณ์ การตัดสินใจจึงเป็นกระบวนการที่สำคัญและอยู่ภายในจิตใจของผู้บริโภค [5] ขั้นตอนการตัดสินใจ (Buying Decision Process) เป็นลำดับขั้นตอนในการตัดสินใจของผู้บริโภคโดยมีลำดับกระบวนการ 5 ขั้นตอน ดังกระบวนการตัดสินใจซื้อ 5 ขั้นตอนของบริโภคดังนี้ [6] การรับรู้, การแสวงหาข้อมูล, การประเมินผลทางการเลือก, การตัดสินใจซื้อ, พฤติกรรมภายหลังการซื้อกระบวนการตัดสินใจของผู้บริโภค (Decision Process) แม้ผู้บริโภคจะมีความแตกต่างกันมีความต้องการแตกต่างกันแต่ผู้บริโภคจะมีรูปแบบการตัดสินใจซื้อที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งกระบวนการตัดสินใจซื้อ แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ การตระหนักถึงปัญหาหรือความต้องการ, การเสาะแสวงหาข้อมูล, การประเมินทางเลือก, การตัดสินใจซื้อ, พฤติกรรมหลังการซื้อ

III. ระเบียบวิธีวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative) โดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) และใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ บุคคลที่เลือกบริการศูนย์บริการออกกำลังกายมการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็นโดยใช้วิธีการเลือกแบบสะดวก ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ กลุ่มคนที่อาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่วันที่ 29 ธันวาคม 2562 ถึง วันที่ 29 มกราคม 2563 ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามจากการทบทวนวรรณกรรม และนำเสนอแบบสอบถามที่ได้สร้างขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความครบถ้วนและความสอดคล้องของเนื้อหาของแบบสอบถามที่ตรงกับเรื่องที่ศึกษา นำเสนอแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความครบถ้วนและความสอดคล้องของเนื้อหา (Validity) โดยการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องรายข้อ IOC (Index of Item Objective Congruence) พบว่ามีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไปทุกข้อ จากนั้นทำการทดสอบแบบสอบถาม Pilot Test จำนวน 30 ชุด และคำนวณโดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นอยู่พบว่ามีค่าระหว่าง 0.70-0.89 ในทุกองค์ประกอบ สำหรับการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ใช้หลักการคำนวณของ Cochran [7] ผลที่ได้คือขนาดของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดสำหรับงานวิจัยนี้เท่ากับ 385 ชุด โดยผู้วิจัยได้รับข้อมูลการตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 506 ชุด และงานวิจัยครั้งนี้มีแบบสอบถามที่มีข้อมูลครบถ้วนทั้งสิ้น 437 ชุด ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนลดลงเหลือ 4.6% ผู้วิจัยได้นำผลลัพธ์การตอบแบบสอบถามมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นและความสอดคล้องกันในแต่ละตัวแปรด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟ่าของครอนบัคได้ค่าอยู่ที่ 0.964 ซึ่งถือว่ามีค่าความเชื่อมั่นสูง เนื่องจากมีค่าใกล้เคียง 1 และไม่ต่ำกว่า 0.65 [8] และวิเคราะห์การหาความเที่ยงตรง จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา ซึ่งประกอบด้วยค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและทำการทดสอบสมมุติฐาน โดยการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรต้นต่อตัวแปรตามด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

IV. ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

ตารางที่ I : ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะทางประชาศาสตร์	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	242	55.4%
หญิง	148	33.9%
LGBT	47	10.8%
	437	100.0%
2. อายุ		
15 – 25 ปี	117	26.8%
25 – 35 ปี	273	62.5%
35 – 45 ปี	41	9.4%
45 ปีขึ้นไป	6	1.4%
	437	100.0%
3. ระดับการศึกษา		
มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า	33	7.8%
อนุปริญญา / ปวส. หรือเทียบเท่า	78	17.8%
ปริญญาตรี	286	65.4%
ปริญญาโทหรือสูงกว่า	40	9.2%
	437	100.0%
4. อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	101	23.1%
พนักงานรัฐฯ	34	7.8%
พนักงานบริษัทเอกชน	167	38.2%
ธุรกิจส่วนตัว	88	20.1%
อื่นๆ	47	10.8%
	437	100.0%
5. รายได้ต่อเดือน		
ต่ำกว่า 15,000 บาท	80	20.6%
15,001 – 25,000 บาท	173	39.6%
25,001 – 35,000 บาท	120	27.5%
35,001 – 45,000 บาท	28	6.4%
45,001 – 50,000 บาท	9	2.1%
50,000 บาทขึ้นไป	17	3.9%
	437	100.0%

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 242 (55.4%) มีอายุระหว่าง 25 - 35 ปี จำนวน 270 (62.5%) ระดับการศึกษาปริญญาตรีจำนวน 286 คน (65.4%) อาชีพพนักวานบริษัทเอกชนจำนวน 167คน (38.2%) รายได้ 15,001 – 25,000 บาท จำนวน 173 คน (39.6%)

ตารางที่ II : ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ของปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการศูนย์บริการออกำลังกาย ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ปัจจัย	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
	B	Std. Error			
(Constant)	.880	.161		5.457	.000
1.ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์	.079	.048	.076	1.636	.103
2. ปัจจัยด้านราคา	.103	.032	.135	3.222	.001
3. ปัจจัยด้านสถานที่	.118	.034	.143	3.413	.001
4. ปัจจัยด้านโปรโมชั่น	.035	.027	.056	1.323	.186
5. ปัจจัยด้านบุคลากร	.142	.042	.173	3.384	.001
6. ปัจจัยด้านกลุ่มสภาพแวดล้อม	.190	.050	..194	3.787	.000
7. ปัจจัยด้านกระบวนการ	.132	.048	.153	2.732	.007

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ตามสมมติฐานพบว่ายอมรับสมมติฐาน 5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจบริโภคศูนย์บริการออกกำลังกาย คือ ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านสถานที่ ปัจจัยด้านบุคลากร ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม และปัจจัยด้านกระบวนการ มีค่าที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกายในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลกลุ่มดังกล่าวมีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวพยากรณ์ เท่ากับ .001, .001, .001, .000 และ.007 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สามารถอธิบายการตัดสินใจเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกายได้ 53.6% และอีก 46.4% เกิดจากอิทธิพลตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษาโดย

- ปัจจัยด้านราคา ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าสถิติ T-Test มีค่า Sig. เท่ากับ .001 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่ .05 ทำให้ ยอมรับ สมมติฐานที่ 7 ซึ่งสามารถตีความได้ว่า ปัจจัยด้านราคาส่งผลต่อการเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกายในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจากผู้บริโภคนั้นให้ความสำคัญกับราคาที่เหมาะสมกับการบริการและคุณภาพทางศูนย์บริการออกกำลังกายจึงต้องมีการตั้งราคาค่าบริการที่มีความเหมาะสมต่อการให้บริการเพื่อให้ผู้ใช้บริการสามารถเข้าถึงได้ ปัจจัยดังกล่าวจึงส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกาย ผลวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ [9] พบว่าปัจจัยด้านราคาและบุคลากรมีความสัมพันธ์กับการเลือกใช้บริการ อัตราค่าสมาชิกเหมาะสมกับคุณภาพการให้บริการ อัตราค่าสมาชิกถูกกว่าฟิตเนสอื่น ค่าบริการเทรนเนอร์มีความเหมาะสมกับคุณภาพการให้บริการ ค่าธรรมเนียมแรกเข้ามีความเหมาะสม นั้นส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกาย

- ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าสถิติ T-Test มีค่า Sig. เท่ากับ .001 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ .05 ทำให้ยอมรับ สมมติฐานที่ 7 ซึ่งสามารถตีความได้ว่า ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ส่งผลต่อการเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกายในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจากผู้บริโภคให้ความสำคัญกับความสะดวกสบายในการเข้าถึง สามารถตอบสนองต่อลูกค้าได้เป็นอย่างดี ทางศูนย์บริการออกกำลังกายจึงควรที่จะตั้งในทำเลที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น ลานจอดรถ ร้านสะดวกซื้อ ง่ายต่อการเดินทาง มีสาขาที่หลากหลาย ปัจจัยดังกล่าวจึงส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกายผลวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ [9] พบว่า ทำเลที่ตั้งของศูนย์บริการออกกำลังกายต้องมีความสะดวกสบาย ง่ายต่อการเดินทาง นั้นส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกำลังกายและสอดคล้องกับงานวิจัยของ [10] ว่าปัจจัยด้านความสะดวกในการเดินทางส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการร้านอาหารประเภทฟูดทรัก อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ [11] ว่าปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่ายและการจดจำลูกค้ามีอิทธิพลต่อการเลือกใช้บริการในร้านกาแฟพรีเมี่ยม กล่าวคือ ถ้ามีทำเลที่ตั้งของร้าน สะดวกต่อการเดินทางมา มีความหลากหลายสาขา ซึ่งตั้งกระจายอยู่ในตัวเมืองและชานเมือง ทำให้สามารถหาซื้อสินค้าได้สะดวก นั้นส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการ

- ปัจจัยด้านบุคลากร ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าสถิติ T-Test มีค่า Sig. เท่ากับ .001 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่ .05 ทำให้ ยอมรับ สมมติฐานที่ 7 ซึ่งสามารถตีความได้ว่า ปัจจัยด้านบุคลากร ส่งผลต่อการเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกายในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจากผู้บริโภคนั้นให้ความสำคัญกับการบริการของพนักงานมาก ถ้าหากพนักงานสามารถช่วยเหลือและตอบสนองตามความต้องการของผู้บริโภคได้จะทำให้ผู้บริโภคนั้นเกิดความรู้สึกที่ดีต่อแบรนด์และตัวสินค้ามากขึ้น ทางศูนย์บริการจึงต้องมีการอบรมพนักงานเป็นอย่างดี ปัจจัยดังกล่าวจึงส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกายผลงานวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ [12] พบว่า ปัจจัยด้านบุคลากรส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการสถานออกกำลังกาย เช่น ยิ้มแย้มแจ่มใส พนักงานมีมารยาทพูดจาสุภาพ นั้นเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการสถานออกกำลังกาย

- ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าสถิติ T-Test มีค่า Sig. เท่ากับ .000 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่ .05 ทำให้ ยอมรับ สมมติฐานที่ 7 ซึ่งสามารถตีความได้ว่า ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ส่งผลต่อการเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกายในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจากปัจจุบันนั้นมีสภาพแวดล้อมที่

เคร่งเครียด กดดัน ทำให้ผู้บริโภคนั้นต้องการพื้นที่ที่สามารถช่วยผ่อนคลายต่างๆได้ ถ้าหากศูนย์บริการออกำลังกายนั้นสร้างบรรยากาศที่ดี แปลกใหม่ได้ก็จะสามารถดึงดูดใจผู้บริโภคได้มากขึ้น เช่น การเปิดเพลง การตกแต่ง เป็นต้น ปัจจัยดังกล่าวจึงส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกำลังกายผลงานวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ [9] พบว่า ปัจจัยด้านการกระตุ้นให้ใช้ บริการส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการฟิตเนสเซ็นเตอร์ เช่น การเปิดเพลงจังหวะเร็วๆ และเสียงดังในช่วงเวลาหลังเที่ยงคืนนั้น ส่งผลตาการตัดสินใจเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกาย

- ปัจจัยด้านกระบวนการ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าสถิติ T-Test มีค่า Sig. เท่ากับ .007 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่ .05 ทำให้ ยอมรับ สมมติฐานที่ 7 ซึ่งสามารถตีความได้ว่า ปัจจัยด้านกระบวนการ ส่งผลต่อการเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกายในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจากปัจจุบันนี่ผู้คนต้องการความรวดเร็ว ความสะดวกสบาย ถ้ากระบวนการต่างๆในการให้บริการมีความรวดเร็ว สะดวก และปลอดภัย จะทำให้ตอบสนองตามความต้องการผู้บริโภคได้ ปัจจัยดังกล่าวจึงส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกายผลงานวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ [12] พบว่า ปัจจัยด้านกระบวนการให้บริการส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการ สถานออกกำลังกายขนาดใหญ่ เช่น ความรวดเร็วในการ check in-out, ความสามารถในการแก้ปัญหาที่รวดเร็ว, การให้บริการแก่ลูกค้าทุกระดับเท่าเทียม, รายละเอียดต่างๆ เช่น ค่าใช้จ่าย, เงื่อนไขการใช้บริการมีความชัดเจน, การให้บริการรวดเร็ว, วิธีการชำระค่าสมาชิกที่หลากหลาย นั้นเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกาย

V. การอภิปรายผล

จากสมมุติฐานของงานวิจัย คือ การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคศูนย์บริการออกกำลังกายแต่ละปัจจัยนั้น มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกำลังกาย ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล นั้น เมื่อทำการศึกษาแล้วพบว่ามี 5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกาย ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวพยากรณ์เท่ากับ .000 ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับปัจจัยดังกล่าว เนื่องจากบุคคลแต่ละคนนั้นต้องการที่จะเข้าใช้บริการเพื่อที่ต้องการความผ่อนคลาย ต้องการออกกำลังกายต่างๆ นั้นหมายความว่าการตัดสินใจเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกายนั้น ก็อยู่ที่สภาพแวดล้อม บรรยากาศ ยิ่งมีสภาพแวดล้อมที่ดี บรรยากาศในการออกกำลังกายที่ดี ทางศูนย์บริการออกกำลังกายอาจมีดการเปิดเพลงเพื่อสร้างบรรยากาศในการออกกำลังกาย และการตกแต่งที่สวยงามสบายตา ก็จะช่วยดึงดูดความสนใจของลูกค้าได้มากขึ้น

ปัจจัยด้านราคา ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวพยากรณ์เท่ากับ .001 ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับปัจจัยดังกล่าว เนื่องจากราคาค่าบริการของศูนย์บริการออกกำลังกายนั้นในปัจจุบันนั้นส่วนใหญ่มีราคาที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ผู้บริโภคสามารถเข้าถึงกันได้ ดังนั้นผู้บริโภคจะเทียบราคากับความคุ้มค่า การบริการ สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เพื่อที่จะหาสิ่งที่ตอบสนองต่อการความคุ้มค่าและความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด

ปัจจัยด้านสถานที่ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเท่ากับ .001 เนื่องจากในปัจจุบันนี้มีจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้นทำให้การเดินทางนั้นยากลำบากมากขึ้นทำให้ส่งผลต่อการเดินทาง ถ้าหากศูนย์บริการออกกำลังกายอยู่ในทำเลที่ตั้งที่มีเส้นทางการเดินทางที่สะดวก ง่ายต่อการเดินทาง หรือเปิดให้บริการภายในห้างสรรพสินค้า ก็จะทำให้สามารถดึงดูดความสนใจของลูกค้าได้

ปัจจัยด้านบุคลากร ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวพยากรณ์เท่ากับ .001 ถ้าหากพนักงานมีความรู้ ความสามารในด้านการออกกำลังกาย หรือแก้ไขปัญหา มีมนุษสัมพันธ์ที่ดี ก็จะส่งผลให้ลูกค้าเกิดความประทับใจ ความไว้วางใจ ทำให้ลูกค้าอยากจะใช้บริการต่อไป ดังนั้นควรที่จะฝึกอบรมพนักงาน ทั้งการบริการ ความรู้ด้านต่างๆ ด้านการมีมนุษสัมพันธ์ที่ดี ให้กับพนักงานเพื่อเพิ่มคุณภาพการบริการให้สูงมากยิ่งขึ้น

ปัจจัยด้านกระบวนการ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวพยากรณ์เท่ากับ .007 การบริการต้องมีความสะดวกรวดเร็ว ไม่ซับซ้อน เข้าใจง่าย ไม่ว่าจะเป็นการสมัครสมาชิก การชำระเงินต่างๆ ต้องมีความรวดเร็วและถูกต้องปลอดภัย จึงจะสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้

VI. ข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ผลของการวิจัยนี้ทำให้ทราบถึงพฤติกรรมการตัดสินใจบริโภคเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกาย ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกกำลังกาย ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล พร้อมระบุถึงระดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยว่ามีระดับความสำคัญมากน้อยเพียงใด ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านสถานที่ ปัจจัยด้านบุคลากร และปัจจัยด้านกระบวนการ ส่งผลตอ่การตัดสินใจเลือกใช้บริการศูนย์บริการออกำลังกาย ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ผลการวิจัยดังกล่าวสามารถนำข้อมูลที่วิเคราะห์ทางสถิติมาประยุกต์ใช้ เพื่อเสนอแนะให้เป็นแนวทางสำหรับผู้ประกอบการ ดังนี้

- ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญในด้านสภาพแสดล้อมของศูนย์บริการออกกำลังกายให้มีสภาพแวดล้อมที่ดี ทั้งด้านบรรยากาศโดยรอบที่เหมาะสม สถานที่ต้องมีความสะอาดปลอดภัย มีการบริการที่ดี มีสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เพื่อให้ลูกค้าเกิดความประทับใจตั้งแต่ครั้งแรกที่ได้ใช้บริการ โดยอาจมีการสร้างบรรยากาศโดยมีการเปิดเพลง เป็นต้น

- ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญในด้านราคาของศูนย์บริการออกกำลังกาย ต้องมีราคาที่สมเหตุสมผล ลูกค้าสามารถจับต้องได้ ราคาต้องมีความสอดคล้องกับการบริการ มีราคาที่หลากหลายให้ลูกค้าเลือกได้ตามความต้องการ มีสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เพื่อให้ลูกค้าเกิดความรู้สึกคุ้มค่ากับเงินที่เสียไปเพื่อไม่เป็นการเอารัดเอาเปรียบลูกค้า เพื่อให้ลูกค้าเกิดความสบายใจและไว้วางใจ

- ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญในด้านสถานที่ของศูนย์บริการออกกำลังกาย สถานที่ตั้งควรอยู่ในทำเลที่ลูกค้าเข้าถึงง่าย ง่ายต่อการเดินทาง สังเกตได้ง่าย มีสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น ลานจอดรถ ร้านอาหาร ร้านสะดวกซื้อต่างๆ เพื่อให้ลูกค้าเกิดความสะดวกสบายมากที่สุด เป็นการบริการลูกค้าทางอ้อม เพื่อให้ลูกค้ารู้สึกถึงความเอาใจใส่

- ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญในด้านบุคลากรของศูนย์บริการออกกำลังกาย ต้องมีการอบรมพนักงานทั้งในด้านมนุษย์สัมพันธ์ ความรู้ต่างๆ เกี่ยวกับการออกกำลังกาย การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าเป็นต้น เพื่อให้ลูกค้าเกิดความประทับใจในการบริการ เกิดความพึงพอใจและยินดีที่จะใช้บริการต่อไป เพื่อเป็นการสร้างภาพลักษณ์ที่ดีอีกด้วย

- ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญในด้านกระบวนการของศูนย์บริการออกกำลังกาย การบริการต่างๆต้องมีความสะดวกสบาย รวดเร็วและถูกต้อง มีการแจ้งข้อมูลอัพเดทข้อมูลต่างๆ ให้ลูกค้าได้ทราบอยู่ตลอดเวลา การบริการต้องมีความเท่าเทียมกัน

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานสถิติแห่งชาติกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2558). *การสำรวจกิจกรรมทางกายของประชากร*. สำนักงานสถิติแห่งชาติกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.

[2] กรรณิการ์ เหมือนประเสริฐ. (2548). "ทัศนคติของพนักงานที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมการปฏิบัติงานของพนักงานในองค์กร บริษัท คูเวต ปิโตรเลียม (ประเทศไทย) จำกัด". สารนิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

[3] Kotler, P. (1997). "Marketing management: analysis, planning implementation and control". (9th ed.). New Jersey: Asimmon & Schuster.

[4] ศิริวรรณ เสรีรัตน์และคณะ. (2541). "การบริหารการตลาดยุคใหม่". กรุงเทพฯ: บริษัท ธีระฟิล์มและไซเท็กซ์จำกัด.

[5] ฉัตยาพร เสมอใจ. (2550). "พฤติกรรมผู้บริโภค". กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

[6] ศิริวรรณ เสรีรัตน์ สมชาย หิรัญกิตติ, สุดา สุวรรณาภิรมย์, ชวลิต ประภานนท์ และสมศักดิ์ วานิชยาภรณ์. (2541). "การบริหารการตลาดยุคใหม่". กรุงเทพฯ:ธีระฟิล์มและไซเท็กซ์.

[7] ธีรวุฒิ เอกะกุล. (2543). "การกำาหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อการวิจัย. ระเบียบวิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์". อุบลราชธานี : สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี.

[8] Nunnally, J.C. (198). "psychometric theory". 2nd Edition, Jhon Whiley and son Inc: New York.

[9] จิรศักดิ์ ชาพรมมา. (2560). "ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจใช้บริการฟิตเนสเซ็นเตอร์ที่เปิดให้บริการ 24 ชั่วโมง ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร". (สารนิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี.

[10] สัณห์จุฑา จำรูญวัมน์. (2559). "ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกใช้บริการร้านอาหารประเภทฟูดทรักของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร". (สารนิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี.

[11] วรามาศ เพ็ชรเนียม. (2558). "ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกใช้บริการในร้านกาแฟพรีเมี่ยม ของประชากรในเขตกรึงเทพมหานคร". (สารนิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์,คณะพานิชยศาสตร์และการบัญชี.

[12] มุกดาวรรณ สมบุณร์วรรณธ. (2558). "ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจใช้บริการสถานออกกำลังกายขนาดใหญ่ (Fitness Center) ของประชากรในเขตกรุงเทพมหานคร". (สารนิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี.

ประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทย

The Effectiveness of Using Facebook in The Marketing of Automotive Accessories Dealers in Thailand

กนกวรรณ ใจมีสุขมาก[1]
Kanokwan Jaimeesukmak
[1]สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทย–ญี่ปุ่น
1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพ 10250
โทร 0-2763-2600 โทรสาร 0-2763-2700
E-mail: ja.kanokwan_st@tni.ac.th[1]

ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน[2]
Dumrongkiat Ratana-Amornpin
[2]สาขาวิศวกรรมอุตสาหการคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทย–ญี่ปุ่น
1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพ 10250
โทร 0-2763-2600 โทรสาร 0-2763-2700
E-mail: dumrongkiat@tni.ac.th[2]

บทคัดย่อ

ปัจจุบันนี้พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์มีการเติบโตอย่างรวดเร็ว และได้รับความสนใจจากผู้ประกอบการใช้ในการดำเนินธุรกิจ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทย โดยเฉพาะในช่วงสถานการณ์ไวรัส COVID-19 ช่วงที่สอง ส่งผลให้มีผลกระทบต่อการดำเนินธุรกิจอย่างน่าศึกษา งานวิจัยนี้ใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง n = 400 โดยใช้แบบสอบถามออนไลน์จากการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ การแปลผล ได้พบว่าปัจจัยด้านลักษณะพื้นฐาน ด้านรายได้ของร้านต่อเดือน ปัจจัยด้านการบริหารงานออนไลน์ ด้านประเภทเฟซบุ๊กที่ใช้ ด้านรูปแบบการทำโฆษณาบนเฟซบุ๊ก และด้านการบริการข้อมูลสินค้า ด้วยความรวดเร็วในการตอบคำถาม และปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาดดิจิทัล 5P ด้านการสร้างความมีส่วนร่วมด้านราคา ด้านช่องทางจัดจำหน่าย และด้านสินค้า มีผลต่อประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ดังนั้นประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดทำให้ธุรกิจเป็นที่รู้จัก มีผู้สนใจเพิ่มขึ้นมากขึ้น สร้างโอกาสการตลาด ช่วยกระตุ้นการขยายตัวธุรกิจ และเพิ่มยอดขายและกำไรสุทธิมากยิ่งขึ้นโดยเฉพาะในสถานการณ์ไวรัส COVID-19

คำสำคัญ: เฟซบุ๊ก, การตลาดดิจิทัล, อุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์, SPSS

Abstract

Nowadays, e-commerce is growing rapidly and gets the attention of entrepreneurs used to run their businesses. This research aims to study the effectiveness of using Facebook in the marketing of automotive accessories dealers in Thailand. Especially during the second wave of the COVID-19 virus situation, it had an interesting impact on business operations. The number of samples (n = 400) were used in this research using online questionnaires. From the collection of analysis and interpretation of data, it was found that from the analysis and interpretation of data, it was found that the independent factors including the monthly income of the store, the online administration factor in terms of type of Facebook used, types of using of Facebook as advertising, instantaneously product information enquiry responses and the 5P-factor such as digital marketing participation, price, place, and product variables influence the effectiveness of using Facebook in the online car accessories marketing in Thailand with at statistical significance of 0.05 level.

Therefore, the effectiveness of using Facebook in the marketing has made the business known. There are more people interested creating marketing opportunities, help stimulate business expansion and increase sales and net profit even more, especially in the COVID-19 pandemic situation.

Keywords: Facebook, Digital Marketing, Car Accessories, SPSS

I. บทนำ

ปัจจุบันโลกได้เข้าสู่ยุคดิจิทัลที่มีเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่มากมาย ซึ่งเทคโนโลยีทางด้านการสื่อสารและสารสนเทศมีการเติบโตขึ้นในทุกๆ วัน รวมถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตและพฤติกรรมการใช้ชีวิตประจำวันของผู้บริโภค และเนื่องมาจากอัตราการเติบโตของการใช้อินเตอร์เน็ตที่สะดวกรวดเร็วต่อการเข้าถึงข้อมูลและบริการต่าง ๆ ทำให้ผู้ประกอบการโดยเฉพาะธุรกิจบนอินเตอร์เน็ตเป็นช่องทางการตลาดขนาดใหญ่ของโลกไร้พรมแดน สามารถเข้าถึงกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายได้โดยตรงอย่างรวดเร็ว ง่าย ไร้ขีดจำกัดของเรื่องเวลา และสถานที่ ซึ่งสถานการณ์เศรษฐกิจการค้าภายในประเทศมีการแข่งขันกันทางด้านอุตสาหกรรมตลอดเวลาโดยสินค้าจำพวกอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์จัดได้ว่าเป็นสินค้าทางเศรษฐกิจที่สำคัญสำหรับผู้ชื่นชอบรถยนต์ เนื่องจากเป็นสินค้าที่สามารถสร้างมูลค่า ดังนั้นการนำเอาตลาดธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-Commerce) เช่นเครือข่ายสังคมออนไลน์ (Social network) มาใช้ในธุรกิจจะช่วยส่งเสริมให้ธุรกิจเป็นที่รู้จักและสามารถสร้างเครือข่ายระหว่างธุรกิจกับผู้บริโภค (Business to Consumer : B2C) และช่วยเพิ่มยอดขายรวมไปถึงสร้างความพอใจให้แก่ลูกค้าและเพิ่มขีดความสามารถการแข่งขัน

เครือข่ายสังคมออนไลน์ (Social network) เป็นรูปแบบของเว็บไซต์ในการสร้างเครือข่ายสังคมสำหรับผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ต เขียนอธิบายความสนใจในกิจการที่ได้ทำ และเชื่อมโยงกับความสนใจและกิจกรรมของผู้อื่น ซึ่งเว็บไซต์เหล่านี้คือเครือข่ายเสมือนจริงที่ทำให้สามารถพบกับกลุ่มคนที่สนใจในข่าวสารประเภทเดียวกัน สามารถเชื่อมโยงการสื่อสารภายในองค์กรและภายนอกองค์กรเข้าด้วยกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วต่อเนื่องรวมไปถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการเข้าถึงอินเตอร์เน็ต จึงทำให้การสื่อสารในยุคปัจจุบันมีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น

การนำอินเทอร์เน็ตมาประยุกต์ใช้ในเชิงธุรกิจขายสินค้าและบริการผ่านช่องทางออนไลน์ จึงทำให้เกิดข้อเด่นชัดมากยิ่งขึ้นเช่นสามารถลดค่าใช้จ่ายและเพิ่มประสิทธิภาพขององค์กร ซึ่งวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (Small and Medium Enterprise : SME) ที่มีลักษณะของธุรกิจขนาดย่อมจะมียอดขายน้อย โดยรายได้ไม่สามารถแข่งขันกับธุรกิจขนาดใหญ่ได้ แต่มีความคล่องตัวในการบริหาร ธุรกิจขนาดเล็กจึงมีการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงได้เร็วยิ่งขึ้น และมีต้นทุนในการดำเนินงานต่ำ แต่ก็อาจมีปัญหาและข้อจำกัดของธุรกิจขนาดย่อมต่างๆ

งานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นไปที่กลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทยเป็นหลัก เนื่องจากในปัจจุบันคนส่วนใหญ่มีรถยนต์ส่วนตัวเป็นจำนวนมาก คนส่วนใหญ่ที่ชอบรถยนต์มักจะชอบการตกแต่งรถยนต์ โดยการนำอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์เข้ามาเป็นตัวชี้วัดเกี่ยวกับการทำให้รถยนต์มีความสวยและดูดีตามความต้องการของผู้ใช้รถเอง ทำให้ผู้ประกอบการทำการผลิตและดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับชุดอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ โดยปัจจุบันนี้อุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์มีหลากหลายแนวทางและหลายสไตล์ให้เลือกขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของเจ้าของรถที่เพิ่มความสวยงามให้โดดเด่นไม่ซ้ำใคร จึงส่งผลให้เกิดการแข่งขันทางด้านการตลาดมากขึ้น

II. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

II.I. เพื่อศึกษาลักษณะพื้นฐาน ได้แก่ ประเภทสินค้า รายได้ต่อเดือน การจดทะเบียนพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ และผู้ดูแลเฟซบุ๊ก ที่มีผลต่อประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทย

II.II. เพื่อศึกษาลักษณะทางการบริหารงานออนไลน์ ได้แก่ คำถามเกี่ยวกับปัจจัยทางด้านการบริหารงานออนไลน์เฟซบุ๊ก ได้แก่ช่วงเวลาในการเข้าใช้เฟซบุ๊ก ประเภทเฟซบุ๊กที่ใช้ ลักษณะการตั้งชื่อร้าน ความสม่ำเสมอในการอัปเดต ข้อมูลในส่วน 'About' การใส่ 'คำค้นหา' หรือ #hashtagKeyword รีวิวจากลูกค้า การส่งมอบคุณค่าและความรู้ รูปภาพและสื่อที่ลงในเฟซบุ๊ก การเขียนโพสต์ Caption การปักหมุด (Pin to Top) สร้าง Shop ร้านค้า ความรวดเร็วในการตอบลูกค้า และรูปแบบการทำโฆษณาบนเฟซบุ๊ก ที่มีผลต่อประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทย

II.III. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนผสมทางการตลาดดิจิทัล 5P ในด้าน ผลิตภัณฑ์ ราคา ช่องทางการจัดจำหน่าย การส่งเสริมการตลาด และการมีส่วนร่วม ที่มีผลต่อประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทย

III. หลักการพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

III.I. พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-Commerce)

นักวิชาการหลายท่านได้นิยามคำจำกัดความของพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์โดยองค์กรการค้าโลก World Trade Organization (WTO) [1] ได้ให้คำจำกัดความไว้ว่าพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ หมายถึงการผลิตการกระจาย การตลาด การขาย หรือการขนส่งผลิตภัณฑ์ และบริการ โดยใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งหมายถึงการทำธุรกรรมทุกรูปแบบครอบคลุมถึงการซื้อขายสินค้าหรือบริการ การชำระเงินการโฆษณาโดยผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ โดยเฉพาะเครือข่ายทางอินเทอร์เน็ต

III.II. เครือข่ายสังคมออนไลน์ (Social network) และเฟซบุ๊ก (Facebook)

พื้นฐานเครือข่ายสังคมออนไลน์เกิดมาจากความต้องการของมนุษย์หรือคนเราที่ต้องการติดต่อสื่อสารหรือมีปฏิสัมพันธ์กัน จากเดิมเรามีเว็บในยุค 1.0 ซึ่งก็คือเว็บที่แสดงเนื้อหาอย่างเดียว บุคคลแต่ละคนไม่สามารถติดต่อหรือโต้ตอบกันได้ แต่เมื่อเทคโนโลยีเว็บพัฒนาเข้าสู่ยุค 2.0 ก็มีการพัฒนาเว็บไซต์ที่เรียกว่า web application ซึ่งก็คือเว็บไซต์มีแอพลิเคชันหรือโปรแกรมต่างๆ ที่มีการโต้ตอบกับผู้ใช้งานมากขึ้นผู้ใช้งานแต่ละคนสามารถโต้ตอบกันได้ผ่านหน้าเว็บ

Social Network เป็นเครือข่ายความสัมพันธ์เสมือนที่ตอบสนองกับการสร้างสายสัมพันธ์โยงใยให้เราได้เจอบุคคลที่คุยกันในเรื่องที่สนใจได้อย่างคอเดียวกัน สามารถเชื่อมโยงเพื่อนของเราเข้ากับเพื่อนของเขา สามารถสร้างสรรค์สังคมใหม่ๆ ให้กับทุกคน สามารถเชื่อมโยงการสื่อสารภายในองค์กรและภายนอกองค์กรเข้าด้วยกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นสิ่งที่ตอบสนองรูปแบบชีวิตของมนุษย์ยุคปัจจุบันนั่นเอง โดยภาพรวมเครือข่ายสังคมออนไลน์เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพในการสื่อสารกับองค์กรอย่างดี ผู้บริหารองค์กรขนาดใหญ่จะสามารถสื่อสารกับคนในองค์กรอย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ต้องประสบปัญหาการบิดเบือนข้อความหรือการสื่อสารที่ตกหล่นอีกต่อไป ครูอาจารย์สามารถให้แง่คิดหรือสิ่งต่างๆ แก่ลูกศิษย์ได้โดยไม่จำเป็นต้องรอให้พูดกันทีเดียวคราวละยาวๆ นักวิจัยอาจพบสิ่งที่น่าสนใจแล้วสื่อสารให้รู้กันทุกคนในเครือข่ายเดียวกันได้ทันที เพื่อให้ทีมรับรู้สิ่งน่าสนใจไปพร้อมๆ กัน ตัวอย่างเครือข่ายสังคมออนไลน์เช่น Instragram, Twitter, Facebook เป็นต้น แต่ส่วนใหญ่จะมีการใช้งานเฟซบุ๊ก (Facebook) ในตลาดออนไลน์เนื่องจากสามารถเข้าถึงง่าย ใช้งานง่าย สามารถเริ่มใช้ได้ทันทีและยังมีต้นทุนในการจัดทำต่ำ หรืออาจไม่เสียค่าใช้จ่าย

จำนวนผู้ใช้บริการเฟซบุ๊กในประเทศไทยมีจำนวนสูงมากประเทศหนึ่งของโลก โดยจัดอยู่ในอันดับที่ 8 ของประเทศที่มีคนใช้เฟซบุ๊กมากที่สุดในโลกโดยมีผู้ใช้บริการ 47 ล้านบัญชีคิดเป็นร้อยละ 70 ของประชากรทั้งประเทศ [2] ส่วนหนึ่งที่ทำให้อัตราการใช้งานเพิ่มสูงขึ้นอันเนื่องมาจากเทคโนโลยีเกี่ยวกับโทรศัพท์เคลื่อนที่รวมไปถึงอุปกรณ์เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตต่างๆ ได้มีการพัฒนาหาซื้อได้ง่ายในราคาที่ไม่แพงจนเกินไปและสะดวกในการพกพา รวมไปถึงการสร้างแอปพลิเคชั่นต่างๆ ที่ตอบสนองความต้องการในการเชื่อมต่อเว็บไซต์เครือข่ายสังคมออนไลน์

III.III. แนวคิดเรื่องการตลาดดิจิทัล

การตลาดดิจิทัล [3] เป็นกระบวนการที่สามารถเชื่อมต่อเพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างนักการตลาดกับผู้บริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยผลักดันยอดขายโดยใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยเหลือในการนำเสนอเนื้อหาการตลาดรูปแบบใหม่ เพื่อสร้างความประทับใจที่ช่วยให้ธุรกิจสามารถเชื่อมต่อกับผู้คนในรูปแบบที่หลากหลายและมีความเกี่ยวข้องมากยิ่งขึ้น และเป็นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับผู้บริโภคว่ากำลังใช้เทคโนโลยีแบบใดอยู่ในปัจจุบัน เพื่อที่จะหาวิธีที่ธุรกิจสามารถใช้ประโยชน์จากการมีส่วนร่วมกับผู้บริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การตลาดดิจิทัล [4] เป็นการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อสนับสนุนกระบวนการทำการตลาดขององค์กรผ่านรูปแบบของกิจกรรมทางการตลาด ความหมายยังครอบคลุมรวมถึงการตลาดอิเล็กทรอนิกส์ การตลาดออนไลน์ และการตลาดผ่านอินเทอร์เน็ต การตลาดแบบดิจิตอลจะประกอบไปด้วยการจัดส่งข้อมูลในรูปของข้อมูลดิจิทัลให้กับผู้บริโภคเพื่อที่จะดึงดูดผู้บริโภคให้เข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสินค้าและการบริการของธุรกิจ

ส่วนประสมทางการตลาดดิจิทัล 5P [5]

กลยุทธ์ทางการตลาด 5P เป็นกระบวนการทางตลาดสำหรับการนำสื่อดิจิทัลมาร่วมใช้กับส่วนประสมทางการตลาดแบบดั้งเดิม (4P) เพื่อตอบสนองกับความต้องการของผู้บริโภคกลยุทธ์ 5P จะมุ่งเน้นที่การสร้างความรับรู้ของผู้บริโภคปรับปรุงการบริการเพื่อรักษาความสัมพันธ์กับผู้บริโภคองค์ประกอบของการตลาดแบบ 5P ’จะประกอบไปด้วย

- ผลิตภัณฑ์ (Product)
- ราคา (Price)
- ช่องทางการจำหน่าย (Place)
- ส่งเสริมการตลาด (Promotion)
- ความมีส่วนร่วม (Participation)

III.IV. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษานี้ มีดังต่อไปนี้

แรงจูงใจและปัจจัยทางการตลาดบนเฟซบุ๊ก (Facebook) ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าและบริการของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร [6] จากผลการศึกษาปัจจัยทางการตลาดบนเฟซบุ๊กในส่วนของผลิตภัณฑ์มีผลต่อการตัดสินใจมาก โดยเฉพาะสินค้าที่มีชื่อเสียงจะส่งผลให้มีระดับที่มีผลต่อการตัดสินใจมากเป็นอันดับแรก และด้านการส่งเสริมการตลาดพบว่าอยู่ในระดับที่มีผลต่อการตัดสินใจมาก ทั้งในเรื่องของการโฆษณาการส่งเสริมการขายการประชาสัมพันธ์ และการออกข่าวและการตลาดทางตรงโดยการเป็นผู้สนับสนุนกิจกรรมต่อสังคมขององค์กร จะทำให้มีระดับที่มีผลต่อการตัดสินใจมากแรงจูงใจบนเฟซบุ๊ก ไม่ว่าจะเป็นแรงจูงใจด้านเหตุผลหรือแรงจูงใจด้านอารมณ์ และปัจจัยทางการตลาดบนเฟซบุ๊กไม่ว่าจะเป็นด้านผลิตภัณฑ์หรือด้านการส่งเสริมการตลาด ทั้งในส่วนของการโฆษณาการส่งเสริมการขายการประชาสัมพันธ์และการออกข่าวหรือการตลาดทางตรงมีผลสัมพันธ์กับการตัดสินใจซื้อสินค้าและบริการของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการซื้อและความตั้งใจซื้อซ้ำอะไหล่รถยนต์แท้โตโยต้าของผู้ใช้ในเขตกรุงเทพมหานคร [7] ผลที่ได้พบว่าส่วนประสมทางการตลาดโดยรวมมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการซื้อด้านค่าใช้จ่ายในการซื้ออะไหล่แท้ของผู้บริโภคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทิศทางเดียวกันในระดับต่ำ เมื่อพิจารณาหลายด้านจะพบว่าด้านราคาด้านสถานที่จัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการขายมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการซื้อด้านค่าใช้จ่ายในการซื้ออะไหล่แท้ของผู้บริโภคในทิศทางเดียวกันในระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และการรับรู้ด้านคุณภาพการบริการมีความสัมพันธ์กับความตั้งใจซื้อซ้ำโดยรวมของผู้บริโภคพบว่ามีความสัมพันธ์กับความตั้งใจซื้อซ้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทิศทางเดียวกันในระดับปานกลางสรุปคือการรับรู้ของผู้บริโภคในการบริการที่ถูกต้องตรงตามความต้องการของลูกค้า และคุณภาพการบริการในด้านความสะดวกสบายของสถานที่จำหน่ายมีความสัมพันธ์กับความตั้งใจซื้อซ้ำในทิศทางเดียวกันในระดับสูง การรับรู้ของผู้บริโภคในข้อความรู้และทักษะในการขายของพนักงานความเอาใจใส่ดูแลให้คำปรึกษา และการแนะนำของพนักงาน และคุณภาพการให้บริการหลังการจำหน่ายมีความสัมพันธ์กับความตั้งใจซื้อซ้ำในทิศทางเดียวกันในระดับปานกลาง ขณะที่การรับรู้ของผู้บริโภคในการให้บริการของพนักงานมีความสัมพันธ์กับความตั้งใจซื้อซ้ำในทิศทางเดียวกันในระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

IV. วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทยเพื่อนำผลการวิจัยมาเป็นแนวทางของธุรกิจอุตสาหกรรมจำพวกวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME) ที่มีต้นทุนทางการตลาดต่ำซึ่งมีรายละเอียดของการดำเนินการวิจัยดังนี้

IV.I. กำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะมุ่งเน้นในส่วนของกลุ่มกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทยซึ่งไม่สามารถทราบถึงจำนวนประชากรที่แน่นอน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้คือกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทยซึ่งไม่สามารถทราบถึงจำนวนประชากรที่แน่นอน ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องใช้สูตรกรณีที่ไม่ทราบจำนวนประชากรที่แน่นอนโดยกำหนดให้มีค่าความคาดเคลื่อนไม่เกิน 5% และค่าระดับความเชื่อมั่นที่ผู้วิจัยกำหนดไว้คือ 95% คำนวณได้จากสูตรของ Taro Yamane ที่ Cochran (W.G.Cochran, 1977) อ้างใน [8] ได้ทำการพัฒนาขึ้นมาดังนี้

กรณีไม่ทราบค่าสัดส่วนของประชากร $$n = \frac{Z^2}{4e^2} \quad (1)$$

โดยที่

n คือขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

e คือค่าความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่างที่จะยอมให้เกิดขึ้นได้โดยกำหนดให้เท่ากับ 5% หรือ 0.05

Z คือค่าระดับความเชื่อมั่นที่ผู้วิจัยกำหนดไว้คือ 95% หรือ 1.96

ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดค่าระดับความเชื่อมั่นไว้ที่ 95% หรือ1.96 และค่าความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่างที่จะยอมให้เกิดขึ้นได้โดยกำหนดให้เท่ากับ 5% หรือ 0.05 ดังนั้นจึงแทนค่าได้ดังต่อไปนี้

$$n = \frac{1.96^2}{(4)(0.05)^2} \quad (2)$$

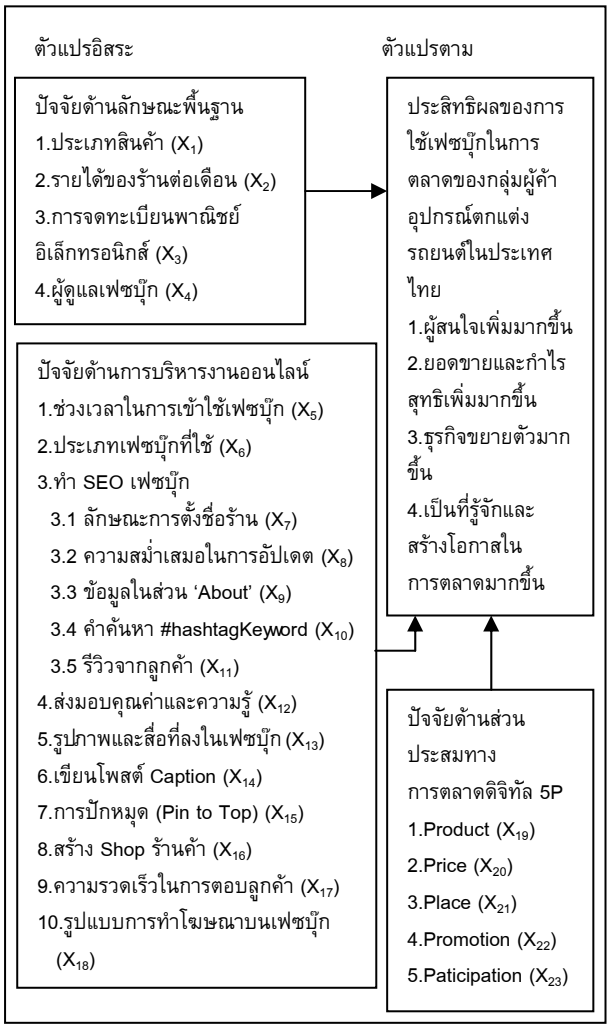
$$= 384.16 \approx 385 \text{ ชุด}$$

จากการที่คำนวณขนาดตัวอย่างจะได้ทั้งหมด 385 ชุด แต่เพื่อความเหมาะสมและป้องกันความผิดพลาดผู้วิจัยจะบวกเพิ่มอีกประมาณ 4% เพื่อป้องกันความผิดพลาดดังนั้นในงานวิจัยนี้จะใช้กลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 400 ชุด

IV.II. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเลือกใช้วิธีเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire)

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกวิธีการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาถึงประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทย โดยแบ่งตามกรอบแนวคิดงานวิจัย ดังรูปที่ 1 ประกอบไปด้วยตัวแปรอิสระ 3 ประเด็น และตัวแปรตาม ดังนี้



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดงานวิจัย

ตัวแปรอิสระข้อที่ 1 ลักษณะพื้นฐาน

คำถามเกี่ยวกับข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถามได้แก่ ประเภทสินค้า รายได้ต่อเดือน การจดทะเบียนพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ และผู้ดูแลเฟซบุ๊ก

ตัวแปรอิสระข้อที่ 2 การบริหารงานออนไลน์

คำถามเกี่ยวกับปัจจัยทางด้านการบริหารงานออนไลน์เฟซบุ๊ก ได้แก่ ช่วงเวลาในการเข้าใช้เฟซบุ๊ก ประเภทเฟซบุ๊กที่ใช้ และการทำSearch Engine Optimization (SEO) เฟซบุ๊ก [9] มีดังนี้ ลักษณะการตั้งชื่อร้านความสม่ำเสมอในการอัปเดต ข้อมูลในส่วน 'About' คำค้นหา (#hashtagKeyword) รีวิวจากลูกค้า ส่งมอบคุณค่าและความรู้ รูปภาพและสื่อที่ลงในเฟซบุ๊ก การเขียนโพสต์ Caption การปักหมุด (Pin to Top) สร้าง Shop ร้านค้า ความรวดเร็วในการตอบลูกค้า และรูปแบบการทำโฆษณาบนเฟซบุ๊ก

ตัวแปรอิสระข้อที่ 3 ด้านส่วนผสมทางการตลาดดิจิทัล 5P คำถามเกี่ยวกับปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาดดิจิทัล 5P ได้แก่ผลิตภัณฑ์ ราคา ช่องทางการจัดจำหน่าย การส่งเสริมการตลาด และการมีส่วนร่วม

ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทย

คำถามเกี่ยวกับประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทย ได้แก่ ผู้สนใจเพิ่มมากขึ้น ยอดขายและกำไรสุทธิเพิ่มมากขึ้น ธุรกิจขยายตัวมากขึ้น และเป็นที่รู้จักและสร้างโอกาสในการตลาดมากขึ้น

ลักษณะคำถามส่วนผสมทางการตลาดดิจิทัล 5P และประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊ก เป็นแบบมาตรส่วนประมวลค่า (Rating Scale) ตามแบบของ Likert [10] มี 5 ระดับ มากที่สุดคือ 5 คะแนน น้อยที่สุดคือ 1 คะแนน

ขั้นตอนที่ 2 การตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

นำแบบสอบถามที่สร้างมาทำการตรวจสอบโดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Validity) หลังจากนั้นจะนำมาปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อขอคำแนะนำปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้แบบสอบถามมีความชัดเจนก่อนนำไปใช้จริง การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจะเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยทำให้งานวิจัยมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ดังนั้นก่อนที่จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นผู้วิจัยจะต้องทำการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามว่ามีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด โดยที่คุณสมบัติที่ดีของเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้คือความเที่ยงตรง (Validity)

วิธีการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เป็นการตรวจสอบเครื่องมือเพื่อพิจารณาความเที่ยงและความสอดคล้องของเนื้อหา (Index of Item Objective Congruence : IOC) ตามวิธีการของโรวิเนลลีและแฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambleton) [11] ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1

การส่งแบบสอบถามหลัก 2 ช่องทางคือ แจกแบบสอบถามทางกลุ่มแฟนเพจอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ 2 กลุ่ม และแจกแบบสอบถามทาง Inbox Facebook 340 ชุด

IV.III. ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยในครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) เกี่ยวกับประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทยแหล่งการรวบรวมข้อมูล 2 แหล่งดังนี้

IV.III.I. ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) เป็นข้อมูลที่ได้จากการใช้แบบสอบถามเก็บข้อมูลจากกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ออนไลน์ได้จำนวน 413 ตัวอย่าง จากนั้นนำมาคัดเลือกแบบสอบถามที่ใช้ได้จำนวน 400 ตัวอย่าง

IV.III.II. ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) ได้จากการศึกษาค้นคว้าจากข้อมูลตำราเอกสารหนังสือและวารสารเกี่ยวกับกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ออนไลน์

IV.IV. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทยเป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) โดยที่หลังจากทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบความเที่ยงรวมไปถึงความน่าเชื่อถือของแบบสอบถามแล้ว ผู้วิจัยจะนำข้อมูลมาคำนวณวิเคราะห์หาค่าทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ IBM SPSS Statstcs 23 สถิติที่ใช้วิเคราะห์คือ สถิติวิเคราะห์เชิงพรรณนา ได้แก่การหาค่าร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าความเบี่ยงมาตรฐาน (S.D.) และสถิติวิเคราะห์เชิงอนุมาน (inferential analytical statistics) เป็นสถิติที่ใช้วิเคราะห์ถึงลักษณะของตัวแปรต้น (independent variable) ที่มีผลต่อตัวแปรตาม (dependent variable) โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)

V. สรุปและข้อเสนอแนะ

V.I. บทสรุป

จากการคำนวนค่าทางสถิติพบว่าระดับปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาดดิจิทัล 5P โดยรวมมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.72) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ (S.D. = 0.21) ซึ่งเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าด้านช่องทางจัดจำหน่าย ซึ่งคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด ($\bar{x}$ = 4.10) รองลงมาคือด้านสินค้า ($\bar{x}$ = 3.84) ด้านการสร้างความมีส่วนร่วม ($\bar{x}$ = 3.61) ด้านการส่งเสริมการตลาด ($\bar{x}$ = 3.54) และด้านราคา ($\bar{x}$ = 3.49)

ระดับประสิทธิผลการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทยโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.48) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ (S.D. = 0.34) ซึ่งเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าด้านเป็นที่รู้จักและสร้างโอกาสในการตลาดซึ่งคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด ($\bar{x}$ = 3.75) รองลงมาคือด้านยอดขายและกำไรสุทธิเพิ่มมากขึ้น ($\bar{x}$ = 3.61) ด้านผู้สนใจเพิ่มขึ้น ($\bar{x}$ = 3.44) และด้านธุรกิจขยายตัวมากขึ้น ($\bar{x}$ = 3.10)

การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1

H_o ปัจจัยด้านลักษณะพื้นฐานไม่มีผลต่อประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทย

H_A ปัจจัยด้านลักษณะพื้นฐานมีผลต่อประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทยผลการ

เขียนได้ดังนี้

$$H_o: \beta_0 = 0, \beta_1 = 0, \beta_2 = 0, \beta_3 = 0, \beta_4 = 0 \quad (3)$$

$$H_A: \beta_0 \neq 0, \beta_1 \neq 0, \beta_2 \neq 0, \beta_3 \neq 0, \beta_4 \neq 0 \quad (4)$$

ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณของปัจจัยด้านลักษณะพื้นฐานมีผลต่อประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทย ดังตารางที่ 1 พบว่า ด้านรายได้ของร้านต่อเดือน มีผลต่อประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สามารถทำนายประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทยได้ค่า Adjusted R^2 = 0.124

สามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$\hat{Y} = 3.269 + 0.109 \text{ (รายได้ของร้านต่อเดือน } (X_2)) \quad (5)$$

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณของปัจจัยด้านลักษณะพื้นฐาน

	Unstandardized Coefficients		standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
ค่าคงที่	3.269	.108		30.186	.000
ประเภทสินค้า	-.005	.009	-.027	-.572	.568
รายได้ของร้านต่อเดือน	.109	.017	.356	6.281	.000
การจดทะเบียนพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์	.003	.039	.004	.074	.941
ผู้ดูแลเฟซบุ๊ก	.008	.038	.012	.207	.836
R = 0.364, R^2 = 0.133, Adjusted R^2 = 0.124, SEE = 0.326 F = 15.085					

การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2

H_o ปัจจัยด้านการบริหารงานออนไลน์ไม่มีผลต่อประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทย

H_A ปัจจัยด้านการบริหารงานออนไลน์มีผลต่อประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทย

เขียนได้ดังนี้

$$H_o: \beta_0 = 0, \beta_5 = 0, \beta_6 = 0, \beta_7 = 0, \beta_8 = 0, \beta_9 = 0, \beta_{10} = 0, \beta_{11} = 0, \beta_{12} = 0, \beta_{13} = 0, \beta_{14} = 0, \beta_{15} = 0, \beta_{16} = 0, \beta_{17} = 0, \beta_{18} = 0 \quad (6)$$

$$H_A: \beta_0 \neq 0, \beta_5 \neq 0, \beta_6 \neq 0, \beta_7 \neq 0, \beta_8 \neq 0, \beta_9 \neq 0, \beta_{10} \neq 0, \beta_{11} \neq 0, \beta_{12} \neq 0, \beta_{13} \neq 0, \beta_{14} \neq 0, \beta_{15} \neq 0, \beta_{16} \neq 0, \beta_{17} \neq 0, \beta_{18} \neq 0 \quad (7)$$

ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณของปัจจัยด้านการบริหารงานออนไลน์มีผลต่อประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทย ดังตารางที่ 2 พบว่า ด้านประเภทเฟซบุ๊กที่ใช้ ด้านรูปแบบการทำโฆษณาบนเฟซบุ๊ก และด้านการบริการข้อมูลสินค้าในด้านความรวดเร็วในการตอบคำถาม มีผลต่อประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สามารถทำนายประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทยได้ค่า Adjusted R^2 = 0.072

สามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$\hat{Y} = 4.061 + 0.127 \text{ (ประเภทเฟซบุ๊กที่ใช้ } (X_6)) + 0.089 \text{ (รูปแบบการทำโฆษณาบนเฟซบุ๊ก } (X_{18})) + 0.049 \text{ (การบริการข้อมูลสินค้าในด้านความรวดเร็วในการตอบคำถาม } (X_{17})) \quad (8)$$

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์การถอดถอยเชิงพหุคูณของปัจจัยด้านการบริหารงานออนไลน์

	Unstandardized Coefficients		standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
ค่าคงที่	4.061	.258		15.732	.000
ช่วงเวลาในการเข้าใช้งานเฟซบุ๊ก	-.046	.030	-.076	-1.542	.124
ประเภทเฟซบุ๊กที่ใช้	.127	.051	-.166	-2.502	.013
ลักษณะการตั้งชื่อร้านบนเฟซบุ๊ก	-.006	.013	-.028	-.491	.624
ความสม่ำเสมอในการอัปเดตเฟซบุ๊ก	-.035	.021	-.086	-1.690	.092
การให้ข้อมูลในส่วน ‘เกี่ยวกับ’ หรือ ‘About’ ของร้านบนเฟซบุ๊ก	-.043	.054	-.040	-.806	.421
การใส่ ‘คำค้นหา’ หรือ ‘คีย์เวิร์ด’ ไว้ในโพสต์ หรือ #hashtagKeyword ทุกครั้ง	-.039	.036	-.056	-1.106	.269
การลงรีวิวผลิตภัณฑ์จริงจากลูกค้า	-.069	.036	-.098	-1.927	.055
การลงเนื้อหาประเภทเสริมความรู้หรือแชร์เกร็ดความรู้เพิ่มเติมแก่ลูกค้า	-4.305	.063	.000	-.001	.999
รูปภาพและสื่อที่ลงในเฟซบุ๊กร้าน	.028	.031	.045	.901	.368
การเขียนโพสต์ Caption พาดหัว Headline ในเฟซบุ๊กให้น่าติดตาม	-.008	.041	-.010	-.198	.843
การปักหมุดโพสต์สำคัญ (Pin to Top)	.017	.010	.083	1.693	.091
การสร้าง Shop ร้านค้าบนหน้าเพจเฟซบุ๊ก	-.024	.039	-.032	-.620	.536
การบริการข้อมูลสินค้า ในด้านความรวดเร็วในการตอบคำถาม	.049	.023	-.109	-2.140	.033
รูปแบบการทำโฆษณาบนเฟซบุ๊ก	.089	.023	.229	3.867	.000
$R = 0.323$, $R^2 = 0.104$, Adjusted $R^2 = 0.072$, SEE = 0.336 F = 3.202					

การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3

H_o ปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาดดิจิทัลไม่มีผลต่อประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทย

H_A ปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาดดิจิทัลมีผลต่อประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทย

เขียนได้ดังนี้

$$H_o: \beta_0 = 0, \beta_{19} = 0, \beta_{20} = 0, \beta_{21} = 0, \beta_{22} = 0, \beta_{23} = 0 \quad (9)$$

$$H_A: \beta_0 \neq 0, \beta_{19} \neq 0, \beta_{20} \neq 0, \beta_{21} \neq 0, \beta_{22} \neq 0, \beta_{23} \neq 0 \quad (10)$$

ผลการวิเคราะห์การถอดถอยเชิงพหุคูณของปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาดดิจิทัล 5P มีผลต่อประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทย ดังตารางที่ 3 พบว่า ด้านการสร้างความมีส่วนร่วม ด้านราคา ด้านช่องทางจัดจำหน่าย และด้านสินค้า มีผลต่อประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สามารถทำนายประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทยได้ค่า Adjusted $R^2 = 0.612$ สามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$\hat{Y} = 0.639 + 0.596 \text{ (ด้านการสร้างความมีส่วนร่วม } (X_{23})) + 0.249 \text{ (ด้านราคา } (X_{20})) + 0.148 \text{ (ด้านช่องทางจัดจำหน่าย } (X_{21})) + 0.141 \text{ (ด้านสินค้า } (X_{19})) \quad (11)$$

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์การถอดถอยเชิงพหุคูณของปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาดดิจิทัล 5P

	Unstandardized Coefficients		standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
ค่าคงที่	.639	.207		-3.086	.002
ด้านสินค้า (Product)	.141	.037	.134	3.780	.000
ด้านราคา (Price)	.249	.035	.235	7.067	.000
ด้านช่องทางจัดจำหน่าย (Place)	.148	.036	.152	4.097	.000
ด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion)	-.016	.034	-.018	-.479	.633
ด้านการสร้างความมีส่วนร่วม (Participation)	.596	.032	.664	18.372	.000
$R = 0.786$, $R^2 = 0.617$, Adjusted $R^2 = 0.612$, SEE = 0.217 F = 127.114					

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า ปัจจัยด้านส่วนผสมทางการตลาดดิจิทัล 5P มีผลต่อประสิทธิพลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์มากที่สุด ปัจจัยย่อยด้านส่วนผสมทางการตลาดดิจิทัล 5P ที่มีระดับความสัมพันธ์มากที่สุดคือ ปัจจัยย่อยด้านการสร้างความมีส่วนร่วม (Paticipation) ซึ่งสนับสนุนผลการวิจัยที่ชี้ชัดว่าสอดคล้องกับ ปัจจัยย่อยของด้านการบริหารงานออนไลน์ ได้แก่ ปัจจัยย่อยด้านประเภทเฟซบุ๊กที่ใช้แสดงให้เห็นว่าเฟซบุ๊กแฟนเพจมีข้อได้เปรียบกว่าในเรื่องลักษณะของเว็บเพจทำให้ผู้บริโภคใช้เวลาไม่มากในการเปิดชมหน้าเพจแต่ละหน้าและเข้าถึงได้ง่าย ง่ายในการสื่อสารระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย ง่ายต่อการตอบสนองผู้ใช้บริการ ทำให้การกระจายข่าวสาร ประชาสัมพันธ์ และการบอกต่อเกิดความรวดเร็วยิ่งขึ้น ต่อมาคือปัจจัยย่อยด้านรูปแบบการทำโฆษณาบนเฟซบุ๊ก การทำโฆษณาบนเฟซบุ๊กสามารถทำให้ร้านเพิ่มยอดขายได้มากยิ่งขึ้น และปัจจัยย่อยด้านการบริการข้อมูลสินค้าในด้านความรวดเร็วในการตอบคำถาม ทำให้เห็นว่าการที่ผู้ขายหรือพนักงานมีการตอบสนองลูกค้าได้รวดเร็ว เมื่อลูกค้าสอบถามข้อมูลสินค้า เวลาเกิดคำถาม หรือเวลาลูกค้าพบเจอปัญหา ทำให้ลูกค้าเกิดความประทับใจ ส่งผลถึงการตัดสินใจซื้อและเกิดความไว้วางใจในการซื้อครั้งต่อๆ ไป สุดท้ายคือสนับสนุนผลการวิจัยที่ชี้ชัดว่าสอดคล้องกับ ปัจจัยย่อยของด้านลักษณะพื้นฐานคือ ปัจจัยย่อยด้านรายได้ของร้านต่อเดือน คือหากลงเงินจำนวนเพิ่มขึ้น จะทำให้ยอดขายและกำไรสุทธิของร้านเพิ่มมากยิ่งขึ้น

V.II. ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ ศึกษาเฉพาะกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทยผ่านช่องทางเฟซบุ๊กเท่านั้น ซึ่งไม่ครอบคลุมถึง การซื้อสินค้าผ่านช่องทางอื่นๆ โดยสภาพปัจจัยด้านลักษณะพื้นฐาน ปัจจัยด้านการบริหารงานออนไลน์ และปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาดดิจิทัล 5P ที่จะมีผลต่อประสิทธิผลการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ของแต่ละแพลตฟอร์มออนไลน์อาจมีความแตกต่างกัน ดังนั้นหากจะนำผลวิจัยดังกล่าวไปใช้กับแพลตฟอร์มออนไลน์อื่นควรได้รับการปรับแก้อย่างเหมาะสม

งานวิจัยนี้ จำกัดการศึกษาเฉพาะการศึกษาปัจจัยด้านลักษณะพื้นฐาน ปัจจัยด้านการบริหารงานออนไลน์ และ ปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาดดิจิทัล 5P ที่มีผลต่อประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทย ซึ่งไม่ครอบคลุมปัจจัยอื่นๆ ที่อาจจะมีความสัมพันธ์ต่อประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทย ควรทำการศึกษาว่านอกจากปัจจัยที่ได้ทำการวิจัยแล้วนั้น ยังมีปัจจัยอื่นใดอีกที่มีผลต่อประสิทธิผลของการใช้เฟซบุ๊กในการตลาดของกลุ่มผู้ค้าอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในประเทศไทย เพื่อนำปัจจัยนั้นมาเป็นแนวทางในการปรับปรุงและสร้างแรงจูงใจ ตลอดจนพัฒนาการขายสินค้าบนเฟซบุ๊กต่อไป เนื่องจากการตลาดบนแพลตฟอร์มออนไลน์เฟซบุ๊กมีการพัฒนาปรับปรุงอย่างรวดเร็ว

งานวิจัยนี้ ทำการเก็บรวบรวมแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่าง ในช่วงระหว่างเดือนธันวาคม ปี 2563 จนถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2564 ช่วงเวลาดังกล่าวอยู่ในสถานการณ์พิเศษ กล่าวคือเป็นช่วงแพร่ระบาดของ ไวรัส COVID-19 ช่วงที่สอง ซึ่งผู้ประกอบการได้รับผลจากพิษเศรษฐกิจ ดังนั้นผลการวิจัยจึงสรุปจากข้อมูลที่เป็นมา อาจควรทำวิจัยเชิงลึกถึงแนวทางการรับมือของผู้ประกอบการในช่วงสถานการณ์พิเศษนี้ เพื่อให้ทราบถึงปัญหาเชิงลึกและวิธีการแก้ไข เพื่อจะได้พัฒนาให้ธุรกิจมีศักยภาพที่ก้าวนำผู้ประกอบการอื่นๆ หรืออาจจะวิจัยเปรียบเทียบผลลัพธ์ เมื่อสถานการณ์เข้าสู่สภาวะปกติแล้ว

เอกสารอ้างอิง

[1] W.T.O. (2020, Oct.) Computer for Learning Management: E-Commerce.2541. [Online]. Available: http://morakot927.blogspot.com/2013/09/ecommerce.html.

[2] (2020, Sept.) สรุปข้อมูลสถิติและพฤติกรรมการใช้ social media จากรายงาน Digital 2020 Global Digital Overview โดย WeAreSocial x Hootsuite. [Online]. Available: https://www.twfdigital.com

[3] D. Ryan, Understanding Digital Marketing, 4th ed., UK: Kogan Page, 2016.

[4] A. Heinze, G. Fletcher, T. Rashid and A. Cruz, Digital and Social Media Marketing: A Results-Driven Approach, NY: Routedge 711 Third Avanue, 2017.

[5] S. Kingsnorth, Digital Marketing Strategy: An Integrated Approach to Online Marketing, London: Kogan page limited, 2016.

[6] ฤทัยเตชะ บูรณเทพาภรณ์, "แรงจูงใจและปัจจัยทางการตลาดบนเฟซบุ๊ก (Facebook) ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าและบริการของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร," การศึกษาเฉพาะบุคคล บธ.ม. (บริหารธุรกิจ), มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, กรุงเทพฯ, 2554.

[7] จิตติมา สิ่งสม, "ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการซื้อและความตั้งใจซื้อซ้ำอะไหล่รถยนต์แท้โตโยต้าของผู้ใช้ในเขตกรุงเทพมหานคร," สารนิพนธ์ บธ.ม. (การตลาด), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ, 2555.

[8] ธีรวุฒิ เอกะกุล, ระเบียบวิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตรและสังคมศาสตร, อุบลราชธานี: สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี, 2543.

[9] (2020, Nov.) 10 เทคนิคขายดีบนเฟซบุ๊ก. [Online]. Available: http://www.salesmatchup.com/blog

[10] R. Likert, “The method of constructing and attitude scale,” In Readings in Attitude Theory and Measurement, M. Fishbein, Ed., New York: Wiley & Son, 1967, pp. 90-95.

[11] R. J. Rovinelli and R. K. Hambleton, "On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity," Dutch Journal of Educational Research, vol. 2, pp. 49-60, 1977.

แรงจูงใจส่งผลต่อความสุขและความผูกพันต่อองค์กรของบุคคลากรในองค์กรญี่ปุ่น กรณีศึกษาองค์กรญี่ปุ่นแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี

MOTIVATION EFFECT TO EMPLOYEE'S HAPPINESS AND ORGANIZATION COMMITMENT AT JAPANESE ORGANIZATION: A CASE STUDY OF THE JAPANESE ORGANIZATION IN CHONBURI PROVINCE

1st อภิชญา ธารีวาสน์
Aphichaya Thrareevasn
คณะบริหารธุรกิจ สาขาวิชาบริหารธุรกิจญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration
Program in Japanese Business Administration
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
th.aphichaya_st@tni.ac.th

2nd บุญญาดา นาสมบูรณ์
Boonyada Nasomboon
คณะบริหารธุรกิจ สาขาวิชาบริหารธุรกิจญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration
Program in Japanese Business Administration
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
boonyada@tni.ac.th

บทคัดย่อ **—— การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแรงจูงใจส่งผลต่อความสุขและความผูกพันต่อองค์กรของบุคคลากรในองค์กรญี่ปุ่น กรณีศึกษาองค์กรญี่ปุ่นแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี โดยเก็บแบบสอบถามจากบุคคลากร จำนวน 115 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายและพหุ**

ผลการทดสอบพบว่า ปัจจัยจูงใจ ด้านความรับผิดชอบ ด้านความยอมรับนับถือ และปัจจัยสุขอนามัย ด้านสัมพันธภาพกับผู้บังคับบัญชาเพื่อนร่วมงาน ด้านเงินเดือนค่าตอบแทน และด้านวิธีการบังคับบัญชาส่งผลต่อความสุขในการทำงาน มีอำนาจการพยากรณ์ที่ร้อยละ 58.9 และ 63.3 ตามลำดับ และพบว่า ปัจจัยจูงใจ ด้านความรับผิดชอบ ด้านลักษณะงาน ด้านความสำเร็จในการทำงาน และปัจจัยสุขอนามัย ด้านวิธีการบังคับบัญชา ด้านสัมพันธภาพกับผู้บังคับบัญชาเพื่อนร่วมงาน และด้านสภาพการทำงานส่งผลต่อความผูกพันต่อองค์กร มีอำนาจในการพยากรณ์ที่ร้อยละ 52.3 และ 55.1 ตามลำดับ และพบว่าความสุขในการทำงานส่งผลต่อความผูกพันต่อองค์กร ที่ร้อยละ 58.89 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

คำสำคัญ **——** ***แรงจูงใจ, ปัจจัยจูงใจ, ปัจจัยสุขอนามัย, ความสุขในการทำงาน, ความผูกพันต่อองค์กร***

ABSTRACT **— The objectives of this study were to examine the Job motivations effect to happiness at work and organizational commitment. And the Happiness at work effect to organizational commitment. The data were collected from 115 employees working in the Japanese Organization. The statistic used for the data analysis consisted of Mean, Standard Deviation, Percentage, Pearson's Product Moment Correlation Coefficient, Multiple Regression Analysis and Simple Regression Analysis.**

The results revealed that Motivation Factors in Responsibility and Recognition and the Hygiene Factors in Relationship with Supervisors, Peers and Subordinates, Salary and Supervision had affected on the Happiness at work with a predictive power of 58.9 and 63.3 percent. In addition, the Motivation Factors in Responsibility, Work Itself and Achievement and the Hygiene Factors in Supervision, Relationship with Supervisors, Peers and Subordinates and Working Condition had affected on the Organizational Commitment with a predictive power of 52.3 and 55.1 percent. And The results of founded that The Happiness at work had affected on The Organizational Commitment of 58.89 percent. Significantly at 0.01 level significant.

Keywords **——** ***Motivation, Motivation Factors, Hygiene Factors, Happiness at work, Organizational Commitment***

I. บทนำ

กระบวนการพัฒนาคนในองค์กรอย่างมีเป้าหมายให้สอดคล้องกับวิสัยทัศน์ขององค์กร เพื่อให้มีความพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงเป็นหนทางในการนำพาองค์กรให้ไปสู่การเติบโตอย่างยั่งยืน องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) ระบุว่า เหตุผลที่องค์กรควรพัฒนาตนเองให้เป็นองค์กรแห่งความสุข เนื่องจากหลักการที่มุ่งเน้นผลการปฏิบัติงานเพียงอย่างเดียวจะทำให้บุคลากรเกิดความเครียดและส่งผลต่อประสิทธิภาพของงาน ดังนั้นองค์กรต้องส่งเสริมสิทธิของบุคลากร มาตรฐานการทำงาน สภาพแวดล้อม และบริหารองค์กรด้วยความโปร่งใส

เนื่องจากความสำเร็จและความสามารถในการแข่งขันขององค์กรในระยะยาวขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านสุขภาพ ความพึงพอใจในการทำงานและความปลอดภัยของบุคลากร นอกจากนี้ National Heart Foundation of Australia (จุฑามาศ แก้วพิจิตรและคณะ. 2556 : 4-6 ; อ้างอิงจาก National Heart Foundation of Australia. (2011). Health Workplace Guide.) [1] ได้นำเสนอเพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์กรแห่งความสุขว่า องค์กรแห่งความสุขจะช่วยลดการลาออก การขาดงาน การป่วยของบุคลากร ช่วยสร้างความสัมพันธ์ที่ดีในองค์กร รวมถึงช่วยให้บุคลากรมีคุณธรรม มีแรงจูงใจในการทำงาน ความพึงพอใจ ความรัก ความผูกพันต่อองค์กร ช่วยเพิ่มผลิตผลขององค์กร และทำให้องค์กรมีภาพลักษณ์ที่ดีขึ้น ดังนั้น การส่งเสริมคุณภาพชีวิตของบุคลากร จึงเรียกได้ว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสร้างองค์กรที่ประสบความสำเร็จอย่างยั่งยืน

รัฐบาลไทยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในเรื่องการส่งเสริมคุณภาพชีวิต และได้จัดตั้งสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) มีหน้าที่ริเริ่ม ผลักดัน กระตุ้น สนับสนุน และร่วมกับหน่วยงานต่างๆ ในสังคม ในการขับเคลื่อนกระบวนการสร้างเสริมสุขภาพ เพื่อขยายแนวคิดองค์กรสุขภาวะไปยังองค์กรและสถานประกอบการให้ครอบคลุมทั่วประเทศ บริษัทสัญชาติญี่ปุ่นที่เข้ามาดำเนินธุรกิจในประเทศไทยที่ได้เห็นความสำคัญ บริษัทเชื่อว่า องค์กรจะมีความสุขได้ต้องมาจากบุคลากรที่เป็นคนดีและคนเก่ง จึงจะสามารถช่วยให้บริษัทประสบความสำเร็จ โดยมีหลักคิดที่จะสร้างให้เป็น “องค์กรคนดีมีสุข” โดยแนวคิดนี้เป็นการให้คุณค่าแก่คนในองค์กร เนื่องจาก “คน” คือ สิ่งที่สำคัญที่สุดที่จะช่วยให้บริษัทประสบความสำเร็จในการดำเนินธุรกิจได้และองค์ประกอบของคนที่จะช่วยผลักดันความสำเร็จขององค์กรได้คือ คนดีและคนเก่ง (จิราพร ระโหฐานและคณะ. 2557 : 68) [2] ดังนั้น การเสริมสร้างองค์กรให้เป็นสถานที่ที่ให้บุคลากรทำงานได้อย่างมีความสุข จึงเป็นสิ่งที่ได้รับความสนใจจากนักวิชาการหลายๆท่าน Manion (ภาวิน ชินะโชต; ทองฟู ศิริวงศ์; ศศนันท์ วิวัฒนชาติ. 2559 ; อ้างอิงจาก Manion 2003) [3] กล่าวว่า ความสุขที่เกิดขึ้นนั้นก่อให้เกิดกระบวนการทางความคิด ทำให้งานที่ได้รับมอบหมายมีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดความตึงเครียดจากการทำงาน รวมทั้งลดความขัดแย้งภายในองค์กร บุคลากรที่ปฏิบัติงานร่วมกันด้วยความสุขจะทำให้เกิดสัมพันธภาพที่ดีในการทำงาน มีความรู้สึกดีต่องานที่ได้รับมอบหมาย องค์กรจึงควรสร้างบรรยากาศการทำงานให้บุคลากรมีมิตรภาพและสัมพันธภาพที่ดีกับบุคลากรต่างๆภายในองค์กร มีความปรารถนาที่จะปฏิบัติงานด้วยความเต็มใจจนทำให้งานที่ได้รับมอบหมายบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ถ้าองค์กรได้บุคลากรที่ดีมีประสิทธิภาพอาจจะมีส่วนทำให้องค์กรก้าวหน้าก้าวไกลได้ ดังนั้น การทำให้บุคลากรเกิดความผูกพันต่อองค์กร จะเป็นแรงผลักดันให้บุคลากรปฏิบัติงานได้ดีขึ้น พอร์เตอร์และคณะ (จรรยา ห่วงเทศ. 2558 : 11 ; อ้างอิงจาก Porter and Other, 1974) [4] ได้นิยามความผูกพันในองค์กรว่าเป็นลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกกับองค์กร เพื่อเป็นการรักษาบุคคลากรที่ดีให้คงอยู่กับองค์กร องค์กรต้องสร้างบรรยากาศการทำงานให้บุคลากรมีทัศนคติที่ดีต่อองค์กร เกิดความภาคภูมิใจที่เป็นส่วนหนึ่งและมีความเต็มใจที่จะทุ่มเทเพื่อองค์กรตลอดจนนำไปสู่ความปราถนาที่จะเป็นสมาชิกขององค์กรต่อไป ซึ่งองค์กรญี่ปุ่นส่วนใหญ่ในประเทศไทยเล็งเห็นความสำคัญของทรัพยากรมนุษย์ที่เป็นปัจจัยสำคัญที่จะนำความสำเร็จมาสู่องค์กร จึงเริ่มหันมาสร้างองค์กรแห่งความสุขตามนโยบายของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ หรือ สสส. โดยมีการนำกิจกรรมการส่งเสริมด้านสวัสดิการและคุณภาพชีวิตการทำงานของบุคลากรมาเป็นส่วนช่วยในการจูงใจบุคลากรให้เกิดความพึงพอใจในการปฏิบัติงานมากขึ้น (Herzberg.1959) [5]

องค์กรญี่ปุ่นแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี เป็นบริษัทสัญชาติญี่ปุ่น 100% มีบุคลากรจำนวน 115 คน เป็นบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนโลหะรถยนต์ มีบุคลากรเป็นส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนและพัฒนาองค์กรให้เติบโตและประสบความสำเร็จดังที่หวัง องค์กรจึงมีความมุ่งมั่นที่จะสร้างสังคมการทำงานให้เป็นที่กล่าวกันว่า เป็นบริษัทที่มีความสุขเป็นอันดับหนึ่งในนิคมอุตสาหกรรม จะพัฒนาองค์กรให้สมาชิกมีความกระตือรือร้นในการทำงาน ทำงานอย่างมีจุดมุ่งหมายพร้อมกับความภาคภูมิใจกับบริษัท แสดงให้เห็นว่าบริษัทให้ความสำคัญกับ “คุณภาพของบุคลากร” ในองค์กร ดังนั้น การสร้างความสุขในการทำงานให้แก่บุคลากร และสร้างความผูกพันของบุคลากรต่อองค์กรนั้น จึงเป็นแนวทางที่องค์กรจะสามารถรักษาบุคลากรที่มีคุณภาพให้อยู่กับองค์กรและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้แก่องค์กรได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่จะทำให้องค์กรญี่ปุ่นแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี กลายเป็นองค์กรแห่งความสุข เพื่อนำเสนอผลจากการศึกษาครั้งนี้ให้แก่บริษัท ใช้เป็นแนวทางในการวางแผน กำหนดกลยุทธ์ สร้างนโยบายด้านการบริหารการจัดการและการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ และปรับปรุงพัฒนาองค์กรสู่ความสำเร็จตามเป้าหมายที่คาดหวัง

II. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

II.I. เพื่อศึกษาปัจจัยจูงใจและปัจจัยสุขอนามัยที่ส่งผลต่อความสุขในการทำงานของบุคลากร

II.II. เพื่อศึกษาปัจจัยจูงใจและปัจจัยสุขอนามัยที่ส่งผลต่อความผูกพันต่อองค์กร

II.III. เพื่อศึกษาความสุขในการทำงานของบุคลากรส่งผลต่อความผูกพันต่อองค์กร

III. สมมติฐานในการวิจัย

III.I. สมมติฐานการวิจัยที่1 : ปัจจัยจูงใจส่งผลต่อความสุขในการทำงานของบุคลากร

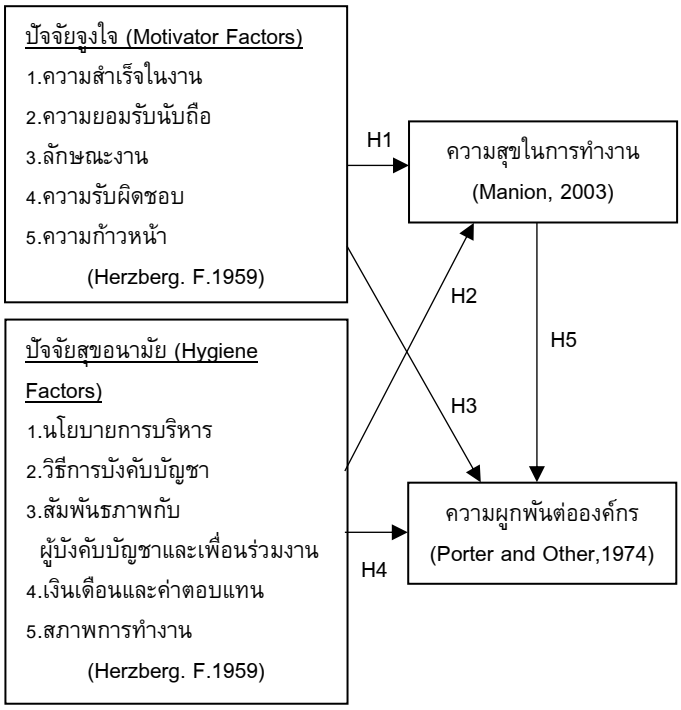
III.II. สมมติฐานการวิจัยที่2 : ปัจจัยสุขอนามัยส่งผลต่อความสุขในการทำงานของบุคลากร

III.III. สมมติฐานการวิจัยที่3 : ปัจจัยจูงใจส่งผลต่อความผูกพันต่อองค์กรของบุคลากร

III.IV. สมมติฐานการวิจัยที่4 : ปัจจัยสุขอนามัยส่งผลต่อความผูกพันต่อองค์กรของบุคลากร

III.V. สมมติฐานการวิจัยที่5 : ความสุขในการทำงานของบุคลากรส่งผลต่อความผูกพันต่อองค์กรของบุคลากร

IV. กรอบแนวคิดในการวิจัย



รูปที่ I : กรอบแนวคิดในการวิจัย

V. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

V.I แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยแรงจูงใจ

เฟรดเดอริก เฮอร์ซเบอร์ก (Frederick Herzberg) ได้อธิบายการจูงใจของมนุษย์จากการศึกษาความพึงพอใจของวิศวกรและนักบัญชี 200 คนในปี 1959 โดยได้ค้นพบว่ามีปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจในงานและองค์กรของบุคลากรกับปัจจัยที่ช่วยเสริมแรงจูงใจให้บุคลากรมีประสิทธิภาพในการทำงานที่สูงขึ้น และ มีความพึงพอใจในงานที่สูงขึ้น 2 ประเภท ได้แก่

V.I.I ปัจจัยจูงใจหรือตัวจูงใจ (Motivation Factors) คือ ปัจจัยที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจให้คนทำงานอย่างมีความสุข มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพสูงขึ้น หรือทำให้เกิดความภักดีต่อองค์กรมากขึ้น เป็นปัจจัยที่ไม่มีก็ได้หากองค์กรไม่ได้มุ่งเน้นในการเพิ่มระดับความพึงพอใจหรือระดับการโน้มน้าวให้บุคลากรมีประสิทธิภาพในการทำงานที่สูงขึ้น ตัวอย่างของปัจจัยประเภทนี้ ได้แก่ ความสำเร็จในการทำงาน ความยอมรับนับถือ ลักษณะงาน ความรับผิดชอบ และความก้าวหน้า

V.I.II ปัจจัยสุขอนามัย (Hygiene Factor) หรือปัจจัยการธำรงรักษา (Maintenance Factor) หรือ เป็นปัจจัยภายนอกที่ป้องกันไม่ให้บุคลากรเกิดความไม่พึงพอใจในงาน (Job Dissatisfiers) การเสนอสุขอนามัยไม่ใช่วิธีการจูงใจที่ดีที่สุดในทัศนะของเฮอร์ซเบอร์ก แต่เป็นการป้องกันความไม่พึงพอใจ ประกอบด้วยปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการมาทำงานหรือการขาดงานของบุคลากร เช่น นโยบายบริษัท การบังคับบัญชา ความมั่นคงในงาน ค่าตอบแทน และสภาพการทำงาน [5]

V.II แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสุขในการทำงาน

ความสุขในการทำงาน (Happiness at work) ตามแนวความคิดของมาเนียน (Manion. 2003) (ภาวิน ชินะโชต; ทองฟู ศิริวงศ์; ศศนันท์ วิวัฒนชาติ. 2559 ; อ้างอิงจาก Manion 2003) [3] หมายถึง ผลที่เกิดจากการเรียนรู้ซึ่งเป็นผลตอบสนองจากการกระทำที่สร้างสรรค์ของตนเอง มีการแสดงออกโดยการยิ้มหัวเราะ มีความปลาบปลื้มใจ ซึ่งจะนำไปสู่การปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพ และผลจากการประสบความสำเร็จในการทำงานทำให้แสดงอามรณ์ในทางบวก เช่น ความสุขสนุกสนาน บุคลากรที่ปฏิบัติงานร่วมกันด้วยความสุขจะทำให้มีความรู้สึกดีต่องานที่ได้รับมอบหมาย มีความผูกพันในงานที่ทำให้คงอยู่ในองค์กรต่อไป ซึ่งมุ่งอธิบายด้วยองค์ประกอบของความสุข 4 ด้าน ได้แก่การติดต่อสัมพันธ์ ความรักในงาน ความสำเร็จในงาน และการเป็นที่ยอมรับ

V.III แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความผูกพันต่อองค์กร

พอร์เตอร์และคณะ (จรรยา ห่วงเทศ.2558; อ้างอิงจาก Porter and Other. 1974) ได้ให้นิยามความผูกพันในองค์กรว่าเป็นลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกกับองค์กร ประกอบด้วย สมาชิกมีทัศนคติที่กลมกลืนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และค่านิยมขององค์กร สมาชิกมีความเต็มใจที่จะปฏิบัติงานในองค์กรนั้นต่อไป และสมาชิกมีความปรารถนาที่จะปฏิบัติงานในองค์กรนั้นต่อไป [4]

VI. วิธีการดำเนินการวิจัย

VI.I ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ บุคคลากรทั้งหมดขององค์กรญี่ปุ่นแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี จำนวนทั้งสิ้น 115 คน (ข้อมูลจากฝ่ายธุรการองค์กรญี่ปุ่นแห่งหนึ่ง ณ วันที่ 22 กันยายน 2563) [6]

VI.II การสร้างเครื่องมือและการทดสอบคุณภาพ

VI.II.I การสร้างเครื่องมือ

การศึกษาในครั้งนี้ได้นำแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาสร้างแบบสอบถาม (Questionnaire) โดยแบ่งเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย เพศ อายุ ตำแหน่งงาน และฝ่ายงาน ซึ่งมีลักษณะคำถามเป็นแบบเลือกตอบ (Check List) จำนวน 4 ข้อ ส่วนที่ 2-4 เป็นคำถามปลายปิด (Close-Ended Response Question) ใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ ประกอบด้วย ส่วนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับแรงจูงใจในการปฏิบัติงาน มีข้อคำถามทั้งสิ้น 40 ข้อ ส่วนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับความสุขในการทำงาน มีข้อคำถามทั้งสิ้น 8 ข้อ ส่วนที่ 4 แบบสอบถามเกี่ยวกับความผูกพันต่อองค์กร มีข้อคำถามทั้งสิ้น 6 ข้อ

VI.II.II การทดสอบคุณภาพ

การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) โดยผลการตรวจสอบค่าความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามในแต่ละด้านเป็นรายข้อโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน แรงจูงใจด้านความสำเร็จในการทำงาน ลักษณะงาน ความรับผิดชอบ และความก้าวหน้า เท่ากับ 1.00 ด้านความยอมรับนับถือ และสัมพันธภาพกับผู้บังคับบัญชาเพื่อน เท่ากับ 0.918 ด้านนโยบายการบริหาร วิธีการบังคับบัญชา และสภาพการทำงาน เท่ากับ 0.835 ด้านเงินเดือนค่าตอบแทน เท่ากับ 0.670 ในส่วนของความสุขในการ

ทำงาน และความผูกพันต่อองค์กร เท่ากับ 1.00 การทดสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม (Reliability) โดยทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา จำนวนทั้งหมด 30 ตัวอย่าง ได้ค่าความเชื่อมั่นสัมประสิทธิ์แอลฟ่าของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) สำหรับแรงจูงใจด้านความสำเร็จในการทำงาน เท่ากับ 0.860 ด้านความยอมรับนับถือ เท่ากับ 0.767 ด้านลักษณะงาน เท่ากับ 0.762 ด้านความรับผิดชอบ เท่ากับ 0.801 ด้านความก้าวหน้า เท่ากับ 0.818 ด้านนโยบายการบริหาร เท่ากับ 0.807 ด้านวิธีการบังคับบัญชา เท่ากับ 0.872 ด้านสัมพันธภาพกับผู้บังคับบัญชาเพื่อนร่วมงาน เท่ากับ 0.862 ด้านเงินเดือนค่าตอบแทน เท่ากับ 0.853 ด้านสภาพการทำงาน เท่ากับ 0.708 ความสุขในการทำงาน เท่ากับ 0.839 และความผูกพันต่อองค์กร เท่ากับ 0.765

VI.III การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้ศึกษาได้จัดทำหนังสือขออนุญาตเก็บแบบสอบถามให้ทางบริษัทกรณีศึกษาทำการอนุมัติ หลังจากนั้นได้ดำเนินการแจกแบบสอบถามให้กับกลุ่มตัวอย่างโดยการส่งลิงค์แบบสอบถามออนไลน์ (Google Form) ให้กับบุคลากรในฝ่ายบริหาร(สำนักงาน) และแจกแบบสอบถามแบบกระดาษให้กับฝ่ายผลิตและสนับสนุนการผลิต โดยสามารถติดตามเก็บรวบรวมแบบสอบถามที่แจกให้กับฝ่ายผลิตและสนับสนุนการผลิต ได้จำนวน 83 ชุด และจากแบบสอบถามออนไลน์จำนวน 32 ชุด รวมทั้งสิ้น 115 ชุด คิดเป็นร้อยละ 100 ของจำนวนแบบสอบถามทั้งหมดที่ทำการแจกจ่าย หลังจากนั้นได้นำแบบสอบถามที่มีความครบถ้วนสมบูรณ์ไปทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและสรุปผล

VI.IV สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน และการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุและการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย

VII. ผลการวิจัย

VII.I ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

กลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามครั้งนี้ ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 85 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 73.91 มีอายุ 26-32 ปีมากที่สุด จำนวน 80 คน คิดเป็นร้อยละ 69.57 รองลงมามีอายุ 33 ปีขึ้นไป จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 22.61 ตำแหน่งงานเป็นพนักงานมากที่สุด จำนวน 83 คน คิดเป็นร้อยละ 72.17 รองลงมาคือตำแหน่งหัวหน้างาน จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 18.26 และจำแนกตามฝ่ายงาน ส่วนใหญ่ปฏิบัติงานอยู่ในฝ่ายผลิตและสนับสนุนการผลิต จำนวน 100 คน คิดเป็นร้อยละ 86.96

VII.II การวิเคราะห์ข้อมูลและการทดสอบสมมติฐาน

การตรวจสอบข้อมูลตามข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติที่ใช้ ได้แก่ ตัวแปรที่ศึกษาทุกตัวที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ มีการแจกแจงแบบปกติ (Normality) และการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันระหว่างตัวแปรอิสระแรงจูงใจในการทำงานทั้ง 10 ตัวแปร พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันเองเกินกว่า 0.9 ดังนั้นจึงไม่เกิดปัญหา Multicollinearity [7] ในการคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์เข้าในสมการถดถอยเชิงพหุ ใช้วิธี Stepwise เพื่อหาตัวแปรทำนายที่ดีที่สุด

สมมติฐานการวิจัยที่ 1: ปัจจัยจูงใจส่งผลต่อความสุขในการทำงานของบุคลากร

ตารางที่ I. ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงพหุของตัวแปรปัจจัยจูงใจ ส่งผลต่อความสุขในการทำงาน

ตัวแปรพยากรณ์	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	SE_b	β			Tolerance	VIF
(ค่าคงที่)	0.193	0.303		0.637	0.525**		
X_4	0.606	0.091	0.490	6.673	0.000**	0.669	1.495
X_2	0.364	0.070	0.978	5.157	0.000**	0.669	1.495
R = 0.772 R^2 = 0.596 SE_{est} = 0.487 F = 82.736							

หมายเหตุ : ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 1 ปัจจัยจูงใจ ด้านความรับผิดชอบ (X_4) และด้านความยอมรับนับถือ (X_2) มีความสัมพันธ์ทางบวกและสามารถร่วมกันพยากรณ์ความสุขในการทำงานของบุคลากร ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีอำนาจในการพยากรณ์ร้อยละ 59.6 มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงพหุของตัวพยากรณ์และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ ดังสมการที่ (1)

$$\hat{Y}_{Happiness} = 0.606\,(X_4) + 0.364\,(X_2) \quad (1)$$

สมมติฐานการวิจัยที่ 2: ปัจจัยสุขอนามัยส่งผลต่อความสุขในการทำงานของบุคลากร

ตารางที่ II. ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงพหุของตัวแปรปัจจัยสุขอนามัย ส่งผลต่อความสุขในการทำงาน

ตัวแปรพยากรณ์	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	SE_b	β			Tolerance	VIF
(ค่าคงที่)	0.947	0.226		4.197	0.000**		
X_8	0.402	0.064	0.433	6.290	0.000**	0.681	1.469
X_9	0.195	0.055	0.257	3.528	0.001**	0.607	1.647
X_7	0.209	0.060	0.273	3.485	0.001**	0.525	1.904
R = 0.801 R^2 = 0.642 SE_{est} = 0.460 F = 66.409							

หมายเหตุ : ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 2 ปัจจัยสุขอนามัย ด้านสัมพันธภาพกับผู้บังคับบัญชาและเพื่อนร่วมงาน (X_8) ด้านเงินเดือนและค่าตอบแทน (X_9) และด้านวิธีการบังคับบัญชา (X_7) มีความสัมพันธ์ทางบวกและสามารถร่วมกันพยากรณ์ความสุขในการทำงานของบุคลากร ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีอำนาจในการพยากรณ์ร้อยละ 64.2 มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงพหุของตัวพยากรณ์และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ ดังสมการที่ (2)

$$\hat{Y}_{Happiness} = 0.947 + 0.402\,(X_8) + 0.195\,(X_9) + 0.209\,(X_7) \quad (2)$$

สมมติฐานการวิจัยที่ 3: ปัจจัยจูงใจส่งผลต่อความผูกพันต่อองค์กรของบุคลากร

ตารางที่ III. ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงพหุของตัวแปรปัจจัยจูงใจส่งผลต่อ

ความผูกพันต่อองค์กร

ตัวแปรพยากรณ์	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	SE_b	β			Tolerance	VIF
(ค่าคงที่)	-0.112	0.399		-0.281	0.780**		
X_4	0.470	0.118	0.344	3.986	0.000**	0.561	1.783
X_3	0.287	0.081	0.306	3.548	0.001**	0.562	1.778
X_1	0.281	0.107	0.212	2.615	0.010**	0.637	1.570
$R = 0.732$ $R^2 = 0.536$ $SE_{est} = 0.579$ $F = 42.661$							

หมายเหตุ : ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 3 ปัจจัยจูงใจ ด้านความรับผิดชอบ (X_4) และด้านลักษณะงาน (X_3) และด้านความสำเร็จในการทำงาน (X_1) มีความสัมพันธ์ทางบวกและสามารถร่วมกันพยากรณ์ความผูกพันต่อองค์กรของบุคลากร ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีอำนาจในการพยากรณ์ร้อยละ 53.6 มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงพหุของตัวพยากรณ์และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ ดังสมการที่ (3)

$$\hat{Y}_{Organization\ Commitment} = 0.470\ (X_4) + 0.287\ (X_3) + 0.281\ (X_1) \quad (3)$$

สมมติฐานการวิจัยที่ 4: ปัจจัยสุขอนามัยส่งผลต่อความผูกพันต่อองค์กรของบุคลากร

ตารางที่ IV. ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงพหุของตัวแปรปัจจัยสุขอนามัยส่งผลต่อความผูกพันต่อองค์กร

ตัวแปรพยากรณ์	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	SE_b	β			Tolerance	VIF
(ค่าคงที่)	0.776	0.280		2.769	0.007**		
X_7	0.291	0.070	0.344	4.144	0.000**	0.571	1.750
X_8	0.322	0.082	0.314	3.942	0.000**	0.620	1.613
X_{10}	0.216	0.079	0.229	2.747	0.007**	0.569	1.756
$R = 0.750$ $R^2 = 0.562$ $SE_{est} = 0.562$ $F = 47.544$							

หมายเหตุ : ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4 ปัจจัยสุขอนามัย ด้านวิธีการบังคับบัญชา (X_7) ด้านสัมพันธภาพกับผู้บังคับบัญชาและเพื่อนร่วมงาน (X_8) และด้านสภาพการทำงาน (X_{10}) มีความสัมพันธ์ทางบวกและสามารถร่วมกันพยากรณ์ความผูกพันต่อองค์กรของบุคลากร ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีอำนาจในการพยากรณ์ร้อยละ 56.2 มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงพหุของตัวพยากรณ์และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ ดังสมการที่ (4)

$$\hat{Y}_{Organization\ Commitment} = 0.776 + 0.291\ (X_7) + 0.322\ (X_8) + 0.216\ (X_{10}) \quad (4)$$

สมมติฐานการวิจัยที่ 5: ความสุขในการทำงานของบุคลากรส่งผลต่อความผูกพันต่อองค์กรของบุคลากร

ตารางที่ V. ผลการวิเคราะห์ค่าถดถอยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความสุขในการทำงานกับความผูกพันต่อองค์กร

ตัวแปรพยากรณ์	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	SE_b	β		
(ค่าคงที่)	0.612	0.266		2.300	0.023*
X_{11}	0.846	0.067	0.766	12.686	0.000**
$R = 0.766$ $R^2 = 0.588$ $SE_{est} = 0.541$ $F = 160.946$					

จากตารางที่ 5 ความสุขในการทำงานของบุคคลากร (X_{11}) สามารถพยากรณ์ความผูกพันต่อองค์กรของบุคลากรได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความผูกพันต่อองค์กรได้ร้อยละ 58.89 มีสมการในรูปคะแนนดิบ ดังสมการที่ (5)

$$\hat{Y}_{Organization\ Commitment} = 0.612 + 0.846\ (Y_1) \quad (5)$$

VIII. สรุปและอภิปรายผล

VIII.I. แรงจูงใจส่งผลต่อความสุขในการทำงาน

ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยจูงใจ ด้านความรับผิดชอบและความยอมรับนับถือ และปัจจัยสุขอนามัย ด้านสัมพันธภาพกับผู้บังคับบัญชาเพื่อนร่วมงาน เงินเดือนค่าตอบแทน และวิธีการบังคับบัญชา ส่งผลต่อความสุขในการทำงานของบุคลากร สาเหตุอาจเนื่องมาจาก บุคลากรรู้สึกว่าได้รับความไว้วางใจให้รับผิดชอบงานอย่างอิสระ เมื่อเกิดปัญหาผู้บังคับบัญชาก็สามารถช่วยแก้ปัญหาให้กับบุคลากรได้ รวมทั้งบุคลากรยังรู้สึกว่าได้รับการยอมรับจากเพื่อนร่วมงานและยังสามารถทำงานร่วมกับทีมได้อย่างราบรื่น ทำให้บุคลากรรู้สึกได้ว่ามีความสุขในการทำงาน ในด้านเงินเดือนและค่าตอบแทนนั้นหากบุคลากรรู้สึกว่าได้รับไม่เหมาะสมกับงานที่ทำ ย่อมอาจทำให้เกิดความไม่พึงพอใจ และทำให้รู้สึกว่าไม่มีความสุขได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ พรพิมล รัตนช้อน (2563; 13-25) [8] พบว่า ปัจจัยด้านความสัมพันธ์ในที่ทำงาน ด้านผู้บังคับบัญชา ด้านลักษณะงาน มีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับปานกลางกับความสุขในการทำงาน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วดี นิลเปลี่ยน (2563: 1-26) [9] พบว่า ปัจจัยจูงใจและปัจจัยค้ำจุน ด้านการได้รับการยอมรับนับถือ สามารถพยากรณ์ความสุขในการทำงานของบุคลากรทางด้านการเงินและบัญชีในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

VIII.II. แรงจูงใจส่งผลต่อความผูกพันต่อองค์กร

ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยจูงใจ ด้านความรับผิดชอบ ลักษณะงาน และความสำเร็จในการทำงาน และปัจจัยสุขอนามัย ด้านวิธีการบังคับบัญชา สัมพันธภาพกับผู้บังคับบัญชาเพื่อนร่วมงาน และสภาพการทำงาน ส่งผลต่อความผูกพันต่อองค์กรของบุคลากร สาเหตุอาจเนื่องมาจาก เมื่อบุคลากรเข้าใจความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และสามารถทำงานให้บรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ก็จะเกิดความภาคภูมิใจต่อผลสำเร็จของงาน รวมทั้งเมื่อได้เรียนรู้สิ่งใหม่ๆจากงานที่ทำ บุคลากรจะรู้สึกพอใจที่จะทำงานในลักษณะนี้มากขึ้น ทั้งนี้ทั้งนั้นสภาพแวดล้อมและอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการทำงานที่เหมาะสมกับลักษณะการทำงานย่อมมีผลต่อความพึงพอใจของบุคลากร สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชนิกานต์ กระแก้ว; และบุษกร วัชรศรีโรจน์ (2561: 117-127) [10] ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อ

ระดับความผูกพันต่อองค์การของพนักงาน ในธุรกิจสินค้าอุปโภคบริโภค : กรณีศึกษาบริษัทจัดจำหน่ายสินค้าอุปโภคบริโภคแห่งหนึ่ง ในเขตกรุงเทพมหานคร จากการศึกษาพบว่า ปัจจัยด้านลักษณะงาน ปัจจัยประสบการณ์ในงานที่รับผิดชอบ และปัจจัยสภาพแวดล้อมของงาน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความผูกพันความผูกพันต่อองค์การของพนักงาน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ตะวัน สุวรรณชีพ; และภูษิต วงศ์หล่อสายชล (2561; 422-430) [11] ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจในการทำงานกับความผูกพันองค์กรของพนักงานโรงแรม AAA จากการศึกษาพบว่า ปัจจัยจูงใจในด้านความสำเร็จในการทำงาน และปัจจัยค้ำจุนด้านสภาพการทำงานมีความสัมพันธ์กับความผูกพันต่อองค์กรกรของพนักงานโรงแรม AAA

VIII.IV. ความสุขในการทำงานส่งผลต่อความผูกพันต่อองค์กร

ผลการศึกษาพบว่า ความสุขในการทำงานของบุคลากรส่งผลต่อความผูกพันต่อองค์กรของบุคลากร ทั้งนี้อาจเนื่องจาก บุคลากรมีความภาคภูมิใจเมื่อทำงานได้เสร็จลุล่วง มีความสุขและเพลิดเพลินกับงานที่ทำ สามารถปฏิบัติงานกับเพื่อนร่วมงานได้เป็นอย่างดี ทำให้ปฏิบัติงานด้วยความรู้สึกอยากที่จะทำงาน ย่อมเกิดความผูกพันและทำให้อยากอยู่ในองค์กรต่อไป สอดคล้องกับงานวิจัยของ อวัชพงษ์ มีคุณ; และชิณโสณ์ วิสิฐนิธิกิจา (2562: 856-871) [12] พบว่า ความสุขในการทำงาน ด้านความสำเร็จในงานมีอิทธิพลต่อความผูกพัน ต่อองค์การของพนักงานบริษัท แลนด์ แอนด์ เฮ้าส์ จำกัด (มหาชน) มากที่สุด และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พสชนันท์ บุญช่วย; และวิโรจน์ เจษฎาลักษณ์ (2561: 867-885) [13] พบว่า ความสุขในการทำงานมีอิทธิพลเชิงบวกกับความผูกพันด้านจิตใจและด้านการคงอยู่ในงาน ของพนักงาน บริษัทผลิตอุตสาหกรรม จังหวัดปทุมธานี

IX. ข้อเสนอแนะงานวิจัย

ด้านแรงจูงใจในการทำงานของบุคลากร บริษัทควรเล็งเห็นความสำคัญกับปัจจัยจูงใจด้านเงินเดือนและค่าตอบแทน ซึ่งจากผลทดสอบพบว่าในหัวข้อนี้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง ฝ่ายทรัพยากรมนุษย์ของบริษัทอาจจะดำเนินการเปรียบเทียบสวัสดิการกับบริษัทอื่นๆในอุตสาหกรรมเดียวกัน และให้นโยบายแก่คณะกรรมการสวัสดิการเพื่อสำรวจความต้องการและรับฟังข้อเสนอในการปรับปรุงเกี่ยวกับสวัสดิการต่างๆของบุคลากรเพื่อปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น

ด้านความสุขในการทำงาน บุคลากรมีความสุขอยู่ในระดับมากในทุกด้าน ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของบริษัทที่ต้องการเป็นบริษัทที่บุคลากรมีความสุขมากที่สุดในนิคมอุตสาหกรรม ดังนั้น ฝ่ายธุรการต้องพัฒนาทักษะของผู้นำให้มีการสนับสนุนและยอมรับความคิดเห็นของบุคลากรให้มากขึ้น ส่งเสริมให้บุคลากรทำงานกันเป็นทีมมีกิจกรรมทำร่วมกัน รวมถึงการแสดงความชื่นชมหรือประกาศให้บุคลากรหรือเพื่อนร่วมงานรับรู้ถึงความสำเร็จ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณครอบครัว รวมถึงครูบาอาจารย์ มิตรสหาย และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ให้ความเมตตา และการสนับสนุนที่ดีตลอดมา จนสารนิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ และผู้บริหาร บุคคลากรบริษัทญี่ปุ่นแห่งหนึ่ง ในจังหวัดชลบุรีทุกท่าน ที่ท่านได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถาม ซึ่งเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการเก็บข้อมูลของงานสารนิพนธ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยหวังว่าจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าให้กับผู้ที่มีความสนใจต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] จุฑามาศ แก้วพิจิตร; และคนอื่น ๆ, “123สู่การเป็นองค์กรแห่งความสุข,” นนทบุรี: สองขาครีเอชั่น, 2556

[2] จิราพร ระโหฐาน; และคนอื่น ๆ, “องค์กรแห่งความสุขต้นแบบในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรีตราดและนครนายก,” กรุงเทพฯ: แอทโฟร์พริ้นท์, 2557

[3] ภาวิน ชินะโชต; ทองฟู ศิริวงศ์; และ ศศนันท์ วิวัฒนชาติ, “ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพชีวิตในการทำงาน กับความสุขในการทำงานของพนักงานก่อนวัยเกษียณอายุ ในโรงงานอุตสาหกรรม จังหวัดนนทบุรี,” *วารสารบริหารธุรกิจเทคโนโลยีมหานคร*, ปีที่ 13, ฉบับที่ 2, หน้าที่ 145-161, กรกฎาคม – ธันวาคม, 2559

[4] จรรยา ห่วงเทศ, “ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความผูกพันต่อองค์การของพนักงาน ธนาคารกรุงศรีอยุธยา จำกัด(มหาชน) ภาค208,” วิทยานิพนธ์ศศ.บ. (การจัดการภาครัฐและภาคเอกชน), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ, 2558

[5] ศิริวรรณ เสรีรัตน์; สมชาย หิรัญกิตติ; และธมลวรรณ ตั้งสินทรัพย์ศิริ, “การจัดการและพฤติกรรมองค์การ,” กรุงเทพฯ: ธีระฟิล์มและไซแท็กซ์, 2550

[6] ฝ่ายแอดมิน องค์กรญี่ปุ่นแห่งหนึ่ง ในจังหวัดชลบุรี, กันยายน, 2563

[7] พรพิมล รัตนช้อน, “ความสุขในการทำงานและความผูกพันต่อองค์กรของบุคลากรสำนักงานสาธารณะสุขจังหวัดกระบี่,” *วารสารวิทยาศาสตร์สุขภาพมหาวิทยาลัยทักษิณ*, ปีที่ 2, ฉบับที่ 3, หน้าที่ 13-25, กันยายน – ธันวาคม, 2563

[8] กัลยา วานิชย์บัญชา, “การวิเคราะห์สถิติ: สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย,” กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรมหาวิทยาลัย, 2550

[9] วดี นิลเปลี่ยน, “ปัจจัยที่มีผลต่อความสุขในการทำงานของบุคลากรทางด้านการเงินและบัญชี ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,” *วารสารสังคมศาสตร์ นิติรัฐศาสตร์*, ปีที่ 4, ฉบับที่1, หน้าที่ 1-26, มกราคม – มิถุนายน, 2563

[10] ชนิกานต์ กระแก้ว; และ บุษกร วัชรศรีโรจน์, “ปัจจัยที่มีผลต่อความผูกพันต่อองค์การและความสุขในการทำงานของพนักงาน ในธุรกิจสินค้าอุปโภคบริโภค: กรณีศึกษาบริษัทจัดจำหน่ายสินค้าอุปโภคบริโภคแห่งหนึ่ง ในเขตกรุงเทพมหานคร”, *วารสารรัชต์ภาคย์*, ปีที่ 12, ฉบับที่ 27, หน้า 117-127, กันยายน – ธันวาคม, 2561

[11] ตะวัน สุวรรณชีพ; และ ภูษิต วงศ์หล่อสายชล, “ความสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจในการทำงานกับความผูกพันองค์กรของพนักงานโรงแรม AAA,” *วารสารบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต*, ปีที่ 13, หน้าที่ 422-430, กันยายน – ธันวาคม, 2561

[12] อวัชพงษ์ มีคุณ; และ ชิณโสณ์ วิสิฐนิธิกิจา, “ความสุขในการทำงานที่มีผลต่อความผูกพันต่อองค์การของพนักงานบริษัทแลนด์ แอนด์ เฮ้าส์ จำกัด,” *วารสารสาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และศิลปะ มหาวิทยาลัยศิลปากร,* ปีที่ 12, ฉบับที่ 3, หน้าที่ 856-871, พฤษภาคม – มิถุนายน, 2562

[13] พสชนันท์ บุญช่วย; และ วิโรจน์ เจษฎาลักษณ์, “อิทธิพลของความสุขในการทำงาน ความไว้วางใจในองค์กร และความมั่นคงในงาน ส่งผลต่อความผูกพันและประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงานบริษัทผลิตอุตสาหกรรม จังหวัดปทุมธานี,” *วารสารมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และศิลปะ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, ปีที่ 11 ฉบับที่ 2, หน้าที่ 867-885, พฤษภาคม – สิงหาคม, 2561

ปัจจัยองค์กรและปัจจัยลักษณะงานส่งผลต่อความผูกพันในงานและความผูกพันในองค์กรของบุคลากร : กรณีศึกษาองค์กรญี่ปุ่นแห่งหนึ่ง

THE ORGANIZATIONAL CHARACTERISTICS AND JOB CHARACTERISTICS AFFECTING WORK ENGAGEMENT AND EMPLOYEE ENGAGEMENT, A CASE OF THE JAPANESE ORGANIZATION

1st ขนิษฐา สมรัตน์
Khanitta Somrat
คณะบริหารธุรกิจ สาขาวิชาบริหารธุรกิจญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration
Program in Japanese Business Administration
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
so.khanitta_st@tni.ac.th

2nd บุญญาดา นาสมบูรณ์
Boonyada Nasomboon
คณะบริหารธุรกิจ สาขาวิชาบริหารธุรกิจญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration
Program in Japanese Business Administration
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
boonyada@tni.ac.th

บทคัดย่อ **— การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยองค์กรและปัจจัยลักษณะงานส่งผลต่อความผูกพันในงานและความผูกพันในองค์กร โดยเก็บแบบสอบถามจากบุคคลากร จำนวน 144 คน สถิติที่ใช้ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน และการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ**

ผลการทดสอบพบว่า ปัจจัยองค์กรส่งผลต่อความผูกพันในงานและความผูกพันในองค์กร มีอำนาจในการพยากรณ์ที่ร้อยละ 67.1 และ 62.7 ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และปัจจัยลักษณะงานด้านความมีเอกลักษณ์ของงาน ผลสะท้อนจากงาน ความหลากหลายของทักษะ และความสำคัญของงานส่งผลต่อความผูกพันในงาน มีอำนาจในการพยากรณ์ที่ร้อยละ 84.6 นอกจากนี้ ด้านความมีเอกลักษณ์ของงาน ผลสะท้อนจากงาน และความสำคัญของงานส่งผลต่อความผูกพันในองค์กร มีอำนาจในการพยากรณ์ที่ร้อยละ 68.6

คำสำคัญ **— ปัจจัยองค์กร , ปัจจัยลักษณะงาน , ความผูกพันในงาน , ความผูกพันในองค์กร**

ABSTRACT **— The objectives of this study were to examine the organizational characteristics and job characteristics affect to work engagement and employee engagement. The data were collected from 144 employees working in the Japanese organization. The statistic used for the data analysis consisted of Mean, Standard Deviation, Percentage, Pearson's Product Moment Correlation Coefficient and Multiple Regression Analysis.**

The results revealed that the organizational characteristics in task demands, role demands and interpersonal demands had affected on work engagement and employee engagement with a predictive power of 67.1, 62.7 percent respectively at .01 level significant. Furthermore, the job characteristics in task identity, feedback, skill variety and task significant had affected on the work engagement with a predictive power of 84.6 percent. In addition, task identity, feedback and task significant had affected on employee engagement with predictive power of 68.6 percent.

Keywords **— Organizational characteristics, Job characteristics, Work engagement, Employee engagement**

I. บทนำ

ปัจจุบันแม้ว่าเศรษฐกิจโดยรวมมีการชะลอตัว จากการเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคม เทคโนโลยีและโรคระบาดที่ส่งผลกระทบไปยังวงกว้างทุกภาคส่วน รวมทั้งการลงทุนจากต่างประเทศที่ต้องหยุดชะงักลง อย่างไรก็ตามในช่วงไตรมาสแรกของปี 2563 การลงทุนของภาคเอกชนเริ่มมีสัญญาณดีขึ้น โดยเฉพาะในพื้นที่ตะวันออก (EEC) จากสถิติการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศรายเดือนสะสมปี 2563 เดือนมกราคม – มิถุนายน รายงานว่าการขอรับการส่งเสริมการลงทุน (BOI) จากญี่ปุ่นยังคงมากเป็นอันดับ 1 เงินลงทุนรวม 7,402 ล้านบาท คิดเป็นสัดส่วน 27% ของมูลค่าการขอรับการส่งเสริมการลงทุนจากต่างประเทศทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่ในอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ กิจการผลิตเคมีภัณฑ์และพลาสติก (รายงานและสถิติการลงทุนจากต่างประเทศ: BOI. 2563 : ออนไลน์) ดังนั้นองค์กรที่อยู่ในภาคอุตสาหกรรมดังกล่าวจะต้องปรับตัวและรับมือกับการเปลี่ยนแปลงเพื่อความอยู่รอด แม้ว่าเทคโนโลยี และนวัตกรรมจะเข้ามามีบทบาทในการเพิ่มประสิทธิผลของงาน แต่คนยังเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญที่สุดในองค์กร เพราะการที่องค์กรจะมีประสิทธิภาพได้นั้นต้องมีคนนำทรัพยากรทั้งหมดที่มี

อยู่ไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ฉะนั้นองค์กรต้องรีบหากลยุทธ์ในการรักษาคนเก่งให้อยู่กับองค์กรนานๆ นั่นคือการสร้างความผูกพันในองค์กรมากขึ้น

ความผูกพันต่อองค์กรเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการอยู่รอด และความมีประสิทธิผลขององค์กร อีกทั้งผู้ปฏิบัติงานที่มีความผูกพันต่อองค์กรสูงจะสามารถปฏิบัติงานได้ดีกว่าผู้ที่มีความผูกพันในองค์กรต่ำและยังเป็นแรงผลักดันให้ผู้ปฏิบัติงานในองค์กรได้ดีขึ้น (Steer.1977) [1] เป็นภาวะที่บุคคลมีความรู้สึกยึดมั่นในองค์การของตน ยอมรับเป้าหมายขององค์การ เต็มใจที่จะทุ่มเทความอุตสาหะในการทำงานให้แก่องค์การ และปรารถนาที่จะอยู่ในองค์การต่อไป (Mowday, Steers & Porter. 1982) [2] หากพนักงานมีผูกพันในองค์กรจะมองว่าองค์กรไม่ใช่แค่ที่ทำงาน แต่เป็นเหมือนบ้าน เพื่อนร่วมงาน และหัวหน้างานเป็นเหมือนคนในครอบครัว หากมีบรรยากาศที่เต็มไปด้วยความสุข พนักงานก็จะไม่คิดอยากออกจากองค์กร

อย่างไรก็ดี ด้วยการแข่งขันที่มีความเข้มข้นมากขึ้น ความผูกพันในองค์กรหรือความรู้สึกว่าองค์กรเป็นเหมือนบ้านนั้นยังไม่เพียงพอ จะต้องมีความผูกพันในงานด้วย ซึ่งเป็นสภาวะทางจิตใจของบุคคลที่มีความกระตือรือร้น มีใจจดจ่อเต็มใจในการปฏิบัติงานอย่างเต็มที่ มีความอดทนไม่ย่อท้อเมื่อเจออุปสรรคและความยากลำบากในการทำงาน มีแรงบันดาลใจในการทำงาน และมีความสุขกับงานจนรู้สึกว่าเวลาผ่านไปอย่างรวดเร็ว (Schaufeli & Bakker. 2004) [3] ทำให้ปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และถ้ารักษาพนักงานเหล่านี้ให้อยู่ในองค์กร จะส่งเสริมให้พนักงานสามารถปฏิบัติได้อย่างราบรื่นกับคนในองค์กรด้วยกันในระยะยาว ส่งผลทำให้องค์กรเกิดประสิทธิผล ถ้าหากองค์กรสูญเสียพนักงานที่มีความรู้ทักษะและความสามารถไป ย่อมเท่ากับองค์กรต้องสูญเสียต้นทุนที่มีค่าไป ในขณะเดียวกันองค์กรอาจจะต้องลงทุนเพิ่มมากขึ้น ฉะนั้นเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการสร้างบุคลากรให้มีพฤติกรรมที่ “รักงาน รักองค์การ” องค์กรจึงจำเป็นต้องรู้ปัจจัยที่ส่งผลทำให้พนักงานเกิดความผูกพันในงานและความผูกพันในองค์กร โดยเฉพาะอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ความผูกพันของพนักงานจะเกิดขึ้นได้มีหลายปัจจัย เช่นปัจจัยลักษณะงานด้วยลักษณะของงานในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีกระบวน การที่ละเอียดอ่อน มีการควบคุมคุณภาพที่เข้มงวด และลักษณะงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้น พนักงานรุ่นใหม่จึงมีความรู้ ทักษะความสามารถที่หลากหลายมากขึ้น และชอบทำงานที่ท้าทาย ทั้งนี้หัวหน้างานควรเปิดโอกาสหรือให้อิสระพวกเขาได้แสดงความคิดเห็นเพื่อทำให้พนักงานมีความผูกพันในองค์กรมากขึ้น เนื่องจากคุณลักษณะงานเป็นอิทธิพลเชิงบวกต่อการปฏิบัติงาน และผลการปฏิบัติงานมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความผูกพันในองค์กร (สุพิชฌาย์ ลิ้มตระกูลไทย.2561) [4] จึงควรส่งเสริมให้มีลักษณะงานที่ดี ซึ่งจะทำให้ผลงานออกมาดียิ่งขึ้น โดยผลของงานที่ดีนั้นเป็นเหมือนรางวัลให้กับตนเอง แต่ถ้าหากผลออกมาไม่ดี พนักงานก็จะพยายามหลีกเลี่ยงความไม่พึงพอใจในงาน (Hackman and Oldham. 1975) [5] นอกจากนี้ยังมีปัจจัยองค์กรด้านบรรยากาศและรูปแบบการทำงาน ความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนร่วมงานและหัวหน้างาน เป็นตัวแปรที่สร้างความกดดันให้แก่พนักงาน อันเนื่องมาจากความต้องการหรือความคาดหวังขององค์กร เช่น หน้าที่ความรับผิดชอบ ระเบียบข้อบังคับ รวมถึงความไม่แน่นอนที่พนักงานในองค์กรต้องเผชิญในสถานที่ทำงาน (Robbins and Judge. 2013) [6] หากปัจจัยด้านองค์กรเหมาะสมก็จะส่งผลต่อความผูกพันเพิ่มขึ้น เนื่องจากการรับรู้ในการสนับสนุนขององค์กรส่งผลต่อความผูกพันในงาน และความผูกพันในงานมีอิทธิพลทางตรงต่อความผูกพันในองค์กร (ปาณิสรา จรัสวิญญ. 2560) [7]

องค์กรแห่งนี้เป็นองค์กรญี่ปุ่น เป็นผู้ผลิตและส่งออกชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และชิ้นส่วนยานยนต์ ได้รับสิทธิการส่งเสริมการลงทุน (BOI) บริษัทประสบปัญหาพนักงานที่มีทักษะและฝีมือลาออกจากองค์กร ถึงแม้มีการสรรหาพนักงานมาทดแทนต้องใช้เวลาในการพัฒนาทักษะให้ตรงตามความต้องการ และเสียค่าใช้จ่ายในการพัฒนาเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ธุรกิจดำเนินการไม่ราบรื่น งานไม่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล จากปัญหาดังกล่าว ผู้บริหารจึงมีนโยบายในด้านการรักษาพนักงานให้อยู่ในองค์กรให้นานที่สุด ดังนั้นสิ่งที่ต้องทำอย่างเร่งด่วน คือการทำให้พนักงานมีความผูกพันในองค์กร

II.วัตถุประสงค์ของการวิจัย

II.I เพื่อศึกษาปัจจัยองค์กรและปัจจัยลักษณะงานที่ส่งผลต่อความผูกพันในงาน

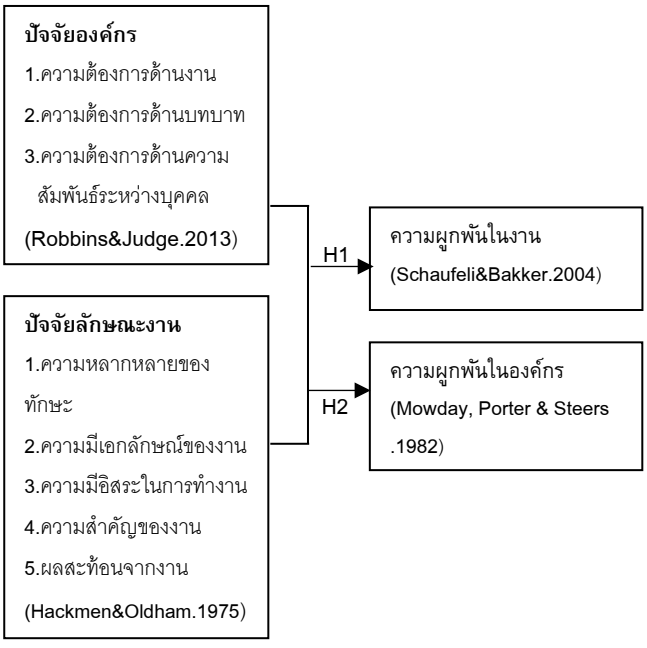
II.II เพื่อศึกษาปัจจัยองค์กรและปัจจัยลักษณะงานที่ส่งผลต่อความผูกพันในองค์กร

III.สมมติฐานในการวิจัย

III.I ปัจจัยองค์กรและปัจจัยลักษณะงานส่งผลต่อความผูกพันในงาน

III.II ปัจจัยองค์กรและปัจจัยลักษณะงานส่งผลต่อความผูกพันในองค์กร

V.กรอบแนวคิดในการวิจัย



รูปที่ I : กรอบแนวคิดในการวิจัย

V. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

V.I แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับปัจจัยลักษณะองค์กร

ร็อบบินส์ และ จัดก์ (Robbins & Judge. 2013) กล่าวว่า ปัจจัยองค์กร คือตัวแปรที่สร้างความกดดันให้แก่บุคลากรในองค์กรอันเนื่องมาจากความต้องการหรือความคาดหวังขององค์กร เช่น มีความต้องการด้านลักษณะกายภาพทางสภาพแวดล้อมในที่ทำงาน ด้านบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ และด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลในที่ทำงานทั้งเพื่อนร่วมงานและหัวหน้างาน โดยประกอบด้วย 3 ด้านดังนี้

V.I.I ความต้องการด้านงาน (Task Demands)

ความต้องการในงานเป็นโครงสร้างของงานส่วนบุคคล (ระดับของเสรีภาพหรือความเป็นอิสระ การมีส่วนร่วมในงาน การใช้เทคโนโลยี เงื่อนไขการทำงาน และรูปแบบของงาน) หากพนักงานได้รับการสนับสนุนในด้านสิ่งอำนวยความสะดวกในการทำงานจะส่งผลให้มีแนวโน้มที่จะลดความเครียดในงานได้เป็นอย่างมาก

VI.I.II ความต้องการด้านบทบาท (Role Demands)

เป็นความกดดันที่เกิดขึ้นกับตัวบุคคลเนื่องมาจากหน้าที่ที่ตนต้องรับผิดชอบในองค์กร การทำงานหลายด้านในเวลาเดียวกัน อาจเป็นเรื่องยากที่จะทำให้สำเร็จลุล่วงเพื่อตอบสนองความต้องการให้กับองค์กร ความขัดแย้งในบทบาทของตน การได้รับหน้าที่และความรับผิดชอบที่สูงเกินไป

V.I.III ความต้องการด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (Interpersonal Demands)

เป็นความกดดันอันเนื่องมาจากตัวบุคคลอื่นในที่ทำงาน การมีสภาพแวดล้อมการทำงานที่ไม่เป็นมิตรต่อกันระหว่างเพื่อนร่วมงานและการไม่เป็นมิตรกับเพื่อนร่วมงานที่เข้ามาอยู่ใหม่ การขาดการสนับสนุนจากเพื่อนร่วมงานและจากหัวหน้างาน อีกทั้งการไม่ได้รับความยุติธรรมจากหัวหน้างาน และความสัมพันธ์ย่ำแย่ระหว่างบุคคลในที่ทำงาน

V.II แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับปัจจัยลักษณะงาน

แฮคแมน และ โอลด์แฮม (Hackman & Oldham.1975) กล่าวว่า ลักษณะงาน คือการออกแบบและการส่งเสริมแรงจูงใจพนักงานมีความเป็นเอกภาพ มีระดับความยากง่าย เป็นงานที่มีความสาคัญที่สามารถขับเคลื่อนองค์กร มีความเป็นอิสระให้พนักงานกำหนดแวทางในการทำงานเอง และการให้พนักงานได้รับทราบเกี่ยวกับประสิทธิภาพและคุณภาพในการทำงานของตัวเอง ซึ่งประกอบด้วย 5 อย่างดังนี้

V.II.I ความหลากหลายของทักษะ (Skill Variety)

ลักษณะของงานที่ผู้ปฏิบัติงานต้องใช้ความรู้รอบตัวความสามารถที่หลากหลาย ใช้ความคิดสร้างสรรค์เพื่อให้การปฏิบัติงานนั้นบรรลุผลสำเร็จที่ตั้งไว้

V.II.II ความสำคัญของงาน (Task Significance)

ลักษณะงานที่มีความหมายต่อองค์กร ขอบข่ายความรับผิดชอบสูงส่งผลกระทบต่อความสำเร็จหรือความล้มเหลวขององค์กรและช่วยพัฒนาองค์กร

V.II.III ความมีเอกลักษณ์ของงาน (Task Identity)

ลักษณะงานที่มีระดับความมากน้อยที่บุคลากรได้ทำงานให้เสร็จสมบูรณ์ทั้งหมด และสามารถระบุส่วนของงานที่เกิดจากความพยายามในการทำงานของตนตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการได้

V.II.IV ความมีอิสระในการทำงาน (Autonomy)

ลักษณะของงานที่เปิดโอกาสให้ผู้ปฏิบัติงานมีอิสระในการปฏิบัติงานที่ได้รับผิดชอบโดยสามารถใช้วิจารณญาณของตนเองในการปฏิบัติงานจนทำให้เพิ่มความรู้สึกรับผิดชอบต่อการปฏิบัติงานและทำให้ต้องการทุ่มเทกำลังความสามารถเพื่อประโยชน์และความสำเร็จแก่องค์กร

V.II.V ผลสะท้อนจากงาน (Feedback)

การที่ผู้ปฏิบัติงานได้ทราบถึงข้อมูลผลลัพธ์การปฏิบัติของตนนั้นเป็นอย่างไรจะนำไปสู่การพัฒนาตนเองให้มีผลการปฏิบัติงานที่ดีขึ้น

V.III แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับความผูกพันในงาน (Work Engagement)

ชูเฟลิ และ เบกเกอร์ (Schaufeli & Bakker.2004) ให้ความหมายของความผูกพันในงานว่าเป็นสภาวะทางจิตในด้านอารมณ์และความคิดในเชิงบวกที่มีต่องาน โดยการแสดงออกถึงความกระตือรือร้นในการทำงาน ซึ่งมีความคงทนไม่เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา และมีความต่อเนื่องเพื่อให้งานประสบความสำเร็จ บุคคลที่มีความผูกพันในงานจะเป็นคนที่มีความขยันขันแข็งในการทำงาน มีความพยายาม ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค (Vigor) มีความมุ่งมั่นทุ่มเทในการทำงาน มีความกระตือรือร้นอยู่เสมอ โดยมองว่างานเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและท้าท้าย มีความภาคภูมิใจและมีแรงบันดาลใจในการทำงาน (Dedication) และมีความรู้สึกเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันกับงาน กล่าวคือ มีสมาธิในการทำงาน จิตใจจดจ่ออยู่กับการทำงานจนรู้สึกว่าเวลาผ่านไปอย่างรวดเร็วและไม่สามารถแยกตนเองออกจากงานได้ (Absorption)

V. IV แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับความผูกพันในองค์กร (Employee engagement)

ความผูกพันในองค์กร คือ ลักษณะความสัมพันธ์ของบุคคลที่มีต่อองค์กร มีความรู้สึกว่าตนเองเป็นส่วนหนึ่งขององค์กร โดยแสดงออกของพฤติกรรมที่ต่อเนื่องหรือคงเส้นคงวาในการทำงาน พยายามรักษาสมาชิกภาพไว้โดยไม่โยกย้ายไปไหน และมีมีความจงรักภักดีและเต็มใจที่จะอุทิศตนให้กับองค์กร (Mowday, Porter & Steers.1982)

VI. วิธีการดำเนินการวิจัย

VI.I ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ บุคลากรคนไทยในองค์กรญี่ปุ่นแห่งหนึ่ง เขตอุตสาหกรรมอมตะนคร จังหวัดชลบุรี จำนวน 144 คน

VI.II การสร้างเครื่องมือและการทดสอบคุณภาพ

VI.II.I การสร้างเครื่องมือ

การศึกษาในครั้งนี้ได้นำแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาสร้างแบบสอบถาม (Questionnaire) โดยแบ่งเป็น 5 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบไปด้วยคำถามเกี่ยวกับ เพศ อายุ อายุงาน ตำแหน่งงาน จำนวน 4 ข้อ ส่วนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยองค์กรทั้งหมด 3 ด้าน จำนวน 12 ข้อ ส่วนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยลักษณะงานทั้งหมด 5 ด้าน จำนวน 15 ข้อ ส่วนที่ 4 แบบสอบถามเกี่ยวกับความผูกพันในงานทั้งหมด 3 ด้าน จำนวน 12 ข้อ และส่วนที่ 5 แบบสอบถามเกี่ยวกับความผูกพันในองค์กร

ทั้งหมด 3 ด้าน จำนวน 9 ข้อ โดยส่วนที่ 2- 5 ใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ

VI.II.II การทดสอบคุณภาพแบบสอบถาม

มีการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) โดยผลการตรวจสอบค่าความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามในแต่ละด้านเป็นรายข้อโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน อยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 และทำการทดสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม (Reliability) โดยทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มประชากรจำนวน 30 คน ได้ค่าความเชื่อมั่นสัมประสิทธิ์แอลฟ่าของครอน-บาค (Cronbach's Alpha Coefficient) อยู่ระหว่าง 0.714 - 0.929

VI.III การเก็บรวบรวมข้อมูล

ได้ทำการขอหนังสือจากสำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย ยื่นให้ผู้จัดการฝ่ายทรัยพยากรมนุษย์เพื่อขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล และทำการเก็บข้อมูลโดยแบบสอบถามออนไลน์ (Google Form) โดยทางผู้จัดการฝ่ายทรัยพยา-กรมนุษย์ให้ความอนุเคราะห์ในการประสานงานส่งแบบสอบถามไปยังกลุ่มประชากรในแต่ละแผนก ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 2 สัปดาห์ และได้รับการตอบกลับมาทั้งหมดจำนวน 144 ชุด คิดเป็นร้อยละ 100 ของจำนวนแบบสอบถามทั้งหมด จากนั้นได้นำแบบสอบถามที่มีความครบถ้วนสมบูรณ์ไปทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและสรุปผล

VI.IV สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน และการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ

VII. ผลการวิจัย

VII.I ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

กลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามครั้งนี้ เป็นเพศหญิงจำนวน 105 คน คิดเป็นร้อยละ 72.92 เพศชายมีเพียง 39 คน คิดเป็นร้อยละ 27.08 มีอายุ 26-35 ปี จำนวน 79 คน คิดเป็นร้อยละ 54.86 มากที่สุด รองลงมามีอายุ 36 ปีขึ้นไป จำนวน 43 คน คิดเป็นร้อยละ 29.86 มีระยะเวลาที่ปฏิบัติงานกับองค์กรไม่เกิน 5 ปี มากที่สุด จำนวน 85 คน คิดเป็นร้อยละ 59.03 รองลงมา 6-10 ปี จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 18.06 ตำแหน่งงานปัจจุบันเป็นพนักงานระดับปฏิบัติการฝ่ายผลิตและ Technician จำนวน 81 คน คิดเป็นร้อยละ 56.25 รองลงมาเป็นระดับหัวหน้างาน จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 26.39

VII.II การวิเคราะห์ข้อมูลและการทดสอบสมมติฐาน

ก่อนการทดสอบสมมุติฐานได้ตรวจสอบข้อมูลพบว่าเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติที่ใช้ ตัวแปรทุกตัวมีการแจกแจงแบบปกติ และการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันระหว่างตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีความสัมพันธ์กันเองเกินกว่า 0.9 ดังนั้นจึงไม่เกิดปัญหา Multicollinearity

การทดสอบสมมติฐานใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ (Multiple Regression Analysis) ระหว่างตัวแปรอิสระคือ ปัจจัยองค์กรด้านความต้องการด้านงาน (X_{11}) ด้านความต้องการด้านบทบาท (X_{12}) ด้านความต้องการด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล(X_{13}) ปัจจัยลักษณะงาน ด้านความหลากหลายของทักษะ(X_{21}) ด้านความมีเอกลักษณ์ของงาน (X_{22}) ด้านความสำคัญของงาน(X_{23}) ด้านความมีอิสระในการทำงาน(X_{24}) ด้านผลสะท้อนจากงาน(X_{25}) กับตัวแปรตามคือความผูกพันในงาน และความผูกพันในองค์กร โดยในการคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์เข้าในสมการถดถอยเชิงพหุ ใช้วิธี Stepwise เพื่อหาตัวแปรทำนายที่ดีที่สุด

สมมติฐานการวิจัยที่ I: ปัจจัยองค์กรและปัจจัยลักษณะงานส่งผลต่อความผูกพันในงาน

I.I ปัจจัยองค์กรส่งผลต่อความผูกพันในงาน

ตารางที่ I ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงพหุของตัวแปรปัจจัยองค์กรส่งผลต่อความผูกพันในงาน

ตัวแปรพยากรณ์	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	SE_b	β			Tolerance	VIF
(ค่าคงที่)	1.039	0.285		3.650	0.000**		
X_{11}	0.399	0.070	0.402	5.713	0.000**	0.473	2.112
X_{13}	0.391	0.064	0.410	6.093	0.000**	0.518	1.931
X_{12}	-0.109	0.038	-0.151	-2.836	0.005**	0.825	1.212
$R = 0.819$ $R^2 = 0.671$ $SE_{est} = 0.426$ $F = 8.043$**							

หมายเหตุ: **มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ I ปัจจัยองค์กร ด้านความต้องการด้านงาน(X11) ด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล(X13) และด้านความต้องการด้านบทบาท (X12) สามารถร่วมกันพยากรณ์ความผูกพันในงานได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าอำนาจในการพยากรณ์ร้อยละ 67.1 มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงพหุของตัวพยากรณ์และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ ดังสมการที่ (1)

$$\hat{Y}_{\text{ความผูกพันในงาน}} = 1.039 + 0.399\,(X_{11}) + 0.391(X_{13}) - 0.109(X_{12}) \quad (1)$$

I.II ปัจจัยลักษณะงานส่งผลต่อความผูกพันในงาน

ตารางที่ II ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงพหุของตัวแปรปัจจัยลักษณะงานส่งผลต่อความผูกพันในงาน

ตัวแปรพยากรณ์	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	SE_b	β			Tolerance	VIF
(ค่าคงที่)	0.069	0.146		0.469	0.640		
X_{22}	0.340	0.063	0.347	5.421	0.000**	0.272	3.681
X_{25}	0.285	0.056	0.306	5.062	0.000**	0.304	3.291
X_{21}	0.235	0.063	0.230	3.717	0.000**	0.290	3.449
X_{23}	0.122	0.051	0.133	2.385	0.018*	0.355	2.814
$R = 0.920$ $R^2 = 0.846$ $SE_{est} = 0.293$ $F = 5.688$*							

หมายเหตุ : ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01, * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ II ปัจจัยลักษณะงานด้านความสำคัญของงาน(X_{23}) สามารถร่วมกันพยากรณ์ความผูกพันในงานได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้านความมีเอกลักษณ์ของงาน(X_{22}) ด้านผลสะท้อนจากงาน (X_{25}) และด้านความหลากหลายของทักษะ(X_{21}) สามารถร่วมกันพยากรณ์ความผูกพันในงานได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าอำนาจ

ในการพยากรณ์ร้อยละ 84.6 และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ ดังสมการที่ (2)

$$\hat{Y}_{\text{ความผูกพันในงาน}} = 0.340(X_{22}) + 0.285(X_{25}) + 0.235(X_{21}) + 0.122(X_{23}) \quad (2)$$

สมมติฐานการวิจัยที่ II: ปัจจัยองค์กรและปัจจัยลักษณะงานส่งผลต่อความผูกพันในองค์กร

II.I ปัจจัยองค์กรส่งผลต่อความผูกพันในองค์กร

ตารางที่ III ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงพหุของตัวแปรปัจจัยองค์กรส่งผลต่อความผูกพันในองค์กร

ตัวแปรพยากรณ์	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	SE_b	β			Tolerance	VIF
(ค่าคงที่)	0.993	0.328		3.028	0.003**		
X_{13}	0.505	0.074	0.490	6.836	0.000**	0.518	1.931
X_{11}	0.297	0.080	0.277	3.694	0.000**	0.473	2.112
X_{12}	-0.134	0.044	-0.172	-3.033	0.003**	0.825	1.212
$R = 0.792$ $R^2 = 0.627$ $SE_{est} = 0.491$ $F = 9.200$**							

หมายเหตุ : ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ III ปัจจัยองค์กร ด้านความต้องการด้านงาน (X_{11}) ด้านความต้องการด้านบทบาท (X_{12}) ด้านความต้องการด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล(X_{13}) สามารถร่วมกันพยากรณ์ความผูกพันในองค์กรได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าอำนาจในการพยากรณ์ร้อยละ 62.7 และมีสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ ดังสมการที่ (3)

$$\hat{Y}_{\text{ความผูกพันในองค์กร}} = 0.993 + 0.505(X_{13}) + 0.297(X_{11}) + -0.134(X_{12}) \quad (3)$$

II.II ปัจจัยลักษณะงานส่งผลต่อความผูกพันในองค์กร

ตารางที่ IV ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงพหุของตัวแปรปัจจัยลักษณะงานส่งผลต่อความผูกพันในองค์กร

ตัวแปรพยากรณ์	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	SE_b	β			Tolerance	VIF
(ค่าคงที่)	0.252	0.215		1.172	0.243		
X_{22}	0.418	0.079	0.394	5.320	0.000**	0.408	2.448
X_{25}	0.329	0.085	0.327	3.868	0.000**	0.314	3.181
X_{23}	0.184	0.078	0.187	2.375	0.019*	0.363	2.756
$R = 0.828$ $R^2 = 0.686$ $SE_{est} = 0.450$ $F = 5.640$*							

หมายเหตุ : ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01, * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ IV ปัจจัยลักษณะงานด้านความสำคัญของงานสามารถร่วมกันพยากรณ์ความผูกพันในงานได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ด้านความมีเอกลักษณ์ของงาน และด้านผลสะท้อนจากงานมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุหรือค่าอำนาจในการพยากรณ์ร้อยละ 68.6 มีสมการถดถอยดังนี้และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ ดังสมการที่ (4)

$$\hat{Y}_{\text{ความผูกพันในองค์กร}} = 0.418(X_{22}) + 0.329(X_{25}) + 0.184(X_{23}) \quad (4)$$

VIII. สรุปและอภิปรายผล

VIII.I. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความผูกพันในงาน

จากผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความผูกพันในงาน ได้แก่ ปัจจัยองค์กรด้านความต้องการด้านงาน ด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และด้านความต้องการด้านบทบาทและปัจจัยลักษณะงานด้านความมีเอกลักษณ์ของงาน ด้านผลสะท้อนจากงาน ด้านความหลากหลายของทักษะ และด้านความสำคัญของงาน ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยองค์กรด้านความต้องการด้านงาน พนักงานเข้าใจแนวทางในการปฏิบัติงานอย่างชัดเจนและมีอิสระในการทำงานอย่างเต็มที่ต่องานที่ได้รับมอบหมาย อย่างไรก็ตาม ด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลนั้น ทุกคนมีความสัมพันธ์อันดีต่อกัน มีการช่วยเหลือกันและกันและได้รับคำชี้แนะจากหัวหน้างาน นอกจากนี้ปัจจัยลักษณะงานด้านความมีเอกลักษณ์ของงาน พนักงานสามารถทำงานที่ตนรับผิดชอบได้สำเร็จ เพราะงานมีความเหมาะสมกับความสามารถของตนเอง ด้านผลสะท้อนจากงานพนักงานสามารถประเมินผลการทำงานของตนเองและปรับปรุงงานให้ดีขึ้นเพราะได้รับคำแนะนำจากเพื่อนร่วมงานหรือหัวหน้างานทำให้ได้งานที่มีคุณค่าและท้าทายความสามารถ ด้านความหลากหลายของทักษะพนักงานสามารถที่หลากหลายจากประสบการณ์มาประยุกต์ใช้สามารถทำงานได้สำเร็จ และในด้านความสำคัญของงาน งานที่รับผิดชอบมีความสำคัญต่อองค์กรทำให้พนักงานพร้อมที่จะทำงานให้เสร็จตามเป้าหมาย ส่งผลให้พนักงานเกิดความผูกพันในงานของตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปาณิศรา จรัสวิญญู (2560) พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความผูกพันกับงานและความผูกพันในองค์กรมากที่สุดคือ การรับรู้ในการสนับสนุนขององค์กร ซึ่งมีอิทธิพลทางอ้อมต่อความผูกพันในองค์กร และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rick T. Borst1, Peter M. Kruyen และคณะ (2017) [8] พบว่า ปัจจัยลักษณะงานมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับความผูกพันในงาน

VIII.II. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความผูกพันในองค์กร

จากผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความผูกพันในองค์กร ได้แก่ ปัจจัยองค์กรด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ด้านความต้องการด้านงานและด้านความต้องการด้านบทบาท และปัจจัยลักษณะงาน ด้านความมีเอกลักษณ์ของงาน ด้านผลสะท้อนจากงาน และด้านความสำคัญของงาน เนื่องจากปัจจัยองค์กรด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ทุกคนมีความสัมพันธ์อันดีต่อกัน มีการช่วยเหลือกันและกันและได้รับคำชี้แนะจากหัวหน้างาน และความต้องการด้านบทบาทพนักงานเข้าใจบทบาทหน้าที่รับผิดชอบของตนเองสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับงานของตัวเองได้มีแรงบันดาลใจในการทำงาน ในส่วนปัจจัยลักษณะงานด้านความมีเอกลักษณ์ของงานพนักงานสามารถทำงานที่ตนรับผิดชอบได้สำเร็จเพราะงานมีความเหมาะสมกับความสามารถของตนเอง ด้านผลสะท้อนจากงานพนักงานสามารถประเมินผลการทำงานของตนเองและปรับปรุงงานให้ดีขึ้นเพราะได้รับคำแนะนำจากเพื่อนร่วมงาน หรือหัวหน้างาน และในด้านความสำคัญของงาน งานที่รับผิดชอบมีความสำคัญต่อองค์กรทำให้พนักงานพร้อมที่จะทำงานให้เสร็จตามเป้าหมายเพื่อความอยู่รอดขององค์กร ส่งผลให้พนักงานเกิดความผูกพันในองค์กร สอดคล้องกับงานวิจัยของ อมรรัตน์ แสงสาย (2559) [9] พบว่า ปัจจัยองค์กร ซึ่งประกอบด้วยมิติด้านความต้องการด้านงาน มิติด้านความต้องการด้านบทบาท และมิติด้านความ

ต้องการความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลมีผลต่อความผูกพันในองค์กรของพนักงาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปาณิศรา จรัสวิญญู (2560) พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลความผูกพันในองค์กรมากที่สุดคือ การรับรู้ในการสนับสนุนขององค์กร โดยการรับรู้ในการสนับสนุนขององค์กรมีอิทธิพลทางตรงต่อความผูกพันในองค์กร สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุพิชฌาย์ ลิ้มตระกูลไทย (2560) พบว่า คุณลักษณะงานมีอิทธิพลเชิงบวกต่อผลการปฏิบัติงาน ผลการปฏิบัติงานมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความผูกพันต่อองค์กร สอดคล้องกับงานวิจัยของ จิรัชญา ศุขโภคา. (2561)[10] พบว่า การรับรู้การสนับสนุนจากหัวหน้างานส่งผลทางบวกต่อการรับรู้การสนับสนุนจากองค์กร และส่งผลในทางบวกต่อความผูกพันต่อองค์กร และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Fadilah Puteh (2017) [11] พบว่า ปัจจัยลักษณะงาน 3 ประการที่มีอิทธิพลต่อความผูกพันในองค์กรของพนักงาน ได้แก่ ผลสะท้อนจากงาน ความมีเอกลักษณ์ของงาน และลักษณะงานที่มีความหลากหลาย

IX. ข้อเสนอแนะงานวิจัย

ด้านพนักงาน พนักงานที่มีอายุงานแตกต่างกันมีความคิดเห็นด้านความสำคัญของงาน ด้านความมีอิสระในการทำงาน และด้านผลสะท้อนจากงานแตกต่างกัน พนักงานที่มีตำแหน่งงานที่แตกต่างกันมีความคิดเห็นด้านความต้องการด้านบทบาทแตกต่างกัน ดังนั้นกรณีที่ฝ่ายบุคคลต้องบรมพนักงานต้องแยกกลุ่มเหล่านี้ออกจากกันเพื่อให้การอบรมมีประสิทธิภาพสูงสุด

ด้านองค์กร พนักงานมีระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะองค์กรอยู่ในระดับมาก ยกเว้นด้านความต้องการด้านบทบาทที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับน้อยกว่าปัจจัยอื่นๆอย่างชัดเจนโดยเฉพาะพนักงานฝ่ายผลิต, Technician หัวหน้างาน ดังนั้นฝ่ายบุคคลจึงควรยกระดับให้สูงขึ้นโดยทบทวนบทบาทหน้าที่ และสื่อสารให้พนักงานกลุ่มนี้เข้าใจอย่างชัดเจน หากพบว่ายังมีความคลุมเครือ ควรแก้ไขให้มีความชัดเจนมากขึ้น รวมทั้งมีการพิจารณาการมอบหมายให้พนักงานแต่ละคนอย่างเหมาะสม อันจะทำให้ระดับความคิดเห็นด้านความต้องการด้านบทบาทเพิ่มมากขึ้น

ด้านลักษณะงาน พนักงานมีระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะงานอยู่ในระดับมากทุกด้าน แต่ด้านความมีอิสระในการทำงาน ด้านความสำคัญของงาน และด้านผลสะท้อนจากงานทควรเพิ่มระดับให้มากขึ้นกว่านี้ เพราะเป็นด้านสำคัญเกี่ยวข้องกับงานที่มีบทบาทในการปรับปรุงพัฒนาองค์กร ดังนั้นฝ่ายบุคคลควรมีการยกระดับด้านเหล่านี้ให้เพิ่มขึ้นโดยการทบทวนลักษณะงานของพนักงาน มีการสื่อสารผ่านหัวหน้างานให้พนักงานเข้าใจถึงความสำคัญของงาน รวมทั้งมีการเปิดโอกาสให้พนักงานแสดงความคิดเห็น เพื่อให้พนักงานมีบทบาทในการตัดสินใจมากขึ้น รวมทั้งจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้พนักงานตระหนักถึงบทบาทหน้าที่ของตนว่ามีความสำคัญต่อองค์กร อีกทั้งควรสนับสนุนให้พนักงานมีโอกาสหาแนวทางการแก้ปัญหาร่วมกันทั้งเพื่อนร่วมงานและหัวหน้า เมื่อองค์กรยกระดับปัจจัยลักษณะองค์กรและปัจจัยลักษณะงานเพิ่มขึ้น จะทำให้ระดับความผูกพันในงานและความผูกพันในองค์กรเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์ ครอบครัว มิตรสหาย ที่มีส่วนช่วยเหลือให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบพระคุณคณะผู้บริหาร ผู้ประสานงานและพนักงานขององค์กรญี่ปุ่นแห่งหนึ่งที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถามทุกท่าน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการเก็บข้อมูลของงานสารนิพนธ์ครั้งนี้ และหวังว่าจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าให้กับผู้ที่มีความสนใจต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] Steers, R.M.,“Organization Effectiveness. California: Goodyear Introduction to Organization Behavior.” New York: Harper Collin Publishers Inc.,1977.

[2] Mowday, R.T., L.W. Porter,and R.M.Steers, “Employee – Organization Linkages, The Psychology of Commitment, Absenteeism and Turnover.” New York Academic Press: 1982.

[3] Schaufeli, W., B, & Bakker, A., B., “Job demands, job resources, and their relationship with burnout and engagement: A multi-sample study. Journal of organizational behavior,” 2004, pp.1-23.

[4] สุพิชฌาย์ ลิ้มตระกูลไทย, “คุณลักษณะงานที่มีผลต่อความผูกพันด้านความรู้สึกต่อองค์กรผ่านผลการปฏิบัติงานในบทบาทการรับรู้การสนับสนุนจากหัวหน้างาน และการรับรู้การสนับสนุนจากองค์กรของโรงเรียนเอกชนแห่งหนึ่ง,” *วารสารสาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และศิลปะ,* ปีที่11, ฉบับที่2, หน้า2920 – 2932, พฤษภาคม – สิงหาคม, 2561.

[5] Hackman, J.R., & Oldham, Greg R, “Development of the job Diagnostic Survey,” Journal of Applied Psychology: 1975, pp. 159-170.

[6] Robbins & Judge, “Organizational Behavior: Concept Controvasies and Applications.” New jersey: Prentice Hall,2013

[7] ปาณิสรา จรัสวิญญู, “รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อใจผูกพันกับงานและความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานของธุรกิจซอฟต์แวร์ในประเทศไทย,” *วารสารบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร,* ปีที่ 12 ฉบับที่1, หน้า107- 119, มกราคม – มิถุนายน,2560.

[8] Rick T. Borst1 & Peter M. Kruyen, “Exploring the Job Demands–Resources Model of Work Engagement in Government: Bringing in a Psychological Perspective”, 2017, pp. 1-26.

[9] อมรรัตน์ แสงสาย, “ปัจจัยด้านองค์กรและการรับรู้การสนับสนุนจากองค์กรที่มีผลต่อความผูกพันองค์กรของพนักงาน Generation-Y: กรณีศึกษา บริษัท เอเชียนสแตนเลย์อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด,” *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยปทุมธานี,* ปีที่ 8, ฉบับที่2, หน้า117 – 124, 2559.

[10] จิรัชญา ศุขโภคา, “อิทธิพลการรับรู้การสนับสนุนจากหัวหน้างานและ จากองค์กรที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานผ่านความผูกพันต่อองค์กรและความไว้วางใจของพนักงานกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์,” *วารสารสาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และศิลปะ,* ปีที่11, ฉบับที่2, หน้า1843 -1847, พฤษภาคม - สิงหาคม, 2561.

[11] Fadilah Puteh, “Impact assessment of job characteristics model on employee engagement” 2017, pp. 28-37.

การรับรู้เครื่องมือการบริหารแบบญี่ปุ่นและการฝึกอบรมส่งผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงาน กรณีศึกษา องค์กรญี่ปุ่นแห่งหนึ่ง

PERCEPTION OF JAPANESE MANAGEMENT STYLE AND TRAINING AFFECTING ON OPERRATIONAL PERFORMANCE: A CASE STUDY OF JAPANESE ORGANIZATION.

1st วรศักดิ์ เลาศรีรัตนชัย
Worasak Laosrirattanachai
คณะบริหารธุรกิจ สาขาวิชาบริหารธุรกิจญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration
Program in Japanese Business Administration
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
la.worasak_st@tni.ac.th

2nd บุญญาดา นาสมบูรณ์
Boonyada Nasomboon
คณะบริหารธุรกิจ สาขาวิชาบริหารธุรกิจญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration
Program in Japanese Business Administration
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
boonyada@tni.ac.th

บทคัดย่อ **— การศึกษาครั้งนี้มีวัตุประสงค์เพื่อศึกษาระดับการรับรู้เครื่องมือการบริหารแบบญี่ปุ่น และการฝึกอบรมส่งผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงาน กรณีศึกษา องค์กรญี่ปุ่นแห่งหนึ่ง เก็บแบบสอบถามจากพนักงานในโรงงานผลิต จำนวน 50 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่ายและพหุ**

ผลการศึกษาพบว่า การรับรู้เครื่องมือการบริหารแบบญี่ปุ่น ด้านกิจกรรม ด้านการขจัดความสูญเปล่า การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ส่งผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงาน มีอำนาจในการพยากรณ์ร้อยละ 78.20 เขียนเป็นสมการถดถอย ได้ดังนี้ คือ $\hat{Y}_{ประสิทธิภาพ}$ = 0.713 + 0.453(การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง) + 0.392(การขจัดความสูญเปล่า) และเครื่องมือการรับรู้การฝึกอบรมส่งผลต่อประสิทธภาพการปฏิบัติงานของพนักงาน มีอำนาจในการพยากรณ์ร้อยละ 67.60 เขียนเป็นสมการได้ดังนี้ $\hat{Y}_{ประสิทธิภาพ}$ = 1.427 + 0.703(การฝึกอบรม)

คำสำคัญ —เครื่องมือการบริหารแบบญี่ปุ่น, การฝึกอบรม, ประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน

***ABSTRACT* — This research aimed to study the perception level of Japanese style management tools and training affecting employees' operational performance case study of a Japanese organization. Samples were 50 manufacturing workers, Collected data using questionnaires. Statistics used in data analysis including frequency, percentage, mean, standard deviation, simple regression analysis, and multiple regression analysis.**

The study results showed that the perception of Japanese management tools for waste elimination activities and continuous improvement activities affects employees' operational performance with 78.20% of forecasting power, could be written as regression model equation as

$Y_{performance}$ = 0.713 + 0.453(Perception of continuous improvement) + 0.392(Perception of Waste elimination), and also founded that the perception of training affects employees' operational performance with 67.70% of forecasting power, could be written as regression model equation as $Y_{performance}$ = 1.427 + 0.703(Perception of training)

Keywords —— Japanese management style, Training, Operational Performance

I. บทนำ

การออกแผนแม่บทการพัฒนาอุตสาหกรรม พ.ศ. 2555-2574 มีการจัดทำขึ้น เพื่อเป็นเข็มทิศในการพัฒนาผู้ประกอบการไทยและอุตสาหกรรมให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงภายใต้กระแสโลกโลกาภิวัตน์ โดยเนื้อหาของแผนแม่บทฯฉบับนี้ประกอบด้วยภาพรวมของการพัฒนาของอุตสาหกรรมโลกและทิศทางการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศไทย เพื่อตอบสนองต่อมิติการพัฒนาใหม่ ผลกระทบของกระแสโลกโลกาภิวัตน์ต่ออุตสาหกรรมไทย นอกจากนี้ ยังเน้นถึงเป้าหมายมุ่งเน้นหาแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศไทยในอนาคต ทั้งในแบบลักษณะภาพรวมและในแบบอุตสาหกรรมรายสาขาที่สำคัญ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมไทยในด้านของการเพิ่มขีดความสามารถ และสร้างศักยภาพทางการแข่งขันในระดับนานาชาติ เพื่อสร้างรายได้เข้าสู่ประเทศและยกระดับศักยภาพของผู้ประกอบการขนาดกลาง ขนาดย่อม

ทำให้สามารถสร้างงานแก่ประชาชนตลอดจนพัฒนาเศรษฐกิจ และสร้างสังคมให้มีความสมดุล เป็นฐานรากในการพัฒนาประเทศไปสู่ความยั่งยืนต่อไป สำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ ต้องเร่งพัฒนายกระดับฝีมือแรงงาน พัฒนาประสิทธิภาพการผลิต พัฒนาผลิตภัณฑ์ และกระบวนการผลิต เพิ่มศักยภาพการแข่งขัน (แผนพัฒนาอุตสาหกรรม : กรมอุตสาหกรรม, 2554) [1]

เครื่องมือการบริหารแบบญี่ปุ่น ซึ่งมีความสำคัญเกี่ยวกับการพัฒนาคนและการพัฒนาสิ่งของอย่างเป็นระบบและนำมาใช้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลายาวนาน โดยมุ่งเน้นผลเพื่อการเจริญเติบโตขององค์กรและผลประกอบการในระยะยาวไม่ใช่แค่หวังผลกำไรในระยะเวลาอันสั้น แต่มุ่งมั่นที่จะต้องพัฒนาและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดต้นทุน สร้างความแข็งแกร่งให้กับองค์กร จึงสามารถนำการบริหารแบบญี่ปุ่นในแต่ละรูปแบบดังต่อไปนี้ คือ กิจกรรม 5ส การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนรวม การขจัดความสูญเปล่า การปรับปรุงอย่างต่อเนื่องและเป็นกิจกรรมที่โดดเด่น ซึ่งการบริหารแบบญี่ปุ่นมีส่วนผลักดันให้องค์กรญี่ปุ่นประสบความสำเร็จเป็นอย่างมากในการประยุกต์แนวความคิดกิจกรรมและวิธีการที่สามารถสร้างมูลค่าหรือคุณค่าให้กับกระบวนการผลิต โดยผ่านกระบวนการวิธีการขจัดความสูญเปล่าและลดความแปรปรวนของกระบวนต่าง ๆ อย่างมีระบบพร้อมกับการพัฒนาสร้างจิตสำนึกและแนวความคิดที่เหมาะสมของพนักงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างวัฒนธรรมองค์กรญี่ปุ่นแห่งการปรับปรุงอย่างมีประสิทธิภาพของกระบวนการ และการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุดอย่างต่อเนื่อง (Worley & Doolen. 2006: 228-245) [2]

การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์หรือการพัฒนาคนสมัยใหม่เป็นหัวใจสำคัญในการปรับปรุงสมรรถนะของพนักงานและเพิ่มผลการปฏิบัติงานขององค์การอย่างมีประสิทธิภาพนั้น เกิดขึ้นได้ควรมีการฝึกอบรม โดยมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ที่จำเป็นต่องานนั้น ส่วนพัฒนาทรัพยากรมนุษย์จะมุ่งเน้นผลในระยะยาว ซึ่งการฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรมนุษย์จำเป็นต้องใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสมรวมไปถึงการสร้างความพึงพอใจให้กับพนักงานปรับปรุงทำงานของพนักงานและการจงรักภักดีกับองค์กร มุ่งเน้นการสื่อสารจากระดับล่างขึ้นสู่ระดับบน เพื่อให้พนักงานสามารถผลิตสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรมนุษย์มีส่วนการรับรู้ในการฝึกอบรมจะได้ผลดีขึ้นอยู่ที่การเลือกใช้เทคนิคในการฝึกอบรม เช่น ด้านรูปแบบการจัดฝึกอบรม ด้านแผนพัฒนาบุคลากร ด้านการประเมินหลังการอบรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งบุคคลกรหลัก (Key Person) เมื่อได้รับการพัฒนาแล้วจะสามารถปฏิบัติงานได้ผลเป็นอย่างดี สามารถช่วยลดเวลามากกว่าที่จะต้องทำงานและบุคคลที่ได้รับการพัฒนาแล้วย่อมมีความรู้ ความเข้าใจ และมีทักษะในการทำงานเพิ่มขึ้น (พงศ์ หรดาล. 2539: 12-14) [3]

องค์กรญี่ปุ่นแห่งหนึ่ง มีนโยบายเพื่อที่จะมุ่งเน้นการพัฒนาองค์กรให้พนักงานทุกคนมีหน้าที่ต้องสร้างความสามารถทางธุรกิจ สร้างความรับผิดชอบและสร้างความรวดเร็วในการบริหารจัดการ เพื่อการพัฒนาขององค์กรตรงกับวัตถุประสงค์ทางธุรกิจ ลดการร้องเรียนจากลูกค้าเป็นศูนย์ ลดต้นทุน เพิ่มยอดขาย สร้างผลกำไรของแผนธุรกิจ [4]

ดังนั้น ผู้ศึกษาสนใจ ศึกษาการรับรู้เครื่องมือการบริหารแบบญี่ปุ่นและการฝึกอบรมส่งผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงาน กรณีศึกษา องค์กรญี่ปุ่นแห่งหนึ่ง เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการวางแผนปรับปรุง พัฒนาบุคคลากรขององค์กรและเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจให้กับองค์กรต่อไปจากปัจจุบันจนถึงอนาคตได้

II. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

II.I. เพื่อศึกษาเครื่องมือการบริหารแบบญี่ปุ่นส่งผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงาน

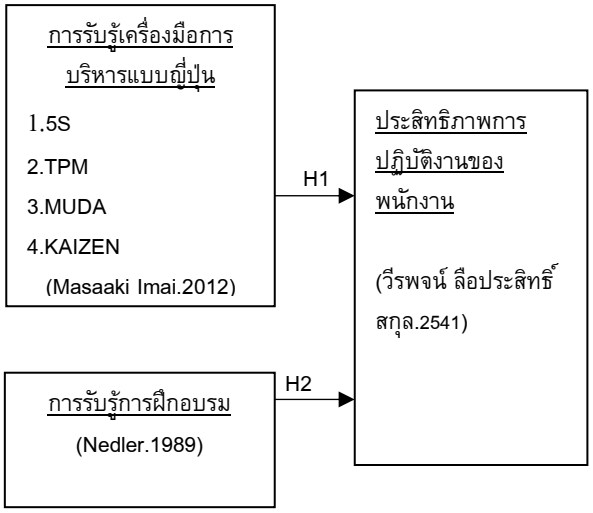
II.II. เพื่อศึกษาการฝึกอบรมส่งผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงาน

III. สมมติฐานในการวิจัย

III.I. สมมติฐานการวิจัยที่1: เครื่องมือการบริหารแบบญี่ปุ่นส่งผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงาน

III.II. สมมติฐานการวิจัยที่2 : การฝึกอบรมส่งผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงาน

IV. กรอบแนวคิดในการวิจัย



รูปที่ I : กรอบแนวคิดในการวิจัย

V. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

V.I แนวคิดเกี่ยวข้องกับเครื่องมือการบริหารแบบญี่ปุ่น

มาซาอะคิ อิมาอิ [5] ได้กล่าวว่า เครื่องมือการบริหารแบบญี่ปุ่น เป็นวัฒนธรรมการผลิตสินค้าของญี่ปุ่นในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์หรือบริการที่มีคุณภาพ โดยใช้ทักษะเทคโนโลยีและมีการปรับปรุงการผลิตะสินค้าอย่างต่อเนื่อง มีลักษณะสำคัญ ได้แก่ การผลิตสินค้าที่มีคุณภาพสูง สินค้าตอบสนองความต้องการของลูกค้าและการผลิตเองทุกกระบวนการตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการส่งงานถึงลูกค้า

จากแนวคิดข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเครื่องมือการบริหารแบบญี่ปุ่น 4 ตัวแปร อันได้แก่ 1. 5ส 2. การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม 3. การขจัดความสูญเปล่า และ4. การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

V.I.I 5ส (5S)

บรรจง จันทมาศ [11] กล่าวว่า 5ส คือ ปัจจัยพื้นฐานของการทำกิจกรรมในองค์กรหรือที่ทำงานสถานประกอบการต่าง ๆ เริ่มตั่งแต่การ

ดูแลตัวเอง และอุปกรณ์เครื่องมือ เครื่องจักร ซึ่งประกอบด้วย โทซิมิชิ ฮะตะ [11] กล่าวว่า สะสาง คือ การคัดแยกสิ่งที่จำเป็นออกจากสิ่งที่ไม่จำเป็น เช่น สิ่งที่ไม่จำเป็นให้นำไปกำจัดทิ้ง สิ่งที่จำเป็นให้เก็บไว้อย่างมีระบบ สะดวก คือ สภาพหน้างานที่สามารถหยิบสิ่งที่จำเป็นออกมาใช้งานได้อย่างสะดวก สะอาด คือ การทำความสะอาด เพื่อไม่ให้มีขยะหรือสิ่งสกปรกอยู่ในพื้นที่ทำงาน สุขลักษณะ คือ การทำให้พื้นที่ทำงานมีความจดสะอาดตา สร้างนิสัย คือ การสร้างวัฒนธรรมในการรักษาข้อปฏิบัติที่ได้ตกลงกันไว้ใน 4ส ที่เหลือ

V.I.II การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)

ซุซุกิ โตกุทาโร [8] กล่าวว่า การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม คือ กิจกรรมการปรับปรุงศักยภาพของบริษัท ซึ่งทุกคนมีส่วนร่วมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรอุปกรณ์ เพิ่มประสิทธิภาพของระบบการผลิตทั้งหมดมุ่งสู่ระดับสูงสุด พัฒนาผลการดำเนินการของบริษัทให้ดีขึ้น และบริหารจัดการแบบมีส่วนร่วมวางแผน

V.I.III การขจัดความสูญเปล่า (Eliminating Waste / MUDA)

มาซาอะคิ อิมาอิ [9] กล่าวว่า การขจัดความสูญเปล่า คือ ความสูญเสียเนื่องจากคน ความสูญเสียของวัตถุดิบ ความสูญเสียของวัสดุ และความสูญเสียในการนำมาผลิตใหม่ รวมถึงความสูญเสียเนื่องจากการบริหารจัดการที่ไม่มีคุณภาพ การสูญเสียด้านพลังงานที่ใช้อย่างสิ้นเปลือง และความสูญเสียหลักที่ขัดขวางต่อประสิทธิภาพของโรงงาน

V.I.IV การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Kaizen)

มาซาอะคิ อิมาอิ [9] การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง คือ การปรับปรุงและพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งหลักการนี้กลายเป็นกลยุทธ์ทางธุรกิจที่สำคัญที่คนญี่ปุ่นยึดถือมายาวนานนั่นเอง และฝ่ายบริหารจัดการจะต้องมีการเรียนรู้แนวคิดหลัก และระบบเกี่ยวกับการทำไคเซ็นก่อนจึงจะทราบถึงกลยุทธ์ที่แท้จริงในการทำไคเซ็น โดยมีหลักสำคัญที่ยึดถือกันมา คือ “การปรับปรุงพัฒนาอย่างต่อเนื่องไม่หยุดยั้ง”

V.I.IV การฝึกอบรม (Training)

การฝึกอบรมตามแนวคิดของ เนเดอร์ (Nedler.1989) (สุชาวดี เวชกามา ; อ้างอิงจาก Nedler.1989) [10] กล่าวว่า การฝึกอบรม คือ กิจกรรมเรียนรู้เฉพาะของบุคคล เพื่อที่จะปรับปรุงและเพิ่มความรู้ (Knowledge) ความเข้าใจ (Understanding) ทักษะ(Skill) และเจตคติ (Attitude) ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในพฤติกรรมและเจตคติที่ดีต่อการปฏิบัติงานในหน้าที่ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

V.II แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงาน (Operational Performance)

V.II.I ประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน ด้านผลิตภาพ (Productivity: P)

ผลิตภาพ เป็นผลลัพธ์ของการผลิตที่ประเมินในเชิงปริมาณที่ใช้วัดผลลัพธ์ของการผลิตในเทอมของปริมาณการผลิตที่ได้ต่อปัจจัยการผลิตที่ใช้ในการผลิตของหน่วยการผลิต (Input) เพื่อเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต เพื่อให้ผลผลิตมีปริมาณหรือมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น เช่น การเพิ่มผลผลิตต่อคนต่อเวลา การเพิ่มผลผลิตของเครื่องจักร การเพิ่มผลผลิตที่เพิ่มมูลค่า การเพิ่มผลได้ต่อวัตถุดิบ การเพิ่มอัตราการทำงานของเครื่องจักร [11] [15]

V.II.II ประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน ด้านคุณภาพ (Quality: Q)

คุณภาพ เป็นการประเมินในเชิงปริมาณที่ใช้วัดผลลัพธ์ของการผลิตในเทอมของคุณภาพของสินค้าและกระบวนการ งานที่มีคุณภาพสูงนั้นผู้ผลิตและผู้ใช้จะได้รับประโยชน์ที่คุ้มค่า และมีความพึงพอใจในผลการทำงานที่มีความถูกต้องได้มาตรฐาน ส่งผลให้เกิดประโยชน์ต่อองค์กร และสร้างความพึงพอใจของผู้รับบริการ “คุณภาพต้องมาก่อน” [12][15]

V.II.III ประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน ด้านต้นทุน (Cost: C)

ต้นทุน เป็นกระบวนการในการควบคุมดูแลกระบวนการผลิตสินค้าหรือบริการที่มีคุณภาพดี ในขณะเดียวกันก็พยายามลดต้นทุนด้วย วิธีที่ดีที่สุดในการลดต้นทุนของหน้างานการผลิต คือ การขจัดความสูญเปล่าและการกำจัดการใช้ทรัพยากรส่วนเกิน องค์กรควรดำเนินกิจกรรม ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้สามารถช่วยลดต้นทุนของการดำเนินงานโดยรวมได้ [13][15]

V.II.IV ประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน ด้านการส่งมอบ (Delivery: D)

การส่งมอบ เป็นติดตามและควบคุมในการส่งมอบสินค้าหรือการให้บริการตามปริมาณที่ต้องการให้ทันเวลาและถูกต้องตามจำนวนสินค้าที่ต้องการ โดยจุดมุ่งหมายที่หลัก คือ บรรลุเป้าหมายด้านคุณภาพและต้นทุนของบริษัทจากการส่งมอบสินค้า [14] [15]

VI. วิธีการดำเนินการวิจัย

VI.I ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ พนักงานโรงงานผลิตทั้งหมดขององค์กรญี่ปุ่นแห่งหนึ่ง จำนวนทั้งสิน 50 คน (ข้อมูลจากฝ่ายทรัพยากรบุคคลขององค์กรญี่ปุ่นแห่งหนึ่ง ณ วันที่ 1 กันยายน 2563) [4]

VI.II การสร้างเครื่องมือและการทดสอบคุณภาพ

VI.II.I การสร้างเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในรวมข้อมูลการวิจัยเป็นแบบสอบถามเชิงปริมาณ โดยได้นำแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาสร้างเป็นแบบสอบถามโดยสามารถแบ่งเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ข้อคำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษาสูงสุด แผนก และตำแหน่งงานปัจจุบัน ซึ่งมีลักษณะคำถามเป็นแบบเลือกตอบ (Check List) จำนวน 5 ข้อ ส่วนที่ 2-4 มีลักษณะเป็นคำถามแบบปลายปิด (Close-Ended Response Question)ใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ ประกอบด้วย ส่วนที่ 2 ข้อคำถามเกี่ยวกับเครื่องมือการบริหารแบบญี่ปุ่น มีข้อคำถามทั้งสิ้น 20 ข้อ ส่วนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับการรับรู้การฝึกอบรม มีข้อคำถามทั้งสิ้น 9 ข้อ ส่วนที่ 4 แบบสอบถามเกี่ยวกับประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงาน มีข้อคำถามทั้งสิน 16 ข้อคำถาม

VI.II.II การทดสอบคุณภาพแบบสอบถาม

การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา(Validity) โดยผลการตรวจสอบค่าความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามในแต่ละด้านเป็นรายข้อโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ด้านเครื่องมือการบริหารแบบญี่ปุ่น 5ส การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม การขจัดความสูญเปล่า เท่ากับ1.000 ด้านการปรับอย่างต่อเนื่อง เท่ากับ 0.667 การฝึกอบรม เท่ากับ 0.889 ด้านประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงาน เท่ากับ 0.833 การทดสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม (Reliability) โดยทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาจำนวนทั้งหมด 30 ได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของ (Cronbach's Alpha Coefficient) ด้านเครื่องมือการบริหารแบบญี่ปุ่น 5ส เท่ากับ 0.967 การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม เท่ากับ 0.933 การขจัดความสูญเปล่า เท่ากับ 0.883 ด้านการปรับอย่างต่อเนื่องเท่ากับ 0.906 การฝึกอบรม เท่ากับ 0.881 ด้านประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงาน เท่ากับ 0.907

VI.III การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้ศึกษาได้ทำหนังสือเอกสารขออนุญาตจากสำนักงานบัณฑิตวิทยาลัยนำไปยื่นถึงผู้จัดการฝ่ายบุคคล ขออนุญาติและขอความอนุเคราะห์ให้เก็บข้อมูลกับพนักงานโรงงานผลิตขององค์กรแห่งหนึ่ง เพื่อทำการศึกษาและเก็บข้อมูลด้วยวิธีการแจกแบบสอบถามแบบกระดาษทั้งหมด 50 ชุดกับกลุ่มตัวอย่างภายในองค์กร เพื่อตอบแบบสอบและเก็บข้อมูล โดยใช้เวลาในการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 3 วัน หลังจากนั้นได้นำแบบสอบถามทั้งหมดจำนวน 50 ชุดที่ตอบกลับมาครบถ้วนสมบรูณ์ นำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติและสรุปผล

VI.IV สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันและการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่ายและเชิงพหุ

VII. ผลการวิจัย

VII.I ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

กลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามครั้งนี้ ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 28 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 56.00 อายุ 26-35 ปีมากที่สุด จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 70.00 รองลงมามีอายุ 36-45 ปี จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 18.00 ระดับการศึกษาสูงสุด คือ อนุปริญญา/ปวช./ปวส.คิดเป็นร้อยละ 68.00 รองลงมา คือ มัธยมศึกษาหรือต่ำกว่า จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 18.00 จำแนกตามแผนก ส่วนใหญ่ คือแผนกตรวจสอบคุณภาพและประกันคุณภาพคิดเป็นร้อยละ 44.00 รองลงมาแผนกผลิต คิดเป็นร้อยละ 36.00 และจำแนกตามตำแหน่งปัจจุบัน ส่วนใหญ่ปฏิบัติงานอยู่ในระดับปฏิบัติการ จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 58.00

VII.II การวิเคราะห์ข้อมูลและการทดสอบสมมติฐาน

การตรวจสอบข้อมูลตามข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติที่ใช้ ได้แก่ ตัวแปรที่ศึกษาทุกตัวที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ มีการแจกแจงแบบปกติ (Normality) [16]และการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันระหว่างตัวแปรอิสระเครื่องมือการบริหารแบบญี่ปุ่นและการฝึกอบรมทั้ง 5 ตัวแปร พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันเองเกินกว่า 0.9 ดังนั้นจึงไม่เกิดปัญหา Multicollinearity ในการคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์เข้าในสมการถดถอยเชิงพหุ ใช้วิธี Stepwise เพื่อหาตัวแปรทำนายที่ดีที่สุด

สมมติฐานการศึกษาที่ 1: เครื่องมือการบริหารแบบญี่ปุ่นส่งผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงาน

ตารางที่ I. ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงพหุของตัวแปรการรับรู้เครื่องมือการบริหารแบบญี่ปุ่นส่งผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงาน

ตัวแปรพยากรณ์	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	SE_b	β			Tolerance	VIF
(ค่าคงที่)	0.701	0.282		2.484	0.017**		
X_{14}	0.453	0.095	0.494	4.759	0.000**	0.429	2.330
X_{13}	0.392	0.091	0.449	4.325	0.000**	0.429	2.330
R = 0.884 R^2 = 0.782 SE_{est} = 0.301 F = 18.705							

หมายเหตุ : ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 1 เครื่องมือการบริหารแบบญี่ปุ่น ด้านการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง(X_{14}) และด้านการขจัดความสูญเปล่า(X_{13}) สามารถพยากรณ์ประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงานได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีอำนาจในการพยากรณ์ร้อยละ 78.2 มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงพหุของตัวพยากรณ์และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ ดังสมการที่ (1)

$$\hat{Y}_{ประสิทธิภาพ} = 0.453(X_{การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง}) + 0.392(X_{การขจัดความสูญเปล่า}) \quad (1)$$

สมมติฐานการศึกษาที่ 2 การรับรู้การฝึกอบรม ส่งผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงาน

ตารางที่ II. ตารางค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของตัวแปรการรับรู้การฝึกอบรม ส่งผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงาน

ตัวแปรพยากรณ์	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	SE_b	β		
(ค่าคงที่)	1.427	0.292		4.885	0.000**
$X_{การฝึกอบรม}$	0.703	0.070	0.823	10.038	0.000**
R = 0.823 R^2 = 0.677 SE_{est} = 0.363 F = 100.768					

หมายเหตุ : ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01, * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 ด้านการฝึกอบรม(X_{21}) มีความสัมพันธ์ทางบวกและสมารถร่วมกันพยากรณ์ประสิทธิภาพการปฏิบัติงานได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีอำนาจในการพยากรณ์ร้อยละ 67.70 มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงพหุของตัวพยากรณ์และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ ดังสมการที่ (2)

$$\hat{Y}_{ประสิทธิภาพ} = 1.427 + 0.703(X_{การฝึกอบรม}) \quad (2)$$

VIII. สรุปและอภิปรายผล

VIII.I. การรับรู้เครื่องมือการบริหารแบบญี่ปุ่นส่งผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงาน

จากผลการศึกษาพบว่า การรับรู้เครื่องมือการบริหารแบบญี่ปุ่น ด้านการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องและด้านการขจัดความสูญเปล่าส่งผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน สาเหตุเนื่องมาจากองค์กรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับด้านการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Kaizen) โดยการจัดทำป้ายอธิบายเนื้อหาและมีการจัดกิจกรรมKaizen ส่วนด้านการขจัดความสูญเปล่า พนักงานมีการจัดพื้นที่การปฏิบัติงานแต่ละกระบวนการอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกัน จึงทำให้การไหลของชิ้นงานเป็นไปได้อย่างสะดวกและสามารถปฏิบัติงานอย่างรวดเร็วและสามารถช่วยลดเวลาการทำงานได้มากขึ้นและพร้อมทั้งทำให้เพิ่มผลผลิตต่อวัน ลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นออกไปได้ สอดคล้องกับ นันทภรณ์ ภูจริพัฒน์ (2562) [17]ได้ศึกษาเรื่องการบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่นและกิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีบุคลากรฝ่ายปฏิบัติการของบริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน) พบว่า การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่น ด้านการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม ด้านมาตรฐานการปฏิบัติงาน และด้านการควบคุมด้วยสายตาส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงาน ด้านผลิตภาพ ด้านการผลิตสอดคล้องกับ ชมทิศา สมุทรกลิ่น (2560) [18]ศึกษาการบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่นที่ส่งผลต่อการบริหารคุณภาพและความพึงพอใจของลูกค้า กรณีศึกษา บริษัท ไทยซัมมิท ฮาร์เนส จำกัด(มหาชน) กล่าวว่า ปัจจัยการบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่น ได้แก่ กิจกรรมMUDA Kaizen มีความสัมพันธ์ต่อการบริหารคุณภาพโดยรวม ด้านคุณภาพ ด้านราคา ด้านการส่งมอบ และด้านการให้บริการ และสอดคล้องกับผดุงศักดิ์ บุญเกต; และบุญญาดา นาสมบรูณ์ (2559) [19] ศึกษาเรื่อง การบริหารแบบญี่ปุ่นและวัฒนธรรมการผลิตแบบญี่ปุ่น (Monodzukuri) ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานบริษัทญี่ปุ่นในนิคมอุตสาหกรรมอมตะนครจังหวัดชลบุรี พบว่า ความสัมพันธ์ของปัจจัยการบริหารแบบญี่ปุ่นด้านกิจกรรม 5ส ด้าน TPM ด้านMUDA มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการทำงานในทิศทางเดียวกัน

ส่วนด้านกิจกรรม 5สและด้านการบำรุงรักษาแบบทวีผลไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพ เนื่องมาจากภายในองค์กร มีการจัดทำป้ายนำเสนอข้อมูลและส่งเสริมให้พนักงานมีการทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานอย่างดี จึงส่งผลต่อการบำรุงรักษาเครื่องจักรเป็นอย่างดี

VIII.II. รับรู้การฝึกอบรมส่งผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงาน

จากผลการศึกษาพบว่า การรับรู้การฝึกอบรมส่งผลกับประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน ทั้งนี้เนื่องมาจากทางบริษัทมีการจัดรูปแบบการฝึกอบรมมีความชัดเจนในการอธิบายของหลักสูตรการฝึกอบรมแต่ละครั้งเป็นอย่างดีและส่งเสริมให้พนักงานมีการพัฒนาตนเองหรือผู้เข้าฝึกอบรมมีการสร้างเนื้อหาที่ใช้อบรมเข้าใจง่าย แล้วยังสามารถตรวจสอบและการประเมินหลังการฝึกอบรมด้วยการให้ผู้เข้าอบรมมีการกรอกแบบสอบถามหลังการฝึกอบรมทุกคน เพื่อวัดประเมินผลการฝึกอบรมในเนื้อหาและนำไปปรับปรุงหลักสูตรการฝึกอบรมครั้งต่อไป

สอดคล้องกับ สุภาวดี กะลาสี และ นารินี แสงสุข [20] ศึกษาการพัฒนาและการฝึกอบรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของบุคคลากร กรมชลประทาน พบว่า การพัฒนาและการฝึกอบรมส่งผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานของบุคลากรอยู่ในระดับมากที่สุด

IX. ข้อเสนอแนะงานวิจัย

ด้านเครื่องมือการบริหารแบบญี่ปุ่นประกอบด้วย ด้านกิจกรรม 5ส ด้านการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม พนักงานมีความรู้หรือการปฏิบัติน้อย ดังนั้นฝ่ายบุคคลควรจัดการฝึกอบรมหลักสูตร 5ส และการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องให้กับพนักงานฝ่ายผลิตทุกคน เพื่อให้พนักงานมีความรู้ความเข้าใจ นำความรู้ที่ได้ไปปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนด้านการขจัดความสูญเปล่าและการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง พนักงานมีความรู้ความเข้าใจอยู่ในระดับมาก ดังนั้นฝ่ายบุคคลควรจัดฝึกอบรม ให้ความรู้กับพนักงาน เพื่อให้พนักงานมีความรู้ในระดับมากที่สุด

ด้านการฝึกอบรม พนักงานมีความคิดเห็นว่าด้านเนื้อหาหลักสูตรการฝึกอบรมยังไม่เหมาะสม ดังนั้นฝ่ายบุคคลต้องสำรวจความต้องการหัวข้อที่ต้องการพัฒนาของพนักงาน พร้อมทั้งเรียนเชิญวิทยากรผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญในหัวข้อนั้นมาอบรมให้ความรู้กับพนักงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและบรรลุวัตถุประสงค์ สร้างผลกำไรของธุรกิจลดต้นทุนการผลิตสินค้า

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ด้านพนักงานขององค์กร การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ในสายงานผลิตของอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีขนาดธุรกิจขนาดเล็ก ดังนั้นผู้ที่สนใจควรทำการศึกษาธุรกิจอุตสาหกรรมอื่น เช่น ธุรกิจอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ธุรกิจอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องอุปโภคบริโภค ธุรกิจอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนเครื่องบิน ธุรกิจอุตสาหกรรมการผลิตปิโตรเคมี เป็นต้น เนื่องจากมีวัฒนธรรมหรือการจัดการที่แตกต่างกัน

2. ด้านตัวแปร การศึกษาครั้งนี้ศึกษาการรับรู้เครื่องมือการบริหารแบบญี่ปุ่น ด้านกิจกรรม 5ส. ด้านการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม ด้านการขจัดความสูญเปล่า การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งนอกจากตัวแปรดังกล่าว ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาปัจจัยการบริหารความปลอดภัยในการทำงานของพนักงาน เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์ ครอบครัว มิตรสหาย ที่มีส่วนช่วยเหลือให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบพระคุณคณะผู้บริหาร ผู้ประสานงานและพนักงานของบริษัทญี่ปุ่นแห่งหนึ่งที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถามทุกท่าน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการเก็บข้อมูลงานสารนิพนธ์ครั้งนี้ และหวังว่าจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าให้กับผู้ที่มีความสนใจต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. (30 พฤศจิกายน 2563). แผนพัฒนาอุตสาหกรรม : กรมอุตสาหกรรม [Online]. แหล่งที่มา: http://www.oie.go.th/assets/portals/1/fileups/2/files/Industrial%20Master%20Plan/National_Industrial_Development_Master_Plan.pdf/ อุตสาหกรรมยานยนต์

[2] Worley. & Doolen,T.L. (2006). The role of communication and management support in a lean manufacturing implementation. Management Decision,44(2), 228-245.

[3] พงศ์ หรดาล, “การวางแผนการฝึกอบรมและการพัฒนาบุคลากร,” กรุงเทพฯ, 2539, หน้า 12-14.

[4] องค์กรญี่ปุ่นแห่งหนึ่ง. ข้อมูลฝ่ายบุคคล องค์กรญี่ปุ่นแห่งหนึ่ง 1 กันยายน 2563

[5] Masaaki Imai, “GEMBA KAIZEN: A commonsense approach to a continuous improvement strategy,” 2nd ed. New York, USA: McGraw Hill, 2012, pp. 1-79.

[6] นาคาโนะ คินจิโร, “Zero Loss ด้วย TPM ฉบับเข้าใจง่าย,” (พิมพ์ครั้งที่ 2) กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), 2550, หน้า 33-35

[7] ซูซุกิ โตกุทาโร, “การดำเนินกิจกรรม TPM เพื่อการปฏิรูปการผลิต ฉบับอุตสาหกรรมกระบวนการ,” (พิมพ์ครั้งที่ 2), กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 2550, หน้า 11-28

[8] ซูซุกิ โตกุทาโร, “การดำเนินกิจกรรม TPM เพื่อการปฏิรูปการผลิต ฉบับอุตสาหกรรมกระบวนการ,” (พิมพ์ครั้งที่ 2), กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 2550, หน้า 29-32.

[9] มาซาอะกิ อิมาอิ, “ไคเซ็น การปรับปรุงอย่างต่อเนื่องไม่หยุดหยั่ง,” (พิมพ์ครั้งที่ 3) กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ดอกหญ้า, ธันวาคม 2537, หน้า 2-7

[10] สุชาวดี เวชกามา, “ความต้องการฝึกอบรมของพนักงาน กรณีศึกษา บริษัท ธรรมรักษ์ ออโต้พาร์ท จำกัด,” สาขาการจัดการ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยรามคำแหง,2562

[11] บรรจง จันทมาศ, “การบริหารงานคุณภาพและเพิ่มผลผลิต,” (พิมพ์ครั้งที่ 2), กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 2547, หน้า 1-2

[12] ซูซุกิ โตกุทาโร, “การดำเนินกิจกรรม TPM เพื่อการปฏิรูปการผลิต ฉบับอุตสาหกรรมกระบวนการ,” (พิมพ์ครั้งที่ 2), กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 2550, หน้า 56

[13] มาซาอะกิ อิมาอิ, “ไคเซ็น การปรับปรุงอย่างต่อเนื่องไม่หยุดหยั่ง,” (พิมพ์ครั้งที่ 3) กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ดอกหญ้า, ธันวาคม 2537, หน้า 44

[14] มาซาอะกิ อิมาอิ, “ไคเซ็น การปรับปรุงอย่างต่อเนื่องไม่หยุดหยั่ง,” (พิมพ์ครั้งที่ 3) กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ดอกหญ้า, ธันวาคม 2537, หน้า 48

[15] วรีพจน์ ลือประสิทธิกุล “TQM living handbook: an executive summary” (พิมพ์ครั้งที่ 2) กรุงเทพฯ: บีพีอาร์แอนด์ทีคิวอีมคอนซัลแทนท์, 2541,

[16] กัลยา วานิชย์บัญชา, “การวิเคราะห์สถิติ: สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย,” กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรมหาวิทยาลัย, 2550

[17] นันทภรณ์ ภูจริพัฒน์, “การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่นและกิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี,” วิทยานิพนธ์ บธ.ม. (การบริหารธุรกิจญี่ปุ่น), บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, กรุงเทพฯ, 2562.

[18] ชมทิศา สมุทรกลิน และ บุญญาดา นาสมบูรณ์, “การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่นที่ส่งผลต่อการบริหารคุณภาพและความพึงพอใจของลูกค้า กรณีศึกษาบริษัทไทยซัมมิทฮาร์เนส จำกัด (มหาชน),” เอกสารงานสัมมนาวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 5, ปทุมธานี: คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2561, หน้า 260-273.

[19] ผดุงศักดิ์ บุญเกตุ และ บุญญาดา นาสมบูรณ์, “การบริหารแบบญี่ปุ่น และวัฒนธรรมการผลิตแบบญี่ปุ่น (Monodzukuri) ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพกาทำงานบริษัทญี่ปุ่นในนิคมอุตสาหกรรม,” เอกสารงานสัมมนาวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ ๙, ชลบุรี: วิทยาลัยพาณิชยศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2560, หน้า 1394-1406.

[20] สุภาวดี กะลาสี และ นารินี แสงสุข, “การพัฒนาและฝึกอบรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของบุคลากร กรมชลประทาน,” หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาการจัดการ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2562.

การศึกษาผลสัมฤทธิ์การจัดกิจกรรมเสริมการเรียนตามหลักโมโนซุคุริ -TNI core values กรณีศึกษานักศึกษาสาขาการจัดการทรัพยากรมนุษย์แบบญี่ปุ่น คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

Study of activity achievement Support learning based on Monosukuri-TNI core values : A case study of Japanese human resource management students Faculty of Business Administration Thai Institute of Technology

1st เอิบ พงบุหงอ
สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรมนุษย์แบบญี่ปุ่น
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
กรุงเทพมหานคร
oeb@tni.ac.th

2nd จริยาภรณ์ ศรีสังวาลย์
สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรมนุษย์แบบญี่ปุ่น
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
กรุงเทพมหานคร
chariyaporn@tni.ac.th

3rd สุชีรา นวลทอง
สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรมนุษย์แบบญี่ปุ่น
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
กรุงเทพมหานคร
sucheera@tni.ac.th

4th ชาติชาญ โพธิ์พาด
สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรมนุษย์แบบญี่ปุ่น
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
กรุงเทพมหานคร
chartchan@tni.ac.th

5th รุจารินทร์ จิตต์แก้ว
ผู้ช่วยนักวิจัย คณะบริหารธุรกิจ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
กรุงเทพมหานคร
rujarin@tni.ac.th

6th Keiki Kameshima
อาจารย์ประจำ คณะบริหารธุรกิจ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
กรุงเทพมหานคร
kamekei@live.j

7th Sozo Yamamoto
อาจารย์ประจำ คณะบริหารธุรกิจ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
กรุงเทพมหานคร
sozo.yamamoto@jtecs.or.jp

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์การจัดกิจกรรมเสริมการเรียนตามหลักโมโนซุคุริ และ TNI core values สาขาการจัดการทรัพยากรมนุษย์แบบญี่ปุ่น ทุกชั้นปี สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น กลุ่มเป้าหมายคือ นักศึกษาสาขาการจัดการทรัพยากรมนุษย์แบบญี่ปุ่น รวม 119 คนสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เครื่องมือที่ใช้คือแบบสอบถาม

ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยเจตคติต่อการจัดกิจกรรมเสริมการเรียนโดยรวมมีค่าเฉลี่ย 3.78 ประเด็นที่มีคะแนนสูงสุดคือ กิจกรรมทำให้มีความรับผิดชอบต่องานสูง มีค่าเฉลี่ย 4.07 รองลงมา คือ กิจกรรมทำให้เกิดการพัฒนาสู่ “เก่งทฤษฎี เก่งปฏิบัติ” มีค่าเฉลี่ย 4.04, ปัจจัยด้านประโยชน์จากการเข้าร่วมกิจกรรมโดยรวม มีค่าเฉลี่ย 3.92 ประเด็นที่มีคะแนนสูงสุด คือ ทำให้มั่นใจสู่เส้นทางอาชีพ “งานบริหารจัดการทรัพยากรมนุษย์” มีค่าเฉลี่ย 4.03 รองลงมา คือ ทำให้ได้รับความรู้และเกิดความเข้าใจด้านการจัดการทรัพยากรมนุษย์แบบญี่ปุ่น มีค่าเฉลี่ย 4.00, ภาพรวมคะแนนเพศที่แตกต่างกัน มีความพึงพอใจผลสัมฤทธิ์ในการเรียนตามหลักโมโนซุคุริและTNI core values ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อจัดกิจกรรมส่งเสริมการเรียน, ด้านผู้สอนที่จัดกิจกรรมเสริมการเรียน และด้านประโยชน์จากการเข้าร่วมกิจกรรมเสริมการเรียนไม่แตกต่างกัน, ภาพรวมคะแนนชั้นปีที่แตกต่าง ต่อความพึงพอใจผลสัมฤทธิ์ในการเรียนตามหลักโมโนซุคุริและ TNI core values ทั้ง 3 ด้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05, การเข้าร่วมกิจกรรมเสริมการเรียนที่หลักสูตรจัดขึ้นที่แตกต่างกัน มีความพึงพอใจผลสัมฤทธิ์ในการเรียนตามหลักโมโนซุคุริและTNI core values ทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.92, S.D = 0.56)

คำสำคัญ: ผลสัมฤทธิ์, กิจกรรมเสริมการเรียน, โมโนซุคุริ, TNI core values

ABSTRACT

The purpose of this research is to study learning supported activity achievement based on the principles of Monodzukuri and TNI core values. Target samplings are all academic years of current students of Japanese human resources management, Faculty of Business Administration, Thai – Nichi Institute of Technology. The selected tool for this research is quantitative method, using an instrument of online questionnaire, a total of 119 set of questionnaires were collected. The statistical data analytics used within this research are: frequency, percentage, mean and standard deviation.

The research findings are: 1) factor of attitude towards organized activities for learning enhancement, an overall average of 3.78. activity with high job responsibilities has a highest average score of 4.07, followed by activity which leads to "good theory, good practice" an average of 4.04. 2) factor of overall benefit by activity participation, an overall average of 3.92. benefit of ensuring career path of "human resource management" has a highest average score of 4.03, followed by understanding the Japanese style of human resources management an average of 4.00. all genders are satisfied with the Achievement of study course led by principles of Monodzukuri and the TNI core values of all 3 aspects: 1. students' attitude towards organized activities in learning support, lecturers whose organized learning support activities and 3. benefits gained from learning support activities. While differences in year of study towards principles of Monodzukuri and the TNI core values reflected in a significant statistical differ score of 0.05. participating in different organized educational learning support activities, reflected score to the achievement according to Monodzukuri principles and the TNI core values in all 3 aspects are at the high level, ($\bar{X}$ = 3.92, S.D = 0.56).

Keywords: achievement, learning activities, Monodzukuri, TNI core values

I. บทนำ

หลักสูตรการจัดการทรัพยากรมนุษย์แบบญี่ปุ่น สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น มีการเรียนการสอนตามแนวคิด Monozukuri รวมทั้งการสอดแทรก TNI Core Values เพื่อปลุกฝังความรู้ ทักษะ ทัศนคติ และความสามารถ ผ่านกิจกรรมและโครงการต่างๆ โดยนักศึกษามีทั้งบทบาทผู้เข้าร่วมและเป็นผู้บริหารกิจกรรมเอง ผ่านการบูรณาการรหว่างการเรียนการสอนและบริการวิชาการ โดยทุกกิจกรรมจะมีการวัดผลสัมฤทธิ์ในหลายรูปแบบ ไม่ว่าผ่านการสอบกลางภาค สอบปลายภาค หรือการประเมินผลความพึงพอใจในการเข้าร่วมโครงการ

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงเป็นกระบวนการวัดความสามารถหรือผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอน ที่จะแสดงออกถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย โดยจะจำแนกไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน[1] ความสามารถของผู้เรียนเกิดจากผู้เรียนได้รับประสบการณ์จากกระบวนการเรียนการสอนของอาจารย์ โดยอาจารย์ต้องศึกษาแนวทางในการวัดและประเมินผล การสร้างเครื่องมือวัดให้มีคุณภาพ โดยพิจารณาจากการจัดกิจกรรมต่างๆ เพื่อส่งเสริมคุณภาพให้กับผู้เรียนตามหลักโมโนซุริ เป็นวิธีการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้นำความรู้จริง วิธีการปฏิบัติจริง ที่ได้จากการศึกษานำมาประยุกต์ใช้กับสถานที่จริง สถานการณ์จริง และเครื่องมือจริง ซึ่งจะส่งผลต่ออัตลักษณ์ของหลักสูตร "เก่งงาน เก่งคิด เก่งคน ครบศาสตร์บริหารงานบุคคล ตามจริยธรรมวิถีไทย-ญี่ปุ่น รวมทั้งจุดประสงค์ของรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและความพึงพอใจ และมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ โดยพฤติกรรมที่ต้องการประเมินผู้เรียนประกอบด้วย ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ เป็นการวัดความสามารถในการแยกแยะหรือแจกแจง ด้านการสังเคราะห์ และด้านการวัดและประเมินค่า

ดังนั้นผู้ทำวิจัยจึงประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาสาขาการจัดการทรัพยากรมนุษย์แบบญี่ปุ่น คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ต่อการจัดกิจกรรมเสริมการเรียนตามหลักโมโนซุคุริ และ TNI core values โดยรวบรวมจาก 3 ด้านได้แก่ ด้านเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อการจัดกิจกรรมเสริมการเรียน ด้านผู้สอนที่จัดกิจกรรมเสริมการเรียน และ ด้านประโยชน์จากการเข้าร่วมและบริหารกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ เพื่อที่จะนำมาวิเคราะห์และนำไปเป็นแนวทางในการแก้ไขจุดบกพร่องและปรับปรุงกิจกรรมเสริมการเรียนตามหลักโมโนซุคุริเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

II. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์การจัดกิจกรรมเสริมการเรียนตามหลักโมโนซุคุริ และ TNI core values ของนักศึกษาสาขาการจัดการทรัพยากรมนุษย์แบบญี่ปุ่น คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

III. สมมุติฐานของการวิจัย

นักศึกษาสาขาการจัดการทรัพยากรมนุษย์แบบญี่ปุ่น คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น มีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมเสริมการเรียนตามหลักโมโนซุคุริและ TNI core values อยู่ในระดับมาก

ปัจจัยส่วนบุคคลที่แตกต่างกัน มีความพึงพอใจผลสัมฤทธิ์ในการเรียนตามหลักโมโนซุคุริ ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อจัดกิจกรรมส่งเสริมการเรียน, ด้านผู้สอนที่จัดกิจกรรมเสริมการเรียน และด้านประโยชน์จากการเข้าร่วมกิจกรรมเสริมการเรียนแตกต่างกัน

เพศที่แตกต่างกัน มีความพึงพอใจผลสัมฤทธิ์ในการเรียนตามหลักโมโนซุคุริ ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อจัดกิจกรรมส่งเสริมการเรียน, ด้านผู้สอนที่จัดกิจกรรมเสริมการเรียน และด้านประโยชน์จากการเข้าร่วมกิจกรรมเสริมการเรียนแตกต่างกัน

ชั้นปีที่แตกต่างกัน มีความพึงพอใจผลสัมฤทธิ์ในการเรียนตามหลักโมโนซุคุริ ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อจัดกิจกรรมส่งเสริมการเรียน, ด้านผู้สอนที่จัดกิจกรรมเสริมการเรียน และด้านประโยชน์จากการเข้าร่วมกิจกรรมเสริมการเรียนแตกต่างกัน

IV. ขอบเขตของการวิจัย

IV. I. เนื้อหาของการวิจัย

แบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมเสริมการเรียนตามหลักโมโนซุคุริ และ TNI core values ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อการจัดกิจกรรมเสริมการเรียน ด้านผู้สอนที่จัดกิจกรรมเสริมการเรียน และด้านประโยชน์จากการเข้าร่วมกิจกรรมเสริมการเรียนรู้

IV. I. I. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาสาขาการจัดการทรัพยากรมนุษย์แบบญี่ปุ่น คณะบริหารธุรกิจ ทุกชั้นปี สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น จำนวน 119 คน

V. นิยามศัพท์เฉพาะ

นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาสาขาการจัดการทรัพยากรมนุษย์แบบญี่ปุ่น คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น 119 คนที่ตอบแบบสอบถาม

กิจกรรมเสริมการเรียน หมายถึง กิจกรรมที่ผู้สอนจัดขึ้นหรือดูแลตามหลักโมโนซุคุริ และ TNI core value เพื่อพัฒนาองค์ความรู้และเสริมประสบการณ์ให้กับนักศึกษาที่เข้าร่วมกิจกรรม เช่น กิจกรรม “สานสัมพันธ์พี่น้องHRJ” กิจกรรม “สมัครงานอย่างไรให้ได้งาน” กิจกรรม ประกวด Super MC กิจกรรม Train to the trainer และกิจกรรม Excel for HR

ผู้สอน หมายถึง อาจารย์คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่มีส่วนรับผิดชอบและสนับสนุนนักศึกษาในการจัดกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ รวมถึงการประเมินผล

ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดี ความประทับใจ ความพอใจ **[3]** หรือความพึงพอใจของนักศึกษาสาขาการจัดการทรัพยากรมนุษย์แบบญี่ปุ่น คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ต่อการจัดกิจกรรมเสริมการเรียนตามหลักโมโนซุคุริ **และ** TNI core values

คะแนนความพึงพอใจ หมายถึง คะแนนที่ใช้ในการวัดทัศนคติที่นักศึกษามีต่อแต่ละหัวข้อที่ถามในแบบสอบถาม โดยอ้างอิงจากทฤษฎีมาตรวัดของลิเคอร์ท (Likert Scale) [4]โดยไล่จาก 5 คะแนนลงไปถึง 1 คะแนน เกณฑ์การให้ ประกอบด้วย 5 คือระดับมากที่สุด 4 คือ ระดับมาก 3 คือระดับ ปานกลาง 2 คือระดับน้อย และ 1 คือระดับน้อยที่สุด

การแปลผลเกณฑ์การประเมิน

4.21-5.00 คือ มากที่สุด

3.41-4.20 คือ มาก

2.61-3.40 คือปานกลาง

1.81-2.60 คือน้อย

1.00-1.80 คือน้อยที่สุด

สำหรับคำถามที่แสดงทัศนคติทางบวก ถ้ารวมคะแนนทั้งหมดของผู้ตอบ ถ้าได้คะแนนมากแสดงว่าผู้ตอบมีทัศนคติที่ดีต่อสิ่งนั้นมาก ในทางตรงข้าม ถ้าได้คะแนนน้อยแสดงว่าผู้ตอบมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้น ส่วนคำถามที่แสดงทัศนคติทางลบ ถ้ารวมคะแนนทั้งหมดของผู้ตอบได้คะแนนมาก แสดงว่าผู้ตอบมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้นมาก ในทางตรงข้าม ถ้าได้คะแนนน้อยแสดงว่าผู้ตอบมีทัศนคติที่ดีต่อสิ่งนั้นมาก

โมโนซุคุริ (Monodzukuri) มาจากคำสองคำคือ “mono(โมโน) และ “tsukuri” เป็นคำว่า “Monodzukuri” โดยคำว่า “โมโน” หมายถึง วัตถุหรือสิ่งของ ซึ่งไม่ได้หมายถึงสิ่งของที่จับต้องได้อย่างเดียว แต่ยังรวมถึง “การใช้ความคิด” ส่วนคำว่า “ทสึคุริ” ความหมายทั่วไปคือ การ “ทำหรือผลิต” สิ่งของซึ่งเป็นกระบวนการทางกายภาพ นั่นคือ “โมโนซุคุริ” หมายถึง การนำเรื่องทางด้านซอฟต์ที่คิดอยู่ในสมองมาทำให้เป็นสิ่งของที่เป็นทางด้านฮาร์ด[2]

TNI Core Values ค่านิยม 6 ประการ ของ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น TNI Core Values "KM HR HoP" [13]

1. Kaizen พัฒนาอย่างต่อเนื่อง
2. Monodzukuri มุ่งมั่น สร้างสรรค์ พัฒนาอย่างมีคุณภาพ
3. Hansei ยอมรับและเรียนรู้จากความผิดพลาดของตนเอง
4. Respect ให้เกียรติผู้อื่นและตนเอง
5. Honest มีความซื่อสัตย์สุจริ
6. Public interest คำนึงถึงประโยชน์ส่วนรวม

VI. ตัวแปรในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ มีตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยดังต่อไปนี้

VI. I. ตัวแปรอิสระ

ตัวแปรได้แก่ สภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ ชั้นปี การเข้าร่วมกิจกรรมเสริมการเรียนที่หลักสูตรจัดขึ้นบ่อยแค่ไหน กิจกรรมที่นักศึกษาเคยเข้าร่วมสัมมนาและหรือบริหารโครงการ กิจกรรมที่นักศึกษาชื่นชอบมากที่สุด 3 อันดับ

VI. I. I. ตัวแปรตาม

ตัวแปรได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนตามหลักโมโนซุคุริ และตามแนวคิด TNI core values ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อจัดกิจกรรมส่งเสริมการเรียน, ด้านการประเมินผลการเรียน ด้านกิจกรรมสนับสนุนการเรียน ด้านผู้สอนที่จัดกิจกรรมเสริมการเรียน และด้านประโยชน์จากการเข้าร่วมกิจกรรมเสริมการเรียน

VII. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

VII. I. แนวความคิดด้านผลสัมฤทธิ์

วันวิสา แย้มกระจ่าง [3] ได้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าการจัดการเรียนรู้แบบภาคสนาม ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.30/83.52 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบภาคสนามหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รวมทั้งนักศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบภาคสนาม โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

VII. I. I. ทฤษฎีความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในการบริการ เมื่อบุคคลมีความพึงพอใจในการปฏิบัติกิจกรรมแล้ว ย่อมทำให้มีกำลังใจจะปฏิบัติกิจกรรมด้วยความตั้งใจ มุ่งหวังผลให้ได้ตามวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ อำรุง เหมรา[7]ได้สรุปความสำคัญของความพึงพอใจ คือ . ความพึงพอใจก่อให้เกิดความร่วมมือร่วมใจในการปฏิบัติเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของหน่วยงานเสริมสร้างให้บุคคลมีความเข้าใจอันดีต่อกันและต่อหน่วยงานเสริมสร้างความซื่อสัตย์ ความจงรักภักดีต่อหน่วยงาน ช่วยเกื้อหนุนให้มีกฎเกณฑ์ ระเบียบข้อบังคับ สามารถใช้บังคับควบคุมความประพฤติของบุคคลให้อยู่ในระเบียบวินัยอันดีก่อให้เกิดความสามัคคีในหมู่คณะ และมีการรวมพลังเพื่อขจัดปัญหาในองค์กรร่วมกันก่อให้เกิด

ความเชื่อมั่นในหน่วยงานที่ปฏิบัติ ช่วยเกื้อหนุนให้บุคคลเกิดความคิดสร้างสรรค์ในกิจกรรมต่างๆ

สรุปได้ว่า องค์ประกอบที่ทำให้เกิดความพึงพอใจในการทำงาน ได้แก่ ลักษณะงานที่ทำ ความก้าวหน้า ความท้าทาย และปัจจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของงาน ได้แก่ การบริหารงาน การนิเทศงาน การส่งเสริม การติดต่อสื่อสาร สภาพการทำงาน กลุ่มงาน และค่าจ้าง การวัดความพึงพอใจโดยวิธีการสัมภาษณ์ นับว่าเป็นวิธีการที่ประหยัดและมีประสิทธิภาพมากวิธีหนึ่ง[3]

ประโยชน์ที่ได้จากการวัดความพึงพอใจ ทำให้ทราบถึงเรื่องต่างๆ ที่สำคัญคือ ทราบถึงความรู้ความเข้าใจของนักศึกษามากยิ่งขึ้นความคาดหวังของนักศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพที่ต้องการความต้องการของนักศึกษาต้องการได้รับ เพิ่มเติมจากที่มีอยู่เดิมความแตกต่างระหว่างคุณลักษณะและคุณสมบัติของสินค้าและบริการที่นักศึกษาต้องการได้รับจริงความแตกต่างระหว่างคุณภาพของสินค้าและบริการที่นักศึกษาได้รับจริง ความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับปัญหาและอุปสรรคที่สำคัญและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงคุณภาพของบริการให้สอดคล้องกับความต้องการของนักศึกษา

จากการวัดความพึงพอใจของผู้ใช้บริการสามารถนำมาใช้ปรับปรุงการผลิตการจำหน่ายและการให้บริการให้มีประสิทธิผลและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น[8]

VII. I. I. I. แนวความคิดของหลักโมโนซุคุริ

คำว่า"โมโนซูคูริ" เป็นการคิดและทำงานอย่างเป็นระบบแบบญี่ปุ่น ทำให้ได้สินค้าและบริการถึงมือลูกค้าอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด มีการพัฒนาคุณภาพสินค้าและบริการอยู่เสมอ จนนำมาซึ่งความสำเร็จ เป็นวัฒนธรรมวิถีญี่ปุ่นอย่างแท้จริง นับเป็นวัฒนธรรมการบริหารจัดการวิถีตะวันออกตามแบบของญี่ปุ่นโดยตรง ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้ ถือเป็นสิ่งที่เป็นความภาคภูมิใจของชาติและเป็นลักษณะเฉพาะเชิงจิตวิญญาณ เป็นแบบของการเป็นผู้ชำนาญการแบบช่างฝีมือแบบญี่ปุ่น ที่ทำให้ญี่ปุ่นมีความสามารถสูงในการดำเนินการและการผลิตเชิงอุตสาหกรรมสมัยใหม่ องค์กรมีความแข็งแกร่ง สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างแท้จริง ในขณะที่ผู้ผลิตก็ผลิตด้วยจิตวิญญาณของความเป็นผู้ชำนาญการฝีมือแบบวิถีญี่ปุ่นโดยเฉพาะ ทำให้บริษัทใหญ่ ๆ ของญี่ปุ่นมีเอกลักษณ์และวัฒนธรรมการบริหารจัดการแบบของตนเอง และประสบความสำเร็จอย่างกว้างขวาง[9]

บุคลากรด้านโมโนซุคุริคืออะไร[2]

โมโนซุคุริเป็นกระบวนการทั้งหมดในการถ่ายทอดข้อมูบการออกแบบไปยังตัวกลางหรือวัสดุที่ใช้ในการผลิต บุคลากรด้านโมโนซุคุริ จึงเป็นทรัพยากรบุคคลที่ทำงานอยู่ในกระบวนการเหล่านี้ทั้งหมด กล่าวได้ว่า คนที่อยู่ในกระบวนการการตั้งแต่การออกแบบไปจนถึงคนที่ทำหน้าที่การตลาดและการขาย คือบุคลากรด้านโมโนซุคุรินั่นเอง

ตารางที่ 1: เงื่อนไขจำเป็นสำหรับบุคลากรด้านโมโนซุคุริ

	คีย์เวิร์ด	ความหมาย
หัวใจ (ความตระหนัก)	จิตสำนึกด้านไคเซ็น	ไม่พอใจในสภาพปัจจุบันและมีความกระตือรือร้นที่จะปรับปรุงให้ดีขึ้นอยู่ตลอดเวลา
ทักษะ (การปฏิบัติงาน)	เทคนิคและทักษะขั้นสูง	มีเทคนิคและทักษะฝีมือระดับสูง และใช้ประโยชน์ในการปฏิบัติงาน
ร่างกาย (บทบาทหน้าที่)	ความสามารถในการแก้ปัญหา	สร้างการมีส่วนร่วมของผู้ปฏิบัติงาน ในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นที่หน้างาน

ทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับบุคลากรด้านโมโนซุคุริ

1. ทักษะด้านความคิด (Conceptual Skill)

เป็นทักษะในการในการจับประเด็นของเหตุการณ์โดยรอบทั้งเชิงโครงสร้างและเชิงแนวความคิด นั่นคือ เป็นความสามารถในการเข้าใจเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัว เปรียบเทียบคุณสมบัติทั้งสามคือ “หัวใจ ทักษะ ร่างกาย” จะตรงกับคำว่า “ร่างกาย”

2. ทักษะด้านมนุษย์ (Human Skill)

เป็นความสามารถในการสังเกตและวิเคราะห์คำพูดของผู้ที่สนทนาด้วยแล้วสามารถโต้ตอบโดยใช้คำพูดหรือการสื่อสารที่เหมาะสม นั่นคือ เป็นทักษะในการบริหารความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล โดยการคบหาและทำงานร่วมกับผู้อื่น จำเป็นต้องมีความเข้าใจความรู้สึกของอีกฝ่ายหนึ่งด้วย จึงจะทำให้การสื่อสารระหว่างกันเป็นไปอย่างราบรื่น เปรียบเทียบคุณสมบัติทั้งสามคือ “หัวใจ ทักษะ ร่างกาย” จะตรงกับคำว่า “หัวใจ”

3. ทักษะด้านการทำงาน (Technical Skill)

เป็นทักษะความชำนาญเฉพาะด้านที่จำเป็นต่อการทำงานให้บรรลุ นั่นคือ เป็นความรู้ความสามารถที่จำเป็นสำหรับการปฏิบัติงานในหน้าที่นั้นๆ เปรียบเทียบคุณสมบัติทั้งสามคือ “หัวใจ ทักษะ ร่างกาย” จะตรงกับคำว่า “ทักษะ”

ความจำเป็นของทักษะทั้งสามนี้สำหรับบุคลากรแต่ละระดับ อาจกล่าวได้ว่า ทักษะด้านความคิดมีความจำเป็นสูงขึ้นตามตำแหน่งงานที่สูงขึ้น

ทักษะที่สำคัญมากที่สุดคือ ทักษะด้านมนุษย์มีความสำคัญมากที่สุด เพราะถึงแม้จะพัฒนาทักษะด้านความคิดและทักษะด้านการทำงานให้สูงขึ้นแค่ไหน ถ้าไม่มีทักษะด้านมนุษย์ในระดับสูงด้วยย่อมทำให้ประสบปัญหาอย่างแน่นอน สิ่งสำคัญที่สุดคือ ความสามารถด้านการบริหารจัดการคนนั่นเอง

VII. I. I. I. I. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สมหมาย เปียถนอม[10] ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความพึงพอใจของนักศึกษาในการได้รับบริการจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม โดยผลการวิจัยพบว่า 1) การบริการด้านวิชาการ ระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 3.24 2) การบริการด้านกิจการนักศึกษา ระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 3.28 และการบริการด้านอาคารสถานที่ ระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 3.02 สมชาย บุญสุ่น[11] ได้ทำเรื่อง ความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่ง

ผลการวิจัยพบว่า ด้านกิจกรรมส่งเสริมการเรียน นิสิตให้ความพึงพอใจต่อผู้สอนในการที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการเรียนการสอนที่มีความน่าสนใจ ชักจูงใจให้นิสิตมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้และเข้าร่วมกิจกรรม และมีแนวทางสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ควรพิจารณาความเหมาะสมด้านเวลา และ ศิริพงษ์ จรัสโรจนกุล[12] ได้ทำการวิจัยเรื่อง ศึกษาความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนที่มีต่อการจัดการศึกษาของโรงเรียนเซนต์หลุยส์ ฉะเชิงเทรา ผลการวิจัยพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนที่มีต่อการจัดการศึกษาของโรงเรียนเซนต์หลุยส์ จำนวน 306 คน แสดงความพึงพอใจของผู้ปกครองต่องานฝ่ายกิจการนักศึกษา โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ได้ค่าเฉลี่ย 3.64 ประกอบด้วย 1) การมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมวันสำคัญทางศาสนา มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.98 2) การจัดกิจกรรมส่งเสริมประชาธิปไตยให้กับนักเรียน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.92 และ 3) การดูแลนักศึกษาเรื่อง การรักษาความสะอาดระเบียบวินัย ของครูประจำชั้นเรีน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.78 และลักคณา มหันต์ และประสาท เนื่องเฉลิม[14] ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหา และพฤติกรรมเชิงจริยธรรม ด้านความรับผิดชอบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ผลการวิจัยพบว่าวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหา พฤติกรรมเชิงจริยธรรมด้านความรับผิดชอบ คิดเป็นร้อยละ 62.31, 69.23, 77.95 ตามลำดับ และวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหา พฤติกรรมเชิงจริยธรรมด้านความรับผิดชอบ คิดเป็นร้อยละ 83.33, 84.42, 93.91 ตามลำดับ

VIII. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือแบบสอบถามออนไลน์ เพื่อประเมินการศึกษาวิจัยเรื่อง ผลสัมฤทธิ์การจัดกิจกรรมเสริมการเรียนตามหลักโมโนซุคุริ -TNI core value กรณีศึกษานักศึกษาสาขาการจัดการทรัพยากรมนุษย์แบบญี่ปุ่น ทุกชั้นปี คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น โดยนักศึกษาสามารถตอบแบบสอบถามตามมาตราส่วน (Rating Scale) 5 ระดับ คือ 1.ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง 2.ไม่เห็นด้วย 3.ไม่แน่ใจ 4.เห็นด้วย 5. เห็นด้วยอย่างยิ่ง ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ส่วนคำถามต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของนักศึกษา มี 3 ข้อ 1) เพศ 2) นักศึกษาเข้าร่วมกิจกรรมเสริมการเรียนที่หลักสูตรจัดขึ้นบ่อยครั้งแค่ไหน 3) กิจกรรมใดบ้างที่นักศึกษาเข้าร่วม (ตอบได้หลายข้อ) และ 4) กรุณาพิมพ์ชื่อกิจกรรมที่นักศึกษาชื่นชอบมากที่สุด 3 อันดับ (เรียงจากมากไปน้อย)

ส่วนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนตามหลักโมโนซุคุริ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ด้านคือ ด้านเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อการจัดกิจกรรมส่งเสริมการเรียน ด้านผู้สอนที่จัดกิจกรรมเสริมการเรียน ด้านประโยชน์จากการเข้าร่วมกิจกรรมเสริมการเรียน และด้านข้อเสนอแนะอื่นๆ

IX. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำผลจากแบบสอบถามผลสัมฤทธิ์การจัดกิจกรรมเสริมการเรียนตามหลักโมโนซุคุริ กรณีศึกษานักศึกษาสาขาการจัดการทรัพยากรมนุษย์แบบญี่ปุ่น ทุกชั้นปี คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น มารวบรวมและใช้โปแกรม Microsoft Excel ในการหาค่าเฉลี่ยโดยสถิติที่ใช้อธิบายข้อมูลได้แก่ค่าร้อยละค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกณฑ์การแปลผลที่เหมาะสมที่สุดของRating Scale

4.21 - 5.00 มากที่สุด

3.41 - 4.20 มาก

2.61 - 3.40 ปานกลาง

1.81 - 2.60 น้อย

1.00 - 1.80 น้อยที่สุด

รวมทั้งการทดสอบความแตกต่างกันระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน (Independent Samples t-test) ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% และยอมรับสมมติฐานเมื่อ Sig. มีค่าน้อยกว่า 0.05 และการทดสอบด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียว ใช้ค่าสถิติแบบ F-test (One-way Analysis of Variance) โดยใช้ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% และยอมรับสมมติฐานเมื่อ Sig. มีค่าน้อยกว่า 0.05

X. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพศของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 119 คน ปรากฏว่าเป็นหญิง 82 คน คิดเป็นร้อยละ 68.91เป็นชาย 37คน คิดเป็นร้อยละ 31.09 ความถี่ในการเข้าร่วมกิจกรรมเสริมการเรียนที่หลักสูตรจัดขึ้น ผลปรากฏว่า เข้าร่วมกิจกรรมเสริมการเรียนทุกครั้ง 57 คนคิดเป็นร้อยละ 47.11 เข้าร่วมบางครั้ง 60 คนคิดเป็นร้อยละ 49.60 และไม่เคยเข้าร่วม 2 คนคิดเป็นร้อยละ1.68 กิจกรรมที่นักศึกษาเข้าร่วมมากที่สุด ใน 3 อันดับแรก สานสัมพันธ์พี่น้อง HRJ จำนวน 95 คน คิดเป็นร้อยละ 6.57 รองลงมา คือ สมัครงานอย่างไรให้ได้งาน จำนวน 93 คน คิดเป็นร้อยละ 6.43 และรองลงมาอันดับ 2 คือ “Train To The Trainer in Japanese style” จำนวน 91 คน คิดเป็นร้อยละ 6.29 และกิจกรรมที่นักศึกษาเข้าร่วมน้อยที่สุดคือ โครงการ Communication for leader level and management level” Univance .co.th จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 2.49% เท่ากันกับกิจกรรมประกวดเรียงความในหัวข้อ “คุณภาพ คุณธรรม : ทรัพยากรมนุษย์ ตามแนวพระราชดำริเศรษฐกิจพอเพียง” ระดับชาติ ซึ่งมีผู้เข้าร่วมกิจกรรม 36 คน คิดเป็นร้อยละ 2.49% และกิจกรรมอื่นๆ ซึ่งมีผู้เข้าร่วมกิจกรรม 10 คน คิดเป็นร้อยละ 0.69%

กิจกรรมที่นักศึกษาชื่นชอบมากที่สุด 3 อันดับคืออันดับที่ 1 สานสัมพันธ์พี่น้อง HRJ อันดับ 2 สมัครงานอย่างไรให้ได้งาน อันดับ 3 Train to the trainer

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ในการเรียนตามหลักโมโนซุคุริ และตามแนวคิด TNI core value ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อจัดกิจกกรรมส่งเสริมการเรียน, ด้านการประเมินผลการเรียน และด้านกิจกรรมสนับสนุนการเรียน โดยรวมมีค่าเฉลี่ย 3.78 ประเด็นที่มีคะแนนสูงสุดคือ กิจกรรมทำให้มีความรับผิดชอบต่องานสูง มีค่าเฉลี่ย 4.07 รองลงมา คือ กิจกรรมทำให้เกิดการพัฒนาสู่ “เก่งทฤษฎี เก่งปฏิบัติ” มีค่าเฉลี่ย 4.04

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามปัจจัยด้านผู้สอนที่จัดกิจกรรมเสริมการเรียน ปัจจัยด้านผู้สอนที่จัดกิจกรรมเสริมการเรียน โดยรวมมีค่าเฉลี่ย 3.77 ประเด็นที่มีคะแนนสูงสุดคือ เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ซักถามและแสดงความคิดเห็น

ในการบริหารกิจกรรมและหรือเข้าร่วมกิจกรรม มีค่าเฉลี่ย 3.93 รองลงมา คือ มีช่องทางในการติดต่อสื่อสารที่สะดวก เช่น Line ,Facebook และ e-mail มีค่าเฉลี่ย 3.86

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามปัจจัยด้านประโยชน์จากการเข้าร่วมกิจกรรมเสริมการเรียน ปัจจัยด้านประโยชน์จากการเข้าร่วมกิจกรรมเสริมการเรียนโดยรวม มีค่าเฉลี่ย 3.92 ประเด็นที่มีคะแนนสูงสุด คือ การเข้าร่วมกิจกรรม ทำให้มั่นใจสู่เส้นทางอาชีพ “งานบริหารจัดการทรัพยากรมนุษย์” มีค่าเฉลี่ย 4.03 รองลงมา คือ การเข้าร่วมกิจกรรม ทำให้ได้รับความรู้และเกิดความเข้าใจด้านการจัดการทรัพยากรมนุษย์แบบญี่ปุ่น มีค่าเฉลี่ย 4.00

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 1 เพศที่แตกต่างกัน มีความพึงพอใจผลสัมฤทธิ์ในการเรียนตามหลักโมโนซุคุริ ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อจัดกิจกรรมส่งเสริมการเรียน, ด้านผู้สอนที่จัดกิจกรรมเสริมการเรียน และด้านประโยชน์จากการเข้าร่วมกิจกรรมเสริมการเรียนไม่แตกต่างกัน

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 2 ชั้นปีที่แตกต่างกัน มีความพึงพอใจผลสัมฤทธิ์ในการเรียนตามหลักโมโนซุคุริ ต่อ ด้านเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อจัดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนไม่แตกต่างกัน และ ชั้นปีที่แตกต่างกัน มีความพึงพอใจผลสัมฤทธิ์ในการเรียนตามหลักโมโนซุคุริ ต่อด้านผู้สอนที่จัดกิจกรรมเสริมการเรียน และด้านประโยชน์จากการเข้าร่วมกิจกรรมเสริมการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 3 การเข้าร่วมกิจกรรมเสริมการเรียนที่หลักสูตรจัดขึ้นที่แตกต่างกัน มีความพึงพอใจผลสัมฤทธิ์ในการเรียนตามหลักโมโนซุคุริ ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อจัดกิจกรรมส่งเสริมการเรียน, ด้านผู้สอนที่จัดกิจกรรมเสริมการเรียน และด้านประโยชน์จากการเข้าร่วมกิจกรรมเสริมการเรียนไม่แตกต่างกัน

XI. อภิปรายผล

จากส่วนที่ 1ด้านข้อมูลนักศึกษา พบว่ามีนักศึกษาหญิงตอบแบบสอบถามมากกว่านักศึกษาชายถึง 45 คนคิดเป็นร้อยละ 37.82 จำนวนนักศึกษาที่เข้าร่วมกิจกรรมทุกครั้งและจำนวนนักศึกษาที่เข้าร่วมกิจกรรมบางครั้งแตกต่างกันเพียง 3 คนหรือร้อยละ 2.52 เท่านั้น ด้านกิจกรรมที่นักศึกษาเข้าร่วมมากที่สุด 3 ลำดับแรกได้แก่ สานสัมพันธ์พี่น้อง HRJ จำนวน 95 คน คิดเป็นร้อยละ 6.57 รองลงมา คือ สมัครงานอย่างไรให้ได้งาน จำนวน 93 คน คิดเป็นร้อยละ 6.43 และรองลงมาอันดับ 2 คือ “Train To The Trainer in Japanese style” จำนวน 91 คน คิดเป็นร้อยละ 6.29 ตามลำดับ

สำหรับส่วนที่ 2 ซึ่งเป็นคำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมเสริมการเรียนตามหลักโมโนซุคุริ ด้านเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อการจัดกิจกรรมเสริมการเรียน 2 หัวข้อ ที่นักศึกษาเห็นด้วยมากที่สุด ได้แก่ ปัจจัยเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อการจัดกิจกรรมเสริมการเรียนโดยรวมมีค่าเฉลี่ย 3.78 ประเด็นที่มีคะแนนสูงสุดคือ กิจกรรมทำให้มีความรับผิดชอบต่องานสูง มีค่าเฉลี่ย 4.07 รองลงมา คือ กิจกรรมทำให้เกิดการพัฒนาสู่ “เก่งทฤษฎี เก่งปฏิบัติ” มีค่าเฉลี่ย 4.04

ด้านผู้สอนที่จัดกิจกรรมเสริมการเรียน พบว่าปัจจัยด้านผู้สอนที่จัดกิจกรรมเสริมการเรียน โดยรวมมีค่าเฉลี่ย 3.77 ประเด็นที่มีคะแนนสูงสุดคือ เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ซักถามและแสดงความคิดเห็นในการบริหารกิจกรรมและหรือเข้าร่วมกิจกรรม มีค่าเฉลี่ย 3.93 รองลงมา คือ มีช่องทางในการติดต่อสื่อสารที่สะดวก เช่น Line ,Facebook และ e-mail มีค่าเฉลี่ย 3.86 แสดงว่านักศึกษามีทัศนคติที่ดีต่อผู้สอนที่จัดกิจกรรมเสริมการเรียนโดยมองว่าผู้สอนที่จัดกิจกรรมเสริมการเรียนมีช่องทางให้นักศึกษาติดต่อสื่อสารที่สะดวก และเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ซักถามและแสดงความคิดเห็นในการจัดกิจกรรม

ด้านประโยชน์จากการเข้าร่วมกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ นักศึกษาเห็นถึงประโยชน์จากการเข้าร่วมกิจกรรมปัจจัยด้านประโยชน์จากการเข้าร่วมกิจกรรมเสริมการเรียนโดยรวม มีค่าเฉลี่ย 3.92 ประเด็นที่มีคะแนนสูงสุด คือ การเข้าร่วมกิจกรรม ทำให้มั่นใจสู่เส้นทางอาชีพ “งานบริหารจัดการทรัพยากรมนุษย์” มีค่าเฉลี่ย 4.03 รองลงมา คือ การเข้าร่วมกิจกรรม ทำให้ได้รับความรู้และเกิดความเข้าใจด้านการจัดการทรัพยากรมนุษย์แบบญี่ปุ่น มีค่าเฉลี่ย 4.00

XII. บทสรุปผลการวิจัย

ในภาพรวมคะแนนความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมเสริมการเรียนตามหลักโมโนซุคุริ ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อการจัดกิจกรรมเสริมการเรียน ด้านผู้สอนที่จัดกิจกรรมเสริมการเรียน และ ด้านประโยชน์จากการเข้าร่วมกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก ตามหลักของ Likert ตามหลักการของโมโนซุคุริ[2] สอดคล้องกับงานวิจัยของ [11] นั่นหมายความว่านักศึกษามีทัศนคติที่ค่อนข้างดีต่อทั้งตัวกิจกรรม ผู้สอนกิจกรรม และประโยชน์จากการเข้าร่วมกิจกรรม และหากมีการต่อยอดด้วยการพัฒนากิจกรรมเสริมการเรียน เสริมจุดเด่นของกิจกรรมและตัวผู้สอนที่จัดกิจกรรม เช่น การเป็นกิจกรรมที่สอนให้นักศึกษามีความอดทนและตรงต่อเวลา การเปิดโอกาสให้นักศึกษามีส่วนร่วมในการซักถามและแสดงความคิดเห็นในการจัดกิจกรรม ให้ดียิ่งขึ้น จะสามารถช่วยเพิ่มทัศนคติที่นักศึกษามีต่อกิจกรรมให้ดียิ่งขึ้นได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ [14] นั่นหมายความว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหา พฤติกรรมเชิงจริยธรรมด้านความรับผิดชอบ คิดเป็นร้อยละ 62.31, 69.23, 77.95 ตามลำดับ และ นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหา พฤติกรรมเชิงจริยธรรมด้านความรับผิดชอบ คิดเป็นร้อยละ 83.33, 84.42, 93.91 ตามลำดับ

XIII.ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

XIII. I. แนวทางแก้ไขปัญหา

1. ปรับปรุงกิจกรรมให้สอดคล้องกับสมรรถนะของบุคลากรในสายวิชาชีพบริหารงานทรัพยากรมนุษย์

2. การกำหนดรูปแบบกิจกรรมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบกิจกรรมให้มากขึ้น

3. มีการตรวจสอบติดตามประเมินผลการดำเนินกิจกรรมอย่างต่อเนื่องและนำผลการประเมินผลมาปรับปรุงให้เป็นรูปธรรม

XIII. I. I. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

จากงานวิจัยในนี้นี้เป็นการศึกษาเฉพาะ1 หลักสูตร ของคณะบริหารธุกระยวนการรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ซึ่งยังเป็นกลุ่มตัวอย่าง

เพียงกลุ่มเดียว ซึ่งผู้ทำวิจัย จึงมีข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไปดังนี้

1. เพิ่มกลุ่มตัวอย่างหลายหลักสูตรมากขึ้น เช่นหลักสูตรบริหารธุรกิจญี่ปุ่น หลักสูตรการบัญชี และหลักสูตรของคณะวิศวกรรมศาสตร์

2. ความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่าง ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในแนวคิด Monozukuri แตกต่างกัน จึงควรตั้งคำถามในแบบสอบถามเป็นภาษาเขียนที่ทุกชั้นปีสามารถเข้าใจตรงกัน

XIV. กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยชั้นเรียนเรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์การจัดกิจกรรม เสริมการเรียนตามหลักโมโนซุคุริ -**TNI core value** ของนักศึกษาสาขาการจัดการทรัพยากรมนุษย์แบบญี่ปุ่น คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น” สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความร่วมมือสนับสนุนตอบแบบสอบถามและการเข้าร่วมกิจกรรมด้วยดีมาโดยตลอด ของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาหลักสูตรการจัดการทรัพยากรมนุษย์แบบญี่ปุ่นทุกชั้นปี

คณะผู้วิจัยขอน้อมรับเอาความคิดเห็นต่างๆ นำมาปรับปรุงการเรียนการสอนให้เห็นผลและดียิ่งๆขึ้นไปในปีการศึกษาต่อไป

สุดท้ายนี้ขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยในครั้งนี้ คุณประโยชน์ของงานวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้ให้การสนับสนุน ตลอดจนครู อาจารย์ทุกคนที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา

XV. เอกสารอ้างอิง

[1] ปราณี กองจินดา,การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการคิดเลขในใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบซิปปาโดยใช้แบบฝึกหัดที่เน้นทักษะการคิดเลขในใจกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คู่มือครู,พระนครศรีอยุธยา: วิทยานิพนธ์ ค.ม.(หลักสูตรและการสอน).บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา, 2549.

[2] บัณฑิต โรจน์อารยานนท์, การพัฒนาบุคลากรในโรงงานแบบ Monozuduri, กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 2559,p. 2.

[3] วันวิสา แย้มกระจ่าง,การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยวิธีการสอนแบบภาคสนาม ในรายวิชาการพัฒนาความสามารถของบุคคลและกลุ่ม: 1คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี, 2560.

[4] ปรินทร์ รุจจนพันธุ์, “เกณฑ์สำหรับประเมินความพึงพอใจ,” 18 กุมภาพันธ์ 2553. [ออนไลน์]. Available: http://www.thaiall.com/blog/burin/1165/. [ที่เข้าถึง15 มีนาคม 2564].

[5] มณี โพธิเสน,ความพึงพอใจของผู้ปกครองและบุคลากรในโรงเรียนต่อการจัดการศึกษาของโรงเรียนโพธิเสนวิทยา อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย,รายงานค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2543 .

[6] อเนก กลยนี,ความพึงพอใจของนักศึกษานอกโรงเรียนสามัญศึกษา ระดับมัธยมศึกษา วิธีเรียนทางไกลที่มีบทบาทต่อครูประจำกลุ่ม จังหวัดสกลนคร, รายงานค้นคว้าอิสระ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2542.

[7] อำรุง เหมรา,การศึกษาความพึงพอใจในการปฏิบัติงานของผู้บริหารโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดสำนักงานประถมศึกษาจังหวัด เขตการศึกษา 2,ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา, 2533.

[8] สมชัย พิศาลบุตร,สำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ,กรงเทพฯ: วิทยพัฒน์,2549.

[9] อุทัย บุญประเสริฐ “โมโนซูคูริ : วัฒนธรรมการบริหารจัดการวิถีหลักของญี่ปุ่น,” 26 กันยายน 2553. [ออนไลน์]. Available: http://www.bloggang.com/viewdiary.php?id=orangebasket&month=11-2012&date=05&group=6&gblog=5. [ที่เข้าถึง 26 มีนาคม 2564].

[10] สมหมาย เปียถนอม,ความพึงพอใจของนักศึกษาในการได้รับการบริการจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม,นครปฐม: งานวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, 2551.

[11] สมชาย บุญสุ่น, “ความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย,” หอสมุดกลาง, 2556.

[12] ศิริพงษ์ จรัสโรจนกุล,ศึกษาความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนที่มีต่อการจัดการศึกษาของโรงเรียนเซนต์หลุยส์ ฉะเชิงเทรา,ฉะเชิงเทรา: งานวิจัย ฝ่ายสำนักผู้อำนวยการ โรงเรียนเซนต์หลุยส์ ฉะเชิงเทรา,2555.

[13] บัณฑิต โรจน์อารยานนท์,ค่านิยม 6 ประการของสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น: : สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น,2559 [ออนไลน์]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=jwjswQa0M90&ab_channel=TNIchannel [ที่เข้าถึง 26 มีนาคม 2564].

[14] ลักคณา มหันต์และประสาท เนื่องเฉลิม,การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดแก้ปัญหา และพฤติกรรมเชิงจริยธรรม ด้านความรับผิดชอบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,วารสารครุพิบูล ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2563),

ระบบสารสนเทศการวิเคราะห์ข้อมูลการปลูกกาแฟ: กรณีประเทศไทย ข้อมูล 2557-2562

A Coffee Plantation Analysis Information System: The Case of Thailand 2014 - 2019

1st ศุภกร เรืองรักษ์
Suppakorn Rueangrak
หลักสูตรเทคโนโลยีดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
Department of Digital Technology, Faculty of Science and Technology, Phuket Rajabhat University
Phuket/ Thailand
s6111423120@pkru.ac.th

2nd ผุสดี พรผล
Putsadee Pornphol
หลักสูตรเทคโนโลยีดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
Department of Digital Technology, Faculty of Science and Technology, Phuket Rajabhat University
Phuket/ Thailand
putsadee.p@pkru.ac.th

บทคัดย่อ *—— งานวิจัยนี้นำเสนอระบบสารสนเทศการให้คำแนะนำการปลูกกาแฟโดยนำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลการปลูกกาแฟของประเทศไทย ตั้งแต่ พ.ศ 2557 ถึง พ.ศ 2562 ด้วยซอฟต์แวร์การวิเคราะห์ข้อมูลในมุมมองความสัมพันธ์ของพื้นที่ปลูก ผลผลิต และ ราคาขายรวมทั้งความสอดคล้องของพื้นที่การปลูกกาแฟตามที่รัฐบาลได้กำหนดไว้ใน 24 เขตเกษตรเศรษฐกิจของประเทศไทย ประโยชน์ของการวิเคราะห์ข้อมูลนี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการให้คำแนะนำและการตัดสินใจให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการปลูกกาแฟทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และเกษตรกรเพื่อเป็นแนวทางการดำเนินงานในการปลูกกาแฟอย่างเหมาะสม นอกจากนั้นยังเป็นทางเลือกสำหรับเกษตรกรที่ต้องการเปลี่ยนจากการทำเกษตรเชิงเดี่ยวมาเป็นการทำเกษตรแบบผสมผสานเพื่อยกระดับรายได้และลดความเสี่ยงจากการทำเกษตรแบบเดิม เช่น การปลูกกาแฟในสวนทุเรียน สวนยางพารา และสวนปาล์มเนื่องด้วยกาแฟเป็นพืชที่ชอบร่มเงาไม่ชอบแดด จัดนอกจากนั้นการปลูกกาแฟยังเอื้อต่อการควบคุมวัชพืชทำให้เกิดการเกื้อกูลซึ่งกันและกัน สำหรับผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงระบบงานผ่านโทรศัพท์มือถือ หรืออุปกรณ์อื่น ๆ เช่นคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง*

คำสำคัญ *—— ระบบการให้คำแนะนำ, การวิเคราะห์ข้อมูล, กาแฟ, เขตเกษตรเศรษฐกิจ*

ABSTRACT — This research presents an advisory information system of coffee planting by presenting the data analysis of Thailand's coffee cultivation from 2014 to 2019 with data analysis software in the view of the relationship of cultivated areas, yield, and selling price, including the consistency of coffee growing areas as specified by the government in 24 agricultural economic zones of Thailand. The benefit of this data analysis is to provide advice and decision-making to government, private sector, and farmers involved in coffee production to guide appropriate coffee-growing practices. It is also an option for farmers who want to switch from monoculture to integrated farming to raise their income and reduce the risks of conventional farming such as growing coffee in durian, rubber, and palm plantations because coffee is a shade-loving plant and does not like strong sunlight. In addition, coffee cultivation is conducive to weed control, enabling mutual support. Users can access the work system through mobile phones or other devices such as computers directly.

Keywords —— Advisory System, Data Analytic, Coffee, Argo-Economic Zone

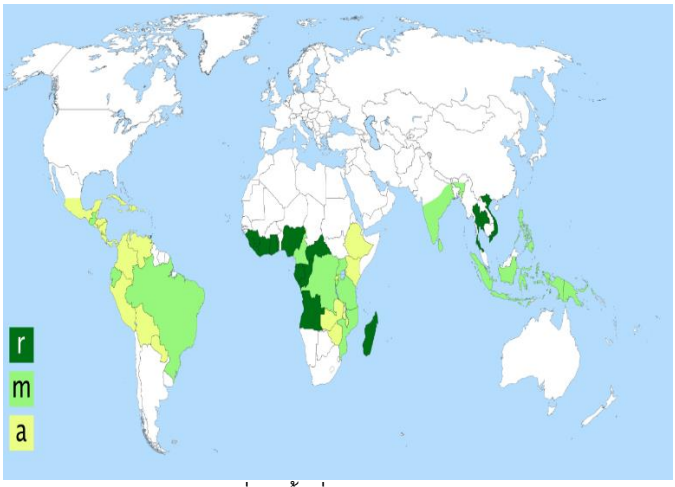
I. บทนำ

ต้นกาแฟเป็นพืชพื้นเมืองในเขตร้อนของแอฟริกา และ เอเชียใต้ เป็นต้นไม้ประเภทไม่ผลัดใบ ลักษณะใบเป็นสีเขียวเข้มและเป็นมัน ดอกของกาแฟมีสีขาวและมีกลิ่นหอมซึ่งจะบานพร้อมกันทั้งต้น ผลของกาแฟมีลักษณะเรียว สีเขียว แต่เมื่อสุกจะเป็นสีเหลือง และเมื่อนำไปผึ่งให้แห้งจะกลายเป็นสีแดงเข้มและสุดท้ายเป็นสีดำ สำหรับการขยายพันธุ์กาแฟจะใช้เมล็ดในการขยายพันธุ์ เกษตรกรที่ปลูกกาแฟจะนิยมปลูกกาแฟในระยะเริ่มต้นร่วมกับพืชผลประเภทอื่น ๆ เช่น ข้าว ข้าวโพด ถั่ว เพื่อที่จะได้ทั้งผลผลิต รายได้ และการควบคุมวัชพืชจากพืชที่ปลูกร่วมด้วย สายพันธุ์กาแฟที่ปลูกกันทั่วไปจะประกอบด้วย 2 สายพันธุ์ได้แก่ สายพันธุ์ Coffea Canephora ซึ่งผลผลิตของกาแฟสายพันธุ์นี้คือ กาแฟโรบัสต้า และ สายพันธุ์ที่สองคือสายพันธุ์ Coffee Arabica เป็นกาแฟสายพันธุ์ที่ได้รับความนิยมมากกว่ากาแฟโรบัสต้า เนื่องด้วยกาแฟโรบัสต้ามีรสชาติที่ขมกว่า ดังนั้นเมื่อพิจารณาพื้นที่การปลูกกาแฟทั้งหมดในทุกประเทศพบว่า กาแฟอาราบิก้าปลูกเป็นจำนวนสามในสี่ของพื้นที่การปลูกกาแฟทั้งหมดในทุกประเทศ แต่อย่างไรก็ตาม กาแฟสายพันธุ์ Coffea Canephora จะทนทานในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดีกว่าสายพันธุ์ Coffee Arabica สำหรับ

ลักษณะของรสชาติ กลิ่น และความเป็นกรดของกาแฟจะขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ สภาพแวดล้อม และ กระบวนการผลิต [1]



รูปที่ I. ลำต้นและเมล็ดกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า [1]



รูปที่ II. พื้นที่ผลิตกาแฟ [1]

สำหรับการปลูกกาแฟในประเทศไทย เกือบร้อยเปอร์เซ็นต์เป็นการปลูกกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้าซึ่งปลูกในจังหวัดทางภาคใต้ของประเทศไทย เช่นจังหวัดชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี พังงา กระบี่ สตูล และที่เหลือเป็นการปลูกกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า ซึ่งปลูกทางภาคเหนือของประเทศไทย อันได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง อย่างไรก็ตามดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นว่า กาแฟอาราบิก้าจะได้รับความนิยมในตลาดโลกมากกว่ากาแฟโรบัสต้า แต่เนื่องด้วยกาแฟอาราบิก้าสภาพพื้นที่และสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมที่เจริญเติบโต และให้ผลผลิตได้ดีที่อุณหภูมิระหว่าง 20-25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ เหมาะกับการปลูกบนพื้นที่สูงระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 800 เมตรขึ้นไป ลักษณะดินต้องมีความอุดมสมบูรณ์ ชั้นดินลึกไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร และระบายน้ำได้ดี นอกจากนั้นพื้นที่การปลูกควรหันไปทิศเหนือ และทิศตะวันออกเพื่อไม่ให้ต้นกาแฟได้รับความร้อนมากจนเกินไป [2] แนวโน้มการบริโภคกาแฟของโลกในปัจจุบันเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดย 10 ปีที่ผ่านมาการบริโภคกาแฟของโลกเติบโตโดยเฉลี่ย 2.1 % ต่อปี ซึ่งเป็นทิศทางเดียวกับอุตสาหกรรมกาแฟในประเทศไทย โดยในรอบห้าปีที่ผ่านมา (ปี 2557-2562) ประเทศไทยมีปริมาณความต้องการใช้เมล็ดกาแฟโดยเฉลี่ยที่ 78.953 ตันต่อปี แต่ประเทศไทยสามารถผลิตเมล็ดกาแฟโดยเฉลี่ยที่ 26.162 ตันต่อปี ทำให้ผลผลิตไม่เพียงพอกับความต้องการ [3]

ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลการปลูกกาแฟของประเทศไทยสำหรับงานวิจัยนี้ จะทำให้เห็นความสัมพันธ์ของพื้นที่ปลูกกาแฟ ว่าเป็นไปตามพื้นที่เขตเกษตรเศรษฐกิจ 24 เขตที่รัฐบาลได้ประกาศไว้หรือไม่ นอกจากนี้ประโยชน์ของการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ยังเป็นข้อมูลสำหรับการให้คำแนะนำและการตัดสินใจให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการปลูกกาแฟทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และเกษตรกรเพื่อเป็นแนวทางการดำเนินงานในการปลูกกาแฟอย่างเหมาะสม นอกจากนั้นยังเป็นทางเลือกสำหรับเกษตรกรที่ต้องการเปลี่ยนจากการทำเกษตรเชิงเดี่ยวมาเป็นการทำเกษตรแบบผสมผสานเพื่อยกระดับรายได้และลดความเสี่ยงจากการทำเกษตรแบบเดิม เช่น การปลูกกาแฟในสวนทุเรียน สวนยางพารา และสวนปาล์มเนื่องด้วยกาแฟเป็นพืชที่ชอบร่มเงาไม่ชอบแดดจัดนอกจากนั้นการปลูกกาแฟยังเอื้อต่อการควบคุมวัชพืชทำให้เกิดการเกื้อกูลซึ่งกันและกัน

II. กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้มีการดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลภายใต้ทฤษฎีการวิเคราะห์ข้อมูล [4] โดยพิจารณาตามชนิดของกระบวนการของระบบสารสนเทศดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ III. กระบวนการระบบสารสนเทศในการวิเคราะห์ข้อมูล [4]

รูปที่ 3 แสดงให้เห็นถึงกระบวนการของระบบสารสนเทศก่อนที่จะเข้าสู่การวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งจะพบว่าระบบสารสนเทศระดับการประมวลผลระดับปฏิบัติการ (Transaction Processing) นั้น เป็นกระบวนการตั้งต้นที่สำคัญของการได้มาของข้อมูลที่จะนำไปสู่การวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ได้มานั้นอาจจะเป็นข้อมูลทั้งภายในองค์กร หรือภายนอกองค์กรก็ได้ แต่สิ่งสำคัญคือ ต้องทราบว่าว่าข้อมูลที่ต้องการจะใช้ในการวิเคราะห์นั้นคือข้อมูลอะไร หลังจากนั้นข้อมูลที่ได้นี้จะเข้าสู่กระบวนการของการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นเมื่อพิจารณาจากโครงสร้างของระบบสารสนเทศ (Information Systems) แล้วจะพบว่า ข้อมูลที่ได้ในระดับ การประมวลผลระดับปฏิบัติการ ซึ่งเป็นข้อมูลตั้งต้นสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลจะกลายเป็นข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์สำหรับระบบสารสนเทศตั้งแต่ระดับ ระบบสารสนเทศระดับการบริหาร (Management Information System) ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System) และ ระบบสารสนเทศเพื่อผู้บริหารระดับสูง (Executive Information System) และสำหรับกระบวนการในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 4 [4] [5]



รูปที่ IV. กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล [ปรับปรุงจาก [4]]

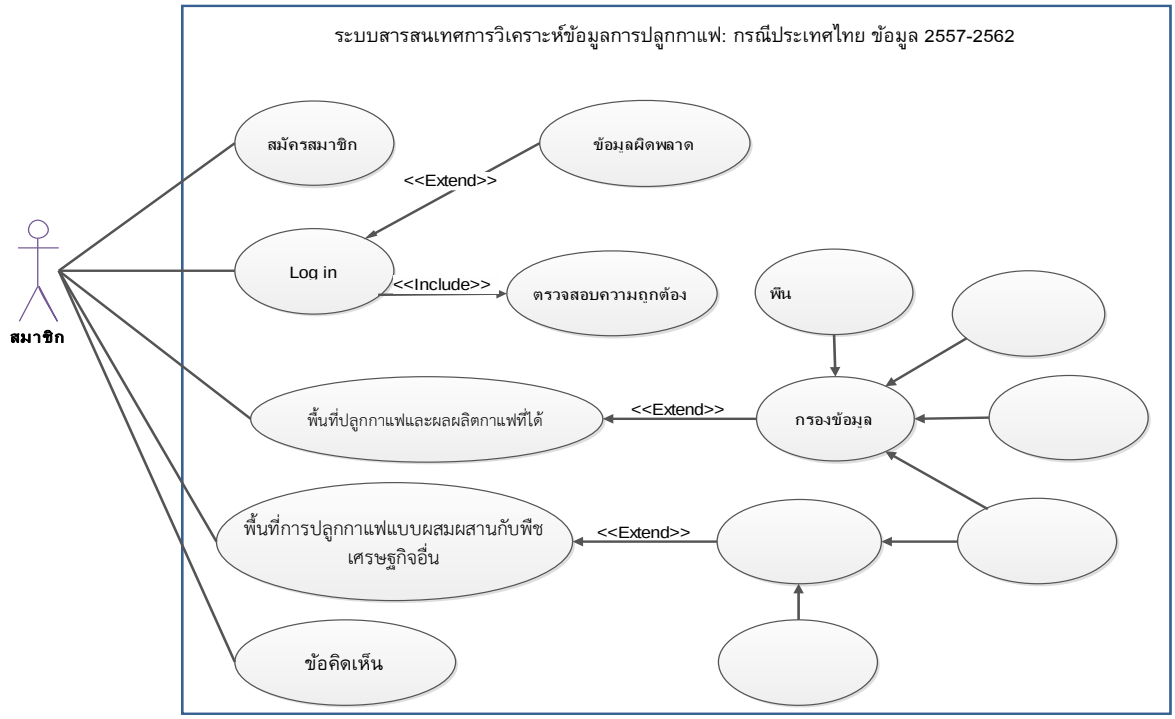
รูปที่ 4 แสดงกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งถ้าพิจารณาในแบบปกติจะมีกระบวนการตั้งแต่ การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Gathering) การคัดเลือกข้อมูลที่ต้องการจะใช้ (Data Cleanse) การจัดเก็บข้อมูล (Data

Storage) การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) และ การนำเสนอข้อมูล (Data Presentation) และสำหรับบางกระบวนการของการวิเคราะห์ข้อมูลอาจจะไม่มีกระบวนการจัดเก็บข้อมูล แต่เข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล หรือ กระบวนการที่ไม่จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูล แต่เข้าสู่กระบวนการนำเสนอข้อมูลได้ถ้ามีการใช้การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้คำสั่งสอบถามข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่จัดเก็บโดยตรง เช่น การใช้คำสั่งสอบถามข้อมูลเอสคิวแอล (Structured Query Language : SQL) ในการหาคำตอบที่ต้องการจากคำถาม แล้วนำผลที่ได้นั้นมานำเสนอโดยตรง หรือการนำเสนอผ่านเครื่องมือสำหรับการนำเสนอ

จากการศึกษาค้นคว้าการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่ปลูกกาแฟและผลผลิตกาแฟของประเทศไทย เว็ปไซต์สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร มีการนำเสนอข้อมูลการผลิตกาแฟย้อนหลัง 5 ปี (2557-2562) ที่แสดงถึง เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว และ ผลผลิต ของแต่ละจังหวัด [6] ส่วนแหล่งข้อมูลอื่น ๆ จะเป็นรูปแบบของรายงานข้อมูล เช่น ยุทธศาสตร์กาแฟปี 2560-2564 ที่นำเสนอโดยกรมวิชาการเกษตร ที่นำเสนอข้อมูลในรอบห้าปี เช่น ผลผลิตกาแฟโลก ข้อมูลความต้องการใช้เมล็ดกาแฟของโลก ข้อมูลการผลิตกาแฟของอาเซียน และแนวโน้มของธุรกิจกาแฟ เป็นต้น [7]

III. กระบวนการพัฒนาระบบ

กระบวนการพัฒนาระบบสารสนเทศการวิเคราะห์ข้อมูลการปลูกกาแฟ: กรณีประเทศไทย ข้อมูล 2557-2562 อยู่ภายใต้กรอบของการพัฒนาระบบสารสนเทศด้วยกระบวนการที่เป็นไปตามทฤษฎีวิศวกรรมซอฟต์แวร์[8] โดยใช้ ยูเอ็มแอล (Unified Modeling Language: UML) ซึ่งเป็นภาษาที่ใช้อธิบายแบบจำลองต่าง ๆ หรือภาษาสัญลักษณ์รูปภาพมาตรฐานสำหรับใช้ในการสร้างแบบจำลองเชิงวัตถุ [9] เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ และใช้ ไมโครซอฟท์ เพาเวอร์ บีไอ(Microsoft Power BI) ในการวิเคราะห์ข้อมูล



รูปที่ V. แผนภาพแสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบ(สมาชิก)

รูปที่ 5 แสดง แผนภาพแสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบของสมาชิก ซึ่งสมาชิกสามารถที่จะเข้าดูข้อมูลต่าง ๆ อันได้แก่ เนื้อที่ปลูกกาแฟและผลผลิตของกาแฟที่ได้ และเนื้อที่การปลูกกาแฟผสมผสานกับพืชเศรษฐกิจอื่น อันได้แก่ ทุเรียน ปาล์ม ยางพารา นอกจากนั้น สมาชิกยังสามารถที่จะแสดงความคิดเห็น หรือการให้ข้อเสนอแนะต่อข้อมูลที่นำเสนอ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะมีประโยชน์ต่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างสมาชิกซึ่งอาจจะมีอาชีพที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดมุมมองต่อข้อมูลที่ได้รับแตกต่างกัน

สำหรับผู้ใช้งานที่ไม่ได้เป็นสมาชิกนั้น จะสามารถเข้าถึงข้อมูลได้เช่นเดียวกับสมาชิก เพียงแต่ไม่มีสิทธิ์ที่จะแสดงความคิดเห็นต่อข้อมูลที่ได้รับ และสำหรับการเข้าถึงข้อมูลของระบบงานผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้ระบบงานผ่านสมาร์ทโฟน หรือคอมพิวเตอร์ บนเว็บบราวเซอร์ที่มีการใช้งานเช่น กูเกิลโครม ไมโครซอฟต์เอดจ์ ซาฟารี เป็นต้น

จากกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น สำหรับงานวิจัยนี้ใช้กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนอันได้แก่

- กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล

ที่ใช้สำหรับงานวิจัยนี้เป็นข้อมูลที่ประกอบด้วย ข้อมูลพื้นที่การปลูกกาแฟของประเทศไทย [6] ข้อมูลการปลูกพืชเศรษฐกิจร่วมกับกาแฟ [10] ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่จะทำให้สามารถที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่การปลูกกาแฟตามพื้นที่เขตเกษตรเศรษฐกิจของประทศไทย [11] ที่กำหนดว่าพื้นที่ใดปลูกกาแฟ และในพื้นที่นั้นมีพืชเศรษฐกิจอะไรอยู่ในพื้นที่นั้นบ้างที่สามารถนำมาปลูกร่วมกับกาแฟได้บ้าง

- กระบวนการคัดเลือกข้อมูลที่ต้องการจะใช้

กระบวนการการคัดเลือกข้อมูลที่ต้องการจะใช้ หรือกระบวนการกำจัดข้อมูลที่ไม่ต้องการออกไปคงเหลือเฉพาะข้อมูลที่ต้องการจะใช้งานจริง ซึ่ง

ข้อมูลที่ได้จากการคัดกรองสำหรับที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลบางส่วน แสดงดังรูปที่ 6

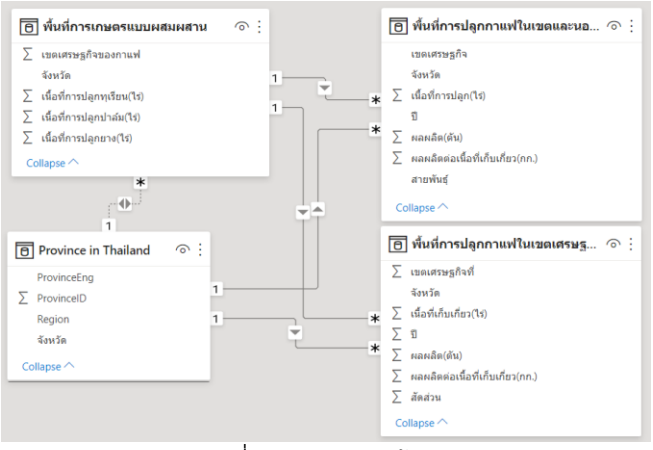
ปี	จังหวัด	ผลผลิต(ต้น)	สัดส่วน	เนื้อที่เก็บเกี่ยว(ไร่)	ผลผลิตต่อเนื้อที่เก็บเกี่ยว(กก.)	เขตเศรษฐกิจที่
2557	กระบี่	310	0.0082	2039	152.04	23
2557	ชุมพร	22475	0.5922	144998	155	21
2557	พังงา	21	0.0006	177	118.64	23
2557	ระนอง	6500	0.1713	55082	118.01	21
2557	สุราษฎร์ธานี	313	0.0082	2461	127.18	21
2557	ตรัง					23
2557	ภูเก็ต					23
2558	กระบี่	186	0.0071	1592	116.83	23
2558	ชุมพร	11358	0.4354	129072	88	21
2558	พังงา	12	0.0005	144	83.33	23
2558	ระนอง	5279	0.2023	54988	96	21
2558	สุราษฎร์ธานี	179	0.0069	2052	87.23	21

2557	กระบี่	310	2,039	152.04	23	โรบัสต้า
2557	กาญจนบุรี	15	130	115.38		อาราบีก้า
2557	ชุมพร	22,475	144,998	155.00	21	โรบัสต้า
2557	เชียงราย	3,451	24,305	141.99		อาราบีก้า
2557	เชียงใหม่	3,167	17,791	178.01		อาราบีก้า
2557	ตาก	205	2,071	98.99		อาราบีก้า
2557	นครราชสีมา	42	435	96.55		อาราบีก้า
2557	นครศรีธรรมราช	46	474	97.05		โรบัสต้า
2557	น่าน	296	2,491	118.83		อาราบีก้า
2557	ประจวบคีรีขันธ์	114	1,044	109.20		โรบัสต้า
2557	พะเยา	107	920	116.30		อาราบีก้า
2557	พังงา	21	177	118.64	23	โรบัสต้า

จังหวัด	เนื้อที่การปลูกทุเรียน(ไร่)	เนื้อที่การปลูกยาง(ไร่)	เนื้อที่การปลูกปาล์ม(ไร่)	เขตเศรษฐกิจของกาแฟ
จันทบุรี	190,728	537,907	22,281	
ชุมพร	157,837	467,200	987,595	21
ระยอง	64,469	525,714	32,201	
ตราด	26,133	295,064	61,079	
สุราษฎร์ธานี	39,039	2,163,432	1,219,808	21
นครศรีธรรมราช	44,958	1,570,319	535,492	
ยะลา	48,018	1,124,228	7,324	
อุตรดิตถ์	35,405	16,230	3,721	
ระนอง	30,948	265,536	134,863	21
นราธิวาส	25,709	883,053	53,751	
สงขลา	14,382	1,704,760	56,755	
สุโขทัย	6,142	26,895	8,119	
ศรีสะเกษ	2,953	299,009	4,588	
ปัตตานี	7,059	338,700	19,242	
พังงา	6,161	566,792	251,284	23
ประจวบคีรีขันธ์	4,383	209,319	121,295	
พัทลุง	3,346	816,420	50,312	

รูปที่ VI. ตัวอย่างข้อมูลบางส่วนที่ได้จากกระบวนการกรองข้อมูล

กระบวนการนี้เป็นกระบวนการของการนำข้อมูลที่ผ่านการกรองแล้วเข้าสู่การวิเคราะห์ข้อมูล สำหรับงานวิจัยนี้จะใช้ซอฟต์แวร์ ไมโครซอฟท์ เพาเวอร์ บีไอ ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งจากข้อมูลที่ได้นำเข้าสู่การวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อที่จะใช้ในการนำเสนอในขั้นตอนต่อไปนั้น แบบจำลองข้อมูลที่ใช้แสดงได้ดังรูปที่ 7



รูปที่ VII. แบบจำลองข้อมูล

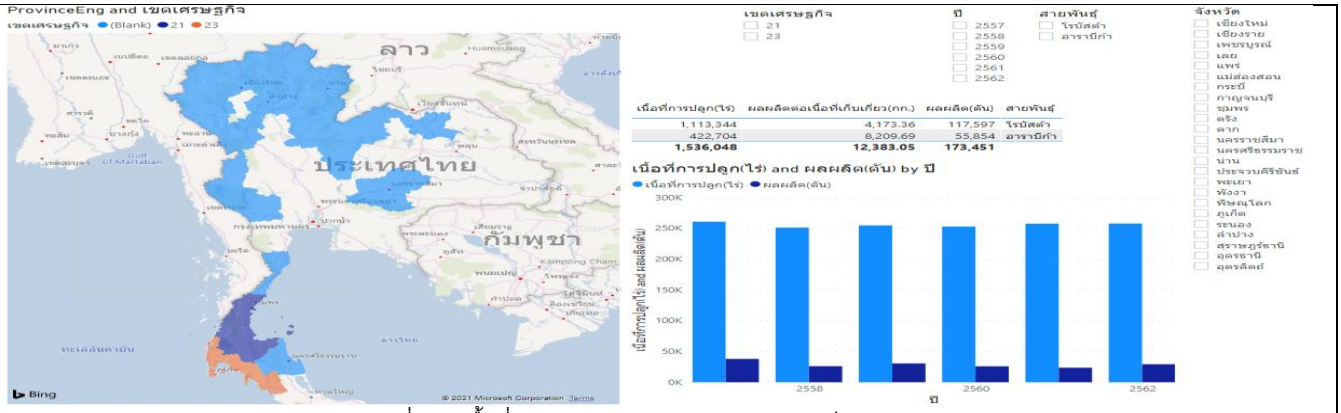
- กระบวนการนำเสนอข้อมูล

กระบวนการนำเสนอข้อมูลเป็นกระบวนการที่นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ต่อผู้ใช้งาน ดังนั้นการออกแบบการนำเสนอข้อมูลจะมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งที่จะทำอย่างไรที่จะทำให้ผู้ใช้งานมีความเข้าใจได้โดยง่ายจากข้อมูลที่นำเสนอ รูปที่ 8 ถึงรูปที่ 15 แสดงการนำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่การปลูกกาแฟและผลผลิตกาแฟที่ได้ และ รูปที่ 16 ถึงรูปที่18 แสดงข้อมูลพื้นที่การปลูกกาแฟผสมผสานกับพืชเศรษฐกิจอื่น ๆ เช่น การปลูกกาแฟร่วมกับการปลูกทุเรียน และปาล์ม เป็นต้น ซึ่งเป็นช่องทางที่จะทำให้เกษตรกรสามารถที่เพิ่มรายได้จากการปลูกกาแฟเพียงอย่างเดียว

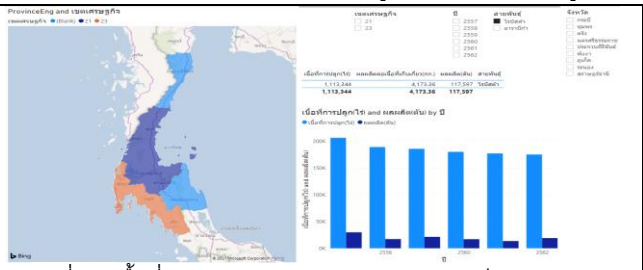
รูปที่ 8-รูปที่ 12 แสดงผลการวิเคราะห์พื้นที่การปลูกกาแฟของประเทศไทยตั้งแต่ปี 2557 ถึงปี 2562 โดยรูปที่ 8 แสดงให้เห็นถึงพื้นที่การปลูกกาแฟของประเทศไทยตั้งแต่ปี 2557 ถึงปี 2562 ของทั้งสองสายพันธุ์คือ สายพันธุ์โรบัสต้า และ สายพันธุ์อาราบิก้า ซึ่งถ้าพิจารณาตามเขตพื้นที่เกษตรเศรษฐกิจที่ได้กำหนดพื้นที่การปลูกกาแฟคือ พื้นที่เขตเศรษฐกิจที่ 21ประกอบด้วยจังหวัด ชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี เขตเศรษฐกิจที่ 23 จังหวัด พังงา กระบี่ ตรัง และภูเก็ต [11] พบว่าสายพันธุ์ที่ปลูกเป็นสายพันธุ์โรบัสต้า รูปที่9 แสดงข้อมูลรวมของพื้นที่ปลูกและผลผลิตสายพันธุ์โรบัสต้าของทุก ๆ จังหวัดในเขตพื้นที่เกษตรเศรษฐกิจทั้งสองเขต รูปที่ 10 แสดงพื้นที่การปลูกกาแฟและผลผลิตที่ได้ของสายพันธุ์โรบัสต้าของจังหวัดพังงา ขณะที่รูปที่ 11 แสดงพื้นที่การปลูกกาแฟและผลผลิตที่ได้ของสายพันธุ์อาราบิก้าซึ่งอยู่ในพื้นที่การปลูกกาแฟที่ไม่ได้ถูกกำหนดไว้ตามเขตพื้นที่เกษตรเศรษฐกิจของการปลูกกาแฟ แต่เนื่องด้วยกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้าเป็นกาแฟที่เหมาะกับการปลูกบนพื้นที่สูงระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 800 เมตรขึ้นไปและให้ผลผลิตได้ดีที่อุณหภูมิระหว่าง 20-25 องศาเซลเซียส รวมทั้งกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้าได้รับความนิยมในตลาดโลกมากกว่ากาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า ดังนั้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า พื้นที่ทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีภูมิประเทศอยู่บนภูเขามีการปลูกกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ดังรูปที่ 12 พื้นที่การปลูกกาแฟและผลผลิตสายพันธุ์อาราบิก้าของจังหวัดเลยซึ่งมีพื้นที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี เป็นต้น

รูปที่ 13 ถึง รูปที่ 15 แสดงผลผลิตต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวของกาแฟทั้งสองสายพันธุ์ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลการปลูกกาแฟของประเทศไทยตั้งแต่ปี 2557 ถึงปี 2562

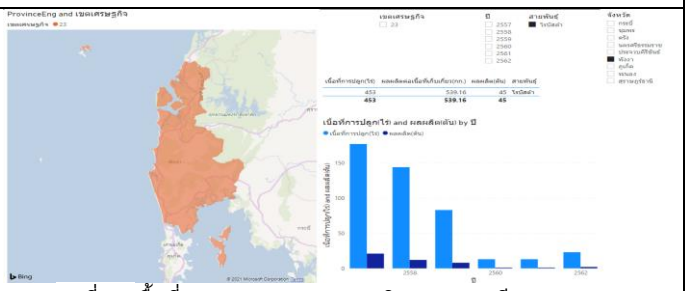
รูปที่ 16 ถึงรูปที่ 18 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลพืชเศรษฐกิจที่สามารถปลูกร่วมกับกาแฟได้ อันได้แก่ ทุเรียน ปาล์ม และ ยางพารา [10] โดยรูปที่ 16 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่ปลูกทุเรียน ปาล์ม และยางพาราทั้งหมดของประเทศไทย รูปที่ 17 และรูปที่ 18 แสดงพื้นที่เขตเกษตรเศรษฐกิจของการปลูกกาแฟที่ 21 และ 23 ที่วิเคราะห์ให้เห็นว่ามีจำนวนพื้นที่การปลูก ทุเรียน ปาล์ม และ ยางพาราเท่าไร ซึ่งถ้ามีการปรับเปลี่ยนจากการปลูกพืชเชิงเดี่ยวของทุเรียน ปาล์ม และยางพารามาปลูกร่วมกับการปลูกกาแฟ หรือนำกาแฟไปปลูกเพิ่มเติมในพื้นที่ที่มีการปลูกทุเรียน ปาล์ม และยางพาราก็จะทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น



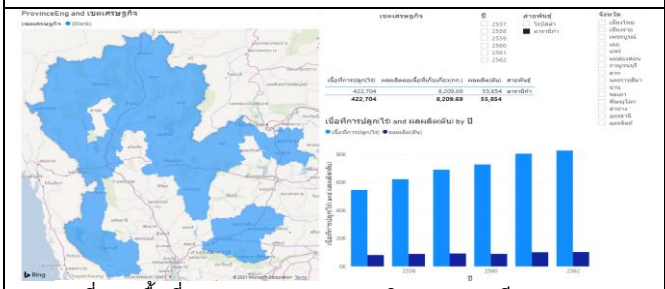
รูปที่ VIII. พื้นที่การปลูกกาแฟและผลผลิตกาแฟของปี2557-2562



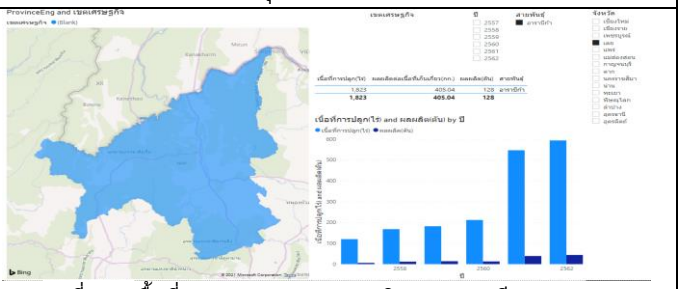
รูปที่ IX. พื้นที่การปลูกกาแฟและผลผลิตกาแฟของปี2557-2562 สายพันธุ์โรบัสต้า



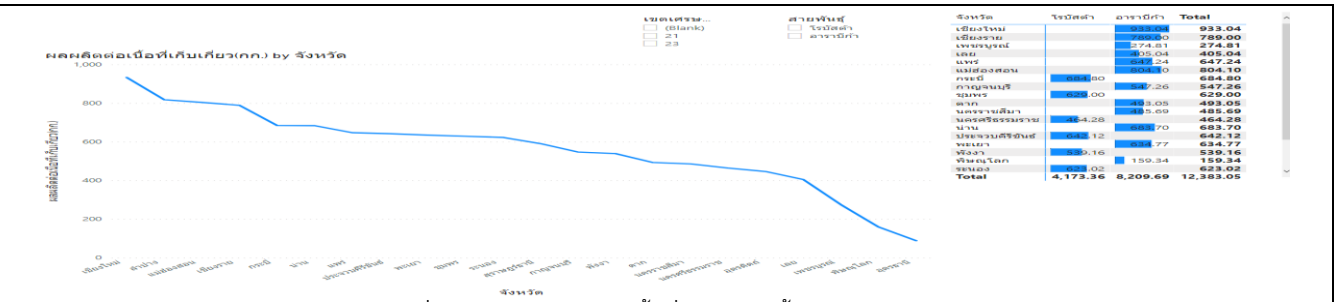
รูปที่ X. พื้นที่การปลูกกาแฟและผลผลิตกาแฟของปี2557-2562 สายพันธุ์โรบัสต้า จังหวัดพังงา



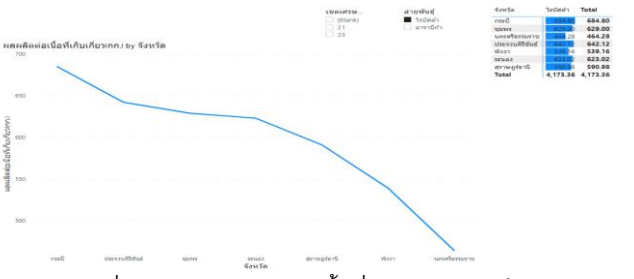
รูปที่ XI. พื้นที่การปลูกกาแฟและผลผลิตกาแฟของปี2557-2562 สายพันธุ์อาราบิก้า



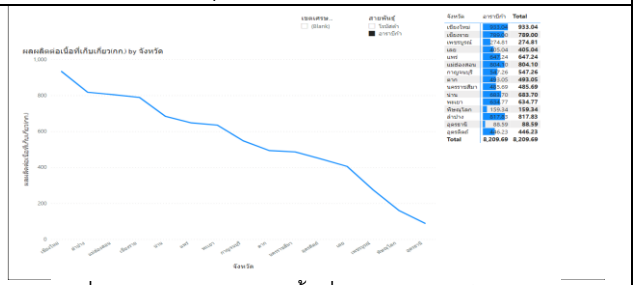
รูปที่ XII. พื้นที่การปลูกกาแฟและผลผลิตกาแฟของปี2557-2562 สายพันธุ์อาราบิก้าของจังหวัดเลย



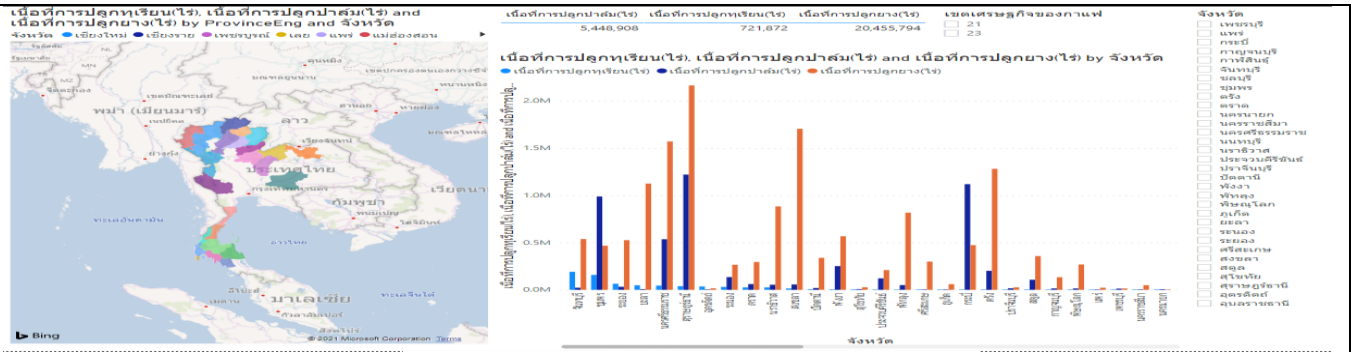
รูปที่ XIII. แสดงผลผลิตต่อพื้นที่ของกาแฟทั้งสองสายพันธุ์



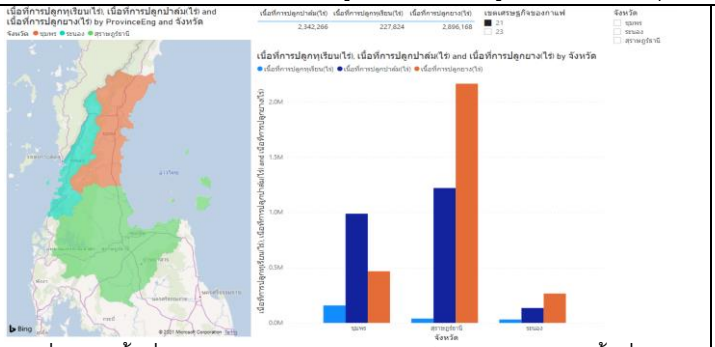
รูปที่ XIV. แสดงผลผลิตต่อพื้นที่กาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า



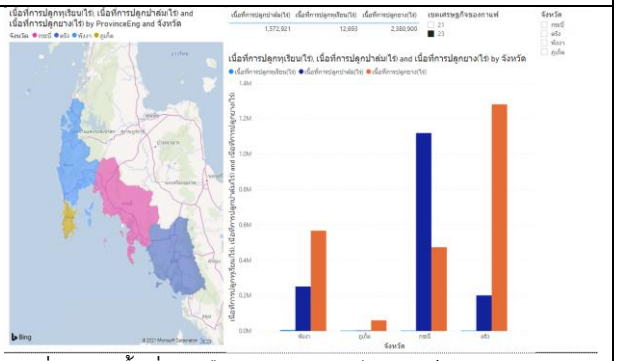
รูปที่ XV. แสดงผลผลิตต่อพื้นที่กาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า



รูปที่ XVI. พื้นที่ปลูกพืชร่วมกาแฟ (ทุเรียน ปาล์ม ยางพารา) ทั้งประเทศ



รูปที่ XVII. พื้นที่ปลูกพืชร่วมกาแฟ (ทุเรียน ปาล์ม ยางพารา) ตามพื้นที่เขตเกษตรเศรษฐกิจ เขตเศรษฐกิจที่ 21



รูปที่ XVIII. พื้นที่ปลูกพืชร่วมกาแฟ (ทุเรียน ปาล์ม ยางพารา) ตามพื้นที่เขตเกษตรเศรษฐกิจ เขตเศรษฐกิจที่ 23

IV. สรุป

ระบบสารสนเทศการให้คำแนะนำการปลูกกาแฟของงานวิจัยนี้เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้คำแนะนำต่อเกษตรกร และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งทางภาครัฐและเอกชนที่จะได้ทราบว่าพื้นที่การปลูกกาแฟของประเทศไทยในปัจจุบันอยู่ที่ใด ให้ผลผลิตเท่าไรในแต่ละพื้นที่ปลูก โดยเปรียบเทียบสัดส่วนให้เห็นว่าพื้นที่ปลูกกับผลผลิตที่ได้นั้นเป็นอย่างไร รวมทั้งมีการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่การปลูกพืชเศรษฐกิจอื่น ที่สามารถที่จะปลูกร่วมในพื้นที่การปลูกกาแฟได้บ้าง เช่น ทุเรียน ยางพารา และ ปาล์ม ซึ่งถ้าเกษตรกรในพื้นที่เขตเกษตรเศรษฐกิจที่ 21 และ 23 ที่กำหนดให้มีการปลูกกาแฟมีการปลูกกาแฟร่วมกับพืชเศรษฐกิจอื่น ๆ ดังที่กล่าวมาก็จะทำให้ยกระดับรายได้ให้กับเกษตรกรได้ นอกจากนั้นผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลยังแสดงให้เห็นว่าการปลูกกาแฟที่ถูกกำหนดไว้ในพื้นที่เขตเกษตรเศรษฐกิจที่ 21 และ 23 นั้นเป็นพื้นที่ที่เหมาะกับการปลูกกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า แต่โดยความเป็นจริงแล้วยังมีกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้าซึ่งเหมาะกับพื้นที่ที่สูงกว่าระดับน้ำทะเล 800 เมตรขึ้นไป มีอุณหภูมิมอยู่ระหว่าง 20-25 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นพื้นที่บางจังหวัดทางภาคเหนือ ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์พบว่าในปัจจุบันมีการปลูกกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้าในพื้นที่บางจังหวัดทางภาคเหนือ ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพิ่มขึ้นทุก ๆปี ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์นี้ทำให้เห็นว่าการกำหนดพื้นที่เขตเกษตรเศรษฐกิจของการปลูกกาแฟต้องมีการเพิ่มเติมสำหรับพื้นที่การปลูกกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า

เอกสารอ้างอิง

[1] วิกิพีเดียสารานุกรมเสรี, "การเพาะปลูก," in กาแฟ, ed. shorturl.asia/qTlKA, 2563.

[2] อ. ธรรมเขต, "สภาพแวดล้อมสำหรับการเจริญของกาแฟอาราบิก้า," วารสารวิชาการเกษตร, vol. 8, 2533.

[3] สำนักการค้าสินค้า, "สินค้ากาแฟและผลิตภัณฑ์กาแฟ," 2563.

[4] J. G. Zheng, "Business Intelligence and Analytics A Comprehensive Overview " in *Lecture for IT 7113 Data Visualization at Kennesaw State University. Accompanying book chapter:*, ed Kennesaw State University: Kennesaw State University, 2020.

[5] P. Pornphol and G. McGrath, "Information Systems Development as an Emergent Knowledge Research Process," *the international Journal of Interdisciplinary Social Sciences,* vol. 6, 2011.

[6] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2562). กาแฟ. Available: shorturl.asia/KIxaZ

[7] กรมวิชาการเกษตร, "ยุทธศาสตร์กาแฟปี 2560-2564," https://www.doa.go.th/th/2563.

[8] R. S. Pressman and B. R. Maxim, *Software Engineering*. New York, USA, 2015.

[9] B. Bruegge and A. H. Dutoit, *Object-Oriented Software Engineering Using UML, Patterns, and Java™ Third Edition*: PEARSON, 2010.

[10] ร. เจียรวิภา and ช. ศิริขันตยกุล. (2563). กาแฟโรบัสต้าพันธุ์พื้นเมืองจังหวัดสตูล...คุณค่าที่ต้องอนุรักษ์ไว้ในชุมชน. Available: shorturl.asia/oXtkT

[11] ว. คล้ายแดง. (2558, เขตเกษตรเศรษฐกิจ (Zonning) เพื่อการปฏิรูปการเกษตร.

การศึกษาการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์พื้นฐาน (CW1) เพื่อลดเวลาในการจัดสร้างเอกสารบัญชีเรือขาเข้า กรณีศึกษา บริษัท เอ บี ซี จำกัด

The study and create new function of base organization program (CW1) in order to reduce documentation time of import's manifest ABC Company Limited.

1st ภูวดล ไวยเนตร
Phuwadon Waiyanet
สาขาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น
กรุงเทนมหานคร ประเทศไทย
Logistic and Supply Chain Management
Faculty of Business Administration
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
phuwadon@tni.ac.th

2nd มนัญณัฏฐ์ โภชนจันทร์
Manannat Phochanajun
สาขาการบริหารธุรกิจญี่ปุ่น
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่นสังกัด
กรุงเทนมหานคร ประเทศไทย
Business Japanese Administration
Faculty of Business Administration
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
manannat@tni.ac.th

บทคัดย่อ — การจัดการส่งออก – นำเข้าในยุคของดิจิตอล ความสะดวกและความเร็วถือว่าเป็นสิ่งที่ทำให้ธุรกิจประสบความสำเร็จและมีจุดแข็งมากกว่าคู่แข่ง ดังนั้น หลายธุรกิจจึงเลือกใช้ระบบปฏิบัติการทางคอมพิวเตอร์เข้ามาประยุกต์ใช้ในกระบวนการ เพื่อลดต้นทุน ลดเวลา และลดความผิดพลาดต่าง ๆ แต่ในปัจจุบัน การจัดการเรื่องเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการส่งออก-นำเข้า มักประสบปัญหาเกี่ยวกับความวุ่นวายทางด้านเอกสารที่ซับซ้อนและมีจำนวนมาก อีกทั้งยังจัดทำหรือจัดเตรียมให้แล้วเสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนดได้อย่างแม่นยำ งานวิจัยดังกล่าว จึงมุ่งศึกษาเกี่ยวกับ การจัดสร้างเอกสารการปิดบัญชีเรือ ที่ในปัจจุบัน ยังใช้มนุษย์ในการจัดสร้าง จึงก่อให้เกิดความผิดพลาดและควาสูญเสียทางด้านเวลา โดยได้ปรับปรุงและพัฒนาโปรแกรม **CW-1** ขึ้นใหม่ให้สามารถดึงข้อมูลแบบออนไลน์ที่มีอยู่มาสร้างเป็นเอกสารต่าง ๆได้ทันที เช่น ใบปล่อยสินค้า **(Delivery Order)** เป็นต้น โดยมีจุดประสงค์คือ เพื่อ ศึกษาขั้นตอนการปิดบัญชีเรือ และทำการปรับปรุงขั้นตอนโดยนำหลัก **ECRS** มาปรับใช้โดยพัฒนาโปรแกรมหลักของบริษัท **(CW-1)** ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดความรวดเร็วที่มากขึ้นและมีความผิดพลาดที่ลดลง จากการวิจัยพับว่า สามารถลดระยะเวลาในการปิดบัญชีเรือได้มากกว่า **50%** ลดความผิดพลาดให้เหลือน้อยกว่า **2%** และประสิทธิภาพโดยรวมของกระบวนการมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นถึง **40%**

คำสำคัญ — ***ECRS, CW1,การจัดการการนำเข้า – ส่งออก, ยุคดิจิตอล*, การปิดบัญชีเรือ**

ABSTRACT **— Export - Import management in the digital era, not only convenience and quickness are considered what make a business successful and competitive advantage. Therefore, many businesses assort to apply some technology of operating systems to implement in the process to reduce costs, time as well as many errors. However, documentation in nowadays that related to export – import process often encounter problems with complexity and a number of documents which cannot be completely prepared with in the specified time. Consequently, the research focus on the study of documentation in amend manifest process that at the present still use humans to create causing a number of errors and loss of time by improving and developing the new function of CW1- based firm program - be able to retrieve existing online data and real-time documentation. Thereby, the purpose is not only studying the process of amend manifest as well as improve some procedures by implementing the ECRS principles but also developed the new feature of company's main program (CW-1) in order to increase speed of documentation and reduce human errors. The result shown that the documentation time reduced more than 50%, human errors reduced less than 2% and the overall efficiency of the process increase to 40 %.**

Keywords **— *ECRS, CW1, Export-Import Management, Digital era*, Amend manifest.**

I. บทนำ

ในปัจจุบัน ธุรกิจผู้ให้บริการขนส่งระหว่างประเทศมีความสำคัญต่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งในธุรกิจประเภทนี้ต้องแข่งขันกับเรื่องของเวลาที่ต้องมีความรวดเร็วและแม่นยำ กิจกรรมการปิดบัญชีเรือในส่วนของการนำเข้า ถือเป็นกิจกรรมหนึ่งที่มีความสำคัญต่อกระบวนการนำเข้าเป็นอย่างมาก ซึ่งต้องจากต้องอาศัยความรวดเร็วในการจัดทำให้แล้วเสร็จตามเวลาก่อนที่เรือขนสินค้าจะเข้าเทียบท่าแล้ว ยังต้องอาศัยความแม่นยำและถูกต้องของชุดเอกสารที่มีความสำคัญต่อการการตรวจปล่อยสินค้าของเจ้าหน้าที่กรมศุลกากร และยังเอกสารที่มีความเกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่หลากหลายในวงกว้าง อาทิเช่น เจ้าของสินค้า(Shipper) สายเรือ (Carrier) หรือบริษัทที่ให้บริการด้านการขนส่ง (freight forwarder) ดังนั้น กิจกรรมการปิดบัญชีเรือ จึงเป็นกิจกรรมที่มีความท้าทาย ต่อประสิทธิภาพของการตอบสนองตอบให้ทันเวลา โดยเฉพาะกรณีที่เป็นการขนส่งในระยะทางที่สั้น

บริษัท เอ บี ซี จำกัด เป็ น ห นึ่ ง ใ น บ ริ ษัท ผู้ ให้บริการขนส่งและจัดการการนำเข้าและส่งออกระดับโลก โดยทำการให้บริการทั้งทางด้านการขนส่งทางบก ทางเรือ และทางอากาศ ซึ่งในปัจจุบัน งานในกิจกรรมของการขนส่งทางเรือของบริษัท เอ บี ซี จำกัด ประจำประเทศไทยมีปริมาณงานที่ไม่สอดคล้องกับจำนวนบุคลากร อีกทั้งมีความจำเป็นต้องจัดสร้างเอกสารเพื่อปิดบัญชีเรือให้ทันกับกำหนดการเวลา จึงส่งผลให้กระบวนการดังกล่าว เกิดความล่าช้าและใช้เวลานาน นอกจากนี้ ยังเกิดความผิดพลาดในการจัดสร้างเอกสารจากพนักงาน (Human Error) ส่งผลให้มีแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายและค่าเสียโอกาสอย่างมีนัยสำสำคัญ ดังนั้นการประยุกต์ใช้ระบบปฏิบัติการทางเทคโนโลยีสารสนเทศจึงเป็นทางเลือกที่ผู้ประกอบการนิยมนำมาใช้ในปัจจุบัน เพื่อลดระยะเวลาและความซับซ้อน งานิจัยดังกล่าวจึงได้ทำการพัฒนาระบบปฏิบัติการเพิ่มเติมจากโปรแกรม Cargo Wise1 (CW1) ซึ่งเป็นโปรแกรมหลักของบริษัท ด้วยการพัฒนาตัวช่วยในการสร้างเอกสารการปิดบัญชีเรือ ทั้งนี้เพื่อลดระยะเวลาและลดความซับซ้อนของการปฏิบัติงาน อีกทั้ง เพื่อลดความผิดพลาดของกระบวนการจัดสร้างเอกสารด้วยพนักงาน ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของประสิทธภาพโดยรวมของการปฏิบัติงาน

II. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทความดังกล่าวได้มีการประยุกต์ใช้หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

II.I 1. การปรับปรุงกระบวนการด้วยหลัก ECRS

(นวพล บุญประเสริฐ.2558 : 11-12) กล่าวว่า หลักการ ECRS เป็นหลักการที่ประกอบด้วยการกำจัด(Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่(Rearrange) และการทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) ซึ่งเป็นหลักการเพื่อลดความสูญเปล่าหรือ MUDA ได้เป็นอย่างดี ความสูญเปล่าที่จะเกิดขึ้นก็สะท้อนให้เห็นว่า ต้นทุนของสินค้าเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย หากสามารถลดความสูญเปล่าลงได้ก็จะทำให้ต้นทุน ลดลงได้อีกด้วย ซึ่งก็จะทำให้ความสามารถในการแข่งขันกับธุรกิจอื่นก็จะสูงขึ้นอีกด้วย โดยมีหลักการดังนี้ประกอบด้วย

- การกำจัด(Eliminate) คือการพิจารณาการทำงานปัจจุบันและกำจัดความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการในกระบวนการออกไปทั้งการทำงานที่มากเกินไป การรอคอย การเคลื่อนที่ ขนส่ง การทำงานที่ไม่เป็นประโยชน์การเก็บสินค้าที่มากเกินไป และของเสีย
- การรวมกัน (Combine) คือการรวมขั้นตอนการทำงานให้เข้าด้วยกัน เช่น จากเดิมเคยทำ 5 ขั้นตอนก็รวมเข้าด้วยกัน ทำให้ขั้นตอนที่ต้องทำลดลงจากเดิม การทำงานก็จะสามารถทำได้รวดเร็วขึ้นและอาจจะยังลดการเคลื่อนไหวในระหว่างขั้นตอนลงได้อีก เพราะเมื่อรวมขั้นตอนเข้าด้วยกัก็ทำให้การเคลื่อนไหวลดลงโดยอาจจะทำได้โดยการเรียงกระบวนการ ใหม่
- การจัดใหม่ (Rearrange) คือการจัดขั้นตอนใหม่เพื่อให้ลดการเคลื่อนที่เคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นหรือการรอคอย เช่น ในกระบวนการทำงาน อาจจะทำสลับขั้นตอนที่ 2 กับ 3 โดยอาจจะทำขั้นตอนที่3 ก่อนแล้วค่อยทำขั้นตอนที่2 ก็ทำให้ระยะทางการเคลื่อนลดลงได้
- การทำให้ง่าย (Simplify) คือการปรับปรุงการทางานให้ง่ายขึ้นสะดวกขึ้น เช่น การพัฒนาโปรแกรมที่มีอยู่ให้มีฟังก์ชันการทำงานที่มากขึ้นเพื่อเข้าช่วยในการทำงานให้สะดวก แม่นยำมากขึ้น ซึ่งก็จะทำให้ลดเวลาที่เปล่าประโยชน์ลงได้

ศิริรัตน์ ตรงวัฒนาวุฒิ (2560)ประยุกต์ใช้การสุ่มงานและหลักการลดความสูญเปล่า ECRS เพื่อปรับปรุงการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในไลน์ประกอบบรรจุภัณฑ์ของชิ้นส่วนวิทยุทรานซิสเตอร์ โดยการเริ่มจากศึกษากระบวนการผลิตและวิเคราะห์ขั้นตอน การทำงานตามการดำเนินการปรับปรุงด้วยวิธีการของวิศวกรรมอุตสาหการ ได้แก่ การศึกษาเวลาและการเคลื่อนไหว การสุ่มตัวอย่างงานและขั้นตอนการทำงาน หลักการลดความสูญเปล่า ECRS การคำนวณ ความสัมพันธ์ของคนและเครื่องจักร เป็นต้น ผลการปรับปรุง พบว่า สามารถลดการใช้แรงงานลงได้ร้อยละ 25 ของการจัดสรรแรงงานทั้งหมด

II.II แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Flow Process Chart)

(เอกรัฐ ชัยยวดยิ่ง. 2559 : 7-8) กล่าวว่า แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง คือแผนภูมิที่แสดงถึงการเคลื่อนที่ของคน หรือวัสดุ หรือเครื่องจักร รวมไปถึงเอกสารในกระบวนการทำงาน โดยมีรายละเอียดทุกขั้นตอนของการทำงาน มีเวลาหรือระยะทางที่เกิดขึ้นแสดงด้วย แผนภูมินี้เหมาะสาหรับใช้วิเคราะห์งานที่ต้องเสียเวลาทางานนาน

ตารางที่ I. ตารางสัญลักษณ์และความหมายที่ใช้ในFlow Process Chart

สัญลักษณ์	คำอธิบาย
●	การเพิ่มมูลค่า (การปฏิบัติงานแล้วได้ผลผลิตเพิ่ม)
■	การตรวจสอบ (ตรวจสอบทั้งด้านคุณภาพและปริมาณ)
→	การขนย้ายการเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง
▼	การเก็บรักษา
◆	การตัดสินใจ

แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องใช้สำหรับบันทึกเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ตามลำดับเพื่อให้มองเห็นรูปแบบการทงานที่ครบถ้วนทั้งช่วยใหเข้าใจข้อเท็จจริงในการทำงานและความสัมพันธ์กับสิ่งอื่น รายละเอียดที่บันทึกต้องได้จากการสังเกตจากเหตุการณ์ ที่เกิดขึ้นโดยตรงหรือวิเคราะห์งานที่เสียเวลาเคลื่อนย้ายหรือเดินทางมาก

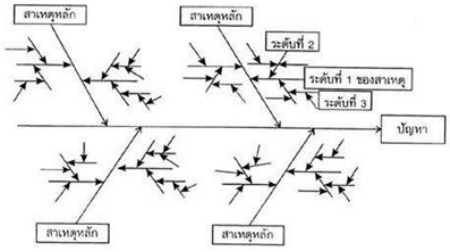
ตารางที่ II. แผนภูมิกระบวนการผลิตอยางต่อเนื่อง
(Flow Process Chart)



คณิศร ภูนิคม (2560) ได้ประยุกต์ความรู้ทางด้านอุตสาหการมาลดต้นทุนด้านเวลาและแรงงานให้กับผู้ประกอบการซึ่งมีผลิตภัณฑ์หลักคือน้ำดื่มบรรจุถังขนาด 20 ลิตร, 600 มิลลิลิตรและ ขนาด 300 มิลลิลิตรโดยใช้แรงงานคนในการผลิตเป็นหลัก หลังจากศึกษาขั้นตอนการทำงานในปัจจุบันแล้ว พบว่า กระบวนการผลิตเป็นไปด้วยความล่าช้าและมีการรอคอยของพนักงาน ซึ่งเป็นการเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์ใน งานวิจัยนี้จึงได้นำเครื่องมือทางอุตสาหการต่างๆ เช่น การศึกษางานการจับเวลา การใช้ แผนภูมิก้างปลา (Fish Bone Diagram) การใช้แผนภูมิการไหล (Flow Process Chart) และ เทคนิคการปรับปรุ งงาน(ECRS) มาช่วยแก้ปัญหาให้กับโรงงาน โดยพบว่าหลังจากการปรับปรุงการทำงานแล้ว สามารถลดเวลาความสูญเปล่าในการทำงานได้จากเดิม 254.40 วินาทีเหลือ174.16 วินาที ลดลงไป 80.24 วินาที คิดเป็น 32.17%

II.III แผนผังก้างปลา(Fish Bone Diagram)

ผังก้างปลา หรือ ผังแสดงเหตุและผล เป็นแผนภาพที่แสดงถึงความสัมพันธ์อย่างมีระบบระหว่างผลที่แน่นอนประการหนึ่ง (อาการของปัญหา) และสาเหตุที่เกี่ยวข้อง เมื่อต้องการเลือกปัญหา ต้องมีการระดมสมอง เสนอแนวความคิด และนำปัญหาเหล่านั้นมาแจกแจงหาสาเหตุของปัญหา โดยแบ่งออกเป็น 4 ประการ อันได้แก่ คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วิธีการ(Method) และ วัตถุดิบ(Material) ดังนั้นแผนผังก้างปลาจึงมีความเหมาะสมกับปัญหาที่มีความผันแปรสามารถระดมสมองหาสาเหตุได้อย่างกว้างขวางและครบถ้วน ทำให้ทราบสาเหตุของปัญหาพร้อมที่จะการแก้ไขต่อไปแสดงดังรูปที่2.1 (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ.2560 : 283)



รูปที่2.1 แผนภาพกางปลาแบบวิเคราะห์ความผันแปร

ที่มา:กิติศักดิ์พลอยพานิชเจริญ(2542). หลักการการควบคุมคุณภาพ หน้า288.

(ภัทรนิษฐ์ บุญวัง. (2559))ได้ศึกษาเพื่อลดของเสียประเภทจุดดำที่เกิดขึ้นใน กระบวนการฉีดพลาสติกโดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ (QC Tool) ในการค้นหาสาเหตุ และเพื่อการปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการผลิต วิจัยครั้งนี้ได้ใช้ใบตรวจสอบ (Check Sheet) ที่ใช้ในกระบวนการผลิตทำการตรวจสอบของเสียและเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสียจากกระบวนการผลิตเพื่อแจกแจงปัญหาด้วยแผนภูมิพาเรโต (Pareto-Diagram) และ แสดงความถี่ของปัญหาเพื่อแยกความสำคัญตามลำดับด้วยกฎพาเรโต 80:20 ในการเลือกแก้ไขส่วนที่มีของเสียมากที่สุด จากนั้นนำมาวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนภูมิก้างปลา (Fish Bone Diagram) เพื่อวางมาตรการณ์แก้ไข ผลการดำเนินการปรับปรุงพบว่า สามารถการเกิดของเสียประเภทจุดดำจาก 0.23% ลดลงเป็น 0.07% ลดลงจากเดิม69.56% และคิดเป็นมูลค่าที่ลด ได้1,175,906.16 บาทต่อปี

II.IV ความสูญเสีย 7 ประการ (7 Wastes)

ความสูญเสียคือการสูญเสียทรัพยากรในการางานส่งผลต่อต้นทุน คุณภาพและการส่งมอบ สิ่งที่เป็น อาการความสูญเสีย 7 ประการมีดังนี้ (อภิชาต วงศ์สืบสกุล. (2560))

- ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตเกินจาเป็น(Over Production)

คือความสูญเปล่าที่เกิดจากการผลิตสินค้าที่มากกว่ายอดขายหรือยอดที่ ต้องการผลิตเป็นความสูญเปล่าที่เกิดจากการเผื่อว่าสินค้าจะไม่เพียงพอส่วนใหญ่จะเกิด ขึ้นกับสินค้าที่อยู่ได้ไม่นาน เช่น สินค้าแฟชั่นที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วหรือ สม่ำเสมอ อาหาร Fast Food หรือแม้แต่งานที่สำเนาออกมาเกินความจาเป็นซึ่งส่งผลให้ เสียเวลาและแรงงานที่ไม่จาเป็ นเสียพื้นที่และเสียต้นทุนเกี่ยวกบค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ เช่น การเช่าหรือจัดทาโกดังใหม่เพื่อเก็บวัสดุหรือสินค้า

- ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)

คือความสูญ เปล่าที่เกิดจากการจัดเก็บ ของที่ไม่จำเป็นไว้จำนวนมาก โดยเฉพาะสินค้าที่มีวันหมดอายุ หรือวัตถุดิบ ที่เกิดจากการวางแผน การผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ เช่น การเก็บวัสดุอุปกรณ์หรือเอกสารมากเกินไป หรือการสั่งซื้อวัสดุครั้งละจำนวนมาก เพื่อรับประกันว่า จะมีวัสดุสำหรับการผลิตเพียงพอตลอดเวลา หรือสั่งซื้อวัสดุ ตามปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (EOQ) หรือสั่งซื้อวัสดุตามปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดใน กรณีมีส่วนลดด้านราคา ส่งผลให้องค์กรต้องใช้พื้นที่ในการเก็บรักษาวัสดุคงคลัง แทนที่จะ ใช้พื้นที่ส่วนนี้ไปทาประโยชน์ด้านอื่นหรือวัสดุอาจเสื่อมคุณภาพ เป็นต้น

- ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportation)

คือ ความสูญเปล่าที่เกิดจากการขนส่งหรือขนย้ายสินค้าที่เปล่าประโยชน์ซึ่งอาจเกิดจากการวางแผนการขนส่งที่ผิดพลาด หรือขาดการวางผังสถานที่ทำงานหรืออุปกรณ์ที่ดี โดยหากมีการบริหารจัดการและควบคุมการขนส่งไม่เหมาะสมก็จะทาให้ต้นทุนการขนส่งมีค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้น

- ความสูญเสียจากการเคลื่อนไหว (Motion)

คือความสูญเปล่าที่เกิดจากการเคลื่อนไหวร่างกายที่ไม่ถูกต้องก่อให้เกิด ความเมื่อยล้าหรือมีความเสี่ยงที่ทำให้เกิดอันตรายในขณะที่เราทำงาน โดยการเคลื่อนไหวที่ไม่ถูกต้อง อาจจะเกิดจากการออกแบบสภาพการทำงานที่ไม่เหมาะสม หรือวิธีการทำงานที่ ไม่เหมาะสม เช่น ก้ม เงย เอี้ยวตัว หรือใช้มือเพียงข้างเดียวซึ่งความสูญเปล่าเรื่องนี้จะเป็นสิ่งสำคัญในองค์กรที่ใช้แรงงานคนเป็นหลัก

- ความสูญเสียเนื่องมาจากการกระบวนการผลิต (Processing)

คือความสูญเปล่าที่เกิดจากการการทำงานที่มีขั้นตอนการผลิตที่มากเกินความจำเป็นหรือกระบวนการผลิตที่มีการทำงานซ้ำซ้อนหลายขั้นตอนเกินความจำเป็นจะทำให้เกิดความล่าช้าในการผลิต ส่งผลให้เสียเวลาในการเตรียมการผลิตและการผลิตชิ้นงาน ใช้เครื่องจักรและแรงงานโดยไม่ทาให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์

- การสูญเสียจากการรอคอย (Delay)

การรอคอย (Delay) คือความสูญเปล่าที่เกิดจากการรอเครื่องจักรหรือพนักงานที่หยุดทงานเนื่องจากต้องรอคอยปัจจัยการผลิตเช่น วัตถุดิบ ชิ้นส่วน เครื่องจักร รอเอกสาร ซึ่งจะทำให้การผลิตเป็นไปด้วยความล่าช้าไม่เต็มกาลังการผลิตและการส่งมอบ สินค้าอาจไม่ทันกำหนด ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายด้านแรงงาน เครื่องจักรที่สูงขึ้น

- ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย(Defects)

คือความสูญเปล่าที่เกิดจากการทางานที่บกพร่อง ซึ่งเมื่อของเสียถูกผลิตออกมา เหล่านั้นอาจถูกนำไปแก้ไขใหม่ให้ได้คุณสมบัติตามที่ลูกค้าต้องการหรือถูกนำไปกำจัดทิ้ง ดังนั้นจึงทำให้มีการสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสียขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนวัตถุดิบ เครื่องจักร แรงงาน สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์

*(*สุรพงษ์ ศิริกุลวัฒนา, สมชาย พัวจินดาเนตร์ และศิริวรรณเหมือนแก้ว (*2555).)* ได้ศึกษาการลดความสูญเปล่าใน กระบวนการตรวจสอบชิ้นส่วนยางอุตสาหกรรมในยานยนต์ โดยพยายามขจัดและลดงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม (Non value added) ต่อตัวผลิตภัณฑ์ อาทิเช่น ความสูญเปล่าเนื่องจากการรอคอย *(*Delay) การเคลื่อนไหวที่เกินจำเป็น (Excess Motion) ความสูญเปล่าเนื่องจากงานเสีย *(*Defect) หรืองานที่ต้องนำกลับมาทำใหม่ *(*Rework) โดยฝชัแนวคิดของการลดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS ผลการศึกษาพบว่า สามารถลดเวลาในการวัดขนาดชิ้นงานจาก 20.22 นาทีต่อล็อตเป็น 8.25 นาทีต่อล็อต หรือคิดเป็น 59.16%

ชญาดา ปราชเปรื่อง (2560) ได้ทำการการศึกษาการลดความสูญเปล่าของเวลาในการผลิตกระเทียมกลีบไทยบรรจุถุง โดยได้นำเทคนิคลีน (Lean) มาใช้ในงานวิจัย ได้แก่ การวิเคราะห์กระบวนการทำงานโดยใช้แผนผังการไหลของกิจกรรม (Activity Flow Process Chart) ในการตัดกิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่าให้กับ กระบวนการ การสร้างแผนผังสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping) ในการหาจุดที่เป็นคอขวดของทั้งกระบวนการผลิต เพื่อทำการแก้ไขและลดระยะเวลาในการ ผลิตกระเทียมกลีบไทยในแต่ละขั้นตอน พบว่า สาเหตุอันมาจากความล่าช้าของแรงงานคนที่ไม่สามารถทำงานได้เร็วเทียบเท่ากับเครื่องจักรได้ จึงทำให้เกิดคอขวดขึ้นในบางขั้นตอนของการผลิต ก่อให้เกิดการผลิตที่ขาดประสิทธิภาพ และมีขั้นตอนในการผลิตที่ทำให้มีความสูญเปล่าเกิดขึ้น จึงทำการปรับปรุงโดยใช้หลักการ ECRS เพื่อให้การผลิตกระเทียมกลีบไทยนั้น สะดวก รวดเร็ว ปฏิบัติงานได้ง่าย และมีประสิทธิภาพมาก ยิ่งขึ้น หลักปรับปรุงพบว่า เวลารวมของกระบวนการลดลงไป 15.87%

III. วิธีการดำเนินงาน

III.I ขั้นตอนในการศึกษา

ในงานวิจัยเรื่องการศึกษาการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์พื้นฐาน (CW1) เพื่อลดเวลาในการจัดสร้างเอกสารบัญชีเรือขาเข้า มีขั้นตอนการศึกษามีดังนี้

- ศึกษากระบวนการ คัดเลือกปัญหา โดยการจัดเรียงการไหลของขั้นตอนการทำงานในแผนกนำเข้าทางเรือด้วยทฤษฎีแผนผังการไหล (Flow Process Chart) พร้อมทั้งบันทึกเวลาเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอน
- วิเคราะห์สาเหตุที่แท้จริงของปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการด้วยทฤษฎีแผนผังก้างปลา (Fish Bone)
- ดำเนินการแก้ไขด้วยการประยุกต์ใช้ทฤษฎี ECRS เพื่อปรับปรุงขั้นตอนที่เกิดการสูญเปล่าพร้อมทั้งพัฒนาโปรแกรม Microsoft excel ในรูปแบบเฉพาะเพื่อประยุกต์ให้สามารถเชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับโปรมแกรมหลักของบริษัท (CW1)
- เปรียบเทียบผลการปรับปรุง โดยแผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Flow Process Chart) เพื่อสรุปผลจากการปรับปรุงและติดตามผลโดยการใช้หลักการ PDCA

III.II การวิเคราะห์ข้อมูล และการกำหนดตัวชี้วัดผลการศึกษา

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยได้มีการกำหนดตัวชี้วัดผลการศึกษาโดยอ้างอิงตามวัตุประสงค์ของงานวิจัยดังแสดงได้ในตารางที่ 3.1

วัตถุประสงค์	ตัวชี้วัด	เป้าหมาย
เพื่อพัฒนาตัวช่วยในการจัดสร้างเอกสารที่ใช้ในการปิดบัญชีเรือเข้ากับโปรแกรมหลัก (CW1)	ระบบ CW-1	มี function ในการจัดสร้างเอกสารในโปรแกรมหลัก CW1 เพิ่มขึ้นอย่างน้อย 1 function
เพื่อลดระยะเวลาและผิดพลาดในการจัดสร้างเอกสารเพื่อเพื่อปิดบัญชเรือ	-เวลารวมของกระบวนการ -ความผิดพลาดของเอกสาร	ระยะเวลาในการปิดบัญชเรือลดลง 50% และความผิดพลาดลดลง 2 %
เพื่อเพิ่มประสทธิภาพของกระบวนการจัดสร้างงเอกสารต่อ 1 บัญชเรือ	ประสิทธิภาพของกระบวนการ	ประสทธิภำพของกระบวนกำรเพิ่มขึ้น 40%

ตารางที่ 3.1 ตารางตัวชี้วัดของการศึกษาวิจัย

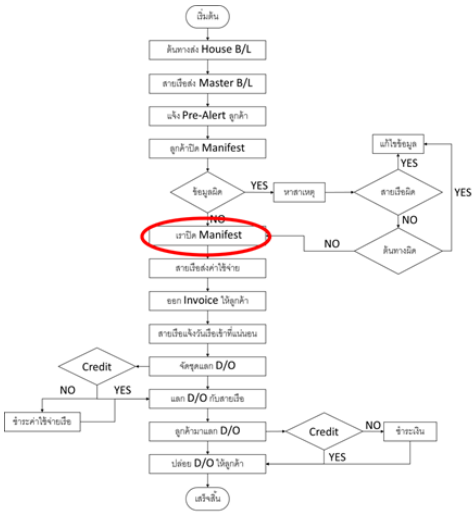
IV. ผลการดำเนินงาน

IV.I ข้อมูลทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา

บริษัทกรณีศึกษาเป็นบริษัทผู้ให้บริการด้านการขนส่งสินค้าครบวงจร ซึ่งมีการให้บริการทั้งทางอากาศ และทางทะเล ตามความต้องการ และมีสาขาทั่วโลก เฉพาะในประเทศไทยมีปริมาณนำเข้า – ส่งออกผ่านบริษัทดังกล่าวไม่ต่ำกว่า 1000 รายการต่อเดือน

IV.II ขั้นตอนการทำงานก่อนการปรับปรุง

จากการศึกษาขั้นตอนการทำงานของฝ่ายปฏิบัติการของแผนกนำเข้าสินค้าทางเรือ ได้ระบุถึงปัญหาที่สำคัญจากกระบวนการในการปฏิบัติงานทั้งหมดดังรูปที่ 4.1



รูปที่4.1 แผนผังกระบวนการนำเข้าสินค้าทางเรือ

จากรูปที่4.1 พบว่า ปัญหาสำคัญคือการปิดบัญชีให้กับผู้ให้บริการเรือ ซึ่งขั้นตอนนี้ มีความสอดคล้องกบขั้นตอนการจัดชุดงานเพื่อนำไปแลกD/O (Delivery Order) กับทางผู้ให้บริการเรือขนส่ง จากการศึกษาปัญหาอย่างระเอียดพบว่ากระบวนการนี้มีขั้นตอนที่ซับซ้อน และเกินความจำเป็น ในการจัดทำชุดเอกสาร พนักงานมีความจำเป็นที่ต้องใช้คอมพิวเตอร์เพื่อเปรียบเทียบเอกสารถึง 2 เครื่องต่อพนักงาน 1 คน อีกทั้งในแต่ละวันจะมีปริมาณการนำเข้าที่ค่อนมาก ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาขึ้นอนนี้อย่างละเอียด และทำการจับเวลาเพื่อหาค่าเวลาเฉลี่ยของกระบวนการที่เกิดปัญหา โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎี Flow Process Chart ซึ่งสามารถแจกแจงขั้นตอน ออกมาได้ดังรูปที่ 4.2

แผนภูมิวิเคราะห์กระบวนการไหล

วิธีปัจจุบัน ■ วิธีใหม่ □

ชื่องาน การปรับปรุงขั้นตอนการปิดบัญชีเรือ ชื่อกระบวนการ ปิดบัญชีเรือ

แผนก Ocean freight Import บริษัท DHL Global Forwarding (Thailand) Limited

ชื่อผู้วิเคราะห์ อดิศร แซ่ย่าง วันที่ 5/1/2020

ขั้นตอนที่	ทำงาน	ขนถ่าย	ตรวจสอบ	รอ	คงคลัง	รายละเอียด	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)
1	○	⇨	□	■	▽	เปิดแบบฟอร์มที่ใช้ในการจัดชุด	-	6.93
2	○	⇨	□	■	▽	เปิดหน้า House B/L ของชุดที่จะจัดใน CW1	-	6.31
3	○	⇨	□	■	▽	เปิดแบบฟอร์มที่ลูกค้าทำการปิดบัญชีเรือมา	-	6.78
4	●	⇨	□	D	▽	แก้ไขวันที่ในแบบฟอร์ม	-	3.17
5	●	⇨	□	D	▽	คัดลอกชื่อสายเรือจาก HBL มาวางในฟอร์มจัดชุด	-	7.87
6	●	⇨	□	D	▽	คัดลอกชื่อลูกค้าจากฟอร์มที่ลูกค้าปิดมาวางในฟอร์มจัดชุด	-	7.19
7	●	⇨	□	D	▽	คัดลอกเลขMaster B/Lจาก CW1 มาวางในฟอร์มจัดชุด	-	10.41
8	●	⇨	□	D	▽	คัดลอกเลขตู้คอนเทนเนอร์จาก HBL มาวางในฟอร์มจัดชุด	-	9.73
9	○	⇨	■	D	▽	เปลี่ยนสเตตัสตู้ในฟอร์มจัดชุด	-	10.89
10	●	⇨	□	D	▽	คัดลอก Mark & No. จากฟอร์มลูกค้ามาวางในฟอร์มจัดชุด	-	8.56
11	●	⇨	□	D	▽	คัดลอก Description จากฟอร์มลูกค้ามาวางในฟอร์มจัดชุด	-	11.03
12	○	⇨	■	D	▽	เปลี่ยน Gross Weight ให้ตรงกับฟอร์มที่ลูกค้าปิดมา	-	7.41
13	○	⇨	■	D	▽	เปลี่ยน Cubic Measurement ให้ตรงกับฟอร์มที่ลูกค้าปิดมา	-	6.08
14	○	⇨	■	D	▽	ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล	-	42.67

สรุป

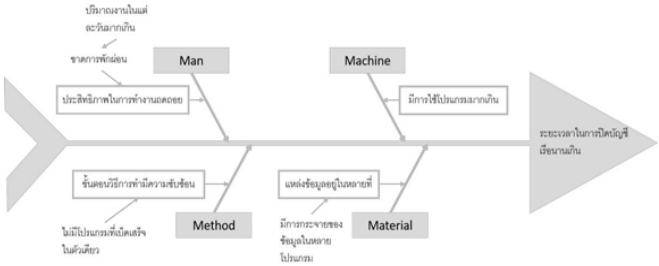
กระบวนการ	จำนวน		
○ ทำงาน	7	รวมจำนวนขั้นตอนทั้งหมด	14
⇨ ขนถ่าย	0	รวมระยะทางทั้งหมด (เมตร)	0
□ ตรวจสอบ	4		
D รอ	3	รวมเวลาทั้งหมด (วินาที)	145.03
▽ คงคลัง	0		

รูปที่4.2 แผนภูมิการไหลของขั้นตอนการปิ ดบัญชีเรือก่นปรับปรุง

จากรูปที่4.2 แสดงให้เห็นถึงรายละเอียดการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการปิดบัญชีเรือว่าในแต่ละ Shipment เมื่อเราจะปิดบัญชีเรือจะใช้ระยะเวลาเฉลี่ยที่ 145.03 วินาทีหรือ 2 นาที 25 วินาทีและแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า ในการทางาน ทั้งขั้นตอนที่เป็นการตรวจสอบและการรอ ซึ่งมากเกินความจำเป็น โดยเมื่อเปรียบเทียบกับขึ้นตอนการทำงานนทั้งหมด มีมากถึง 50% ที่เป็นขั้นตอนที่ใช้เวลามากกว่าปกติหรือขึ้นตอนที่เกิดการสูญเปล่า

IV.III การวิเคราะห์การทำงาน

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา โดยประยุกต์ใช้ เทคนิคแผนผังก้างปลา (Fish-Bone Diagram) มาวิเคราะห์สาเหตุและผล โดยสามารถแสดงสาเหตุของปัญหาดงภาพที่ 4.3



รูปที่4.3 แผนผังกางปลาของปัญหาระยะเวลาในการปิดบัญชีเรือนานเกินไป

จากแผนภูมิก้างปลาในรูปที่ 4.3 จะเห็นว่าการบันทึกข้อมูลเพื่อทำการปิดบัญชีเรือนั้น ต้องอาศัยข้อมูลการหลายแหล่งหรือหลายโปรแกรมเพื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาบันทึกเข้าโปรแกรมหลัก(CW1) อีกที อีกทั้งข้อมูลแต่ละชุดรายงานมีรายละเอียดที่ค่อนข้างมาก จึงทำให้ผู้จัดทำเกิดความสับสนขณะบันทึก รวมไปถึงมีการทำงานที่ซับซ้อนและล่าช้า ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงการทำงานของโปรแกรมหลักที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ ที่จเป็นสำหรับการบันทึกข้อมูลในการจัดสร้างเอกสารบัญชีเรือแบบออนไลน์ด้วยการเชื่อมโยงข้อมูลทั้งหมดที่จำเป็นผ่านระบบ EDI, ระบบการตรวจจับภาพแล้วแปลงให้กลายเป็นตัวอักษร และระบบฐานข้อมูลตั้งแต่ต้นทางหรือผู้เกี่ยวข้องทั้งหมดในการขนส่งของ shipment ดังกล่าว และจัดสร้างเอกสารสำหรับการปิดบัญชีเรือได้อย่างรวดเร็ว โดยพนักงานทำงานเพียงแต่การตรวจสอบข้อมูล ณ จุดที่สำคัญและกดยืนยืน

IV.IV การปรับปรุงขั้นตอนกระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์

หลังจากเลือกเฉพาะสาเหตุที่สามารถนำมาแก้ไขปรับปรุงได้ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้หลักการของ ECRS โดยมีรายละเอียดการปรับปรุงดังนี้

- การกำจัดออก (Eliminate) ตัดขั้นตอนที่ 1 และ 3 ในการเปิดโปรแกรมหรือเอกสาร ที่หลากหลายที่มา
- การรวมกัน (Combine) รวมขั้นตอนตั้งแต่ขั้นตอนที่4 จนถึง ขั้นตอนที่13 เข้า ด้วยกันโดยใช้เครื่องมือที่ถูกพัฒนาขึ้นมาใหม่เพิ่มเติมในโปรแกรม CW1
- การจัดเรียงใหม่(Rearrange) นำเครื่องมือที่ถูกพัฒนาขึ้นใหม่ใน

โปรแกรม CW1 มา ใช้ในกระบวนการปิดบัญชีเรือโดยพัฒนาจากแบบฟอร์มปัจจุบันที่ใช้อยู่ โดยกิจกรรมนี้จะมีขั้นตอนในการทำงานที่จะสามารถดึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากระบบที่มีในระบบมาป้อนเองโดยอัตโนมัติและเหลือขั้นตอนที่14 ไว้เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และเอกสารที่นะบบสามรถจัดสร้างขึ้นโดยอัตโนมัติมีรูปแบบดังรูปที่ 4.4



รูปที่4.4 แบบฟอร์มปิดบัญชีเรือจากเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นในโปรแกรม CW1

จากรูปที่4.4 แสดงถึงแบบฟอร์มที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือในโปรแกรมโดยข้อมูล ต่างๆที่ถูกกรอกในแบบฟอร์มนั้นได้มาจากการกด Auto Fill ในโปรแกรมเพื่อดึงข้อมูลต่างๆที่อยู่ในระบบมากรอกลงในแบบฟอร์มให้เสร็จสมบูรณ์เหลือเพียงแค่การตรวจสอบ ความถูกต้องของข้อมูลว่าตรงตามที่ลูกค้าต้องการหรือไม่โดยจะมีแบบฟอร์มให้ลูกค้าทำการแก้ไขมาอัพโหลดเข้าไปในระบบ ซึ่งแบบฟอร์มที่ให้ลูกค้าทาการปิดบัญชีให้กบบริษัท นั้นมีรูปแบบดังรูปต่อไปนี้


Manifest Amendment

B/L Number	
Consignee	
Place of Delivery	
Status	
Number of Package	
Kind of Package	
Gross Weight (KG)	
Measurement (CBM)	
Marks and Numbers	
Cargo Description	
IMO (DG Cargo only)	
SOC (if applicable)	
Remark	
Submit by / Tel no	

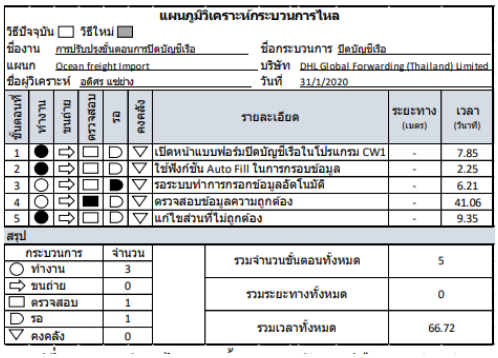
รูปที่4.5 แบบฟอร์มปิดบัญชีสำหรับคู่ค้า

จากรูปที่4.5 เมื่อคู่ค้าทาการแก้ไขปิดบัญชีมาให้กับทางบริษัทก็จะทำการนาข้อมูลขึ้นระบบ e-Documents ของโปรแกรมเพื่อใช้ในการดึงข้อมูลต่อไป หรือ เพื่อนeมาตรวจสอบความถูกต้อ'ของข้อมูลก่อนทาการปิดบัญชีให้กับผู้ให้บริการเรือ

- การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) เปลี่ยนรูปแบบการทำงานจากระบบ Manual มาเป็น ระบบอัตโนมัติโดยเครื่องมือที่ถูกพัฒนาขึ้นมาใหม่ดังรูปที่ 4.4

IV.V ผลการวิเคราะห์การปรับปรุงกระบวนการและเปรียบเทียบก่อนและหลัง

หลังจากการปรับปรุงการทำงานต่างๆ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์แผนภูมิการไหล (Flow-Process Chart) ของขั้นตอนการปิดบัญชีเรือเพื่อเปรียบเทียบหลังปรับปรุงดังแสดงจากรูปที่4.6 พบว่าระยะเวลารวมของขั้นตอนทั้งหมดในกระบวนการหลังการปรับปรุงเท่ากับ 66.72 วินาที หรือ1นาที 6 วินาที จากเดิม2นาที25 วินาทีซึ่งลดลง 78.31 วินาทีและจากการบันทึกสถิติความผิดพลาดของเอกสารในแต่ละเดือนของบริษัทแสดงจากรูปที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่า เมื่อเครื่องมือที่ผานการพัฒนามาประยุกต์ใช้ สามารถลดจำนวนเอกสารที่ผิดพลาดได้อย่างมีนัยสำคัญ


แผนภูมิวิเคราะห์กระบวนการไหล

วิธีปัจจุบัน ☐ วิธีใหม่ ■

ชื่องาน การปรับปรุงขั้นตอนการปิดบัญชีเรือ ชื่อกระบวนการ ปิดบัญชีเรือ

แผนก Ocean freight import บริษัท DHL Global Forwarding (Thailand) Limited

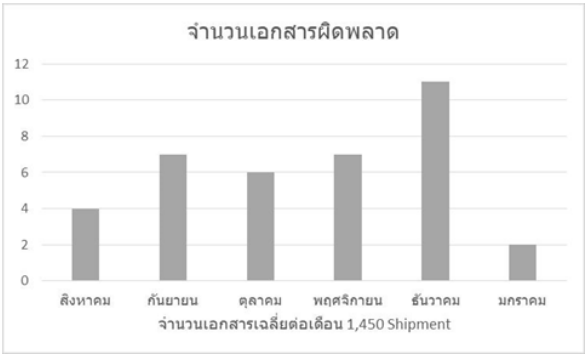
ชื่อผู้วิเคราะห์ อลิศรา แซ่ย่าง วันที่ 31/1/2020

ขั้นตอนที่	ทำงาน	ขนถ่าย	ตรวจสอบ	รอ	คงคลัง	รายละเอียด	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)
1	●	⇨	□	D	▽	เปิดหน้าแบบฟอร์มปิดบัญชีเรือในโปรแกรม CW1	-	7.85
2	●	⇨	□	D	▽	ใช้ฟังก์ชั่น Auto Fill ในการกรอกข้อมูล	-	2.25
3	○	⇨	□	■	▽	รอระบบทำการกรอกข้อมูลอัตโนมัติ	-	6.21
4	○	⇨	■	D	▽	ตรวจสอบข้อมูลความถูกต้อง	-	41.06
5	●	⇨	□	D	▽	แก้ไขส่วนที่ไม่ถูกต้อง	-	9.35

สรุป

กระบวนการ	จำนวน		
○ ทำงาน	3	รวมจำนวนขั้นตอนทั้งหมด	5
⇨ ขนถ่าย	0		
□ ตรวจสอบ	1	รวมระยะทางทั้งหมด	0
D รอ	1		
▽ คงคลัง	0	รวมเวลาทั้งหมด	66.72

รูปที่4.6 แผนภูมิการไหลของขั้นตอนการปิดบัญชีเรือหลังปรับปรุง



รูปที่4.7 แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนเอกสารผิดพลาดย้อนหลัง 6เดือน

V. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

V.I บทสรปุผลการศึกษา

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษากระบวนการปิดบัญชีเรือด้วยหลักการ Flow Process Chart และเก็บข้อมูลด้วยการจับเวลาขั้นตอนการทำงานในกระบวนการปิดบัญชีเรือ (Manifest Amendment) จากนั้นนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุด้วยแผนผังก้างปลา (Fish-Bone Diagram) พบว่า

จุดคอขวดของกระบวนที่มีปัญหา คือ แหล่งที่มาของข้อมูลที่จะนำมาใช้สร้างเอกสารการปิดบัญชีเรือมาจากหลากหลายแหล่งหรือหลากหลายซอฟต์แวร์ ทั้งในระบบออนไลน์อละระบบออฟไลน์ รวมไปถึงมีขั้นตอนชการทำงานที่มีความซับซ้อน จากนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงด้วยการพัฒนาเครื่องมือในโปรแกรม CW1 โดยอาศัยหลัก ECRS และใช้แผนภูมิการไหลของกระบวนการท างาน (Flow Process Chart) เป็นตัวเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง พบว่า เมื่อเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในกระบวนการปิดบัญชีเรือ จากเดิมใช้เวลา145.03 วินาที เหลือ 66.72 วินาที ซึ่งลดลง 78.31 วินาที คิดเป็น 53.94% มากกว่า KPI ที่ตั้งไว้ 3.99% ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทางานเพิ่มขึ้นจากเดิมคิด เป็น 46% อีกทั้งยังเพิ่มความแม่นยาของเอกสาร ลดความผิดพลาดของการสร้างเอกสารใน การปิดบัญชีให้เหลือ เพียง 0.138%

V.II ข้อเสนอแนะ

ในอนาคตควรออกแบบระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ไม่ใช่แค่ในเพียงกระบวนการปิดบัญชีเรือเท่านั้นควรพัฒนาในทุกๆกระบวนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นอยางต่อเนื่องตามหลักการ Monozukuri และ Kaizen

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณบริษัท บริษัทดีเอชแอล โกลเบิล ฟอร์เวิร์ดดิ้ง จำกัด พนักงานทุกท่านที่ให้ความร่วมมืออย่างดีในการตอบคำถามและข้อสงสัย รวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆ ในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย จนทำให้งานวิจัยนี้สามารถประสบความสำเร็จบรรลุวัตถุประสงค์ได้ตามที่คาดหวัง

เอกสารอ้างอิง

[1] คณิศร ภูนิคม. (2560). การลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตกระถาง. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). สืบค้นเมื่อ 23 ธันวาคม 2563 จาก https://tci-thaijo.org/index.php/jitubru/article/view/58812

[2] ชญาดา ปราชเปรื่อง. (2560). การลดความสูญเสียและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตแบบฟอร์มธุรกิจ. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). สืบค้นเมื่อ 22 ธันวาคม 2563จาก https://rcim.rmutr.ac.th/wp-content/uploads/2017/09/MBA.2559.75.pdf

[3] นวพล บุญประเสริฐ. (2560). การปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบ ในอุตสาหกรรมการผลิตเลนส์แว่นตาโดยการประยุกต์ใช้หลักการของ ECRS. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). สืบค้นเมื่อ 14 ธันวาคม 2563 จาก http://newtdc.thailis.or.th/docview.aspx?tdcid=266143

[4] ภัทรนิษฐ์ บุญวัง. (2559). การประยุกต์แนวคิดแบบลีนเพื่อลดความสูญเปล่าในการผลิต กรณีศึกษา บริษัท ABC จำกัด. งานนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาการจัดการ การขนส่งและโลจิสติกส์, คณะโลจิสติกส์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

[5] ศิริรัตน์ ตรงวัฒนาวุฒิ. (2560). การพัฒนาระบบการจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ของ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่การค้นคว้าแบบอิสระวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิตสาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[6] สุรพงษ์ ศิริกุลวัฒนา, สมชาย พัวจินดาเนตร์ และศิริวรรณเหมือนแก้ว (2559). การลดเวลาของกระบวนการดำเนินงานในธุรกิจการผลิตกระดาษการประชุมวิชาการ ช่วยงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม. วันที่ค้นข้อมูล 2 มกราคม 2564, เข้าถึงได้จาก http: / / www. dms. eng. su. sc. th / filebox / FileData / OIEE004. pdf.

[7] เอกรัฐชัย ยวดยิ่ง. (2558). การใช้เทคนิคการศึกษางานสำหรับการเพิ่มผลิตภาพการผลิตพาเลทเหล็ก. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). สืบค้นเมื่อ 14 ธันวาคม 2563 จาก http://newtdc.thailis.or.th/docview.aspx?tdcid=56440

[8] อภิชาต วงศ์สืบสกุล. (2560). การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการลดความสูญเปล่า. กรุงเทพมหานคร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ปัจจัยส่วนประสมการตลาดที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ ของกลุ่ม Generation X ในเขตกรุงเทพมหานคร

Marketing mix factors influencing online shopping behavior Of Generation X In Bangkok

1st วีรชัย เรืองโชติ	2nd ศุภสิน ขุมทองวัฒนกุล	3rd พงศ์ศรัณย์ วงศ์ชนเดช	4th สาเรศ วันโสภา
Weerachai Ruangchote	Supasin khumtongwatanakul	Pongsaran Wongchanadech	Sared Wansopa
คณะบริหารธุรกิจ	*คณะบริหารธุรกิจ*	*คณะบริหารธุรกิจ*	*คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ*
Faculty of Business Administrator	*Faculty of Business Administrator*	*Faculty of Business Administrator*	*Faculty of Information Technology*
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย	กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย	กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย	กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand	Bangkok / Thailand	Bangkok / Thailand	Bangkok / Thailand
ru.weerachai_st@tni.ac.th	kh.supasin_st@tni.ac.th	pongsaran@tni.ac.th	sared@tni.ac.th

***บทคัดย่อ* — การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนประสมการตลาดที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ออนไลน์ ของกลุ่ม Generation X และเพื่อวิเคราะห์เหตุผลและการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ โดยการเก็บข้อมูลปฐมภูมิ ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งผ่านการความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิ และตรวจสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือโดยใช้กลุ่มทดลองจำนวน 30 ตัวอย่างโดยมีค่าความตรงเกินกว่า 0.67 ทุกข้อคำถามและค่าความเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง 0.829 - 0.956 ในทุกองค์ประกอบ จากนั้นนำไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 403 คน และนำมาวิเคราะห์สรุปผลตามกรอบแนวคิดการวิจัยเพื่อให้ทราบถึงปัจจัยส่วนประสมการตลาดที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ (Generation X) ในเขตกรุงเทพมหานครฯ**

ผลการศึกษาพบว่า (1) ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ (2) ปัจจัยด้านส่วนผสมทางการตลาดมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ออนไลน์

***คำสำคัญ* — ส่วนผสมทางการตลาด, ช่องการทางการตลาดออนไลน์, พฤติกรรมการซื้อ**

***Abstract* — This research study has objectives. To study marketing mix factors that influence online shopping behavior Of the 35-53 year old generation (Generation X) and to analyze the reasons and the decision to buy products online Is quantitative research by collecting primary data Use questionnaires as tools for data collection**

Through content validity from experts And to examine the reliability of the tools by using the experimental group of 30 samples with the accuracy value greater than 0.67 for every question and the confidence value between 0.829 - 0.956 in all components. After that, data were collected from 403 people and analyzed and summarized according to the research framework to know the marketing mix factors that influence online shopping behavior (Generation X) in the area. Bangkok

The results show that (1) Demographic factors influence online shopping behavior (2) Marketing mix factors influence online shopping behavior

keyword — Marketing Mlx, Decision Making on Purchasing, online marketing channel

I. บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทสำคัญในการนำเนินชีวิต สมาร์ทโฟนถือเป็นอุปกรณ์สำคัญในชีวิตประจำวัน ทั้งการสื่อสาร การรับสื่อ รวมไปถึงการซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ทั้งจากช่องทางสังคมออนไลน์ และเว็บไซต์ ซึ่งเข้ามาเพิ่มความสะดวกสบายให้แก่ผู้บริโภคไม่จำเป็นต้องเดินทางเพื่อไปซื้อสินค้าหรือบริการ นอกจากความสะดวกสบายในการเลือกซื้อสินค้าและบริการแล้ว ยังสามารถหลบเลี่ยงจากปัญหาการจราต้อง

พบเจอในการเดินได้ ทำให้พฤติกรรมของผู้บริโภคในปัจจุบันนิยมเลือกซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์เพิ่มขึ้นด้วย

ปัจจัยสำคัญที่ทำให้พฤติกรรมของผู้บริโภคมีแนวโน้มจะเปลี่ยนแปลง คือ เทคโนโลยีที่ก้าวหน้าขึ้นในปัจจุบัน เช่น เว็บไซต์ซื้อของออนไลน์หรือการซื้อของออนไลน์ เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันอย่างมาก Hootsuite และ Wearesocial[1] เกี่ยวกับการใช้อินเตอร์เน็ตของประชากรไทย ในเดือนมกราคม ปี 2018 พบว่ามีประชากร 69.11 ล้านคน มีผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตมากกว่าถึง 57 ล้านคน มีผู้ใช้งานสื่อโซเชียลมีเดียเป็นประจำประมาณ 51 ล้านคน ผู้ใช้มือถือประมาณ 55.56 ล้านเครื่อง และผู้ใช้งานสื่อโซเชียลมีเดียผ่านโทรศัพท์สมาร์ทโฟนประมาณ 46 ล้านเครื่อง นอกจากนี้ยังมีข้อมูลของผู้ใช้งานโดยแบ่งตามช่วงอายุ หรือเจเนอเรชั่นที่มีการใช้งานบนอินเตอร์เน็ตสูงสุดคือ ช่วงอายุ 18-37 ปี หรือ Generation Y และลองลงมา คือ ช่วงอายุ 38-53 ปี หรือที่เรียกว่า Generation X โดยปณิชา นิติพรมงคล (2554)[2] ได้กล่าวถึง Generation X ว่า เป็นคนที่เกิดในช่วง พ.ศ. 2508 – 2522 เป็นวัยทำงานผู้ใหญ่ มีความเป็นผู้นำ มีความเชื่อมั่นในตัวเองสูง ชอบการเรียนรู้ เปิดรับสิ่งใหม่ๆ ได้เพื่อปรับปรุง และพัฒนาตนเอง ซึ่ง Gen-x มีความต่างของช่วงอายุในวัยรุ่นไม่มากนักทำให้การเรียนรู้สิ่งต่างๆ เป็นไปโดยง่าย เนื่องจากคน Generation X อยู่ในช่วงที่อาจเป็นผู้ปกครองของคน Generation Y จึงทำให้มีการปรับตัวให้เข้ากับยุคเครือข่ายสังคมออนไลน์ได้ โดยคน Generation Y อาจช่วยเหลือแนะนำ หรือการทำให้อยากลองใช้เครือข่ายออนไลน์ เพื่อให้ตนเองได้มีส่วนร่วมในการติดต่อสื่อสาร พูดคุย แชร์ข่าวสารจากเครือข่ายออนไลน์ รวมถึงเรื่องงานไม่ว่าจะเป็นการส่งงาน สั่งงาน คุยงานหรือการประชุม และการใช้อินเตอร์เน็ตค้นหาข้อมูลผ่านแอพพลิเคชั่น

จากข้อมูลของพฤติกรรมการใช้อินเตอร์เน็ตใน 1 วันของคน gen x ปี 2562 โดยสำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์[4] พบว่ากลุ่มประชากร Generation X นั้น มีพฤติกรรมที่จะใช้อินเตอร์เน็ต เฉลี่ยอยู่ที่ 3 ชั่วโมง/วัน และ ใช้สื่อโซเชียลมีเดีย Line, Facebook และ Youtube มากที่สุดตามลำดับ และจากข้อมูลที่ได้กล่าวมาข้างต้นการวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะต้องการทราบถึงพฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ของประชากรในกลุ่ม Generation X เนื่องจากประชากรกลุ่มนี้มีรายได้เป็นของตัวเอง และมีความสามารถในการซื้อที่ค่อนข้างสูง อีกทั้งยังเป็นกลุ่มประชากรที่มีจำนวนมากที่สุดในประเทศไทย ณ ปัจจุบัน และประชากรกลุ่มนี้จะมีพฤติกรรมชอบเล่นอินเตอร์เน็ตในทุกครั้งที่มีเวลาว่าง ทำให้มีโอกาสที่จะสามารถเข้าถึงโฆษณา และสื่อออนไลน์ได้มากกว่ากลุ่มช่วงวัยอื่นๆ โดยที่ผู้วิจัยคาดหวังว่างานวิจัยชิ้นนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องต่อไป

I.II วัตถุประสงค์งานวิจัย

- เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนประสมการตลาดที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ออนไลน์ ของกลุ่มคนวัย 35-53 ปี
- เพื่อศึกษาปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ออนไลน์ ของกลุ่มคนวัย 35-53 ปี

II.ทบทวนวรรณกรรม และกรอบแนวคิดงานวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาเรื่อง “ปัจจัยส่วนประสมการตลาดที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ ของกลุ่มคนช่วงอายุ 38-53 ปี (Generation X) ในเขตกรุงเทพมหานครฯ” ครั้งนี้ผู้ศึกษาได้ค้นคว้าเอกสาร บทความ แนวคิดทฤษฎีและบทความที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแหล่งอ้างอิงและประกอบการศึกษา ดังนี้

อาภาภรณ์ วัธนกุล (2555)[5] ได้ทำการศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ ต่อพฤติกรรมการซื้อสินค้าของผู้บริโภคผ่านทางเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ยอดนิยมของประเทศไทย โดยได้ทำการ ศึกษากลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้บริโภคที่ใช้บริการอินเทอร์เน็ตในประเทศไทย จำนวน 400 คน ผลการ ศึกษาพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุ 31 ปีขึ้นไป มีระดับการศึกษาอยู่ ในระดับปริญญาตรี มีอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ 10,000 บาท และ พบว่าผู้บริโภคที่มีเพศแตกต่างกัน จะมีพฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าผ่านทางเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์แตกต่างกัน

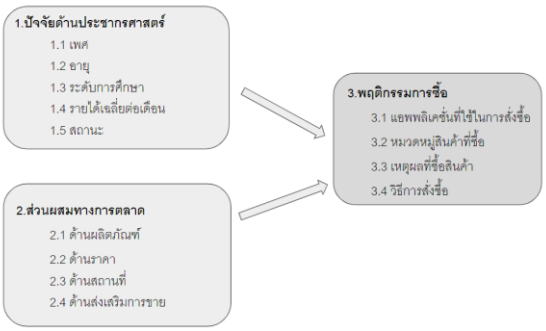
เอ็ตเซล วอล์คเกอร์ และ สแตนตัน (2544) [6] กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์ที่เสนอขาย อาจจะมีตัวตนหรือไม่มีตัวตนก็ได้ผลิตภัณฑ์จึงประกอบด้วย สินค้า บริการ ความคิด สถานที่องค์กร หรือบุคคลผลิตภัณฑ์ต้องมีอรรถประโยชน์ มีคุณค่าในสายตาของ ลูกค้า จึงจะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถขายได้การกำหนดกลยุทธ์ด้านผลิตภัณฑ์ ต้องพยายาม คำนึงถึงปัจจัย ความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ และ ความแตกต่างทางการแข่งขัน องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ เช่น ประโยชน์ พื้นฐาน รูปลักษณ์คุณภาพ การบรรจุภัณฑ์ตราสินค้า ฯลฯ การกำหนดตำแหน่งผลิตภัณฑ์ เป็นการออกแบบผลิตภัณฑ์ ของบริษัท เพื่อแสดงตำแหน่งที่แตกต่างและมีคุณค่าในจิตใจของลูกค้าเป้าหมาย การพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะใหม่และปรับปรุงให้ดีขึ้น ซึ่งต้องคำนึงถึงความสามารถในการตอบสนองความ ต้องการของลูกค้าได้ดียิ่งขึ้นกลยุทธ์เกี่ยวกับส่วนประสมผลิตภัณฑ์ และสายผลิตภัณฑ์

Schiffman and Kanuk (1987)[7] ได้ให้ความหมายของพฤติกรรมของผู้บริโภคไว้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ผู้บริโภค แสดงออกไม่ว่าจะเป็นการเสาะหา ซื้อใช้ ประเมินผล หรือ การบริโภคผลิตภัณฑ์ บริการ และแนวคิดต่างๆ ซึ่งผู้บริโภคคาดว่าจะสามารถตอบสนองความต้องการของตนได้เป็นการศึกษาการตัดสินใจของผู้บริโภคในการใช้ ทรัพยากรที่มีอยู่ ทั้งเงิน เวลา และกำลังเพื่อบริโภคสินค้าและบริการต่างๆ อันประกอบด้วย ซื้ออะไร ทำไมจึงซื้อ ซื้อเมื่อไร อย่างไร ที่ไหนและบ่อยแค่ไหน

พรพิมล บูรณเบญญา (2557)[8] ได้ศึกษาเรื่อง “ปัจจัยที่มีผลต่อการรับรู้ความพึงพอใจของผู้ใช้ สื่อสังคมออนไลน์ของคนวัยทำงานกรณีศึกษาแอพพลิเคชั่น “ไลน์” ที่เป็นเครือข่ายสังคมออนไลน์” ผลการวิจัยพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุ 25-35 ปี การศึกษาปริญญาตรี อาชีพพนักงานบริษัท ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล ผลการทดสอบสมมุติฐาน เมื่อเรียงตามลำดับ ความสำคัญแล้ว มีเพียงประโยชน์ของการโต้ตอบทางสังคม มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวพยากรณ์ เท่ากับ 0.601และคุณภาพของระบบ มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวพยากรณ์เท่ากับ 0.107 ที่มีอิทธิพล ต่อความพึงพอใจของผู้บริโภควัยทำงานดังกล่าว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ณัฐพัฒน ชลวณิช (2557)[9] ได้ศึกษาเรื่อง “พฤติกรรมการใช้และความคิดเห็นที่มีต่อแอพพลิเคชั่น Line ของประชาชนในเขตกรุงเทพมหานคร” ผลการวิจัยพบว่า ด้านพฤติกรรมการใช้แอพพลิเคชั่น Line กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความถี่ในการใช้แอพพลิเคชั่น Line ทุกวัน รองลงมา มีความถี่ในการใช้ แอพพลิเคชั่น Line 3-4 วัน ต่อสัปดาห์ โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีระยะเวลาในการใช้แอพพลิเคชั่น Line โดยเฉลี่ย 1-15 นาทีต่อครั้ง โดยใช้งาน แอพพลิเคชั่น Line ผ่านอุปกรณ์สื่อสารประเภทโทรศัพท์มือถือมากที่สุด โดยมีรูปแบบการใช้งานแอพพลิเคชั่น Line เพื่อติดต่อกับเพื่อนมากที่สุด ในสวนลักษณะการใช้งานแอพพลิเคชั่น Lineกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ใช้เพื่อการส่งขอความมากที่สุด และมีลักษณะการใช้งานเพื่อส่งรูปภาพตามลำดับ ด้านความคิดเห็นที่มีต่อแอพพลิเคชั่น Lineของประชาชนในเขตกรุงเทพมหานคร แบ่งเป็น 4 กลุ่ม (Group) สำหรับการติดต่อเพื่อนที่เรียนหรือทำงานด้วยกัน สรุปโดยรวมแล้ว กลุ่มตัวอยางมีความคิดเห็นต่อการใช้แอพพลิเคชั่น Line ในระดับที่เห็นด้วยมาก

II.I กรอบแนวคิดงานวิจัย



ภาพที่ I กรอบแนวคิดงานวิจัยปัจจัยส่วนประสมการตลาดที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ของกลุ่ม Generation X ในเขตกรุงเทพมหานครฯ

III. รูปแบบวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยโดยใช้วิธีการทำแบบสำรวจ และศึกษาโดยการเก็บข้อมูลปฐมภูมิ ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน เพื่อนำข้อมูลเชิงประจักษ์มา สร้างกรอบแนวคิด และนำมาวิเคราะห์สรุปผลถึงปัจจัยส่วนประสมการตลาดที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ของกลุ่ม Generation X ในเขตกรุงเทพมหานครฯ ซึ่งผู้วิจัยได้คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อให้ได้จำนวนตามต้องการโดยไม่มีหลักเกณฑ์ และใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบก้อนหิมะหรือลูกโซ่ เพื่อเป็นการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตามที่ผู้วิจัยต้องการ จนกระทั่งสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลจนได้จำนวนที่ครบถ้วนตามที่ผู้วิจัยต้องการ

ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามให้อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เป็นผู้ทำการพิจารณาตรวจสอบในด้านความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม ความเหมาะสมของแบบสอบถาม ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงของข้อคำถาม มีค่าไม่น้อยกว่า 0.60 ทุกข้อ โดย Rovinelli และ Hambleton, (1977)[10] ได้กล่าวถึงค่าความเที่ยงตรงของข้อคำถามว่าควรมีค่ามากกว่า 0.50 และผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามไปใช้กับกลุ่มทดลอง จำนวน 40 คน นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าอยู่ที่ 0.909 โดย สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสิทธิ์ (2003)[11] ได้กล่าวถึงเรื่องการคำนวณค่าความเชื่อมั่นว่า ควรมีค่าตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป

IV. ผลการวิจัย

จากการเก็บข้อมูลจริง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และประมวลผลด้วยโปรแกรมทางสถิติ โดยแบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็นส่วนต่างๆ พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 59.3) มีอายุระหว่าง 38-42 ปี (ร้อยละ 36.2) มีระดับการศึกษาปริญญาตรีหรือเทียบเท่า (ร้อยละ 72.5) มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 30,001 - 50,000 บาท (ร้อยละ 47.1) และมีสถานภาพสมรส คิดเป็นร้อยละ (42.5) นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ ของกลุ่มคนวัย 35-53 ปี พบว่าสื่อสังคมออนไลน์เลือกซื้อผ่านช่องทาง Shopee (ร้อยละ 84.90) โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เลือกที่จะซื้อสินค้าในกลุ่มเสื้อผ้าและเครื่องแต่งกาย และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ จำนวน 358 คน คิดเป็นร้อยละ (88.8) มีความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ (Product) มีผลต่อการตัดสินใจซื้อภาพรวมอยู่ในระดับมาก (S.D. = 1.00) พบว่า ความหลากหลายของสินค้าที่มีอยู่ในเว็บไซต์หรือแอปพลิเคชั่น มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด (S.D. = 0.96) มีความคิดเห็นเกี่ยวกับ ปัจจัยด้านราคา (Price) มีผลต่อการตัดสินใจซื้อภาพรวมอยู่ในระดับมาก (S.D. = 1.00) พบว่า ราคาและค่าจัดส่งมีความคุ้มค่าความสมเหตุสมผล และมีความหลากหลายด้านราคาให้เปรียบเทียบ มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด (S.D. = 0.96) ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยด้านช่องทางจัดจำหน่าย(Place) มีผลต่อการตัดสินใจซื้อภาพรวมอยู่ในระดับมาก (S.D. = 1.00) พบว่า ท่านเลือกซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์เพราะสามารถเข้าถึงได้จากสถานที่ต่างๆ ทุกเวลา สูงที่สุด (S.D. = 1.00) มีความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยด้านการโฆษณาและโปรโมชั่น (Promotion) มีผลต่อการตัดสินใจซื้อภาพรวมอยู่ในระดับมาก (S.D. =1.00) พบว่า ท่านเลือกซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์เพราะมีบริการจ่ายผ่านบัตรเครดิต/เดบิต มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด (S.D. = 0.93)

ตารางที่ I ตัวแบบที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Model Summary)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	0.77	0.592	0.592	0.40825	
2	0.84	0.703	0.703	0.348	
3	4.0279	0.731	0.731	0.33151	
4	3.9861	0.743	0.743	0.32401	1.677

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Model Summary) โดยใช้ตัวแปรต้นแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กันที่ระดับ >.080 ประกอบไปด้วย ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านสถานที่ และปัจจัยด้านส่งเสริมการขาย มีตัวแปรตาม คือ พฤติกรรมการซื้อของผู้บริโภคกลุ่ม Generation x ในเขตกรุงเทพมหานคร ด้วยวิธี stepwise พบว่าค่า R Square หรือ ประสิทธิภาพในการทำนายสูงสุดเท่ากับร้อยละ 74.5 และค่า Std. Error หรือ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 32.401 ซึ่งแสดงว่าตัวแปรต้นทั้ง 4 ตัวนั้น สามารถอธิบายอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ ของกลุ่ม Generation X ในเขตกรุงเทพมหานครฯ

ตารางที่ II ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ของปัจจัยส่วนประสมการตลาดที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ของกลุ่ม Generation X ในเขตกรุงเทพมหานคร

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
model	B	Std. Error	Beta	T	Stg
(Constant)	0.48	0.109		4.407	0.000
ด้านช่องทางจัดจำหน่าย	0.287	0.038	0.301	7.468	0.000
ด้านโปรโมทชั่น	0.27	0.033	0.316	8.416	0.000
ด้านราคา	0.205	0.041	0.211	5.043	0.000
ด้านสินค้า	0.143	0.032	0.164	4.436	0.000

จากตารางที่ 2 พบว่ามีตัวแปรอิสระทั้งหมด 4 ตัวแปร ประกบไปด้วย ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านสถานที่ และปัจจัยด้านส่งเสริมการขาย มีตัวแปรตาม คือ พฤติกรรมการซื้อของผู้บริโภคกลุ่ม Generation x ในเขตกรุงเทพมหานคร เมื่อพิจารณาค่า Sig. สามารถสรุปได้ว่าตัวแปรอิสระที่ส่งผล พฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ มีนัยสำคัญน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 นั้นมีทั้งหมด 4 ปัจจัย โดยเรียงลำดับจากค่าสัมประสิทธิ์ ของสมการถดถอย จากมากไปน้อยได้ดังนี้ ด้านช่องทางจัดจำหน่าย ด้านราคา ด้านสินค้า และด้านโปรโมทชั่น ตามลำดับ

สมมติฐานที่ 6 ปัจจัยผลิตภัณฑ์ (Product) ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าผ่านทางเว็บไซต์แตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับคุณภาพของสินค้า จากผลการวิจัย มีค่า Sig. เท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าผ่านทางเว็บไซต์แตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับคุณภาพของสินค้า ปัจจัยด้านภาพลักษณ์ของสินค้าและร้านค้าส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่าน ทางสังคมออนไลน์ ในการซื้อสินค้าออนไลน์นั้น ผู้บริโภคจะเลือกซื้อในร้านค้าที่มีการจัดรูปแบบหน้า เว็บไซต์ให้ค้นหาสินค้าได้ง่าย มีการจัดสินค้าไว้เป็นหมวดหมู่เพื่อสะดวกต่อการค้นหา อีกทั้ง ยังพิจารณาในเรื่องความมีชื่อเสียงของตราสินค้า และของร้านค้าด้วย หากร้านค้าใดที่ มีชื่อเสียงมากเป็นที่รู้จักในวงกว้าง หรือมีผู้ใช้บริการมาก จะทำให้ผู้บริโภครู้สึกถึงความปลอดภัยใน การสั่งซื้อสินค้าจากร้านค้านั้นๆ มากกว่าที่จะสั่งจากร้านค้าที่ไม่มีชื่อเสียงและไม่เป็นที่รู้จัก ซึ่งจะ สอดคล้องกับงานวิจัยของ อำพล นววงศ์เสถียร (2557)[12] ที่ได้ทำการศึกษาเรื่องพฤติกรรมการตัดสินใจ ของผู้บริโภคในร้านค้าออนไลน์ และพบว่าปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดด้านลักษณะทางกายภาพมี อิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าออนไลน์ ซึ่งในที่นี้จะหมายถึง การออกแบบเว็บไซต์หรือเว็บเพจ เพื่อให้เข้าไปเลือกซื้อสินค้าได้ง่าย ไม่ซับซ้อน และความมีชื่อเสียงของร้านค้า

สมมติฐานที่ 7 ปัจจัยราคา (Price) จากผลการวิจัย มีค่า Sig. เท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีราคาถูกและแพง ส่งผลให้การตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าผ่านทางออนไลน์ต่างกัน ผลิตภัณฑ์ที่มีราคาถูกและแพง ส่งผลทำให้การตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าผ่านทางเว็บไซต์แตกต่างกัน ผู้บริโภคมีความคิดเห็นว่าร้านค้าออนไลน์มีการขายสินค้าที่ราคาถูกกว่าตามท้องตลาดทั่วไป เนื่องจากร้านค้าออนไลน์ไม่มีต้นทุนในการเปิดหน้าร้าน ทำให้มีราคาสินค้าที่ถูกลง ทำให้ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์มากกว่าที่จะไปซื้อจากร้านค้าที่มีหน้าร้าน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทวีวรรณ น้อยน้ำคำ (2548)[13] ที่ได้ทำการศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมผู้บริโภคคนไทย ผ่านทางพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์และพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับราคาของสินค้าและบริการมากที่สุด

สมมติฐานที่ 8 ปัจจัยช่องทางการจัดจำหน่าย (Place) จากผลการวิจัย มีค่า Sig. เท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยช่องทางการจัดจำหน่าย ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าผ่านทางเว็บไซต์แตกต่างกัน โดยผู้บริโภคมักอิงตามความสะดวกเป็นที่ตั้ง

สมมติฐานที่ 9 ปัจจัยการส่งเสริมการขาย (Promotion) เป็นปัจจัยเสริมที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้า ตามความน่าสนใจของการส่งเสริมการขาย จากผลการวิจัย มีค่า Sig. เท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า ในการซื้อสินค้าออนไลน์ ผู้บริโภคมีความต้องการให้ร้านค้าออนไลน์ แจ้งข่าวสาร หรือข้อมูลสินค้าถึงลูกค้าโดยตรง และต้องการให้ทำอย่างสม่าเสมอ เพื่อให้ได้รับรู้ถึงข้อมูลข่าวสาร หรือกิจกรรมส่งเสริมการขายต่างๆ ของร้านค้า เช่น การลด แลก แจก แถม รวมไปถึงการ ประชาสัมพันธ์ร้านค้าตามสื่ออื่นๆ อย่างสม่าเสมอ เพื่อสร้างการรับรู้แก่ผู้บริโภค ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของ สุทามาศ จันทรถาวร (2556)[14] ที่พบว่าปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาดมีอิทธิพลต่อ การตัดสินใจเลือกซื้อสินค้า

V. อภิปรายผลการวิจัย

การวิเคราะห์ปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาด ด้านผลิตภัณฑ์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีระดับความคิดเห็นด้านผลิตภัณฑ์โดยรวม อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยได้ ดังนี้ สินค้ามีความหลากหลายต่อความต้องการ ช่วยจดจำมีความง่ายต่อการค้นหาสินค้า สะดวกในการซื้อซ้ำ และมีคุณภาพหรือการรับประกัน ด้านราคา พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีระดับความคิดเห็นด้านราคาโดยรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ สามารถเรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ ราคาและค่าจัดส่งมีความคุ้มค่า และสมเหตุสมผล และมีความหลากหลายด้านราคาให้เปรียบเทียบ อยู่ในระดับที่เท่ากันลำดับต่อมาเป็น สินค้าช่องทางออนไลน์ถูกกว่าร้านค้าปลีกทั่วไป และสองลำดับสุดท้ายเป็น ไม่มีค่าใช้จ่ายแอบแฝง และ ราคามีความเหมาะสมกับคุณภาพสินค้า ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีระดับความคิดเห็นด้านการจัดจำหน่ายโดยรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ สามารถเรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ ท่านเลือกซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์เพราะสามารถเข้าถึงได้จากสถานที่ต่างๆทุกเวลา ท่านเลือกซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์เพราะมีความง่ายต่อการสมัครและสั่งซื้อ ท่านเลือกซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์เพราะมีช่องทางการเข้าถึงที่หลากหลายทั้งเว็บไซต์และแอพพลิเคชั่น และ เลือกซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์เพราะมีความปลอดภัยและน่าเชื่อถือ สอดคล้องกับงานวิจัยของ อดุลย์ จาตุรงคกุล (2543)[16] กล่าวว่าสินค้าที่มีจำหน่ายอย่าง แพร่หลายนั้นทำให้ง่ายต่อการซื้อสินค้าอีกทั้งอาจก่อให้เกิดอิทธิพลต่อการรับรู้ภาพพจน์ผลิตภัณฑ์

ด้านการโฆษณาและโปรโมชั่น พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีระดับความคิดเห็นด้านการจัดจำหน่ายโดยรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ สามารถเรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ ท่านเลือกซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์เพราะมีบริการจ่ายผ่านบัตรเครดิต/เดบิต ท่านเลือกซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์เพราะมีการแนะนำสินค้าใหม่ๆ อย่างสม่ำเสมอ ผ่านช่องทางสื่อสังคมออนไลน์ ท่านซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์เพราะมีกิจกรรมส่งเสริมการขายอย่างสม่ำเสมอ ท่านเลือกซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์เพราะมีบริการรับชำระเงินปลายทาง และ การชำระแบบผ่อนจ่าย โดยมีอัตราดอกเบี้ย 0% สอดคล้องกับงานวิจัยของ อดุลย์ จาตุรงคกุล (2543)[16] การส่งเสริมการขาย ก่ออิทธิพลต่อผู้บริโภคได้ทุกขั้นตอนตัดสินใจซื้อ สินค้าของนักการตลาดสามารถแก้ไขปัญหาได้และมันสามารถส่งมอบให้ได้มากกว่าสินค้าของคู่แข่ง เมื่อได้ข่าวสารหลังการ ซื้อเป็นการยืนยันว่าการตัดสินใจซื้อของลูกค้าถูกต้อง เป็นสิ่งจูงใจที่มีคุณค่าพิเศษที่กระตุ้น หน่วยงาน ผู้จัดจำหน่าย หรือผู้บริโภคคนสุดท้าย โดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อให้เกิดการขายในทันที เป็นเครื่องมือกระตุ้น ความต้องการซื้อที่ใช้ สนับสนุนการโฆษณาและการขายโดยใช้พนักงานขาย (เอ็ตเซล วอล์คเกอร์ และ สแตนตัน, 2001) ซึ่งกระตุ้นความสนใจ การทดลองใช้หรือการซื้อ โดยลูกค้าคนสุดท้ายหรือบุคคลอื่นในช่องทางการจัดจำหน่าย การส่งเสริมการขาย มี 3 รูปแบบ คือ การส่งเสริมการขายที่มุ่งสู่ผู้บริโภค การส่งเสริมการขายที่มุ่งสู่คนกลาง การส่งเสริมการขายที่มุ่งพนักงาน

ด้านการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีระดับความคิดเห็นด้านการจัดจำหน่าย โดยรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ สามารถเรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ ท่านเลือกซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์เพราะท่านสามารถเปรียบเทียบสินค้าได้ง่าย การซื้อสินค้าออนไลน์ช่วยให้ท่านมีเวลาในชีวิตประจำวันเพิ่มมากขึ้น การขนส่งที่ดีมีความรวดเร็วและปลอดภัยเป็นเหตุลผลสำคัญในการซื้อสินค้าออนไลน์ จากความหลากหลายของสินค้าทำให้ท่านสามารถเลือกสินค้าที่ตรงกับความต้องการของท่านที่สุดได้ ท่านไม่ต้องการเดินทางไปยังห้างสรรพสินค้าหรือร้านค้าปลีกเพราะสภาพการจราจรที่ติดขัด ท่านสามารถค้นหาข้อมูลได้อย่างถี่ถ้วนก่อนการตัดสินใจซื้อ ท่านสามารถซื้อสินค้าได้จากตามวันและเวลาที่ท่านต้องการ ท่านเลือกซื้อสินค้าออนไลน์จากคำแนะนำของคนรอบข้างท่านมีการซื้อสินค้าออนไลน์ และ ด้วยราคาที่หลากหลายทำให้ท่านสามารถเลือกซื้อสินค้าได้ตามอำนาจซื้อของท่าน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Schiffman and Kanuk (1987) ให้ความหมายของพฤติกรรมของผู้บริโภคไว้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ผู้บริโภค แสดงออกเช่นการเสาะหา ซื้อใช้ ประเมินผล หรือการบริโภคผลิตภัณฑ์ บริการ และแนวคิดต่างๆ ซึ่งผู้บริโภคคาดว่าจะสามารถตอบสนองความต้องการของตนได้

VI .ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าปัจจัยส่วนประสมการตลาดที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ ของกลุ่มคนช่วงอายุ 38-53 ปี (Generation X) ในเขตกรุงเทพมหานครฯ

ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

I. เนื่องจากผลของการวิจัย แสดงให้เห็นว่าจากปัจจัยทั้งหมดมี 4 ปัจจัย ที่ส่งผลต่อตัวแปรตามหรือพฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ ซึ่งอาจมีปัจจัยอื่นที่ผู้วิจัยไม่ได้คำนึงถึงและไม่ได้ระบุเข้าไปในงานวิจัย ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอเสนอให้มีการศึกษาปัจจัยอื่นเพิ่มเติม เช่น ทัศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อการซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ เป็นต้น สำหรับการทำวิจัยในอนาคต โดยนำมาปรับและออกแบบคำถามให้เจาะลึกมากขึ้น

II. เนื่องจากบางข้อมูลนั้นไม่สามารถเก็บได้จากวิธีการสำรวจด้วยแบบสอบถาม ดังนั้นการวิจัยในครั้งต่อไป จึงควรเพิ่มเครื่องมืออื่น ๆ ในการเก็บข้อมูลร่วมด้วย การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความหลากหลายหรือเฉพาะเจาะจงมากยิ่งขึ้น

III. จากการวิเคราะห์ผลของการวิจัยนี้ทำให้ทราบถึงพฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ ในเขตกรุงเทพมหานครฯ และปัจจัยการซื้อ

สินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ในเขตกรุงเทพมหานครฯ พร้อมระบุถึงระดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยว่ามีระดับความสำคัญมากน้อยเพียงใด ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ปัจจัยด้านการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ ปัจจัยด้านการโฆษณาและโปรโมชั่น ปัจจัยด้านช่องทางจัดจำหน่าย ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ปัจจัยด้านราคา ส่งผลต่อพฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ในเขตกรุงเทพมหานครฯ ผลการวิจัยดังกล่าวสามารถนำข้อมูลที่วิเคราะห์ทางสถิติมาประยุกต์ใช้ เพื่อเสนอแนะให้เป็นแนวทางสำหรับผู้ประกอบการ ดังนี้ ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญในด้านช่องทางจัดจำหน่าย เนื่องจากมีสินค้าประเภทเดียวกันเปรียบเทียบสินค้าได้ง่าย จึงควรเน้นที่คุณภาพและภาพลักษณ์ที่ดี มีความน่าเชื่อถือ เพื่อให้ลูกค้าเกิดความประทับใจตั้งแต่ครั้งแรกที่ได้ใช้บริการ ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญในด้านราคาในตัวของสินค้า ต้องมีราคาที่สมเหตุสมผลกับสินค้าเนื่องจากคู่แข่ง ลูกค้าสามารถจับต้องได้ มีราคาที่หลากหลายให้ลูกค้าเลือกได้ตามความต้องการ เพื่อให้ลูกค้าเกิดความรู้สึกคุ้มค่ากับเงินที่เสียไปเพื่อไม่เป็นการเอารัดเอาเปรียบลูกค้า เพื่อให้ลูกค้าเกิดความเชื่อใจในแบรนด์สินค้า

เอกสารอ้างอิง

[1] Hootsuite and Wearesocial (2018) ,“GLOBAL DIGITAL REPORT (2018)”. [Online]. Available: https://wearesocial.com/blog/2018/01/global-digital-report-2018.

[2] ปณิชา นิติพรมงคล.(2554).พฤติกรรมการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ของคนวัยทำงานในเขตกรุงเทพมหานคร. [Online]. Available: https://he02.tci-thaijo.org/index.php/Veridian-E-Journal/article/download/66965/54683/

[3] ข้อมูลสถิติประชากรกรุงเทพฯแยกตามอายุผู้มีรายสัญชาติไทย[Online]. Available: https://www.http://stat.bora.dopa.go.th/

[4] สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (องค์การมหาชน) (สพธอ.). [Online]. Available: https://www.twfdigital.com/blog/2019/03/thailand-internet-user-profile-2018/

[5] อาภาภรณ์ วัธนกุล (2555) ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมการซื้อสินค้าของผู้บริโภคผ่านทางเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ยอดนิยมของประเทศไทย.[Online]. Available: http://opac.vru.ac.th/BibDetail.aspx?bibno=8581410

[6] เอ็ตเซล วอล์คเกอร์และสแตนตัน (2536) ส่วนประสมทางการตลาด. ISUSUINTHAI. [Online]. Available: http://isuzuinthai.blogspot.com/2013/01/isuzuhistory.html

[7] SCHIFFMAN, LEON G., AND LESLIE LAZAR KANUK (1987). Consumer Behavior. Third edition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

[8] พรพิมล บูรณเบญญา (2557) ปัจจัยที่มีผลต่อการรับรู้ความพึงพอใจของผู้ใช้สื่อสังคมออนไลน์ของคนวัยทำงาน : กรณีศึกษาแอพพลิเคชั่น “ไลน์” ที่เป็นเครือข่ายสังคมออนไลน์. [Online]. Available: https://doi.nrct.go.th//ListDoi/listDetail?Resolve_DOI=10.14458/RSU.res.2014.41

[9] ณัฐพัฒน ชลวณิช (2556) พฤติกรรมการรับและความคิดเห็นที่มีต่อแอพพลิเคชั่น LINE ของประชาชนในเขตกรุงเทพมหานคร [Online]. Available http://203.131.210.100/ejournal/wp-content/uploads/2014/03/jcis560471.pdf

[10] Rovinelli และ Hambleton (1977) IOC. [Online]. Available: https://www.scribd.com/doc/86608731/IOC

[11] สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์ (2540). เทคนิคการวิเคราะห์ ตัวแปรหลายตัวสำหรับการวิจัยทาง สังคมศาสตร์. [Online]. Available: http://opac.mbu.ac.th/Record/1095

[12] อำพล นววงศ์เสถียร (2557) พฤติกรรมการตัดสินใจของผู้บริโภคในร้านออนไลน์ในกรุงเทพฯ. [Online]. Available: https://www.kmutt.ac.th/jif/public_html/

[13] ทวีวรรณ น้อยน้ำคำ (2548) ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมผู้บริโภคคนไทยในการซื้อสินค้าและบริการทางการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-commerce). [Online]. Available: http://www.kmutt.ac.th/jif/public_html/

[14] สุทามาศ จันทรถาวร (2556) ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้า บน Facebook ของประชากรในเขตกรุงเทพมหานคร. [Online]. Available: http://thaiejournal.com/journal/2556volumes4/37.pdf

[15] ฉลองศรี พิมลสมพงศ์. (2548). การวางแผนและการพัฒนาตลาดการท่องเที่ยว. [Online]. Available: http://ku-press.ku.ac.th/newweb/index.php?option=com_content&view=article&Itemid=24&id=694

[16] อดุลย์ จาตุรงคกุล. (2543). กลยุทธ์การตลาด. [Online]. Available: http://passakorn2326.blogspot.com/2017/02/marketing-mix_20.html

ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาดในเขตกรุงเทพมหานคร

Factors affecting the purchase of consumer products using Japanese cartoon characters in marketing communications in the Bangkok metropolitan area, Thailand

1st กมลชนก ขลุ่ยศรีตระกูล
Kamolchanok Kluisreetrakool
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
Kl.Kamolchanok_st@tni.ac.th

2nd ปัณณทัต จอมจักร์
Pannathadh Chomchark
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
pannathadh@tni.ac.th

บทคัดย่อ- **การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาดในเขตกรุงเทพมหานคร เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ โดยการเก็บข้อมูลปฐมภูมิใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิและตรวจสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือโดยใช้กลุ่มทดลองจำนวน 30 ตัวอย่าง ซึ่งมีค่าความตรงเกินกว่า 0.67 ทุกข้อคำถามและค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ่าของครอนบาคอยู่ระหว่าง 0.70-0.86 ในทุกองค์ประกอบ จากนั้นนำไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 452 ชุด และนำมาวิเคราะห์ สรุปผลตามกรอบแนวคิดการวิจัยเพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรมและการเลือกซื้อของผู้บริโภคต่อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาด**

ผลการศึกษาพบว่า (1) ปัจจัยประชากรศาสตร์ด้านอายุส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาดในเขตกรุงเทพมหานคร (2) ปัจจัยประชากรศาสตร์ด้านเพศส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาดในเขตกรุงเทพมหานคร (3) ปัจจัยประชากรศาสตร์ด้านสถานภาพส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาดในเขตกรุงเทพมหานคร (4) ปัจจัยประชากรศาสตร์ด้านอาชีพส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาดในเขตกรุงเทพมหานคร (5) ปัจจัยประชากรศาสตร์ด้านระดับการศึกษาส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาดในเขตกรุงเทพมหานคร (6) ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาดในเขตกรุงเทพมหานคร (7) ปัจจัยด้านราคาส่งผลการเลือกซื้อของผู้บริโภคต่อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาดในเขตกรุงเทพมหานคร (8) ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่ายส่งผลการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาดในเขตกรุงเทพมหานคร (9) ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาดส่งผลต่อการเลือกซื้อของสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาดในเขตกรุงเทพมหานคร

คำสำคัญ – พฤติกรรมผู้บริโภค, ตราสินค้า, ตัวการ์ตูน, ทูตตราสินค้า, การสร้างเอกลักษณ์ผ่านตัวการ์ตูน, ธุรกิจบริการ

Abstracts **– The of this research was to study Factors affecting the purchase of consumer products using Japanese cartoon characters in marketing communications in the Bangkok metropolitan area, Thailand. This is quantitative research. The collected primary data by questionnaires. The content validity verified by the qualified person, and the confidence checked by using the experimental group of 30 samples. The efficacy is higher than 0.67 for every question, and the result of the Cronbach's alpha (α) of each factor ranged from 0.70-0.86 in every element. After that, data collected from 452 persons analyzed for a conclusion according to the research concept framework for acknowledgment. To know the factors affecting the purchase of consumer products using Japanese cartoon characters in marketing communications in the Bangkok metropolitan area, Thailand.**

The results of the study revealed that (1) Age demographic factors affect the selective buying of consumer products using Japanese cartoon characters in marketing communications in the Bangkok district. (2) Gender demographic factors influence selective buying towards consumer products using Japanese cartoon characters in marketing communications in the Bangkok district. (3) Demographic factors in terms of status affect selective buying towards consumer products using Japanese cartoon characters in marketing communications in the

Bangkok district. (4) Demographic factors in terms of occupations affect the selective buying of consumer products using Japanese cartoon characters in marketing communications in the Bangkok district. (5) Demographic factors in terms of education affect selective buying towards consumer products using Japanese cartoon characters in marketing communications in the Bangkok district. (6) Product factors influence selective buying towards consumer products using Japanese cartoon characters in marketing communications in the Bangkok district. (7) Price factors affect selective buying towards consumer products using Japanese cartoon characters in marketing communications in the Bangkok district. (8) Distribution channel factors affecting selective buying of towards consumer products using Japanese cartoon characters in marketing communications in Bangkok district. (9) Marketing promotion factors affecting selective buying of towards consumer products using Japanese cartoon characters in marketing communications in Bangkok district.

Keywords - Consumer Behavior, Brand, Cartoon Characters, Brand Ambassador, Identity Creation Through Cartoon Characters, Service Business

I. บทนำ

ปัจจุบันวัฒนธรรมของญี่ปุ่นในสังคมไทยนั้นปรากฏให้เห็นอยู่ทั่วไป และมีรูปแบบที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นสื่ออย่างละครและภาพยนตร์ เกม การ์ตูนญี่ปุ่น เพลง การแต่งกาย อาหาร สินค้า วรรณกรรม ภาษาญี่ปุ่น ฯลฯ เรียกได้ว่าแทบทุกด้านของชีวิต [1] การ์ตูนญี่ปุ่นมีอิทธิพลต่อคนบางกลุ่มในประเทศไทยเป็นอย่างมากในด้านการสร้างความบันเทิง การผ่อนคลาย และสร้างจินตนาการ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นวัยเด็ก วัยรุ่น และวัยทำงาน [2] ไม่เพียงเท่านั้นบริษัทต่าง ๆ ยังได้นำตัวการ์ตูน ญี่ปุ่นมาส่งเสริมจุดขายและกลยุทธ์การตลาดให้แก่สินค้าต่าง ๆ ของพวกเขา

หลายธุรกิจในประเทศไทยได้นำคาแรกเตอร์การ์ตูนมาต่อยอดทำโปรโมชั่นการตลาด และสร้างแบรนด์อย่างเห็นผล ดูอย่างกรณีของธนาคารกสิกรไทย หรือ เคแบงก์ ที่ตัดสินใจนำคาแรกเตอร์การ์ตูนมาใช้กับการทำลวดลายบนบัตรเดบิตแล้วหลายเวอร์ชั่น อย่าง โดราเอมอน เฮลโลคิตตี้ ที่เป็นที่นิยมในหมู่ผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่นซึ่งเป็นกลุ่มผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่ธนาคารได้ตั้งไว้ แม้จะแลกมาด้วยค่าลิขสิทธิ์การ์ตูน แต่ต้องถือว่าคุ้มค่า เพราะเวลานี้เคแบงก์ขึ้นเป็นอันดับ 1 ของตลาด ด้านมูลค่าการใช้จ่ายผ่านบัตรเดบิตในปี 2555 อยู่ที่ 28,000 ล้านบาท หรือคิดเป็น 49% มียอดใช้จ่ายผ่านบัตรเฉลี่ย 6,500 บาท และในปี 2556 คาดว่าจะมียอดใช้จ่ายบัตรเติบโตขึ้นจากปีก่อน 25% นอกจากนี้ยังมีทั้งร้านสะดวกซื้ออย่างเซเว่นอีเลฟเว่นที่นำคาแรกเตอร์การ์ตูนดังจากญี่ปุ่นมาสร้าง "กิมมิก" ให้กับแคมเปญสะสมแสตมป์ค่อนข้างหลากหลาย แต่ที่สร้างชื่อให้คนจดจำได้ คือ แสตมป์ "โดราเอมอน" โดยผู้ซื้อสินค้าครบ 50 บาทจะได้รับแสตมป์ นำมาสะสมไว้แลกซื้อสินค้า หรือแลกของพรีเมียม มีตั้งแต่ โต๊ะ เก้าอี้ ผ้าปูลวดลายการ์ตูนโดราเอมอน แล้วได้รับผลตอบรับเป็นอย่างดีจนจัดแคมเปญสะสมแสตมป์ขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง

ดั่งใจถวิล อนันตชัย นายกสมาคมวิจัยการตลาดแห่งประเทศไทย ให้ความเห็นว่า สาเหตุที่แบรนด์นิยมนำคาแรกเตอร์การ์ตูนมาใช้ในการทำตลาดว่าด้วยตัวการ์ตูนดูอแล้วมีชีวิตชีวา ดูแล้วสบายใจ อีกทั้งคนไทยยังคุ้นเคยและเติบโตมากับการ์ตูนญี่ปุ่นไม่ว่ายุคสมัยไหน นั้นทำให้ตัวการ์ตูนแต่ละตัวมีผลต่อการติดตาม จนทำให้สินค้าที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาดเกิดมูลค่าเพิ่ม อีกทั้งเป็นที่รู้จักได้เร็วและง่ายขึ้น [3]

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่มีความเกี่ยวข้องกับตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในเขตกรุงเทพมหานคร เพื่อให้ได้ข้อมูลซึ่งจะนำไปใช้เป็นประโยชน์ในการส่งเสริมจุดขายตลอดจนถึงการวางแผนและพัฒนากลยุทธ์ทางการตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

II. วัตถุประสงค์และวรรณกรรมปริทัศน์

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารการตลาดของผู้บริโภค

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยให้ความสนใจกับตัวแปรต้น 4 ตัวแปรหลัก ได้แก่

(1) ปัจจัยประชากรศาสตร์ (Demographic Factors) หมายถึง ลักษณะทางประชากรศาสตร์ที่มีค่าสถิติและสามารถวัดได้ประกอบด้วย อายุ เพศ ขนาด ครอบครัว สถานภาพ รายได้ อาชีพ ระดับการศึกษา โดยนักการตลาดนิยมนำมาใช้ในการแบ่งส่วนการตลาด เพื่อช่วยในการกำหนดตลาดของกลุ่มเป้าหมาย โดยตัวแปรปัจจัยประชากรศาสตร์ที่สำคัญ

- เพศ (Sex) เพศเป็นตัวแปรที่สำคัญในการแบ่งความต้องการของประชากร เนื่องจาก เพศที่แตกต่างกันย่อมส่งผลต่อทำให้บุคคลมีพฤติกรรมการติดต่อสื่อสารที่แตกต่างกัน การตัดสินใจซื้อที่แตกต่างกัน จากทัศนคติแรงจูงใจ การปรับตัวทางสังคม และความคล้อยตามทางความคิดที่แตกต่างกัน ทำให้นักการตลาดนิยมนำปัจจัยเพศมาเป็นส่วนหนึ่งในการกำหนดกลุ่มเป้าหมายและกลยุทธ์ทางการตลาด เพื่อให้สามารถตอบสนองผู้บริโภคได้

- อายุ (Age) อายุสามารถใช้แบ่งความต้องการของผู้บริโภค โดยผู้บริโภคที่มีอายุแตกต่างกันย่อมมีความต้องการต่างกัน และความต้องการของบุคคลย่อมมีการเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงอายุ นอกจากนี้อายุเป็นเครื่องบ่งชี้ความสามารถในการทำเข้าใจข้อมูล ข่าวสารที่แตกต่างกัน ทำให้ส่วนใหญ่มีการวิเคราะห์ปัจจัยช่วงอายุเพื่อกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาด โดยกลุ่มที่อายุน้อยจะสนใจสินค้าเกี่ยวกับสมัยนิยม และกลุ่มที่อายุมากขึ้นจะสนใจสินค้าเกี่ยวกับสุขภาพมากขึ้น

- รายได้ต่อเดือน (Income) รายได้เป็นปัจจัยที่สำคัญสะท้อนสถานะทางเศรษฐกิจและสังคม เป็นองค์ประกอบที่สำคัญแสดงถึงศักยภาพ กำลังซื้อ และความสามารถในการครอบครองของแต่ละบุคคล ผู้ที่มีสถานภาพทางเศรษฐกิจสูงย่อมมีโอกาสที่ดีกว่าในการแสวงหาสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อการดูแลตนเอง ผู้ที่มีสถานภาพทางเศรษฐกิจต่ำอาจจะทำให้มีข้อจำกัดในการรับรู้ตลอดจน การแสวงหาข้อมูล นักการตลาดจึงนิยมใช้รายได้เป็นเกณฑ์ในการแบ่ง เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการได้ทุกกลุ่มเป้าหมาย

- ระดับการศึกษา (Education) การศึกษาเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความรู้ความคิด และทัศนคติ ตลอดจนความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ทำให้บุคคลมี

ศักยภาพเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังสะท้อนถึงความสามารถในการเลือกรับข่าวสารของบุคคล คนที่ได้รับการศึกษาในระดับที่แตกต่างกัน ระบบการศึกษาแตกต่างกัน สาขาวิชาที่แตกต่างกัน ย่อมมีความต้องการที่แตกต่างกันด้วย

- อาชีพ (Occupation) อาชีพที่แตกต่างกัน ย่อมสะท้อนถึงรูปแบบในการดำเนินชีวิตและความสนใจที่แตกต่างกัน เป็นการบ่งบอกลักษณะเฉพาะของบุคคลนั้น ส่งผลให้มีความต้องการที่แตกต่างกัน จากแนวคิดลักษณะทางประชากรศาสตร์ดังกล่าว ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาตัวแปร เพศ อายุ รายได้ต่อเดือน ระดับการศึกษา และอาชีพ เพื่อนำไปใช้กำหนดเกณฑ์ในการวิจัย และสามารถนำข้อมูลไปกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ [4]

(2) ปัจจัยด้านส่วนประทางการตลาด (Marketing Mixes) ส่วนประสมทางการตลาด หมายถึง ตัวแปรทางการตลาดที่สามารถควบคุมได้ซึ่งบริษัทนำมาใช้ร่วมกันเพื่อตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้ากลุ่มเป้าหมาย ส่วนประสมทางการตลาด (The marketing mix) เป็นแนวคิดที่สำคัญอย่างทางการตลาดสมัยใหม่ ซึ่งแนวความคิดเรื่องส่วนผสมทางการตลาดนี้มีบทบาทสำคัญทางการตลาด เพราะเป็นการรวมการตัดสินใจทางการตลาดทั้งหมดเพื่อนำมาใช้ในการดำเนินงาน เพื่อให้ธุรกิจสอดคล้องกับความต้องการของตลาดเป้าหมายเราเรียกส่วนผสมทางการตลาดว่า 4 Ps ซึ่งองค์ประกอบทั้ง 4 กลุ่มนี้ จะทำหน้าที่ร่วมกันในการสื่อข่าวสารทางการตลาดให้แก่ผู้รับสารอย่างมีประสิทธิภาพ [5]

การตลาดสำหรับธุรกิจการบริการ(Market mix) ไว้ในหนังสือการบริหารการตลาดยุคใหม่ว่า ขั้นตอนในการตัดสินใจซื้อ(Buying decision process) เป็นลำดับขั้นตอนในการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคผ่านกระบวนการ 4 ขั้นตอน คือธุรกิจที่ให้บริการจะใช้ส่วนประสมการตลาด (Marketing mix) หรือ 4Ps ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผลิตภัณฑ์ (Product) เป็นสิ่งซึ่งสนองความจำเป็นและความต้องการของมนุษย์ได้คือ สิ่งที่ผู้ขายต้องมอบให้แก่ลูกค้าและลูกค้าจะได้รับผลประโยชน์และคุณค่าของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ โดยทั่วไปแล้วผลิตภัณฑ์แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือผลิตภัณฑ์ที่อาจเป็นสิ่งซึ่งจับต้องได้และ ผลิตภัณฑ์ที่จับต้องไม่ได้ในด้านการบริการด้านสินเชื่อนั้น ถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่จับต้องไม่ได้ เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในรูปของบริการ (Service product) การที่จะสร้างความมั่นใจและทำให้ ลูกค้าเกิดความพึงพอใจในการใช้บริการนั้น ธุรกิจจะต้องสร้างและนำเสนอสิ่งที่เป็นรูปธรรม เพื่อเป็นสัญลักษณ์แทนการบริการที่ไม่สามารถจับต้องได้

2. ราคา (Price) หมายถึง คุณค่าผลิตภัณฑ์ ในรูปของตัวเงิน ราคาเป็นต้นทุนของ (Cost) ของลูกค้าลูกค้าจะเปรียบเทียบระหว่างคุณค่า (Value) ผลิตภัณฑ์กับราคา (Price) ผลิตภัณฑ์นั้น ถ้าคุณค่าสูงกว่าราคาเขาจะตัดสินใจซื้อ ดังนั้น การกำหนดกลยุทธ์ด้านราคาต้องคำนึงถึงคุณค่า ซึ่งเป็นสิ่งที่กำหนดมูลค่าในการแลกเปลี่ยนสินค้าหรือบริการในรูปของเงินตรา เป็นส่วนที่เกี่ยวกับวิธีการกำหนดราคา นโยบายและกลยุทธ์ต่าง ๆ ในการกำหนดราคาต้องคำนึงถึงคุณค่าที่รับรู้ (Perceived value) ในสายตาของลูกค้า ซึ่งต้องพิจารณาว่าการยอมรับของลูกค้าในคุณค่าของผลิตภัณฑ์ว่าสูงกว่าราคาผลิตภัณฑ์นั้น ต้นทุนสินค้าและค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องการแข่งขันและปัจจัยอื่นๆ

3. ช่องทางการจัดจำหน่าย (Place) ด้านสถานที่ให้บริการในส่วนแรกคือการเลือกทำเลที่ตั้ง (Location) ของธุรกิจบริการมีความสำคัญมากโดยเฉพาะธุรกิจบริการที่ผู้บริโภคต้องไปรับบริการจากผู้ให้บริการในสถานที่ที่ผู้ให้บริการจัดไว้เพราะทำเลที่ตั้งที่เลือกเป็นตัวกำหนดกลุ่มผู้บริโภคที่จะเข้ามาให้บริการ ดังนั้นสถานที่ให้บริการต้องสามารถครอบคลุมพื้นที่ในการให้บริการกลุ่มเป้าหมายได้มากที่สุด และคำนึงถึงทำเลที่ตั้งของคู่แข่งขันด้วย โดยความสำคัญของทำเลที่ตั้งจะมีความสำคัญมากน้อยแตกต่างกันไปตามลักษณะเฉพาะของธุรกิจบริการแต่ละประเภท ในส่วนของช่องทางการจัดจำหน่าย (Channels) การกำหนดช่องทางการจัดจำหน่ายต้องคำนึงถึงองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ลักษณะของการบริการความจำเป็นในการใช้คนกลางในการจำหน่ายและลูกค้าเป้าหมายของธุรกิจบริการนั้น

4. การส่งเสริมทางการตลาด (Promotion) เป็นเครื่องมือหนึ่งที่มีความสำคัญในการติดต่อสื่อสารเกี่ยวกับข้อมูลระหว่างผู้ขายและผู้ให้บริการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแจ้งข่าวสารหรือชักจูงให้เกิดทัศนคติและพฤติกรรมการตัดสินใจเลือกใช้บริการ โดยพิจารณาถึงความเหมาะสมกับลูกค้า โดยเครื่องมือที่ใช้ในการสื่อสารการตลาดบริการในการส่งเสริมทางการตลาด อาจทำได้ 4 แบบ ด้วยกัน ซึ่งเรียกว่าส่วนผสมการส่งเสริมการตลาด (Promotion mix) หรือส่วนประสมในการติดต่อสื่อสาร (Communication mix) ประกอบไปด้วย

4.1 การโฆษณา (Advertising) เป็นการติดต่อสื่อสารแบบไม่ใช้บุคคลโดยผ่านสื่อต่าง ๆ และผู้อุปถัมภ์รายการต้องเสียค่าใช้จ่ายในการโฆษณาที่ผ่านสื่อ เช่น หนังสือพิมพ์วิทยุโทรทัศน์ ป้ายโฆษณาการโฆษณาในโรงภาพยนตร์ฯลฯ

4.2 การขายโดยใช้พนักงาน (Personal selling) เป็นการติดต่อสื่อสารทางตรงแบบ เผชิญหน้าระหว่างผู้ขายและลูกค้าที่มีอำนาจซื้อ ซึ่งเป็นการขายโดยใช้พนักงานขาย

4.3 การส่งเสริมการขาย (Sales promotion) เป็นเครื่องมือหรือกิจกรรมทางการตลาดที่กระทำการอย่างต่อเนื่อง นอกเหนือจากการขายโดยใช้พนักงาน การโฆษณาและการประชาสัมพันธ์ที่ช่วยกระตุ้นความสนใจในการใช้บริการของลูกค้า

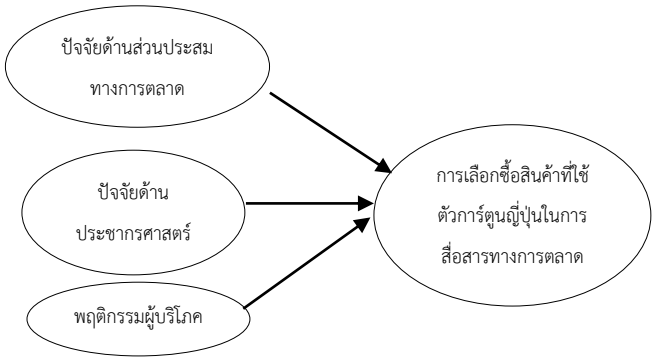
4.4 การประชาสัมพันธ์ (Publicity and public relation) เป็นแผนงานการนำเสนออย่างต่อเนื่อง เพื่อชักจูงกลุ่มสาธารณะให้เกิดความคิดเห็นหรือทัศนคติที่ดีต่อองค์กรตลอดจนสร้างภาพลักษณ์และความเข้าใจอันดีระหว่างธุรกิจกับลูกค้ากลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง [6]

(3) พฤติกรรมผู้บริโภค (Consumer's behavior) หมายถึง การกระทาของบุคคลใดบุคคลหนึ่งเกี่ยวข้องโดยตรง กับการจัดหาให้ได้มาแล้วซึ่งการใช้สินค้าและบริการ ทั้งนี้หมายรวมถึง กระบวนการตัดสินใจ และการ กระทำของบุคคลที่เกี่ยวกับการซื้อและการใช้สินค้า [6]

(4) การเลือกซื้อสินค้าที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารการตลาด

ดังนั้น สมมุติฐานของงานวิจัยคือ ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ ปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาด และพฤติกรรมผู้บริโภค มีผลต่อการเลือกซื้อสินค้าที่ใช้ตัวการ์ตูนในการสื่อสารการตลาดในเขตกรุงเทพมหานคร

iii.กรอบแนววิจัย



ภาพที่ I: กรอบแนวคิดงานวิจัย

IV.ระเบียบวิธีวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) และใช้วิธีวิจัยเชิงสำรวจ (Survey) ซึ่งใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้การประมวลผลจากโปรแกรมสำเร็จรูป ปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ปัจจัยทางด้านประชากรศาสตร์ ว่า กลุ่มผู้บริโภคที่มีลักษณะทางประชากรศาสตร์แตกต่างกัน มีผลต่อการเลือกซื้อของผู้บริโภคต่อสินค้าที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาดหรือไม่ อย่างไร นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาด (4Ps) ของสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาดในเขตกรุงเทพมหานคร ทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่วันที่ 29 ธันวาคม 2562 ถึง วันที่ 29 มกราคม 2563 ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามจากการทบทวนวรรณกรรม และนำเสนอแบบสอบถามที่ได้สร้างขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความครบถ้วนและความสอดคล้องของเนื้อหาของแบบสอบถามที่ตรงกับเรื่องที่ศึกษา นำเสนอแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความครบถ้วนและความสอดคล้องของเนื้อหา (Validity) โดยการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องรายข้อ IOC (Index of Item Objective Congruence) พบว่ามีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไปทุกข้อ จากนั้นทำการทดสอบแบบสอบถาม Pilot Test จำนวน 30 ชุด และคำนวณโดยใช้โปรแกรม SPSS for Mac เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นอยู่พบว่ามีค่าระหว่าง 0.70-0.89 ในทุกองค์ประกอบ สำหรับการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ใช้หลักการคำนวณของ Cochran [6] ผลที่ได้คือขนาดของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดสำหรับงานวิจัยนี้เท่ากับ 385 ชุด โดยผู้วิจัยได้รับข้อมูลการตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 494 ชุด ผู้วิจัยได้นำผลลัพธ์การตอบแบบสอบถามมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นและความสอดคล้องกันในแต่ละตัวแปรด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟ่าของครอนบัคได้ค่าอยู่ที่ 0.681-0.872 ซึ่งถือว่ามีค่าความเชื่อมั่นสูง เนื่องจากมีค่าใกล้เคียง 1 และไม่ต่ำกว่า 0.65 และวิเคราะห์การหาความเที่ยงตรง จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา ซึ่งประกอบด้วยค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและทำการทดสอบสมมุติฐาน โดยการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรต้นต่อตัวแปรตามด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

V. ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

ตารางที่ I : ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะทางประชาศาสตร์	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	120	24.3%
หญิง	310	62.8%
LGBT	64	13%
	494	100.0%
2. อายุ		
ไม่เกิน 19 ปี	52	10.5%
20-29 ปี	361	73.1%
30-39 ปี	67	13.6%
40 ปีขึ้นไป	14	2.8%
	494	100.0%
3. ระดับการศึกษา		
มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า	66	13.4%
อนุปริญญา / ปวส. หรือเทียบเท่า	109	22.1%
ปริญญาตรี	306	61.9%
ปริญญาโทหรือสูงกว่า	13	2.6%
	494	100.0%
4. อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	172	34.8%
พนักงานรัฐฯ	64	13%
พนักงานบริษัทเอกชน	156	31.6%
ธุรกิจส่วนตัว	60	12.1%
อาชีพอิสระ	42	8.5%
	494	100.0%
5. รายได้ต่อเดือน		
ต่ำกว่า 15,000 บาท	160	32.4%
15,000 - 25,000 บาท	246	49.8%
25,001 - 35,000 บาท	69	14%
35,001 - 45,000 บาท	9	1.8%
45,001 - 50,000 บาท	4	0.8%
50,001 บาทขึ้นไป	6	1.2%
	494	100.0%

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมาก ที่สุด ร้อยละ 62.8 รองลงมาคือเพศชาย ร้อยละ 24.3 และ LGBT ร้อยละ 13 ตามลำดับ โดยส่วนใหญ่มีอายุอยู่ระหว่าง 20-29 ปี ร้อยละ 73.1 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาชั้นสูงสุดในระดับปริญญาตรี ร้อยละ 61.9 มีอาชีพเป็นนักเรียน/นักศึกษา ร้อยละ 34.8 และมีรายได้ต่อเดือนอยู่ระหว่าง 15,000 - 25,000 บาท ร้อยละ 49.8

ตารางที่ II : ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้การ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาดที่มีอาชีพต่างกัน

อาชีพ	การเลือกซื้อสินค้าที่ใช้การ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาด				
	N	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std. Deviation)	F	Sig
นักเรียน/นักศึกษา	172	4.0359	0.62427	3.425	.009
พนักงานรัฐฯ	64	4.2083	0.37445		
พนักงานบริษัทเอกชน	155	4.1441	0.48576		
ธุรกิจส่วนตัว	60	4.2750	0.36415		
อาชีพอิสระ	42	4.2103	0.29918		

ปัจจัยด้านอาชีพที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้การ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางตลาด ที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เนื่องจากผู้บริโภคที่มีอาชีพที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อแนวคิดและรูปแบบการดำเนินชีวิตที่แตกต่างกัน งานวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ ดวงหทัย สงสุแก (2558) ที่พบว่าอาชีพของผู้บริโภคส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อในเรื่องของสถานที่ที่ผู้บริโภคนิยมเข้าไปเลือกซื้อหนังสือ ความถี่ในการเลือกซื้อหนังสือ สาเหตุในการตัดสินใจเลือกซื้อหนังสือ วัตถุประสงค์ในการซื้อ ส่อที่มีอิทธิพลในการเลือกซื้อหนังสือ ประเภทของหนังสือ ราคาของหนังสือต่อเล่มที่ซื้อ จำนวนหนังสือที่ซื้อแต่ละครั้ง ปัจจัยที่คำนึงถึงในการเลือกซื้อหนังสือ

ตารางที่ III : ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาด

ปัจจัย	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
	B	Std. Error			
(Constant)	.607	.138		4.403	.000
1.ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์	.264	.038	.278	6.99	.000
2. ปัจจัยด้านราคา	.248	.032	.294	7.812	.000
3. ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย	.244	.039	.249	6.234	.000
4. ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด	.102	.034	.111	2.968	.003

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ตามสมมติฐานพบว่าตัวแปรอิสระทั้ง 4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาดในเขตกรุงเทพมหานครอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตินั้นมีค่า P-Value น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ .05 นั้นทั้งหมด ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางจัดจำหน่าย และด้านส่งเสริมการตลาดมีผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาด เนื่องจากหากปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งใน 4 ปัจจัยนี้ไปผู้บริโภคจะเกิดความสนใจน้อยลง

ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าสถิติ T-Test มีค่า Sig. เท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ .05 ทำให้ ยอมรับ สมมติฐานที่ 6 ซึ่งสามารถตีความได้ว่า ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาดในเขตกรุงเทพมหานคร เนื่องจากผู้บริโภคในปัจจุบันให้ความสำคัญกับคุณภาพของสินค้าที่ตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้เป็นอย่างดี ปัจจัยดังกล่าวจึงส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาด ผลวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัย [8] พบว่าการออกแบบดีไซน์มีผลต่อการ เลือกซื้อเสื้อผ้าความหลากหลายของสินค้าที่มีอยู่ในร้านมีผลต่อการซื้อเสื้อผ้าStreet Wear คุณภาพของ สินค้า เนื้อผ้าและวัสดุที่ใช้ตกแต่งเสื้อผ้าล้วนแต่มีผลต่อการซื้อเสื้อผ้า Street Wear จึงกล่าวได้ว่าปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์มีผลต่อการเลือกซื้อ

ปัจจัยด้านราคา ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าสถิติ T-Test มีค่า Sig. เท่ากับ .000 ซึ่งมีค่า น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ทำให้ ยอมรับ สมมติฐานที่ 7 ซึ่งสามารถตีความได้ว่า ปัจจัยด้านราคาส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาดในเขตกรุงเทพมหานคร เนื่องจากปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญความคุ้มค่าของสินค้าต่อมูลค่าเงินที่ผู้บริโภคจ่ายไป ปัจจัยดังกล่าวจึงส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาด ผลวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับ [8] พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากจะเลือกใช้ซีรั่มที่มีราคาเหมาะสมกับคุณภาพ ซึ่งกล่าวได้ว่าปัจจัยด้านราคามีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อ

ปัจจัยช่องทางทางการจัดจำหน่าย ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าสถิติ T-Test มีค่า Sig. เท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ .05 ทำให้ยอมรับ สมมติฐานที่ 8 ซึ่งสามารถตีความได้ว่า ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ส่งผลต่อการเลือกซื้อตัวการ์ตูนอุปโภคญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาดในเขตกรุงเทพมหานคร เนื่องจากปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่นั้นไม่ค่อยมีเวลาในการเดินทางไปเลือกซื้อของถึงหน้าร้านมากนัก และส่วนเทคโนโลยี สื่อออนไลน์ก็เพิ่มความสะดวกสบายในการสั่งซื้อโดยที่เราไม่ต้องออกเดินแต่อย่างใด แค่เข้าสื่อออนไลน์ได้ก็สามารถสั่งซื้อสินค้าชำระเงินเท่านั้น ของก็ส่งมายังบ้านได้เลย ทำให้ผู้บริโภคปัจจุบันหันมาสั่งซื้อสินค้าทางช่องทางออนไลน์ ดังนั้นปัจจัยด้านช่องทางการตลาดจึงส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าที่ใช้ตัวการ์ตูนอุปโภคในการสื่อสารทางการตลาดในเขตกรุงเทพมหานคร ผลวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัย [9] พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากจะเลือกใช้เซรั่มที่หาซื้อได้ง่ายสะดวกจากร้านค้า

ห้างสรรพสินค้าทั่วไป หรือช่องทางออนไลน์ จึงปล่าวได้ว่าปัจจัยด้านช่องทางจัดจำหน่ายมีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อ

ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าสถิติ T-Test มีค่า Sig. เท่ากับ .003 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ .05 ทำให้ ยอมรับสมมติฐานที่ 9 ซึ่งสามารถตีความได้ว่า ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาดส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาดในกรุงเทพมหานคร เนื่องจากปัจจุบันมีสินค้าน่าจับต้องอยู่มากมาย ผู้บริโภคส่งเสริมการตลาด อย่าง ลดราคา ซื้อ 1 แถม 1 ก็ยิ่งกระตุ้นความอย่างซื้อของผู้บริโภคเพิ่มขึ้น จึงกล่าวได้ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาดนั้นส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนในการสื่อสารทางการตลาด ผลงานวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ [8] พบว่า การโฆษณาผ่านสื่อต่าง ๆ การใช้พรีเซนเตอร์ของแบรนด์ที่มีชื่อเสียง การมีส่วนลดให้สมาชิกของทางร้าน การแจ้ง ข่าวสารผ่านแอพลิเคชั่น สิ่งเหล่านี้ล้วนมีผลกระทบต่อการซื้อสินค้า Street Wear ของกลุ่มลูกค้า

VI. การอภิปรายผล

จากสมมติฐานของงานวิจัย คือ ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดมีอิทธิพลต่อการเลือกซื้อสินค้าที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารการตลาดของผู้บริโภค ปัจจัยพฤติกรรมของผู้บริโภคมีอิทธิพลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารการตลาดของผู้บริโภคเมื่อทำการศึกษาแล้วกลุ่มปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด 4Ps ที่มีตัวแปรอิสระ 17 ตัววัด เมื่อนำทั้ง 4 กลุ่มปัจจัยดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัย อย่าง ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านช่องทางจัดจำหน่าย และปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด ตามลำดับ มีผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนในการสื่อสารการตลาด ทั้งนี้ตัวแบบดังกล่าวสามารถอธิบายการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนในการสื่อสารทางการตลาดในเขตกรุงเทพมหานคร ได้ ร้อยละ 58.5 โดยส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 41.5

ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนในการสื่อสารทางการตลาด ในเขตกรุงเทพมหานคร เนื่องจากปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญความคุ้มค่าของสินค้าต่อมูลค่าเงินที่ผู้บริโภคจ่ายไป ปัจจัยดังกล่าวจึงส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาด

ปัจจัยด้านราคา เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนในการสื่อสารทางการตลาด ในเขตกรุงเทพมหานคร เนื่องจากปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญความคุ้มค่าของสินค้าต่อมูลค่าเงินที่ผู้บริโภคจ่ายไป ปัจจัยดังกล่าวจึงส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาด

ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนนการสื่อสารทางการตลาด เนื่องจากปัจจุบันผู้โภคส่วนใหญ่นั้นไม่ค่อยมีเวลาในการเดินทางไปเลือกซื้อของถึงหน้าร้านมากนัก และส่วนเทคโนโลยี สื่อออนไลน์ก็เพิ่มความสะดวกสบายในการสั่งซื้อโดยที่เราไม่ต้องออกเดินแต่อย่างใด แค่เข้าสื่อออนไลน์ได้ก็สามารถสั่งซื้อสินค้าชำระเงินเท่านั้น ของก็มาส่งยังบ้านได้เลย ทำให้ผู้บริโภคปัจจุบันหันมาสั่งซื้อสินค้าทางช่องทางออนไลน์ ดังนั้นปัจจัยด้านช่องทางการตลาดจึงส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนในการสื่อสารทางการตลาดและ

ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาดส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าที่ใช้ตัวการ์ตูนอุปโภคญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาดในเขตกรุงเทพมหานคร เนื่องจากปัจจุบันมีสินค้าน่าจับต้องอยู่มากมาย ผู้บริโภคส่วนใหญ่เคยชินกับคำว่า “ของมันต้องมี” เมื่อสินค้าที่ใคร ๆ แนะนำว่าดี หรือตัวเองสนใจนั้นมีการส่งเสริมการตลาด อย่าง ลดราคา ซื้อ 1 แถม 1 ก็จะยิ่งกระตุ้นความอย่างซื้อของผู้บริโภคเพิ่มขึ้น จึงกล่าวได้ว่าปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาดนั้นส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนในการสื่อสารทางการตลาด

สำหรับการทดสอบสมมติฐานที่เกี่ยวกับลักษณะทางประชากรศาสตร์ที่แตกต่างในด้าน เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้ต่อเดือน ว่ามีการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนในการสื่อสารทางการตลาด ในเขตกรุงเทพมหานคร แตกต่างกันหรือไม่ ผลการวิจัย พบว่า ปัจจัยประชากรศาสตร์ที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนในการสื่อสารทางการตลาด ได้แก่ ปัจจัยด้านอาชีพ เนื่องจากปัจจัยดังกล่าเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิด รูปแบบการดำเนินชีวิต ทัศนคติ และพฤติกรรมการเลือกซื้อที่แตกต่างกัน ผู้บริโภคที่มีอาชีพที่แตกต่างกัน จึงมีแนวความคิด และวิถีการดำเนินชีวิตที่แตกต่างกัน โดยผู้บริโภคที่มีอาชีพนักเรียน/นักศึกษามีแนวโน้มการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้การ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางตลาดน้อยกว่าผู้บริโภคที่อาชีพอื่น เนื่องจากผู้บริโภคกลุ่มดังกล่าวส่วนใหญ่ยังไม่มีรายได้เป็นของตนเอง และอัตราค่าใช่จ่ายสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาดค่อนข้างสูง จึงส่งผลให้มีการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาดน้อยกว่ากลุ่มอื่น ๆ ดังนั้นปัจจัยด้านอาชีพ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนในการสื่อสารทางการตลาดในเขตกรุงเทพมหานครอย่างมีนัยสำคัญ

VII. ข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ผลของงานวิจัยนี้ทำให้ทราบถึงพฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาด ในเขตกรุงเทพมหานคร และปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้การ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาด ในเขตกรุงเทพมหานครพร้อมระบุถึงระดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยว่ามีระดับความสำคัญมากน้อยเพียงใด ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านช่องทางจัดจำหน่าย ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด ส่งผลต่อการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาด ในเขตกรุงเทพหานคร ผลการวิจัยดังกล่าวสามารถนำข้อมูลที่วิเคราะห์ทางสถิติมาประยุกต์ใช้ เพื่อเสนอแนะให้เป็นแนวทางสำหรับผู้ประกอบการ ได้ดังนี้

-นอกจากการออกแบบสินค้าให้ดูสวยงาม น่าใช้ ดึงดูดความต้องการผู้บริโภค จากการใช้เลือกตัวการ์ตูนญี่ปุ่นที่ดังในแต่ละช่วง ผู้ประกอบการควรผลิตสินค้าให้มีคุณภาพ คงทน และตั้งราคาให้เหมาะสมกับคุณภาพสินค้าที่ผู้บริโภคจะได้รับ เนื่องจากผู้บริโภคให้ความสำคัญความคุ้มค่าของสินค้าต่อมูลค่าเงินที่ผู้บริโภคต้องจ่าย

- ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญเรื่องช่องทางจัดจำหน่ายในรูปแบบออนไลน์ อย่าง Shopee Lazada หน้าเว็ปเพจ ให้มีความน่าสนใจ ความสะดวกสบายในการใช้งาน และยังสอดคล้องกับสินค้าได้เป็นอย่างดี โดยการตกแต่งหน้าเว็ปด้วยตัวการ์ตูนที่นำมาใช้ในการสื่อสารทางการตลาด เป็นต้น เนื่องจากปัจจุบันผู้บริโภคหันมาเลือกซื้อของผ่านทางช่องออนไลน์มากกว่าไปเลือกซื้อถึงหน้าร้าน

- ด้านการส่งเสริมการตลาด ตัวการ์ตูนมีอิทธิพลในการกระตุ้นยอดขายสินค้าเป็นอย่างมาก หากผู้ประกอบการเลือกตัวการ์ตูน ณ เวลาที่ตัวการ์ตูนตัวนั้นได้รับความนิยมอยู่ มาใช้กับกลยุทธ์ทางการตลาดที่น่าดึงดูด จะทำให้ธุรกิจเพิ่มยอดขายได้มากขึ้น และสามารถแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ IV : กลยุทธ์การตลาดที่เสนอแนะสำหรับผู้ประกอบการโดยอ้างอิงผลจากการวิจัย

กลยุทธ์	โครงการกิจกรรม
กลยุทธ์การผลิตสินค้า	ผลิตสินค้าที่มีมาตรฐาน ตรงความต้องการผู้บริโภค สวยงาม คงทน สะดวก และใช้งานง่าย
กลยุทธ์ราคาสินค้า	ตั้งราคาสมเหตุสมผล ไม่เอารัดเอาเปรียบผู้ซื้อ ตรงตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์
กลยุทธ์ช่องทางการจำหน่าย	จัดหาช่องจำหน่ายที่ทำให้สินค้าไปสู่ผู้บริโภคอย่างสะดวก รวดเร็ว ประหยัดและปลอดภัย
กลยุทธ์การแข่งขันชิงโชค	จัดกิจกรรมจับฉลากเพื่อมอบของรางวัลที่ทำการถ่ายภาพคู่กับสินค้าที่ใช้ตัวการ์ตูนญี่ปุ่นในการสื่อสารทางการตลาดแล้วโพสต์ลงเพจจะช่วยกระตุ้นให้ผู้คนเกิดความสนใจและอยากซื้อสินค้ามากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Culture by Mayok. (2558). วัฒนธรรมญี่ปุ่นในสังคมไทย. สืบค้นจาก https://mayokk.wordpress.com/category/สังคมไทย/

[2] สนเทศน่ารู้. (2561). การ์ตูนญี่ปุ่นในประเทศไทย. สืบค้นจาก https://www.lib.ru.ac.th/journal2/?p=11426

[3] Positioning. (2556). คาแรกเตอร์ มาร์เก็ตติ้ง การตลาดแบบฟิน ๆ. สืบค้นจาก https://positioningmag.com/57388

[4] ศิริวรรณ เสรีรัตน์. (2538). พฤติกรรมผู้บริโภค. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.

[5] Kotler, P. (1997). Marketing Management: Analysis, Planning, Implementation and Control (14th Global ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.

[6] ศิริวรรณ เสรีรัตน์และคณะ. (2541). การบริหารการตลาดยุคใหม่. กรุงเทพฯ: บริษัท ธีระฟิล์มและไซเท็กซ์จำกัด.

[7] Cochran, W.G. (1953). Sampling techniques (3rd ed). New York: John Wiley, Sons

[8] นรรัตน์ สงวนวงศ์วาน. (2558). คุณค่าตราสินค้าและการยอมรับทางสังคมที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อกางเกงยีนส์แบรนด์เนมของประชาชนในเขตกรุงเทพมหานคร. (สารนิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, บัณฑิตวิทยาลัย.

[9] ฉัทชนัน อัศวเดชาชาญ. (2559). ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าแบบ Street Wear ของวัยรุ่น.วารสารการประชุมวิชาการระดับชาติปัญญาภิวัตน์, ครั้งที่ 6. A49-A60.

[10] ธนวัฒน์ ชาญชยศึก. (2559). ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซีรั่มบำรุงผิวหน้า. วารสารการประชุมวิชาการระดับชาติปัญญาภิวัตน์, ครั้งที่ 6. A112-A120.

Track 2: Science and Engineering

Artificial Intelligence and Robotics, Computer Vision and Image Processing, Production and Automotive Engineering, Embedded System Architecture, Electrical Power Systems, Other related topics.

การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บในคลังสินค้า ตามแนวคิด ABC กรณีศึกษาธุรกิจร้านอาหาร

INCREASING STORAGE EFFICIENCY IN WAREHOUSE BY USING ABC CLASSIFICATION ANALYSIS CASE STUDY OF THE RESTAURANT BUSINESS

1st อาจารย์ปณภา ดวงดาว
Panapa Doungdoa
คณะบริหารธุรกิจ
สถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น
Thai - Nichi institute of technology
Bangkok / Thailand
panapa.d@tni.ac.th

2nd อาจารย์อรวรรณ บุญบูชาไชย
Orawan Bunbuchachai
คณะบริหารธุรกิจ
สถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น
Thai - Nichi institute of technology
Bangkok / Thailand
orawan@tni.ac.th

3rd อาจารย์นภัสนันท์ อึ้งวิฑูรสถิตย์
Nabhassanunt Aungvitoonstitie
คณะบริหารธุรกิจ
สถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น
Bangkok / Thailand
kunfern@hotmail.com

บทคัดย่อ **—— งานวิจัยการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บในคลังสินค้า ตามแนวคิด ABC กรณีศึกษาธุรกิจร้านอาหาร โดยมีวัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการภายในคลังสินค้า เนื่องจากปัจจุบันรูปแบบการจัดเก็บสินค้าของคลังสินค้าไม่ได้กำหนดตำแหน่งหรือพื้นที่ตายตัว มีการบริหารการจัดเก็บในพื้นที่ว่างของชั้นวางสินค้ามากกว่าการจัดเก็บตามรูปแบบความถี่การใช้งานของสินค้า โดยปัจจุบันมีการใช้เวลาในการหยิบสินค้าเฉลี่ย 26.51 วินาทีต่อชิ้น และมีความผิดพลาดในการหยิบสินค้าอยู่ที่ 15% จึงมีความคิดในการนำทฤษฎีรูปแบบการจัดเก็บแบบ ABC มาวิเคราะห์กับข้อมูลที่มีการใช้งานสินค้าคงคลัง ได้แก่ข้อมูลการจัดเก็บสินค้า ความถี่การนำสินค้าออกจากคลังสินค้า จำนวนความผิดพลาดในการหยิบสินค้า โดยมีระยะเวลาขอบเขตของข้อมูลย้อนหลังในระยะเวลา 1 ปี และนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ ทำการจัดกลุ่มสินค้าให้มีความเหมาะสมและจัดทำแผนผังการจัดวางสินค้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ของคลังสินค้า โดยผลลัพธ์หลังจากการปรับปรุงทำเวลาในการหยิบสินค้าเฉลี่ย 19.39 วินาทีต่อสินค้าชิ้น ลดลง 28.86% และจำนวนสินค้าที่หยิบผิดลดลง 7% ลดลง 53.33% จากเดิมที่ใช้เวลาในการหยิบสินค้าเฉลี่ย 26.51 วินาทีต่อชิ้น และมีความผิดในการหยิบสินค้าอยู่ที่ 15%**

คำสำคัญ **—— ทฤษฎีการจัดเก็บแบบABC, ระยะเวลาในการหยิบสินค้า, จำนวนความผิดพลาดใน การหยิบสินค้า**

ABSTRACT **— The case study is an Increasing storage efficiency in warehouses by using ABC classification analysis Case study of the Restaurant Business. The purpose of the study is to increase the efficiency of internal warehouse management. Currently, warehouse storage methods are used, with storage formats that do not have fixed positions. There is more storage management in the space of the shelves than the storage according to the usage frequency pattern of the product. The average of pick-up time is 26.51 seconds per piece. And there is a 15% picking error. In the development process The ABC classification analysis is used to analyze with data of product usage. By using product storage information, the amount of frequency the product is brought out of the warehouse, number of errors in picking products in the historical data for 1 year. And take all the data for analysis in order to take the appropriate product grouping results and create a product layout map to increase the efficiency of warehouse space. And the results after the improvement the average picking time of 19.39 seconds per product decreased by 28.86% and the number of products picked up by 7% decreased by 53.33%**

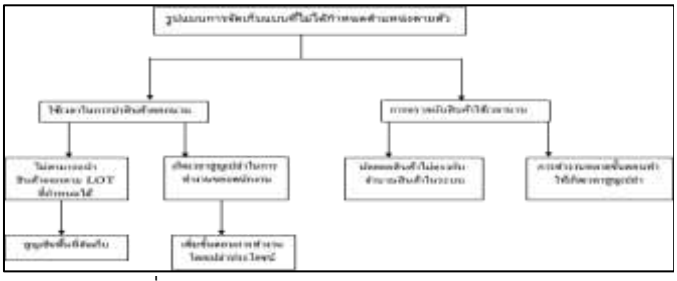
Keywords **—— ABC classification analysis, Lead time for product picking, Number of errors in picking products**

I. บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันแนวโน้มการเติบโตของธุรกิจอาหารเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การให้บริการด้านโลจิสติกส์จึงมีส่วนสำคัญเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าและเพื่อสร้างความได้เปรียบขององค์กรในการแข่งขันกับกลุ่มธุรกิจเดียวกัน

จากการศึกษาคลังสินค้าของบริษัทที่ทำธุรกิจอาหาร พบว่ามีการจัดเก็บสินค้าคงคลังในรูปแบบการจัดเก็บแบบตำแหน่งไม่ตายตัว มีการบริหารการจัดเก็บในพื้นที่ว่างของชั้นวางสินค้ามากกว่าการจัดเก็บตามรูปแบบความถี่ของสินค้า โดยไม่ได้มีการวางแผนการจัดเก็บตามความถี่และจำนวนครั้งในการใช้งานสินค้า ทำให้การจัดการสินค้าคงคลังเกิดการสูญเสียเวลา เนื่องจากการหาสินค้าไม่พบและหยิบสินค้าไม่ครบตามจำนวน



ภาพที่ I.I แผนภาพแสดงรูปแบบการจัดเก็บปัจจุบัน

จากแผนผังปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้เกิดแนวคิดในการปรับปรุงแผนผังการจัดเก็บสินค้า โดยเริ่มจากการแยกหมวดหมู่สินค้าตามชนิดสินค้าและนำความถี่ในการนำสินค้าออกมาคำนวณและจัดกลุ่มสินค้าตามลำดับความถี่ในการนำสินค้าออกตามทฤษฎีพาเรโต้และ ออกแบบแผนผังการจัดเก็บสินค้าตามทฤษฎี ABC

ดังนั้นการวิจัยจึงมีเป้าหมายในการปรับปรุงแผนการจัดเก็บสินค้าให้ในส่วนรูปแบบการจัดเก็บ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเวลาในการนำสินค้าออกและการตรวจนับสินค้าหรือเช็คสต๊อค

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ตั้งวัตถุประสงค์ของการศึกษา ไว้ดังนี้

I. เพื่อศึกษาวิธีการจัดการสินค้าคงคลังของธุรกิจร้านอาหาร

II. เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการสินค้าภายในคลังสินค้า

III. เพื่อใช้ประโยชน์จากการจัดการสินค้าคงคลังโดยใช้รูปการจัดการสินค้าคลังสินค้าแบบ ABC สำหรับเพิ่มความสามารถในการจัดเก็บสินค้า

ขอบเขตของการดำเนินงาน

ในการศึกษาครั้งนี้ จัดแบ่งขอบเขตของการดำเนินงานโดยมีรายละเอียด ประกอบด้วย

ตารางที่ I.I ขอบเขตการดำเนินงาน

ขอบเขตด้านเนื้อหา	ขอบเขตด้านเวลา
INPUT	
ศึกษากระบวนการทำงาน การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในการจัดการสินค้าคงคลัง	ระยะเวลา 5 สัปดาห์
การวิเคราะห์ปัญหาในการจัดการสินค้าคงคลัง	
การศึกษาแนวทางและทฤษฎีการปรับปรุงการวางสินค้า	
PROCESS	
กำหนดทฤษฎีในการปรับปรุงการวางสินค้า	ระยะเวลา 4 สัปดาห์
จัดทำรูปแบบจำลองการวางสินค้า	
จัดทำแบบประเมินผลการปรับปรุง	
OUTPUT	
รูปแบบการจัดวางสินค้าตามความถี่และความต้องการของลูกค้า	ระยะเวลา 2 สัปดาห์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

I.เพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการไหลการทำงานภายในคลังสินค้า

II.บริหารพื้นที่คลังสินค้าให้มีความเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุดในการดำเนินงาน

แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน

การศึกษาในหัวข้อการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บในคลังสินค้าตามแนวคิดการจัดเก็บแบบ ABC ได้จัดทำแผนงานและกรอบระยะเวลาดำเนินงาน ดังนี้

ตารางที่ I.II แผนงานและกรอบระยะเวลาการดำเนินงาน

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.			
1	ศึกษาสภาพการดำเนินงานของบริษัท																
2	เก็บรวบรวมข้อมูลและสอบถามปัญหาที่เกิดขึ้นภายในคลังสินค้า																
3	วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น																
4	วิเคราะห์ข้อมูลและปรึกษาความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหา																
5	ค้นหาแนวทางและเครื่องมือในการแก้ไข																
6	ค้นหาแนวทางและเครื่องมือในการแก้ไข																
7	ดำเนินการแก้ไขปัญหาตามรูปแบบที่กำหนดไว้																
8	ติดตามและสรุปผลการดำเนินการ																

II. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎี หลักการพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินโครงงานสหกิจครั้งนี้ ผู้จัดทำได้ศึกษาทฤษฎี หลักการพื้นฐานและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

I. ความหมายของคลังสินค้า

II. การวิเคราะห์ปัญหาด้วยหลักการทำไม-ทำไม (Why-Why Analysis)

III. การจำแนกสินค้าตามหลัก (ABC) Classification Analysis

ความหมายของคลังสินค้า

การจัดการคลังสินค้า (Warehouse Management) เป็นการจัดการในการรับของ การจัดเก็บ และการจัดส่งสินค้าไปยังลูกค้า ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักในการบริหารและดำเนินธุรกิจ ทั้งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับคลังสินค้าก็เพื่อให้เกิดการดำเนินการอย่างเป็นระบบ คุ้มค่ากับการลงทุน มีการควบคุมคุณภาพในการจัดเก็บ การเบิกสินค้า ป้องกันการสูญเสียต่าง ๆที่อาจจะเกิดขึ้น โดยการดำเนินการนั้นจำเป็นต้องใช้ต้นทุนให้ต่ำที่สุด และได้ประโยชน์อย่างเต็มที่จากการใช้พื้นที่คลังเก็บสินค้า

การวิเคราะห์ปัญหาด้วยหลักการทำไม-ทำไม (Why-Why Analysis)

การวิเคราะห์ Why-Why Analysis จะเป็นการวิเคราะห์ หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา โดยหากเราสามารถค้นพบสาเหตุรากเหง้าและกำจัดได้แล้ว ปัญหาเดิมจะไม่เกิดซ้ำ หากปัญหาเดิมเกิดซ้ำ แสดงว่าการวิเคราะห์ของเรานั้นมาผิดทาง หรือ อาจมีบางสาเหตุตกหล่นไป อาจจะต้องมาทำการวิเคราะห์ใหม่การวิเคราะห์โดยถามว่าทำไม ทำไม หรือ Why-Why Analysis เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้กันมากโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ เป็นเทคนิคการวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นต้นเหตุของปรากฏการณ์ หรือปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อให้ได้พบต้นตอ หรือรากเหง้าที่แท้จริง และที่สำคัญคือเพื่อนำไปสู่การแก้ไข และป้องกันการเกิดซ้ำต่อไป

สำหรับขั้นตอนการทำ Why-Why Analysis มีดังนี้

I. วิเคราะห์ข้อเท็จจริง โดย ไปดูต้นตอ หรือสาเหตุจริง ๆ ให้รู้อย่างลึกซึ้งว่ามีที่มาที่ไป อย่างไร และลักษณะอาการ เป็นอย่างไร

II. วิเคราะห์หาต้นตอของปัญหา โดยการวิเคราะห์หาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการหรือปัญหา ซึ่งทำได้โดย การถามทำไม ทำไม ไปเรื่อย ๆ จนเจอสาเหตุของปัญหา

III. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ โดยการถามกลับไป กลับมาว่า สิ่งนั้น ๆ เป็นเหตุเป็นผล หรือมีความสอดคล้องกันเชิงตรรกะ (Logic) หรือไม่ เพราะการพิจารณาด้วยวิธีนี้จะช่วยทำให้การวิเคราะห์ของเราถูกต้องมากขึ้น

IV. วิเคราะห์หาวิธีการแก้ไข หรือป้องกัน จากการวิเคราะห์ขั้นสุดท้าย ทำให้เราได้ทราบถึงต้นตอที่แท้จริง จากนั้นค้นหาวิธีการแก้ไข และมาตรการป้องกันการเกิดซ้ำ

V. นำมาตรการที่ได้ไปปฏิบัติจริง นำวิธีการแก้ไข และป้องกันดังกล่าวไปปฏิบัติ นอกจากนี้นำวิธีการแก้ไขป้องกันดังกล่าวไปขยายผลต่อไป

การจำแนกสินค้าตามหลัก ABC Classification Analysis

ABC Analysis หมายถึง เทคนิคการจัดการสินค้าคงคลังโดยแบ่งตามลำดับชั้นความสำคัญออกเป็น 3 ชั้น คือ A, B และ C ดังนี้

สินค้าคงคลังกลุ่ม A หมายถึง ผลจากวิเคราะห์ ABC Analysis จัดเป็นกลุ่ม A มีสินค้าคงคลังอยู่ที่15-20% ของรายการสินค้าคงคลังทั้งหมด แต่มีมูลค่าอยู่ประมาณ 75-80% ของมูลค่าสินค้าคงคลังทั้งหมด ดังนั้นต้องได้รับการควบคุมอย่างเข้มงวดมาก อาจมีการตรวจสอบทุกสัปดาห์สินค้าคงคลังกลุ่ม B หมายถึง ผลจากวิเคราะห์ ABC Analysis จัดเป็นสินค้าคงคลังกลุ่ม B มีสินค้าคงคลังอยู่ที่ 30-40% ของรายการสินค้าคงคลังทั้งหมด มีมูลค่าอยู่ประมาณ 15% ของมูลค่าสินค้าคงคลังทั้งหมด ต้องได้รับการควบคุมสินค้าเข้มงวดปานกลาง มีการตรวจสอบทุกเดือนสินค้าคงคลังกลุ่ม C หมายถึง ผลจากวิเคราะห์ ABC โดยสินค้าคงคลังกลุ่ม C มีสินค้าคงคลังอยู่ 40-50% ของรายการสินค้าคงคลังทั้งหมด แต่มีมูลค่าอยู่ประมาณ 5-10% ของมูลค่าสินค้าคงคลังทั้งหมด การควบคุมอาจจะไม่เข้มงวด อาจจะมีการตรวจสอบทุกๆ ไตรมาสก็ได้

ขั้นตอนการจัดลำดับสำคัญ ABC Analysis มีดังนี้

I. จัดทำข้อมูลสินค้าคงคลัง มีรายละเอียดเป็นจำนวนที่สั่งซื้อต่อปี และราคาต่อหน่วยของสินค้าคงคลังแต่ละชนิด

II. คำนวณหามูลค่าในการซื้อสินค้าคงคลังแต่ละชนิดที่หมุนเวียนในรอบปีนั้น

III. จัดเรียงลำดับข้อมูลตามลำดับของมูลค่าและการใช้งานสินค้าคงคลังจากมากไปหาน้อย

IV. หาค่าเปอร์เซ็นต์ของจำนวนสะสมในแต่ละชนิดของสินค้าคงคลังจำนวนมูลค่าการซื้อสะสม

V. นำเอาค่าเปอร์เซ็นต์มาเขียนกราฟและแบ่งชนิดสินค้าคงคลังเป็นชนิดคือ A และ B และ C

เทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

I. ไมโครซอฟท์ ออฟฟิศ (Microsoft Office) โปรแกรมสำหรับทำการจัดเก็บข้อมูลและนำข้อมูลมาวิเคราะห์ โดยนำมาใช้ในขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล จัดทำรายงานนำเสนอ

II. แวร์เฮ้าส์ แมเนจเม้นท์ (WMS CI.Himalaya) โปรแกรมสำหรับบริหารสินค้าภายในคลังสินค้าโดยมีรูปแบบการใช้งานในด้านต่อไปนี้

II.I รับสินค้าขาเข้า

II.II ระบุตำแหน่งการจัดเก็บสินค้า

II.III ตรวจสอบพื้นที่จัดเก็บ

II.IV ใช้ในการเบิกจ่ายสินค้า

II.V ตรวจนับสต๊อคประจำเดือน

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เมธินี ศรีกาญจน์ (2555) ได้วิจัยเรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพตำแหน่งการจัดวางสินค้าในคลังสินค้า ซึ่งงานวิจัยฉบับนี้เป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพตำแหน่งการจัดวางสินค้าในคลังสินค้าของบริษัทศรีไทยซุปเปอร์แวร์ จำกัด (มหาชน) สาขาสุขสวัสดิ์โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของพื้นที่การจัดวางสินค้าภายในคลังสินค้าจากการศึกษาบริษัทที่เป็นกรณีศึกษาพบว่าสภาพปัจจุบันคลังสินค้าของบริษัทดังกล่าวมีตำแหน่งการจัดวางสินค้าภายในคลังสินค้าไม่เหมาะสมทำให้การใช้อรรถประโยชน์ของพื้นที่ไม่เต็มประสิทธิภาพซึ่งส่งผลให้การทำงานภายในคลังสินค้าเกิดความล่าช้าโดยงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารูปแบบตำแหน่งการจัดวางสินค้าที่ส่งผลให้การดำเนินงานภายในคลังมีประสิทธิภาพมากขึ้นและผู้วิจัยได้วิเคราะห์ตำแหน่งพื้นที่การวางสินค้าใหม่

ในการวางจัดวางสินค้าโดยใช้หลักการตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming Method) ตามทฤษฎีสินค้าเคลื่อนไหวเร็ววางไว้ใกล้ประตู (Fast Mover Closest to the Door) ร่วมกับเครื่องมือโซลเวอร์ซึ่งเป็นโปรแกรมแอด-อินของไมโครซอฟท์เอ็กเซลเพื่อช่วยในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดของการจัดวางสินค้าโดยมีการวัดประสิทธิภาพด้วยการใช้ตัวแบบจำลองของกระบวนการทำงานภายในคลังสินค้าด้วยโปรแกรมการจำลองสถานการณ์ (Arena Version 10. 0) พบว่าระยะเวลารวมเฉลี่ยในการดำเนินกิจกรรมลดลง 9.81% และการใช้ทรัพยากรในการดำเนินกิจกรรมโดยวัดจากการใช้ทรัพยากร 2 ชนิดด้วยกันคือการใช้งานของรถโฟล์คลิฟท์ที่สามารถลดลง 9.30% และการใช้งานของโซนพื้นที่การจัดวางสินค้าต่อเวลาที่สามารถลดลง 13.33%

สุจินดา เจียระวรพจน์และคณะ (2552) ได้วิจัยเรื่อง การปรับปรุงระบบการจัดการสินค้าคงคลังของบริษัทผู้แทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์สมุนไพร ซึ่งงานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพระบบการจัดการสินค้าคงคลังของผลิตภัณฑ์สมุนไพรอภัยภูเบศรให้กับบริษัทผู้แทนจำหน่าย กรณีศึกษาโดยทำการแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ตามหลัก ABC Classification ซึ่งพบว่าสินค้ายาแก้ไอมะขามป้อมชาชงดอกคำฝอยและตะไคร้หอมโลชั่นขนาด 55 มิลลิลิตรเป็นสินค้าที่มีมูลค่ายอดขายรายปีสูงสุดในกลุ่ม A, B และ C ตามลำดับจากนั้นทำการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ระบบสินค้าคงคลังเพื่อเลียนแบบระบบการดำเนินงานจริงของบริษัทพิจารณานโยบายการจัดการสินค้าคงคลัง 4 แบบคือ (s,Q), (s,S), (R,S) และ (R,s,S) และหาปริมาณการสั่งซื้อรอบการสั่งซื้อสินค้าจุดสั่งซื้อและระดับสินค้าคงคลังสูงสุดที่เหมาะสมกับระดับการให้บริการลูกค้าต่างๆที่กำหนดไว้ 5 ช่วงจากแบบจำลองสถานการณ์ผลจากการศึกษาพบว่าต้นทุนการจัดการสินค้าคงคลังรวมจะมีค่าที่สุดเมื่อระดับการให้บริการอยู่ในช่วง 0.975-0.999 และต้นทุนการจัดการสินค้าคงคลังรวมของยาแก้ไอมะขามป้อม (กลุ่ม A) ชาชงดอกคำฝอย (กลุ่ม B) และตะไคร้หอมโลชั่นขนาด 55 มิลลิลิตร (กลุ่ม C) เมื่อใช้นโยบาย (s,S) และ (s,Q) จะมีต้นทุนต่ำกว่าหรืออย่างน้อยเท่ากับเมื่อใช้นโยบาย (R,S) และ (R,s,S) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ณัฐปรียา ฉลาดแย้ม (2558) ได้วิจัยเรื่องการวิเคราะห์แบบเอบีซี ผลการศึกษาพบว่าการจัดการสินค้าคงคลังด้วยเทคนิคการวิเคราะห์แบบเอบีซี (ABC Analysis) ใน ข้างต้นนั้น สามารถช่วยให้ผู้บริหารหรือผู้ที่ได้รับผิดชอบให้ดูแลในส่วนของสินค้าคงคลัง สามารถจัดการบริหาร สินค้าคงคลังที่มีปริมาณมากๆ และยังจัดเรียงลาดับความสำคัญของสินค้าคงคลังได้ อย่างไรก็ตามเกณฑ์ที่ใช้ แบ่งกลุ่มสินค้าคงคลังที่ได้กล่าวไปในเนื้อหาข้างต้นเป็นเพียงค่าประมาณเท่านั้น การนาไปใช้จริงจะต้อง คำนึงถึงคุณสมบัติของสินค้าคงคลัง เช่น ประเภทสินค้นค้าคงคลัง ความยากง่ายต่อการจัดเก็บ ขนาดและ น้าหนัก วัสดุที่มีความจาเป็นต่อการผลิตหรือหายากอายุการใช้งานสั้น เป็นต้น ส่วนการควบคุมสินค้าคงคลัง แต่ละประเภทนั้นขึ้นนอยู่กับนโยบายของกิจการ ภายใต้เงื่อนไขที่กิจการสามารถตอบสนองความต้องการของ ลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว และเกิดต้นทุนในการบริหารสินค้าคงคลังที่ต่ำที่สุด นอกจากนี้การวิเคราะห์แบบเอบีซี สามารถนาไปต่อยอดได้อีกหลายทาง เช่น นาไปวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (Economic order quantity หรือ EOQ) เป็นต้น

ศรุดา เพ็งปอพาน (2558) การวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ระบบต้นทุนฐานกิจกรรมของผู้ให้บริการรับจ้างดาเนินงาน พื้นที่จัดเก็บรถยนต์ส่งออกโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนด้านกิจกรรมต่อหน่วยของการดาเนินงานของพื้นที่จัดเก็บรถยนต์ส่งออกระหว่างการใช้ผู้ให้บริการรับจ้างดาเนินงานกับการใช้พนักงานของบริษัท ECO (ประเทศไทย) จากัด ซึ่งการคานวณต้นทุนกิจกรรมนั้นใช้เพียงแค่ต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านพนักงานที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรม โดยใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์ต้นทุนฐานกิจกรรมจากการวเิคราะห์กิจกรรมของการดาเนินงานพื้นที่จัดเก็บรถยนต์ส่งออกของบริษัทตัวอย่างสามารถสรุปได้ว่ามีกิจกรรมที่เกิดขึ้น 14 กิจกรรมย่อยและได้รวบรวมไว้ใน 2 กลุ่มกิจกรรม

เอกชัย คุปตาวาทิน (2559) การศึกษาต้นทุนโลจิสติกส์ โดยใช้ระบบต้นทุนฐานกิจกรรม กรณีศึกษา เกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดจังหวัดชัยภูมิ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาต้นทุนโลจิสติกส์ และการบริหารต้นทุนโลจิสติกส์ของเกษตรกรผู้ปลูก สับปะรดในจังหวัดชัยภูมิ โดยประยุกต์วิธีวิเคราะห์ต้นทุนฐานกิจกรรม เพื่อให้ทราบโครงสร้างต้นทุน ซึ่งจะนาไปสู่แนวทางการพัฒนาหรือลดต้นทุนโลจิสติกส์ จากการวิเคราะห์กิจกรรมโลจิสติกส์ที่เกิดขึ้นด้วยวิธีการแบ่งส่วนต้นทุน ตามกิจกรรม ผลจากการศึกษาพบว่า ต้นทุนโลจิสติกส์รวมของเกษตรกร คิดเป็นร้อยละ 16.49 ของมูลค่าขายทั้งหมด โดยแบ่งต้นทุนโลจิสติกส์รวมออกเป็น 4 ส่วน คือ ต้นทุนด้านการจัดหาปัจจัยการผลิต คิดเป็นร้อยละ 14.66 ถือได้ว่า เป็นต้นทุนที่สูงที่สุด ต้นทุนการเคลื่อนย้ายผลผลิตในพื้นที่ คิดเป็นร้อยละ 1.33 ต้นทุนการขนส่ง คิดเป็นร้อยละ 0.34 และต้นทุนการดูแลคลังสินค้าและสินค้าคงคลัง คิดเป็นร้อยละ 0.16 ตามลาดับ แนวทางการลดต้นทุนโลจิสติกส์ สามารถทาได้โดยการรวมกลุ่มสมาชิกเครือข่ายผู้ผลิตสับปะรด เพื่อวางแผนการผลิตภายใต้การสนับสนุนของหน่วยงาน ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนจัดตั้งศูนย์กลางกระจายผลผลิต

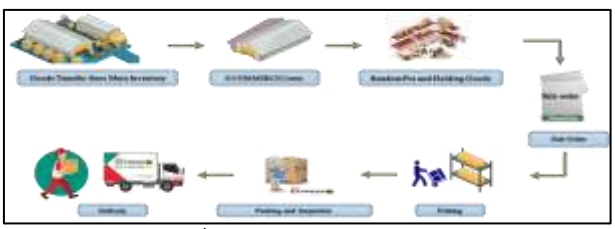
III. วิธีการดำเนินงาน

วิจัยเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บในคลังสินค้าตามแนวคิด ABC กรณีศึกษาธุรกิจร้านอาหารขั้นตอนในการศึกษา ซึ่งจะอธิบายหัวข้อดังต่อไปนี้

ขั้นตอนในการดำเนินงาน

I. ภาพรวมกระบวนการ
II. ขั้นตอนในการศึกษา
III. กรอบแนวคิดการดำเนินงาน
IV. การเก็บรวบรวมข้อมูล
V. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
VI. การวิเคราะห์ข้อมูล และการกำหนดตัวชี้วัดผลการศึกษา

III.I ภาพรวมกระบวนการ



ภาพที่ III.I แผนภาพรวมการทำงาน

ขั้นตอนการทำงานและการดำเนินงานภายในคลังสินค้าโดยรายละเอียดการทำงานในแต่ละขั้น โดยสามารถอธิบายแต่ละขั้นตอน โดยมีขั้นตอนที่อธิบายได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ III.I การรับสินค้าเข้า (Inbound Receiving)

ขั้นตอน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
1.	ได้รับการติดต่อและกำหนดการส่งสินค้าจากผู้ให้บริการโลจิสติกส์
2.	ตรวจสอบเอกสารกับฐานข้อมูลในระบบการจัดการคลังสินค้า
3.	ดำเนินการรับสินค้ากับให้ตรงกับฐานข้อมูลในระบบ
4.	ดำเนินการจัดเก็บสินค้าตามตำแหน่งที่ว่างภายในคลังสินค้า
5.	ดำเนินการบันทึกการนำเข้าสินค้าในระบบการจัดการคลังสินค้า

ตามตารางที่ III.I แสดงถึงขั้นตอนการรับสินค้า ซึ่งสินค้าที่ถูกนำเข้ามาจากประเทศญี่ปุ่นจะถูกจัดส่งผ่านผู้ให้บริการโลจิสติกส์ภายในประเทศ โดยหลังจากผ่านพิธีการศุลกากรแล้วสินค้าและถูกจัดเก็บในคลังหลักของบริษัทและถูกย้ายมาเก็บรักษาไว้ ณ คลังสินค้าอุดมสุข 37 เพื่อรอคำสั่งซื้อลูกค้าต่อไป

ตารางที่ III.II การตรวจสอบสินค้า (Inbound Product Inspection)

ขั้นตอน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
1.	ตรวจสอบสินค้าให้ตรงตามกับใบจัดส่งสินค้า
2.	ตรวจสอบรุ่น วันเดือนปีผลิตและหมดอายุ ให้ถูกต้องตามใบรับสินค้า

โดยขั้นตอนการตรวจสอบสินค้ามีขั้นตอนดังต่อไปนี้ พนักงานรับสินค้าทำการตรวจสอบสินค้าตามใบจัดส่งสินค้าและตรวจสอบขนาด สี รุ่น ของสินค้าเพื่อให้สินค้าอยู่ในสภาพสมบูรณ์เพื่อให้พร้อมจัดส่งตามใบคำสั่งซื้อของลูกค้า

ตารางที่ III.III การจัดเก็บสินค้าและดูแลรักษาสินค้า (Put and Holding Goods)

ขั้นตอน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
1.	ค้นหาพื้นที่ว่างในชั้นวางสินค้า
2.	ดำเนินการนำสินค้ามาจัดเก็บ
3.	เคลื่อนย้ายสินค้าตามความปริมาณสินค้า

ตามตารางที่ III.III แสดงถึงขั้นตอนการจัดเก็บสินค้า โดยรูปแบบการจัดเก็บสินค้าภายในคลังสินค้ามีลักษณะการจัดเก็บที่ไม่ได้กำหนดตำแหน่งตายตัว กำหนดให้สินค้าแต่ละชนิดสามารถถูกจัดเก็บไว้ในตำแหน่งใดก็ได้ในคลังสินค้า โดยมีรูปแบบการจัดเก็บโดยมี โปรแกรม Warehouse management system ในเก็บบันทึกข้อมูลและติดตามสถานะสินค้า

ตารางที่ III.IV การหยิบสินค้าและแพ็คสินค้าตามคำสั่งซื้อลูกค้า (Picking and Packing Goods)

ขั้นตอน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
1.	ดำเนินการจัดทำใบหยิบสินค้าในโปรแกรมWarehouse management system ตามคำสั่งซื้อ
2.	ตรวจสอบความถูกต้องของใบหยิบสินค้าและคำสั่งซื้อของลูกค้า
3.	ดำเนินการหยิบสินค้าตามตำแหน่งที่วางสินค้าไว้ภายในคลังสินค้า
4.	ทำการตรวจเช็คสินค้าตามใบคำสั่งซื้อสินค้าลูกค้า
5.	ดำเนินการแพ็คสินค้าลงกล่องและใส่ใบเสร็จคำสั่งซื้อจากลูกค้า
6.	ปิดกล่องและติดใบที่อยู่จัดส่งเพื่อรอการจัดส่งต่อไป

ตารางที่ III.IV แสดงถึงขั้นตอนการทำงานในการหยิบสินค้าและแพ็คสินค้าจะดำเนินการตามคำสั่งซื้อจากลูกค้าโดยใบคำสั่งซื้อจากลูกค้าจะถูกส่งวันจันทร์-ศุกร์ โดยในแต่ละวันคำสั่งซื้อจะมีปริมาณมากน้อยไม่เท่ากัน โดยขั้นตอนการดำเนินการหยิบสินค้าและแพ็คสินค้า 6 ขั้นตอน

ตารางที่ III.V การจัดส่งสินค้า (Shipping Goods)

ขั้นตอน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
1.	พนักงานโลจิสติกส์ติดต่อเข้ามารับสินค้าหน้าคลังสินค้า
2.	พนักงานคลังสินค้าจัดเตรียมกล่องสินค้าที่ทำการแพ็คเสร็จแล้วมารอผู้ให้บริการโลจิสติกส์
3.	พนักงานโลจิสติกส์เข้ามารับสินค้าหน้าคลังโดยทำการตรวจสอบขนาดกล่องและขนกล่องสินค้าขึ้นรถบรรทุก
4.	พนักงานคลังสินค้าตรวจสอบการจัดส่งและลงรายมือชื่อเซ็นรับทราบ

การจัดส่งค้าผ่านทางผู้ให้บริการขนส่งภายในประเทศ โดยมีจัดส่งสินค้าแบบ Door to Door โดยมีการกำหนดเข้ามารับกล่องสินค้าที่หน้าคลังสินค้าวันจันทร์ – เสาร์ เวลาก่อนเวลา 15.00 ของทุกวัน โดยขั้นตอนและรายละเอียดการจัดส่งสินค้ามีดังตามตาราง

ตารางที่ III.VI การตรวจสอบสินค้าคงคลัง (Inventory Update)

ขั้นตอน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
1.	ทำการตรวจสอบข้อมูลสินค้าในระบบ WMS หรือ Warehouse management system
2.	ทำการดึงข้อมูลปริมาณสินค้าและตำแหน่งสินค้าออกมาจากโปรแกรม Warehouse management system
3.	ทำการตรวจสอบปริมาณและตำแหน่งที่วางสินค้าภายในคลังสินค้า
4.	บันทึกผลการตรวจนับสินค้าภายในคลังสินค้า

การตรวจสอบสินค้าคงคลังจะมีการตรวจสอบสินค้าทุกๆเดือน เดือนละ 1 ครั้ง โดยทำการนับประมาณสินค้าในสต๊อคให้ตรงกับปริมาณสินค้าในระบบ Warehouse management system เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการติดตามและควบคุมปริมาณสินค้าของบริษัทให้ถูกต้อง

III.II ขั้นตอนในการศึกษา

Plan

I. ศึกษาสภาพการดำเนินงานปัจจุบัน

I.I ศึกษาสภาพปัจจุบันของคลังสินค้า

I.II รวบรวมข้อมูลสินค้าทั้งหมดในคลังสินค้า

Do

II. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา จากการใช้เครื่องมือ Why-Why Analysis

III. การเก็บรวบรวมข้อมูล

- จัดเก็บข้อมูลและคำนวณความถี่ในการนำสินค้าออกของสินค้าแต่ละประเภท
- จัดกลุ่มประเภทสินค้าภายในคลังสินค้า

IV. จัดทำรูปแบบการจัดเก็บสินค้าตามทฤษฎี ABC และพาเรโต้

CHECK

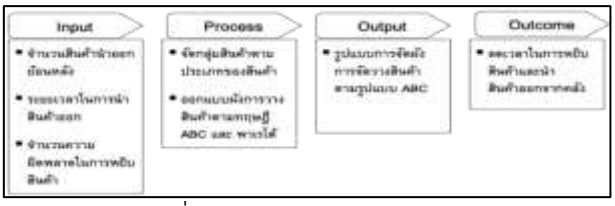
V. จัดเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุง

VI. วิเคราะห์ข้อมูลหลังการปรับปรุง

ACTION

VII. นำรูปแบบการจัดเก็บสินค้ามาปฏิบัติใช้งานอย่างต่อเนื่อง

III.III กรอบแนวคิดการทำงาน



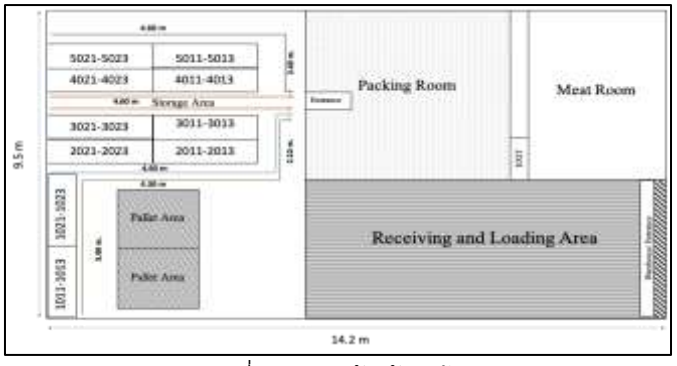
ภาพที่ III.II กรอบแนวคิดการดำเนินงาน

การเก็บรวบรวมข้อมูลความจำนวนสินค้าออกย้อนหลังและระยะเวลาในการนำสินค้าออกกับจำนวนความผิดพลาดจากการหยิบสินค้า เพื่อนำมาจัดกลุ่มประเภทของสินค้าและนำข้อมูลดังกล่าวออกแบบผังการวางสินค้าตามทฤษฎี ABC เพื่อให้ได้รูปแบบการจัดวางสินค้าที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถการนำสินค้าออกได้รวดเร็วขึ้นและผิดพลาดน้อยลง

III.IV การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลจะเก็บจากการปฏิบัติงานจริงในคลังสินค้า โดยดึงข้อมูลจากโปรแกรม WMS CI.Himalayas ที่ใช้งานอยู่ในการจัดการและควบคุมสินค้าคงคลัง โดยทำการนำข้อมูลจากเดือน มกราคม-พฤศจิกายน 2563 ซึ่งสามารถนำวิเคราะห์แยกกลุ่มสินค้าตามมูลค่าของสินค้า ข้อมูลที่ได้ทำการเก็บรวบรวมได้แก่

I.ขนาดคลังสินค้าและระยะทางภายในคลังสินค้า



ภาพที่ III.III แผนผังคลังสินค้า

II.จำนวนชั้นวางในคลังสินค้า

ลำดับแถว	ขนาดชั้นวาง	จำนวนชั้น	ความสามารถในการจัดเก็บ	ระยะทางถึงห้อง Packing
Rack 01				
1011-1014 1021-1024	60x200 60x200	4 4	70-80 กล่อง	9.80 เมตร
Rack 02				
2011-2014 2021-2024	60x150 60x150	4 4	40-50 กล่อง	6.70 เมตร
Rack0 03				
3011-3014 3021-3024	60x150 60x150	4 4	40-50 กล่อง	4.60 เมตร
Rack 04				
4011-4014 4021-4024	60x150 60x150	4 4	40-50 กล่อง	4.60 เมตร
Rack 05				
5011-5014 5021-5024	60x150 60x150	4 4	40-50 กล่อง	8.00 เมตร

ภาพที่ III.IV จำนวนชั้นวางและความสามารถในการจัดเก็บสินค้า

III. เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในคลังสินค้า

- รถเข็นบรรทุกของ
- ถาดใส่ของพลาสติก
- พาเลท
- ชั้นวางของ

IV. ระยะเวลาในการหยิบสินค้าและความผิดพลาด

Date	No.	Ship Code	Item code	Location	Quantity	Time	Inspection
25/12/2019	1.	16-000**	DI-H**-09**	3021	1	0.18	O
25/12/2019	2.		DI-W**-88**	3023	1	0.25	O
25/12/2019	3.		DI-W**-15**	4012	1	0.32	O
25/12/2019	4.		DI-H**-00**	4023	1	0.25	O
25/12/2019	5.		DI-H**-00**	P011	1	0.29	O
25/12/2019	6.		DI-R**-10**	P011	1	0.14	O
25/12/2019	7.		DI-R**-10**	P011	1	0.48	O
25/12/2019	8.		DI-R**-31**	P011	1	0.32	O
25/12/2019	9.	16-001**	DI-D**-10**	2011	1	0.23	O
25/12/2019	10.		DI-D**-17**	2011	1	0.16	O
25/12/2019	11.		DI-H**-01**	2022	1	0.23	O
25/12/2019	12.		DI-H**-09**	3021	2	0.36	×
25/12/2019	13.		DI-B**-32**	3023	3	0.28	O
25/12/2019	14.		DI-W**-88**	3023	2	0.42	O
25/12/2019	15.		DI-S**-12**	4012	3	0.34	O
25/12/2019	16.		DI-S**-05**	4013	3	0.32	O
25/12/2019	17.		DI-H**-05**	4021	3	0.45	O
25/12/2019	18.		DI-H**-00**	4023	2	0.32	O
25/12/2019	19.		DI-K**-11**	4023	3	0.27	O
25/12/2019	20.		DI-H**-00**	P011	2	0.54	×
25/12/2019	21.		DI-H**-70**	P011	1	0.23	O
25/12/2019	22.		DI-R**-10**	P011	2	0.27	O
25/12/2019	23.		DI-R**-10**	P011	2	0.25	O
25/12/2019	24.		DI-R**-31**	P011	2	0.16	O
7/1/2020	100.	16-119**	DI-S**-01**	3012	1	0.21	O
average						26.51 วินาที	O = 75 ครั้ง × = 15 ครั้ง

ภาพที่ III.V ตารางเฉลี่ยระยะเวลาในการหยิบสินค้าและความผิดพลาดก่อนการปรับปรุง

ตารางเฉลี่ยระยะเวลาในการหยิบสินค้าและความผิดพลาด โดยระยะเวลาเฉลี่ยในการหยิบสินค้าในช่วงก่อนการปรับปรุงแผงผังการจัดเก็บสินค้า โดยเก็บตัวอย่างคำสั่งซื้อ 100 ครั้ง

III.V เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ดำเนินการจัดทำเครื่องมือในการศึกษา หลังจากรวบรวมข้อมูลแล้วจึงทำแผนการปรับปรุงโดยใช้เครื่องมือได้แก่

I. กราฟพาเรโต้ (Pareto diagram)

II. โปรแกรม WMS CI.Himalayas

III. โปรแกรม Microsoft word, Excel, PowerPoint

IV. สายวัดความยาว

V. เครื่องมือจับเวลา

III.VI การวิเคราะห์ข้อมูล และการกำหนดตัวชี้วัดผลการศึกษา

I. การวิเคราะห์ข้อมูลของปริมาณสินค้าออกที่นำออกจากคลังมาจัดกลุ่มตามประเภทของสินค้าเพื่อให้สามารถนำข้อมูลดังกล่าว มาวิเคราะห์แยกประเภทสินค้าตามหลักทฤษฎี ABC โดยนำข้อมูลที่วิเคราะห์มาจัดทำโมเดลตำแหน่งสินค้า เพื่อเพิ่มประสิทธิในการดำเนินงานภายในคลังสินค้า

II. การวิเคราะห์ข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด เพื่อจัดทำรูปแบบการจัดวางสินค้าตามทฤษฎี ABC เพื่อลดเวลาในการหาสินค้าจากเดิมใช้เวลา หยิบสินค้า 26.51 วินาทีต่อชิ้น ให้ต่ำกว่า 26.51 วินาที และลดจำนวนออเดอร์หยิบผิดจากเดิม15 % ให้ต่ำกว่า 15%

ตารางที่ III.VII การกำหนดผลชี้วัด

วัตถุประสงค์	ก่อนปรับปรุง	เป้าหมาย	ตัวชี้วัด
ระยะเวลาในการหยิบสินค้าต่อชิ้น	26.51	ต่ำกว่า 26.51 วินาที	(ระยะเวลาก่อนปรับปรุง - ระยะเวลาหลังปรับปรุง) ÷ ระยะเวลาก่อนปรับปรุง x 100
จำนวนสินค้าที่หยิบผิดที่หยิบผิด	15 %	ต่ำกว่า 15 %	(จำนวนสินค้าที่หยิบผิดก่อนปรับปรุง - จำนวนสินค้าที่หยิบผิดหลังปรับปรุง) ÷จำนวนสินค้าที่หยิบผิดก่อนปรับปรุง x 100

IV. ผลการดำเนินงาน

ในบทที่ IV นี้จะแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลหรือผลการดำเนินงานจากการศึกษา

ขั้นตอนในการดำเนินงานที่กล่าวไว้ในบทที่ III โดยมีหัวข้อดังนี้

I. ผลการศึกษาสภาพการดำเนินงานปัจจุบัน

II. ผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

III. ผลการเก็บรวบรวมข้อมูล

IV. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

V. การออกแบบผังจัดเก็บสินค้า

V. วิเคราะห์และประเมินผลจากการทดลองการใช้งาน

VII. สรุปผลการดำเนินงานและนำไปสู่การปฏิบัติจริง

IV.I ผลการศึกษาสภาพปัจจุบัน

I. ผลการศึกษาสภาพปัจจุบันในแผนกโลจิสติกส์ในส่วนของคลังสินค้า E-Commerce ภาพรวมด้านการรับสินค้าและดูแลรักษาสินค้า

II. ผลการศึกษาสภาพปัจจุบันในส่วนของกิจกรรม E-commerce

ตารางที่ IV.I ขั้นตอนการทำงานภายในคลังสินค้า

description	symbol
การรับสินค้าเข้า (Inbound Receiving)	
การตรวจสอบสินค้าขาเข้า (Inbound Product Inspection)	
การจัดเก็บสินค้าและดูรักษาสินค้า (Put and Holding Goods)	
การหยิบสินค้าและแพ็คสินค้าตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Picking and Packing Goods)	
การจัดส่งสินค้า (Shipping Goods)	
การตรวจสอบสินค้าคงคลัง (Inventory Update)	

กระบวนภายนคลังสินค้ามีกระบวนการเริ่มจากการรับสินค้าขาเข้าและตรวจสอบสินค้าให้ตรงกับ Transfer Bill โดยตรวจสอบความถูกต้องของสินค้า ปริมาณสินค้า สภาพสินค้า และวันหมดอายุ ขั้นตอนในการจัดเก็บสินค้า พนักงานจัดเก็บจะนำสินค้าไปจัดเก็บยังชั้นวางสินค้าที่มีพื้นที่ว่าง โดยมีลักษณะการจัดเก็บแบบสุ่ม นำสินค้าไปจัดเก็บในพื้นที่ว่าง เมื่อได้รับใบคำสั่งจากลูกค้า พนักงานจะจัดทำใบหยิบสินค้าตามที่เก็บสินค้าและคำสั่งซื้อให้ตรงกันและดำเนินการหยิบสินค้า เพื่อนำมาจัดใส่กล่องเพื่อดำเนินการจัดส่งต่อไปในขั้นตอนสุดท้าย โดยคลังสินค้ามีรอบในการตรวจนับสต๊อคทุกๆ 3 เดือน เพื่อทำการปรับปรุงข้อมูลและทำการบันทึกสต๊อคสินค้า

description	symbol
รับใบคำสั่งซื้อสินค้าจากลูกค้า (Sale Order)	
ทำการดึงสินค้าภายในสต๊อคผ่านโปรแกรม ERP	
ทำการดึงสินค้าภายในโปรแกรม (Warehouse management)	
จัดทำใบหยิบสินค้าตามตำแหน่งของสินค้าที่ถูกจัดเก็บ	
หยิบสินค้าตามใบหยิบสินค้า	
นำสินค้าไปยังห้องแพ็คสินค้า	
ทำการแพ็คสินค้าลงกล่อง	
ตรวจสินค้ากับใบคำสั่งซื้อจากลูกค้า	
นำสินค้าไปยังลานโหลดสินค้า	

ขั้นตอนการทำงานในแผนกสินค้า E-Commerce ตามตารางที่ 4.2 โดยมีขั้นตอนจากการรับใบคำสั่งซื้อจากลูกค้า โดยทำการดึงสินค้าผ่านโปรแกรม ERP และ โปรแกรม Warehouse Management จากคลังสินค้า E-Commerce ของบริษัท และทำการตัดสต๊อคสินค้าและจัดทำใบหยิบสินค้าที่มีการระบุตำแหน่งสินค้าภายในคลังสินค้าเพื่อให้พนักงานทำการหยิบสินค้าตามตำแหน่งการจัดวางสินค้าได้ถูกต้อง ในขั้นตอนเกิดขั้นตอนสูญเสียเวลาเนื่องจากใช้เวลาในการหาสินค้าตามใบสั่งซื้อและหยิบสินค้านานเกินไป และในขั้นตอนสุดท้ายทำการนำสินค้าแพ็คลงกล่องตามใบสั่งซื้อของลูกค้า และทำการตรวจสอบสินค้าให้ถูกต้องตามคำสั่งซื้อ

IV.II ผลการวิเคราะห์สาเหตุปัญหา

ศึกษาสภาพการทำงานในปัจจุบันพบว่าปัญหาที่ส่งผลกระทบ คือ ต้นทุนค่าขนส่งสูงขึ้น

เนื่องจากการใช้รถรับสินค้าหลายรอบ จึงใช้หลักการวิเคราะห์ Why-Why Analysis เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา ดังต่อไปนี้

สาเหตุที่ 1 สินค้าที่ถูกนำเข้ามาจัดเก็บภายในคลังสินค้า จะถูกนำไปเก็บตามพื้นที่ว่างภายในคลังสินค้า โดยไม่มีการวางแผนการจัดเก็บสินค้าตามพื้นที่ที่มีอยู่ ดังนั้นสินค้าภายในคลังจะถูกจัดเก็บตามพื้นที่ว่างและไม่ได้มีแบบแผนที่จัดเก็บที่ชัดเจน

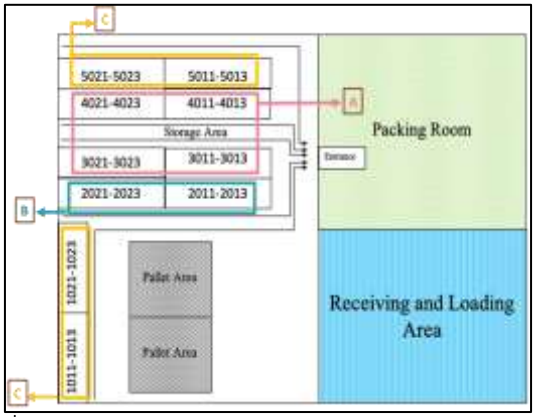
สาเหตุที่ 2 สินค้ามีความหลากหลาย เนื่องจากคลังสินค้าได้รับมอบหมายในการจัดเก็บสินค้าเพื่อจัดจำหน่ายทางออนไลน์ ดังนั้นสินค้าส่วนใหญ่ที่ถูกนำเข้ามาจัดเก็บในคลังจึงมีความหลากหลาย เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า เนื่องจากสินค้าที่มีความหลากหลายทำให้พนักงานเกิดความสับสนเนื่องจากสินค้าบางชนิด แต่มีส่วนแตกต่างกันเล็กน้อย

สาเหตุที่ 3 เนื่องจากสินค้ามีลักษณะบรรจุภัณฑ์ที่คล้ายคลึงกันทำให้พนักงานเกิดความสับสนระหว่างปฏิบัติงาน แล้วนำมาซึ่งการหยิบสินค้าผิดจากใบหยิบสินค้าที่กำหนดไว้ทำให้เมื่อมีการตรวจเช็คสินค้ากับใบเบิกสินค้า พนักงานต้องนำสินค้าที่หยิบผิดกับไปวางไว้ในชั้นวางเดิม แล้วนำสินค้าตัวที่ถูกต้องกลับมาเช็คสินค้าและบรรจุลงกล่องเพื่อนำส่งให้ลูกค้าต่อไป

IV.IV ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำข้อมูลที่ถูกจัดเก็บนำการใช้งานสินค้าภายในคลังสินค้าระยะเวลา 1 ปี นำมาวิเคราะห์ว่าสินค้าชนิดแต่ละชนิด

IV.V การออกแบบผังจัดเก็บสินค้า



ภาพที่ IV.XIII ภาพรวมการจัดวางผังการจัดเก็บสินค้าตามทฤษฎี ABC

แสดงให้เห็นถึงพื้นที่ภายในคลังปัจจุบันซึ่งมีจัดสรรพื้นเพื่อกิจกรรมต่าง ๆภายในคลังอย่างชัดเจน โดยพื้นจัดเก็บจะอยู่ในโซนด้านหลังของคลังสินค้า เมื่อมีสินค้าเข้ามาจัดเก็บในคลัง สินค้าจะถูกกองไว้บนพาเลทที่จัดเตรียมไว้ เพื่อรอการตรวจสอบความถูกต้องกับใบย้ายสินค้าและตรวจสอบจำนวน สภาพของสินค้าที่ย้ายมาจากคลังสินค้าหลัก และเมื่อทำการตรวจสอบถูกต้อง สินค้าจะถูกจัดเก็บไปยังชั้นวางสินค้าซึ่งปัจจุบันถูกจัดเก็บตามพื้นที่ว่างภายในคลังสินค้าโดยไม่มีการวางแผนการจัดเก็บ

การกำหนดพื้นที่จัดวางสินค้า โซน A กำหนดให้สินค้าที่มีสัดส่วนการใช้งานเป็น 80% ของคลังสินค้าได้ถูกนำมาจัดเก็บในพื้นที่ ที่อยู่ใกล้กับประตูทางเข้าออกห้องPacking เพื่อลดระยะทางในการนำสินค้าออกจากพื้นที่จัดเก็บ และเพิ่มเร็วในการทำงานของพนักงาน

ตารางที่ IV.V รายชื่อสินค้าที่จัดอยู่ในกลุ่ม A

Zone	Row	Location	รายการสินค้า
A	3	3011	ขนมขบเคี้ยว
		3012	
		3013	
		3021	ซอสปรุงรส
		3022	
		3023	
A	4	4011	บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป
		4012	
		4013	
		4021	ซอสปรุงรส
		4022	
		4023	

แสดงข้อมูลประเภทสินค้าและตำแหน่งจัดเก็บที่กำหนดให้สินค้าถูกจัดเก็บภายในคลังสินค้า โดยสินค้าในโซน A เป็นสินค้าที่มีปริมาณการใช้สินค้าคงคลังในปริมาณที่สูงต่อปี ซึ่งมีสินค้าดังต่อไปนี้ บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ขนมขบเคี้ยวและซอสปรุงรส

ภาพที่ IV.XV แผนผังการจัดวางสินค้าในกลุ่ม B

การกำหนดพื้นที่จัดวางสินค้า โซน B กำหนดให้สินค้าที่มีสัดส่วนการใช้งานปานกลาง ได้ถูกนำมาจัดเก็บในพื้นที่บริเวณหลังจาก โซน A

Zone	Row	Location	รายการสินค้า
B	2	2011	ผงมิโซะสำเร็จรูป
		2012	ผงชาสำเร็จรูป
		2013	
		2021	ผงมิโซะสำเร็จรูป
		2022	
		2023	ผงโรยข้าว

แสดงข้อมูลประเภทสินค้าและตำแหน่งจัดเก็บที่กำหนดให้สินค้าถูกจัดเก็บภายในคลังสินค้า โดยสินค้าในโซน B เป็นสินค้าที่มีปริมาณการใช้สินค้าคงคลังในปริมาณที่ปานกลางต่อปี ซึ่งมีสินค้าดังต่อไปนี้ ผงมิโซะ ผงชาสำเร็จรูปและผงโรยข้าว

การกำหนดพื้นที่จัดวางสินค้า โซน C กำหนดให้สินค้าที่มีการใช้งานน้อยที่สุดได้ถูกนำมาจัดเก็บในพื้นที่บริเวณแถวในสุดของคลังสินค้า เนื่องจากการใช้งานสินค้ามีจำนวนไม่มาก

ตารางที่ IV.XVII รายชื่อสินค้าที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่ม C

Zone	Row	Location	รายการสินค้า
C	1	1011	ผลไม้แปรรูป
		1012	
		1013	
		1021	
		1022	
		1023	
C	5	5011	ผลไม้แปรรูปน้ำเชื่อม
		5012	ผลไม้แปรรูป
		5013	อาหารกระป๋องแป้งสำเร็จรูปทำขนม
		5021	ผลไม้แปรรูป
		5022	
		5023	

การกำหนดพื้นที่จัดวางสินค้า โซน C กำหนดให้สินค้าที่มีสัดส่วนการใช้งานน้อยที่สุดได้ถูกนำมาจัดเก็บในพื้นที่บริเวณในสุดของคลังสินค้า เนื่องจากการใช้งานสินค้ามีจำนวนไม่มาก โดยมีสินค้าดังต่อไปนี้ ได้แก่ ผลไม้แปรรูป น้ำดื่ม อาหารกระป๋อง และแป้งสำเร็จรูปทำขนม

IV.VI วิเคราะห์และประเมินผลจากการทดลองการใช้งาน

จากการนำรูปแบบการจัดเก็บแบบ ABC มาปรับใช้กับการจัดเก็บสินค้าภายในคลังสินค้า โดยมีการวัดผลจากระยะเวลาในการหยิบสินค้าและความผิดพลาดจากการหยิบสินค้า โดยมีจำนวนการจัดเก็บผลจากการทดลองการใช้งาน จำนวน 100 คำสั่งซื้อ ในกรณีก่อนการปรับปรุงมีระยะเวลาการหยิบสินค้าเฉลี่ออยู่ที่ 26.51 วินาที และ เกิดความผิดพลาดในการหยิบสินค้าอยู่ที่ 15 % โดยเมื่อนำรูปแบบการจัดเก็บที่ได้ออกแบบมา ทำให้ระยะเวลาในการหยิบสินค้าอยู่ที่ 19.39 วินาที และความผิดพลาดในการหยิบสินค้าอยู่ที่ 8 % ทำให้พนักงานสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ IV.VIII การเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

การวัดผล	ก่อนปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	ผลลัพธ์
ระยะเวลาในการหยิบสินค้าต่อชิ้น	26.51	19.39	ลดลง 7.12
จำนวนออเดอร์ความผิดพลาดในการหยิบ	15 %	7 %	ลดลง 8 %

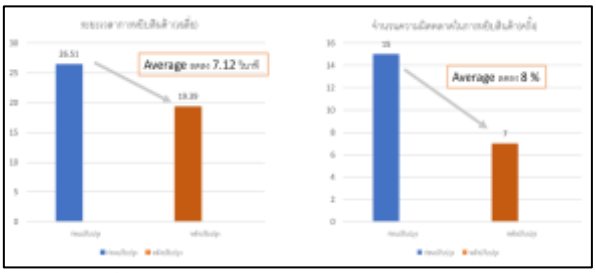
V. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

V.I บทสรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาและลงมือปฏิบัติสรุปการศึกษาได้ดังนี้ หลังจากปรับปรุงรูปแบบการจัดเก็บ พนักงานสามารถหยิบสินค้าและนำสินค้าออกจากพื้นที่จะจัดเก็บได้เร็วกว่าเดิมและเกิดความผิดพลาดในการทำงานน้อยลงจากเดิม การปรับผังสินค้าตามกลุ่มสินค้าสามารถเพิ่มความรวดเร็วในการนับสต๊อกของคลังสินค้า และสามารถควบคุมสินค้าคงคลังได้รวดเร็วและสะดวกขึ้นกว่าเดิม

จากตารางและรูปภาพแสดงถึงผลหลังจากการปรับปรุงโดยผลการปรับปรุงมีดังต่อไปนี้ ระยะเวลาการหยิบสินค้าลดลงหลังปรับปรุงผังการจัดวางสินค้าจากเดิมมากกว่า 26.51 วินาทต่อ/ชิ้น เป้าหมายคือกำหนดให้ต่ำกว่า 26.51 วินาทีต่อชิ้น ผลลัพธ์ที่ได้ 19.39 วินาที หรือคิดเป็นลดลง 26.86% จำนวนความผิดพลาดในการหยิบสินค้าจากเดิม 15 % เป้าหมายต่ำกว่า 15 % ผลลัพธ์ 7 % หรือคิดเป็นลดลง 53.33 %

ตารางที่ V.I ผลการดำเนินและตัวชี้วัด



ภาพที่ V.I แสดงผลลัพธ์ระหว่างก่อนและหลังปรับปรุง

V.II อภิปรายผล และประโยชน์ที่ได้รับจากการดำเนินงาน

สาเหตุหลักที่ทำให้ใช้ระยะเวลาในการหยิบสินค้าและเกิดความผิดพลาดในการทำงานโดยจากการจัดเก็บข้อมูลพบว่า เมื่อรับสินค้าที่ถูกโอนมาจากคลังสินค้าหลัก พนักงานนำสินค้าที่เข้ามาไปจัดเก็บยังพื้นที่ว่างภายในคลังโดยไม่ได้มีการคำนวณปริมาณการใช้งานสินค้าคลังในระยะยาว ทำให้สินค้าที่ถูกใช้งานประจำถูกนำไปจัดเก็บในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมกับปริมาณการใช้งาน

การจัดทำแผนการจัดวางสินค้าโดยใช้ทฤษฎีการจัดเก็บแบบABC ทำให้สามารถดูแลและควบคุมสินค้าคงคลังได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เทียบได้จากผลลัพธ์ในการหยิบสินค้าและจำนวนความผิดพลาดในการนำสินค้าออกจากชั้นวาง หลังจากการปรับปรุงแผนผังการจัดวางสินค้าและจัดเก็บข้อมูลพบว่าขั้นตอนการหยิบสินค้ามีการใช้เวลาที่น้อยลง โดยเวลาเฉลี่ยในการหยิบสินค้าอยู่ที่ 19.39 วินาที ลดลงจากเดิม 26.86% และความผิดพลาดการหยิบสินค้าลดลงเหลือ 7 ครั้ง ลดลงจากเดิม 53.33%

V.III แนวทางการศึกษาต่อในอนาคต

จากการปรับปรุงแผนผังการจัดวางสินค้า ในอนาคตหากมีปริมาณสินค้าจำนวนมากและมีความหลากหลายเพิ่มมากขึ้น การจัดทำระบบจัดเก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์การใช้งานสินค้าคงคลัง จะสามารถช่วยในกระบวนการดูแลสินค้าคงคลัง จะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและดูแลรักษาสินค้าคงคลังได้เพิ่มมากขึ้น

V.IV ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากสินค้ามีความหลากหลายและมีลักษณะที่ใกล้เคียงกันทำให้การหยิบสินค้าเกิดความสับสน และมีสินค้าจำนวนมากที่นำเข้าจากประเทศญี่ปุ่นซึ่งมีแนวโน้มจะนำเข้าสินค้าเพิ่มขึ้น ดังนั้นการแบ่งชั้นจัดเก็บหรือการทำสัญลักษณ์ตามพื้นที่จัดเก็บเพื่อแบ่งแยกสินค้าจะสามารถช่วยลดการหยิบสินค้าผิดจากคำสั่งซื้อได้ การบันทึกข้อมูลรายละเอียดจำนวนการใช้งานสินค้าคงคลังอย่างต่อเนื่องจะสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ได้ว่าสินค้าประเภทใดมีโอกาสเกิดความสูญเสียในการจัดเก็บหรือสินค้าประเภทใดควรถูกจัดเก็บในพื้นที่ที่เหมาะสม โดยหากมีการนำข้อมูลการหยิบสินค้าในแต่ละครั้งเข้ามาวิเคราะห์เพิ่มเติม จะสามารถเพิ่มความแม่นยำในการคำนวณได้ เนื่องจากสินค้าบางชิ้นมีคำสั่งซื้อต่อครั้งเป็นจำนวนมากทำให้สามารถหยิบได้ภายในหนึ่งรอบ

เอกสารอ้างอิง

ทองพันชั่ง พงษ์วารินทร์. (2553). การวิเคราะห์ปัญหาด้วยหลักการทำไม-ทำไม (Why- Why Analysis

เมธินี ศรีกาญจน์. (2555). การปรับปรุงประสิทธิภาพตำแหน่งการจัดวางสินค้า กรณีศึกษา บริษัท ศรีไทยซุปเปอร์แวร์จำกัด (มหาชน) สาขาสุขสวัสดิ์. วิทยานิพนธ์. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ณัฐปรียา ฉลาดแย้ม. (2558). การจำแนกสินค้าตามหลัก ABC (ABC Classification Analysis). วิทยานิพนธ์. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สุจินดา เจียระวรพจน์. (2552). การปรับปรุงระบบการจัดการสินค้าคงคลังของบริษัทผู้แทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์สมุนไพร. วิทยานิพนธ์. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

James และ Jerry. (1998). กลยุทธ์การจัดเก็บสินค้า

การกำหนดเงื่อนไขที่เหมาะสมในการพิมพ์สามมิติด้วยกระบวนการสเตอริโอลิโธกราฟฟีโดยใช้การออกแบบการทดลอง

Determination of the Optimal Condition in 3D Printing with Stereolithography Process Using Design of Experiments

ธนวัต รุจิพูนพงศ์
Tanawat Rujipoonpong
โครงการปริญญาโท สาขาการจัดการวิศวกรรม ภาคพิเศษ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
Graduate Program in Engineering Management, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Kasetsart University
Bangkok, Thailand
tanawat.ruj@ku.th

จักรพันธ์ อร่ามพงษ์พันธ์
Chuckaphun Aramphongphun
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Kasetsart University
Bangkok, Thailand
chuckaphun.a@ku.th

ชนะ รักษ์ศิริ
Chana Raksiri
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Kasetsart University
Bangkok, Thailand
chana.raksiri@gmail.com

***บทคัดย่อ* — งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องของขนาดชิ้นงานและกำหนดเงื่อนไขที่เหมาะสมในการพิมพ์สามมิติด้วยกระบวนการสเตอริโอลิโธกราฟฟี โดยใช้การออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง กระบวนการสเตอริโอลิโธกราฟฟี เป็นกระบวนการขึ้นรูปชิ้นงานสามมิติจากวัสดุเริ่มต้นที่เป็นเรซินเหลว โดยทำการเพิ่มชั้นของวัสดุทีละชั้นซ้อนทับกันจนได้ชิ้นงานสามมิติ ความถูกต้องของขนาดชิ้นงานจากการพิมพ์สามมิติมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะชิ้นงานที่ต้องนำมาประกอบเข้าด้วยกัน ปัจจัยในการพิมพ์สามมิติที่ศึกษา ได้แก่ ความสูงของชั้นพิมพ์ ระยะเวลาในการฉายแสง และสีของวัสดุพิมพ์ โดยใช้การออกแบบการทดลองแฟคทอเรียลแบบ 2 ระดับ ที่เพิ่มจุดตรงกลาง เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องของขนาดชิ้นงานในการพิมพ์สามมิติ ได้แก่ ระยะเวลาในการฉายแสงและสีของวัสดุพิมพ์ และยังสามารถกำหนดเงื่อนไขที่เหมาะสมในกระบวนการพิมพ์สามมิติเพื่อให้ได้ขนาดชิ้นงานที่ถูกต้องที่สุด**

***คำสำคัญ* — การพิมพ์สามมิติ, กระบวนการสเตอริโอลิโธกราฟฟี, การออกแบบการทดลอง, ความถูกต้องของขนาดชิ้นงาน**

***ABSTRACT* — The objectives of this research are to find factors affecting the dimensional accuracy of parts and to determine the optimal condition in 3D printing with a stereolithography process using design and analysis of experiments. The stereolithography process is a forming process of a three-dimensional (3D) part from a starting material in a form of liquid resin by adding layers of material, layer by layer, to build a 3D solid part. Dimensional accuracy of the part made by 3D printing is greatly important, especially parts that need to be assembled. Factors in 3D printing studied in this research were the layer height, exposure time, and color of the printing material. A two-level factorial design with center points was created to examine the relationship between variables. According to the analysis, it was found that the factors significantly affected the dimensional accuracy of 3D printed parts were the exposure time and color of the printing material. In addition, the optimal condition in the 3D printing process was also determined to obtain the most accurate dimension of the parts.**

***Keywords* — 3D Printing, Stereolithography Process, Design of Experiments, Accuracy of Part Dimensions**

I. บทนำ

ในปัจจุบัน การพิมพ์สามมิติได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก มีการนำเครื่องพิมพ์สามมิติไปใช้ในงานวิศวกรรมอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นในด้านวิศวกรรมการบิน สำหรับใช้พิมพ์ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องบิน เช่น ปีกและใบพัดของเครื่องบิน ในด้านวิศวกรรมโยธา ใช้พิมพ์โครงสร้างตึก ในด้านวิศวกรรมยานยนต์ ใช้พิมพ์ชิ้นส่วนรถยนต์ ชิ้นส่วนยึดจับในรถยนต์ ในด้านการแพทย์ ใช้พิมพ์ขึ้นรูปฟันของผู้ป่วย เป็นต้น ทั้งนี้ ในการผลิต

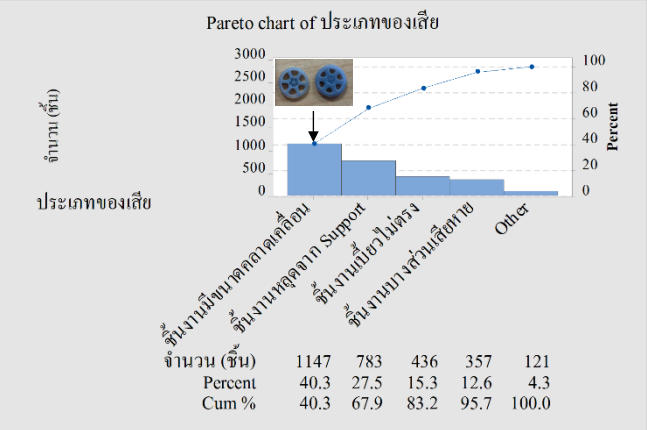
ชิ้นงานจริง จะต้องมีการสร้างชิ้นงานต้นแบบขึ้นมาก่อนทุกครั้ง เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการผลิตชิ้นงานจริง โดยชิ้นงานที่ได้จากเครื่องพิมพ์สามมิติจะเป็นลักษณะชิ้นงานต้นแบบ มีความละเอียดแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องพิมพ์ เทคโนโลยีในการพิมพ์ ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการพิมพ์ เป็นต้น จากความแตกต่างเหล่านี้ ส่งผลให้ในการพิมพ์ชิ้นงานต้องกำหนดค่าปัจจัยต่าง ๆ ให้เหมาะสม เพื่อลดข้อบกพร่องที่เกิดกับชิ้นงาน นอกจากนี้ ของเสียจากการพิมพ์ทำให้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มสูงขึ้น เวลาในการทำงานของเครื่องพิมพ์ รวมถึงค่าอุปกรณ์ทำความสะอาดและอุปกรณ์การจัดเก็บรักษาวัตถุดิบเพิ่มสูงขึ้นอีกด้วย

I.I ความสำคัญและที่มา

งานวิจัยนี้ได้นำข้อมูลของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งเป็นบริษัทผลิตชิ้นงานตกแต่งโมเดลขนาดย่อส่วน 1:64 โดยสินค้าของทางบริษัทผลิตจากกระบวนการสเตอริโอลิโธกราฟฟี ด้วยเครื่องพิมพ์สามมิติ ยี่ห้อ Anycubic รุ่น Photon S ซึ่งมีผลิตภัณฑ์อยู่ทั้งหมด 5 แบบ ได้แก่ (1) แบบจำลองด่านตำรวจ (2) แบบจำลองล้อรถยนต์ (3) แบบจำลองคอกรถสองแถว (4) แบบจำลองคอกขนผัก และ (5) แบบจำลองคอกรถสองแถวเชียงใหม่

จากข้อมูลการผลิตของผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 แบบ มีของเสียที่ไม่สามารถใช้งานได้ ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2563 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563 พบว่าเกิดของเสียจากการผลิต แบ่งตามลักษณะของของเสียออกเป็น 5 ประเภท คือ ชิ้นงานมีขนาดคลาดเคลื่อน ชิ้นงานบางส่วนเสียหาย ชิ้นงานหลุดจากส่วนรองรับ ชิ้นงานเบี้ยวไม่ตรง และชิ้นงานไม่ติดฐานพิมพ์

เมื่อนำจำนวนของเสียที่พบมาวิเคราะห์แสดงด้วยแผนภาพพาเรโต ดังรูปที่ I พบว่า ประเภทของของเสียที่มีจำนวนมากที่สุด คือ ชิ้นงานมีขนาดคลาดเคลื่อน มีจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 40.3 ของของเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมด รองลงมาได้แก่ ชิ้นงานหลุดจากส่วนรองรับ คิดเป็นร้อยละ 27.5 ชิ้นงานเบี้ยวไม่ตรง คิดเป็นร้อยละ 15.3 ชิ้นงานบางส่วนเสียหาย คิดเป็นร้อยละ12.6 ตามลำดับ



รูปที่ I ปริมาณของเสียในแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นจากการพิมพ์สามมิติ

งานวิจัยนี้ จึงนำของเสียประเภทชิ้นงานมีขนาดคลาดเคลื่อนมาทำการวิเคราะห์ เพื่อศึกษาหาปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องของขนาดชิ้นงานด้วยการออกแบบการทดลองแฟคทอเรียลแบบ 2 ระดับ ที่เพิ่มจุดตรงกลาง (Center Points) โดยนำค่าพารามิเตอร์ของการพิมพ์สามมิติมาเป็นปัจจัยในการออกแบบการทดลอง เพื่อกำหนดเงื่อนไขที่เหมาะสมในการพิมพ์สามมิติเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีขนาดถูกต้องที่สุด

II. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

II.I. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคัดกรองปัจจัย

[4] ผู้วิจัยนำเสนอวิธีการสร้างชิ้นงานโดยใช้เครื่องพิมพ์สามมิติ Kudo 3D Titan ด้วยกระบวนการสเตอริโอลิโธกราฟฟี เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อคุณภาพของวัสดุ ได้แก่ ความเครียด ความแข็งของวัสดุ และขนาดของงานพิมพ์สามมิติ ซึ่งได้แก่ ความกว้าง ความยาว และความหนา โดยมีการศึกษาปัจจัยที่ใช้ในการพิมพ์สามมิติทั้งหมด 7 ปัจจัย ดังนี้ ค่าความละเอียดในการฉายแสง (Exposure Resolution) ความสูงของชั้นพิมพ์ (Layer Height) ระยะเวลาในการฉายแสงต่อ 1 ชั้น (Exposure Time per Layer) ระยะที่ใช้ในการยกแกน Z (Lift) ความเร็วในการยกแกน Z (Up Speed) เวลาที่ใช้ในการอบชิ้นงาน (Post Cure Time) และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบชิ้นงาน (Post Cure Temperature) การทดลองเลือกใช้วิธีการออกแบบการทดลองทากูชิ โดยใช้ออร์ทอโกนัลอาร์เรย์ $L_8(2^7)$ จากการวิเคราะห์ผลการทดลองสรุปว่า ค่าพารามิเตอร์ที่มีอิทธิพลต่อความเครียดและความแข็งของวัสดุ คือ อุณหภูมิที่ใช้ในการอบชิ้นงาน ค่าพารามิเตอร์ที่มีอิทธิพลต่อความกว้างของชิ้นงาน คือ ค่าความละเอียดในการฉายแสง ในส่วนของความกว้างและความยาว ไม่มีปัจจัยใดที่มีอิทธิพลเลย

[5] ผู้วิจัยนำเสนอวิธีการสร้างชิ้นงานพิมพ์สามมิติ ด้วยเครื่องพิมพ์กระบวนการสเตอริโอลิโธกราฟฟี แบบ Digital Light Processing (DLP) เพื่อหาขนาดของวัสดุ โดยวัดขนาดชิ้นงานด้วยไมโครมิเตอร์ และทำการศึกษาปัจจัยที่ใช้ในการพิมพ์ทั้งหมด 3 ปัจจัย ดังนี้ ระยะเวลาในการฉายแสง (Exposure Time) ความหนาของชั้นพิมพ์ (Layer Thickness) และการกำหนดทิศทาง (Orientations) การทดลองเลือกใช้วิธีการออกแบบการทดลองทากูชิ โดยใช้ออร์ทอโกนัลอาร์เรย์ $L_{18}(2^1\ 3^7)$ และวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยค่าอัตราส่วนสัญญาณต่อสิ่งรบกวน (Signal to Noise Ratios, S/N) จากนั้น ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการพื้นผิวผลตอบสนอง (Response Surface Methodology, RSM) จากผลการทดลองสรุปว่าค่าพารามิเตอร์ที่มีอิทธิพลต่อความแข็งของวัสดุ คือ ระยะเวลาในการฉายแสง ความหนาของชั้นพิมพ์ และระยะห่างของเวลาที่ฉายแสงติดต่อกัน

II.II. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการพิมพ์สามมิติ

[2] กระบวนการสเตอริโอลิโธกราฟฟี (Stereolithography, SLA) เป็นกระบวนการที่สารตั้งต้นเป็นของเหลว เมื่อโดนแสงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet, UV) จะทำให้สารตั้งต้นแข็งตัว โดยโมเลกุลของเรซินตอบสนองต่อแสงที่ฉาย โดยเรซินจะถูกฉายแสงเพิ่มเติมในชั้นต่อ ๆ ไป กระบวนการสเตอริโอลิโธกราฟฟีด้วยวิธีพื้นผิวจำกัด (Constrained Surface Approach) เป็นวิธีการสร้างงานพิมพ์สามมิติ ด้วยการฉายแสงอัลตราไวโอเลตจากทางด้านล่าง มีแหล่งกำเนิดแสงเป็นหลอด UV โดยแสงวิ่งผ่านหน้าจอ LCD จากทางด้านบนผ่านอ่างเรซิน ไปตกกระทบกับฐานพิมพ์ ทำให้เรซินแข็งตัว จากนั้นฐานพิมพ์จะเคลื่อนที่ เพื่อพิมพ์ชั้นถัดไป โดยทำการพิมพ์ทีละชั้นซ้อนทับกันไปเรื่อย ๆ จนเสร็จสมบูรณ์

II.III. ทฤษฎีการออกแบบการทดลอง

หลักทฤษฎีสำคัญของงานวิจัยนี้ คือ การออกแบบการทดลองแฟคทอเรียลแบบ 2 ระดับ ที่เพิ่มจุดตรงกลาง (2^k Factorial Design with Center Points)

[3] การออกแบบการทดลองแฟคทอเรียลแบบ 2 ระดับนั้น พิจารณาปัจจัยการทดลองที่มีความสัมพันธ์เป็นแบบเชิงเส้น (Linear Relationship) โดยมีการพิจารณารูปแบบของสมการในส่วนของผลกระทบร่วม หรือที่เรียกว่า สมการลำดับที่ 1 (First order equation) ดังแสดงในสมการที่ 1

$$y = \beta_0 + \sum_{i=1}^{k} \beta_i x_i + \sum_{i=1}^{k} \sum_{j>1}^{k} \beta_{ij} x_i x_j + \varepsilon \qquad (1)$$

โดย y คือ ค่าผลตอบสนอง β_0 คือ ค่าจุดตัดแกน Y (Y-Intercept) β_i คือ ค่าความชัน (Slope) ซึ่งใช้ในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของ y เมื่อ x เปลี่ยนไปหนึ่งหน่วย x คือ ตัวแปรอิสระ ε คือ ค่าความผิดพลาด i มีค่าตั้งแต่ 1, 2, 3, ..., k และ j มีค่าตั้งแต่ 2, 3, ..., k

หากปัจจัยการทดลองมีความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นเชิงเส้น สามารถสรุปได้ว่า ฟังก์ชั่นผลตอบสนองมีความสัมพันธ์แบบความโค้ง (Curvature) โดยความโค้งนี้เกิดขึ้นจากการบิดตัวของพื้นผิวตอบสนอง เนื่องจากผลกระทบร่วมหรือผลกระทบกำลังสองมีนัยสำคัญ ฟังก์ชั่นผลตอบสนองที่เป็นความสัมพันธ์แบบความโค้งแสดงดังสมการที่ 2 รูปแบบของสมการในส่วนของ β_{ii} แสดงถึงผลกระทบโพลิโนเมียลกำลังสอง หรือที่เรียกว่า สมการลำดับที่ 2 (Second order equation) ของพื้นผิวผลตอบสนอง

$$y = \beta_0 + \sum_{i=1}^{k} \beta_i x_i + \sum_{i=1}^{k} \sum_{j>1}^{k} \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^{k} \beta_{ii} x^2 + \varepsilon \qquad (2)$$

[1] ในการออกแบบการทดลองแฟคทอเรียล 2 ระดับ โดยปกติแบบจำลองการถดถอยที่ได้จะมีความสัมพันธ์แบบสมการลำดับที่ 1 อย่างไรก็ตาม ในความเป็นจริงแล้ว ความสัมพันธ์นี้อาจเป็นความสัมพันธ์แบบความโค้ง หรือสมการลำดับที่ 2 การเพิ่มจุดตรงกลางในการออกแบบการทดลองแฟคทอเรียลแบบ 2 ระดับ สามารถใช้ตรวจสอบความสัมพันธ์แบบความโค้งที่เกิดจากผลกระทบโพลิโนเมียลกำลังสอง วิธีการเพิ่มจุดตรงกลางของการออกแบบการทดลองแฟคทอเรียลแบบ 2 ระดับ ประกอบด้วยการทำซ้ำ จำนวน n_C ที่ค่าตรงกลางของระดับปัจจัย หรือ X_i เท่ากับ 0 (i = 1, 2, ..., k) โดยหนึ่งในข้อดีของการเพิ่มจุดตรงกลางของการออกแบบการทดลอง คือ ไม่มีผลกระทบต่อการประมาณค่าของผลกระทบจากการออกแบบการทดลองแฟคทอเรียลแบบ 2 ระดับ ดังนั้น การออกแบบการทดลองแฟคทอเรียลแบบ 2^2 จึงประกอบไปด้วย จุดที่ทำการทดลองของการออกแบบแฟคทอเรียล ซึ่งได้แก่ ที่จุดตรงมุม (-1, -1), (+1, -1), (-1, +1), (+1, +1) และที่จุดตรงกลาง (0, 0) ของระดับปัจจัย

III. วิธีการดำเนินการวิจัย

III.I เก็บรวบรวมข้อมูล

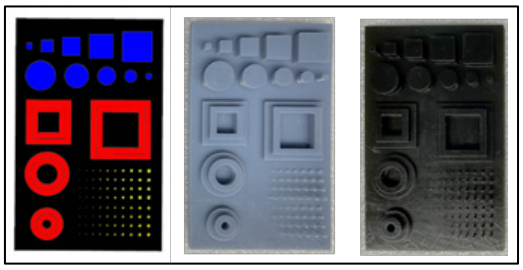
ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการพิมพ์ชิ้นงานต้นแบบ 3 มิติ ทั้งหมด นำมาคัดแยกของเสียเพื่อนับจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละประเภทของของเสีย จากนั้น จึงนำมาทำการวิเคราะห์ แสดงด้วยแผนภาพพาเรโต้ โดยพิจารณาประเภทของเสียที่มีจำนวนมากที่สุด

III.II ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทำการศึกษาทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อปรับใช้เป็นแนวทางในการทำงานวิจัยนี้ และเป็นแนวทางในการกำหนดปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบการทดลอง

III.III ออกแบบชิ้นงานสำหรับการทดลอง

ทำการออกแบบชิ้นงานทดสอบสำหรับการทดลอง โดยอ้างอิงขนาดและรูปร่างของชิ้นงานตามผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจริง ดังรูปที่ II ทั้งนี้ เพื่อให้สามารถอ้างอิงผลลัพธ์จากการวิเคราะห์กับชิ้นงานที่ผลิตจริง

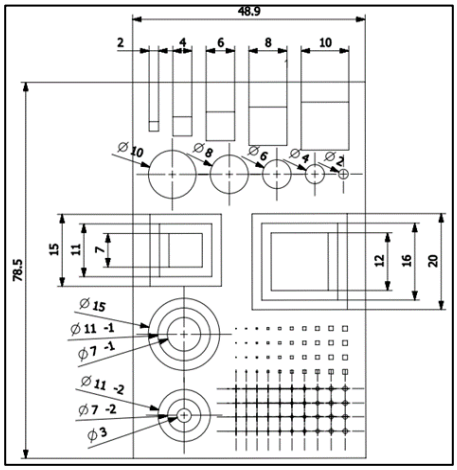


รูปที่ II ชิ้นงานทดสอบสำหรับการออกแบบการทดลอง

จากชิ้นงานทดสอบที่ใช้สามารถวัดค่าผลตอบสนอง (Response: Y) ได้ทั้งหมด 22 ค่า แสดงดังตารางที่ I และ รูปที่ III

ตารางที่ I. ค่าผลตอบสนองที่ศึกษาในการออกแบบการทดลอง

ลำดับ	ชิ้นงาน	ขนาดที่ออกแบบ (mm)	ค่าผลตอบสนอง (mm)
1	หน้าตัด สี่เหลี่ยม 1 ชั้น	2	Y1
2		4	Y2
3		6	Y3
4		8	Y4
5		10	Y5
6	หน้าตัด วงกลม 1 ชั้น	Ø10	Y6
7		Ø8	Y7
8		Ø6	Y8
9		Ø4	Y9
10		Ø2	Y10
11	หน้าตัด สี่เหลี่ยมหลายชั้น	20	Y11
12		16	Y12
13		15	Y13
14		12	Y14
15		11	Y15
16		7	Y16
17	หน้าตัด วงกลมหลายชั้น	Ø15	Y17
18		Ø11-1	Y18
19		Ø11-2	Y19
20		Ø7-1	Y20
21		Ø7-2	Y21
22		Ø3	Y22



รูปที่ III ขนาดของชิ้นงานทดสอบสำหรับวัดค่าผลตอบสนอง

III.IV ออกแบบการทดลอง

งานวิจัยนี้ เลือกใช้การออกแบบการทดลองแฟคทอเรียลแบบ 2 ระดับที่เพิ่มจุดตรงกลาง โดยมีปัจจัยที่ศึกษาทั้งหมด 3 ปัจจัย ที่คาดว่าจะมีผลต่อความถูกต้องของขนาดชิ้นงานที่ผลิตจากกระบวนการพิมพ์สามมิติ แสดงดังตารางที่ II

ตารางที่ II. ปัจจัยและค่าระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง

ลำดับที่	ปัจจัย	สัญลักษณ์	ระดับปัจจัย		หน่วย
			ต่ำ (-1)	สูง (+1)	
1	ความสูงของชั้นพิมพ์	A	0.03	0.05	มิลลิเมตร
2	ระยะเวลาในการฉายแสง	B	6	10	วินาที
3	สีของวัสดุพิมพ์	C	ดำ (Black)	เทา (Grey)	

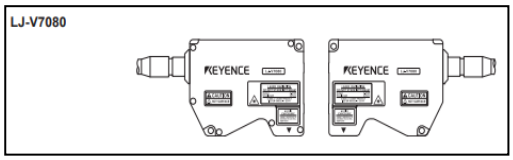
จากตารางที่ II ปัจจัยที่ศึกษามีทั้งหมด 3 ปัจจัย ได้แก่ ความสูงของชั้นพิมพ์ (A) ระยะเวลาในการฉายแสง (B) และสีของวัสดุพิมพ์ (C) โดยมีระดับของแต่ละปัจจัย เท่ากับ 2 ระดับ ความสูงของชั้นพิมพ์ที่ระดับต่ำและระดับสูง คือ 0.03 และ 0.05 มิลลิเมตร ระยะเวลาในการฉายแสงที่ระดับต่ำและระดับสูง คือ 6 และ 10 วินาที สีของวัสดุพิมพ์ที่ระดับต่ำ (-1) และระดับสูง (+1) คือ สีดำและสีเทา แผนการทดลองถูกออกแบบด้วยโปรแกรม Minitab 18 โดยการออกแบบแผนการทดลองทำการทดลองที่จุดตรงมุม 1 ซ้ำ จำนวน 8 การทดลอง และเพิ่มการทดลองที่จุดตรงกลางของปัจจัยเชิงปริมาณ คือ ที่ความสูงของชั้นพิมพ์ (A) 0.04 มิลลิเมตร และที่ระยะเวลาในการฉายแสง (B) 8 วินาที ทั้งนี้ ทำซ้ำที่จุดตรงกลาง 4 ครั้ง สำหรับสีของวัสดุพิมพ์ที่เป็นสีดำ และทำซ้ำที่จุดตรงกลางอีก 4 ครั้ง สำหรับสีของวัสดุพิมพ์ที่เป็นสีเงิน ทำให้มีจำนวนการทดลองทั้งหมด 16 การทดลอง การทดลองเป็นการทดลองแบบสุ่ม (Random Order) โดยทำการทดลองที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (95% Confidence Intervals) เพื่อเก็บข้อมูล ดังตารางที่ III

ตารางที่ III แผนการทดลองแฟคทอเรียลแบบ 2 ระดับ ที่เพิ่มจุดตรงกลาง

StdOrder	RunOrder	CenterPt	Blocks	A	B	C
16	1	0	1	0.04	8	Grey
7	2	1	1	0.03	10	Grey
9	3	0	1	0.04	8	Black
8	4	1	1	0.05	10	Grey
6	5	1	1	0.05	6	Grey
5	6	1	1	0.03	6	Grey
10	7	0	1	0.04	8	Grey
1	8	1	1	0.03	6	Black
12	9	0	1	0.04	8	Grey
4	10	1	1	0.05	10	Black
14	11	0	1	0.04	8	Grey
11	12	0	1	0.04	8	Black
3	13	1	1	0.03	10	Black
13	14	0	1	0.04	8	Black
2	15	1	1	0.05	6	Black
15	16	0	1	0.04	8	Black

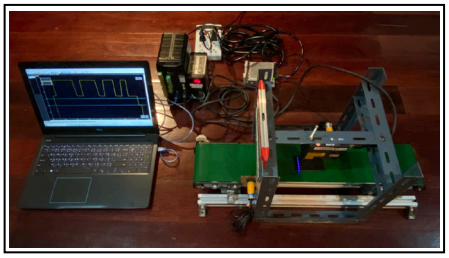
III.VI ทดลองและวัดค่าผลตอบสนอง

ทำการทดลองตามแผนการทดลองในตารางที่ III จากนั้นทำการวัดค่าผลตอบสนองทั้ง 22 ค่า โดยค่าผลตอบสนองที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นค่าเบี่ยงเบนจากขนาดที่ได้ออกแบบไว้ แสดงดังตารางที่ IV การวัดค่าใช้เครื่องมือวัดโปรไฟล์ 2 มิติแบบเลเซอร์ (Laser Profile) ยี่ห้อ Keyence รุ่น LJ-V 7080 แสดงดังรูปที่ IV



รูปที่ IV เครื่องมือวัดโปรไฟล์ 2 มิติแบบเลเซอร์

วิธีการวัดค่าผลตอบสนอง ทำการวัดโดยติดตั้งเครื่องมือวัดโปรไฟล์เข้ากับขาตั้ง เพื่อยึดเครื่องมือวัดให้อยู่กับที่และต่อสายสัญญาณเข้ากับคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงค่าผ่านโปรแกรม LJ-Navigator 2 จากนั้น นำสายพานลำเลียงมาติดตั้งด้านล่างของเครื่องมือวัด ในขณะทำการวัดต้องวางชิ้นงานบนสายพานเพื่อเคลื่อนที่ชิ้นงานผ่านเครื่องมือวัดโปรไฟล์ที่อยู่ด้านบน เมื่อชิ้นงานเคลื่อนที่ผ่านเครื่องมือวัดโปรไฟล์แล้ว หน้าจอโปรแกรม LJ-Navigator 2 จะแสดงผลค่าวัดที่ได้จากชิ้นงาน ดังรูปที่ V



รูปที่ V ชุดเครื่องมือวัดโปรไฟล์และสายพานลำเลียงชิ้นงาน

ตารางที่ IV ค่าผลตอบสนองบางค่าของการออกแบบการทดลองแฟคทอเรียลแบบ 2 ระดับ ที่เพิ่มจุดตรงกลาง

Run Order	A	B	C	Dev_ Y1	Dev_ Y2	Dev_ Y3	Dev_ Y6	Dev_ Y7	Dev_ Y8	Dev_ Y11	Dev_ Y12	Dev_ Y13	Dev_ Y21	Dev_ Y22
1	0.04	8	Grey	-0.050	0.000	0.050	0.000	0.000	0.025	0.025	0.000	-0.400	-0.025	-0.700
2	0.03	10	Grey	0.150	0.125	0.125	0.100	0.175	0.125	0.025	0.175	-0.450	0.100	-0.700
3	0.04	8	Black	0.100	0.125	0.125	0.075	0.075	0.125	0.075	0.100	-0.375	0.050	-0.250
4	0.05	10	Grey	0.175	0.150	0.100	0.125	0.150	0.100	-0.025	0.150	-0.425	0.050	-0.725
5	0.05	6	Grey	-0.150	-0.075	-0.150	-0.200	-0.100	-0.150	-0.225	-0.150	-0.200	-0.325	-0.575
6	0.03	6	Grey	-0.100	-0.050	-0.025	-0.150	-0.125	-0.100	-0.125	-0.100	-0.225	-0.175	-0.400
7	0.04	8	Grey	-0.025	0.025	0.000	-0.025	0.000	0.000	-0.025	-0.025	-0.325	-0.075	-0.575
8	0.03	6	Black	0.025	0.000	0.000	0.025	0.000	0.025	-0.125	0.000	-0.300	-0.075	-0.050
9	0.04	8	Grey	0.025	0.050	0.075	0.025	0.050	0.075	-0.125	0.025	-0.250	-0.075	-0.375
10	0.05	10	Black	0.225	0.150	0.175	0.225	0.200	0.150	0.125	0.200	-0.550	0.125	-0.250
11	0.04	8	Grey	0.025	0.050	0.050	-0.025	-0.075	0.000	-0.125	0.000	-0.375	-0.175	-0.750
12	0.04	8	Black	0.125	0.125	0.125	0.125	0.050	0.075	0.025	0.225	-0.475	0.000	-0.200
13	0.03	10	Black	0.220	0.175	0.200	0.200	0.175	0.125	0.175	0.250	-0.475	0.100	-0.450
14	0.04	8	Black	0.050	0.150	0.100	0.075	0.075	0.100	-0.025	0.075	-0.325	0.050	-0.300
15	0.05	6	Black	0.000	0.025	0.025	-0.050	0.050	0.050	-0.125	0.025	-0.400	-0.125	-0.200
16	0.04	8	Black	0.075	0.125	0.100	0.150	0.100	0.075	0.025	0.150	-0.375	0.075	-0.150

ตารางที่ V ผลลัพธ์ของค่าผลตอบสนอง (Dev_Y1 ถึง Dev_Y22) จากโปรแกรม Minitab18

ชิ้นงาน	หน้าตัดสี่เหลี่ยม 1 ชั้น	หน้าตัดวงกลม 1 ชั้น	หน้าตัดสี่เหลี่ยมหลายชั้น	หน้าตัดวงกลมหลายชั้น
Responses	**Dev_Y1-Dev_Y5**	**Dev_Y6-Dev_Y11**	**Dev_Y12-Dev_Y16**	**Dev_Y17-Dev_Y22**
P-value for ANOVA	ปัจจัย A ไม่มีนัยสำคัญ (P-value > 0.05)			
	ปัจจัย B มีนัยสำคัญ (P-value < 0.05)			
	ปัจจัย C มีนัยสำคัญ (P-value < 0.05)			
P-value for Lack-of-fit test	P-value > 0.1	P-value > 0.1	P-value > 0.1	P-value > 0.1
P-value for Curvature	P-value > 0.05	P-value > 0.05	P-value > 0.05	P-value > 0.05
Regression Model				
R-sq (%)	> 85%	> 84%	> 71%	> 66%
R-sq (adj) (%)	> 84%	> 81%	> 67%	> 60%
R-sq (pred) (%)	> 77%	> 76%	>58%	> 49%

IV. ผลการวิจัย

1. ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความถูกต้องของขนาดชิ้นงาน จากตารางที่ V ค่า P-value ของปัจจัย A มีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ทุกค่า แสดงว่าไม่สามารถปฏิเสธสมมุติฐานหลัก กล่าวคือปัจจัย A ไม่มีนัยสำคัญ ในขณะที่ ปัจจัย B และ C ค่า P-Value มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ทุกค่าของค่าผลตอบสนอง แสดงว่าปฏิเสธสมมุติฐานหลัก กล่าวคือ ปัจจัย B และ C เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความถูกต้องของขนาดชิ้นงาน (Dev_Y1–Dev_Y22) อย่างมีนัยสำคัญ

2. ทำการทดสอบความเหมาะสม (Lack-of-fit test) ของแบบจำลองการถดถอย สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของชิ้นงาน (Dev_Y1–Dev_Y22) จากตารางที่ V พบว่าค่า P-Value ของการทดสอบ Lack-of-Fit มีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 แสดงว่า ไม่สามารถปฏิเสธสมมุติฐานหลัก ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า แบบจำลองการถดถอยสำหรับปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องของขนาดชิ้นงาน (Dev_Y1–Dev_Y22) มีความเหมาะสม ตัวอย่างของสมการถดถอย (Regression Equation) ของ Dev_Y1 แสดงดังนี้

(At C = -1, Low Level) Black: Dev_Y1 = -0.3950 + 0.06219 B

(At C = +1, High Level) Grey: Dev_Y1 = -0.4913 + 0.06219 B

3.การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแบบจำลองความโค้ง (Curvature) จากตารางที่ V พบว่า P-Value ของการทดสอบ มีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 แสดงว่า ไม่สามารถปฏิเสธสมมุติฐานหลัก แบบจำลองความโค้งสำหรับปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องของขนาดชิ้นงาน (Dev_Y1–Dev_Y22) ทำให้ความสัมพันธ์ของแบบจำลองเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้น

4.การวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุนาม ของค่าผลตอบสนอง Dev_Y1–Dev_Y22 พบว่า ค่า R-sq และค่า R-sq(adj) มีค่าค่อนข้างสูง แสดงให้เห็นว่า แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นข้างต้น สามารถอธิบายความผันแปรได้ดี

จึงได้นำข้อมูลไปวิเคราะห์ด้วย Response Optimizer เพื่อหาค่าเงื่อนไขที่ดีที่สุด พบว่า มีเงื่อนไขที่ดีที่สุด ดังนี้

4.1 หน้าตัดสี่เหลี่ยม 1 ชั้น (Y1-Y5) เงื่อนไข คือ ระยะเวลาในการฉายแสง 7.818 วินาที ค่าปรับตั้งที่เครื่อง คือ 7.8 วินาที และสีของวัสดุพิมพ์ คือ สีเทา 4.2 หน้าตัดวงกลม 1 ชั้น (Y6-Y10) เงื่อนไข คือ ระยะเวลาในการฉายแสง 7.821 วินาที ค่าปรับตั้งที่เครื่อง คือ 7.8 วินาที และสีของวัสดุพิมพ์ คือ สีเทา 4.3 หน้าตัดสี่เหลี่ยมหลายชั้น (Y11-Y16) เงื่อนไข คือ ระยะเวลาในการฉายแสง 6.162 วินาที ค่าปรับตั้งที่เครื่อง คือ 6.2 วินาที และสีของวัสดุพิมพ์ คือ สีดำ4.4 หน้าตัดวงกลมหลายชั้น (Y17-Y22) เงื่อนไข คือ ระยะเวลาในการฉายแสง 6.450 วินาที ค่าปรับตั้งที่เครื่อง คือ 6.5 วินาที และสีของวัสดุพิมพ์ คือ สีดำ

ปัจจัย A ไม่มีผลต่อความถูกต้องของขนาด ทั้งนี้ ในการผลิตชิ้นงานจริง สามารถปรับตั้งค่าปัจจัยในช่วง 0.03 ถึง 0.05 มิลลิเมตร

ตารางที่ VI การยืนยันผลการทดลองด้วย One-Sample t Test ของค่าผลตอบสนอง (Dev_Y1-Dev_Y22)

ชิ้นงาน	**หน้าตัดสี่เหลี่ยม 1 ชั้น**	**หน้าตัดวงกลม 1 ชั้น**	**หน้าตัดสี่เหลี่ยมหลายชั้น**	**หน้าตัดวงกลมหลายชั้น**
Responses	**Dev_Y1-Dev_Y5**	**Dev_Y6-Dev_Y10**	**Dev_Y11-Dev_Y16**	**Dev_Y17-Dev_Y21**
Normality test	P-value > 0.05			
One-Sample t-test H_0: Mu = Optimal value H_1: Mu ≠ Optimal value	P-value > 0.05	P-value > 0.1	P-value > 0.05	P-value > 0.05

5. การทดลองเพื่อยืนยันผล นำค่าเงื่อนไขที่ดีที่สุดของรูปร่างทั้ง 4 แบบไปปรับตั้งค่าที่เครื่องพิมพ์สามมิติ โดยทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง จากนั้นวัดค่าขนาดของชิ้นงานที่ได้จากการทดลอง

5.1 วิเคราะห์ข้อมูลว่ามีการแจงแจงแบบปกติหรือไม่

จากตารางที่ VI ค่า P-value ของค่าผลตอบสนอง (Dev_Y1–Dev_Y22) มีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ทุกค่า สรุปว่าไม่ปฏิเสธสมมุติฐานหลัก กล่าวคือ ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ

5.2 ทำการทดสอบด้วย One-sample t โดยทำการทดสอบสมมติฐานดังตารางที่ VI พบว่าเมื่อทำการทดสอบ ด้วยค่า เฉลี่ยเท่ากับค่า optimal value ค่า P-value ของค่าผลตอบสนอง (Dev_Y1–Dev_Y22) มีค่ามากกว่า 0.05 ทั้งหมด แสดงว่าไม่ปฏิเสธสมมุติฐานหลัก กล่าวคือ ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับค่า optimal value

V. สรุปและอภิปรายผล

ในงานวิจัยนี้ ปัจจัยในการพิมพ์สามมิติที่มีผลต่อความถูกต้องของขนาดชิ้นงาน ได้แก่ ระยะเวลาในการฉายแสง และ สีของวัสดุพิมพ์ โดยสามารถกำหนดเงื่อนไขการพิมพ์สามมิติที่ดีที่สุด สำหรับชิ้นงานรูปร่างหน้าตัดสี่เหลี่ยมและวงกลม ทั้งแบบสูง 1 ชั้นและหลายชั้น นอกจากนี้ จากการวิเคราะห์ผลการทดลอง พบว่า ชิ้นงานที่สูง 1 ชั้น มีความถูกต้องของขนาดดีกว่าชิ้นงานที่สูงหลายชั้น ทั้งรูปร่างหน้าตัดสี่เหลี่ยมและวงกลม โดยชิ้นงานหน้าตัดวงกลมแบบหลายชั้น มีความถูกต้องของขนาดโดยรวมดีกว่าชิ้นงานหน้าตัดสี่เหลี่ยมแบบหลายชั้น หลักการของการออกแบบการทดลองนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการผลิตอื่น ๆ ได้ เพื่อศึกษาหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต และหาระดับของปัจจัยที่เหมาะสมที่สุด เพื่อใช้กำหนดเป็นเงื่อนไขในการปรับตั้งค่าของกระบวนการผลิตต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท Keyence ที่อนุเคราะห์ให้ใช้เครื่องมือวัดโปรไฟล์ 2 มิติ แบบเลเซอร์ เพื่อทำการวัดและเก็บข้อมูลขนาดของชิ้นงาน

เอกสารอ้างอิง

[1] ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา และ พงศ์ชนัน เหลืองไพบูลย์, *การออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง (Design and analysis of Experiment)*, บริษัทสำนักพิมพ์ท้อป จำกัด, กรุงเทพฯ, 2551.

[2] Kalasker, D. M. and C. Schmidleithner, ''Stereolithography,'' *IntechOpen*, 78147, 2018.

[3] Montgomery, D. C., *Design and Analysis of Experiments*. John Wiley and Sons, Inc. Singapore, 2009.

[4] Ratiporn Munproma and Sorawit Limtasiri, "Optimization of Stereolithographic 3D Printing Parameters Using Taguchi Method for Improvement in Mechanical Properties," *ScienceDirect Procedia Manufacturing*, pp. 1768-1773, 2017

[5] Valentin, J., P. Matej, M.Jerman, I Sabotin and A. Lebar, "Low Cost Printer for DLP Stereolithography," *Journal of Mechanical Engineering,* pp. 559-566, 2017.

การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการทำความสะอาดในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนของระบบระเหยน้ำกากส่า

An Efficiency Improvement of Cleaning Process in Vinasse Evaporator

เมธาวี ธรรมรักษ์
Methawee Thammarak
สาขาการจัดการวิศวกรรม
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
Graduate Program in Engineering Management
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering Kasetsart University
กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
Bangkok Thailand
methawee.th@ku.th

ไอลดา ตรีรัตน์ตระกูล
Ailada Treerattrakoon
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering Kasetsart University
กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
Bangkok Thailand
fengadt@ku.ac.th

จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน
Chansiri Singhtaun
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering Kasetsart University
กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
Bangkok Thailand
fengcsr@ku.ac.th

***บทคัดย่อ* — งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยและระดับปัจจัยที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการทำความสะอาดเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนของระบบระเหยน้ำกากส่า เพื่อลดการอุดตันจากตะกรันในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน โดยใช้วิธีการออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียลเต็มรูปและวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรม Minitab 18 จากการศึกษา 4 ปัจจัย ได้แก่ ลำดับการใช้สารเคมีในการทำความสะอาด ความเข้มข้นของสารละลายกรดไนตริก ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และระยะเวลาในการแช่ตะกรันในสารเคมีลำดับที่หนึ่งและสารเคมีลำดับที่สอง เพื่อหาค่าตอบสนองคือร้อยละอัตราการละลายของตะกรัน ผลจากการวิเคราะห์พบว่า กระบวนการทำความสะอาดที่เหมาะสม คือ การใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ก่อนการใช้สารละลายกรดไนตริก การกำหนดปริมาณความเข้มข้นของสารละลายกรดไนตริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นร้อยละ 5 การกำหนดเวลาในการแช่ตะกรันด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และสารละลายกรดไนตริกเป็นเวลา 1 ชั่วโมง**

***คำสำคัญ* —น้ำกากส่า, ตะกรัน, กรดไนตริก, โซเดียมไฮดรอกไซด์, การออกแบบการทดลอง, การทดลองแบบแฟคทอเรียลเต็มรูป**

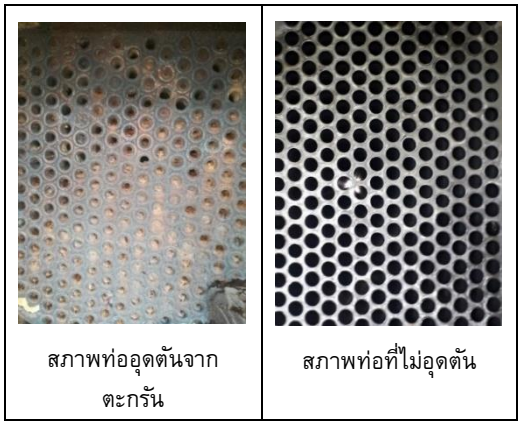
***ABSTRACT* — The objective of this research was to study factors and determine an appropriate level for each factor to increase efficiency of cleaning process in vinasse evaporator to reduce clogging from scale in heat exchangers. The design of experiment by using a full factorial design approach and analyzing results from Minitab 18 was applied. Four factors were the order of cleaning chemicals, the concentration of nitric acid solution, the concentration of sodium hydroxide solution, and scale immersion time in the first and the second chemicals. The response was the percentage of scale dissolution rate. The result indicated that the appropriate levels for cleaning process were using sodium hydroxide solution before nitric acid solution, 5 percent concentrations of the sodium hydroxide solution, 5 percent concentrations of nitric acid solution, and 5 hours immersion time in sodium hydroxide solution and 1 hour immersion time in nitric acid solution.**

***Keywords* — Vinasse, Scale, Nitric acid, Sodium hydroxide, Design of Experiment, Full factorial design.**

I. บทนำ

โรงงานกรณีศึกษาดำเนินการจัดการน้ำกากส่าจากโรงงานผลิตสุรา โดยใช้ระบบระเหยน้ำกากส่า เพื่อทำให้น้ำกากส่ามีความเข้มข้นและใช้เผาเป็นเชื้อเพลิงทดแทนร่วมกับน้ำมันเตาในเตาเผาของหม้อต้มไอน้ำ พบว่าในกระบวนการระเหยน้ำกากส่าเกิดตะกรันสะสมในช่องทางการไหลและเคลือบทับพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบ

เชลล์และท่อ (Shell and Tube) ในระบบระเหยน้ำกากส่า ดังรูปที่ 1 ทำให้อัตราการระเหยน้ำกากส่าลดลง การผลิตน้ำกากส่าข้นไม่มีประสิทธิภาพ จึงมีการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของกระบวนการทำความสะอาดในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนของระบบระเหยน้ำกากส่า พร้อมทั้งกำหนดระดับปัจจัยที่เหมาะสมของกระบวนการทำความสะอาด เพื่อเป็นแนวทางในการใช้งานจริงในอนาคต



สภาพท่ออุดตันจากตะกรัน | สภาพท่อที่ไม่อุดตัน

รูปที่ 1. สภาพท่อ (Tube) ในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

II. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อกำหนดปัจจัยและระดับปัจจัยที่เหมาะสมของกระบวนการทำความสะอาดตะกรันในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนของระบบระเหยน้ำกากส่า

III. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การระเหยเกิดจากการที่ของเหลวได้รับพลังงานความร้อน ทำให้ของเหลวเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ การทำระเหยสารละลายมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้สารละลายนั้น ๆ มีความเข้มข้นสูงขึ้น โดยในการทำระเหยจะต้องพิจารณาคุณสมบัติของสารละลาย ได้แก่ ความเข้มข้น การเกิดฟอง สภาพไวต่ออุณหภูมิ การเกิดตะกรัน และพิจารณาถึงวัสดุที่ใช้สร้างเครื่องระเหย

Jamialahmadi [1] อธิบายพฤติกรรมการเกิดตะกรันว่า เมื่อมีการให้ความร้อนแก่ของเหลวในระยะเวลานานขึ้น ทำให้ที่พื้นผิวระหว่างฟองและของเหลวจะมีของแข็งเกิดขึ้น เป็นจุดเริ่มต้นของการเกิดตะกรัน กลไกของการเกิดตะกรันภายใต้สภาวะนิวคลีเอต (Nucleate Boiling) ฟองจะเกิดขึ้นที่พื้นผิวให้ความร้อน การระเหยจะเกิดขึ้นที่ฐานของฟอง ทำให้เกิดสภาวะอิ่มตัวยิ่งยวด โดยการระเหยที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดสภาวะอิ่มตัวยิ่งยวดและส่งผลทำให้เกิดการตกตะกอนของแข็ง เนื่องจากมีการระเหยใต้ฐานของฟอง โดยกลไกทั้งหมดของการเกิดตะกรัน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน โดยขั้นที่ 1 เมื่ออุณหภูมิที่พื้นผิวของท่อร้อนขึ้น ของเหลวบริเวณผิวท่อจะเริ่มเกิดฟองแก๊สขึ้น โดยรอบ ๆ ฟองจะมีความเข้มข้นของสารในสภาวะอิ่มตัวยิ่งยวด (Supersaturation) และเมื่อของเหลวมีความเข้มข้นเพิ่มมากยิ่งขึ้นจะเข้าสู่ขั้นที่ 2 คือเกิดการตกผลึกของสารละลาย ในช่วงแรกของการตกผลึก จะเกิดขึ้นบริเวณรอบ ๆ ฟอง แต่เนื่องจากโมเลกุลต่าง ๆ ภายในของเหลวมีการเคลื่อนที่เนื่องจากได้รับความร้อน สารละลายที่กลายเป็นตะกอนจึงมีการรวมตัวกัน เข้าสู่ขั้นที่ 3 และในขั้นที่ 4 ตะกอนจะหลุดออกจากผิวฟองและสะสมที่พื้นผิวท่อจึงเกิดการก่อตัวเป็นตะกรัน และในขั้นที่ 5 เมื่อมีการแลกเปลี่ยนความร้อนอย่างต่อเนื่อง ฟองจะมีขนาดใหญ่ขึ้นจนถึงจุดที่ฟองหลุดออกจากผิวท่อ ซึ่งในขณะที่ฟองเคลื่อนที่ขึ้นไปนั้น ก็จะมีตะกอนบางส่วนที่ติดไปกับฟองหลุดออก และกลายเป็นสารแขวนลอยอยู่ในของเหลวไหลวนในระบบ

Vershkova [2] ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตที่มีในตะกรัน ในสารละลายกรดไนตริกที่ความเข้มข้น 0 ถึง 30 ร้อยละโดยมวล ที่อุณภูมิคงที่คือ 20 และ 60 องศาเซลเซียส ตามลำดับ พบว่าความสามารถในการทำละลายของกรดไนตริกต่อตัวอย่างตะกรันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น แต่จะลดลงเมื่อถึงจุดยุติ ความเข้มข้นของสารละลายไนตริกที่ 20 และ 25 ร้อยละโดยมวล จะมีความสามารถในการละลายแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตได้สูงสุดที่อุณหภูมิ 20 และ 60 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อความเข้มข้นสูงขึ้นมากกว่าจุดยุติ ความสามารถในการละลายแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตจะมีแนวโน้มลดลง

White [3] กล่าวถึงการกำจัดตะกรันที่มีองค์ประกอบของแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรต โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้นคงที่ ในช่วงอุณหภูมิ 50 ถึง 70 องศาฟาเรนไฮต์ พบว่าสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มีความสามารถในการทำละลายตะกรัน 1 กรัม โดยมีประสิทธิภาพสูงสุด ที่อุณหภูมิ 60 องศาฟาเรนไฮต์

Suleman [4] ได้ศึกษาผลกระทบของความเข้มข้นของสารละลายกรดต่อตะกรันที่มีองค์ประกอบคือ แคลเซียมซัลเฟต แคลเซียมคาร์บอเนต แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ และซิลิกาไดออกไซด์ โดยใช้ความเข้มข้นของสารละลายกรดไนตริกที่มีปริมาณร้อยละ 1 ถึง 5 โดยมวล ในการทดสอบ โดยกำหนดวิธีการทดลองดังนี้ 1. เตรียมสารละลายกรดที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 ถึง 5 โดยมวลที่ปริมาตรคงที่ 2. เตรียมตัวอย่างตะกรันน้ำหนัก 5 กรัม 3. ใส่ตัวอย่างตะกรันลงในขวดทดลอง 4. แช่ชุดตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยไม่ต้องกวน 5. นำส่วนที่เหลือมากรองตากแห้ง และทำการชั่งน้ำหนัก พบว่าการใช้สารละลายกรดไนตริกที่มีความเข้มข้นของสารละลายมากขึ้น น้ำหนักของตัวอย่างตะกรันจะลดลง หมายความว่า ความเข้มข้นของกรดมีผลต่อความเร็วในขจัดตะกรัน

Doherty [5] ได้ศึกษาการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร่วมกับสารละลายกรดชนิดอื่น เพื่อให้ผลลัพธ์ในการกำจัดตะกรันดีขึ้น โดยพบว่าสารละลายกรดโซเดียมไฮดรอกไซด์มีประสิทธิภาพในการทำละลายตะกรันที่มีองค์ประกอบเป็น ซิลิกา ซิลิเกต โปรตีน โพลีแซคคาไรด์ และอินทรียวัตถุ แต่ไม่มีผลกับตะกรันที่มีองค์ประกอบเป็น แคลเซียมฟอสเฟต แคลเซียมออกซาเลต แคลเซียมแมกนีเซียมแอโคนิทิก แคลเซียมซัลเฟต แคลเซียมคาร์บอเนต และโพแทสเซียมแคลเซียมซัลเฟต ซึ่งจะใช้สารละลายกรดในการทำความสะอาดแทน

จิตริน [6] ทำการทดลองหาความสามารถในการละลายตะกรัน ด้วยการวัดผลที่สารเคมีทำปฏิกิริยาในการกัดกร่อนตะกรันตัวอย่าง โดยการวัดน้ำหนักที่สูญเสียไปของตะกรันตัวอย่างหลังจากที่นำไปทำละลายในสารละลายชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษา โดยหาความสามารถในการละลายของตะกรัน และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อแสดงช่วงและความแม่นยำในการทำซ้ำของข้อมูลการทดลอง จากผลการทดลองพบว่าสารละลายกรดไนตริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นที่มีปริมาณร้อยละ 3, 6 และ

9 โดยมวลตามลำดับ ในปริมาตร 80 มิลลิลิตร เมื่อความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้กำจัดตะกรันเพิ่มมากขึ้น ความสามารถในทำละลายเพิ่มสูงขึ้น

การออกแบบการทดลอง [7] เป็นเครื่องมือทางสถิติที่นำมาใช้ในการออกแบบและปรับปรุงกระบวนการได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตอบสนอง (Response Variable) เมื่อระดับปัจจัย (Factor) เปลี่ยนแปลงไปนั้นมีผลทำให้ตัวแปรตอบสนองเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร เมื่อทราบความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้วสามารถออกแบบระดับของปัจจัยให้ตรงกับระดับที่ทำให้ได้ค่าตัวแปรตอบสนองเป็นไปตามที่ต้องการ

เทคนิคการออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียลเต็มรูป นิยมนำไปประยุกต์ใช้ในการหาสภาวะที่เหมาะสมในภาคอุตสาหกรรม สามารถสรุปผลการศึกษาด้วยนัยสำคัญทางสถิติและง่ายต่อความเข้าใจเพื่อนำไปใช้ในเชิงปฏิบัติ

IV. ขอบเขตและสมมติฐาน

การศึกษากระบวนการทำความสะอาดโดยใช้ตัวอย่างตะกรันจากเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนมาใช้ทดลองในกรณีศึกษา โดยเตรียมชิ้นตัวอย่างเป็นแผ่นเรียบ น้ำหนัก 2 กรัม (ความคลาดเคลื่อน ± 0.01 กรัม)

V. วิธีการดำเนินงานวิจัย

จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาเบื้องต้นทำให้ทราบถึงปัจจัยที่อาจจะส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการล้างตะกรัน จึงนำมาออกแบบการทดลองซึ่งสามารถแบ่งปัจจัยต่าง ๆ ในกระบวนการทำความสะอาดเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนของระบบระเหยน้ำกากส่าได้ดังนี้

ปัจจัยที่หนึ่ง การจัดลำดับการใช้สารละลายในการแช่ตะกรัน จากสารเคมีทั้งสองประเภทที่มีคุณสมบัติในการทำละลายองค์ประกอบในตะกรันต่างกัน เพื่อศึกษาผลกระทบที่มีต่อตะกรัน มีระดับปัจจัย 2 ระดับคือ ระดับที่ 1 การใช้สารละลายกรดไนตริกก่อนสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ระดับที่ 2 การใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ก่อนสารละลายกรดไนตริก

ปัจจัยที่สอง ความเข้มข้นของสารละลายกรดไนตริก ที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการทำละลายองค์ประกอบในตะกรัน โดยเมื่อมีค่าความเข้มข้นสูง ก็จะสามารถทำละลายตะกรันเพิ่มขึ้น มีระดับปัจจัย 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 ปริมาณความเข้มข้นร้อยละ 3 โดยมวล ระดับที่ 2 ปริมาณความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยมวล ระดับที่ 3 ปริมาณความเข้มข้นร้อยละ 7 โดยมวล

ปัจจัยที่สาม ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ส่งผลต่อความสามารถในการทำละลายองค์ประกอบในตะกรัน โดยเมื่อมีค่าความเข้มข้นสูง ก็จะสามารถทำละลายตะกรันเพิ่มขึ้น มีระดับปัจจัย 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 ปริมาณความเข้มข้นร้อยละ 3 โดยมวล ระดับที่ 2 ปริมาณความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยมวล ระดับที่ 3 ปริมาณความเข้มข้นร้อยละ 7 โดยมวล

ปัจจัยที่สี่ ระยะเวลาในการแช่ตะกรันในสารเคมีลำดับที่หนึ่งและสารเคมีลำดับที่สองที่ระบุในปัจจัยที่หนึ่ง ภายใต้เวลารวม 4 ชั่วโมง เพื่อให้สอดคล้องกับระยะเวลาที่โรงงานกรณีศึกษาดำเนินการ มีระดับปัจจัย 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 เวลาแช่ตะกรันในสารเคมีลำดับที่หนึ่ง 1 ชั่วโมง และสารเคมีลำดับที่สอง 3 ชั่วโมง ระดับที่ 2 เวลาแช่ตะกรันในสารเคมีลำดับที่หนึ่ง 2 ชั่วโมง และสารเคมีลำดับที่สอง 2 ชั่วโมง ระดับที่ 3 เวลาแช่ตะกรันในสารเคมีลำดับที่หนึ่ง 3 ชั่วโมง และสารเคมีลำดับที่สอง 1 ชั่วโมง

การทดลองแบบแฟคทอเรียลเต็มรูป

ทำการออกแบบการทดลองด้วยการใช้แฟคทอเรียลแบบเต็มรูปแบบ โดยนำ 4 ปัจจัย มาทำการพิจารณาสร้างการทดลอง 54 ครั้ง และทำการทำลองซ้ำ 2 ครั้ง รวมเป็นการทดลองทั้งหมด 108 ครั้ง เพื่อหาระดับปัจจัยที่เหมาะสม ค่าตอบสนองคือ อัตราร้อยละการละลายของตะกรัน โดยมีการออกแบบการทดลองแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับปัจจัยสำหรับการทดลอง

ลำดับการใช้คู่สารละลาย	ความเข้มข้นของสารละลาย (ร้อยละโดยมวล)		เวลาในการแช่สารละลาย (ชั่วโมง)	
	กรดไนตริก	โซเดียมไฮดรอกไซด์	กรดไนตริก	โซเดียมไฮดรอกไซด์
สารละลายกรดไนตริก - สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	3	3	1	3
	3	5		
	3	7		
	5	3		
	5	5		
	5	7		
	7	3		
	7	5		
	7	7		
	3	3	2	2
	3	5		
	3	7		
	5	3		
	5	5		
	5	7		
	7	3		
	7	5		
	7	7		
	3	3	3	1
	3	5		
	3	7		
	5	3		
	5	5		
	5	7		
	7	3		
	7	5		
	7	7		

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ลำดับการใช้คู่สารละลาย	ความเข้มข้นของสารละลาย (ร้อยละโดยมวล)		เวลาในการแช่สารละลาย (ชั่วโมง)	
	กรดไนตริก	โซเดียมไฮดรอกไซด์	กรดไนตริก	โซเดียมไฮดรอกไซด์
สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ - สารละลายกรดไนตริก	3	3	1	3
	3	5		
	3	7		
	5	3		
	5	5		
	5	7		
	7	3		
	7	5		
	7	7		
	3	3	2	2
	3	5		
	3	7		
	5	3		
	5	5		
	5	7		
	7	3		
	7	5		
	7	7		
	3	3	3	1
	3	5		
	3	7		
	5	3		
	5	5		
	5	7		
	7	3		
	7	5		
	7	7		

VI. ผลการวิจัย

การทดลองตามแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลเต็มรูป มีผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยการใช้โปรแกรม Minitab 18 ดังรูปที่ 2 จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าปัจจัยทั้ง 4 มีอันตรกิริยาร่วมกัน (4-Way Interaction) โดยมีค่า P-Value เท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	53	13493.5	254.60	28.54	0.000
Linear	7	6085.1	869.30	97.46	0.000
Chemical Order	1	4635.0	4635.04	519.67	0.000
Time	2	229.6	114.79	12.87	0.000
Conc. Nitric	2	655.6	327.80	36.75	0.000
Conc. Caustic	2	564.9	282.43	31.67	0.000
2-Way Interactions	18	2707.8	150.43	16.87	0.000
Chemical Order*Time	2	141.6	70.81	7.94	0.001
Chemical Order*Conc. Nitric	2	389.7	194.85	21.85	0.000
Chemical Order*Conc. Caustic	2	858.6	429.29	48.13	0.000
Time*Conc. Nitric	4	425.5	106.39	11.93	0.000
Time*Conc. Caustic	4	211.2	52.81	5.92	0.001
Conc. Nitric*Conc. Caustic	4	681.1	170.28	19.09	0.000
3-Way Interactions	20	4078.9	203.95	22.87	0.000
Chemical Order*Time*Conc. Nitric	4	635.9	158.99	17.82	0.000
Chemical Order*Time*Conc. Caustic	4	1531.4	382.85	42.92	0.000
Chemical Order*Conc. Nitric*Conc. Caustic	4	765.9	191.46	21.47	0.000
Time*Conc. Nitric*Conc. Caustic	8	1145.7	143.21	16.06	0.000
4-Way Interactions	8	621.8	77.72	8.71	0.000
Chemical Order*Time*Conc. Nitric*Conc. Caustic	8	621.8	77.72	8.71	0.000
Error	54	481.6	8.92		
Total	107	13975.2			

รูปที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

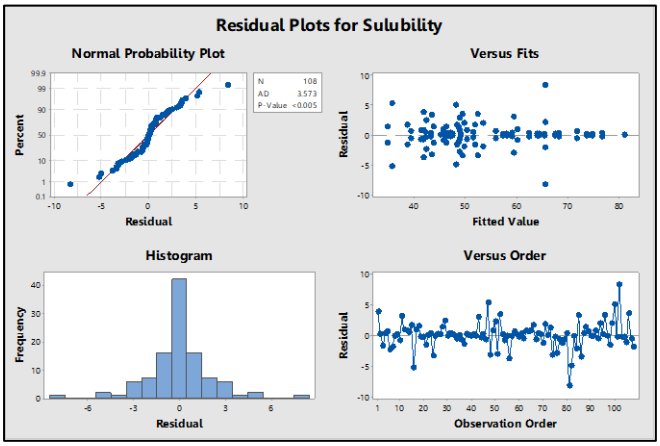
การตรวจสอบเพื่อหาความเหมาะสมของตัวแบบจำลอง สามารถทำการวิเคราะห์ค่าความผิดพลาด (Residual Analysis) จากรูปที่ 3 ดังนี้

การพล็อตกราฟความน่าจะเป็นแบบปกติ (Normal Probability Plot) ของค่าความผิดพลาด (Residuals) มีลักษณะการกระจายตัวเป็นเส้นตรง แสดงให้เห็นถึงค่าความผิดพลาดมีการแจกแจงปกติ

สร้างแผนภูมิฮีสโตแกรม คล้ายระฆังคว่ำ แสดงให้เห็นถึงค่าความผิดพลาดมีการแจกแจงปกติ

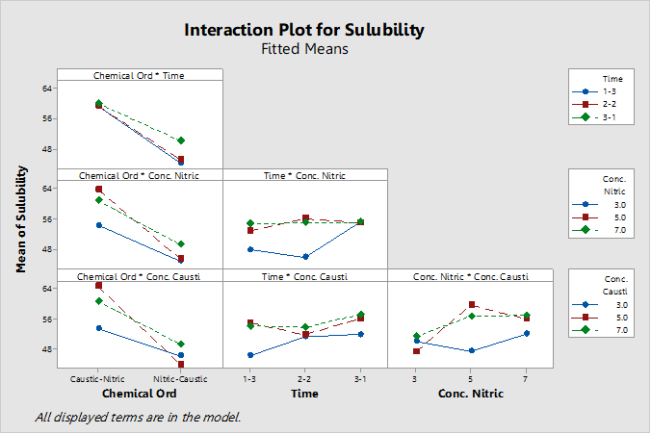
พล็อตกราฟ Versus Fits ค่าความผิดพลาดมีลักษณะการกระจายตัวแบบสุ่มไม่เป็นรูปปากแตร แสดงให้เห็นถึงความแปรปรวนคงที่

พล็อตกราฟ Versus Order ค่าความผิดพลาดมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ แสดงให้เห็นถึงความเป็นอิสระต่อกัน



รูปที่ 3 แผนภูมิการวิเคราะห์ค่าความผิดพลาด

เมื่อนำทั้ง 4 ปัจจัย มาทำการสร้างกราฟผลกระทบร่วม (Interaction Plot) ระหว่าง การจัดลำดับการใช้สารละลายในการแช่ตะกรัน ความเข้มข้นของสารละลายกรดไนตริก ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และ ระยะเวลาในการแช่ตะกรันในสารเคมีลำดับที่หนึ่งและสารเคมีลำดับที่สองที่ระบุในปัจจัยที่หนึ่ง พบว่าระดับของปัจจัยการจัดลำดับการใช้สารละลายในการแช่ตะกรันที่ให้ค่าอัตราร้อยละการละลายของตะกรันสูงที่สุดคือลำดับการใช้สารเคมีที่ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ก่อนการใช้สารละลายกรดไนตริก เมื่อพิจารณาระดับปัจจัยความเข้มข้นของสารละลายกรดไนตริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้นของทั้งคู่เป็นร้อยละ 5 โดยมวล ให้ค่าอัตราร้อยละการละลายของตะกรันสูงที่สุด เมื่อพิจารณาระดับปัจจัยระยะเวลาในการแช่ตะกรันในสารเคมีลำดับที่หนึ่งและสารเคมีลำดับที่สองที่ระบุในปัจจัยที่หนึ่ง เวลาในการแช่ตะกรันด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และสารละลายกรดไนตริกเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะให้ค่าอัตราร้อยละการละลายของตะกรันสูงที่สุด ดังกราฟในรูปที่ 4



รูปที่ 4 แผนภูมิความสัมพันธ์ของผลกระทบร่วมปัจจัย

VII. สรุป

เมื่อพิจารณากราฟผลกระทบร่วม พบว่า กระบวนการทำความสะอาดที่เหมาะสม คือ การใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ก่อนการใช้สารละลายกรดไนตริก การกำหนดปริมาณความเข้มข้นของสารละลายกรดไนตริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นร้อยละ 5 การกำหนดเวลาในการแช่ตะกรันด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และสารละลายกรดไนตริกเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ วิทยาการ ประสบการณ์และอบรมสั่งสอนความรู้ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงาน

ขอบพระคุณเจ้าหน้าที่โครงการ สาขาการจัดการวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทุกท่าน ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในด้านการดำเนินการเอกสาร การประสานงานต่างๆ ในระหว่างการศึกษา

ขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้อบรมสั่งสอนและเลี้ยงดู มอบแต่สิ่งที่ดีงามด้วยความรักอันหาที่สุดมิได้ จนทำให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินชีวิตจนประสบความสำเร็จได้ในทุกวันนี้

ขอบคุณโรงงานกรณีศึกษาที่เอื้อเฟื้อข้อมูลในการศึกษาและอำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาการศึกษาค้นคว้านี้

เอกสารอ้างอิง

[1] M. Jamialahmadi, H. Müller-Steinhagen, “Crystallization Fouling,” Encyclopedia of Desalination and Water Resources (DESWARE), pp. 1-12, 2006.

[2] Vershkova Y.A., Tareeva O.A., Ivlev K.G. and Lokshin E.P, “Solubility of Calcium Sulfate Dihydrate in Nitric Acid at 20 °C,” Russian Journal of Applied Chemistry, Vol. 76, pp. 156 – 157, 2003.

[3] Whites, W.S., 1978 Formulation for the Dissolution of Gypsum, United States Patent Office, No. 3, pp. 170, 815, 1978.

[4] M. Suleman Tahir and Mahmood Saleem, “Experimental Study of Chemical De-scaling-I: Effect of Acid Concentration,” Journal of Faculty of Engineering & Technology 2007-2008:1-9, 2008.

[5] W.O.S. Doherty, R.F. Simpson and D. Rackemann, “Enhanced Performance of Caustic Soda Used for The Removal of Scale in Sugar Mill Evaporators”. International Sugar Journal 110:pp. 344-349. 2008

[6] Jittrin Puttipornchai, “Scale Removal from Heat Exchanger in Vinasse Evaporation Process,” Department of Thermal Technology. School of Energy, Environment and Materials, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 2018.

[7] Praphai Srisuthat Na Ayudhya and Pongchanan Lueangphaiboon, "Experimental Design and Analysis," Top Publishing Co., Ltd., Bangkok, 2008.

การวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของการวัดแกนสายสวนหัวใจด้วยระบบการวัดแบบไม่สัมผัส

Analysis of the Uncertainty of Guidewire Measurements with a Non-contact Measurement System

วัชรินทร์ ทวีจินดา
Watcharin Thaweejinda
โครงการปริญญาโท สาขาการจัดการวิศวกรรม ภาคพิเศษ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
Graduate Program in Engineering Management, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Kasetsart University
Bangkok, Thailand
Watcharin.tha@ku.th

ชนะ รักษ์ศิริ
Chana Raksiri
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Kasetsart University
Bangkok, Thailand
chana.raksiri@gmail.com

จักรพันธ์ อร่ามพงษ์พันธ์
Chuckaphun Aramphongphun
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Kasetsart University
Bangkok, Thailand
chuckaphun.a@ku.th

บทคัดย่อ **—— ในปัจจุบันการวัดชิ้นงานแบบไม่สัมผัสนิยมใช้เป็นเครื่องมือวัดขนาดของชิ้นงานอุตสาหกรรมเนื่องจากมีความแม่นยำสูงโดยเครื่องมือวัดแบบไม่สัมผัสจะมีลักษณะและคุณสมบัติที่แตกต่างกันตามการใช้งาน ดังนั้นความไม่แน่นอนของเครื่องมือวัดแบบไม่สัมผัสจึงจำเป็นสำหรับการใช้ที่ต้องการความแม่นยำ ความไม่แน่นอนจะแสดงให้เห็นว่าผลลัพธ์ของการทำงานของเครื่องมือวัดแบบไม่สัมผัสสามารถยอมรับได้หรือไม่ ในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือวัดโปรไฟล์แกนสายสวนหัวใจที่เป็นเครื่องมือวัดแบบไม่สัมผัสในการวิเคราะห์ โดยการทำงานของเครื่องมือวัดแกนสายสวนหัวใจจะใช้ออปติคอลไมโครมิเตอร์เลเซอร์ในการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวแกน Y และชิ้นงานเคลื่อนที่ด้วยแอคชูเอเตอร์จากนั้นเก็บค่าในแนวแกน X แล้วนำมารวมกันเป็นโปรไฟล์แกนสายสวนหัวใจ ขั้นตอนการวิจัยเริ่มจากการวิเคราะห์การวัดของแต่ละแกนโดยใช้สถิติและการวัดเพื่อหาความไม่แน่นอนมาตรฐานของแต่ละแกนหลังจากนั้นจะได้ความไม่แน่นอนมาตรฐานของเครื่องมือวัดโปรไฟล์แกนสายสวนหัวใจทั้งหมด ในงานวิจัยนี้แสดงค่าเป็นผลความไม่แน่นอนในแนวแกน X อยู่ที่ 0.1496 มิลลิเมตรและแกน Y อยู่ที่ 0.000872 มิลลิเมตรอีกทั้งยังแสดงรูปแบบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จากการวิจัยครั้งนี้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถเป็นต้นแบบเพื่อประยุกต์ใช้กับเครื่องมือวัดแบบไม่สัมผัสรุ่นอื่น ๆ ต่อไป**

คำสำคัญ **—— ความไม่แน่นอนเครื่องมือวัด, เครื่องมือวัดแบบไม่สัมผัส, ความไม่แน่นอนมาตรฐาน, แกนสายสวนหัวใจ, การวัดโปรไฟล์**

ABSTRACT **—— Currently, non-contact measurement tools are widely used in the industrial scale due to high accuracy. Non-contact measurement tools have a wide range of features and characteristics for various applications. The crucial parameter for non-contact measurement tools is uncertainty which indicates whether the measurements from these tools are acceptable. In this research, the subject of non-contact measurement tools analysis is guidewire profile measuring instrument. The mechanism of guidewire profile measuring instrument consists of an optical micrometer laser that measures the diameter in Y-axis and an actuator that moves the guidewire and measures its length in X-axis. Then, the data measured from both axes are plotted as guidewire profile. The research method involves analyzing measuring data from each axis and applying statistical techniques and measurement uncertainty in order to determine the standard uncertainty of each axis. The uncertainty mathematical model applied to this research indicates that the calculated tolerance for X-axis is 0.1496 millimeter and 0.000872 millimeter for Y-axis. Based on the findings, this uncertainty mathematical model can be applied to other types of non-contact measurement tools.**

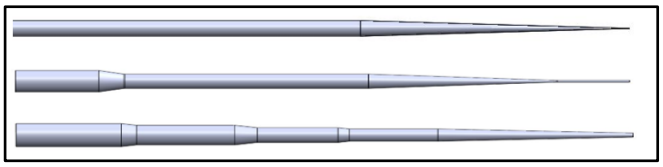
Keywords **—— Measurement uncertainty, Standard uncertainty, Non-contact measurement, Core guidewire, Profile measurement**

I. บทนำ

ปัจจุบันงานด้านการตรวจสอบ และการรายงานผลด้านคุณภาพจำเป็นต้องมีการรายงานค่าความไม่แน่นอนจากการวัด เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ รวมถึงการควบคุมคุณภาพของงานตรวจสอบชิ้นงาน

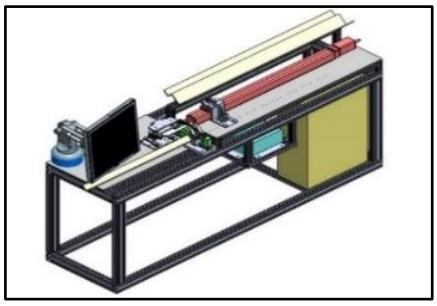
นอกจากนี้การประมาณค่าความไม่แน่นอนจากการวัด ยังถือเป็นข้อกำหนดหนึ่งที่อยู่ภายใต้ข้อกำหนดเรื่องวิธีการทดสอบและการสอบเทียบของมาตรฐานสากล โดยการจะได้มาซึ่งค่าเหล่านี้จะต้องประกอบไปด้วยกระบวนการต่าง ๆ เช่น วิธีการทดสอบ ความเชี่ยวชาญในการทดสอบ และความถูกต้องเที่ยงตรงของเครื่องมือ เป็นต้น จากปัจจัยดังกล่าวผู้ประเมินคุณภาพจึงควรมีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการที่ได้มาซึ่งความไม่แน่นอนของการตรวจสอบเพื่อเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และทำให้เกิดความเชื่อมั่นในระบบการทำงาน ปัจจุบันหลายหน่วยงานพยายามที่จะหาวิธีการคำนวณค่าความไม่แน่นอนจากการวัดให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวถือเป็นดัชนีหนึ่งที่ใช้ในการตัดสินใจว่าเครื่องมือวัดสามารถเชื่อถือได้หรือไม่

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยศึกษาหาค่าความไม่แน่นอนของเครื่องวัดโปรไฟล์แกนสายสวนหัวใจ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการรักษาไขมันอุดตันในเส้นเลือด โดยแกนสายสวนหัวใจมีหลายรูปแบบดังรูปที่ 1 ขึ้นอยู่กับรอยโรคของผู้ป่วย [1] ปัจจุบันแกนสายสวนหัวใจมีลักษณะที่หลากหลายเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละลักษณะ [2] ทำให้การตรวจสอบแกนสายสวนหัวใจจึงจำเป็นต้องมีความถูกต้องและแม่นยำ



รูปที่ 1 ภาพแสดงลักษณะแกนสายสวนหัวใจแบบต่าง ๆ

ปัจจุบันวิธีการการตรวจสอบแกนสายสวนหัวใจใช้เครื่องวัดโปรไฟล์แกนสายสวนหัวใจดังรูปที่ 2 ที่เป็นเครื่องมือวัดแบบไม่สัมผัสโดยการทำงานของเครื่องวัดแกนสายสวนหัวใจจะใช้ออปติคอลไมโครมิเตอร์เลเซอร์ [3] ในการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวแกน Y และชิ้นงานเคลื่อนที่ด้วยแอคชูเอเตอร์จากนั้นเก็บค่าในแนวแกน X จะได้คู่อันดับ (X,Y) จากนั้นนำมารวมกันเป็นโปรไฟล์แกนสายสวนหัวใจ



รูปที่ 2 เครื่องวัดโปรไฟล์แกนสายสวนหัวใจ

การหาค่าความไม่แน่นอนในการวัดแกนสายสวนหัวใจเป็นวิธีหนึ่งในการพิจารณาความเชื่อมั่นและความเหมาะสมของการใช้งาน โดยมีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อหาปัจจัยที่ทำให้เกิดค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty) ในการวัดโปรไฟล์ของแกนสายสวนหัวใจ ด้วยเครื่องมือวัดแบบไม่สัมผัส (2) เพื่อหาค่าความไม่แน่นอนของเครื่องวัดโปรไฟล์แกนสายสวนหัวใจตามมาตรฐาน GUM [4]

II. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

II.I ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

II.I.I เครื่องมือวัดแบบไม่สัมผัส [5] (Non-Contact Measurement) เป็นการวัดขนาดชิ้นงานแบบไม่สัมผัสเหมาะสำหรับชิ้นงานที่ไม่ต้องการให้ชิ้นงานสัมผัสกับเครื่องมือวัดซึ่งอาจจะทำให้ชิ้นงานเกิดความเสียหายหรือเครื่องมือวัดไม่สามารถสัมผัสถึงส่วนที่ต้องการวัดได้ เช่น ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากยาง ชิ้นส่วนอุปกรณ์การแพทย์ เครื่องมือวัดแบบไม่สัมผัสที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเป็นเครื่องมือวัดทางแสง เช่น เครื่องวัดขนาดแบบฉายภาพออปติคัลไมโครมิเตอร์ ซึ่งเครื่องมือมีหลักการทำงานคือใช้แสงสว่างจากแหล่งกำเนิดแสงและเลนส์ช่วยในการฉายภาพของชิ้นงาน

II.I.II ความไม่แน่นอนในการวัด [6] (Measurement Uncertainty) หมายถึง ช่วงการกระจายทางสถิติของค่าที่จะได้จากการวัด เนื่องจากในการวัดค่าใด ๆ ล้วนแล้วแต่มีความไม่แน่นอน จึงเป็นเหตุผลที่กระบวนการการวัดจะเสร็จสิ้นอย่างสมบูรณ์ได้ ก็ต่อเมื่อมีการระบุค่าความไม่แน่นอนในการวัดเอาไว้ และค่าเหล่านั้นจะต้องไม่เป็นลบและเป็นไปตามหลักทางสถิติ เช่น ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วค่าความไม่แน่นอนของการวัด มักแสดงในรูปของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่จะบ่งบอกถึงช่วงค่าที่สามารถเป็นไปได้จากการวัด และความไม่แน่นอนเป็นการอธิบายความน่าเชื่อถือในการวัดในเชิงปริมาณ

การหาค่าความไม่แน่นอนของการวัดใน M3003 [7] และ บทเรียนมาตรวิทยา [8] อธิบายการคำนวณความไม่แน่นอนมาตรฐานไว้ดังนี้

II.I.II.I ความไม่แน่นอนมาตรฐาน Type A

ในแทบทุกกรณี ค่าประมาณความแปรผันที่ดีที่สุดของค่าคาดหวัง (Expected Value) μ_q ของปริมาณ q ที่แปรผันอย่างสุ่ม (Random) หรือที่เรียกว่าตัวแปรสุ่ม สำหรับการอ่านค่าแบบเป็นอิสระต่อกัน q_j และได้มาจากการวัดที่กระทำในสภาวะเดียวกันคือ ตัวกลางเลขคณิต หรือค่าเฉลี่ย $\overline{q}$ ของจำนวนการอ่านค่า n ครั้ง ซึ่งกำหนดให้

$$\overline{q} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} q_j = \frac{q_1+q_2+q_3\cdots q_n}{n} \quad (1)$$

ค่าที่วัดได้แต่ละค่ามีค่าแตกต่างกันเพราะเหตุของความแปรผันแบบสุ่มของปริมาณที่มีอิทธิพลต่อการวัดหรือปัจจัยต่าง ๆ รวมทั้งอุปกรณ์ วิธีการวัด และบางครั้งก็อยู่ที่ผู้ทำการวัดผล เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากการทดลอง ของ q_j ซึ่งกำหนดให้

$$s(q_j) = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}(q_j - \overline{q})^2} \quad (2)$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าจากการทดลองของค่าเฉลี่ย (Experimental Standard Deviation of the Mean)

$$s(\overline{q}) = \frac{s(q_j)}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

สำหรับคำประมาณของปริมาณอินพุตที่ตัดสินได้จากการวัด n ครั้ง ความไม่แน่นอนมาตรฐาน Type A, $u(x_i)$ ที่มีองศาความเป็นอิสระ (Degree of Freedom, γ) มีค่าเป็น

$$u(x_i) = s(\overline{q}) \quad (4)$$

และ $\gamma = n - 1$

เมื่อคำนวณจากการวัดที่เป็นอิสระ n ครั้ง ซึ่งจะต้องรายงานค่าองศาความเป็นอิสระ (Degree of Freedom, γ) ทุกครั้งเมื่อประเมินความไม่แน่นอน Type A

II.I.II.II ความไม่แน่นอนมาตรฐาน Type B

ได้มาจากการประเมินด้วยการตัดสินทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยพื้นฐานมาจากข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่ของความแปรผันที่เป็นไปได้ของ x_i โดยรวมแล้วข้อมูลดังกล่าวรวมไปถึงสิ่งต่อไปนี้

- ผลการวัดครั้งก่อน
- ข้อกำหนดจำเพาะของผู้ผลิต
- ข้อมูลที่ให้ในใบรับรองการสอบเทียบ
- ความไม่แน่นอนที่กำหนดให้กับข้อมูลอ้างอิงจากหนังสือคู่มือ

$u(x_i)$ ที่ประเมินมาจากข้อมูลข้างต้นเรียกว่า ความไม่แน่นอนมาตรฐาน Type B (Type B Standard Uncertainty) องศาความเป็นอิสระของ Type B ประมาณเป็นจำนวนอนันต์ (Infinity)

อาจแยกการแจกแจงของข้อมูลได้เป็น 2 จำพวกใหญ่ ๆ ในเบื้องต้น ได้แก่ Normal Distribution และ Rectangular Distribution แต่หากศึกษาให้ลึกซึ้งในรายละเอียดของข้อมูลก็อาจพบการแจกแจงที่มีลักษณะเป็น Triangular Distribution และอื่นๆ

ถ้าการรายงานความไม่แน่นอนในลักษณะที่มีระดับความเชื่อมั่น 95 หรือ 99 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีสิ่งบ่งชี้เป็นอย่างอื่นก็ให้มีสมมติฐานเป็นการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)

II.I.II.III การหาค่าความไม่แน่นอนมาตรฐานรวม

ความไม่แน่นอนมาตรฐานของ y เมื่อ y เป็นค่าประมาณของสิ่งที่ถูกวัด Y และผลของการวัดได้มาจากการที่ความไม่แน่นอนมาตรฐานของค่าประมาณอินพุต รวมกันอย่างเหมาะสม ความไม่แน่นอนของมาตรฐานรวมของค่าประมาณ y นี้ใช้สัญลักษณ์ว่า $u_c(y)$ ความไม่แน่นอนมาตรฐานรวม $u_c(y)$ คือรากที่สองของผลรวมความไม่แน่นอนยกกำลังสองมีค่าเป็น

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^{N} c_i^2 u^2(x_i)} \quad (5)$$

II.I.II.IV ความไม่แน่นอนขยาย

ช่วงของความไม่แน่นอนที่เพิ่มขึ้น เพื่อให้เป็นไปตามความต้องการตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เรียกว่า ความไม่แน่นอนขยาย (Expanded Uncertainty) และมีสัญลักษณ์ว่า U ความไม่แน่นอนขยาย U ได้มาจากการคูณความไม่แน่นอนมาตรฐานรวม $u_c(y)$ ด้วยตัวประกอบครอบคลุม (Coverage Factor) k

$$U = k_p u_c(y) \quad (6)$$

II.II งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องมือวัดรูปร่างของมีดตัด [9] เครื่องมือวัดที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยหัวโพรบที่มีสไตลัสแบบแหลมติดบนคานแบบยืดหยุ่นได้ และติดอุปกรณ์ตรวจจับระยะหรือกำหนดตำแหน่งแบบละเอียดเอาไว้ 2 แกน เพื่อให้สัมผัสกับหน้าของมีดตัด ปัจจัยที่มีผลกระทบความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัดคือความตรงและความเคลื่อนเชิงมุมของการเคลื่อนที่ทั้ง 2 แกน จากนั้นได้วิเคราะห์ค่าความไม่แน่นอนตามวิธีมาตรฐาน GUM โดยมีปัจจัยที่เกิดความไม่แน่นอนในการกำหนดค่าในแนวแกน x ของหัวโพรบเช่น ความละเอียดของเก็จ ความคลาดเคลื่อนเชิงมุม และการจัดแนวการวัด เป็นต้น

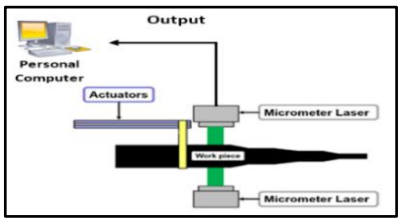
บทความที่เกี่ยวกับการวัดความผิดพลาดกำลังขยายของเครื่องวัดขนาดชิ้นงานอุตสาหกรรม [5] โดยศึกษาเครื่องมือวัดขนาดแบบภาพฉาย ซึ่งนิยมใช้ในห้องปฏิบัติการทดสอบหรือสอบเทียบ เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่มีความแม่นยำสูง การทำงานของเครื่องวัดขนาดแบบฉายภาพใช้หลักการสะท้อนผ่านเลนส์ขยาย ซึ่งกำลังขยายเป็นหัวใจสำคัญของการสอบเทียบเครื่องมือวัดขนาดแบบฉายภาพ เพราะต้องใช้การขยายในการมองเพื่อวัดค่า หากไม่สามารถขยายภาพได้ชัดเจน การวัดขนาดอาจส่งผลต่อคุณภาพการวัดหรือการสอบเทียบ การวัดความผิดพลาดกำลังขยายของเครื่องวัดขนาดแบบภาพฉาย มีความไม่แน่นอนของการวัดเกิดจากหลายปัจจัยที่จะทำให้ผลวัดคลาดเคลื่อน ได้แก่ ความแม่นยำของ Standard Scale และความแปรปรวนของสภาวะขณะทำการวัด เป็นต้น

งานวิจัยการพัฒนาเครื่องมือวัดอัตโนมัติสำหรับวัดชิ้นงาน Coaxial Air Lines [10] โดยใช้ไมโครมิเตอร์เลเซอร์ที่มีความละเอียดสูง จากนั้นวางชิ้นงานบนร่องรูปตัว V แล้วเคลื่อนที่ชิ้นงานผ่านลำแสงของไมโครมิเตอร์เลเซอร์ และอ่านค่าระยะทางจาก Encoder จากนั้นวิเคราะห์แหล่งที่มาของความไม่แน่นอนในการวัดประกอบด้วย ค่าความไม่แน่นอนมาตรฐานของเก็จวัดแบบเข็ม ความละเอียดของไมโครมิเตอร์เลเซอร์ ค่าความไม่แน่นอนของไมโครมิเตอร์เลเซอร์ ค่าความไม่แน่นอนที่เกิดจากการสุ่ม และค่าความไม่แน่นอนอื่น ๆ จากนั้นคำนวณด้วยวิธีมาตรฐาน GUM

III. วิธีการดำเนินงานวิจัย

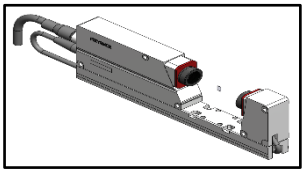
III.I ศึกษาวิธีการทำงานของเครื่องมือวัดแกนสายสวนหัวใจ

ก่อนการหาค่าความไม่แน่นอนของเครื่องมือวัดผู้วิจัยจะต้องศึกษาการทำงานของเครื่องมือวัดให้ละเอียด โดยเครื่องวัดแกนสายสวนหัวใจได้ถูกออกแบบให้ใช้งานง่ายและไม่ซับซ้อน ซึ่งมีความเร็วในการวัดอยู่ที่ 30 วินาทีต่อ 1 ชิ้น และมีความละเอียดในการวัดอยู่ที่ ± 1 มิลลิเมตร โดยมีเซนเซอร์วัดขนาดยี่ห้อ Keyence รุ่น LS-9006M เพื่อวัดขนาดของชิ้นงาน โดยมีไกด์สำหรับวางชิ้นงานเพื่อให้ชิ้นงานอยู่กึ่งกลางของเซนเซอร์ และชุดเคลื่อนที่ด้วยแอคชูเอเตอร์เพื่อวัดความยาวของชิ้นงานและมีชุดล็อคชิ้นงานเพื่อให้ชิ้นงานเคลื่อนที่ตามแอคชูเอเตอร์ดังรูปที่ 3 ซึ่งการทำงานของเครื่องวัดแกนสายสวนหัวใจจะใช้ออปติคอลไมโครมิเตอร์เลเซอร์ในการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวแกน Y และชิ้นงานเคลื่อนที่ด้วยแอคชูเอเตอร์จากนั้นเก็บค่าในแนวแกน X แล้วนำมารวมกันเป็นโปรไฟล์แกนสายสวนหัวใจ



รูปที่ 3 การทำงานของเครื่องวัดโปรไฟล์แกนสายสวนหัวใจ

III.I .I ออปติคอลไมโครมิเตอร์เลเซอร์ ที่ใช้ในการวัดยี่ห้อ Keyence รุ่น LS-9006M ดังรูปที่ 4 สามารถวัดขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางได้ตั้งแต่ขนาด 0.01-6 มิลลิเมตร และมีความแม่นยำสูง โดยวางชิ้นงานไว้ระหว่างตัวรับและตัวส่ง จากนั้นวัดความกว้างจากเงาที่ถูกบังด้วยวัตถุ และชิปจะตรวจจับตำแหน่งของขอบระหว่างแสง แล้วคำนวณค่าที่วัดออกมาแสดงผลบนคอมพิวเตอร์

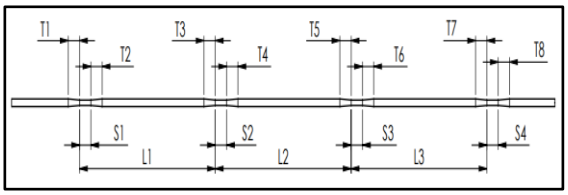


รูปที่ 4 ออปติคอลไมโครมิเตอร์เลเซอร์

III.I.II แอคชูเอเตอร์ สำหรับการเคลื่อนที่ของชิ้นงานใช้ยี่ห้อ IAI โมเดล RCP6-SA6C-WA-42P-12-800-P3-S-HPR สำหรับการเลื่อนชิ้นงานที่ถูกจับยึดด้วยตัวแคมป์ให้ผ่านเซนเซอร์ และเก็บบันทึกค่าตำแหน่งในแนวแกน Y ซึ่งเป็น แอคชูเอเตอร์ที่มีความแม่นยำอยู่ที่ ± 0.005 มิลลิเมตร

III.II กำหนดเครื่องมือมาตรฐานที่ใช้สอบเทียบ

การสอบเทียบเครื่องมือวัดจำเป็นต้องสอบเทียบกับเครื่องมือมาตรฐานเพื่อให้สามารถสืบกลับผลการวัดได้คือสามารถเชื่อมโยงไปถึงระดับการอ้างของมาตรฐานแห่งชาติหรือมาตรฐานสากลด้วยเครื่อง โดยผู้จัดทำได้นำลวดที่ถูกสอบเทียบที่ศูนย์สอบเทียบมาตรฐานสากลด้วยเครื่อง Profile Projectors [11] ซึ่งลวดดังกล่าวมีลักษณะเป็นร่องสี่เหลี่ยมคางหมูซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับชิ้นงานจริงดังรูปที่ 6



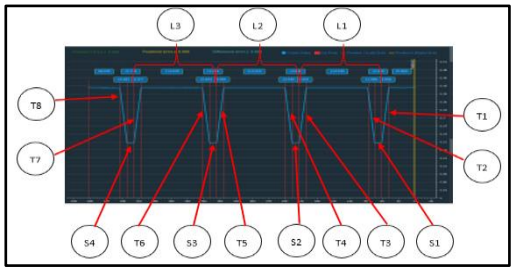
รูปที่ 6 ภาพลักษณะของลวดมาตรฐาน

จากรูปที่ 6 แสดงให้เห็นถึงจุดวัดต่าง ๆ โดยจุด T จะเป็นจุดลาดเอียงของชิ้นงาน จุด S เป็นความยาวของร่องชิ้นงานโดยมีความยาวอยู่ที่ 12.7 มิลลิเมตร และจุด L เป็นจุดที่วัดระหว่างจุด S และ จุด T โดยมีความยาวอยู่ที่ 152.4 มิลลิเมตร ซึ่งจากใบรับรองการสอบเทียบลวดมาตรฐานมีค่าความไม่แน่นอนในการวัดอยู่ที่ ± 0.0032 มิลลิเมตร โดยลวดมาตรฐานเส้นนี้จะนำมาสอบเทียบค่าที่ได้จากการวัดความยาวในแนวแกน X และเนื่องจากลวดมาตรฐานไม่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่สม่ำเสมอกันตลอดทั้งเส้น การวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวแกน Y จึงใช้ Pin Gauge มาตรฐาน ยี่ห้อ EISEN ซีรีส์ EP-0A Class 0 ที่มีขนาด 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 0.4 มิลลิเมตร ในการสอบเทียบการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวแกน Y

III.III หาค่าความไม่แน่นอนของการวัด

III.III.I หาค่าความไม่แน่นอนมาตรฐาน Type A ของการวัดความยาวในแนวแกน X โดยการใช้เครื่องวัดโปรไฟล์แกนสายสวนหัวใจวัดค่าความยาวลวดมาตรฐานดังรูปที่ 7 โดยลวดมาตรฐานได้รับการรับรองการสอบเทียบด้วยเครื่อง Profile Projector ค่าความไม่แน่นอนในการวัด มีค่า ± 0.0032 มิลลิเมตร และมีอุณหภูมิขณะวัดอยู่ที่ 24.1 ± 1 องศาเซลเซียส และมีค่าความชื้นอยู่ที่ 62.7 ± 5 เปอร์เซ็นต์ RH

จากข้อมูลการวัด 30 ครั้ง ตำแหน่งที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงที่สุดคือตำแหน่ง L3 ซึ่งมีความยาวอยู่ที่ 12.7 มิลลิเมตร และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.409 จะได้ความไม่แน่นอนของการวัดความยาวในแนวแกน X เท่ากับ 0.0747 มิลลิเมตร



รูปที่ 7 ภาพผลการการวัดลวดมาตรฐานด้วยเครื่องวัดโปรไฟล์

III.III.II หาค่าความไม่แน่นอนมาตรฐาน Type A ของการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวแกน Y โดยใช้เครื่องวัดโปรไฟล์แกนสายสวนหัวใจทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้วยออปติคอลไมโครมิเตอร์เลเซอร์ รุ่น LS-9006M และใช้ Pin Gauge มาตรฐาน EP-0A Class 0 ขนาด 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 0.4 มิลลิเมตร

จากข้อมูลการวัด 30 ครั้ง การวัดขนาดพินเกจที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงที่สุดคือขนาด 0.25 มิลลิเมตร ซึ่งมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.000089 จะได้ความไม่แน่นอนของการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวแกน Y เท่ากับ 1.63×10^{-5} มิลลิเมตร

III.IV หาค่าความไม่แน่นอนมาตรฐาน Type B

III.IV.I หาค่าความไม่แน่นอนมาตรฐาน Type B ในแนวแกน X ดังนี้

- ค่าความไม่แน่นอนของลวดมาตรฐานที่ได้จากใบรับรองการสอบเทียบด้วยเครื่อง Profile Projector จากศูนย์สอบเทียบมาตรฐานสากล โดยมีค่าความไม่แน่นอนเท่ากับ ± 0.0032 มิลลิเมตร
- ความละเอียดของ UUC คือความละเอียดของเครื่องวัดโปรไฟล์แกนสายสวนหัวใจที่สามารถวัดได้เท่ากับ ± 0.001 มิลลิเมตร
- ค่าความไม่แน่นอนที่เกิดจากความสามารถในการวัดซ้ำของแอคชูเอเตอร์ ยี่ห้อ IAI โมเดล RCP6-SA6C-WA-42P-12-800-P3-S-HPR ซึ่งมีความละเอียดจากผู้ผลิตอยู่ที่ ± 0.005 มิลลิเมตร
- ค่าความไม่แน่นอนที่เกิดจากความต่างต่ออุณหภูมิอ้างอิง 20 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิขณะวัดอยู่ที่ 24.1 องศาเซลเซียส ดังนั้นความต่างของอุณหภูมิอยู่ที่ 4.1 องศาเซลเซียส ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของโลหะมีค่าเท่ากับ 11.5×10^{-6} /°C และขนาดความยาวของช่วง L3 เท่ากับ 152.4 มิลลิเมตร

III.IV.II หาค่าความไม่แน่นอนมาตรฐาน Type B ในแนวแกน Y ดังนี้

- ค่าความไม่แน่นอนของออปติคอลไมโครมิเตอร์เลเซอร์ รุ่น LS-9006M ที่ได้จากใบรับรองการสอบเทียบ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ ± 0.001 มิลลิเมตร
- ค่าความละเอียด UCC ที่อ่านได้จากเครื่องมือวัด โดยความละเอียดของเครื่องวัดโปรไฟล์แกนสายสวนหัวใจสามารถวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางได้เท่ากับ ±0.0001 มิลลิเมตร
- ค่าความคลาดเคลื่อนของพินเกจอยู่ที่ ± 0.0005 มิลลิเมตร
- ค่าความกลมของพินเกจจากผู้ผลิตอยู่ที่ 0.0003 มิลลิเมตร

- ค่าความถูกต้องจากผู้ผลิตออปติคอลไมโครมิเตอร์เลเซอร์ รุ่น LS-9006M อยู่ที่ ±0.0005 มิลลิเมตร
- ความสามารถในการวัดซ้ำจากผู้ผลิตออปติคอลไมโครมิเตอร์เลเซอร์อยู่ที่ ±0.00003 มิลลิเมตร
- ความละเอียดที่ส่งผลมาจากความเอียงของชิ้นงานเมื่อชิ้นงานเข้าสู่ออปติคอลไมโครมิเตอร์เลเซอร์โดยผู้ผลิต ซึ่งกำหนดให้องศาการเอียงของชิ้นงานอยู่ที่ 2 องศา และปรับค่า Averaging Time เท่ากับ 32 ความละเอียดจากผู้ผลิตระบุไว้อยู่ที่ 0.00032 มิลลิเมตร
- ค่าความไม่แน่นอนที่เกิดจากความต่างต่ออุณหภูมิอ้างอิง 20 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิขณะวัดอยู่ที่ 24.1 องศาเซลเซียส ดังนั้นความต่างของอุณหภูมิอยู่ที่ 4.1 องศาเซลเซียส ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของโลหะมีค่าเท่ากับ 11.5×10^{-6} /℃ และขนาดของพินเกจเท่ากับ 0.25 มิลลิเมตร

IV. ผลการวิจัย

IV.I ค่าความไม่แน่นอนมาตรฐานรวม (Combined Standard Uncertainty)

IV.I.I คำนวณหาค่าความไม่แน่นอนมาตรฐานรวมในแนวแกน X ได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$u_c(x) = \sqrt{u_A^2 + u_{wire}^2 + u_{uuc}^2 + u_{rep}^2 + c_1^2 u_{\Delta T}^2} \qquad (7)$$

จากสมการข้างต้นจะหาค่า Sensitivity Coefficients (c_1) ได้โดยมีค่าดังนี้

$$c_1 = L \times \alpha = 1.75 \times 10^{-3}\ mm/℃$$

เมื่อ L คือ ความยาวของลวดมาตรฐานที่จุด L3

α คือ ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของโลหะ

จากนั้นแทนค่าในสมการจะได้ความไม่แน่นอนรวมในแนวแกน X เท่ากับ 0.0748 มิลลิเมตร

IV.I.II คำนวณหาค่าความไม่แน่นอนมาตรฐานรวมในแนวแกน Y ได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$u_c(y) = \sqrt{\begin{matrix} u_A^2 + u_{ls}^2 + u_{uuc}^2 + u_{tol}^2 + u_{round}^2 + \\ u_{acc}^2 + u_{rep}^2 + u_{tilt}^2 + c_1^2 u_{\Delta T}^2 \end{matrix}} \qquad (8)$$

จากสมการต้นจะหาค่า Sensitivity Coefficients (c_1) ได้โดยมีค่าดังนี้

$$c_1 = D \times \alpha = 2.88 \times 10^{-6}\ mm/℃$$

เมื่อ D คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพินเกจที่ 0.25 มิลลิเมตร

α คือ ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของโลหะ

จากนั้นแทนค่าในสมการจะได้ความไม่แน่นอนรวมในแนวแกน Y เท่ากับ 0.000436 มิลลิเมตร

IV.II ค่าความไม่แน่นอนขยาย (Expanded Uncertainty)

โดยทั่วไปในอุตสาหกรรมมาตรวิทยาและการรับรองมาตรฐานจะประเมินความไม่แน่นอนที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และใช้ปัจจัยครอบคลุมโดยที่ k = 2 ดังนั้นความไม่แน่นอนขยายในแนวแกน X จะได้

$$U_x = 2 \times 0.0748 = \pm 0.1496 \text{ มิลลิเมตร}$$

และความไม่แน่นอนขยายในแนวแกน Y จะได้

$$U_y = 2 \times 0.000436 = \pm 0.000872 \text{ มิลลิเมตร}$$

ในการสรุปความไม่แน่นอนตามมาตรฐาน GUM จำเป็นจะต้องแสดงข้อมูลโดยสรุปของค่าความไม่แน่นอนในรูปแบบของตาราง โดยตารางที่ 1 จะแสดงสรุปการประมวลความไม่แน่นอนของการวัดความยาวในแนวแกน X และตารางที่ 2 แสดงสรุปการประมวลความไม่แน่นอนของการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวแกน Y

IV.III การรายงานผลการวัด

IV.III.I การรายงานผลการวัดค่าความยาวในแนวแกน X

จากข้อมูลการวัดความยาวในแนวแกน X จำนวน 30 ครั้ง ที่จุด L3 หาค่าเฉลี่ยได้เท่ากับ 13.096 มิลลิเมตร และเนื่องจากจุด L3 มีค่าความผิดพลาดจากใบรับรองการสอบเทียบเท่ากับ -0.001 มิลลิเมตร และมีค่าความไม่แน่นอนเท่ากับ 0.1496 มิลลิเมตร ค่าที่รายงานจะหาได้ดังนี้

ค่าที่รายงาน = ค่าเฉลี่ย - ค่าผิดพลาด ± ค่าความไม่แน่นอน (9)

ค่าที่รายงาน = 13.196 ± 0.1496 มิลลิเมตร

ซึ่งผลของการวัดจะอยู่ระหว่าง 13.0464 มิลลิเมตร และ 13.3456 มิลลิเมตร ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

IV. III.II การรายงานผลการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวแกน Y

จากข้อมูลการวัดความยาวในแนวแกน Y จำนวน 30 ครั้ง ด้วยพินเกจขนาด 0.25 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.2505 มิลลิเมตร เนื่องจากพินเกจไม่มีใบรับรองการสอบเทียบจึงแทนค่าความผิดพลาดเท่ากับ 0 จะได้

ค่าที่รายงาน = 0.2505 ± 0.000872 มิลลิเมตร

ซึ่งผลของการวัดจะอยู่ระหว่าง 0.2496 มิลลิเมตร และ 0.2513 มิลลิเมตร ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1 สรุปการประมวลความไม่แน่นอนของการวัดความยาวในแนวแกน X

Type	Sources of Uncertainty	Value	Distribution	Divisor	Sensitivity Coefficient (c_i)	Uncertainty Contribution (u_i)	DOF (v_{ff})
u_A	ความไม่แน่นอนของการวัด Type A (30 ครั้ง)	0.409 mm.	Normal	$\sqrt{30}$	1.0	0.0747	29
u_{wire}	ค่าความไม่แน่นอนของลวดมาตรฐาน	0.0032 mm.	Normal	2	1.0	0.0016	∞
u_{uuc}	ค่าความละเอียดเครื่องมือที่อ่านได้ (UUC)	0.001 mm.	Rectangular	$2\sqrt{3}$	1.0	2.89×10^{-4}	∞
u_{rep}	ความสามารถในการวัดซ้ำของแอคชูเอเตอร์	0.005 mm.	Rectangular	$2\sqrt{3}$	1.0	1.44×10^{-3}	∞
$u_{\Delta T}$	ความต่างอุณหภูมิต่ออุณหภูมิอ้างอิง 20˚C	4.1 ˚C	Rectangular	$\sqrt{3}$	$1.75 \times 10^{-3}\ \frac{mm}{℃}$	4.15×10^{-3}	∞
u_c	ค่าความไม่แน่นอนรวม		Normal			0.0748	∞
U_x	ค่าความไม่แน่นอนขยาย		Normal (k=2)			0.1496	∞

ตารางที่ 2 สรุปการประมวลความไม่แน่นอนของการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวแกน Y

Type	Sources of Uncertainty	Value	Distribution	Divisor	Sensitivity Coefficient (c_i)	Uncertainty Contribution (u_i)	DOF (v_{ff})
u_A	ความไม่แน่นอนของการวัด Type A(30 ครั้ง)	8.9×10^{-5} mm.	Normal	$\sqrt{30}$	1.0	1.63×10^{-5}	29
u_{ls}	ค่าความผิดพลาดจากใบรับรองการสอบเทียบ	0.001 mm.	Normal	$2\sqrt{3}$	1.0	2.89×10^{-4}	∞
u_{uuc}	ค่าความละเอียดเครื่องมือที่อ่านได้ (UUC)	0.0001 mm.	Rectangular	$2\sqrt{3}$	1.0	2.89×10^{-5}	∞
u_{tol}	ความคลาดเคลื่อนของพินเกจ	0.0005 mm.	Rectangular	$2\sqrt{3}$	1.0	1.44×10^{-4}	∞
u_{round}	ความกลมของพินเกจ	0.0003 mm.	Rectangular	$\sqrt{3}$	1.0	1.73×10^{-4}	∞
u_{acc}	ความถูกต้องของออปติคอลไมโครมิเตอร์เลเซอร์จากผู้ผลิต	0.0005 mm.	Rectangular	$2\sqrt{3}$	1.0	1.44×10^{-4}	∞
u_{rep}	ความสามารถในการวัดซ้ำของออปติคอลไมโครมิเตอร์เลเซอร์จากผู้ผลิต	0.00003 mm.	Rectangular	$2\sqrt{3}$	1.0	8.66×10^{-6}	∞
u_{tilt}	ความละเอียดที่ส่งผลมาจากความเอียงของชิ้นงานจากผู้ผลิต	0.00032 mm.	Rectangular	$\sqrt{3}$	1.0	1.85×10^{-4}	∞
$u_{\Delta T}$	ความต่างอุณหภูมิต่ออุณหภูมิอ้างอิง 20°C	4.1 °C	Rectangular	$\sqrt{3}$	$2.88 \times 10^{-6}\ \frac{mm}{°C}$	6.81×10^{-6}	∞
u_c	ค่าความไม่แน่นอนรวม		Normal			0.000436	∞
U_y	ค่าความไม่แน่นอนขยาย		Normal (k=2)			0.000872	∞

V. สรุป

การวิเคราะห์การทำงานของเครื่องมือวัดโปรไฟล์แกนสายสวนหัวใจแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 จุดคือ การวัดความยาวในแนวแกน X ด้วยแอคชูเอเตอร์ และการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวแกน Y ด้วยออปติคอลไมโครมิเตอร์เลเซอร์ โดยที่มาของความไม่แน่นอนมาตรฐานในการวัดความยาวในแนวแกน X คือ ความไม่แน่นอนของลวดมาตรฐาน ค่าความละเอียดเครื่องมือที่อ่านได้ ความสามารถในการวัดซ้ำของแอคชูเอ-เตอร์และความต่างอุณหภูมิต่ออุณหภูมิอ้างอิง 20 องศาเซลเซียส ดังแสดงในตารางที่ 1 ส่วนที่มาของความไม่แน่นอนมาตรฐานในการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวแกน Y คือ ค่าความผิดพลาดจากใบรับรองการสอบเทียบออปติคอลไมโครมิเตอร์เลเซอร์ ค่าความละเอียดเครื่องมือที่อ่านได้ (UUC) ความคลาดเคลื่อนของพินเกจความกลมของพินเกจ ความถูกต้องของออปติคอลไมโครมิเตอร์เลเซอร์จากผู้ผลิต ความสามารถในการวัดซ้ำของออปติคอลไมโครมิเตอร์เลเซอร์จากผู้ผลิต ความละเอียดที่ส่งผลมาจากความเอียงของชิ้นงานจากผู้ผลิต และความต่างอุณหภูมิต่ออุณหภูมิอ้างอิง 20 องศาเซลเซียส ดังแสดงในตารางที่ 2 โดยที่ความไม่แน่นอนมาตรฐานของการวัดความยาวในแนวแกน X เท่ากับ ± 0.1496 มิลลิเมตร และความไม่แน่นอนมาตรฐานของการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวแกน Y เท่ากับ ± 0.000872 มิลลิเมตร ซึ่งจากผลการวิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเครื่องมือวัดแบบไม่สัมผัสอื่น ๆ ได้

เอกสารอ้างอิง

[1] R. Andrews, D. Bova, and A. Venbrux, "How much guidewire is too much? Direct measurement of the distance from subclavian and internal jugular vein access sites to the superior vena cava-atrial junction during central venous catheter placement," *Critical care medicine,* vol. 28, pp. 138-42, 2000.

[2] M. J. Grundeken *et al.*, "Distal embolization of hydrophilic-coating material from coronary guidewires after percutaneous coronary interventions," (in eng), no. 1941-7632 (Electronic).

[3] G. Valiño, R. Wdowik, J. Misiura, and P. Zapico, "Non-contact measurement of grinding pins by means of a 2D laser micrometer," *Procedia Manufacturing,* vol. 13, pp. 534-541, 2017.

[4] W. Kessel, "Measurement uncertainty according to ISO/BIPM-GUM," *Thermochimica Acta,* vol. 382, no. 1, pp. 1-16, 2002.

[5] พิสิฐ หอมเชย, "การวัดความผิดพลาดกำลังขยายของเครื่องวัดขนาดชิ้นงานอุตสาหกรรม," *วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ,* ปีที่68, ฉบับที่ 15, หน้า 36-39, พฤษภาคม, 2562.

[6] A. I. A. Group, *Measurement Systems Analysis*, 4th ed. 2010.

[7] U. K. A. Service, *M3003 Expression of Uncertainty and Confidence in Measurement*, 4th ed. 2019.

[8] สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ, *บทเรียนมาตรวิทยา*. ปทุมธานี: สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ, 2553.

[9] B. Wen, Y. Shimizu, Y. Watanabe, H. Matsukuma, and W. Gao, "On-machine profile measurement of a micro cutting edge by using a contact-type compact probe unit," *Precision Engineering,* vol. 65, pp. 230-239, 2020.

[10] H. Hui, L. Xinmeng, and L. Xin, "An automatic measurement setup for outer diameter of inner conductor in coaxial air lines," in *77th ARFTG Microwave Measurement Conference*, 2011, pp. 1-3.

[11] Sipcon. Profile Projectors – All you need to know! [Online]. Available:https://sipconinstrument.com/2019/06/14/profile-projectors-all-you-need-to-know/

การศึกษาการทำงานและระยะเวลาการทำงานของพนักงาน Repack สินค้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้กับพนักงาน โดยวิธีการการจัดจำลองแผนผังชั้นวางสินค้าสำเร็จรูป กรณีศึกษา บริษัทผลิตชิ้นส่วนรถยนต์

THE STUDY OF WORK PROCESSES AND PERFORMANCE ENHANCEMENT FOR REPACKING OFFICER BY IMPROVING STORAGE LAYOUT CASE STUDY OF VARIOUS TYPES OF AUTO PARTS COMPANIES

1st อัยจิรา เต็งศิริ
IJIRA TENGSIRI
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
The Faculty of Business Administration
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok / Thailand
Email : te,ijira_st@tni.ac.th

2nd พงศ์ศักดิ์ สายธัญญา
PONGSAK SAITHANYA
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
The Faculty of Business Administration
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok / Thailand
Email : pongsak@tni.ac.th

บทคัดย่อ **วิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้กับพนักงาน Repack สินค้าโดยการจัดพื้นที่ชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปใหม่ กรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่ง เนื่องจากพนักงาน Repack สินค้าไม่ทันตามรอบเวลาที่กำหนดเอาไว้ตามมาตรฐานการทำงานอยู่ที่ 12 นาที/รอบ ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานไม่ตรงตามเป้าหมายของบริษัทซึ่งก่อให้เกิดความสูญเปล่า**

จากการศึกษาการทำงานของพนักงานและศึกษาจำนวน Kanban ที่เข้ามาในแต่ละรอบการทำงานจึงพบปัญหาจากการปฏิบัติงานสภาพปัจจุบันชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปมีการจัดวางอยู่หลังไลน์การผลิต แบ่งออกเป็น 4 โซนตามลักษณะของสินค้ามีความยาว 47 เมตร ผู้วิจัยนำหลักการ ECRS มาใช้โดย การทำให้ง่าย (Simplify) และการจัดใหม่ (Rearrange) โดยการออกแบบพื้นที่และปรับวิธีการทำงานของพนักงานใหม่เพื่อลดการสูญเสียจากการทำงานของพนักงาน

จากแนวทางการปรับปรุง พบว่าระยะทางการเดินของพนักงานสั้นลง เหลือระยะทาง 23 เมตร ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานเพิ่มขึ้นจากเดิม 73% เป็น 95% ตามเป้าหมายของบริษัท และพนักงานสามารถทำงานได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

นิยามศัพท์ : หลักการ ECRS, เพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน, มาตรฐานการทำงาน

Abstract **This research is aimed at Learn how to increase productivity for repack employees by re-organizing finished product shelves. A case study of the auto parts industry Because Repack employees do not meet the scheduled time, the standard work is 12 minutes / cycle, the employee's performance does not meet the company's goals, which is a waste.**

From studying the work of the employees and studying the number of Kanban that come in each work cycle, there are problems from operations. In its current condition, the finished product shelf is located behind the production line, divided into four zones according to the product characteristics, 47meters long. By redesigning the area and adjusting the working methods of employees to reduce the loss of employees.

From the approach to improvement It was found that the walking distance of employees was reduced to 23 meters. Employee productivity increased from 73% to 95% according to the company's goal. And employees can work according to the specified standards

Keyword : ECRS principle, work efficiency improvement, work standard

I บทนำ

II.I ความเป็นมาของงานวิจัย

คลังสินค้าของบริษัท โดยพื้นที่ชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปจะวางอยู่หลังไลน์การผลิต เมื่อทำการผลิตเสร็จแล้ว พนักงานจะสามารถนำสินค้าเข้าชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปได้ทันที โดยชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปจะแบ่งออกได้เป็น 4 โซน โดยแบ่งตามลักษณะของสินค้า มีพนักงาน Repack สินค้าทั้งหมด 5 คนโดยพนักงานแต่ละคนจะรับผิดชอบแค่ในโซนของตัวเองเท่านั้น ปัจจุบันปัญหาที่พบภายในคลังสินค้าของบริษัท คือพื้นที่การวางสินค้าสำเร็จรูปมีขนาดพื้นที่ที่กว้างและไกลมากเกินไป โดยจัดทำจนเต็มพื้นที่ อีกทั้งระยะเวลาในการทำงานของพนักงานในแต่ละโซนมีไม่เท่ากัน จึงทำให้พนักงาน Repack สินค้าในแต่โซนไม่สามารถทำงานได้ทันตามรอบเวลาที่กำหนดเอาไว้ได้คือ 12 นาทีต่อรอบ ทั้งนี้จากปัญหาที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการ Repack สินค้ายังส่งผลกระทบไปยังกระบวนการต่อไปที่ต้องรอให้สินค้าของแต่ละโซนมาครบจึงจะเริ่มกระบวนการทำงานได้ ทำให้กระบวนการนี้เกิดการล้าช้าเกิดขึ้น

จากปัญหาที่พบจึงได้ทำลงพื้นที่เก็บข้อมูลเพื่อนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานทั้ง 4 โซน พบว่า ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน Repack สินค้าต่ำกว่าเกณฑ์ที่บริษัทกำหนดไว้ จึงได้ทำการศึกษาและวัดขนาดของพื้นที่สำหรับการจัดวางสินค้าและศึกษาวิธีการทำงานของพนักงาน เพื่อนำมาวางแผนการจัดเรียงพื้นที่คลังสินค้าและจัดสรรวิธีการทำงานของพนักงานใหม่เพื่อลดระยะทางการเดินให้กับพนักงานและเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน Repack ให้ถึงเกณฑ์ตามที่บริษัทกำหนด

II.II ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินงานวิจัยสหกิจนี้ ผู้จัดทำได้นำทฤษฎี หลักการพื้นฐานและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

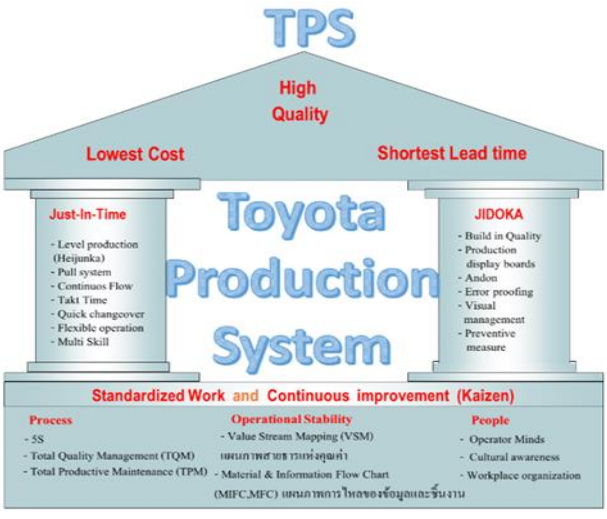
ประเสริฐ (2554) [1] ได้กล่าวถึงแนวคิดหลักการ ECRS ว่าเป็นหลักการที่ประกอบด้วย การกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และการทำให้ง่าย (Simplify) ซึ่งเป็นหลักการง่ายๆ ที่สามารถใช้ในการเริ่มต้นลดความสูญเปล่าหรือ MUDA ลงได้เป็นอย่างดี ซึ่งความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นนี้เกี่ยวข้องกับการลดความสูญเปล่าในการทำงานของพนักงาน ดังนั้นจึงควรให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในเรื่องของการลดความสูญเปล่า เพราะความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจะส่งผลให้พนักงานมีเวลาว่างจากการทำงานโดยเสียเปล่าโดยที่เวลานั้นพนักงานอาจจะสามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ผลที่ตามมา คือ พนักงานทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพและใช้จำนวนพนักงานจากกระบวนการนั้นมากเกินไปโดยเปล่าประโยชน์ โดยแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้กับพนักงาน สามารถใช้แนวทางในการลดความสูญเปล่าสามารถลดลงได้ด้วยหลักการ ECRS ได้ดังนี้ การกำจัด (Eliminate) คือการเคลื่อนที่เคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ การเก็บสินค้าที่มากเกินไป การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็นและของเสียกำจัดให้ออกไป การรวมกัน (Combine) คือการรวมบางขั้นตอนเข้าด้วยกัน ทำให้ขั้นตอนที่ต้องทำลดลงจากเดิม การทำงานก็จะสามารถทำได้เร็วขึ้นและลดการเดินเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนลงอีกด้วย การจัดใหม่ (Rearrange) คือการจัดลำดับหรือสลับเปลี่ยนขั้นตอนการทำงานใหม่ให้เหมาะสม เพื่อลดเวลาสูญเปล่าจากการทำงานที่ไม่จำเป็น การทำให้ง่าย (Simplify) คือการจัดรูปแบบของเอกสารให้เข้าใจง่ายและสะดวกเหมาะสมกับการใช้งาน หรือเป็นการปรับปรุงการทำงานให้ง่ายและสะดวกขึ้น

จำลักษณ์ (2553) [2] ได้กล่าวถึงแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสูญเปล่า (MUDA) ว่าคือความสูญเปล่าที่แฝงอยู่ในกระบวนการผลิต ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตสูงเกินกว่าที่ควรจะเป็น ทำให้เกิดความล่าช้าในการผลิต ผู้ปฏิบัติต้องเสียเวลาในการแก้ไขปัญหาแทนที่ จะสามารถใช้ช่วงเวลานั้นในการปฏิบัติงานให้ได้ผลงานที่มีคุณภาพ หรือคิดสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนางานให้ดียิ่งขึ้นจึงจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้ว่ามีความสูญเปล่าใดบ้าง อยู่ในกระบวนการและจะทำอย่างไรเพื่อที่จะขจัดความสูญเปล่าให้หมดไป โดยมีทั้งหมด 7 ประการ คือ 1. ความสูญเปล่าเนื่องจากการผลิตมากเกินไป 2. ความสูญเปล่าเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น 3.ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง 4.ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย/แก้ไขงานเสีย 5.ความสูญเปล่าเนื่องจากกระบวนการผลิตที่ขาดประสิทธิผล 6.ความสูญเปล่าเนื่องจากการรอคอย 7.ความสูญเปล่าเนื่องจากการเคลื่อนไหว

การวิเคราะห์ปัญหาด้วย Why-Why analysis เป็นเทคนิคการวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นต้นเหตุอย่างเป็นระบบมีขั้นตอนอย่างละเอียดไม่ใช่แบบการคาดเดา โดยหากเราสามารถค้นพบสาเหตุรากเหง้าและกำจัดได้แล้ว ปัญหาเดิมจะไม่เกิดซ้ำ หากปัญหาเดิมเกิดซ้ำ แสดงว่าการวิเคราะห์ของเรานั้นมาผิดทาง หรือ อาจมีบางสาเหตุตกหล่นไป อาจจะต้องมาทำการวิเคราะห์ใหม่

นันทิ (2553) [4] ได้กล่าวถึงหลักการผลิตแบบโตโยต้าว่า การผลิตนั้นมีเป้าหมายที่คุณภาพสูงสุดเพื่อกำจัดความสูญเปล่าออกจากกระบวนการผลิตและมุ่งเน้นการลดต้นทุนให้ต้นทุนต่ำสุดและเวลาตั้งแต่การผลิตจนส่งมอบสั้นที่สุดถือว่า Stock เป็นต้นทุน จึงต้องทำการผลิตโดยไม่ให้เหลือของในคลัง TPS ประกอบด้วยวิธีการหลักๆ ประกอบด้วย 2 เสาหลักสำคัญ คือ

Just in Time เป็นปรัชญาที่มุ่งหมายให้ผลิตในส่งที่ต้องการ ส่งมอบตามเวลาที่ต้องการ ในปริมาณที่ต้องการ และมีสินค้าคงคลังคงเหลือให้น้อยที่สุด ซึ่งนำไปสู่การผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพด้วยต้นทุนต่ำเนื่องจากมีการใช้ต้นทุนตามเวลาที่เหมาะสม และสามารถส่งมอบได้ทันเวลาที่ลูกค้าและ Jidoka การควบคุมความผิดพลาดในการทำงานที่อาจจะทำให้สิ้นค้าเสียเกิดขึ้น หรือทุก ๆ กระบวนการหากเกิดการผิดพลาดขึ้น มีระบบ



อัตโนมัติเพื่อหยุดยั้งการส่งสินค้าที่มีความเสียหาย หรือคุณภาพไม่ได้มาตรฐาน ไปยังกระบวนการต่อไปซึ่งอาจจะส่งผลให้เกิดการผลิตสินค้าสำเร็จรูปที่ไม่ได้คุณภาพหรือไม่ได้มาตรฐานส่งไปยังถึงมือลูกค้าได้ หรืออาจกล่าวอย่างสั้น ๆ ได้ว่า ระบบ JIDOKA คือ กระบวนการควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติเพื่อป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในหลักการที่ใช้ในสายการผลิตหรือในเครื่องจักร

รูปที่ I. เสาหลักโตโยต้า

II.วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

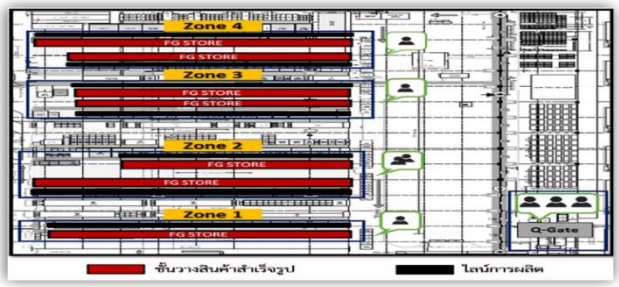
งานวิจัยครั้งนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้กับพนักงาน Repack สินค้า และลดระยะทางการเดินของพนักงาน Repack เพื่อให้พนักงาน Repack สินค้าได้ทันตามรอบเวลาที่กำหนด

III.วิธีการดำเนินการวิจัย

ทำการศึกษากระบวนการทำงานของพนักงาน ใช้ทฤษฎี MUDA ในการหาความสูญเปล่า และหาต้นตอของสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยเครื่องมือ Why-Why analysis จากนั้นหาแนวทางการปรับปรุงการทำงานของพนักงานให้ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานเพิ่มขึ้น ลดความสูญเปล่าด้วยทฤษฎี ECRS ให้ได้ตามเป้าหมายที่บริษัทกำหนด

การเก็บข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีความสำคัญต่อโครงงาน โดยการสอบถามข้อมูลจากพนักงานประจำที่มีความเกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานในส่วนของโซนชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปทั้งหมด ศึกษาและสังเกตการณ์ทำงานของกระบวนการ รวมไปถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีความสำคัญในการจัดทำวิจัยในครั้งนี้ โดยมีขั้นตอนและรายละเอียดของกรอบการดำเนินงานวิจัย ดังนี้ 1.วิคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วย Why-Why analysis ถึงสาเหตุหลักว่า แผนผังชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปมีผลต่อการทำงานของพนักงานจริงหรือไม่อย่างไร 2.วิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานในปัจจุบันด้วยการ Similations Workload จากระยะเวลาการทำงานของพนักงาน 3.จำลองแผนผังชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปโดยใช้โปรแกรม Visio 4.บันทึกข้อมูลการจับเวลาพนักงานแต่ละโซนและทำการ Simulations Workload ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel 5.วางแผนการดำเนินการปรับปรุงแก้ไข Layout โดยใช้ทฤษฎี ECRS และทฤษฎี MUDA การวิเคราะห์ข้อมูล และการกำหนดตัวชี้วัดผล

IV.ผลการวิจัย



รูปที่ II. แผนผังชั้นวางสินค้าสำเร็จรูป

ทำการศึกษาแผนผังโรงงาน ในส่วนของชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปรวมไปถึงในพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง และศึกษาวิธีการดำเนินงานของพนักงาน Repack สินค้าเพื่อให้เข้าใจถึงกระบวนการทำงานของพนักงานในแต่ละขั้นตอนว่ามีวิธีการทำงานอย่างไร ในปัจจุบันชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปตั้งอยู่หลังไลน์การผลิต ชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปแบ่งออกเป็นทั้งหมด 4 โซนโดยแบ่งตามกรุ๊ปของสินค้าที่ผลิต ชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปมีระยะความยาว 47 เมตร โดยจะมีพนักงาน Repack สินค้าทั้งหมด 4 คน และพนักงาน Support การทำงานอีก 1 คน การทำงานของพนักงานแบ่งเป็นโซนละ 1 คน รับผิดชอบแค่โซนของตัวเองเท่านั้นไม่สามารถทำงานข้ามโซนได้ และใน 1 วันทำงานจะมีรอบการ Repack สินค้าทั้งหมด 96 รอบ รอบละ 12 นาที การทำงานของพนักงานจะแบ่งเป็น 2 กะ กะเช้าและกะกลางคืน

ลูกค้าหลักของบริษัทคือ บริษัทโตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด โดยทางเราจะส่งสินค้าให้กับโรงงานประกอบรถยนต์ของโตโยต้าโดยตรง โรงงานประกอบรถยนต์ของโตโยต้า มีทั้งหมด 4 ที่คือ โตโยต้าสำโรง โตโยต้าบ้านโพธิ์ โตโยต้าบางปะกง และโตโยต้าเกตเวย์ โดยจะมีแค่โตโยต้าเกตเวย์เท่านั้นที่เป็นการส่งสินค้าออกต่างประเทศ การเรียกงานของลูกค้าในแต่ละที่ก็จะแตกต่างกันออกไป เพราะโรงงานประกอบรถยนต์แต่ละที่มีการใช้ชิ้นส่วนประกอบรถยนต์ที่แตกต่างกันหลากหลายรุ่น และหลากหลายสี จำนวนของสินค้าที่ลูกค้าในแต่ละที่เรียกก็มีจำนวนที่ไม่เท่ากัน ทำให้การทำงานของพนักงานในแต่ละโซนมีไม่เท่ากัน เพราะในแต่ละรอบการทำงานของพนักงาน บางรอบลูกค้าก็ไม่เรียกพาร์ทงานนั้นจะทำให้พนักงานในโซนนั้นมีเวลาที่สูญเปล่าจากการทำงาน

ขั้นตอนการทำงานของพนักงาน Repack สินค้า

1. รับคำสั่งซื้อสินค้าจากลูกค้ามาเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์
2. ปริ้นใบ Kanban ออกมา และนำมาใส่ไว้ที่ตู้ Heijunka ในแต่ละรอบ
3. พนักงานขับรถ E-Car จะมาหยิบใบ Kanban จากตู้ Heijunka ออกมาตามรอบเวลางานที่กำหนดไว้
4. พนักงานขับรถ E-Car จะนำใบ Kanban มาเบิกกล่องเพื่อนำไปใส่สินค้า
5. พนักงานจะนำกล่องและใบ Kanban มาปล่อยไว้ที่จุด Waiting Area ของจุด Repacking สินค้าของแต่ละโซน
6. พนักงานจะเข้าไปทำการ Repack สินค้าตามใบ Kanban ของลูกค้าที่ได้รับมาเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการจะนำสินค้าออกมาไว้ที่จุด waiting Area เมื่อถึงรอบเวลาที่กำหนด พนักงานขับรถ E-car จะมาพ่วงสินค้าของทุกโซนออกไปไว้ที่จุด Q-Gate
7. พนักงานในจุด Q-Gate จะทำหน้าที่ตรวจเช็คสภาพสินค้าและจำนวนและรวบรวมสินค้าของลูกค้าก่อนจะเรียงสินค้าลง Pallet
8. นำ Pallet งานของลูกค้ามาไว้ที่ P-Lane ตามรหัสของ Dock Code เพื่อรอเวลาที่จะจัดส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้าต่อไป

ศึกษาจำนวน Kanban

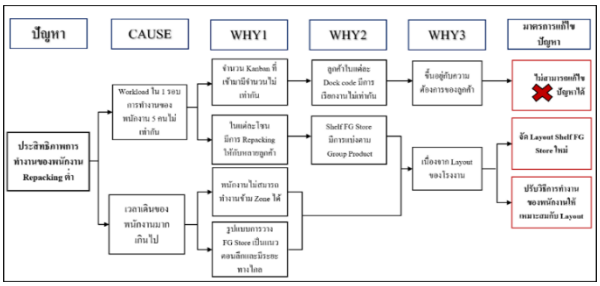
รูปที่ IV. จำนวน Kanban ที่เข้ามา

ทำการศึกษาจำนวน Kanban ที่เข้ามาทั้งหมด 96 รอบใน 1 วัน พบว่าจำนวน Kanban ที่เข้ามานั้นมีจำนวนที่ไม่เท่ากันเลยแม้แต่รอบเดียว เนื่องมาจากคำสั่งซื้อของลูกค้าทั้ง 4 ที่ มีจำนวนที่ไม่เท่ากันเลยในแต่ละรอบ ส่งผลให้ระยะเวลาการทำงานของพนักงาน Repack สินค้าในแต่ละโซน แต่ละรอบไม่เท่ากัน

ศึกษาระยะเวลาการทำงานของพนักงาน

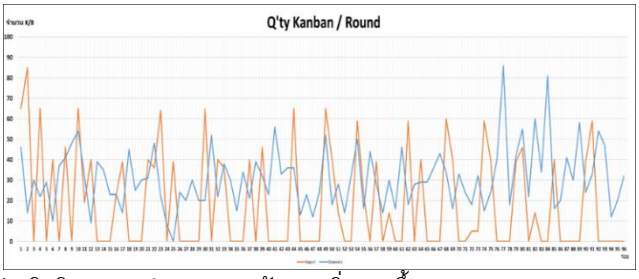
ทำการศึกษาระยะเวลาการทำงานของพนักงาน ทั้งหมด 4 โซน โดยจากการทำงานของพนักงานทำให้พบว่า เพราะจำนวน Kanban ที่เข้ามาไม่เท่ากันในแต่ละรอบการทำงาน มีผลต่อการทำงานของพนักงาน Repack สินค้าในทุกโซน เพราะทำให้การทำงานของพนักงาน Repack สินค้ามีการทำงานที่เกินเวลามาตรฐานการทำงานที่กำหนดเอาไว้ที่ 12 นาทีต่อรอบ มีผลมาจากที่จำนวน Kanban ที่ลูกค้าเรียกงานในรอบนั้นเข้ามามากเกินไป ทำให้พนักงาน Repack สินค้าไม่ทันตามรอบเวลาที่กำหนด และในรอบการทำงานพนักงานที่พนักงาน Repack สินค้าเสร็จก่อนรอบเวลาที่กำหนด มีผลมาจากที่จำนวน Kanban ที่เข้ามานั้นมีจำนวนที่น้อย เพราะลูกค้าเรียกงานพาร์ทนั้นน้อย ส่งผลให้พนักงาน Repack สินค้าเสร็จก่อนเวลาที่กำหนด แต่ถ้าในรอบไหนที่ลูกค้าไม่เรียกงานชนิดนั้นเลย จะทำให้พนักงาน Repack สินค้าในโซนนั้นเกิดเวลาสูญเปล่าจากการว่างงาน

วิเคราะห์ปัญหาด้วย Why-why Analysis



รูปที่ วิเคราะห์ปัญหาด้วย Why-why Analysis

จากปัญหาที่พบคือ ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน Repack สินค้าต่ำ สาเหตุที่พบอย่างแรกมาจาก Workload การทำงานของพนักงานทั้ง 5 คนไม่เท่ากัน เพราะว่าจำนวน Kanban ที่เข้าในแต่ละรอบไม่เท่ากันเลย เนื่องจากลูกค้าในแต่ละ Plant มีการเรียกงานที่ไม่เท่ากันซึ่งคำสั่งซื้อขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้าทำให้ไม่สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้ และพนักงานในแต่ละโซนมีการ Repack งานให้กับทุกลูกค้า เพราะชั้นวางสินค้าเป็นการแบ่งตามกลุ่มของสินค้า สาเหตุที่สองมาจากเวลาสูญเปล่าจากการเดินของพนักงานมากเกินไป เนื่องจากพนักงานไม่สามารถทำงานข้ามโซนได้ รับผิดชอบแค่ของโซนตัวเองเท่านั้น และชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปมีระยะทางที่ไกล ทั้งสองสาเหตุที่พบอันเนื่องมากจากการจัดพื้นที่ของโรงงาน ทำให้ส่งผลต่อการทำงานของพนักงานเป็นอย่างมาก มาตรการแก้ไขปัญหาคือ จัดพื้นที่ชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปใหม่โดยแบ่งตามกลุ่มของลูกค้าและปรับวิธีการทำงานของพนักงานให้เหมาะสมกับพื้นที่เพื่อทำให้



ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานเพิ่มมากขึ้น

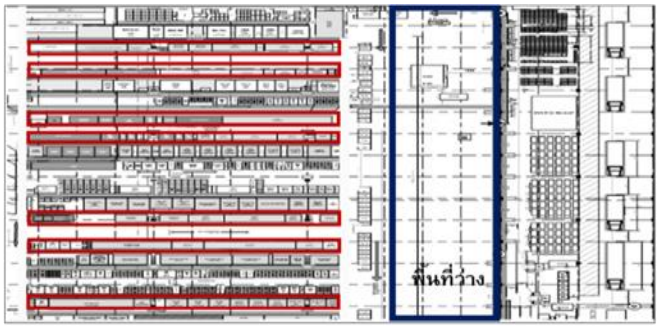
IV.I ผลการวิเคราะห์การปรับปรุงกระบวนการ

จากการวิเคราะห์สภาพปัญหาในปัจจุบัน พบว่าในปัจจุบันพื้นที่ชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปที่มีการจัดวางสินค้าแบบเรียงตามกลุ่มสินค้าและมีขนาดพื้นที่ที่ยาวทำให้ส่งผลต่อการทำงานของพนักงาน Repack สินค้าเนื่องจากประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานไม่เป็นไปตามเป้าหมายเพราะระยะเวลาการทำงานของพนักงานไม่เท่ากันของบริษัท จึงได้ทำการจำลองพื้นที่ชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปใหม่และปรับวิธีการทำงานของพนักงาน Repack สินค้าใหม่ให้เหมาะสม เพื่อให้พนักงานสามารถ Repack สินค้าได้ในระยะทางที่สั้นลง อีกทั้งยังส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานเพิ่มขึ้น เป็นไปตามเป้าหมายที่บริษัทกำหนด

IV.II ผลการวิเคราะห์การวิเคราะห์เปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง

<u>ชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปก่อนการปรับปรุง</u>

พื้นที่ชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปก่อนการปรับปรุง มีการวางชั้นวางสินค้าอยู่หลังไลน์การผลิตและจัดวางสินค้าแบบแบ่งตามกลุ่มของสินค้าที่ผลิตแบ่งออกได้ 5 โซน และชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปในแต่ละโซน มีระยะทางความยาว 47 เมตร มีพนักงาน Repack สินค้าทั้งหมด 5 คน การ Repack สินค้าของแต่ละโซนไม่ได้ถูกรวมออร์เดอของลูกค้าไว้ที่โซนใดโซนหนึ่ง แต่จะเป็นการ Repack สินค้าของลูกค้าที่เรียกพาร์ทงานในแต่ละโซน และงานนั้นจะถูกรวมออร์เดอที่จุด Q-Gate ซึ่งเป็นกระบวนการถัดไป



รูปที่ ชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปก่อนการปรับปรุง

เวลาทำงานทั้งหมด = เวลา Repack + เวลาเปลี่ยนรถ + เวลาอื่น + เวลาเดิน
= 53.4 + 0.93 + 8.27 + 8.5 = 71.10 ชั่วโมง
เวลาทำงานต่อวัน = 19.5 ชั่วโมง
จำนวนคนที่ต้องการ = เวลาทำงานทั้งหมด ÷ เวลาทำงานต่อวัน
= 71.10 ÷ 19.5 = 3.65 คน
จำนวนคนที่มีอยู่ = 5 คน
ประสิทธิภาพการทำงาน $= \frac{3.65}{5} \times 100 = 73\ \%$

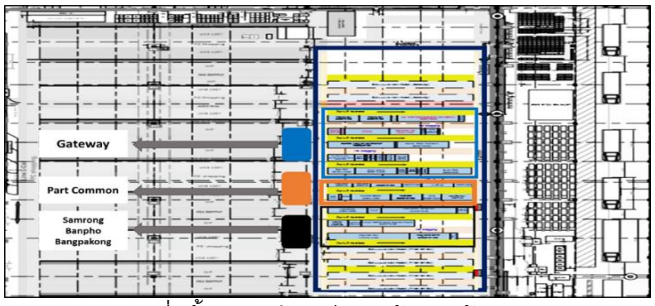
รูปที่ ชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปก่อนการปรับปรุง

ชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปหลังการปรับปรุง

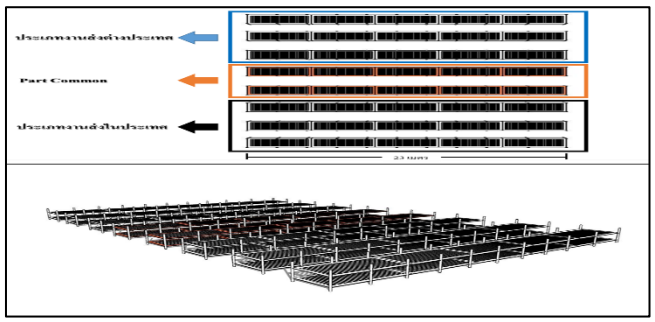
ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาโดยใช้หลักการ ECRS โดยใช้ R (Rearrange) และ S (Simplify) การจำลองจัดพื้นที่ชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปใหม่โดยใช้โปรแกรม Visio ในการออกแบบชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปใหม่โดยใช้พื้นที่ว่างของบริษัทในการจำลองวางชั้นวางสินค้าสำเร็จรูป จัดเรียงชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปจะเป็นการจัดเรียงแบบตามกลุ่มของลูกค้า โดยทำการแยกประเภทของสินค้าที่ลูกค้าแต่ละ Plant งานเรียกออกมาและจัดเรียงสินค้าชนิดที่ลูกค้าเรียกงานนั้นเหมือนกันให้อยู่ในประเภทเดียวกัน จากที่ทำการแยกประเภทของลูกค้าออกแล้ว ซึ่งจะแบ่งออกได้ 3 กลุ่มดังนี้

1. Plant Gateway (ประเภทงานที่ส่งต่างประเทศ)
2. Plant Samrong, Banpho, Bangpakong (ประเภทงานส่งในประเทศ)
3. Part Common (ประเภทงานที่ทั้งสองกลุ่มเรียกเหมือนกัน)

โดยจัดวางชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปให้มีระยะทางที่สั้นลงเหลือเพียง 23 เมตร เท่านั้น เพื่อให้พนักงานสามารถเดิน Repack สินค้าในระยะทางที่สั้นลงแต่เป็นการเพิ่มความถี่ของการเดินให้มากขึ้นแทน



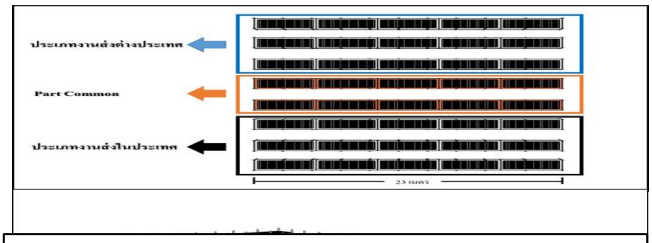
รูปที่ ชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปหลังการปรับปรุง



รูปที่ ชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปหลังการปรับปรุง

ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานก่อนปรับปรุง

รูปที่ ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานก่อนการปรับปรุง



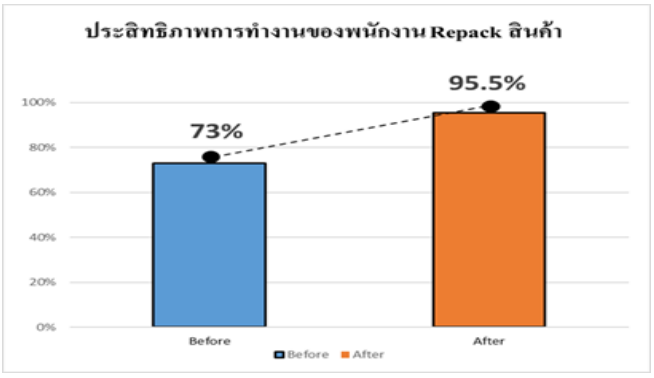
เวลาทำงานทั้งหมด = เวลา Repack + เวลาเปลี่ยนรถ + เวลาอื่น + เวลาเดิน
= 6.28 + 53.41 + 0.93 + 8.27 + 5.61 = 74.5 ชั่วโมง
เวลาทำงานต่อวัน = 19.5 ชั่วโมง
จำนวนคนที่ต้องการ = เวลาทำงานทั้งหมด ÷ เวลาทำงานต่อวัน
= 74.5 ÷ 19.5 = 3.82 คน
ประสิทธิภาพการทำงาน $= \frac{3.82}{4} \times 100 = 95.5\ \%$

รูปที่ ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานหลังการปรับปรุง

จากการ Simulations คำนวณประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานหลังการปรับปรุงจากการจำลองพื้นที่ชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปใหม่ทำให้พบว่าประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน Repack สินค้าเป็นไปตามเป้าหมายของบริษัท และจำนวนพนักงานที่ต้องการลดลงเหลือ 4 คน จึงได้ทำการจัดสรรวิธีการทำงานของพนักงานใหม่ให้เหมาะสม ดังนี้

- พนักงาน 2 คน Repack สินค้าในส่วนของประเภทงานส่งต่างประเทศ
- พนักงาน 2 คน Repack สินค้าในส่วนของประเภทงานส่งในประเทศ

โดยที่พนักงานจะช่วยกัน Repack สินค้าตามออเดอร์ของลูกค้าและทำการรวบรวมออเดอร์ของลูกค้าในขณะที่ Repack สินค้า เพื่อที่จะได้ไม่ต้องรวบรวมออเดอร์ของลูกค้าอีกครั้งในกระบวนการถัดไป จะทำให้สามารถปิดออเดอร์ของลูกค้าได้ตามรอบ และไม่มีการรองานกันเกิดขึ้น อีกทั้งยังสามารถลดจำนวนพนักงานในส่วนงานนี้ได้อีก 1 คน ทั้งนี้การจัดพื้นที่ชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปและปรับปรุงกระบวนการทำงานของพนักงานจะสามารถลด MUDA ที่เกิดขึ้นจากการทำงานได้อีกด้วย



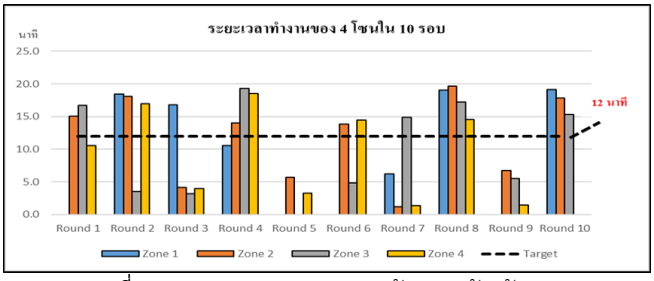
รูปที่ ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานก่อน-หลังการปรับปรุง

ระยะเวลาการทำงานของพนักงานก่อนการปรับปรุง

รูปที่ ระยะเวลาการทำงานของพนักงานก่อนปรับปรุง

ก่อนการปรับปรุงพบว่าพนักงาน Repack สินค้าไม่ทันตามรอบเวลามาตรฐานที่กำหนด ทำให้เกิดการล่าช้าในการตรวจสอบสินค้าและรวบรวมออเดอในขั้นตอนถัดไป

ระยะเวลาการทำงานของพนักงานหลังการปรับปรุง



รูปที่ ระยะเวลาการทำงานของพนักงานหลังปรับปรุง

หลังการปรับปรุงเมื่อเปลี่ยนวิธีการทำงานจะพบว่าพนักงาน Repack สินค้าได้ทันตามรอบเวลาที่กำหนดมากขึ้น แต่ยังมีบางรอบที่มีจำนวน Kanban เข้ามามากทำให้ในรอบนั้นยัง Repack สินค้าไม่ทันตามรอบเวลาที่กำหนด

V.สรุปผล

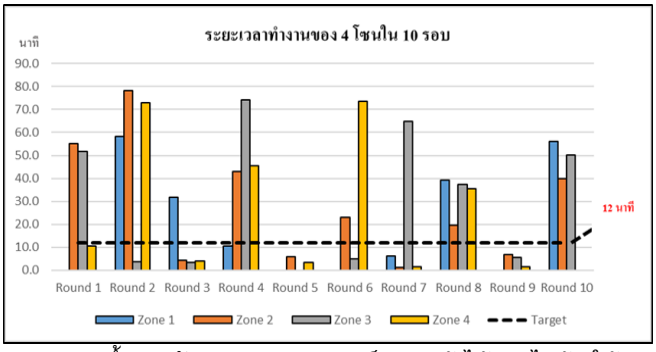
VI.บทสรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาเรื่อง ศึกษาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้กับพนักงาน Repack สินค้าโดยการจัดแผนผังชั้นวางสินค้าสำเร็จรูป บริษัท โคจิมา ออโต้ เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด เนื่องจากสภาพปัจจุบันพื้นที่ชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปของบริษัทมีขนาดพื้นที่ที่ติดอยู่กับไลน์ผลิตสินค้าและมีระยะทางที่ไกล ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน Repack สินค้าต่ำกว่าเกณฑ์ที่บริษัทกำหนดไว้ จากสภาพปัจจุบันที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ได้ทำการศึกษาและจำลองจัดพื้นที่ชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปใหม่ เพื่อช่วยให้พนักงานได้ทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากการทำงานที่ไม่จำเป็นโดยการปรับวิธีการทำงานของพนักงานใหม่ ให้พนักงานสามารถทำงานได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

จากการศึกษาสภาพปัจจุบันได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากสถานที่ปฏิบัติงานจริง พบว่าพื้นที่ชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปส่งผลต่อการทำงานของพนักงานของพนักงานเป็นอย่างมาก เพื่อช่วยลดผลกระทบในการทำงานของพนักงานการวิเคราะห์คือ ทฤษฎี Why-Why Analysis และหลักการ ECRS.

VII.อภิปรายผลและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลหลังการแก้ไขปรับปรุง คือ การจำลองพื้นที่ชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปโดยการใช้พื้นที่ว่างที่เหลือของบบริษัท โดยการจำลองจัดชั้นวางสินค้าสำเร็จรูป ผลที่ได้คือมีขนาดพื้นที่ 23 เมตรต่อช่อง จากเดิมที่มีขนาดพื้นที่ 47 เมตรต่อช่อง และจัดเรียงสินค้าใหม่โดยแบ่งกลุ่มของลูกค้า และแยกประเภทของสินค้าทำการจัดเรียงใหม่ เพื่อให้พนักงาน Repack สินค้าได้



สะดวกมากขึ้นและยังสามารถรวมออเดอร์ของลูกค้าได้เลย ไม่ต้องให้งานไปกองรอในกระบวนการถัดไปเพื่อรอรวมออเดอร์ อีกทั้งสามารถลดพนักงาน Repack สินค้าลงได้ 1 คน และยังปรับวิธีการทำงานของพนักงาน Repack สินค้าเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ผลจากการวิเคราะห์คือ ประสิทธิภาพของพนักงานเพิ่มขึ้นจากเดิม 73% เป็น 96% เป็นไปตามเป้าหมายของบริษัท

บรรณานุกรม

[1] ประเสริฐ อัครประถมพงศ์. (2554). การลดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS [Online], Available : http://cpico.wordpress.com [สืบค้นเมื่อ 23 ธันวาคม 2563]

[2] จำลักษณ์ ขุนพลแก้ว. (2553). ความสูญเสียจาก 3MU [ออนไลน์], Available : https://th.jobsdb.com [สืบค้นเมื่อ 23 ธันวาคม 2563]

[3] วิฐิณัฐ ภัครพรหมินทร์. (2555). ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System) Available : http://www.dms.eng.su.ac.th [สืบค้นเมื่อ 23 ธันวาคม 2563]

[4] นันทิ สุทธิการนฤนัย. (2553). ระบบการผลิตแบบโตโยต้า [ออนไลน์], Available : http://www.logistics.go.th [สืบค้นเมื่อ 23 ธันวาคม 2563]

[5] ณัฐพล นิธิปรัชญาปกฤต. (2560) การทำสมดุลการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์ เสื้อแจ็คเก็ตลูกค้า Mont-Bell : กรณีศึกษา บริษัท วี.ที.การ์เม้นท์ จำกัด. สหกิจ ศึกษา (สาขาการจัดการอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : บริหารธุรกิจบัณฑิต สถาบัน เทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น [สืบค้นเมื่อ 23 ธันวาคม 2563]

[6] ภาณิชา สัตนาโค; และคณะ. (2561). การปรับปรุงผังโรงงานด้วยเทคนิค ECRS และการจำลองสถานการณ์: กรณีศึกษา Plant Layout Improvement with ECRS and Simulation Model. บทความวิจัย (สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ). วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิตมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน [สืบค้นเมื่อ 23 ธันวาคม 2563]

[7] ลัดดาวัลย์ นันทจินดา. (2559). การประยุกต์ECRS กลับบริษัทขนส่งระบบ Milk run กรณีศึกษา บริษัท ABC Transport (สาขาวิชาการ

จัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน). วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย
บูรพา [สืบค้นเมื่อ 23 ธันวาคม 2563]

ปัจจัยจากการสื่อสารแบบปากต่อปากบนอินเตอร์เน็ตที่มีผลต่อการตัดสินใจบริจาคอวัยวะของคนไทย

Factors from Electronic Word-of-Mouth (eWOM) that Influence Thai People's Organ Donation Decision

1st นนทินี กิจนิที
Nontinee Kitnitee
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Department of Industrial Engineering,
Faculty of Engineering, Kasetsart University
Bangkok, Thailand
nontinee.ki@ku.th

2nd นราภรณ์ เภาประเสริฐ
Naraphorn Paoprasert
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Department of Industrial Engineering,
Faculty of Engineering, Kasetsart University
Bangkok, Thailand
fengnpp@ku.ac.th

3rd สุวิชภรณ์ วิชกูล
Suwitchaporn Witchakul
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Department of Industrial Engineering,
Faculty of Engineering, Kasetsart University
Bangkok, Thailand
fengspw@ku.ac.th

***บทคัดย่อ* — งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความคิดเห็นของประชาชนไทยเกี่ยวกับการบริจาคอวัยวะ และศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจบริจาคอวัยวะผ่านทัศนคติ การรับรู้ และพฤติกรรม โดยสร้างตัวแบบสมการโครงสร้างในการทดสอบข้อสมมติฐาน แต่เนื่องจากในการสำรวจมีข้อจำกัดของเวลา จึงได้จำนวนผู้ตอบรับแบบสอบถามไม่มากนัก ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้การสุ่มข้อมูลคำตอบจำนวนสิบรอบ พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในทุก ๆ รอบ และสามารถอธิบายได้ว่าการรับรู้ข้อมูลผ่านการสื่อสารแบบปากต่อปากบนอินเตอร์เน็ต และความรู้เกี่ยวกับการบริจาคอวัยวะ ส่งผลให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวการบริจาคอวัยวะเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การรับรู้ข้อมูลผ่านการสื่อสารแบบปากต่อปากบนอินเตอร์เน็ต และการยินดีช่วยเหลือผู้อื่นยังส่งผลต่อการตอบสนองการรับรู้เรื่องการบริจาคอวัยวะเพิ่มขึ้นเช่นกัน ในขณะที่ความเข้าใจเกี่ยวการบริจาคอวัยวะและการตอบสนองต่อการรับรู้เรื่องการบริจาคอวัยวะมีผลต่อความตั้งใจในการบริจาคอวัยวะ โดยมีอิทธิพลทางอ้อมของการรับรู้ข้อมูลผ่านการสื่อสารแบบปากต่อปากบนอินเตอร์เน็ต ความรู้เกี่ยวกับการบริจาคอวัยวะ และการยินดีช่วยเหลือผู้อื่น ที่มีผลต่อความตั้งใจในการบริจาคอวัยวะที่เพิ่มขึ้น**

คำสำคัญ* — *การสื่อสารแบบปากต่อปากบนอินเตอร์เน็ต (eWOM), การบริจาคอวัยวะ, โมเดลสมการโครงสร้าง

***ABSTRACT* — This research aimed to explore the opinions of Thai people about organ donation and to study the factors influencing organ donation decisions through attitudes, perceptions and behaviors by constructing a structural equation model in hypothesis testing. Due to the time limit, the number of responses was insufficient for SEM; hence, we simulated 10 sets of data and found that model verification indicators showed that the model was able to explain the relationship between the variable as the perception of information through electronic word-of-mouth and knowledge about organ donation has resulted in increased understanding of organ donation. In addition, the perception of information through electronic word-of-mouth and being willing to help others has also had an effect on the perceived response to organ donation. The understanding of organ donation and its response to organ donation awareness has resulted in the intention of organ donation that has indirect effect from the perception of information through electronic word-of-mouth, knowledge about organ donation and being willing to help others has resulted in increased the intention of organ donation.**

Keywords* — *electronic word-of-mouth (eWOM), organ donation, structural equation modeling

I. บทนำ

การปลูกถ่ายอวัยวะเป็นความก้าวหน้าทางการแพทย์ที่สำคัญในการต่อชีวิตให้กับผู้ป่วย ซึ่งในปัจจุบันความรู้ทางการปลูกถ่ายอวัยวะ ได้มีวิวัฒนาการไปอย่างรวดเร็ว แต่การรับรู้เรื่องการบริจาคอวัยวะ ยังไม่กว้างขวางนัก และผู้คนยังคงมีความเชื่อที่ส่งผลกระทบต่อจิตใจอยู่หลายประการ ส่งผลให้อวัยวะที่จะนำมาใช้ในการปลูกถ่ายให้กับผู้ป่วยนั้นไม่เพียงพอกับความต้องการที่มีอยู่ ทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนอวัยวะที่จะนำมาปลูกถ่ายโดยจากสถิติการบริจาคอวัยวะ ปี 2553 - 2562 [1] แสดงให้เห็นว่าจำนวนผู้บริจาคในประเทศไทยยังมีจำนวนการบริจาคน้อยมาก เมื่อเทียบกับจำนวนความต้องการอวัยวะของผู้ป่วย โดยมีบางรายอาจเสียชีวิต

ไปก่อนที่จะได้รับการปลูกถ่ายเนื่องจากสภาพร่างกายไม่สามารถสู้กับความเสื่อมสภาพของอวัยวะได้ไหว และบางรายที่ไม่เสียชีวิตก็ต้องรออย่างทรมานโดยไม่รู้ว่าจะได้รับการปลูกถ่ายเมื่อไร

จากภาวะการขาดแคลนอวัยวะสำหรับนำมาปลูกถ่ายในปัจจุบัน มีสาเหตุหลัก ๆ 3 ประการ คือ ประการที่หนึ่ง การขาดความรู้ความเข้าใจของประชาชนเกี่ยวกับการบริจาคอวัยวะ เช่น ประชาชนไม่ทราบเรื่องการปลูกถ่ายอวัยวะ ไม่ทราบประโยชน์ ไม่ทราบวิธีการของการบริจาคอวัยวะ เป็นต้น ประการที่สอง คือ ญาติของผู้เสียชีวิตไม่ยินยอมให้แพทย์เอาอวัยวะออกจากร่างผู้เสียชีวิตไปให้ผู้อื่น เพราะทำใจไม่ได้ หรือยังคงมีความหวังและเชื่อในปาฏิหาริย์ว่าผู้ป่วยจะฟื้นขึ้นมา ส่วนสาเหตุประการสุดท้าย คือ ทัศนคติของประชาชนต่อการบริจาคอวัยวะ ซึ่งมีหลายคนเชื่อว่า หากบริจาคอวัยวะให้ผู้อื่นแล้วจะทำให้เกิดชาติหน้ามีอวัยวะไม่ครบถ้วนเหมือนเดิม หรือหากแสดงความจำนงบริจาคอวัยวะไว้ตั้งแต่ตอนยังมีชีวิตอยู่ ถือเป็นการแช่งตัวเองให้อายุสั้น เป็นต้น [2-4] ซึ่งแม้ว่าตอนนี้จะมีการจัดตั้งหน่วยงานที่รับผิดชอบเรื่องการบริจาคอวัยวะโดยตรง แต่ความรู้ความเข้าใจ และทัศนคติของประชาชนที่ยังไม่ยอมรับและปฏิเสธการบริจาคยังคงเป็นเรื่องที่เกิดขึ้นอยู่ในสังคมวงกว้าง ทำให้หลาย ๆ คนตัดสินใจที่จะไม่บริจาคอวัยวะ เพราะเหตุผลต่าง ๆ ข้างต้น ดังนั้นการประชาสัมพันธ์การกระตุ้น ให้ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง และให้รับทราบถึงปัญหาการขาดแคลนอวัยวะสำหรับการนำไปปลูกถ่ายนี้ จึงเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยให้การบริจาคอวัยวะมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น และสามารถช่วยชีวิตผู้ที่กำลังรอการเปลี่ยนถ่ายให้สามารถกลับมามีคุณภาพที่ดีและใช้ชีวิตในสังคมได้ปกติอีกครั้ง ดังนั้นงานวิจัยนี้จะนำอิทธิพลของสื่อโดยจะพิจารณาเฉพาะสื่อออนไลน์ว่าการส่งต่อข้อมูลแบบปากต่อปากบนอินเตอร์เน็ตจะมีผลต่อการรับรู้หรือเพิ่มความเข้าใจที่ถูกต้องของประชาชน และส่งผลต่อการตัดสินใจบริจาคอวัยวะได้หรือไม่ มากน้อยเพียงใด

II. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

II.I. เพื่อสำรวจและเก็บข้อมูลความคิดเห็นของคนไทยเกี่ยวกับการบริจาคอวัยวะ

II.II. เพื่อหาปัจจัยและขนาดของปัจจัยที่ส่งผลต่อทัศนคติของคนไทยที่มีต่อการบริจาคอวัยวะ

II.III. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของอิทธิพลการสื่อสารแบบปากต่อปากบนอินเตอร์เน็ตและการตัดสินใจบริจาคอวัยวะของคนไทย

III. วิธีดำเนินการวิจัย

III.I. สร้างแบบสอบถาม

ข้อคำถามในแบบสอบถามนี้ได้มาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีตัวแปรแฝงทั้งหมด 9 ตัวแปร ได้แก่ ปัจจัยส่วนบุคคล (S) การรับรู้ข้อมูลผ่านการสื่อสารแบบปากต่อปากบนอินเตอร์เน็ต (E) การยินดีช่วยเหลือผู้อื่น (H) ความเข้าใจเกี่ยวกับการบริจาคอวัยวะ (D) ทัศนคติต่อการบริจาคอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับความเห็นของครอบครัว (F) ความรู้เกี่ยวการบริจาคอวัยวะ (K) การตอบสนองต่อการรับรู้เรื่องการบริจาคอวัยวะ (R) ความตั้งใจในการบริจาคอวัยวะ (I) และเหตุผลที่ไม่ต้องการแสดงความจำนงบริจาคอวัยวะ (N) และมีตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมด 61 ตัวแปร ซึ่งเป็นคำถามที่ใช้ในแบบสอบถามของงานวิจัยนี้ โดยใช้ Likert scale 5 ระดับ ที่นิยมใช้เป็นมาตรประมาณค่าในการเก็บข้อมูลแบบสอบถามด้านทัศนคติ

III.II. หาขนาดกลุ่มตัวอย่าง

สำหรับการกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยด้วยตัวแบบสมการโครงสร้างเป็นเรื่องที่ซับซ้อนและยังไม่สามารถหาข้อสรุปที่สามารถใช้ในทุกสถานการณ์ได้ เกณฑ์ที่นิยมใช้ในการคำนวณ คือ การพิจารณาถึงขนาดของแบบจำลอง โดยขนาดกลุ่มตัวอย่างต่อจำนวนตัวแปรสังเกตได้ที่มีผู้แนะนำไว้ต่ำสุด คือ 5:1 [5] หรือเกณฑ์ในทางปฏิบัติ (Rule of thumb) ซึ่งเป็นที่ยอมรับทั่วไป คือ 10:1 [6] และมีงานวิจัยพบว่าหากมีตัวแปรแฝงหนึ่งวัดได้จากตัวแปรสังเกตได้น้อยกว่า 3 ตัวแปร ควรมีขนาดกลุ่มตัวอย่างไม่น้อยกว่า 400 ตัวอย่าง [7] แต่ขณะที่บางงานวิจัยพบว่าควรมีอย่างน้อย 500 ตัวอย่าง [8] ซึ่งงานวิจัยนี้มีจำนวนตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้ในการวิเคราะห์โมเดลทั้งหมด 30 ตัวแปร และมีตัวแปรแฝงที่วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้น้อยกว่า 3 ตัวแปร ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่จำนวน 500 ตัวอย่าง เพื่อให้เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ SEM

III.III. เก็บรวบรวมข้อมูลความคิดเห็น

จากการสำรวจความคิดเห็นของประชาชนต่อการบริจาคอวัยวะผ่านการส่งแบบสอบถามออนไลน์ ได้จำนวนทั้งหมด 148 ข้อมูล ซึ่งไม่ถึงขั้นต่ำของขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ควรมี ดังนั้น ผู้วิจัยจึงจำลองข้อมูลขึ้นมาใหม่ (Simulation) จากข้อมูลเดิม 148 ข้อมูล เป็น 500 ข้อมูล จำนวน 10 ชุด โดยใช้วิธีการจำลองตัวแปรสุ่มร่วมด้วยเทคนิค Gaussian Copula ด้วยโปรแกรม Python ซึ่งเป็นเทคนิคที่นิยมเป็นอย่างมาก สำหรับการจำลองตัวแปรสุ่มร่วมเมื่อทราบการแจกแจงส่วนริมและสหสัมพันธ์ เนื่องจากเทคนิคนี้เป็นเทคนิคที่มีขั้นตอนในการทำที่ค่อนข้างง่าย

III.IV. ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแบบสอบถาม

งานวิจัยนี้เลือกใช้วิธีการหาความเชื่อมั่นของความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency Reliability) เพื่อวัดคุณภาพความเชื่อมั่นของแบบสอบถามว่าแต่ละข้อคำถามสอดคล้องกันหรือไม่ จากการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ่าของครอนบาคโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Minitab และจะยอมรับค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ่าของครอนบาคที่มากกว่า 0.7

III.V. การวิเคราะห์ปัจจัย

การวิเคราะห์ปัจจัย เป็นการวิเคราะห์ตัวแปรที่คาดว่าจะส่งผลต่อทัศนคติ การรับรู้ และพฤติกรรมในการบริจาคอวัยวะเพื่อลดจำนวนตัวแปรอิสระ โดยรวมตัวแปรอิสระหลาย ๆ ตัว ที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในปัจจัยเดียวกัน โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ปัจจัย 3 ขั้นตอนดังนี้

III.V.I. การคัดเลือกตัวแปร

III.V.II. พิจารณาว่าข้อมูลชุดนี้มีความเหมาะสมที่จะใช้การวิเคราะห์ปัจจัยได้หรือไม่ โดยพิจารณาจากค่าสถิติ Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)

III.V.III. พิจารณาค่าสถิติทดสอบตัวที่สอง คือ Bartlett's Test of Sphericity ใช้ทดสอบว่าปัจจัยต่างๆ มีความสัมพันธ์กันหรือไม่

III.VI. การพัฒนาแบบจำลองสมการโครงสร้าง (SEM)

การพัฒนาแบบจำลองสมการโครงสร้าง (SEM) โดยใช้โปรแกรมลิสเรล ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสัมพันธ์และขนาดความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยหรือตัวแปรแฝง โดยจะประเมินความเหมาะสมของแบบจำลองจากค่าดัชนีความสอดคล้องดังในตารางที่ I ซึ่งหากโมเดลยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ก็จำเป็นต้องปรับปรุงแบบจำลองแล้วดำเนินการ

วิเคราะห์ใหม่จนกว่าโมเดลจะสอดคล้องกลมกลืนกัน และเพื่อตรวจสอบผลการดำเนินงานโดยพิจารณาจากค่า Model Fit Summary จากนั้นจึงนำค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในโมเดลไปเขียนรายงานต่อไป

ตารางที่ I. เกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้องของตัวแบบจำลอง

ดัชนีความกลมกลืน	เกณฑ์
x^2 / df	< 2.00 สอดคล้องกลมกลืนดี 2.00 – 5.00 สอดคล้องกลมกลืนพอใช้ได้
RMSEA	< 0.05 สอดคล้องกลมกลืนดี 0.05 – 0.08 สอดคล้องกลมกลืนพอใช้ได้
CFI	> 0.95 สอดคล้องกลมกลืนดี 0.90 – 0.95 สอดคล้องกลมกลืนพอใช้ได้
NNFI	> 0.90
SRMR	< 0.05 สอดคล้องกลมกลืนดี < 0.08 สอดคล้องกลมกลืนพอใช้ได้

แหล่งที่มา: Diamantopoulos และ Siguaw (2000)[9]

IV. ผลการวิจัย

IV.I. ผลการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแบบสอบถาม (Reliability)

สำหรับการตรวจสอบคุณภาพความน่าเชื่อถือ (Reliability) โดยวิธีครอนบาค (Cronbach's Alpha) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ่าวิธีครอน-บาคอยู่ระหว่าง 0.6322-0.7331 โดยตัวแปรแฝงส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 0.7 และมีบางตัวแปรแฝงที่น้อยกว่า 0.7 แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ดังนั้นแบบสำรวจฉบับนี้มีความน่าเชื่อถือสูง สามารถนำไปใช้สำรวจได้

IV.II. ผลการวิเคราะห์ปัจจัย

IV.II.I. การคัดเลือกตัวแปร

จากแบบสำรวจความคิดเห็นมีตัวแปรทั้งหมด 61 ตัวแปร ผู้วิจัยได้ตัดตัวแปรออก 31 ตัวแปร ได้แก่ ข้อคำถามจากตัวแปรแฝง S ทั้งหมดจำนวน 9 ตัวแปร เนื่องจากเป็นข้อมูลทั่วไปที่เก็บรวบรวมจากผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งไม่ใช่คำถามที่เป็นเลขแสดงลำดับ จึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ SEM ได้ ส่วนอีก 9 ตัวแปร จากตัวแปรแฝง E, K, H, D และ R เป็นคำถามที่ถูกตัดทิ้งจากขั้นตอนการวิเคราะห์ความน่าเชื่อมั่นแอลฟ่าครอนบาค และจากตัวแปรแฝง I และ N มีตัวแปรสังเกตได้ที่ถูกตัดทิ้งเพิ่มอีก 12 ตัวแปร เนื่องจากเป็นเพียงคำถามยืนยันความตั้งใจของผู้ตอบแบบสอบถามเรื่องการบริจาคอวัยวะ ดังนั้นแล้วจะเหลือตัวแปรทั้งหมดจำนวน 30 ตัวแปร สำหรับนำมาวิเคราะห์ SEM ต่อไป

IV.II.II. ตรวจสอบความเหมาะสม โดยใช้สถิติ Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) และ Bartlett's Test of Sphericity

จากการทดสอบชุดข้อมูลทั้ง 10 ชุด โดยใช้โปรแกรม SPSS ได้ค่าสถิติ Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ของตัวปัจจัยอยู่ระหว่าง 0.715-0.764 ซึ่งมากกว่า 0.7 แสดงว่าข้อมูลมีความเหมาะดี สามารถนำไปวิเคราะห์ปัจจัยได้ และค่า Bartlett's Test of Sphericity มีนัยสำคัญ แสดงว่าเมทริกซ์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ไม่เป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ (Identity matrix) ซึ่งหมายถึงตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน

IV.III. ผลสำรวจความคิดเห็นของประชาชน

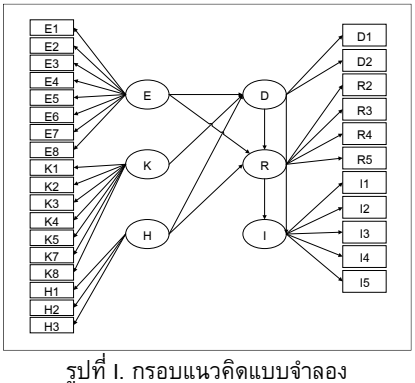
จากการเก็บแบบสอบถาม มีผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 148 คน พบว่าผลจากด้านปัจจัยส่วนบุคคล (S) ผู้ตอบแบบสอบถามมีสัดส่วนเพศชายต่อเพศหญิงเป็น 3:1 ส่วนใหญ่มีอายุ 18-30 ปี ซึ่งนับถือศาสนาพุทธและเป็นกลุ่มนักเรียน-นักศึกษามากที่สุด มีระดับการศึกษาส่วนใหญ่ คือ ปริญญาตรี ร้อยละ 63.51 และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน ไม่เกิน 10,000 บาท และ 10,001 - 20,000 บาท สัดส่วนเท่า ๆ กัน ที่ประมาณร้อยละ 35 และเมื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างอายุและปริมาณการใช้อินเตอร์เน็ตในแต่ละวันพบว่ากลุ่มอายุ 18-30 ปี เป็นกลุ่มที่มีการใช้อินเตอร์เน็ตในแต่ละวันสูงที่สุดเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 5-10 ชั่วโมงต่อวัน และเมื่ออายุมากขึ้นจะมีจำนวนชั่วโมงการใช้อินเตอร์เน็ตต่อวันในปริมาณที่น้อยลง โดยจะใช้เพื่อการติดต่อสื่อสารเป็นอันดับหนึ่ง รองลงมา คือ อ่านข่าว แชร์ข้อมูล อ่านรีวิวสินค้า และซื้อของออนไลน์ ตามลำดับ และช่องทางที่ใช้มากที่สุด คือ Facebook, Instagram และ Twitter ตามลำดับ

จากผู้ตอบแบบสอบถาม 148 คน พบว่ามีผู้ที่ได้แสดงความจำนงบริจาคอวัยวะแล้ว 9 คน ซึ่งเป็นเพศหญิงทั้งหมด โดยอยู่ในกลุ่มอายุ 18-30 ปี 5 คน กลุ่มอายุ 31-45 ปี 2 คน และ กลุ่มอายุ 46-60 ปี 2 คน เมื่อคิดแยกตามกลุ่มอายุจะได้ 5.38%, 6.67% และ 10.53% ตามลำดับ ซึ่งพบว่ากลุ่มที่มีแนวโน้มในการแสดงความจำนงบริจาคอวัยวะมากที่สุด คือ กลุ่มอายุ 46-65 ปี และมี 103 คนที่ยังไม่ได้แสดงความจำนงไว้แต่อาจจะแสดงความจำนงในอนาคต ส่วนอีก 36 คน ยังไม่ได้แสดงความจำนงไว้และจะไม่แสดงความจำนงในอนาคต โดยให้เหตุผลว่าครอบครัวไม่ยินยอมที่ระดับคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเหตุผลอื่น ๆ ซึ่งตรงข้ามกับผู้ที่แสดงความจำนงไว้แล้วที่ให้เหตุผลว่าคนในครอบครัวยินยอมให้บริจาคมีระดับคะแนนส่วนใหญ่มากที่สุด ซึ่งจากข้อมูลเบื้องต้นนี้ แสดงให้เห็นว่าครอบครัวเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการตัดสินใจบริจาคและไม่บริจาคอวัยะ และสำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนาของข้อมูลการรับรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมการบริจาคอวัยวะ (E, H, D, F, K, R, I และ N) พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีการรับรู้ทัศนคติและพฤติกรรมการบริจาคอวัยวะโดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง

IV.IV. ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้าง

IV.IV.I. กำหนดสมมติฐานแบบจำลอง

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ผ่านแบบจำลองด้วยโปรแกรมลิสเรลเพื่อทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้น และคาดว่าทุกตัวชี้วัดจะเป็นตัวแปรอิสระที่จะชี้นำตัวแปรที่มีผลต่อการรับรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมในการบริจาคอวัยวะ ซึ่งมีกรอบแนวคิดแสดงดังรูปที่ I



รูปที่ I. กรอบแนวคิดแบบจำลอง

IV.IV.II. ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัด

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของโมเดลสมการเชิงโครงสร้างด้วยค่าดัชนีที่ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดล โดยแสดงค่าดัชนีก่อนและหลังการปรับโมเดลดังตารางที่ II

ตารางที่ II. ค่าดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของปัจจัย ทั้ง 6 ตัว

ปัจจัย	ตัวแปรสังเกตได้	ค่าดัชนีที่ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืน				
		χ^2 / df	RMSEA	CFI	NNFI	SRMR
E	E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8	19.12^a	0.19^a	0.70^a	0.58^a	0.10^a
		2.50^b	0.06^b	0.99^b	0.97^b	0.03^b
K	K1, K2, K3, K4, K5, K7, K8, K9	12.99^a	0.15^a	0.52^a	0.33^a	0.10^a
		1.60^b	0.04^b	0.99^b	0.97^b	0.03^b
H	H1, H2, H3	The model is saturated, the fit is perfect				
D	D1, D2	Not suitable for CFA				
R	R2, R3, R4, R5	0.29^a	0.00^a	1.00^a	1.01^a	0.01^a
		-	-	-	-	-
I	I1, I2, I3, I4, I5	12.65^a	0.16^a	0.93^a	0.86^a	0.62^a
		2.82^b	0.06^b	0.99^b	0.98^b	0.02^b

หมายเหตุ: ^{a} คือ ค่าดัชนีก่อนปรับโมเดล, ^{b} คือ ค่าดัชนีหลังปรับโมเดล

จากตารางที่ II ค่าดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของปัจจัยทั้ง 6 ตัว หลังปรับโมเดล พบว่าทุกกลุ่มผ่านเกณฑ์ดัชนีที่ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ตามเกณฑ์ในตารางที่ I

IV.IV.III. ผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (SEM)

จากการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลโดยสถิติที่ใช้ทดสอบ คือ ค่า χ^2 / df, RMSEA, CFI, NNFI และ SRMR ซึ่งตัวอย่างผลการวิเคราะห์โมเดลชุดหนึ่ง พบว่ามีการปฏิเสธสมมติฐานหลัก นั่นคือโมเดลตามสมมติฐานไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์โดยมีค่า χ^2/df = 7.84, RMSEA = 0.12, CFI = 0.66, NNFI = 0.63 และ SRMR = 0.10 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการปรับโมเดล (Model Modification) โดยพิจารณาจากคำแนะนำในการปรับโมเดลด้วยค่าดัชนีปรับโมเดล (Model Modification Indices: MI) จนกระทั่งค่าดัชนีความกลมกลืนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยจะปรับที่ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า ซึ่งไม่มีผลกระทบต่อโครงสร้างของโมเดลตามสมมติฐาน และผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความกลมกลืนของโมเดลโดยรวมหลังการปรับโมเดลทำให้สามารถนำเสนอผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางที่ III ซึ่งผลการวิเคราะห์นี้เป็นชุดข้อมูลที่ให้ผลลัพธ์ดีที่สุด

ตารางที่ III. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องหลังปรับโมเดล

ดัชนี	ค่าดัชนี	เกณฑ์	ผลการวิเคราะห์
χ^2 / *df*	2.45	< 5.00	ผ่านเกณฑ์
RMSEA	0.05	< 0.08	ผ่านเกณฑ์
CFI	0.95	> 0.90	ผ่านเกณฑ์
NNFI	0.92	> 0.90	ผ่านเกณฑ์
SRMR	0.06	< 0.08	ผ่านเกณฑ์

จากตารางที่ III ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้างตามสมมติฐาน พบว่าทุกตัวชี้วัดผ่านเกณฑ์การยอมรับทุกตัว แสดงว่าแบบจำลองสมการโครงสร้างนี้มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และเนื่องจากการวิเคราะห์ผลในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้จำลองข้อมูลขึ้นมาใหม่ (Simulation) จำนวน 10 ชุด เพื่อให้ผลการวิเคราะห์มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ซึ่งสามารถแสดงผลค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องกลมกลืนของข้อมูลทั้ง 10 ชุด ได้ดังตารางที่ IV

ตารางที่ IV. ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนหลังการปรับโมเดลของข้อมูลทั้ง 10 ชุด

ข้อมูลชุดที่	ดัชนีความกลมกลืน				
	χ^2 / *df*	RMSEA	CFI	NNFI	SRMR
1	2.92	0.06	0.94	0.90	0.08
2	3.05	0.06	0.93	0.89	0.07
3	3.22	0.07	0.93	0.90	0.07
4	2.73	0.06	0.93	0.90	0.07
5	2.59	0.06	0.94	0.92	0.07
6	2.85	0.06	0.94	0.91	0.07
7	2.53	0.06	0.95	0.93	0.07
8	2.63	0.06	0.95	0.93	0.07
9	2.45	0.05	0.95	0.92	0.06
10	3.05	0.06	0.92	0.88	0.07

จากตารางที่ IV ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้างตามสมมติฐาน พิจารณาได้จากค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนระหว่างแบบจำลองกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่าแบบจำลองทั้ง 10 ชุด โดยรวมผ่านเกณฑ์การยอมรับ มีเพียงค่า NNFI ของชุดที่ 2 และชุดที่ 10 ที่ต่ำกว่าเกณฑ์ค่ายอมรับ แต่ยังคงมีค่าที่สูงซึ่งยังคงยอมรับได้ ดังนั้นแบบจำลองสมการโครงสร้างนี้มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยแสดงค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ของข้อมูลทั้ง 10 ชุด ได้ดังตารางที่ V-VI

ตารางที่ V. ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ของข้อมูลชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 5

ตัวแปรแฝง	ตัวแปรสังเกตได้	ข้อมูลชุดที่				
		1	2	3	4	5
E	E1	0.38***	0.72***	0.54***	1.02***	0.62***
	E2	0.48***	0.46***	0.48***	0.24***	0.45***
	E3	0.57***	0.43***	0.56***	0.49***	0.51***
	E4	0.76***	0.55***	0.67***	0.63***	0.65***
	E5	0.42***	0.36***	0.49***	0.42***	0.54***
	E6	0.47***	0.51***	0.36***	0.41***	0.43***
	E7	0.35***	0.23***	0.34***	0.45***	0.32***
	E8	0.71***	0.97***	0.91***	0.71***	0.79***
K	K1	0.64***	0.74***	1.03***	0.94***	0.73***
	K2	0.53***	0.63***	0.58***	0.15*	0.83***
	K3	0.19***	0.27***	0.39***	0.24***	0.24***
	K4	0.52***	0.58***	0.83***	0.42***	0.50***

ตารางที่ V. (ต่อ)

ตัวแปรแฝง	ตัวแปรสังเกตได้	ข้อมูลชุดที่				
		1	2	3	4	5
K	K5	0.35***	0.34***	0.89***	0.49***	0.43***
	K7	0.98***	0.85***	1.27***	1.06***	0.49***
	K8	0.69***	0.45***	0.92***	0.88***	0.68***
	K9	0.88***	0.25***	0.55***	0.41***	0.60***
H	H1	0.41***	0.27***	0.40***	0.40***	0.45***
	H2	0.48***	0.36***	0.37***	0.31***	0.36***
	H3	0.41***	0.49***	0.47***	0.45***	0.61***
D	D1	0.63	1.04	0.34	0.55	0.96
	D2	0.75***	0.78***	0.42***	0.61***	0.78***
R	R2	0.71	0.83	0.73	0.75	0.74
	R3	1.17***	1.51***	1.35***	1.51***	1.53***
	R4	1.30***	1.49***	1.45***	1.52***	1.41***
	R5	0.21***	0.22***	0.27***	0.39***	0.58***
I	I1	0.52	0.75	0.70	0.93	0.90
	I2	0.87***	0.88***	1.02***	0.95***	1.06***
	I3	0.65***	0.82***	0.68***	0.30***	0.38***
	I4	0.58***	0.53***	0.70***	0.42***	0.64***
	I5	0.68***	0.71***	0.67***	0.57***	0.58***

หมายเหตุ *** $t_{0.01,499} > 2.5857$, $p < 0.01$, ** $t_{0.05,499} > 1.9647$, $p < 0.05$
* $t_{0.1,499} > 1.6479$, $p < 0.1$

ตารางที่ VI. ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ของข้อมูลชุดที่ 6 ถึงชุดที่ 10

ตัวแปรแฝง	ตัวแปรสังเกตได้	ข้อมูลชุดที่				
		6	7	8	9	10
E	E1	0.40***	0.59***	0.72***	0.41***	0.80***
	E2	0.24***	0.40***	0.69***	0.34***	0.46***
	E3	0.49***	0.51***	0.59***	0.60***	0.51***
	E4	0.89***	0.62***	0.56***	0.49***	0.79***
	E5	0.30***	0.42***	0.47***	0.67***	0.38***
	E6	0.37***	0.44***	0.47***	0.41***	0.46***
	E7	0.26***	0.36***	0.42***	0.38***	0.43***
	E8	0.98***	0.87***	0.77***	0.68***	0.80***
K	K1	0.75***	0.54***	1.13***	0.65***	0.67***
	K2	0.14	0.45***	0.76***	0.26***	0.32***
	K3	0.34***	0.32***	0.13**	0.18***	0.10*
	K4	0.55***	0.54***	0.58***	0.40***	0.64***
	K5	0.35***	0.36***	0.13	0.10**	0.10
	K7	0.65***	0.85***	0.46***	0.45***	0.55***
	K8	0.53***	0.54***	0.32***	0.33***	0.41***
	K9	0.29***	0.29***	0.37***	0.10**	0.29***
H	H1	0.29***	0.35***	0.49***	0.51***	0.41***

ตารางที่ VI. (ต่อ)

ตัวแปรแฝง	ตัวแปรสังเกตได้	ข้อมูลชุดที่				
		6	7	8	9	10
H	H2	0.34***	0.32***	0.41***	0.55***	0.37***
	H3	0.75***	0.65***	0.49***	0.94***	0.50***
D	D1	1.03	0.74	0.50	0.42	0.66
	D2	0.48***	0.50***	0.49***	0.60***	0.58***
R	R2	0.66	0.70	0.56	0.58	0.70
	R3	1.25***	1.22***	1.35***	0.86***	1.37***
	R4	1.43***	1.38***	1.44***	0.94***	1.54***
	R5	0.35***	0.36***	0.49***	0.18***	0.44***
I	I1	0.70	0.93	0.76	0.76	0.81
	I2	0.97***	0.9***	0.83***	0.84***	1.09***
	I3	0.43***	0.42***	0.57***	0.44***	0.49***
	I4	0.55***	0.55***	0.74***	0.42***	0.47***
	I5	0.79***	0.62***	0.66***	0.51***	0.65***

หมายเหตุ *** $t_{0.01,499} > 2.5857$, $p < 0.01$, ** $t_{0.05,499} > 1.9647$, $p < 0.05$
* $t_{0.1,499} > 1.6479$, $p < 0.1$

จากตารางที่ V และ VI ค่าน้ำหนักของตัวแปรสังเกตได้ทั้ง 6 ปัจจัย พบว่า ตัวแปรสังเกตได้ของทุกปัจจัยสามารถใช้เป็นตัวแทนอธิบายปัจจัยได้ที่ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.01 และทุกชุดข้อมูลมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ที่ใกล้เคียงกัน ยกเว้น D1, R2 และ I1 ที่ไม่ได้รายงานค่า t-value ไว้ แต่จะมีนัยสำคัญด้วย เนื่องจากข้อยกเว้นการเป็นตัวแปรสังเกตได้ตัวแรกของตัวแปรแฝงผลของโปรแกรมลิสเรล

IV.IV.IV. ผลการวิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุ

การวิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับโดยรวม ซึ่งมีตัวแปรแฝงที่เป็นตัวแปรสาเหตุจำนวน 5 ตัวแปร ได้แก่ E, K, H, D และ R ซึ่งตัวแปรเหล่านี้สามารถวัดผ่านตัวแปรสังเกตได้จำนวน 25 ตัวแปร โดยแสดงค่าความสัมพันธ์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงของข้อมูลทั้ง 10 ชุด ได้ดังตารางที่ VII-VIII

ตารางที่ VII. ค่าความสัมพันธ์น้ำหนักองค์ประกอบตัวแปรแฝงของข้อมูลชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 5

ตัวแปรแฝงผล	ตัวแปรแฝงสาเหตุ	ข้อมูลชุดที่				
		1	2	3	4	5
D	E	0.33***	0.21***	0.45***	0.45***	0.18***
	K	0.13***	0.49***	0.29***	0.41***	0.27***
	H	0.04*	0.07	0.27***	0.22***	0.07*
R	D	-0.22	-0.31	-0.78	-0.66	-0.32
	E	0.04	0.05	0.62***	0.34***	0.18***
	H	0.14***	0.00	0.15**	0.25***	-0.01
I	D	1.94***	3.79	0.87***	0.72***	1.64***
	R	0.11***	11.22	0.44***	0.11**	0.05

หมายเหตุ *** $t_{0.01,499} > 2.5857$, $p < 0.01$, ** $t_{0.05,499} > 1.9647$, $p < 0.05$
* $t_{0.1,499} > 1.6479$, $p < 0.1$

ตารางที่ VIII. ค่าความสัมพันธ์ของน้ำหนักองค์ประกอบตัวแปรแฝงของข้อมูลชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 5

ตัวแปรแฝงผล	ตัวแปรแฝงสาเหตุ	ข้อมูลชุดที่				
		6	7	8	9	10
D	E	0.41***	0.35***	0.49***	0.09	0.18**
	K	0.49***	0.51***	0.63***	0.75***	0.97***
	H	0.14	0.21***	-0.10	0.18**	-0.15
R	D	-1.31	-0.93	-0.70	-0.78	-0.46
	E	0.68***	0.45***	0.76***	0.34***	0.16***
	H	0.55***	0.28***	-0.09	0.30***	0.14***
I	D	0.94***	0.88***	0.96***	0.92***	1.32***
	R	0.80***	0.30***	0.27***	0.35***	2.38***

หมายเหตุ *** $t_{0.01,499}$ > 2.5857, p < 0.01, ** $t_{0.05,499}$ > 1.9647, p < 0.05
* $t_{0.1,499}$ > 1.6479, p < 0.1

จากตารางที่ VII และ VIII พบว่าในภาพรวมปัจจัยที่ส่งผลต่อปัจจัยความเข้าใจเกี่ยวกับการบริจาคอวัยวะ (D) คือ ปัจจัยการรับรู้ข้อมูลผ่านการสื่อสารแบบปากต่อปากบนอินเตอร์เน็ต (E) และความรู้เกี่ยวการบริจาคอวัยวะ (K) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ส่วนปัจจัยที่ส่งผลต่อปัจจัยการตอบสนองต่อการรับรู้เรื่องการบริจาคอวัยวะ (R) คือ ปัจจัยการรับรู้ข้อมูลผ่านการสื่อสารแบบปากต่อปากบนอินเตอร์เน็ต (E) และการยินดีช่วยเหลือผู้อื่น (H) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และปัจจัยที่ส่งผลต่อปัจจัยความตั้งใจในการบริจาคอวัยวะ (I) คือ ปัจจัยความเข้าใจเกี่ยวกับการบริจาคอวัยวะ (D) และปัจจัยการตอบสนองต่อการรับรู้เรื่องการบริจาคอวัยวะ (R) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

V. สรุปและอภิปรายผล

การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างจาก 148 คน พบว่ามีคนที่แสดงความจำนงบริจาคอวัยวะไว้แล้วในจำนวนที่น้อยมาก ซึ่งมีแนวโน้มว่าเพศหญิงจะมีโอกาสบริจาคอวัยวะสูงกว่าเพศชาย เมื่อคิดสัดส่วนเปอร์เซ็นต์แยกตามกลุ่มอายุ พบว่ากลุ่มที่มีการบริจาคอวัยวะสูงสุด คือ กลุ่มอายุ 46-60 ปี และยังพบว่าการยินยอมของครอบครัวเป็นเหตุผลหนึ่งที่ส่งผลต่อความตั้งใจในการบริจาคอวัยวะด้วย

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน พบว่า โมเดลการวัดของข้อมูลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ภายในโครงสร้างสามารถใช้อธิบายตัวแปรแฝงได้ และสำหรับผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง พบว่า โมเดลสมการโครงสร้างของข้อมูล 10 ชุด มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ทุกชุด โดยความเข้าใจเกี่ยวกับการบริจาคอวัยวะ (D) และการตอบสนองต่อการรับรู้เรื่องการบริจาคอวัยวะ (R) มีอิทธิพลทางตรงต่อความตั้งใจในการบริจาคอวัยวะ (I) ส่วนการรับรู้ข้อมูลผ่านการสื่อสารแบบปากต่อปากบนอินเตอร์เน็ต (E) มีอิทธิพลทางตรงต่อความเข้าใจเกี่ยวกับการบริจาคอวัยวะ (D) และการตอบสนองต่อการรับรู้เรื่องการบริจาคอวัยวะ (R) โดยมีอิทธิพลทางอ้อมต่อความตั้งใจในการบริจาคอวัยวะ (I) และความรู้เกี่ยวการบริจาคอวัยวะ (K) มีอิทธิพลทางตรงต่อความเข้าใจเกี่ยวกับการบริจาคอวัยวะ (D) และมีอิทธิพลทางอ้อมต่อความตั้งใจในการบริจาคอวัยวะ (I) ส่วนการยินดีช่วยเหลือผู้อื่น (H) มีอิทธิพลทางตรงต่อการตอบสนองต่อการรับรู้เรื่องการบริจาคอวัยวะ (R) โดยมีอิทธิพลทางอ้อมต่อความตั้งใจในการบริจาคอวัยวะ (I)

จากภาพรวมของข้อมูลทั้ง 10 ชุด พบว่าตัวที่มีอิทธิพลทางตรงมากที่สุดต่อความเข้าใจเกี่ยวกับการบริจาคอวัยวะ (D) ด้วยความถี่สูงสุด คือ ความรู้เกี่ยวการบริจาคอวัยวะ (K) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนตัวที่มีอิทธิพลทางตรงมากที่สุดต่อการตอบสนองต่อการรับรู้เรื่องการบริจาคอวัยวะ (R) ด้วยความถี่สูงสุด คือ การรับรู้ข้อมูลผ่านการสื่อสารแบบปากต่อปากบนอินเตอร์เน็ต (E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และตัวที่มีอิทธิพลทางตรงมากที่สุดต่อความตั้งใจในการบริจาคอวัยวะ (I) ด้วยความถี่สูงสุด คือ ความเข้าใจเกี่ยวกับการบริจาคอวัยวะ (D) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี จากความร่วมมือของผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่านที่ให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย จนงานวิจัยนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ศูนย์รับบริจาคอวัยวะสภากาชาดไทย, “รายงานประจำปี 2562,” 2562.

[2] M. L. Marván, A. Álvarez del Río, K. Jasso, and P. Santillán-Doherty, “Psychosocial barriers associated with organ donation in Mexico,” The Journal of Clinical and Transplantation Research. vol. 31, Nov 2017.

[3] ว. ฐิตวัฒน์, “พระพุทธศาสนากับการบริจาคอวัยวะ,” 2563.

[4] สำนักงานสถิติแห่งชาติกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, “รายงานผลการสำรวจความคิดเห็นของประชาชนเกี่ยวกับการบริจาคอวัยวะ พ.ศ. 2547,” กรุงเทพฯ. 2547.

[5] M.P. Bentler, and C. Chih-Ping, “Practical issues in structural modeling,” Sociological Methods and Research. 16, 78–117, 1987.

[6] J.C. Nunnally, and I.H. Bernstein, “Psychometric Theory,” (3rd ed.). New York: McGraw-Hill, 1994

[7] A. Boomsma, and J. J. Hoogland, “The robustness of LISREL modeling revisited.” In R. Cudeck, S. du Toit, & D. Sörbom (Eds.), Structural equation models: Present and future. A Festschrift in honor of Karl Jöreskog (pp. 139–168). Chicago: Scientific Software International, 2001.

[8] J.F. Hair, W.C. Black, B.J. Babin, and R. E. Anderson, “Multivariate data analysis: A global perspectives.” Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, International, 2010.

[9] A. Diamantopoulos, J. A. Siguaw, and J. A. Siguaw, “Introducing LISREL: A guide for the uninitiated.” Sage, 2000.

การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดตารางการผลิต และการตอบสนองความต้องการของลูกค้า

The Development of Mathematical Model to Increase Efficiency of Production Scheduling and Response of Customer Requirement

ภัทรกร ศรีตรรกยานนท์
Pattarakorn Sritakayanon
โครงการปริญญาโท สาขาการจัดการวิศวกรรม
ภาคพิเศษ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Graduate Program in Engineering Management, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering
Kasetsart University
Bangkok, Thailand
pattarakorn.sr@ku.th

พัชรี โตแก้ว ทองรัตนะ
Phatcharee Toghaw Thongrattana
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering
Kasetsart University
Bangkok, Thailand
fengprt@ku.ac.th

พิชิต สุขเจริญพงษ์
Pichit Sukchareonpong
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering
Kasetsart University
Bangkok, Thailand
fengpcs@ku.ac.th

บทคัดย่อ — การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดตารางการผลิตให้กับบริษัทกรณีศึกษา โดยเป็นการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อคำนวณหาตารางการผลิตที่ส่งผลต่อต้นทุนในการผลิตที่เหมาะสม และสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้รูปแบบวิธีการแบบเดิมที่ใช้อยู่นั้น เป็นการจัดตารางการผลิตโดยอาศัยจากประสบการณ์ของบุคลากรที่รับผิดชอบ ซึ่งส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในส่วนของต้นทุนที่ไม่จำเป็นแก่องค์กร ทางผู้วิจัยจึงได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบกำหนดการเชิงเส้น เข้ามาพัฒนากระบวนการจัดตารางการผลิต โดยกำหนดสมการเป้าหมายเพื่อลดต้นทุนในการจัดตั้งเครื่องจักรและต้นทุนในการตัดทดสอบแนวเชื่อม เพื่อควบคุมการจัดตารางการผลิตสำหรับสายการผลิตที่มีความหลากหลายในการผลิต โดยสามารถผลิตงานได้ทั้งสิ้น 16 รุ่น รวมถึงกำหนดสมการข้อจำกัดให้ครอบคลุมและสะท้อนสถานการณ์จริงของกระบวนการผลิต เช่น กำลังการผลิตที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานแต่ละรุ่น การจัดตั้งเครื่องจักรสำหรับการผลิตแต่ละรุ่น จำนวนการตัดทดสอบแนวเชื่อม และการจัดส่งผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปให้กับลูกค้าตรงตามความต้องการ เป็นต้น ผลการวิจัยพบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาสามารถคำนวณหาตารางการผลิตที่มีการใช้ต้นทุนที่ต่ำที่สุด และสอดคล้องกับข้อจำกัดด้านการผลิต อีกทั้งยังสามารถลดต้นทุนที่ไม่จำเป็นให้กับองค์กรได้ รวมถึงใช้เวลาในการจัดตารางการผลิตสำหรับแต่ละสัปดาห์ลดลง

คำสำคัญ — *การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์, จัดตารางการผลิต, การลดต้นทุนการจัดตั้งเครื่องจักร*

ABSTRACT **— The objective of this research aims to optimize efficiency for production scheduling of case study company. The mathematical model was developed to compute the production schedule which optimize to production cost and customer requirement response. For the traditional method, they have compute production scheduling based on experiences of the personnel responsible. The results of this traditional method impact to unnecessary cost errors to the organization. The researcher then applied a mathematical model with linear programming method to develop the production scheduling process of the production line as selected. This production line can produce 16 models of products. Goals of this research are reducing the cost of changeover machines and the cost of weld cut test including defining constraint equations to cover and reflect the actual situation of the production process such as production capacity, number of welds cut test, delivery finished goods to customer, etc. The results of the research revealed a mathematical model that was developed to calculate the production schedule with the lowest cost and comply with production restrictions and reduce unnecessary costs for the organization. Further, the time spent on scheduling production for each week was reduced.**

Keywords **——The Development of Mathematical Model, Production Scheduling, Changeover Cost Reduction.**

I. บทนำ

ในปัจจุบัน ภาคอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์สำหรับประเทศไทยนั้น ถือเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจ เนื่องจากสามารถสร้างรายได้ให้กับประเทศได้เป็นอย่างมาก ทั้งในส่วนที่เป็นการผลิตขายในประเทศ และการผลิตสำหรับส่งออก โดยในประเทศไทยนั้น มีโรงงานอุตสาหกรรมสำหรับผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ เพื่อป้อนให้กับสายการผลิตรถยนต์เป็นจำนวนกว่า 2,435 ราย มีจำนวนแรงงานในอุตสาหกรรมสูงถึงกว่า 550,000 คน ซึ่งสามารถแบ่งย่อยได้เป็น 3 ลำดับชั้น ได้แก่ 1) ผู้ผลิต (Assembler) หมายถึง ผู้ผลิตในลำดับสุดท้าย มีหน้าที่ในการนำส่วนประกอบต่าง ๆ มาประกอบขึ้นเป็นรถยนต์ หรือรถจักรยานยนต์สำเร็จรูป เพื่อจำหน่ายไปยังลูกค้าในประเทศและส่งออกไปยังต่างประเทศ 2) ผู้ผลิตลำดับที่ 1 (Tier One หรือ First Tier) หมายถึง ผู้ที่ผลิตชิ้นส่วนที่มีคุณภาพ และลักษณะจำเพาะ ตรงตามที่โรงงานผู้ผลิตกำหนด และ 3) ผู้ผลิตในลำดับถัดไป (Tier Two หรือ Tier Three) หมายถึง ผู้ผลิตชิ้นส่วนย่อยหรือผู้จัดหาวัตถุดิบเพื่อจัดส่งให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 1 อีกทอดหนึ่ง

แหล่งที่มา: หน่วยวิเคราะห์เศรษฐกิจภาคการผลิต ส่วนเศรษฐกิจรายสาขา ศูนย์วิจัยธนาคารออมสิน พ.ศ. 2562

ลักษณะการดำเนินการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์นั้น มีการผลิตแบบทำตามสั่ง (Made to Order) เนื่องจากผลิตภัณฑ์แต่ละรายการมีมูลค่าสูง รวมถึงมีความต้องการที่แตกต่างกัน เช่น รุ่น สี ขนาดเครื่องยนต์ เป็นต้น ดังนั้นควบคุมคุณภาพของสินค้า ควบคู่กับการบริหารจัดการห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain Management; SCM) อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถส่งผลต่อความสามารถในการแข่งขันขององค์กร

ขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญในกระบวนการผลิต คือ ขั้นตอนการวางแผนการผลิต (Production Scheduling) เนื่องจากเป็นขั้นตอนในลำดับแรกของกระบวนการผลิตทั้งหมด เปรียบเสมือนแบบจำลองเพื่อตรวจสอบความพร้อมก่อนทำการผลิตจริง เช่น ความพร้อมของวัตถุดิบ ความพร้อมของเครื่องจักร เป็นต้น รวมถึงความสามารถในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าอีกด้วย สำหรับโรงงานกรณีศึกษา มีวิธีในการวางแผนการผลิตโดยอาศัยจากประสบการณ์ของพนักงาน ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการตอบสนองความต้องการของลูกค้า และต้นทุนการผลิตที่สูงจากการเปลี่ยนรุ่นของเครื่องจักร และการตัดทดสอบแนวเชื่อม

จากปัญหาดังกล่าวมาข้างต้น ทางผู้วิจัยจึงได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) โดยเลือกรูปแบบกำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming) ในการคำนวณหาแผนการผลิตที่มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุดของ 2 ต้นทุน ได้แก่ 1) ต้นทุนในการเปลี่ยนรุ่นเครื่องจักร และ 2) ต้นทุนในการตัดทดสอบการเชื่อม โดยที่สามารถคลอบคลุมข้อจำกัดด้านการผลิต และสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เนื้อหาในส่วนต่อไปประกอบด้วย ส่วนที่ II. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ส่วนที่ III. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ IV. วิธีการดำเนินการวิจัย ส่วนที่ V. ผลการวิจัย และส่วนที่ VI. สรุปและอภิปรายผล

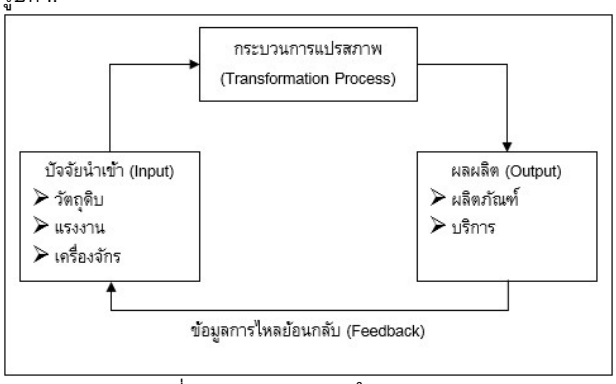
II. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ด้วยรูปแบบกำหนดการเชิงเส้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนการผลิต และความสามารถในการตอบสนองความต้องการของลูกค้า

III. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

III.I การผลิต (Production)

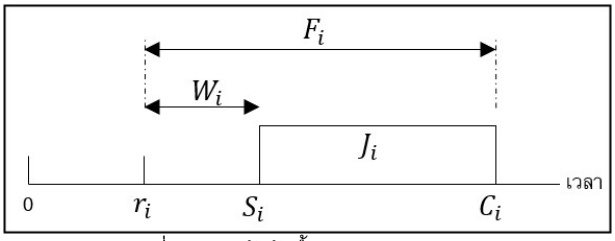
การผลิต (Production) หมายถึง การจัดหา จัดสร้างผลิตภัณฑ์ หรือการบริการ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า โดยการแปรสภาพ (Transformation Process) ปัจจัยนำเข้า (Input) ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้ผลผลิต (Output) ที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้นกว่าปัจจัยนำเข้านั้น แสดงดังรูปที่ I.



รูปที่ I. แสดงกระบวนการในการผลิต[1]

III.II การจัดตารางการผลิต (Production Scheduling)

การจัดตารางการผลิต (Production Scheduling) เป็นการนำงานทั้งหมดที่ต้องการผลิต มาจัดลำดับก่อน-หลัง เพื่อให้ได้เวลารวมในการผลิตที่น้อยที่สุด ถ้าวิธีที่นำมาใช้มีการพิจารณาเวลาในการค้นหาคำตอบผลลัพธ์ที่ได้จะมีค่าที่เท่าเดิมหรือดีขึ้นทุกครั้งที่มีการคำนวณ ทั้งนี้การจัดลำดับการผลิตสามารถเลือกทำได้หลายวิธีตามความเหมาะสมของงานและสายการผลิต รวมถึงยังมีการนำระบบเทคโนโลยีสาระสนเทศเข้ามาช่วยสนับสนุนอีกด้วย [2] โดยมีปัจจัยพื้นฐานของการผลิต ดังแสดงในรูปที่ II.



รูปที่ II. แสดงปัจจัยพื้นฐานของการผลิต [2]

โดยที่

r_i คือ เวลาที่งาน *i* เริ่มเข้าสู่กระบวนการผลิต

W_i คือ ระยะเวลาที่งาน *i* รอการผลิต

S_i คือ เวลาที่งาน *i* เริ่มทำการผลิต

J_i คือ ระยะเวลาที่งาน *i* ใช้ในการผลิตจนเสร็จ

C_i คือ เวลาที่งาน *i* เสร็จ

F_i คือ ระยะเวลาที่งาน *i* อยู่ในกระบวนการผลิตทั้งหมดจนกระทั่งเสร็จสิ้น

วัตถุประสงค์ในการแก้ไขปัญหาการจัดตารางการผลิตนั้น เกิดจากความต้องการในการพัฒนารูปแบบการผลิตให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 6 วัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) เพื่อลดปริมาณงานระหว่างสายการผลิต (Work-In-Process; WIP) 2) เพื่อลดระยะเวลาในการผลิตงานรวมของกระบวนการ (Total Flow Time) 3) เพื่อลดต้นทุนรวมที่ไม่จำเป็นกับกระบวนการผลิต (Total Cost) 4) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของทรัพยากรที่อยู่ในกระบวนการผลิต (Efficiency) 5) เพื่อเพิ่มประมาณงานที่สามารถทำได้ในกรอบระยะเวลา (Capacity) และ 6) เพื่อลดความล่าช้าของกระบวนการ (Delay Time)

III.III รูปแบบสายการผลิต (Assembly Line)

รูปแบบของสายการผลิต สามารถแบ่งออกได้เป็น 9 รูปแบบ คือ 1) สายการผลิตแบบเครื่องจักรเดียว (Single Machine) 2) สายการผลิตแบบขนานเหมือนกัน (Identical Machines in Parallel, PM) 3) สายการผลิตแบบขนานกันที่มีความเร็วในการผลิตต่างกัน (Machine in Parallel with Difference Speed, QM) 4) การจัดเรียงเครื่องจักรแบบขนานที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน (Unrelated Machines in Parallel, RM) 5) สายการผลิตแบบไหลเลื่อน (Flow Shop, FM) 6) การจัดเรียงเครื่องจักรแบบไหลเลื่อนยืดหยุ่น (Flexible Flow Shop, FFC) 7) การจัดเรียงเครื่องจักรแบบตามงาน (Job Shop, JM) 8) การจัดเรียงเครื่องจักรตามแบบงานยืดหยุ่น (Flexible Job Shop, FJC) และ 9) การจัดเรียงเครื่องจักรแบบเปิด (Open Shop, OM) โดยแต่ละรูปแบบสามารถจำแนกได้จากลักษณะของการไหลหรือลักษณะการจัดเรียงเครื่องจักรในสายการผลิต (Machine Environment) ซึ่งมีปริมาณงาน และจำนวนเครื่องจักรที่แตกต่างกัน [2]

III.IV รูปแบบกำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming, LP)

กำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming) เป็นเทคนิคในการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด (Optimization) สำหรับปัญหาที่มีฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) และมีฟังก์ชันข้อจำกัด (Constraints Function) ที่อยู่ในรูปฟังก์ชันแบบเท่ากับ (Equalities Constraints) หรือฟังก์ชันแบบไม่เท่ากับ (Inequalities Constraints) เริ่มมีการใช้ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1930 โดยกองทัพสหรัฐ เรียกว่า Simplex Method และหลังจากนั้นมีการนำมาพัฒนาอีกหลากหลายรูปแบบในการประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับรูปแบบของปัญหาที่มีความแตกต่างกัน เพื่อให้สามารถคำนวณผลลัพธ์อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสามารถใช้กำหนดการเชิงเส้นในการแก้ไขปัญหาที่ไม่อยู่ในสมการเชิงเส้น (linearization) ได้อีกด้วย

III.V แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model)

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) เป็นการนำเอาหลักการทางคณิตศาสตร์มาจำลองสถานการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อช่วยในการหาค่าที่ดีที่สุดของปัญหา ซึ่งแบ่งออกเป็นการคำนวณหาค่าสูงสุด (Maximization Problem) และการคำนวณหาค่าต่ำที่สุด (Minimization Problem) สามารถทำได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือใดช่วย หรือการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณหาคำตอบ ช่วยในการลดต้นทุน การส่งมอบที่ทันเวลา และการทบสอบผลกระทบจากปัญหาที่เกิดคาดการณ์ล่วงหน้าได้ มีรูปแบบในการกำหนดแบบจำลอง ดังนี้ 1) กำหนดรูปแบบของปัญหา 2) แปลงค่าของวัตถุประสงค์ และข้อกำหนดให้อยู่ในรูปของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือสมการทางคณิตศาสตร์ 3) วิเคราะห์แบบจำลองที่กำหนด 4) สอบเทียบผลลัพธ์จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง และ 5) วิเคราะห์ผลลัพธ์ และนำไปใช้

แหล่งที่มา: วารสารบริหารธุรกิจ ปีที่ 34 ฉบับที่ 130 เมษายน-มิถุนายน 2554

III.VI งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อณจ ชัยมณี [3] ทำการเปรียบเทียบระหว่างวิธีการแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) และวิธีการฮิวริสติก (Heuristic Method) เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดสำหรับการจัดตารางการผลิตสำหรับสายการผลิตแบบไหลเลื่อน (Flexible Flow Shop Scheduling) โดยมีนโยบายการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just In Time; JIT) ผลลัพธ์จากการเปรียบเทียบพบว่ากระบวนการฮิวริสติก สามารถคำนวณหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดได้ 36 รูปแบบปัญหา จากทั้งหมด 45 รูปแบบปัญหา แต่ใช้เวลาในการคำนวณที่สั้นกว่าวิธีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ทวัยพร ชาเจียมเจน และอรรถกร เก่งพล [4] ประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ในการกำหนดแผนการผลิตที่เหมาะสมของโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตกระดาษ เพื่อให้ได้กำไรสูงสุด และมีระดับปริมาณสินค้าคงคลังที่เหมาะสม โดยมีข้อจำกัดของการเปลี่ยนรุ่นการผลิต จำนวนรุ่นของการผลิต ความต้องการของลูกค้า และกำลังการผลิต ผลลัพธ์ที่ได้สามารถเพิ่มผลกำไรให้กับโรงงานได้ถึง 22,780,638.91 บาทต่อเดือน คิดเป็น 21.21 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ความสอดคล้องจากการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่า ด้านปริมาณการขายอยู่ระหว่างค่า Upper และ Lower แสดงว่ามีความสอดคล้อง 100 เปอร์เซ็นต์ ด้านการผลิตพบว่า ระยะเวลารวมในการผลิตมีค่าไม่เกินกำลังการผลิต แสดงว่ามีความสอดคล้อง 100 เปอร์เซ็นต์ ด้านสินค้าคงคลังพบว่า สินค้าทุกรายการมีค่าเกินกว่า Safety stock แสดงว่ามีความสอดคล้อง 100 เปอร์เซ็นต์

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ ชัยมงคล ลิ้มเพียรชอบ และประเทือง อุษาบริสุทธิ์ [5] โดยนำเอาวิธีการกำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming) มาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรการเกษตร เพื่อการผลิตอ้อย โดยคลอบคลุมตั้งแต่กระบวนการสั่งซื้อชิ้นส่วน ประกอบ จนกระทั่งส่งถึงมือลูกค้าเพื่อให้กระบวนการวางแผนการผลิตโดยรวมมีประสิทธิภาพสูงสุด ผู้วิจัยได้กำหนดฟังก์ชันเป้าหมายเพื่อหาต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุด (Minimize Total Cost) โดยนำผลรวมของต้นทุนแรงงาน (Labor Cost) ต้นทุนสินค้าคงคลัง (Inventory Cost) และต้นทุนในการสั่งซื้อชิ้นส่วน (Ordering Cost) มาตั้งสมการ ซึ่งมีข้อจำกัด 13 ข้อ จากแต่ละกระบวนการเป็นฟังก์ชันข้อจำกัด ผลลัพธ์จากการคำนวณทำให้ได้ต้นทุนในการผลิตเป็นจำนวน 17,600 บาทต่อเครื่องจักร 1 เครื่อง ซึ่งคิดเป็นต้นทุนที่ลดลงได้ถึง 14.81 เปอร์เซ็นต์

IV. วิธีการดำเนินงานวิจัย

จากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) รูปแบบของกำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming) สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดตารางการผลิตสำหรับโรงงานกรณีศึกษาที่มีสายการผลิตแบบไหลเลื่อน

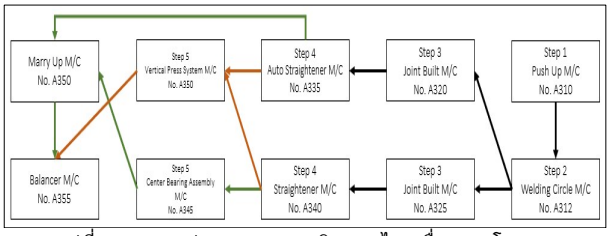
(Flow Shop, FM) และมีข้อจำกัดด้านการผลิตในส่วนของการเปลี่ยนรุ่นของเครื่องจักร การตัดทดสอบแนวเชื่อม เพื่อให้มีต้นทุนด้านการผลิตที่ต่ำที่สุด และสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

IV.I การเก็บรวบรวมข้อมูล

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลของโรงงารกรณีศึกษา สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่มข้อมูล เพื่อใช้ในการคำนวณหาแผนการผลิต ได้แก่ 1) ข้อมูลรูปแบบของสายการผลิต 2) ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ 3) ข้อมูลความต้องการของลูกค้า และ 4) ข้อมูลปริมาณสินค้าคงคลัง

IV.I.I ข้อมูลรูปแบบของสายการผลิต

สายการผลิตที่ทำการศึกษา เป็นสายการผลิตแบบไหลเลื่อน (Job Shop, FM) ที่ประกอบด้วยหลายเครื่องจักร การผลิตจะเริ่มจากเครื่องจักรแรกไปจนกระทั่งเครื่องสุดท้ายตามลำดับ เป็นไปตามกฎเข้าก่อนออกก่อน (First In First Out: FIFO) โดยไม่สามารถข้ามขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งได้ แสดงดังรูปที่ III.



รูปที่ III. แสดงรูปแบบสายการผลิตแบบไหลเลื่อนของโรงงาน

ข้อจำกัดในการวางแผนการผลิต แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ 1) ข้อจำกัดด้านการผลิต และ 2) ข้อจำกัดด้านสินค้าคงคลัง ซึ่งสามารถแยกย่อยลงไปได้ ดังนี้

ข้อจำกัดด้านการผลิต เป็นข้อจำกัดที่ส่งผลกระทบกับการผลิตโดยตรง จากการศึกษาพบว่า มีข้อจำกัดด้านการผลิต 3 ข้อ ได้แก่ 1) กำลังการผลิต 2) การเปลี่ยนรุ่นเครื่องจักร สำหรับผลิตในแต่ละรุ่นผลิตภัณฑ์โดยทางโรงงานกำหนดให้การเปลี่ยนรุ่นในแต่ละวันไม่เกิน 3 ครั้ง และ 3) การตัดทดสอบแนวเชื่อม โดยสามารถแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ออกได้เป็น 3 กลุ่ม ตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของวัตถุดิบที่นำมาเชื่อม โดยมีขนาด 3 นิ้ว ขนาด 4 นิ้ว และ 4.5 นิ้ว

ข้อจำกัดด้านสินค้าคงคลัง เป็นข้อจำกัดที่ส่งผลกระทบกับการตอบสนองความต้องการของลูกค้า โดยทางโรงงานกำหนดปริมาณสินค้าคงคลังขั้นต่ำ (Safety Stock) ให้ครอบคลุมความต้องการของลูกค้าได้อย่างน้อย 1 วัน เพื่อไม่ให้กระทบกับแผนการผลิตของลูกค้า เนื่องจากหากเกิดความผิดพลาดส่งผลให้สายการผลิตของลูกค้าหยุดการทำงาน จะเกิดต้นทุนค่าเสียโอกาสที่ทางโรงงานต้องรับผิดชอบให้กับลูกค้าตามที่ตกลงในสัญญาซื้อ-ขาย

IV.I.II ผลิตภัณฑ์

สายการผลิตที่ได้ทำการศึกษา สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้ทั้งสิ้น 13 รุ่น ที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ตามขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของผลิตภัณฑ์ โดยแต่ละกลุ่มจะมีจำนวนของแต่ละรายการไม่เท่ากัน แสดงดังตารางที่ I.

ตารางที่ I. แสดงรายการและกลุ่มผลิตภัณฑ์ของโรงงาน

กลุ่มผลิตภัณฑ์	รายการผลิตภัณฑ์	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง
1	A	4 นิ้ว
	B	
	C	
	D	
	E	
	F	
2	G	4.5 นิ้ว
	H	
	I	
3	J	3 นิ้ว
	K	
	L	
	M	

IV.I.III ข้อมูลความต้องการจากลูกค้า

ทางผู้วิจัยทำการเลือกข้อมูลในช่วงเดือนกรกฎาคม ปี พ.ศ. 2562 มาทำการทดลอง เนื่องจากมีปริมาณคำสั่งซื้อมากที่สุดของปี โดยมีปริมาณคำสั่งซื้อทั้งสิ้น 9,452 ชิ้น และเป็นช่วงปีที่ไม่มีปัจจัยภายนอกอื่น เข้ามากระทบกับปริมาณคำสั่งซื้อจากลูกค้าเช่น ภัยพิบัติต่าง ๆ โรคระบาด การก่อการร้าย เป็นต้น

ในการรับข้อมูลความต้องการของลูกค้า พนักงานผู้รับผิดชอบจะทำโดยดาวน์โหลดคำสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากระบบฐานข้อมูลของลูกค้า ซึ่งข้อมูลที่ได้อยู่ในรูปแบบของตารางเอ็กเซลล์ (Excel) โดยระบุรายละเอียดแสดงความต้องการต่าง ๆ เช่น หมายเลขคำสั่งซื้อแต่ละรายการ รอบเวลาในการจัดส่ง สถานที่ในการจัดส่ง รายการผลิตภัณฑ์ และจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ เป็นต้น แสดงดังรูปที่ IV.

RAN No	Delivery or	Delivery or	Delivery or	Delivery or	Delivery or	Supplier	Depot	Delivery Pl	Parts No	Process cc	Parts Name	Delivery Q
6WX6753	2021	5	10	8	0	M012	1S	WK0	A	56TA1	SFT ASSY-PROP	30
6KMS667	2021	4	30	23	0	M012	1S	WK1	B	56TA1	SFT ASSY-PROP	32
6KMS668	2021	5	3	23	0	M012	1S	WK1	C	56TA1	SFT ASSY-PROP	32
6KMS669	2021	5	5	11	0	M012	1S	WK1	B	56TA1	SFT ASSY-PROP	32
6KMS670	2021	5	5	23	0	M012	1S	WK1	B	56TA1	SFT ASSY-PROP	30
6KMS671	2021	4	30	23	0	M012	1S	WK1	G	56TA1	SFT ASSY-PROP	32
6KMS672	2021	5	4	11	0	M012	1S	WK1	H	56TA1	SFT ASSY-PROP	32
6KMS673	2021	5	5	23	0	M012	1S	WK1	H	56TA1	SFT ASSY-PROP	32
6KMS674	2021	5	6	23	0	M012	1S	WK1	I	56TA1	SFT ASSY-PROP	32
6KMS675	2021	5	4	11	0	M012	1S	WK1	K	56TA1	SFT ASSY-PROP	32
6KMS676	2021	5	6	23	0	M012	1S	WK1	J	56TA1	SFT ASSY-PROP	32
6KMS677	2021	4	30	11	0	M012	1S	WK1	K	56TA1	SFT ASSY-PROP	32
6KMS678	2021	5	3	11	0	M012	1S	WK1	L	56TA1	SFT ASSY-PROP	32
6KMS679	2021	5	4	11	0	M012	1S	WK1	M	56TA1	SFT ASSY-PROP	32
6KMS680	2021	5	4	23	0	M012	1S	WK1	E	56TA1	SFT ASSY-PROP	32
6KMS681	2021	5	5	23	0	M012	1S	WK1	A	56TA1	SFT ASSY-PROP	32
6KMS682	2021	5	6	11	0	M012	1S	WK1	D	56TA1	SFT ASSY-PROP	32
6KMS683	2021	5	6	23	0	M012	1S	WK1	C	56TA1	SFT ASSY-PROP	32
6KMS684	2021	5	4	23	0	M012	1S	WK1	B	56TA1	SFT ASSY-PROP	32
6KMS685	2021	4	30	11	0	M012	1S	WK1	B	56TA1	SFT ASSY-PROP,FR	32
6KMS686	2021	4	30	23	0	M012	1S	WK1	C	56TA1	SFT ASSY-PROP,FR	96
6KMS687	2021	5	3	11	0	M012	1S	WK1	A	56TA1	SFT ASSY-PROP,FR	32
6KMS688	2021	5	3	23	0	M012	1S	WK1	A	56TA1	SFT ASSY-PROP,FR	96
6KMS689	2021	5	4	11	0	M012	1S	WK1	D	56TA1	SFT ASSY-PROP,FR	64
6KMS690	2021	5	4	23	0	M012	1S	WK1	I	56TA1	SFT ASSY-PROP,FR	64
6KMS691	2021	5	5	11	0	M012	1S	WK1	H	56TA1	SFT ASSY-PROP,FR	32
6KMS692	2021	5	5	23	0	M012	1S	WK1	J	56TA1	SFT ASSY-PROP,FR	64

รูปที่ IV. แสดงข้อมูลความต้องการของลูกค้า

IV.I.IV ข้อมูลปริมาณสินค้าคงคลัง

ทางผู้วิจัยทำการตรวจเช็คข้อมูลย้อนหลังจากทางแผนกบัญชี ในการสืบค้นปริมาณสินค้าคงคลังตั้งต้นของวันที่ 1 กรกฎาคม ปี พ.ศ. 2562 เพื่อนำมาใช้ในการกำหนดค่าระดับสินค้าคงคลังเริ่มต้น โดยพบว่ามีปริมาณสินค้าคงคลังที่ 775 ชิ้น แยกเป็นแต่ละรายการผลิตภัณฑ์ แสดงดังตารางที่ II.

ตารางที่ II. แสดงปริมาณสินค้าคงคลังเริ่มต้นวันที่ 1 พฤษภาคม 2562

รายการผลิตภัณฑ์	ปริมาณสินค้าคงคลัง (ชิ้น)
A	0
B	228
C	263
D	0
E	0
F	32
G	248
H	0
I	1
J	3
K	0
L	0
M	0

IV.II การจัดเตรียมข้อมูล

ในการจัดเตรียมข้อมูล ผู้วิจัยทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาพัฒนาการจัดตารางการผลิต และนำโปรแกรมสำเร็จรูปเข้ามาช่วยในการคำนวณหาผลลัพธ์ โดยเลือกใช้เป็นโปรแกรมเอ็กเซลล์ (Excel) ควบคู่กับฟังก์ชันโซลเวอร์ (Solver Function)

IV.II.I การกำหนดแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

เมื่อได้ทำการรวบรวมข้อมูลทั้งหมด ทางผู้วิจัยทำการกำหนดแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการพัฒนากระบวนการจัดตารางการผลิต โดยกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable) และฟังก์ชันข้อจำกัด (Constraint Function) ดังนี้

การกำหนดสมการวัตถุประสงค์ (Objective Function)

ในการวิจัย กำหนดวัตถุประสงค์ในการดำเนินการเพื่อหาค่าที่ต่ำที่สุดของการผลิต โดยมีต้นทุนในการเปลี่ยนรุ่นเครื่องจักร และต้นทุนในการตัดทดสอบแนวเชื่อม ซึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบของสมการวัตถุประสงค์ (Objective Function) ดังนี้

$$Min\,TC = \sum_{i=A}^{U}\sum_{j=1}^{n}(C_C C_{ij} + W_C W_{ij}) \quad (1)$$

การกำหนดตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable)

ในการวิจัยนี้ ต้องการให้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทำการคำนวณหารุ่น และจำนวนของการผลิตในแต่ละวัน ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงกำหนดตัวแปรตัดสินใจเป็นจำนวนของการผลิตของแต่ละรุ่น *i* ในแต่ละวัน *j* โดยกำหนดตัวแปรตัดสินใจได้ดังนี้

X_{ij} คือจำนวนการผลิตของแต่ละรุ่น *i* ในวันที่ *j*

การกำหนดสมการข้อจำกัด (Constraint Function)

ทางผู้วิจัยทำการกำหนดสมการข้อจำกัด จากข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมมา ดังนี้

$$\sum_{i=A}^{U} C_{ij} \le 3 \quad (2)$$

$$\sum_{i=A}^{F} C_{ij} + \sum_{i=G}^{R} C_{ij} + \sum_{i=S}^{U} C_{ij} = W_{ij} \quad (3)$$

$$\sum_{i=A}^{U} X_{ij} = 350 \quad (4)$$

$$\sum_{i=A}^{U} X_{ij} = 460 \quad (5)$$

$$EINV_{ij} = BINV_{ij} + X_{ij} - D_{ij} \quad (6)$$

$$D_{i(j+1)} \le EINV_{ij} \quad (7)$$

ข้อจำกัด (2) ผลรวมของการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ *i* ในวันที่ *j* ต้องไม่เกิน 3 ครั้งต่อวัน

ข้อจำกัด (3) ผลรวมของการตัดทดสอบแนวเชื่อมของกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3

ข้อจำกัด (4) และ (5) ผลรวมของกำลังการผลิตของรุ่น *i* ในวันที่ *j* ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 350 ชิ้นต่อวัน สำหรับการทำงาน 8 ชั่วโมงการทำงาน และน้อยกว่าหรือเท่ากับ 450 ชิ้นต่อวัน สำหรับการทำงานล่วงเวลา

ข้อจำกัด (6) ระดับสินค้าคงคลังขั้นต่ำ (Safety Stock) ของแต่ละรุ่น *i* ณ. สิ้นวันที่ *j* เท่ากับ ระดับสินค้าคงคลังขั้นต่ำของวันที่ *j-1* รวมกับจำนวนการผลิตของรุ่น *i* ในวันที่ *j* และลบปริมาณความต้องการรุ่น *i* ในวันที่ *j* ของของลูกค้า

ข้อจำกัด (7) ระดับสินค้าคงคลังขั้นต่ำ (Safety Stock) ของแต่ละรุ่น *i* ณ. สิ้นวันที่ *j* ต้องมากกว่าหรือเท่ากับผลรวมปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์รุ่น *i* ในวันที่ *j+1* และ *j+2*

คำอธิบายสัญลักษณ์

X_{ij} คือจำนวนการผลิตของแต่ละรุ่น *i* ในวันที่ *j*

i คือรุ่นของผลิตภัณฑ์

j คือวันที่ทำการผลิต

C_{ij} คือจำนวนการเปลี่ยนรุ่น ของชิ้นงานรุ่น *i* ในวันที่ *j*

D_{ij} คือความต้องการของลูกค้าสำหรับชิ้นงานรุ่น *i* ในวันที่ *j*

$BINV_{ij}$ คือระดับสินค้าคงคลังของชิ้นงานรุ่น *i* ณ. เริ่มต้นวันที่ *j*

$EINV_{ij}$ คือระดับสินค้าคงคลังของชิ้นงานรุ่น *i* ณ. สิ้นสุดวันที่ *j*

W_{ij} คือจำนวนการตัดทดสอบแนวเชื่อม ของชิ้นงานรุ่น *i* ในวันที่ *j*

TC คือต้นทุนรวมจากการผลิต

Cc คือต้นทุนการปรับตั้งเครื่องจักร

Wc คือต้นทุนการตัดทดสอบแนวเชื่อม

IV.II.II การกำหนดค่าในโปรแกรมสำเร็จรูป

การสร้างแบบจำลองในรูปแบบตารางในโปรแกรมเอ็กเซลล์

ผู้วิจัยทำการสร้างตารางเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 6 ส่วน ดังนี้ 1) ตารางแสดงข้อมูลความต้องการของลูกค้าจำแนกออกตามวัน 2) ส่วนของตารางการผลิต จำแนกออกตามวัน 3) ส่วนของสินค้าคงคลัง แยกระหว่างสินค้าคงคลังเริ่มต้นวัน และสินค้าคงคลังสิ้นสุดวัน 4) ส่วนของการคำนวณการเปลี่ยนรุ่นในแต่ละวัน 5) ส่วนของการคำนวณการตัดทดสอบแนวเชื่อมในแต่ละวัน และ 6) ส่วนของการคำนวณต้นทุนรวมของการผลิต แสดงดังรูปที่ V. รูปที่ VI. รูปที่ VII. รูปที่ VIII. รูปที่ IX. และ รูปที่ X. ตามลำดับ

รายการผลิตภัณฑ์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A															
B															
C															
D															
E															
F															
G															
H															
I															
J															
K															
L															
M															

รูปที่ V. แสดงรูปแบบตารางความต้องการของลูกค้า

รายการผลิตภัณฑ์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A															
B															
C															
D															
E															
F															
G															
H															
I															
J															
K															
L															
M															
ยอดรวม															
	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
กำลังการผลิต	460	460	460	460	350	460		460	460	460	460	350	460		

รูปที่ VI. แสดงรูปแบบตารางการผลิต

BINV	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228
C	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
G	248	248	248	248	248	248	248	248	248	248	248	248	248	248	248
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
J	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

EINV	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228
C	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
G	248	248	248	248	248	248	248	248	248	248	248	248	248	248	248
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
J	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
จำนวนรวม	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775

รูปที่ VII. แสดงรูปแบบตารางแสดงจำนวนสินค้าคงคลัง

รายการผลิตภัณฑ์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A															
B															
C															
D															
E															
F															
G															
H															
I															
J															
K															
L															
M															
จำนวนรวม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

รูปที่ VIII. แสดงรูปแบบตารางจำนวนการเปลี่ยนรุ่นในแต่ละวัน

กลุ่มผลิตภัณฑ์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
กลุ่มที่ 1															
กลุ่มที่ 2															
กลุ่มที่ 3															

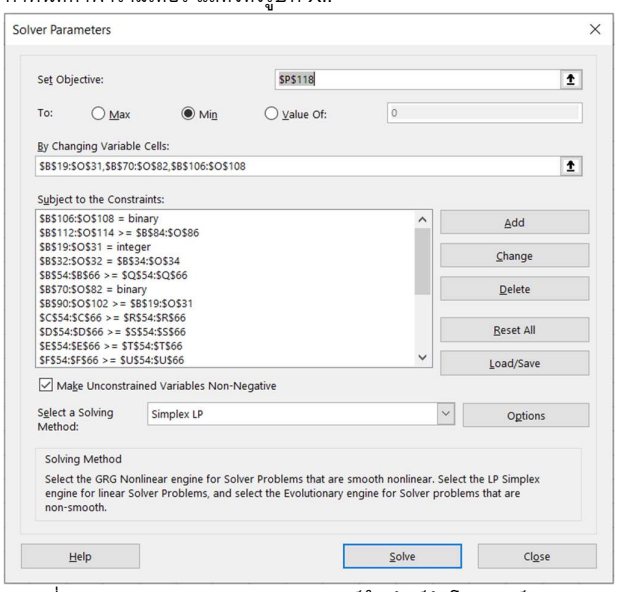
รูปที่ IX. แสดงรูปแบบตารางจำนวนการตัดทดสอบแนวเชื่อมในแต่ละวัน

ต้นทุนการผลิต	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ต้นทุนรวม
ต้นทุนการเปลี่ยนรุ่น	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ต้นทุนการตัดทดสอบแนวเชื่อม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

รูปที่ X. แสดงรูปแบบตารางคำนวณต้นทุนรวมของการผลิต

การกำหนดพารามิเตอร์ในฟังก์ชันโซลเวอร์

หลังจากที่ได้ทำการสร้างแบบจำลองในโปรแกรมสำเร็จรูป ผู้วิจัยทำการเลือกใช้ฟังก์ชันโซลเวอร์ เพื่อทำการคำนวณผลลัพธ์ โดยทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ แสดงดังรูปที่ XI.



รูปที่ XI. แสดงการกำหนดค่าพารามิเตอร์ ในฟังก์ชันโซลเวอร์ (Solver)

จากรูปที่ XI. แสดงการกำหนดพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในฟังก์ชันโซลเวอร์ โดยมีอยู่ 6 ส่วน ได้แก่ 1) Set Objective: 2) To: 3) By Changing Variable Cells: 4) Subject to the Constraints: 5) Make Unconstrained Variables Non-Negative และ 6) Select a Solving Method ซึ่งสามารถอธิบายแต่ละส่วน ดังนี้

Set Objective: คือการกำหนดผลลัพธ์ของการแก้ไขปัญหา หรือฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) โดยในการคำนวณนี้กำหนดให้เป็นต้นทุนรวมในการผลิต

To: คือกำหนดว่าต้องการหาค่าสูงสุด หรือค่าต่ำสุด ในการคำนวณหาผลลัพธ์ โดยในการคำนวณนี้กำหนดให้โปรแกรมคำนวณหาค่าต้นทุนที่ต่ำที่สุด

By Changing Variable Cell คือ การกำหนดค่าที่ต้องการหาผลลัพธ์ หรือเป็นการกำหนดตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable) โดยกำหนดให้โปรแกรมคำนวณหาแผนการผลิตในแต่ละวัน จำนวนการเปลี่ยนรุ่นในแต่ละวัน และจำนวนการตัดทดสอบแนวเชื่อมในแต่ละวัน

Subject to The Constraints: คือการกำหนดข้อจำกัดของการคำนวณหาผลลัพธ์ หรือฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Constraint Function) โดยกำหนดข้อจำกัดตามที่ได้กำหนดในสมการทางคณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

Make Unconstrained Variables Non-Negative คือการกำหนดให้ผลลัพธ์จากการคำนวณต้องไม่เป็นค่าติดลบ โดยในการคำนวณเลือกให้ไม่เป็นค่าติดลบ เนื่องจากแผนการผลิตนั้น ไม่สามารถเป็นค่าติดลบได้

Select a Solving Method: คือการกำหนดรูปแบบในการคำนวณผลลัพธ์ ซึ่งในการวิจัยนี้กำหนดให้ใช้รูปแบบ Simplex LP ในการแก้ปัญหาเนื่องจากมีฟังก์ชันวัตถุประสงค์และฟังก์ชันข้อกำหนดทั้งหมด เป็นสมการเส้นตรง และต่อเนื่อง

V. ผลการวิจัย

จากการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ รูปแบบกำหนดการเชิงเส้นในการคำนวณหาตารางการผลิตที่มีความเหมาะสมกับกรณีศึกษา พบว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดขึ้น สามารถนำมาใช้คำนวณหาตารางการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ แสดงดังรูปที่ XII. รูปที่ XIII. รูปที่ XIV. และรูปที่ XV. โดยสามารถลดต้นทุนรวมการผลิตลงได้ 2,900 บาท คิดเป็นร้อยละ 22

รายการผลิตภัณฑ์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	268	0	0	0
B	445	0	0	445	0	0	0	0	0	0	162	0	0	0
C	0	445	0	0	0	0	0	445	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	445	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	335	0	0
G	0	0	0	0	0	445	0	0	0	445	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	335	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K	0	0	210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	0	0	65	0	0	0	0	0	445	0	0	0	0	0
M	0	0	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ยอดรวม	460	460	460	460	350	460	0	460	460	460	460	350	460	0
	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
กำลังการผลิต	460	460	460	460	350	460		460	460	460	460	350	460	

รูปที่ XII. แสดงแผนการผลิตของสัปดาห์ที่ 1

รายการผลิตภัณฑ์	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	384	0	0	0	0	0	335	0	0	445	0	0	0	0
C	0	0	445	0	0	0	0	0	0	0	445	0	445	0
D	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	445	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	335
G	0	0	0	0	0	0	0	445	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K	0	0	0	0	290	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	445	0	445	0	0	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	0	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ยอดรวม	460	0	460	460	460	460	350	460	0	460	460	460	460	350
	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
กำลังการผลิต	460		460	460	460	460	350	460		460	460	460	460	350

รูปที่ XIII. แสดงแผนการผลิตของสัปดาห์ที่ 2

รายการผลิตภัณฑ์	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	335
B	404	0	0	0	0	0	0	445	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0	258	0	0	0	0	445	445	0
D	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	62	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G	0	0	445	0	0	0	0	0	0	445	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	220	182	0	0	0	0	0	0	0	0
K	0	0	0	0	0	248	0	0	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	445	0	0	0	0	0	0	445	0	0	0
M	0	0	0	0	210	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ยอดรวม	460	0	460	460	460	460	350	460	0	460	460	460	460	350
	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
กำลังการผลิต	460		460	460	460	460	350	460		460	460	460	460	350

รูปที่ XIV. แสดงแผนการผลิตของสัปดาห์ที่ 3

รายการผลิตภัณฑ์	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A	0	0	0	0	0	0	0	445	0	0	445	0	0	0
B	0	0	0	0	335	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0	445	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	445	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	335	445	0
G	0	445	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0	445	0	0	0	0	0
L	445	0	0	0	0	445	0	0	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	338	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ยอดรวม	460	460	460	460	350	460	0	460	460	460	460	350	460	0
	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
กำลังการผลิต	460	460	460	460	350	460		460	460	460	460	350	460	

รูปที่ XV. แสดงแผนการผลิตของสัปดาห์ที่ 4

ต้นทุนการเปลี่ยนรุ่นเครื่องจักร ลดลง 2,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 29 ของต้นทุนการเปลี่ยนรุ่นแบบเดิม แสดงดังตารางที่ III.

ตารางที่ III. แสดงส่วนต่างต้นทุนการเปลี่ยนรุ่นเครื่องจักร

การเปลี่ยนรุ่น	รูปแบบเดิม	แบบจำลอง	ส่วนต่าง	% ส่วนต่าง
สัปดาห์ที่ 1	2,800	1,500	1,300	46%
สัปดาห์ที่ 2	1,200	800	400	33%
สัปดาห์ที่ 3	1,600	1,600	-	0%
สัปดาห์ที่ 4	1,300	1,000	300	23%
ต้นทุนรวม	6,900	4,900	2,000	29%

ต้นทุนการตัดทดสอบแนวเชื่อม ลดลง 900 บาท คิดเป็นร้อยละ 15 ของต้นทุนการตัดทดสอบแนวเชื่อมแบบเดิม ทั้งนี้ ยังมีในบางสัปดาห์ที่ผลลัพธ์จากการคำนวณด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีค่ามากกว่าแบบเดิม แสดงดังตารางที่ IV.

ตารางที่ IV. แสดงส่วนต่างต้นทุนการตัดทดสอบแนวเชื่อม

ตัดทดสอบ	รูปแบบเดิม	แบบจำลอง	ส่วนต่าง	% ส่วนต่าง
สัปดาห์ที่ 1	2,500	1,600	900	36%
สัปดาห์ที่ 2	850	900	(50)	-6%
สัปดาห์ที่ 3	1,450	1,700	(250)	-17%
สัปดาห์ที่ 4	1,250	950	300	24%
ต้นทุนรวม	6,050	5,150	900	15%

นอกจากต้นทุนการผลิตที่ลดลง แบบจำลองที่กำหนด สามารถลดต้นทุนที่เกิดจากการจัดส่งผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้าได้ 6,945 บาท คิดเป็นร้อยละ 100 และยังลดเวลาของการจัดตารางการผลิตจาก 60 นาที เหลือ 2 นาที

VI. สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ นำเสนอการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ด้วยรูปแบบกำหนดการเชิงเส้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดตารางการผลิตและตอบสนองความต้องการของลูกค้า พบว่า แบบจำลองที่กำหนดมีประสิทธิภาพดีกว่าการทำงานแบบเดิม ทั้งในแง่ของต้นทุนรวมของการผลิต การตอบสนองความต้องการของลูกค้า และระยะเวลาในการดำเนินงาน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาทำการจัดตางการผลิตแทนรูปแบบการทำงานแบบเดิม

ทั้งนี้ เพื่อให้แบบจำลองมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมากำหนดแบบจำลอง มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากหากไม่คลอบคลุมข้อจำกัดต่าง ๆ อาจส่งผลให้ ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณมีโอกาสผิดพลาด และส่งผลให้เกิดความเสียหายแก่องค์กร เช่น ต้นทุนที่เพิ่มสูงมากขึ้น ความสามารถในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าลดลง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณโรงงารกรณีศึกษาที่อนุเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ สำหรับใช้ในการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดตารางการผลิต และตอบสนองความต้องการของลูกค้า ในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] จ. ชาบาง และ ส. ภาระราช, "การประยุกต์ใช้วิธีอาณาจักรมดกับการจัดลำดับการผลิตแบบไหลลื่นที่มีเวลาการผลิตไม่แน่นอน," วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต ปีที่ 6 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2559, 2559.

[2] อ. ชัยมณี, "การจัดตารางการผลิตแบบไหลเลื่อนโดยมีกำหนดส่งงานเป็นช่วงเวลา ภายใต้นโยบายการผลิตแบบทันเวลาพอดี," วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2560.

[3] อ. ชัยมณี และ ว. สุพิทักษ์, "การจัดตารางการผลิตสำหรับระบบการผลิตแบบไหลเลื่อนยืดหยุ่นโดยมีเวลาปรับตั้งเครื่องจักรซึ่งขึ้นกับลำดับงานภายใต้นโยบายการผลิตแบบทันเวลาพอดี," The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 2015, doi: 10.14416/j.kmutnb.2014.12.002.

[4] ท. ชาเจียมเจน and อ. เก่งพล, "การหาปริมาณการผลิตที่เหมาะสมโดยการใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์: กรณีศึกษาการวางแผนการผลิตบริษัทในอุตสาหกรรมกระดาษ," วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 17, vol. ฉบับที่ 3, ก.ย. - ธ.ค. 2550 2550.

[5] ช. ลิ้มเพียรชอบ และ ป. อุษาบริสุทธิ์, "การวางแผนการผลิตที่เหมาะสมของโรงงานเครื่องจักรกลการเกษตรเพื่อการผลิตอ้อยโดยใช้แบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม," The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 2016, doi: 10.14416/j.kmutnb.2015.08.003.

การเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธีจำลองเชิงคณิตศาสตร์และจุดศูนย์ดุล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่ง กรณีศึกษา บริษัทสี่สหายขนส่ง จำกัด

THE LOCATION SELECTION OF DISTRIBUTION CENTER BY APPLYING MATHMATICS MODEL AND CENTER OF GRAVITY METHOD TO INCREASE EFFICIENCY IN TRANSPORTATION : A CASE STUDY OF SISAHY TRANSPORT CO., Ltd.

1st ประสิทธิ์ พงศ์ด ารง
Prasit Pongdamrong
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Business Administration, Thai-Nichi Institute of Technology
กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
Bangkok, Thailand
prasit@tni.ac.th

2nd จักร ติงศภัทิย์
Chark Tingsaphat
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Business Administration, Thai-Nichi Institute of Technology
กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
Bangkok, Thailand
chark@tni.ac.th

บทคัดย่อ — งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาการเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสม กรณีศึกษาบริษัทสี่สหายขนส่ง จำกัด สาขาในจังหวัดนครศรีธรรมราชที่มีศูนย์กระจายสินค้าเดิมทั้งหมด 4 แห่ง เพื่อหาแนวทางในการเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าเพียงศูนย์เดียวในการกระจายสินค้าช่วยในการบริหารจัดการลูกค้าในจังหวัดนครศรีธรรมราช

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทำให้ได้พิกัดของศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมโดยวิธีจุดศูนย์ดุลและแปลงพิกัดเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ในแผนที่จริง พิกัดคือ(8.426968, 99.965095)จากนั้นนำพิกัดที่ได้จากวิธีจุดศูนย์ดุลและพิกัดของศูนย์กระจายสินค้าทั้ง4แห่ง(เดิม)มาเปรียบเทียบโดยวิธีการหาระยะทางร่วมกับค่าขนส่งได้ค่าระยะทางร่วมกับค่าขนส่งอันดับที่1ศูนย์กระจายสินค้าใหม่ที่ได้จากวิธีจุดศูนย์ดุลมีค่าเท่ากับ325.67อันดับที่2เป็นศูนย์กระจายสินค้าสาขานครศรีธรรมราชมีค่าเท่ากับ327.98ทำให้ได้แนวทางการเลือกศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมอยู่2ทางเลือกคือทางเลือกที่1ศูนย์กระจายสินค้าเดิมสาขานครศรีธรรมราชและทางเลือกที่2ศูนย์กระจายสินค้าใหม่ที่ได้จากวิธีจุดศูนย์ดุลนำมาวิเคราะห์ต้นทุนรวมทางเลือกที่1ต้นทุนรวมคิดเป็น7,777,674.98บาททำให้ประสิทธิภาพการขนส่งเพิ่มขึ้นร้อยละ30.46และทางเลือกที่2มีต้นทุนรวมคิดเป็น9,291,430.27บาททำให้ประสิทธิภาพการขนส่งเพิ่มขึ้นร้อยละ16.92จากนั้นวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งเพื่อแบ่งโซนในการคิดราคาการให้บริการแบ่งออกเป็น6โซนซึ่งต้นทุนผันแปรตามชั่วโมงการทำงานเท่ากับ305.99บาทต่อชั่วโมง ส่วนต้นทุนคงที่ผันแปรตามระยะทางที่วิ่งเท่ากับ 34.6 บาทต่อกิโลเมตร และค่าใช้จ่ายในสำนักงานเท่ากับ 30.6 บาทต่อชั่วโมง

คำสำคัญ — ตัวแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์, ระบบการขนส่ง, ศูนย์กระจายสินค้า, ประสิทธิภาพการขนส่ง, วิธีจุดศูนย์ดุล

ABSTRACT — **The research of this thesis is to study the selection of suitable location to set up distribution center. A case study of Sisahy Transport Co., Ltd. in Nakhon Si Thammarat which currently have four distribution centers. The purpose is to find the way to select the most suitable location to set up only one distribution center for optimizing transportation management in Nakhon Si Thammarat.**

The result by applying a Center Of Gravity method and calculated the actual geographic position shows that an appropriate location is (8.426968, 99.965095 – a new distribution center). After that, comparison the geographic position between a center of gravity method and the current distribution centers (4 places) by applying Load-Distance method together with transportation cost, the figure for a new distribution center and current distribution center(Main district) is 325.67 and 327.98 respectively which is the suitable location choices. Next step is to analyze the overall cost between them, cost of new

distribution center and efficiency increasing rate is 9,291,430.27 THB and 16.92% whereas the current one is 7,777,674.98 THB and 30.46%. In addition, transportation service should be divided into 6 zones. Variable cost based on working hours, driving distance and office expense is 305.99 THB/hour, 34.6 THB/km and 30.6 THB/hour respectively.

Keywords **—— Mathematical models, Transportation systems, Distribution Centers, Efficiency of transportations, Center of Gravity**

I. บทนำ

จากแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบโลจิสติกส์ตามกรอบยุทธศาสตร์พัฒนาประเทศ ฉบับที่ 12 (พ.ศ.2560- พ.ศ.2564) Logistics จึงนับเป็นวาระแห่งชาติที่จะสร้างความเข้มแข็งและเศรษฐกิจที่มั่งคั่งและยั่งยืน โดยต้นทุนค่าขนส่งสินค้ามีสัดส่วนรูปแบบการขนส่งสินค้าทางถนนยังคงเป็นรูปแบบการขนส่งหลักของประเทศ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 79.3 จากการที่ภาครัฐให้ความสำคัญในด้านโลจิสติกส์ โดยจะลดต้นทุนด้านโลจิสติกส์ซึ่งมีต้นทุนหลักเป็นค่าขนส่งสินค้าที่ใช้รูปแบบการขนส่งสินค้าทางถนนเป็นหลักนั้นสอดคล้องกับบริษัทที่ดำเนินธุรกิจการขนส่ง ซึ่งส่งผลให้บริษัทที่ดำเนินการเกี่ยวกับการขนส่งสินค้าต้องมีการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพเพื่อลดต้นทุนด้านโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน พร้อมทั้งเพิ่มความสามารถในการแข่งขันมากยิ่งขึ้น

บริษัท สี่สหายขนส่ง (1988) จำกัด ดำเนินธุรกิจการให้บริการรับส่งสินค้าและพัสดุต่างๆ ไปยังจังหวัดต่างๆ ในภาคใต้ได้แก่ จังหวัดเพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา ชุมพร และกระบี่ โดยมีจุดกระจายสินค้าและจุดให้บริการลูกค้า จำนวน 13 สาขา กระจายอยู่ในอำเภอต่างๆ การให้บริการส่งสินค้า ไปยังลูกค้าในสถานที่ต่างๆ เช่น บ้าน ร้านค้า หน่วยงานราชการ สำนักงานต่างๆ คลังสินค้า โดยรถเทรเลอร์ รถสิบล้อ รถหกล้อและรถกระบะตู้ทึบ จำนวนกว่า 30 เที่ยว/วัน จากการให้บริการการขนส่งที่ผ่านมาการตั้งศูนย์กระจายสินค้าของบริษัทจะพิจารณาการตั้งศูนย์กระจายสินค้าใกล้บริเวณลูกค้าที่มาใช้บริการ ทำให้มีศูนย์กระจายสินค้าของบริษัทจำนวนมากเกิดขึ้น ส่งผลให้บริษัทมีต้นทุนด้านโลจิสติกส์และโซ่อุปทานในส่วนของค่าใช้จ่ายการขนส่งสินค้าเพิ่มขึ้น

II. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาและกำหนดตำแหน่งทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับศูนย์กระจายสินค้าในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช และการแบ่งโซนในการให้บริการการขนส่งที่เหมาะสม พร้อมทั้งเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายผลการเลือกทำเลที่ตั้งที่และการแบ่งโซนที่เกิดขึ้นกับค่าใช้จ่ายที่บริษัทมีอยู่

III. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

III.I. โลจิสติกส์ ห่วงโซ่อุปทาน และศูนย์กระจายสินค้า

กฤษดา วิศวธีรานนท์ [1] ได้ให้ความหมายของโลจิสติกส์ ห่วงโซ่อุปทาน และศูนย์กระจายสินค้าได้ดังนี้

III.I.I ความหมายของโลจิสติกส์

โลจิสติกส์เป็นกระบวนการในการวางแผน ดำเนินงาน ควบคุมการไหลและการจัดเก็บของวัตถุดิบ สินค้ากึ่งสำเร็จรูป และสินค้า ตั้งแต่ผู้ผลิตถึงผู้บริโภคอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เสียค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

III.I.II. ความหมายของห่วงโซ่อุปทาน

ห่วงโซ่อุปทาน คือกระบวนการทุกกระบวนการของระบบตั้งแต่การจัดซื้อวัตถุดิบและชิ้นส่วน การผลิตในสายการผลิต การประกอบชิ้นงาน ขึ้นรูปจนเป็นสินค้าสำเร็จรูป จนกระทั่งการจัดส่งสินค้าจนถึงผู้บริโภค

III.I.III. คลังสินค้าหรือศูนย์กระจายสินค้า

คลังสินค้า แบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามลักษณะหน้าที่ ดังนี้

คลังสินค้าชนิดตามใบสั่งซื้อ ซึ่งจะมีกระบวนดังนี้ คือ รับสินค้า เก็บในคลังสินค้า จัดของตามใบสั่งซื้อ ตรวจเช็คของ หีบห่อ ส่งสินค้าออก

คลังสินค้าชนิดเคลื่อนผ่านที่รับสินค้าเข้ามาและทำการคัดแยกสินค้าตามลูกค้า จากนั้นจัดส่งสินค้าไปให้ลูกค้า ซึ่งจะมีหน้าที่ คือ รับสินค้า คัดแยกสินค้า จัดส่งสินค้า*(Saving Algorithm)*

III.II. แนวคิดของการขนส่งและประสิทธิภาพการขนส่ง

เกยูร ใยบัว [2] ได้ให้คำจำกัดความของการขนส่ง (Transportation) คือ กระบวนการเคลื่อนย้ายสินค้าด้วยอุปกรณ์การขนส่งจากสถานที่ผลิตสินค้าไปยังสถานที่บริโภค ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่สินค้า ก่อให้เกิดอรรถประโยชน์ทั้งด้านสถานที่และด้านเวลา

คำนาย อภิปรัชญาสกุล [3] ได้กล่าวถึงประสิทธิภาพในการขนส่ง (Efficiency) หมายถึง การขนส่งที่จะต้องประกอบด้วยคุณสมบัติดังนี้ รวดเร็ว (Speed) ประหยัด (Economy) ปลอดภัย (Safety) สะดวกสบาย (Convenient) แน่นอน ตรงต่อเวลาเชื่อถือได้ (Certainty and Punctuality) ซึ่งทำให้การขนส่งมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำ มีความสะดวกรวดเร็ว และไม่ก่อให้เกิดความเสียหายในสินค้าระหว่างการขนส่ง พร้อมทั้งสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า

III.III. ตัวแบบทางคณิตศาสตร์การเลือกตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า

III.III.I. วิธีการจุดศูนย์ดุล (Center-of-Gravity Method)

เจย์ ไฮเซอร์ [4] วิธีการจุดศูนย์ดุล เป็นเทคนิคทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สำหรับการหาทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าที่สามารถทำให้ต้นทุนการขนส่งต่ำที่สุด โดยใช้วิธีการหาพิกัดทางภูมิศาสตร์จากปริมาณการขนส่งและค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

พิกัดที่เป็นทำเลที่ตั้งที่เหมาะสม คือ (X, Y) หาจาก

$$X = \frac{\sum_i x_i Q_i}{\sum_i Q_i} \quad \text{และ} \quad Y = \frac{\sum_i y_i Q_i}{\sum_i Q_i}$$

เมื่อ x_i แทน พิกัดของ x จากที่ตั้งของลูกค้าที่ i

y_i แทน พิกัดของ y จากที่ตั้งของลูกค้าที่ i

และ Q_i แทน ปริมาณการขนส่งโดยรวมของลูกค้าที่ i

แนวคิดวิธีการจุดศูนย์ดุล เป็นการหาทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าเพื่อก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายต่ำสุด โดยคำนึงถึงระยะทางกับปริมาณการขนส่งสินค้าไปพิกัดของลูกค้าโดยใช้หลักการหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก

III.III.II. วิธีการหาระยะทางร่วมกับค่าขนส่ง (Load-Distance Technique)

สัญชัย ลั่งแท้กุล [5] วิธีการหาระยะทางร่วมกับค่าขนส่ง เป็นวิธีการเลือกทำเลที่ตั้งที่เป็นศูนย์กลางขนส่ง โดยพิจารณาทำเลที่มีต้นทุนในการขนส่งต่ำที่สุด

สูตรและขั้นตอนในการคำนวณจุดที่เป็นทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมที่สุด

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณระยะทางระหว่างศูนย์กระจายสินค้าที่ i กับ สาขาที่ j

$$d_1 = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

โดยที่ x_i คือ พิกัดตามแกน x ของศูนย์กระจายสินค้าที่ i

x_j คือ พิกัดตามแกน x ของสาขาที่ j

y_i คือ พิกัดตามแกน y ของศูนย์กระจายสินค้าที่ i

y_j คือ พิกัดตามแกน y ของสาขาที่ j

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณคะแนนระยะทางร่วมกับค่าขนส่ง

$$LD = \sum_{i=1}^{n} l_i d_i$$

โดยที่ l_i คืออัตราค่าขนส่ง หรือจำนวนเที่ยว

d_i คือ ระยะห่างระหว่างศูนย์กระจายสินค้าที่ i กับสาขาที่ j

ขั้นตอนที่ 3 เลือกทำเลที่เหมาะสม

พิจารณาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมจากคะแนนต่ำสุด ซึ่งหมายถึงต้นทุนการขนส่งรวมต่ำที่สุด

III.IV. ตัวแบบคณิตศาสตร์

III.IV.I. ตัวแบบของต้นทุนรวม

i คือ ศูนย์กระจายสินค้าที่ i (i = 1, 2, 3, 4, 5 แทนศูนย์กระจายสินค้าเดิม 4 แห่ง และ ศูนย์กระจายสินค้าที่ได้จากการวิธีจุดศูนย์ดุล ตามลำดับ)

j คือ ลูกค้าที่ j (j = 1, 2, 3, …, 23 แทนอำเภอทั้ง 23 อำเภอในจังหวัดนครศรีธรรมราช)

โดยที่ ค่าพารามิเตอร์(Parameters)

C_{ij} คือ ต้นทุนค่าขนส่งจากศูนย์กระจายสินค้า i ไปยังลูกค้า j

Q_j คือ ปริมาณรอบเที่ยวของลูกค้าในแต่ละอำเภอ j

$Y_{ij} \in \{1, 0\}$

Y_{ij} = 1 เมื่อสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้า i ถูกจัดส่งไปยังลูกค้า j

Y_{ij} = 0 เมื่อสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้า i ไม่จัดส่งไปยังลูกค้า j

F_i คือ ค่าเช่าคลังสินค้าและค่าบริหารจัดการของศูนย์กระจายสินค้า i

ตัวแปรตัดสินใจ

$X_i \in \{1, 0\}$

X_i = 1 เมื่อเลือกที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่ i

X_i = 0 เมื่อไม่เลือกที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่ i

ตัวแบบของต้นทุนรวม = $\sum_i \sum_j C_{ij} Q_j Y_{ij} + F_i X_i$

เมื่อ $\sum_i X_i = 1$ เมื่อต้องการตั้งศูนย์กระจายสินค้าแห่งเดียว

$\sum_j Y_{ij} = 1$ เมื่อลูกค้าที่ j รับสินค้าจากศูนย์กระจายเดียว

III.IV.I. ตัวแบบของค่าขนส่งที่ใช้ในการแบ่งโซน

มีการกำหนดตัวแปรดังนี้

VC_1 แทน ต้นทุนผันแปรที่แปรผันตามชั่วโมงการทำงาน (บาท/ชั่วโมง)

VC2 แทน ต้นทุนผันแปรที่แปรผันตามระยะทางที่รถวิ่ง (บาท/กิโลเมตร)

t แทน ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่ง (ชั่วโมง)

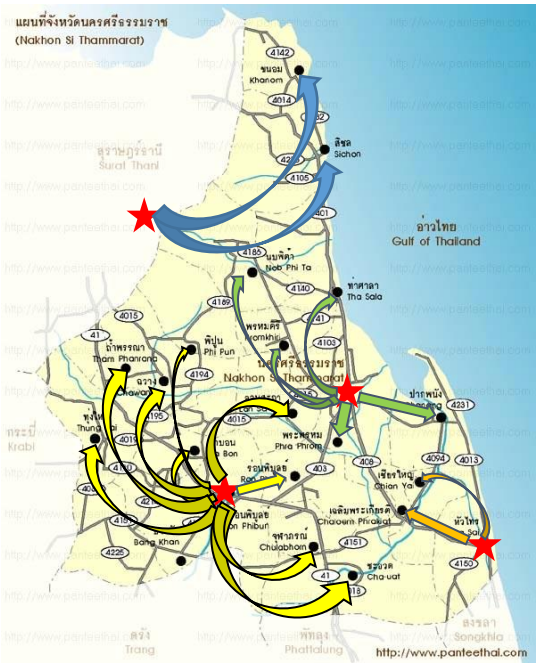
s แทน ระยะทางเฉลี่ยที่รถวิ่งในการขนส่งของแต่ละพื้นที่ (กิโลเมตร)

ตัวแบบของค่าขนส่งรวม = $(VC_1)(t) + (VC_2)(s)$

IV. วิธีดำเนินการวิจัย

IV.I. คัดเลือกกลุ่มข้อมูลหรือกลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้เป็นกรณีศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้บริษัทสี่สหายขนส่ง จำกัด ซึ่งมีศูนย์กระจายสินค้าจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งมีลูกค้าทั้งหมด 8,124 รายเป็นประชากรในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ทำการเลือกตัวอย่างเพื่อใช้เป็นกรณีศึกษาแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยให้เหตุผลตามหลักความสำคัญของลูกค้าและจำนวนศูนย์กระจายสินค้าที่มีหลายแห่งในจังหวัดเดียวกัน ซึ่งตัวอย่างที่เลือกทำการศึกษาครั้งนี้เป็นศูนย์กระจายสินค้าในจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งมีศูนย์กระจายสินค้าในจังหวัดนี้ 4 แห่ง คือ สาขาทุ่งสง สาขานครศรีธรรมราช สาขาบ้านใน และสาขาหัวไทร ให้บริการลูกค้ารายหลักจำนวน 718 ราย (ยอดขนส่งที่มาใช้บริการมากกว่า 10,000 บาท/ปี)



รูปที่ I. แสดงตำแหน่งของศูนย์กระจายสินค้าสาขาในจังหวัดนครศรีธรรมราช

IV.II. เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้ศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลที่บริษัทได้ทำระบบข้อมูล พิจารณาค่าขนส่งในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 จนถึงเดือนธันวาคม

พ.ศ. 2562 รวมระยะเวลา 12 เดือน และข้อมูลจากแหล่งอิเล็กทรอนิกส์ออนไลน์ ดังนี้ ข้อมูลการรับส่งสินค้าจากศูนย์หลักที่จังหวัดกรุงเทพฯไปศูนย์กระจายสินค้าทั้ง 4 แห่ง และข้อมูลการส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปกลุ่มลูกค้า เพื่อศึกษารอบเที่ยวขนส่งในแต่ละจุด ข้อมูลต้นทุนของศูนย์กระจายสินค้าทั้ง 4 แห่ง เพื่อใช้ในการคำนวณต้นทุนการขนส่ง พร้อมทั้งต้นทุนการตั้งศูนย์กระจายสินค้า เงินเดือนพนักงาน ข้อมูลระยะทางจากอำเภอที่ตั้งศูนย์กระจายเดิมไปยังอำเภอต่างๆ ในจังหวัดนครศรีธรรมราช และ ข้อมูลพิกัดของแต่ละอำเภอในจังหวัดนครศรีธรรมราช ดังนี้

ตารางที่ I. พิกัดของศูนย์กระจายสินค้าและแต่ละอำเภอ

ลำดับ	อำเภอ	ละติจูด (Latitude) หรือ	ลองติจูด (Longitude) หรือ
DC1	สาขาทุ่งสง	8.16644	99.65039
DC2	สาขานครศรีฯ	8.42003	99.97564
DC3	สาขาบ้านใน	9.14111	99.66858
DC4	สาขาหัวไทร	8.04393	100.29634
1	อำเภอจุฬาภรณ์	8.079454	99.879474
2	อำเภอฉวาง	8.434011	99.522853
3	อำเภอชะอวด	7.964684	99.995106
4	อำเภอช้างกลาง	8.345185	99.611867
5	อำเภอถ้ำพรรณรา	8.437234	99.389511
6	อาเภอทุ่งสง	8.158652	99.673988
7	อาเภอทุ่งใหญ่	8.328344	99.41172
8	อาเภอนาบอน	8.270788	99.556222
9	อาเภอพิปูน	8.584271	99.589604
10	อาเภอร่อนพิบูลย์	8.231053	99.857142
11	อาเภอท่าศาลา	8.665035	99.922478
12	อาเภอนบพิตำ	8.755962	99.678689
13	อาเภอปากพนัง	8.310749	100.125516
14	อาเภอพรหมคีรี	8.52144	99.82514
15	อาเภอพระพรหม	8.33733	99.923859
16	อาเภอเมือง	8.430405	99.963135
17	อาเภอลานสกา	8.406309	99.767869
18	อาเภอขนอม	9.327583	99.779997
19	อาเภอสิชล	9.007704	99.891312
20	อาเภอเฉลิมพระเกียร	8.172375	100.047155
21	อาเภอเชียรใหญ่	8.115951	100.147918
22	อาเภอหัวไทร	8.04445	100.283617
23	อาเภอบางขัน	7.980647	99.500614

ตารางที่ II. ระยะทางจากศูนย์กระจายสินค้ากับแต่ละอำเภอ

ระยะทาง (km)		DC1 สาขาทุ่งสง	DC2 สาขานครศรีฯ	DC3 สาขาบ้านใน	DC4 สาขาหัวไทร
DC1 สาขาทุ่งสง					
DC2 สาขานครศรีฯ		59.5			
DC3 สาขาบ้านใน		162	101		
DC4 สาขาหัวไทร		93.7	64.1	172	
1	อาเภอจุฬาภรณ์	38.6	53.7	154	60.1
2	อาเภอฉวาง	46.3	67.1	126	118
3	อาเภอชะอวด	54.7	68.5	170	53.5
4	อาเภอช้างกลาง	28	48.3	153	99.1
5	อาเภอถ้ำพรรณรา	49.5	83.3	118	140
6	อาเภอทุ่งสง	4	57.9	162	91.1
7	อาเภอทุ่งใหญ่	35.5	81.7	131	126
8	อาเภอนาบอน	21.1	61.3	144	112
9	อาเภอพิปูน	61.8	84.1	124	135
10	อาเภอร่อนพิบูลย์	34.7	28.7	129	62.3
11	อาเภอท่าศาลา	84.4	30.7	73.3	95.5
12	อาเภอนบพิตำ	125	77.3	109	136
13	อาเภอปากพนัง	82.6	30.5	133	55.4
14	อาเภอพรหมคีรี	73.7	23.3	101	84.8
15	อาเภอพระพรหม	46.9	14.8	115	61.3
16	อาเภอเมือง	62.6	2.6	103	63.7
17	อาเภอลานสกา	59.5	27.8	122	81.5
18	อาเภอขนอม	165	112	33.7	177
19	อาเภอสิชล	124	69.9	34.6	135
20	อาเภอเฉลิมพระเกียรติ	60.6	30	138	33.4
21	อาเภอเชียรใหญ่	93	48	156	31.5
22	อาเภอหัวไทร	92	62.5	170	1.6
23	อาเภอบางขัน	36	95	194	110

ตารางที่ III. ค่าการใช้บริการของลูกค้า และรอบการขนส่งแต่ละอำเภอ

ลำดับ	สาขา/อำเภอ	ค่าบริการ (รายรับจากลูกค้า)	จำนวนรอบเที่ยว/ปี
1	อาเภอจุฬาภรณ์	51,020.00	2
2	อาเภอฉวาง	482,273.00	17
3	อาเภอชะอวด	377,348.30	13
4	อาเภอช้างกลาง	12,720.00	1
5	อาเภอถ้ำพรรณรา	398,692.10	14
6	อาเภอทุ่งสง	2,116,894.27	71
7	อาเภอทุ่งใหญ่	610,414.99	21
8	อาเภอนาบอน	196,724.00	7
9	อาเภอพิปูน	17,325.00	1
10	อาเภอร่อนพิบูลย์	848,646.73	29
11	อาเภอท่าศาลา	735,104.69	25
12	อาเภอนบพิตำ	278,444.20	10
13	อาเภอปากพนัง	3,806,610.93	127
14	อาเภอพรหมคีรี	389,262.15	13
15	อาเภอพระพรหม	755,785.40	26
16	อาเภอเมือง	8,838,733.00	295
17	อาเภอลานสกา	74,612.78	3
18	อาเภอขนอม	1,275,424.56	43
19	อาเภอสิชล	3,874,320.64	130
20	อาเภอเฉลิมพระเกียร	144,218.00	5
21	อาเภอเชียรใหญ่	635,725.52	22
22	อาเภอหัวไทร	5,177,709.44	173
23	อาเภอบางขัน	0	0

ตารางที่ IV. ต้นทุนการขนส่งและค่าใช้จ่ายของสำนักงาน

รายการ	สาขาทุ่งสง			สาขานครฯ			สาขาบ้านใน			สาขาหัวไทร		
	จำนวน	บาท/หน่วย	รวม	จำนวน	บาท/หน่วย	รวม	จำนวน	บาท/หน่วย	รวม	จำนวน	บาท/หน่วย	รวม
ต้นทุนคงที่	เดือน	บาท/เดือน		เดือน	บาท/เดือน		เดือน	บาท/เดือน		เดือน	บาท/เดือน	
ค่าเช่าที่แห่ง-อาหารและโกดัง	12	15,000.00	180,000.00	12	22,000.00	264,000.00	12	4,500.00	54,000.00	12	15,000.00	180,000.00
เงินเดือนของพนักงานขับรถ	12	60,000.00	720,000.00	12	87,750.00	1,053,000.00	12	39,320.00	471,840.00	12	52,500.00	630,000.00
เงินเดือนของพนักงานอื่นๆ-ลง	12	16,243.00	194,916.00	12	45,750.00	549,000.00	12	33,785.00	405,420.00	12	34,586.00	415,032.00
			1,094,916.00			1,866,000.00			931,260.00			1,225,032.00
ต้นทุนผันแปรตามจำนวนรอบเที่ยว	เที่ยว	บาท/เที่ยว		เที่ยว	บาท/เที่ยว		เที่ยว	บาท/เที่ยว		เที่ยว	บาท/เที่ยว	
ค่าพิเศษของพนักงานขับรถ	176		41,100.00	499		38,300.00	173		-	200		-
ค่าพิเศษของพนักงานอื่นๆ-ลง	176		142,262.00	499		237,936.02	173		202,930.00	200		687,190.00
			183,362.00			276,236.02			202,930.00			687,190.00
ต้นทุนผันแปรตามระยะทาง	กิโลเมตร			กิโลเมตร			กิโลเมตร			กิโลเมตร		
ค่าซ่อมรถบรรทุก	9083.4		53,717.20	13904.2		200,750.00	11894.2		76,314.00	553.6		39,258.80
ค่าน้ำมันรถบรรทุก	9083.4		288,103.00	13904.2		304,570.00	11894.2		137,192.00	553.6		185,846.00
			341,820.20			505,320.00			213,506.00			225,104.80
ต้นทุนอื่นๆ (ล้นค้าเสียหาย, ค่าOT)			974.60			5,761.00			98,895.82			203,959.00
		ต้นทุนรวม	1,621,072.80		**ต้นทุนรวม**	2,653,317.02		**ต้นทุนรวม**	1,446,591.82		**ต้นทุนรวม**	2,341,285.80
ค่าใช้จ่ายบริหาร (สำนักงาน)												
ค่าใช้จ่ายคงที่	เดือน	บาท/เดือน		เดือน	บาท/เดือน		เดือน	บาท/เดือน		เดือน	บาท/เดือน	
เงินเดือนผู้จัดการ-ธุรการ	12	38,238.00	458,856.00	12	73,400.00	880,800.00	12	20,555.00	246,660.00	12	48,180.00	578,160.00
ค่าประกันสังคม	12	5,250.00	63,000.00	12	3,000.00	36,000.00	12	2,450.00	29,400.00	12	3,768.00	45,216.00
			521,856.00			916,800.00			276,060.00			623,376.00
ค่าใช้จ่ายผันแปร												
ค่าน้ำค่าไฟ			26,935.59			56,256.63			40,161.16			44,192.56
ค่าโทรศัพท์-ตู้แฟกซ์			12,125.56			15,132.00			18,809.30			14,174.24
ค่าวัสดุสำนักงาน-ค่าพิมพ์เอกสาร-ค่าซ่อม			4,490.00			161,286.98			10,947.00			30,445.55
ค่าบัตรเติมเงิน-ค่าใช้จ่ายอื่นๆ			30,113.59			258,256.57			49,039.00			11,106.57
			73,664.74			490,932.18			118,956.46			99,918.92
		ค่าใช้จ่ายรวม	595,520.74			1,407,732.18			395,016.46			723,294.92
			2,216,593.54			**4,061,049.20**			**1,841,608.28**			**3,064,580.72**

V. ผลการวิจัย

V.I. การค้นหาทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า

นำข้อมูลพิกัดแต่ละอำเภอ และจำนวนรอบเที่ยวในการขนส่งแต่ละอำเภอ มาวิเคราะห์โดยวิธีจุดศูนย์ดุล (Center-of-Gravity Method)

ตารางที่ V. แสดงผลการวิเคราะห์หาพิกัดของศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธีจุดศูนย์ดุล

ลำดับ	สาขา/อำเภอ	ละติจูด (Latitude) หรือ เส้นรุ้ง : X	ลองติจูด (Longitude) หรือ	จำนวนเที่ยว/ปี : Q	X Q	Y Q
1	อำเภอจุฬาภรณ์	8.079454	99.879474	2	16.158908	199.758948
2	อำเภอฉวาง	8.434011	99.522853	17	143.378187	1691.888501
3	อำเภอชะอวด	7.964684	99.995106	13	103.540892	1299.936378
4	อำเภอช้างกลาง	8.345185	99.611867	1	8.345185	99.611867
5	อำเภอถ้ำพรรณรา	8.437234	99.389511	14	118.121276	1391.453154
6	อำเภอทุ่งสง	8.158652	99.673988	71	579.264292	7076.853148
7	อำเภอทุ่งใหญ่	8.328344	99.41172	21	174.895224	2087.64612
8	อำเภอนาบอน	8.270788	99.556222	7	57.895516	696.893554
9	อำเภอพิปูน	8.584271	99.589604	1	8.584271	99.589604
10	อำเภอร่อนพิบูลย์	8.231053	99.857142	29	238.700537	2895.857118
11	อำเภอท่าศาลา	8.665035	99.922478	25	216.625875	2498.06195
12	อำเภอนบพิตำ	8.755962	99.678689	10	87.55962	996.78689
13	อำเภอปากพนัง	8.310749	100.125516	127	1055.465123	12715.94053
14	อำเภอพรหมคีรี	8.52144	99.82514	13	110.77872	1297.72682
15	อำเภอพระพรหม	8.33733	99.923859	26	216.77058	2598.020334
16	อำเภอเมือง	8.430405	99.963135	295	2486.969475	29489.12483
17	อำเภอลานสกา	8.406309	99.767869	3	25.218927	299.303607
18	อำเภอขนอม	9.327583	99.779997	43	401.086069	4290.539871
19	อำเภอสิชล	9.007704	99.891312	130	1171.00152	12985.87056
20	อำเภอเฉลิมพระเกียรติ	8.172375	100.047155	5	40.861875	500.235775
21	อำเภอเชียรใหญ่	8.115951	100.147918	22	178.550922	2203.254196
22	อำเภอหัวไทร	8.04445	100.283617	173	1391.68985	17349.06574
23	อำเภอบางขัน	7.980647	99.500614	-	-	-
			รวม	**1048**	**8831.462844**	**104763.4195**
				COG	**8.426968**	**99.965095**

จากตารางผลการคำนวณด้วยวิธีจุดศูนย์ดุลได้ตำแหน่งพิกัดที่เหมาะสมในการตั้งศูนย์กระจายสินค้า คือ (8.426968, 99.965095)

การแปลงพิกัดเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่โดยใช้โปรแกรม Google Map พบว่าพิกัดของศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธีจุดศูนย์ดุล อยู่ในถนนศรีธรรมโศก ตำบลคลัง อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช

จากข้างต้นคำนวณพิจารณาศูนย์กระจายสินค้าเดิมและศูนย์กระจายสินค้าใหม่ที่เหมาะสมโดยคำนวณจากวิธีการหาระยะทางร่วมกับค่าขนส่ง นำข้อมูลพิกัดแต่ละอำเภอ และจำนวนรอบเที่ยวในการขนส่งแต่ละอำเภอมาวิเคราะห์โดยวิธีการหาระยะทางร่วมกับค่าขนส่งแต่ละศูนย์กระจายสินค้า

ตารางที่ VI. สรุปผลค่าของระยะทางร่วมกับค่าขนส่ง

ศูนย์กระจายสินค้า	ค่าของ Load-Distance
สาขาทุ่งสง	538.45
สาขานครศรีฯ	327.98
สาขาบ้านใน	850.85
สาขาหัวไทร	562.72
DCใหม่ : วิธีCOG	325.67

ดังนั้นทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมจากการพิจารณาคะแนนต่ำสุด (ต้นทุนการขนส่งรวมต่ำที่สุด) โดยวิธีการหาระยะทางร่วมกับค่าขนส่ง จะได้ศูนย์กระจายสินค้าใหม่ที่ได้จากวิธีจุดศูนย์ดุลมีค่าของระยะทางร่วมกับค่าขนส่งต่ำสุด รองลงมาเป็นศูนย์กระจายสินค้าสาขานครศรีธรรมราช

V.II. การเปรียบเทียบต้นทุนค่าขนส่งระหว่างศูนย์กระจายสินค้าเดิม และศูนย์กระจายสินค้าแบบใหม่ พร้อมทั้งกำหนดการแบ่งโซน

ต้นทุนของศูนย์กระจายสินค้าแบบใหม่ คือศูนย์กระจายสินค้า 1 แห่ง

ทางเลือกที่ 1 ศูนย์กระจายสินค้าเดิมสาขานครศรีธรรมราช

ทางเลือกที่ 2 ศูนย์กระจายสินค้าใหม่ที่ได้จากวิธีจุดศูนย์ดุล

ต้นทุนรวมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ต้นทุนการขนส่งรวม และส่วนที่ 2 ค่าเช่าคลังสินค้า และค่าบริหารจัดการของศูนย์กระจายสินค้า

V.II.I. เดิมศูนย์กระจายสินค้าทั้งหมด 4 แห่ง

คำนวณต้นทุนรวมการขนส่ง ต้นทุนคงที่และค่าบริหารจัดการ จะได้

ต้นทุนรวมการขนส่ง = (183,362 + 276,236.02 + 202,930 + 687,190) + (341,820.20 + 505,320 + 213,506 + 225,104.80) + (974.60 + 5,761 + 98,895.82 + 203,959) = 2,945,059.44 บาท

ต้นทุนคงที่และค่าบริหารจัดการ = (1,094,916 + 1,866,000 + 931,260 + 1,225,032)+(595,520.74 + 1,407,732.18 + 395,016.46 + 723,294.92) = 8,238,772.3 บาท

V.II.II. ทางเลือกที่ 1 ศูนย์กระจายสินค้าเดิมสาขานครศรีธรรมราช

ต้นทุนรวมการขนส่ง จะได้เท่ากับ 4,503,942.80 บาท

คำนวณต้นทุนคงที่และค่าบริหารจัดการ

= 1,866,000 + 1,407,732.18 = 3,273,732.18 บาท

V.II.III. ทางเลือกที่ 2 ศูนย์กระจายสินค้าใหม่ที่ได้จากวิธีจุดศูนย์ดุล

ต้นทุนรวมการขนส่ง จะได้เท่ากับ 4,325,954.66 บาท

การหาต้นทุนคงที่และค่าบริหารจัดการจะคิดจากต้นทุนคงที่และค่าบริหารจัดการของศูนย์กระจายสินค้าสาขานครศรีธรรมราช (เนื่องจากศูนย์กระจายสินค้าใหม่ที่ได้จากวิธีจุดศูนย์ดุลอยู่ในอำเภอเดียวกับสาขานครศรีธรรมราช) หักด้วย ค่าเบ็ดเตล็ดและค่าใช้จ่ายอื่นๆ รวมกับ ค่าก่อสร้างโกดังสินค้า(พื้นที่โกดังสินค้าโดยประมาณอ้างอิงจากพื้นที่โกดังของสาขานครศรีฯ x อัตราการก่อสร้าง/ตารางเมตร)

= 3,273,732.18 – 258,256.57 + (325 x 6,000)

= 4,965,475.61 บาท

ตารางที่ VII. แสดงผลการวิเคราะห์หาพิกัดของศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธีจุดศูนย์ดุล

ต้นทุน	แบบเดิม (4 DC)	ทางเลือกที่ 1	เพิ่มขึ้น/ลดลง (ทางเลือกที่ 1เทียบแบบเดิม)	ทางเลือกที่ 2	เพิ่มขึ้น/ลดลง (ทางเลือกที่ 2เทียบแบบเดิม)
ต้นทุนรวมการขนส่ง (หน่วย : บาท)	2,945,059.44	4,503,942.80	เพิ่มขึ้นร้อยละ 52.93	4,325,954.66	เพิ่มขึ้นร้อยละ 46.89
ต้นทุนคงที่และค่าบริหารจัดการ (หน่วย : บาท)	8,238,772.30	3,273,732.18	ลดลงร้อยละ 60.26	4,965,475.61	ลดลงร้อยละ 39.73
รวม	11,183,831.74	7,777,674.98	ลดลงร้อยละ 30.46	9,291,430.27	ลดลงร้อยละ 16.92

V.II.III. การแบ่งโซนให้บริการกรณีศูนย์กระจายสินค้าแห่งเดียว

การวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งเพื่อแบ่งโซนในการคิดราคาการให้บริการ จะแบ่งออกเป็น 6 บริเวณ โดยพิจารณาจากเวลาและระยะทางในการขนส่งต่อครั้ง ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ ดังนี้

ตารางที่ VIII. แสดงสรุปต้นทุนทั้งหมดที่เกิดจากการขนส่ง

รายการ	ต้นทุน/เดือน	ต้นทุนการขนส่ง
ต้นทุนคงที่ผันแปรตามชั่วโมงการทำงาน		
ค่าจ้างพนักงานขับรถ	26,290	164.31
ค่าจ้างพนักงานขึ้น-ลง	16,420	102.62
ค่าเสื่อมราคา	5,000	31.25
ค่าประกัน	1,250	7.81
รวม		305.99
ต้นทุนคงที่ผันแปรตามระยะทางที่วิ่ง		
ค่าซ่อมรถบรรทุก	370,040.00	9.95
ค่าน้ำมันรถบรรทุก	915,711.00	24.65
รวม		34.60
ค่าใช้จ่ายสำนักงาน	-	30.60

การแบ่งโซนให้บริการกรณีศูนย์กระจายสินค้าแห่งเดียว

พิจารณาจากระยะห่างจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังอำเภอของลูกค้าประมาณ (ลงของ-รวมขึ้น)กิโลเมตร และเวลาที่ใช้ในการขนส่ง 120-26 – นาที 30 ประมาณชั่วโมง

ทางเลือกที่ 1 ศูนย์กระจายสินค้าเดิมสาขานครฯ

ตารางที่ IX. แสดงการแบ่งโซน (Zone) ของทางเลือกที่ 1

บริเวณ (Zone)	ระยะทาง (km)	เวลาที่ใช้ (hr)	อำเภอของลูกค้า			
A	0-20	0.5-1	พระพรหม	เมือง		
B	21-40	1.1-2	ร่อนพิบูลย์	ท่าศาลา	ปากพนัง	พรหมคีรี
			ลานสกา	เฉลิมพระเกียรติ		
C	41-60	2.1-3	จุฬาภรณ์	ช้างกลาง	ทุ่งสง	เชียรใหญ่
D	61-80	3.1-4	ฉวาง	ชะอวด	นาบอน	นบพิตำ
			สิชล	หัวไทร		
E	81-100	4.1-5	ถ้ำพรรณรา	ทุ่งใหญ่	พิปูน	บางขัน
F	101-120	5.1-6	ขนอม			

ทางเลือกที่ 2 ศูนย์กระจายสินค้าใหม่ที่ได้จากวิธีจุดศูนย์ดุล

ตารางที่ X. แสดงการแบ่งโซน (Zone) ของทางเลือกที่ 2

บริเวณ (Zone)	ระยะทาง (km)	เวลาที่ใช้ (hr)	อำเภอของลูกค้า			
A	0-20	0.5-1	พรหมคีรี	พระพรหม	เมือง	
B	21-40	1.1-2	จุฬาภรณ์	ช้างกลาง	ร่อนพิบูลย์	ท่าศาลา
			ปากพนัง	ลานสกา	เฉลิมพระเกียรติ	เชียรใหญ่
C	41-60	2.1-3	ฉวาง	ชะอวด	ทุ่งสง	นาบอน
			พิปูน	นบพิตำ	หัวไทร	
D	61-80	3.1-4	ถ้ำพรรณรา	ทุ่งใหญ่	สิชล	บางขัน
E	81-100	4.1-5				
F	101-120	5.1-6	ขนอม			

ตารางที่ XI. แสดงการคำนวณต้นทุนการขนส่งโดยรวมแต่ละพื้นที่

บริเวณ (Zone)	ระยะทาง (km)	เวลาที่ใช้ (hr)	VC(1) x t	VC(2) x s	ต้นทุนการขนส่งรวม
A	0-20	0.5-1	252.44	346.05	598.49
B	21-40	1.1-2	504.88	1,038.14	1,543.02
C	41-60	2.1-3	841.47	1,730.23	2,571.71
D	61-80	3.1-4	1,178.06	2,422.33	3,600.39
E	81-100	4.1-5	1,514.65	3,114.42	4,629.07
F	101-120	5.1-6	1,851.24	3,806.52	5,657.76

VI. สรุปและอภิปรายผล

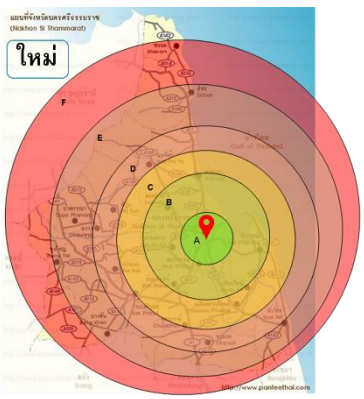
VI.I. บทสรุปผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทำให้ได้พิกัดของศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมโดยวิธีจุดศูนย์ดุล (Center of Gravity) ที่พิกัด (8.426968, 99.965095) ซึ่งพิจารณาความเป็นไปได้ พบว่าพิกัดดังกล่าวอยู่ในถนนศรีธรรมโศก ตำบลคลัง อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช

จากนั้นได้นำพิกัดที่ได้จากวิธีจุดศูนย์ดุล (Center of Gravity) และพิกัดของศูนย์กระจายสินค้าทั้ง 4 แห่ง(เดิม) มาเปรียบเทียบทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสม โดยวิธีการหาระยะทางร่วมกับค่าขนส่ง จะได้อันดับที่ 1 ศูนย์กระจายสินค้าใหม่ที่ได้จากวิธีจุดศูนย์ดุลมีค่าของLoad Distance เท่ากับ 325.67 อันดับที่ 2 เป็นศูนย์กระจายสินค้าสาขานครศรีธรรมราชมีค่าของLoad Distance เท่ากับ 327.98

จากการพิจารณาเลือกศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมอยู่ 2 ทางเลือก คือ ทางเลือกที่ 1 ศูนย์กระจายสินค้าเดิมสาขานครศรีฯ และทางเลือกที่ 2 ศูนย์กระจายสินค้าใหม่ที่ได้จากวิธีจุดศูนย์ดุล นำมาวิเคราะห์ต้นทุนรวม ทางเลือกที่ 1 ต้นทุนรวมคิดเป็น 7,777,674.98 บาท จะทำให้ประสิทธิภาพการขนส่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 30.46 และทางเลือกที่ 2 ศูนย์กระจายสินค้าใหม่ที่ได้จากวิธีจุดศูนย์ดุล มีต้นทุนรวมคิดเป็น 9,291,430.27 บาท จะทำให้ประสิทธิภาพการขนส่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 16.92

จากนั้นวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งเพื่อแบ่งโซนในการคิดราคาการให้บริการ ต้นทุนผันแปรตามชั่วโมงการทำงานเท่ากับ 305.99 บาทต่อชั่วโมง ส่วนต้นทุนคงที่ผันแปรตามระยะทางที่วิ่งเท่ากับ 34.6 บาทต่อกิโลเมตร และค่าใช้จ่ายในสำนักงานเท่ากับ 30.6 บาทต่อชั่วโมง การจัดแบ่งโซนการขนส่งสินค้าของบริษัทกรณีศูนย์กระจายสินค้าแห่งเดียว แบ่งออกเป็น 6 โซน



รูปที่ II. แสดงการแบ่งโซนของการให้บริการของศูนย์กระจายสินค้าเพียงศูนย์เดียว

VI.II. อภิปรายผล

การศึกษาแนวทางการเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธีจำลองเชิงคณิตศาสตร์และจุดศูนย์ดุล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่ง กรณีศึกษา บริษัทสี่สหายขนส่ง จำกัด การกำหนดตำแหน่งทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับศูนย์กระจายสินค้าในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราชของบริษัทกรณีศึกษาทำให้ประสิทธิภาพการขนส่งเพิ่มขึ้น เป็นเพียงแนวทางในการให้บริการขนส่งของจังหวัดนครศรีธรรมราช จากรูปแบบเดิมที่มีศูนย์กระจายสินค้าหลายแห่ง (4 แห่ง) เป็นรูปแบบใหม่ที่มีศูนย์กระจายสินค้าแห่งเดียวเพื่อสะดวกในการบริหารจัดการในการขนส่ง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำแนวทางเป็น 2 ทางเลือก พร้อมทั้งทำการจัดแบ่งโซนการให้บริการขนส่งสินค้าไปยังลูกค้าปลายทาง เพื่อช่วยประกอบการตัดสินใจ และผู้วิจัยเห็นว่าบริษัทกรณีศึกษาอาจจะพิจารณาการลดจำนวนศูนย์กระจายสินค้าเหลือ 2 และ 3 ศูนย์กระจายสินค้าได้ และจากการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนรอบเที่ยวของลูกค้ารายหลัก ส่วนใหญ่ลูกค้าจะอยู่ในส่วนของด้านล่างจังหวัดนครศรีธรรมราช

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้จัดการและเจ้าหน้าที่ฝ่ายต่างๆ โดยเฉพาะนายศรีสันต์ ศรีอินทร์ ฝ่ายการตลาดของบริษัทสี่สหายขนส่ง จำกัดที่ให้โอกาสได้เข้าเก็บข้อมูล และความรู้ต่างๆจากประสบการณ์จริงในภาคธุรกิจ รวมไปถึงท่านผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร. จักร ติงศภัทิย์ อีกทั้งคณาจารย์ประจำหลักสูตรบริหารธุรกิจ สาขาวิชานวัตกรรมการจัดการธุรกิจและอุตสาหกรรมทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้า ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของทุกท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] กฤษดา วิศวธีรานนท์, “Supply Chain & Logistics : ทฤษฎีและตัวอย่างจริง”, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ, 2549

[2] เกยูร ใยบัวกลิ่น, “การบริหารโลจิสติกส์และซัพพลายเชน Logistic and Supply Chain Management”, กรุงเทพฯ, 2556

[3] คำนาย อภิปรัชญาสกุล, “การจัดการขนส่ง TRANSPORT MANAGEMENT”, กรุงเทพฯ, 2551

[4] Jay Heizer, Barry Render and Chuck Munson “Operation Management sustainability and supply chain management”, Pearson Eduction, Inc, 2017

[5] สัญชัย ลั้งแท้กุล, “การจัดการดำเนินงาน (Operations Management)”, กรุงเทพฯ, 2561

การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือเพื่อปรับปรุงแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีแบบออนไลน์

Reliability Analysis for Improving Preventive Maintenance Plan of Online Gas Chromatography

กันตชาติ อ่อนประชู
โครงการปริญญาโท สาขาการจัดการวิศวกรรม
ภาคพิเศษ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
kantachat.on@ku.th

จักรพันธ์ อร่ามพงษ์พันธ์
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
chuckaphun.a@ku.th

กฤษ วงษ์เกษม
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
fengkrw@ku.ac.th

บทคัดย่อ **— งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของชิ้นส่วนหลักภายในเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีแบบออนไลน์ เพื่อปรับปรุงแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน โดยนำประวัติการซ่อมในช่วงระยะเวลา 20 ปีย้อนหลัง มาวิเคราะห์หาการแจกแจงทางสถิติที่เหมาะสมกับชุดข้อมูลของชิ้นส่วนที่เกิดการชำรุดมากที่สุด 4 อันดับแรก และทำการปรับปรุงแผนการซ่อมบำรุงให้เหมาะสมกับจุดคุ้มทุนในการบำรุงรักษา หลังจากการปรับปรุง พบว่า (1) แผ่นไดอะแฟรม มีค่าความน่าเชื่อถือร้อยละ 81 โดยรอบการเปลี่ยนตามเดิมมีความเหมาะสมกับจุดคุ้มทุน (2) วาล์วโซลินอยด์ (3) บอร์ดเพาเวอร์ซัพพลาย และ (4) บอร์ดซีพียู มีค่าความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 56 เป็นร้อยละ 91 จากร้อยละ 86 เป็นร้อยละ 94 และจากร้อยละ 86 เป็นร้อยละ 93 ตามลำดับ โดยค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเฉลี่ยต่อปีลดลงจาก 137,785.38 บาท เป็น 105,913.81 บาท หรือลดลง 31,871.57 บาท ต่อเครื่องต่อปี ทั้งนี้ แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่ปรับปรุงแล้ว ช่วยลดต้นทุนในการซ่อมบำรุงและทำให้มั่นใจว่า การควบคุมคุณภาพของก๊าซภายในระบบท่อก๊าซธรรมชาติเป็นไปอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ**

คำสำคัญ **—** ***การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ, แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน, เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีแบบออนไลน์***

ABSTRACT **— The objective of this research is to analyze the reliability of the main components in online gas chromatography for improving a preventive maintenance (PM) plan. The maintenance history records in the past twenty years were collected and analyzed to determine the suitable statistical distribution of the top four most frequently failed components. In addition, the PM plan was also revised and improved accordingly to have the maintenance cost optimization. After the improvement, it was found that (i) diaphragms have a reliability of 81% and its PM plan achieved optimum cost (ii) solenoid valves, (iii) power supply boards and (iv) CPU boards have the reliability increased from 56% to 91%, from 86% to 94% and from 86% to 91% , respectively. The maintenance cost of the components was decreased from 137,785.38 baht to 105,913.81 baht or decreased by 31,871.57 bath per machine per year. The improved PM plan of the online gas chromatography reduces the maintenance cost and ensures the continuous and efficient control of gas quality in the natural gas transmission pipeline.**

Keywords **—** ***Reliability Analysis, Preventive Maintenance Plan, Online Gas Chromatography***

I. บทนำ

ประเทศไทยมีการสำรวจพบแหล่งก๊าซธรรมชาติในทะเลบริเวณอ่าวไทยและบนบก ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องในการขนส่งพลังงาน การขนส่งเชื้อเพลิงผ่านทางระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติ จึงเป็นวิธีการขนส่งก๊าซที่มีประสิทธิภาพ มีความปลอดภัย และช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

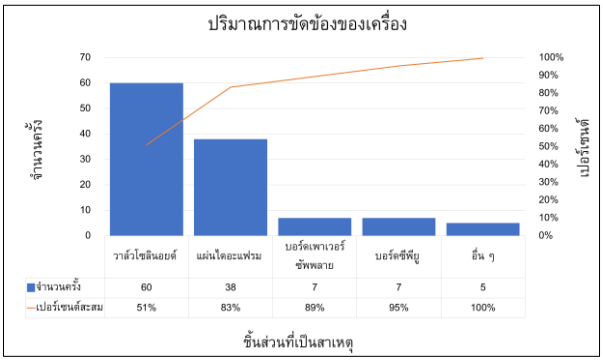
ในปัจจุบัน คุณภาพของก๊าซธรรมชาติที่รับเข้าสู่ระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติจากผู้ผลิตแต่ละแหล่งมีคุณภาพก๊าซที่แตกต่างกัน จึงมีการติดตั้งเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีแบบออนไลน์ (Online Gas Chromatography) ตลอดแนวระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติ เพื่อใช้วิเคราะห์องค์ประกอบภายในของเนื้อก๊าซและค่าความร้อนของก๊าซภายในท่อ สำหรับการควบคุมคุณภาพตามสัญญาและการวัดซื้อขายพลังงาน [1]

เนื่องจากเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีแบบออนไลน์จำเป็นต้องใช้งานอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา บริษัทกรณีศึกษาจึงได้มีการจัดทำตารางการบำรุงรักษา เพื่อให้เครื่องมีความพร้อมใช้งาน ดังแสดงในตารางที่ I.

ตารางที่ I. ตารางการบำรุงรักษาเดิมก่อนการปรับปรุง

รายการที่	รอบเปลี่ยน (ปี)	รายละเอียดกิจกรรม
1	2	เปลี่ยนแผ่นไดอะแฟรม
2	10	เปลี่ยนวาล์วโซลินอยด์
3	10	เปลี่ยนบอร์ดเพาเวอร์ซัพพลาย
4	10	เปลี่ยนบอร์ดซีพียู

บริษัทกรณีศึกษามีการติดตามผลการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่องในช่วงปี พ.ศ. 2543 ถึงปี พ.ศ. 2563 โดยพบการชำรุดขัดข้องของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มชิ้นส่วนที่ทำให้เกิดการชำรุดขัดข้องได้ดังรูปที่ I.



รูปที่ I. จำนวนการขัดข้องของเครื่อง แบ่งตามกลุ่มชิ้นส่วนที่เป็นสาเหตุ

จากปัญหาข้างต้น จึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลการชำรุดขัดข้องของอุปกรณ์เพื่อหาค่าความน่าเชื่อถือ และกำหนดเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมในแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน ซึ่งจะช่วยลดโอกาสเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์ ทำให้การควบคุมคุณภาพของก๊าซธรรมชาติเป็นไปอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

II. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของชิ้นส่วนประกอบหลักของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีแบบออนไลน์ โดยรวบรวมข้อมูลการเกิดความขัดข้องในรูปแบบต่าง ๆ สำหรับใช้ในการปรับปรุงการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

III. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้เก็บรวบรวมข้อมูลจากประวัติการซ่อมบำรุงและวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือเพื่อปรับปรุงแผนการบำรุงรักษา โดยอ้างอิงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

III.I. การบำรุงรักษา (Maintenance)

การบำรุงรักษา คือ กิจกรรมที่มีจุดมุ่งหมายในการรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่ดีมีความพร้อมในการใช้งาน หรือปรับปรุงแก้ไขให้กลับคืนสู่สภาพปกติ [2] โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ (1) การบำรุงรักษาเชิงแก้ไข (Corrective Maintenance, CM) ซึ่งจะดำเนินการก็ต่อเมื่อเครื่องจักรอุปกรณ์เกิดการชำรุดขัดข้อง และ (2) การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance, PM) ซึ่งจะดำเนินการตามรอบเวลาของแผนการบำรุงรักษาที่กำหนดไว้ [3]

III.II. การแจกแจงทางสถิติและการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ (Statistical Distributions and Reliability Analysis)

การใช้วิธีการทางสถิติมาวิเคราะห์ข้อมูลการชำรุดเสียหายของเครื่องจักรเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในทางวิศวกรรม โดยการแจกแจงทางสถิติที่นิยมนำมาประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์หาค่าความน่าเชื่อถือ (Reliability) และเวลาเฉลี่ยก่อนเกิดการชำรุด (Mean Time to Failure: MTTF) มีอยู่ 4 การแจกแจงทางสถิติ [4-6]

III.II.I. การแจกแจงไวบูลล์ (Weibull Distribution)

การแจกแจงทางสถิติแบบไวบูลล์ มีฟังก์ชันการแจกแจง เมื่อ t คือ เวลา ดังนี้

ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น แสดงดังสมการที่ 1

$$f(t) = \frac{\beta}{\alpha^{\beta}}(t)^{\beta-1} exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}\right], t \geq 0, \alpha > 0, \beta > 0 \quad (1)$$

ฟังก์ชันความน่าเชื่อถือ แสดงดังสมการที่ 2

$$R(t) = 1 - \int_0^t f(t)dt = exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}\right] \quad (2)$$

เวลาเฉลี่ยก่อนเกิดการชำรุด แสดงดังสมการที่ 3

$$MTTF = \alpha\Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \quad (3)$$

โดยที่ α คือ Scale Parameter β คือ Shape Parameter และ Γ คือ Gamma Function

III.II.II. การแจกแจงเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Distribution)

การแจกแจงทางสถิติแบบเอกซ์โพเนนเชียล มีฟังก์ชันการแจกแจง เมื่อ t คือ เวลา ดังนี้

ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น แสดงดังสมการที่ 4

$$f(t) = \frac{1}{\theta} exp\left[-\frac{t}{\theta}\right], t > 0, \theta > 0 \quad (4)$$

ฟังก์ชันความน่าเชื่อถือ แสดงดังสมการที่ 5

$$R(t) = 1 - \int_0^t f(t)dt = exp\left[-\frac{t}{\theta}\right] \quad (5)$$

เวลาเฉลี่ยก่อนเกิดการชำรุด แสดงดังสมการที่ 6

$$MTTF = \theta \quad (6)$$

โดยที่ θ คือ Scale Parameter

III.II.III. การแจกแจงล็อกนอร์มอล (Lognormal Distribution)

การแจกแจงทางสถิติแบบล็อกนอร์มอล มีฟังก์ชันการแจกแจง เมื่อ t คือ เวลา ดังนี้

ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น แสดงดังสมการที่ 7

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\alpha t} exp\left[-\frac{[\ln t - \mu]^2}{2\sigma^2}\right], t \geq 0, \sigma > 0 \quad (7)$$

ฟังก์ชันความน่าเชื่อถือ แสดงดังสมการที่ 8

$$R(t) = 1 - \int_0^t f(t)dt = 1 - \int_0^t \frac{1}{\sqrt{2\pi}\alpha t} exp\left[-\frac{[\ln t - \mu]^2}{2\sigma^2}\right] dt \quad (8)$$

เวลาเฉลี่ยก่อนเกิดการชำรุด แสดงดังสมการที่ 9

$$MTTF = exp[\mu + 0.5\sigma^2] \quad (9)$$

โดยที่ μ คือ Location Parameter σ คือ Shape Parameter และ π คือ Pi มีค่าประมาณ 3.142

III.II.IV. การแจกแจงปกติ (Normal Distribution)

การแจกแจงทางสถิติแบบปกติ มีฟังก์ชันการแจกแจง เมื่อ t คือ เวลา ดังนี้

ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น แสดงดังสมการที่ 10

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} exp\left[-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right], \sigma > 0 \quad (10)$$

ฟังก์ชันความน่าเชื่อถือ แสดงดังสมการที่ 11

$$R(t) = 1 - \int_{-\infty}^t f(t)dt = 1 - \int_{-\infty}^t \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} exp\left[-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] dt \quad (11)$$

เวลาเฉลี่ยก่อนเกิดการชำรุด แสดงดังสมการที่ 12

$$MTTF = \mu \quad (12)$$

โดยที่ μ คือ Mean σ คือ Standard Deviation และ π คือ Pi มีค่าประมาณ 3.142

III.III. การวิเคราะห์ต้นทุนในการบำรุงรักษา

รอบระยะเวลาของการบำรุงรักษาที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้น สูงกว่าที่ควร จึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ต้นทุนในการบำรุงรักษา เพื่อให้สามารถหารอบระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันต่อไป [7]

การคำนวณต้นทุนในการบำรุงรักษา ประกอบด้วย ต้นทุนที่เกิดจากการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (C_{PM}) และ ต้นทุนที่เกิดจากการบำรุงรักษาเชิงแก้ไข (C_{CM}) ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 13

$$C(\tau) = \frac{C_{PM}}{\tau} + \lambda_E(\tau) * C_{CM} \quad (13)$$

โดยที่ τ คือ รอบระยะเวลาในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน λ_E คือ โอกาสของการเกิดการชำรุดขัดข้องในรอบการบำรุงรักษานั้นต่อหน่วยเวลา และ $C(\tau)$ คือ ต้นทุนรวมของการบำรุงรักษาต่อหน่วยเวลา

IV. วิธีดำเนินการวิจัย

IV.I. การเก็บรวบรวมข้อมูลและจัดการข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลการเกิดความชำรุดเสียหายของเครื่องจักรที่ศึกษา และจัดการข้อมูล โดยจัดรูปแบบของข้อมูลให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ และคัดเลือกชิ้นส่วนที่เกิดปัญหามากที่สุด 4 อันดับแรก เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ

IV.II. การพิจารณาการแจกแจงทางสถิติและวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ

ใช้โปรแกรม Minitab ในการวิเคราะห์หาการแจกแจงทางสถิติที่เหมาะสมกับชุดข้อมูล และวิเคราะห์หาค่าความน่าเชื่อถือของชิ้นส่วนหลักทั้ง 4 รายการ

IV.III. การปรับปรุงการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

นำค่าความน่าเชื่อถือจากการวิเคราะห์ทางสถิติมาพิจารณาร่วมกับการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนสำหรับการคำนวณหาต้นทุนค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา เพื่อใช้ปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้มีความเหมาะสม

V. ผลการวิจัย

จากการรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ เพื่อปรับปรุงการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน มีผลการวิจัยดังนี้

V.I. การเก็บรวบรวมข้อมูลและจัดการข้อมูล

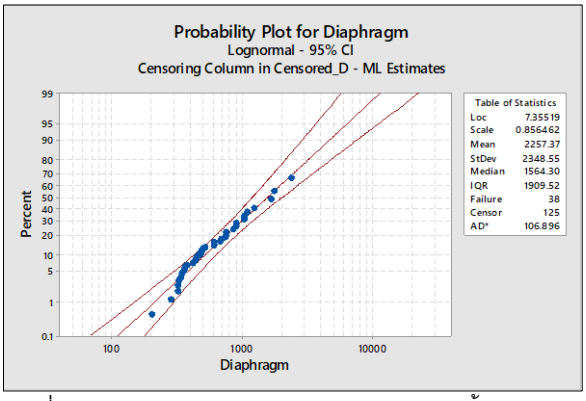
จากการรวบรวมประวัติการซ่อมบำรุง พบว่า ชิ้นส่วนหลักที่เกิดการชำรุดมากที่สุด 4 อันดับแรก ได้แก่ อันดับที่ 1 วาล์วโซลินอยด์ (Solenoid Valve) จำนวน 60 ครั้ง อันดับที่ 2 แผ่นไดอะแฟรม (Diaphragm) จำนวน 38 ครั้ง อันดับที่ 3 บอร์ดเพาเวอร์ซัพพลาย (Power Supply Board) จำนวน 7 ครั้ง และอันดับที่ 4 บอร์ดซีพียู (CPU Board) จำนวน 7 ครั้ง

V.II. การพิจารณาการแจกแจงทางสถิติและวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ

จากการนำข้อมูลที่ทราบเวลาชำรุดขัดข้องที่แน่นอน (Complete Data หรือ Exact Data) และข้อมูลที่ไม่ทราบเวลาชำรุดขัดข้องที่แน่นอน (Censored Data) มาทำการวิเคราะห์หาการแจกแจงทางสถิติที่เหมาะสมสำหรับชุดข้อมูลของชิ้นส่วนหลักทั้ง 4 รายการ โดยใช้โปรแกรม Minitab เวอร์ชั่น 18 ได้ผลดังนี้

V.II.I. การวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงทางสถิติของข้อมูลชิ้นส่วนแผ่นไดอะแฟรม (Diaphragm)

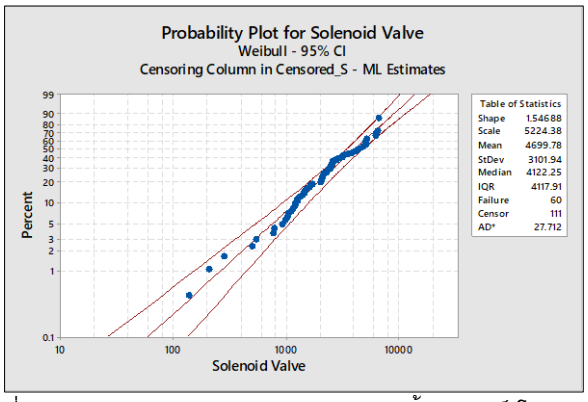
จากข้อมูลของชิ้นส่วนแผ่นไดอะแฟรม พบว่า มีการแจกแจงทางสถิติแบบล็อกนอร์มอล (Lognormal Distribution) โดยเมื่อทำการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ พบว่า มีค่า Location Parameter เท่ากับ 7.35519 และค่า Scale Parameter เท่ากับ 0.856462 โดยมีค่า MTTF เท่ากับ 2,257.37 วัน หรือประมาณ 6.18 ปี แสดงดังรูปที่ II.



รูปที่ II. แผนภาพ Lognormal Probability Plot ของชิ้นส่วนแผ่นไดอะแฟรม

V.II.II. การวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงทางสถิติของข้อมูลชิ้นส่วนวาล์วโซลินอยด์ (Solenoid Valve)

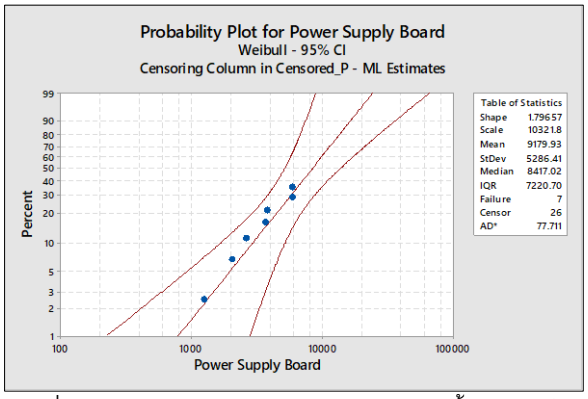
จากข้อมูลของชิ้นส่วนวาล์วโซลินอยด์ พบว่า มีการแจกแจงทางสถิติแบบไวบูลล์ (Weibull Distribution) โดยเมื่อทำการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ พบว่า มีค่า Shape Parameter เท่ากับ 1.54688 และค่า Scale Parameter เท่ากับ 5,224.38 โดยมีค่า MTTF เท่ากับ 4,699.76 วัน หรือประมาณ 12.88 ปี แสดงดังรูปที่ III.



รูปที่ III. แผนภาพ Weibull Probability Plot ของชิ้นส่วนวาล์วโซลินอยด์

V.II.III. การวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงทางสถิติของข้อมูลชิ้นส่วนบอร์ดเพาเวอร์ซัพพลาย (Power Supply Board)

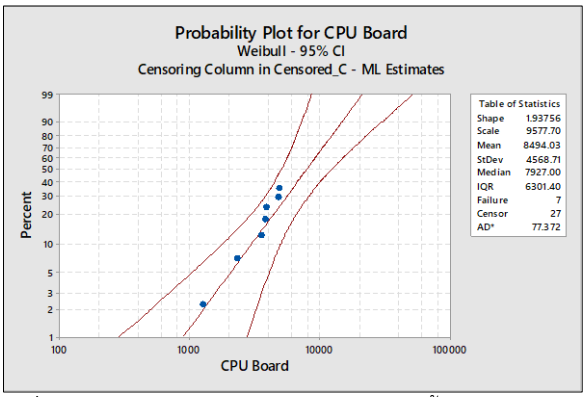
จากข้อมูลของชิ้นส่วนบอร์ดเพาเวอร์ซัพพลาย พบว่า มีการแจกแจงทางสถิติแบบไวบูลล์ (Weibull Distribution) โดยเมื่อทำการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ พบว่า มีค่า Shape Parameter เท่ากับ 1.79657 และค่า Scale Parameter เท่ากับ 10,321.8 โดยมีค่า MTTF เท่ากับ 9,179.93 วัน หรือประมาณ 25.15 ปี แสดงดังรูปที่ IV.



รูปที่ IV. แผนภาพ Weibull Probability Plot ของชิ้นส่วนบอร์ดเพาเวอร์ซัพพลาย

V.II.IV. การวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงทางสถิติของข้อมูลชิ้นส่วนบอร์ดซีพียู (CPU Board)

จากข้อมูลของชิ้นส่วนบอร์ดซีพียู พบว่า มีการแจกแจงทางสถิติแบบไวบูลล์ (Weibull Distribution) โดยเมื่อทำการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ พบว่า มีค่า Shape Parameter เท่ากับ 1.93756 และค่า Scale Parameter เท่ากับ 9,577.70 โดยมีค่า MTTF เท่ากับ 8,494.03 วัน หรือประมาณ 23.27 ปี แสดงดังรูปที่ V.



รูปที่ V. แผนภาพ Weibull Probability Plot ของชิ้นส่วนบอร์ดซีพียู

V.III. การปรับปรุงการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

บริษัทกรณีศึกษาพิจารณารอบการเปลี่ยนจากจุดที่เหมาะสมสำหรับต้นทุนในการบำรุงรักษา โดยรอบการเปลี่ยนต้องอยู่ในรูปของรอบปี (Yearly) เพื่อให้ง่ายต่อการวางแผน ซึ่งได้ผลของการพิจารณาดังนี้

V.III.I. การพิจารณาแผนการบำรุงรักษาของชิ้นส่วนแผ่นไดอะแฟรม

จากการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ พบว่า เมื่อทำการเปลี่ยนตามรอบเดิมที่ 730 วัน (หรือ 2 ปี) มีค่าความน่าเชื่อถือ เท่ากับ ร้อยละ 81 ในขณะที่จากการวิเคราะห์ต้นทุน พบว่า รอบการเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เหมาะสม คือ 2 ปี ดังตารางที่ II ดังนั้น จึงเลือกรอบการเปลี่ยนที่เหมาะสม คือ 2 ปี ตามเดิม โดยมีต้นทุนเฉลี่ยต่อปี เท่ากับ 36,202.82 บาท

ตารางที่ II. ตารางเปรียบเทียบต้นทุนการบำรุงรักษาของชิ้นส่วนแผ่นไดอะแฟรม (Diaphragm)

รอบเปลี่ยนชิ้นส่วน (ปี)	ต้นทุนเฉลี่ย (บาท)	ค่าความน่าเชื่อถือ
1	42,904.30	96%
2	36,202.82	81%
3	43,333.35	66%
4	51,695.09	53%
5	59,035.84	43%
6	65,038.24	35%
7	69,838.23	28%
8	73,655.40	23%
9	76,694.78	19%
10	79,124.89	16%

V.III.II. การพิจารณาแผนการบำรุงรักษาของชิ้นส่วนวาล์วโซลินอยด์

จากการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ พบว่า เมื่อทำการเปลี่ยนตามรอบเดิมที่ 3,650 วัน (หรือ 10 ปี) มีค่าความน่าเชื่อถือ เท่ากับ ร้อยละ 56 ในขณะที่จากการวิเคราะห์ต้นทุน พบว่า รอบการเปลี่ยนที่เหมาะสม คือ 3 ปี ดังตารางที่ III โดยการปรับปรุงรอบการเปลี่ยนชิ้นส่วนส่งผลให้ค่าความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 91 และมีต้นทุนเฉลี่ยต่อปี เท่ากับ 12,955.13 บาท

ตารางที่ III .ตารางเปรียบเทียบต้นทุนการบำรุงรักษาของชิ้นส่วนวาล์วโซลินอยด์ (Solenoid Valve)

รอบเปลี่ยนชิ้นส่วน (ปี)	ต้นทุนเฉลี่ย (บาท)	ค่าความน่าเชื่อถือ
1	22,128.60	98%
2	13,746.54	95%
3	12,955.13	91%
4	14,317.93	87%
5	16,654.00	82%
6	19,510.93	77%
7	22,655.68	72%
8	25,944.90	67%
9	29,280.88	61%
10	32,592.97	56%

V.III.III. การพิจารณาแผนการบำรุงรักษาของชิ้นส่วนบอร์ดเพาเวอร์ซัพพลาย

จากการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ พบว่า เมื่อทำการเปลี่ยนที่รอบ 3,650 วัน (หรือ 10 ปี) มีค่าความน่าเชื่อถือ เท่ากับ ร้อยละ 86 ในขณะที่จากการวิเคราะห์ต้นทุน พบว่า รอบการเปลี่ยนที่เหมาะสม คือ 7 ปี ดังตารางที่ IV โดยการปรับปรุงรอบการเปลี่ยนชิ้นส่วนส่งผลให้ค่าความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 93 และมีต้นทุนเฉลี่ยต่อปี เท่ากับ 11,725.47 บาท

ตารางที่ IV. ตารางเปรียบเทียบต้นทุนการบำรุงรักษาของชิ้นส่วนบอร์ดเพาเวอร์ซัพพลาย (Power Supply Board)

รอบเปลี่ยนชิ้นส่วน (ปี)	ต้นทุนเฉลี่ย (บาท)	ค่าความน่าเชื่อถือ
1	41,896.71	99%
2	21,531.25	99%
3	15,304.96	98%
4	12,766.73	97%
5	11,811.14	96%
6	11,725.47	94%
7	12,195.43	92%
8	13,056.44	90%
9	14,210.61	88%
10	15,593.45	86%

V.III.IV. การพิจารณาแผนการบำรุงรักษาของชิ้นส่วนบอร์ดซีพียู

จากการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ พบว่า เมื่อทำการเปลี่ยนที่รอบ 3,650 วัน (หรือ 10 ปี) มีค่าความน่าเชื่อถือ เท่ากับ ร้อยละ 86 ในขณะที่จากการวิเคราะห์ต้นทุน พบว่า รอบการเปลี่ยนที่เหมาะสม คือ 6 ปี ดังตารางที่ V โดยการปรับปรุงรอบการเปลี่ยนชิ้นส่วนส่งผลให้ค่าความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 94 และมีต้นทุนเฉลี่ยต่อปี เท่ากับ 45,030.39 บาท

ตารางที่ V. ตารางเปรียบเทียบต้นทุนการบำรุงรักษาของชิ้นส่วนบอร์ดซีพียู (CPU Board)

รอบเปลี่ยนชิ้นส่วน (ปี)	ต้นทุนเฉลี่ย (บาท)	ค่าความน่าเชื่อถือ
1	190,328.21	99%
2	96,586.52	99%
3	66,875.60	99%
4	53,683.86	97%
5	47,479.95	96%
6	45,061.08	94%
7	45,030.39	93%
8	46,666.10	90%
9	49,545.93	88%
10	53,396.14	86%

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น สามารถสรุปผลการปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาได้ดังตารางที่ VI.

ตารางที่ VI. ตารางสรุปผลการปรับปรุงแผนการบำรุงรักษา

ชิ้นส่วน	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
	รอบเปลี่ยน	ค่าความน่าเชื่อถือ	รอบเปลี่ยน	ค่าความน่าเชื่อถือ
แผ่นไดอะแฟรม	2 ปี	81%	2 ปี	81%
วาล์วโซลินอยด์	10 ปี	56%	3 ปี	91%
บอร์ดเพาเวอร์ซัพพลาย	10 ปี	86%	6 ปี	94%
บอร์ดซีพียู	10 ปี	86%	7 ปี	93%
ความน่าเชื่อถือโดยเฉลี่ย	77%		90%	
ต้นทุนในการบำรุงรักษาต่อเครื่องต่อปี	137,785.38 บาท		105,913.81 บาท	

VI. สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือเพื่อปรับปรุงแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีแบบออนไลน์ ผลจากการวิเคราะห์ พบว่า ชิ้นส่วนหลัก 4 รายการ มีค่าความน่าเชื่อถือดังนี้ ชิ้นส่วนที่ 1 แผ่นไดอะแฟรม เดิมเปลี่ยนทุก 2 ปี มีค่าความน่าเชื่อถืออยู่ที่ร้อยละ 81 โดยที่รอบการเปลี่ยนเดิมมีความเหมาะสมกับจุดคุ้มทุนในการบำรุงรักษา ชิ้นส่วนที่ 2 วาล์วโซลินอยด์ เดิมเปลี่ยนทุก 10 ปี มีค่าความน่าเชื่อถืออยู่ที่ร้อยละ 56 หลังปรับรอบการเปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่เป็น 3 ปี ทำให้ค่าความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 81 ชิ้นส่วนที่ 3 บอร์ดเพาเวอร์ซัพพลาย เดิมเปลี่ยนทุก 10 ปี มีค่าความน่าเชื่อถืออยู่ที่ร้อยละ 86 หลังปรับรอบการเปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่เป็น 6 ปี ทำให้ค่าความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 94 และชิ้นส่วนที่ 4 บอร์ดซีพียู เดิมเปลี่ยนทุก 10 ปี มีค่าความน่าเชื่อถืออยู่ที่ร้อยละ 86 หลังปรับรอบการเปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่เป็น 7 ปี ทำให้ค่าความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 93

จากการปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงโดยเฉลี่ยต่อปีของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี ลดลงจากเดิม 137,785.38 บาท เป็น 105,913.81 บาท หรือ ลดลง 31,871.57 บาท ต่อเครื่องต่อปี (หรือลดลงคิดเป็นร้อยละ 23.13) ทั้งนี้ แผนการซ่อมบำรุงที่ปรับปรุงแล้วของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี ส่งผลให้ค่าความน่าเชื่อถือโดยเฉลี่ยของทั้ง 4 ชิ้นส่วน มีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 77 เป็นร้อยละ 90 ซึ่งทำให้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีแบบออนไลน์มีความพร้อมใช้งานสำหรับการควบคุมคุณภาพของก๊าซภายในระบบท่อก๊าซธรรมชาติได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัทกรณีศึกษาที่อนุเคราะห์ข้อมูล สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือเพื่อปรับปรุงแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีแบบออนไลน์ และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่อนุเคราะห์แหล่งข้อมูลพร้อมองค์ความรู้ สำหรับใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ให้สามารถดำเนินการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] PTT, *the TQA Application Report 2010*. PTT, Head Office, Bangkok, Thailand, Aug 15, 2010. Accessed on: Jan. 4, 2020. [Online]. Available: https://www.pttplc.com/uploads/Product/TQA_Report_2010.pdf

[2] Jakkrapong Thaigamsil, “The Optimal Planning for Preventive Maintenance in Distribution System by Analysis of Failure Rate of Electrical Protective Devices,” M.S. thesis, Electrical Engineering, Kasetsart University, Bangkok, 2016. Accessed on: Jan. 4, 2020. [Online]. Available: https://www-lib-ku-ac-th.portal.lib.ku.ac.th/KUthesis/2559/jakkrapong-tha-all.pdf

[3] Matthew P. Stephens, *Productivity and Reliability-Based Maintenance Management*, U.S. State: Prentice Hall, 2004, pp. 10-81.

[4] Elsayed A. Elsayed, *Reliability Engineering*, U.S. State: Wiley, 2012, pp. 3-39.

[5] George Saenz, “Model of Preventive Maintenance, Reliability and Replacement Analysis,” M.S. thesis, Mechanical Engineering, Florida Atlantic University, Florida, 1994. Accessed on: Oct. 24, 2020. [Online]. Available: https://search-proquest-com.portal.lib.ku.ac.th/dissertations-theses/model-preventive-maintenance-reliability/docview/230834048/se-2?accountid=48250

[6] Elsa Christien Gita Bangun, “Application of Preventive Maintenance Scheduling for Gas Chromatography-Mass Spectrometry Machine in Chemical Laboratory at PT E Indonesia,” B.S. thesis, Industrial Engineering, President University, Indonesia, 2018.

[7] Cajsa Andersson. “Finding a Cost - Optimal Preventive Maintenance Interval.” Degree Project, School of Technology and Health, KTH Royal Institute of Technology, Sweden, 2017.

การกำหนดค่าที่เหมาะสมในสายการผลิตกึ่งอัตโนมัติ: กรณีศึกษา

Setting machine parameter of Line Semi-auto: A case study

1st ชัยพงศ์ โชติภัทร์เดชารัตน์
หลักสูตร เทคโนโลยีวิศวกรรม คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
จังหวัด กรุงเทพ ประเทศ ไทย
Chaiyaphong Chotiphatdecharat
Department of Engineering Technology, Faculty of Engineering,
Thai-nichi Institute of Technology, Bangkok, Thailand
Email: bookth126@gmail.com

2nd ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน
หลักสูตร เทคโนโลยีวิศวกรรม คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
จังหวัด กรุงเทพ ประเทศ ไทย
Dumrongkiat Ratana-Amornpin
Department of Engineering Technology, Faculty of Engineering,
Thai-nichi Institute of Technology, Bangkok, Thailand
Email: dumrongkiat@tni.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลิตภาพของสายผลิตส่วนประกอบมอเตอร์พัดลมเครื่องปรับอากาศให้สามารถรองรับความต้องการที่เพิ่มขึ้นของลูกค้า ด้วยการพัฒนาสายการผลิตด้วยมือ (Manual Line) สู่การผลิตกึ่งอัตโนมัติ การดำเนินการวิจัยเริ่มจากการเก็บรวบรวมรายละเอียด ข้อมูลความต้องการ และรอบเวลาการผลิตของลูกค้า ได้ออกแบบหลักการเบื้องต้นของเครื่อง โดยประเมินผลด้วยค่าลำดับความเสี่ยง และประเมินประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร จากนั้นพัฒนาปรุงปรับกระบวนการผลิตโดยกำหนดค่าตั้งต่าง ๆ ที่เหมาะสมของ Controller น้ำมันและ Controller Ultrasonic Welding เพื่อให้สามารถผลิตชิ้นงานได้ตามมาตรฐานที่กำหนด ด้วยเครื่องมือการออกแบบการทดลอง และการวิเคราะห์การถดถอย ได้ติดตั้ง ดำเนินการทดสอบการใช้งานของระบบ และพัฒนากระบวนการการของสายการผลิตให้สามารถรองรับความต้องการของลูกค้า ทั้งปริมาณและคุณภาพ ลดทรัพยากรด้านแรงงานจาก 4 คนเป็น 2 คน ได้ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ร้อยละ 87

คำหลัก ── การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ, การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร, การวิเคราะห์การถดถอย, การออกแบบการทดลอง, การผลิตกึ่งอัตโนมัติ

ABSTRACT

The aim of the research is to improve productivity of an Air conditioner fan motor components assembly line for absorbing the expansion of customer demand by developing a semi-auto line to replacing with the existing manual line. We conduct a conceptual design accordingly to the collected details, information, and cycle time from the customer, by evaluating the Risk Priority Number and the Overall Equipment Effectiveness. The semi-auto machine line was constructed, install, and commissioning by setting the appropriate parameters for all the processes, such as lubricant and ultrasonic welding controller. The processes were developed to achieve the required quantity and quality by using design of experiment and regression analysis. We find out upon this new machine development that the manpower reduced from 4 to 2 persons and the overall equipment effectiveness to become 87%.

Keywords ── *Failure Modes and Effects Analysis, Overall Equipment Efficiency, Linear Regression, Design of Experiment, Semi-Auto Production Line*

I. บทนำ

ปัจจุบันในอุตสาหกรรมเริ่มนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในด้านการผลิตมากขึ้น โดยเปลี่ยนแปลงเป็นสายการผลิตอัตโนมัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลและลดการใช้ทรัพยากรด้านมนุษย์ ซึ่งความต้องการส่วนประกอบมอเตอร์พัดลมของเครื่องปรับอากาศมีมากขึ้น กระบวนการผลิตที่ใช้ในปัจจุบันเป็นสายการผลิตการผลิตด้วยมือ มีผลผลิตน้อยกว่าความต้องการของลูกค้า จึงทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลเพิ่มขึ้นเพื่อรองรับความต้องการของลูกค้า โดยเพิ่มกำลังการผลิต ทดแทนการทำงานของคนและป้องกันข้อผิดพลาดต่างๆ ที่เกิดจากคน เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มมากขึ้น จึงนำไปสู่สายการผลิตเครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติในการผลิตส่วนประกอบมอเตอร์พัดลมของเครื่องปรับอากาศ

I.I วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ปรับปรุงสายการผลิตส่วนประกอบมอเตอร์พัดลมของเครื่องปรับอากาศกึ่งอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มมากขึ้น

II. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

II.I การแจกแจงค่าเฉลี่ยตัวอย่าง

การสุ่มตัวอย่างเป็นตัวแทนของกลุ่มประชากร [1] เนื่องจากการเก็บข้อมูลของประชากรทั้งหมดนั้นเป็นไปได้ยาก รูปการแจกแจงค่าเฉลี่ยตัวอย่างนั้นจะมีการแจกแจงแบบไม่ปกติและแจกแจงแบบปกติ ซึ่งการแจกแจงแบบไม่ปกติจะมีลักษณะผสมกันกับการแจกแจงแบบปกติ สัดส่วนของการแจกแจงแบบปกติจะมากขึ้นเรื่อยๆ ตามขนาดตัวอย่างที่ถูกสุ่มเพิ่มขึ้น

ตามทฤษฎีแนวโน้มเข้าสู่ศูนย์กลาง (Central Limit Theorem) คือถ้าทำการเก็บตัวอย่างในจำนวนที่มากพอ การกระจายของค่าตัวอย่างจะมีแนวโน้มใกล้เคียงกับการกระจายแบบปกติเสมอ ซึ่งโดยทั่วไปขนาดตัวอย่างที่ทำให้การแจกแจงเป็นแบบปกติหรือใกล้เคียง ตัวอย่างจะมีขนาด $n \geq 30$ จะสามารถนำตัวอย่างนี้ไปหาค่าความน่าจะเป็นด้วยวิธีการเดียวกันกับการแจงแจกแบบปกติ กำหนดให้ T เป็นตัวแปรสุ่มของการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเท่ากับ T โดยสามารถแปลงตัวสถิติ $\bar{x}$ ให้เป็นตัวแปรสุ่ม T ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$T = (\bar{x} - \mu) / S \quad (1)$$

II.II การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Efficiency: OEE) [5] ใช้เพื่อระบุกิจกรรมที่ทำให้เกิดความสูญเปล่าหรือสูญเสียที่ไม่สร้างมูลค่า โดยแบ่งความสูญเสียนี้ออกเป็น 6 อย่าง คือ 1. ความสูญเสียจากการที่ขัดข้องของเครื่องจักร 2. ความสูญเสียจากการปรับตั้งเครื่อง 3. ความสูญเสียจากการสูญเสียความเร็ว 4. ความสูญเสียจากการหยุดเล็กๆ น้อยๆ 5. ความสูญเสียจากการแก้ไขงาน 6. ความสูญเสียจากการเริ่มต้นผลิต ซึ่งความสูญเสียทั้ง 6 อย่างนี้วัดผลด้วย ค่าอัตราการเดินเครื่อง (Availability) เท่ากับเวลางาน – เวลาที่หยุดเครื่อง/เวลางาน ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency) เท่ากับเวลามาตรฐาน x จำนวนชิ้นงานที่ผลิต/เวลาเดินเครื่อง และอัตราคุณภาพ (Quality Rate) เท่ากับจำนวนงานดี/จำนวนชิ้นงานที่ผลิต ดังนั้น ค่า OEE จะประกอบด้วยสมการดังต่อไปนี้

$$OEE = (Availability) x (Performance\ Efficiency) x (Quality\ Rate) \quad (2)$$

II.III การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ

การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ (Failure Modes and Effects Analysis: FMEA) เพื่อลดอัตราขัดข้องของการผลิตในระยะเริ่มแรกและระยะการใช้งานปกติ โดยเน้นการคาดการณ์ปัญหาหรือลักษณะข้อบกพร่อง [3]

2.3.1 จุดมุ่งหมายของ FMEA

พิจารณาปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้นที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและหาแนวทางการแก้ไขลดความเสี่ยงหรือโอกาสให้เกิดน้อยที่สุด แล้วเก็บบันทึกข้อมูลไว้ใช้ในอนาคต

2.3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ FMEA

เริ่มจากการกำหนดลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์ และศึกษาขั้นตอนของกระบวนการ ออกแบบ และบริการ เขียนอธิบายลักษณะงานหรือหน้าที่ของแต่ละกระบวนการ โดยระบุผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากข้อบกพร่อง (S) โอกาสที่จะเกิดขึ้น (O) ความสามารถในการตรวจจับ (D) สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง และวิธีการป้องกัน โดยการประเมินให้คะแนนปัญหานั้นๆ ที่ได้จากการระดมสมองและประชุมตกลงกันของแต่ละฝ่าย และคำนวณค่าลำดับความเสี่ยง (Risk Priority Number: RPN) ดังสูตรต่อไปนี้

$$RPN = (S) x (O) x (D) \quad (3)$$

เมื่อได้คะแนนค่าลำดับความเสี่ยงแล้วกำหนดลำดับค่า RPN ที่ต้องแก้ไขโดยระบุวิธีการแก้ไขปรับปรุง ผู้รับผิดชอบ เมื่อทำการปรับปรุงเสร็จคำนวณค่า RPN เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการแก้ไขปรับปรุง

II.IV การวิเคราะห์การถดถอย

การวิเคราะห์การถดถอย (Linear Regression) [4] คือ การใช้สมการถดถอยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปรและทำนายค่าตัวแปรตัวหนึ่งเมื่อตัวแปรหนึ่งเปลี่ยนแปลงไป โดยแนวคิดการสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์จะเป็นแบบเชิงเส้นระหว่าง 2 ตัวแปรจากสมการ

$$y = mx + c \quad (4)$$

y = ตัวแปรตาม

x = ตัวแปรอิสระ

m = ค่า Slope หรือค่าความลาดเอียงของเส้นกราฟ

c = ค่า Y interception หรือจุดตัดแกน Y

II.V การออกแบบการทดลอง

การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) [2] คือกระบวนการในการวางแผนทดลองค่าต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ แล้วหาค่าที่เหมาะสมสำหรับการทดลอง

ตารางที่ 1. รูปแบบการทดลอง

รูปแบบการทดลอง	ลักษณะการทดลอง	การวิเคราะห์	ความถูกต้อง	งบประมาณ
Single Factor	การทดลองสำหรับหนึ่งปัจจัย ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบมากที่สุด	รวดเร็ว	ปานกลาง	น้อย
Factorial Design	การทดลองที่มีปัจจัยมากกว่าหนึ่งและเป็นการทดลองเต็มรูปแบบ	นาน	มากที่สุด	มาก
2^k Design	การทดลองที่มีปัจจัยมากกว่าหนึ่งและเป็นการทดลองเต็มรูปแบบ โดยกำหนดระดับปัจจัยละ 2 ระดับ	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง

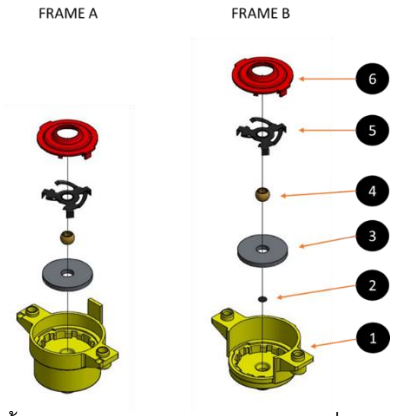
การออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียลแบบสองระดับ (2^k factorial) จะใช้กับการทดลองหลายปัจจัยที่จะกำหนดระดับของแต่ละปัจจัยเพียงแค่ 2 ระดับเท่านั้นจะแทนระดับ “สูง” หรือ “ต่ำ” ของปัจจัยนั้น การออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียลแบบสองระดับนั้น เป็นประโยชน์อย่างมากต่อการเริ่มต้นการทดลอง โดยการออกแบบนี้ทำให้เกิดการทดลองจำนวนน้อยที่สุดที่สามารถทำได้ เพื่อศึกษาผลของปัจจัยทั้งหมดได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นการออกแบบการทดลองชนิดนี้จะทำให้สามารถ เลือกปัจจัยที่มีอยู่เป็นจำนวนมากให้น้อยลงได้

III. วิธีดำเนินการวิจัย

III.I ข้อมูลเบื้องต้นของสายการผลิตกึ่งอัตโนมัติ

III.I.I ส่วนประกอบมอเตอร์พัดลมเครื่องปรับอากาศ

สายการประกอบของโมเดลนี้แบ่งออกเป็น 2 Frame คือ Frame A และ Frame B ซึ่งวัสดุของ Frame เป็นพลาสติกแข็งขึ้นรูปมาจากกระบวนการก่อนหน้า ประกอบด้วยชิ้นส่วน 6 อย่างดังนี้ 1. Frame 2. Thrust board 3. Felt 4. Ball metal 5. Hold spring และ 6. Frame Cover



รูปที่ 2. ชิ้นส่วนส่วนประกอบมอเตอร์พัดลมเครื่องปรับอากาศ

III.I.II รองรับความต้องการของลูกค้า

ปัจจุบันความต้องการของลูกค้าเพิ่มมากขึ้นจากเดิม 3,500 ชิ้นต่อวัน เพิ่มเป็น 4,300 ชิ้นต่อวัน ซึ่งมีการผลิตวันละ 12 ชั่วโมง พักกลางวัน 1 ชั่วโมง 20 นาที จากการคำนวณ TAKT time จากเดิมเท่ากับ 10.97 วินาทีต่อชิ้นเปลี่ยนแปลงเป็น 8.93 วินาทีต่อชิ้น โดยสายการผลิตด้วยมือเวลาในการผลิตต่อชิ้น 11.72 วินาทีต่อชิ้น และใช้พนักงานในการผลิต 4 คน

III.II การวิเคราะห์กระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตส่วนประกอบมอเตอร์พัดลมของเครื่องปรับอากาศถูกกำหนดให้มีการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงาน 3 เรื่องคือ 1. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ Thrust board 2. ปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่ฉีดเข้าใน Frame 3. Ultrasonic Welding โดยควบคุมความสูงของชิ้นงาน 4. ตำแหน่งและชิ้นงานต้องไม่มีรอยไหม้ เศษ Bari และรอยแตก

III.II.I การตัด Thrust board

Thrust board นั้นจะเป็นส่วนประกอบใน Frame B เท่านั้นโดยการสวมเพลาของมอเตอร์แทงทะลุผ่าน Frame A เข้าไปยัง Frame B จึงมีส่วนประกอบ Thrust board เพื่อลดการเสียดสีระหว่างเพลาของมอเตอร์กับ Frame มีการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ Thrust board ด้วย Vernier caliper แบบดิจิตอล มาตรฐานที่กำหนดไว้คือ $3.6^{+0.1}_{-0.15}$ mm (3.45-3.7 mm) และทำการสุ่มวัดขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง Thrust board 30 ครั้ง [1] เพื่อให้การแจกแจงเป็นแบบปกติ ค่าเฉลี่ยจากการสุ่มวัดคือ 3.65 mm ซึ่งอยู่ในช่วงค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ จึงใช้เครื่องมือการแจกแจงค่าเฉลี่ยตัวอย่างเพื่อยอมรับความสามารถของกระบวนการ

III.II.II น้ำหนักน้ำมันหล่อลื่น

การควบคุมปริมาณน้ำมันหล่อลื่น เพื่อเพิ่มคุณภาพของชิ้นงานและป้องกันการเกิดงานเสียของกระบวนการผลิตถัดไป เนื่องจากเมื่อมีปริมาณน้ำมันที่มากเกินไปจะทำให้มีน้ำมันไหลออกจาก Frame และถ้ามีปริมาณน้อยเกินไปจะทำให้อายุของมอเตอร์สั้นลง จึงมีการตรวจสอบปริมาณน้ำมันใน Frame ด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล โดยชั่งน้ำหนัก Frame ก่อนเข้าสู่กระบวนการและหลังเข้าสู่กระบวนการฉีดน้ำมัน แล้ววัดน้ำหนักอีกครั้งเพื่อเปรียบเทียบค่าน้ำหนัก ค่ามาตรฐานน้ำหนักน้ำมันใน Frame กำหนดไว้คือ 0.308 ± 0.069 กรัม (0.239-0.377 กรัม)

ในการฉีดน้ำมันของกระบวนการผลิตใช้ Controller ควบคุมปริมาณน้ำมัน มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ ความยาวของกระบอกลมสามารถปรับความยาวได้ด้วยไมโครมิเตอร์ และแรงดันลมควบคุมด้วย Regulator จากการเก็บบันทึกผลในการทดสอบเบื้องต้นจากการทดสอบชิ้นงาน 10 ครั้งสรุปได้ว่าค่าความยาวของกระบอกลม Frame A: 5.5 mm และ Frame B: 4.5 mm โดยใช้แรงดันลมที่ 4 bar มีค่าน้ำหนักน้ำมันเฉลี่ยคือ Frame A: 0.405 กรัม และ Frame B: 0.397 กรัม ซึ่งมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน และทดสอบปรับแรงดันลมเหลือ 2 bar พบว่าค่าน้ำหนักน้ำมันเปลี่ยนแปลงไปไม่ถึง 0.005 กรัม จึงคัดปัจจัยแรงดันลมออกและเลือกใช้เครื่องมือ Linear Regression Analysis เพื่อหาค่าความยาวของกระบอกลมที่เหมาะสมในการปรับตั้งเครื่อง Controller น้ำมัน

III.II.III Ultrasonic Welding

การ Welding เป็นกระบวนการที่ทำให้ Frame Cover ยึดติดกับ Frame ซึ่งการตรวจสอบระดับความสูงวัดระหว่างขอบบนสุดของ Frame Cover และขอบบนสุดของ Frame ทั้ง 4 มุมของชิ้นงานวัดความสูงด้วย Digital Stand การกำหนดระดับความสูงการ Welding นี้เพื่อให้ Hold Spring กด Ball ไม่ให้เคลื่อนที่ไปมาได้มากเกินไป มีค่ามาตรฐานที่กำหนดคือ Frame A: 5.6 ± 0.15 (5.45-5.65 mm), และ Frame B: 10.8 ± 0.15 (10.65-10.85 mm) และต้องไม่มีลักษณะงานรอยไหม้ เศษ Bari และรอยแตก ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องมาจาก Controller Ultrasonic

1. Melt. Trvl. (mm.) คือหัว Welding เคลื่อนที่ตามตำแหน่งที่ปรับตั้ง แล้วเคลื่อนที่ตามระยะของ Melt. Trvl. ที่ตั้งไว้
2. Holding Time (sec.) คือเวลารอเมื่อ Welding งานเสร็จ
3. OSC. Start mode แบ่งออกเป็น 2 โหมดคือ

โหมด Press เป็นค่าร้อยละแรงดันของลมที่จ่ายให้กับ Controller เมื่อกดลงไปได้ตามค่าแรงดันแล้วจึงทำการ OSC. Start

โหมด Distance เมื่อหัว Welding ลงไปถึงตามระยะ Melt. Trvl. แล้วจึงทำการ OSC. Start

4. Amplitude (%) คือความแรงของลูกคลื่นที่หัว Welding สั่น

โดยการเก็บบันทึกผลในการทดสอบเบื้องต้นจากการทดสอบชิ้นงานเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประเมินคะแนนค่าลำดับความเสี่ยง RPN โดยใช้ค่าปัจจัยรุ่นของงานที่มีลักษณะใกล้เคียงกันจากสายการผลิตด้วยมือ การทดสอบใช้ค่าปัจจัย OSC. Start โหมด Distance ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของค่าตอบสนองความสูงคือ Frame A: 5.337 mm และ Frame B: 10.558 mm ซึ่งเป็นค่าที่ไม่อยู่ในช่วงค่ามาตรฐาน และเกิดค่าตอบสนองรอยไหม้และรอยแตก จึงทดสอบโดยเปลี่ยนเป็นโหมด Press โดยให้ค่าปัจจัย Frame A: 35% และ Frame B: 50% และค่าปัจจัยอื่นยังคงเดิม พบว่าเกิดค่าตอบสนองรอยไหม้แต่ไม่เกิดรอยแตก และความสูงไม่แตกต่างกันมาก โดยขั้นแรกทำการคัดเลือกปัจจัยด้วยเครื่องมือค่าลำดับความเสี่ยง RPN แล้วนำปัจจัยที่ได้ไปหาค่าที่เหมาะสมด้วยเครื่องมือ DOE ออกแบบการทดลองโดยใช้วิธีการออกแบบทดลองเชิงแฟคทอเรียลแบบสองระดับ และใช้ Response Optimization ในการวิเคราะห์

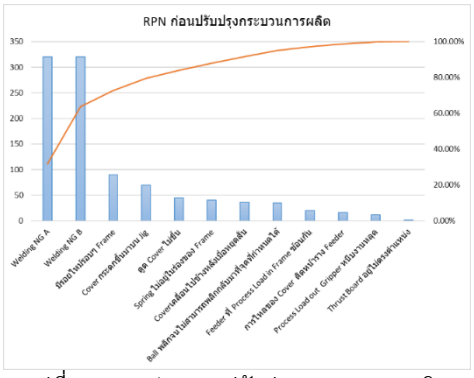
III.II.IV ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)

การเก็บบันทึกผลการทดสอบเครื่องจักรครั้งละ 100 ชิ้นและเก็บบันทึกจำนวนงานเสีย จำนวนครั้งที่หยุดกระบวนการผลิต ปัญหาที่เกิดขึ้น เวลาที่เครื่องหยุดการผลิต และเวลาการเดินเครื่อง ใช้เครื่องมือ OEE [5] เพื่อวัดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรผลคือ อัตราการเดินเครื่อง : 53.57%, ประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร : 56.16%, อัตราคุณภาพ : 27% จากสูตร (2) ทำให้ค่า OEE : 8.12% และการให้ค่าลำดับความเสี่ยง RPN [3] โดยประยุกต์ใช้ FMEA ประเมินความเสี่ยงและผลกระทบ โดยมีคะแนนมากที่สุดในแต่ละหัวข้อคือ 10 คะแนนตามสูตร (3)

S ผลกระทบที่ทำให้กระบวนการหยุดการผลิต

O ความถี่จากข้อผิดพลาดที่ทำให้กระบวนการหยุดการผลิต

D ความเป็นไปได้ที่ทำให้เกิดการทำซ้ำและงานเสีย

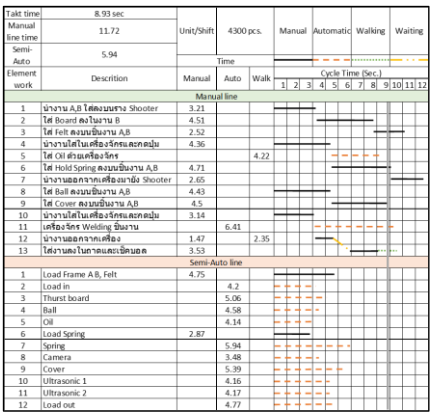


รูปที่ 2. RPN ก่อนการปรับปรุงกระบวนการผลิต

จากรูปที่ 2 พิจารณาจากผู้ทดสอบเครื่อง 4 คน 1. ฝ่ายไฟฟ้า 1 คน 2. ฝ่ายประกอบ 2 คน 3. ฝ่ายออกแบบ 1 คน ประเมินคะแนน RPN ก่อนปรับปรุงกระบวนการ : 1005 คะแนน โดยหัวข้อที่มีคะแนนน้อยกว่า 10 คะแนนจะทำการคัดออก จากนั้นหาสาเหตุของปัญหาด้วย Why-Why analysis

IV. ผลการวิจัย

IV.I การวิเคราะห์รอบเวลากระบวนการเพื่อพัฒนาสายการผลิตกึ่งอัตโนมัติ



รูปที่ 3. Standardization กระบวนการผลิตสายด้วยมือและกึ่งอัตโนมัติ

รูปที่ 3 แสดงถึงกระบวนการผลิตของสายการผลิตด้วยมือเวลาในการผลิตต่อชิ้น 11.72 วินาที และสายการผลิตกึ่งอัตโนมัติเวลาในการผลิตต่อชิ้น 5.94 วินาที สรุปการพัฒนาสายการผลิตเป็นกึ่งอัตโนมัติสามารถรองรับความต้องการที่เพิ่มขึ้นได้ และใช้พนักงานในการผลิตลดลง 2 คน

IV.II การทดลองตัด Thrust board

จากการสุ่มวัดขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง Thrust board 30 ครั้ง พบว่าค่าเฉลี่ยตัวอย่างประชากร ($\bar{x}$) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ Thrust board คือ 3.65 mm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างประชากร (S) 0.0076 mm แล้วคำนวณตามสูตร (1) เพื่อหาความเป็นไปได้ (T) ที่ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางการตัด Thrust board ไม่หลุดออกจากค่ามาตรฐาน ซึ่งจากการคำนวณได้ค่าคือ $P(T \leq 6.58) - P(T \leq -26.32)$ สรุปได้ว่าโอกาสที่ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางการตัด Thrust board จะมีค่าออกนอกช่วงมาตรฐานที่ถูกกำหนดไว้น้อยกว่า 0.0001

IV.III การทดลองน้ำหนักน้ำมันหล่อลื่น

เนื่องจากการทดสอบพบว่าค่าความยาวของกระบอกลมค่าเฉลี่ยน้ำหนักน้ำมันสูงกว่าค่ามาตรฐาน จึงทำการทดลองปรับความยาวของกระบอกลมลดลงเรื่อยๆ ครั้งละ 0.5 mm และสุ่มเก็บตัวอย่างความยาวละ 10 ชิ้นเพื่อหาค่าที่ปัจจัยความยาวของกระบอกลมที่เหมาะสม

ตารางที่ 3. ค่าเฉลี่ยความยาวของกระบอกลม Frame A

Frame A				
ความยาวของกระบอกลม	5.5 mm	5 mm	4.5 mm	4 mm
ค่าเฉลี่ยน้ำหนักน้ำมัน (กรัม)	0.405	0.373	0.346	0.302

ตารางที่ 4. ค่าเฉลี่ยความยาวของกระบอกลม Frame B

Frame B				
ความยาวของกระบอกลม	4.5 mm	4 mm	3.5 mm	3 mm
ค่าเฉลี่ยน้ำหนักน้ำมัน (กรัม)	0.397	0.382	0.335	0.295

จากตารางที่ 3 และ 4 [4] นำค่าทั้งหมดคำนวณตามสูตร (4) ทำให้ได้สมการคือ Frame A: $y = 0.0676(x) + 0.0354$ และ Frame B: $y = 0.071(x) + 0.0853$ และแทนค่าน้ำหนักน้ำมันที่ต้องการ Frame A: 0.330 กรัม และ Frame B: 0.350 กรัม ที่ค่า x สรุปว่าค่าที่เหมาะสมความยาวของกระบอกลมคือ Frame A: 4.36 mm และ Frame B: 3.72 mm และยืนยันผลการทดลองโดยใช้ค่าที่เหมาะสมจากการทดลอง เก็บบันทึกผล 30 ชิ้นพบว่าค่าเฉลี่ย Frame A: 0.331 กรัม และ Frame B: 0.349 กรัม ค่าเฉลี่ยจากการทดลองอยู่ในช่วงค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ จึงสรุปว่าค่าจากการทดลองเป็นค่าที่เหมาะสมต่อการปรับตั้ง Controller น้ำมัน

IV.IV การทดลอง Ultrasonic Welding

IV.IV.I คัดเลือกปัจจัยก่อนการทดลอง DOE

ขั้นแรกคัดเลือกปัจจัยด้วยเครื่องมือการให้ค่าลำดับความเสี่ยง RPN [8] เพื่อประเมินความเสี่ยงและผลกระทบ การให้คะแนนตามหัวข้อที่กำหนดโดยมีคะแนนมากที่สุดในแต่ละหัวข้อคือ 4 คะแนนตามสูตร (3)

S ความเป็นไปได้ที่งานหลุดออกจากค่ามาตรฐาน

O ความถี่ที่ทำให้ Controller แจ้งเตือนความผิดปกติ

D ผลกระทบโดยตรงที่ทำให้เกิดของเสีย

พิจารณาจากผู้ทดสอบเครื่อง 4 คน โดยนำปัจจัยทั้งหมดที่เกี่ยวข้องไปวิเคราะห์ผลกระทบในด้านต่างๆ ซึ่งปัจจัยที่มีคะแนนน้อยกว่า 24 คะแนนจะทำการคัดออก

จากนั้นนำ 4 ปัจจัยที่ได้จากการประเมินคะแนน RPN เข้าสู่การทดลอง DOE [6], [7], [8] โดยใช้วิธีการการออกแบบทดลองเชิงแฟคทอเรียล 2^k หรือ 2^4 รวมทั้งสิ้น 16 การทดลอง ทำซ้ำ 2 ครั้ง ใช้ระดับปัจจัย 2 ระดับต่ำและสูง ด้วยเครื่องมือ Minitab เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าตอบสนอง และหาค่าที่เหมาะสมในการปรับตั้งเครื่อง กำหนดค่าปัจจัยจากการระดมสมองของผู้ทดสอบเครื่อง โดยใช้ข้อมูลจากการทดสอบเบื้องต้น สรุปได้ว่ากำหนดค่าระดับปัจจัยตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2. ค่าปัจจัยการทดลองครั้งที่ 1

ปัจจัย	Melt. Trvl. (mm.)		Holding T. (sec.)		OSC. Start Press (%)		Amplitude (%)	
	ต่ำ	สูง	ต่ำ	สูง	ต่ำ	สูง	ต่ำ	สูง
Frame A	0.2	0.45	0.45	0.8	15	35	65	85
Frame B	0.3	0.5	0.25	0.6	30	50	40	70

IV.IV.II เก็บบันทึกผลการทดลอง DOE

นำปัจจัยที่กำหนดจากตารางที่ 2 ไปทดลองและเก็บบันทึกผลแล้ววิเคราะห์พบว่าค่าปัจจัย Melt. Trvl. (Travel), Holding Time (Time), OSC. Start Press (Press) และ Amplitude (AMP) ที่ค่าสูงจะส่งผลให้เกิดค่าตอบสนองรอยไหม้ (Burn) โดยที่ความสูงทั้ง 4 มุมของชิ้นงาน (POS1, POS2, POS3, POS4) อยู่ในช่วงค่ามาตรฐาน และค่าปัจจัยที่ค่าต่ำความสูงทั้ง 4 มุมของชิ้นงานไม่อยู่ในช่วงค่ามาตรฐาน แต่ไม่เกิดค่าตอบสนองรอยไหม้ (Burn) เศษ Bari (Bari) และรอยแตก (Crack)

IV.IV.III อิทธิพลของปัจจัยต่อค่าตอบสนอง

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าตอบสนอง พิจารณาจากปัจจัยหลักและปัจจัยร่วม และนำปัจจัยที่มีค่า P-value มากกว่า 0.05 จะทำการคัดปัจจัยนั้นออก เนื่องจากปัจจัยมีอิทธิพลต่อค่าตอบสนองน้อยเกินไปหรือไม่มี จากตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยต่อค่าตอบสนองทั้ง Frame A และ Frame B ทุกปัจจัยที่นำเข้าการทดลองมีผลต่อค่าตอบสนองความสูง และปัจจัย Travel และ AMP มีอิทธิพลต่อค่าตอบสนอง Burn ส่วนค่าตอบสนอง Bari และ Crack จากการทดลองครั้งนี้ไม่เกิดขึ้น จึงไม่สามารถวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยต่อค่าตอบสนองได้

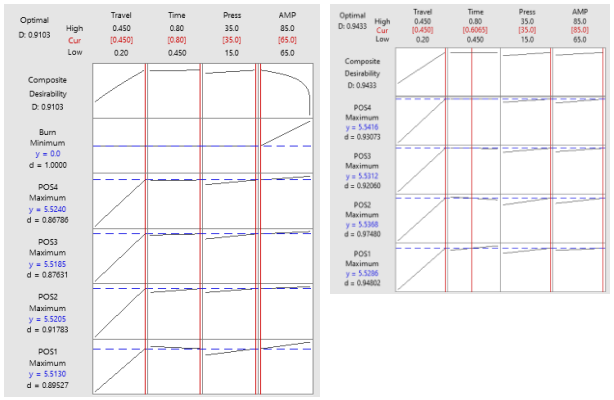
IV.IV.IV วิเคราะห์ Response Optimization **เพื่อหาค่าปัจจัยที่เหมาะสม**

เพื่อบ่งชี้ค่าปัจจัยระดับต่ำ สูง หรือค่าจากการวิเคราะห์เป็นค่าปัจจัยที่เหมาะสม โดยวิเคราะห์ Response Optimization การทดลองครั้งที่ 1 มี 2 แบบ คือวิเคราะห์โดยตั้งเป้าหมายค่าที่เหมาะสมของค่าตอบสนองความสูงเป็นค่าสูงสุดและค่าตอบสนอง Burn, Bari และ Crack เป็นค่าที่เหมาะสมเป็นค่าต่ำที่สุด และตั้งเป้าหมายค่าที่เหมาะสมของค่าตอบสนองความสูงเป็นค่าสูงสุด โดยไม่วิเคราะห์ค่าตอบสนอง Burn, Bari และ Crack

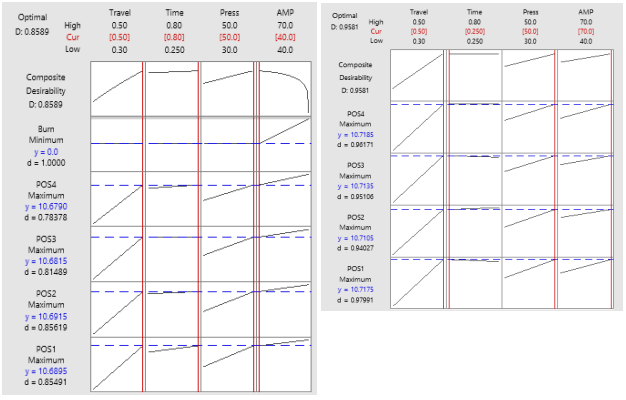
ตารางที่ 5. ผลวิเคราะห์ Anova การทดลองครั้งที่ 1

ค่าตอบสนอง	POS1	POS2	POS3	POS4	Burn
	P-Value	P-Value	P-Value	P-Value	P-Value
Travel	0	0	0	0	0.045
Time	0.099	0.414	0.162	0.849	0.572
Press	0	0	0	0.001	0.846
AMP	0.265	0	0.025	0.001	0.045
Travel*Time	0.104	0.837	0.857	0.42	0.572
Travel*Press	0	0.167	0.003	0.221	0.846
Travel*AMP	0.888	0.349	0.527	0.575	0.045
Time*Press	0.11	0.558	0.608	0.935	0.572
Time*AMP	0.681	0.027	0.218	0.171	0.572
Press*AMP	0.34	0.566	0.477	0.989	0.846
Travel*Time*Press	0.006	0.746	0.067	0.451	0.572
Travel*Time*AMP	0.022	0.681	0.148	0.725	0.572
Travel*Press*AMP	0.175	0.172	0.499	0.457	0.846
Time*Press*AMP	0.406	0.338	0.979	0.914	0.572
Travel*Time*Press *AMP	0.099	0.906	0.227	0.646	0.572

1. ค่าปัจจัยที่เหมาะสมจากการทดลองครั้งที่ 1



รูปที่ 4. Response Optimization ของ Frame A การทดลองครั้งที่ 1



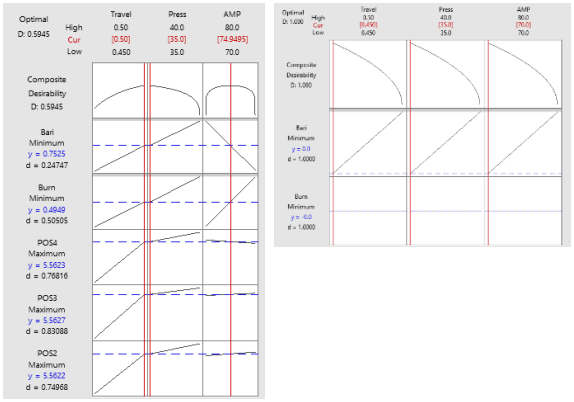
รูปที่ 5. Response Optimization ของ Frame B การทดลองครั้งที่ 1

การทดลองครั้งที่ 1 จากการวิเคราะห์ด้วย DOE ได้ผล Response Optimization ดังรูปที่ 4 สำหรับ Frame A และรูปที่ 5 สำหรับ Frame B ค้นพบว่าค่าปัจจัย Holding Time คือ Frame A: 0.60 วินาทีและ Frame B: 0.25 วินาที เป็นค่าปัจจัยที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่อง Ultrasonic แต่ยังเกิดค่าตอบสนอง Burn เป็นลักษณะที่ยอมรับไม่ได้ จึงนำมาทำการออกแบบการทดลองครั้งที่ 2 โดยกำหนดค่าระดับปัจจัยต่างๆ จากตารางที่ 6

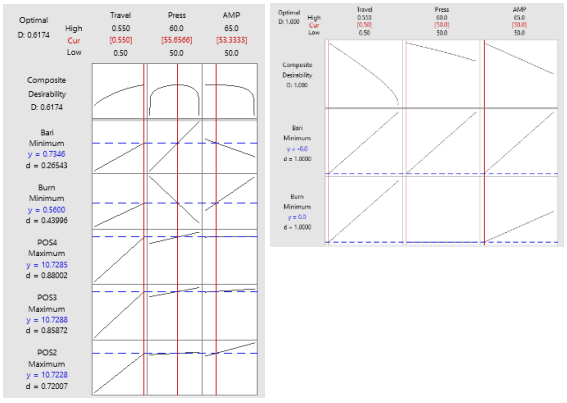
ตารางที่ 6. ค่าปัจจัยการทดลองครั้งที่ 2

ปัจจัย	Melt. Trvl. (mm.)		Holding T. (sec.)	OSC. Start Press (%)		Amplitude (%)	
	ต่ำ	สูง	วิเคราะห์	ต่ำ	สูง	ต่ำ	สูง
Frame A	0.45	0.5	0.6	35	40	70	80
Frame B	0.5	0.55	0.25	50	60	50	65

2. ค่าปัจจัยที่เหมาะสมจากการทดลองครั้งที่ 2



รูปที่ 6. Response Optimization ของ Frame A การทดลองครั้งที่ 2



รูปที่ 7. Response Optimization ของ Frame B การทดลองครั้งที่ 2

การทดลองครั้งที่ 2 จากการวิเคราะห์ด้วย DOE ได้ผล Response Optimization ดังรูปที่ 6 สำหรับ Frame A ค้นพบว่าค่าปัจจัยคือ Travel: 0.45 mm, Press: 35%, AMP: 70% และ 75% และรูปที่ 7 สำหรับ Frame B ค้นพบว่าค่าปัจจัยคือ Travel: 0.50 mm, Press: 50% และ 55%, AMP: 50% และ 53% เป็นค่าปัจจัยที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่อง Ultrasonic แล้วทำการทดลองครั้งที่ 3 เพื่อเลือกค่าปัจจัยที่เหมาะสมมากที่สุด

3. ค่าปัจจัยที่เหมาะสมจากการทดลองครั้งที่ 3

ตารางที่ 7. ค่าปัจจัยการทดลองครั้งที่ 3 Frame A, AMP 70%

ค่าปัจจัย	AMP 70%				
ค่าตอบสนอง	POS 1	POS 2	POS 3	POS 4	Burn, Bari และ Crack
AVG	5.538	5.537	5.539	5.539	-

ตารางที่ 8. ค่าปัจจัยการทดลองครั้งที่ 3 Frame A, AMP 75%

ค่าปัจจัย	AMP 70%				
ค่าตอบสนอง	POS 1	POS 2	POS 3	POS 4	Burn, Bari และ Crack
AVG	5.540	5.537	5.541	5.541	-

การทดลองครั้งที่ 3 ของ Frame A เพื่อเลือกค่าปัจจัย AMP ที่เหมาะสมมากขึ้น โดยทดลองงาน 5 ชิ้น ดังตารางที่ 7 และ 8 ค้นพบว่าค่าปัจจัย AMP 75% เป็นค่าที่เหมาะสมมากกว่าค่า AMP ที่ 70% เพราะมีค่าตอบสนองความสูงที่มากกว่าและไม่มีค่าตอบสนอง Burn, Bari และ Crack เนื่องจากค่าความสูงของ AMP 70% อยู่ใกล้ช่วงค่ามาตรฐานข้างต่ำสุด



รูปที่ 8. Response Optimization ของ Frame B การทดลองครั้งที่ 3

การทดลองครั้งที่ 3 ของ Frame B เพื่อเลือกค่าปัจจัย Press และ AMP ที่เหมาะสมมากขึ้น จากการวิเคราะห์ด้วย DOE ได้ผล Response Optimization ดังรูปที่ 8 ค้นพบว่าค่าปัจจัย Press: 50% และ AMP: 53% เป็นค่าปัจจัยที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่อง Ultrasonic เพราะมีค่าตอบสนองความสูงที่มากกว่าและไม่มีค่าตอบสนอง Burn, Bari และ Crack เนื่องจากค่าความสูงอยู่ใกล้ช่วงค่ามาตรฐานข้างต่ำสุด

4. ยืนยันผลการทดลอง DOE

ทำการทดสอบหลังจากได้ค่าปัจจัยที่เหมาะสมจากตารางที่ 9 ทำการทดสอบ 30 ครั้งเพื่อให้ข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติ ซึ่งการทดสอบครั้งนี้ต้องการยืนยันค่าปัจจัยที่วิเคราะห์จากการทดลอง DOE เป็นค่าที่เหมาะสมจริงหรือไม่ โดยกำหนดว่าความสูงของ Cover เทียบกับขอบบนของ Frame อยู่ในช่วงมาตรฐานที่กำหนด และชิ้นงานไม่มีงานเสียหรือลักษณะ Burn, Bari และ Crack จากตารางที่ 10 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยความสูงของชิ้นงานอยู่ในช่วงค่ามาตรฐาน

ตารางที่ 9. ค่าปัจจัยที่เหมาะสมจากการทดลอง DOE

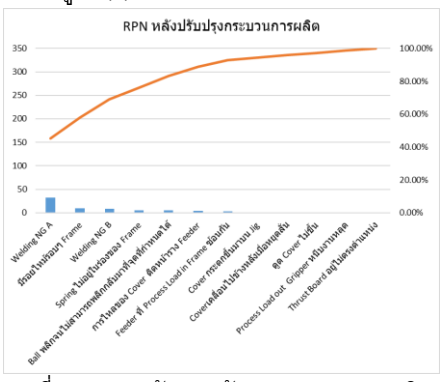
ปัจจัย	Melt. Trvl. (mm.)	Holding Time (sec.)	OSC. Start Press (%)	Amplitude (%)
Frame A	0.45	0.6	35	75
Frame B	0.5	0.25	50	53

ตารางที่ 10. ค่าเฉลี่ยจากการยืนยันผลการทดลอง

ค่าตอบสนอง	POS1	POS2	POS3	POS4	Burn, Bari และ Crack
Frame A	5.540	5.539	5.540	5.540	-
Frame B	10.681	10.681	10.680	10.680	-

IV.V ประสิทธิผลการผลิตโดยรวมของเครื่อง (OEE)

เมื่อทำการแก้ไขปัญหาจาก Why-Why Analysis และหาค่าที่เหมาะสมสำหรับปรับตั้งเครื่องจักร แล้วทำการเก็บบันทึกผล 5 รอบ รอบละ 100 ครั้ง หลังปรับปรุงกระบวนการผลิต แล้ววัดผลด้วยเครื่องมือการให้คะแนน RPN และ OEE อีกครั้ง โดยผลจากค่าลำดับความเสี่ยง RPN คือ 71 คะแนน คะแนนลดลง 934 คะแนน จากสูตร (3) และอัตราการเดินเครื่อง: 90.82%, ประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร: 91.18%, อัตราคุณภาพ: 98% ทำให้ค่า OEE: 81.15% จากสูตร (2)



รูปที่ 9. RPN หลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต

V. สรุปและอภิปรายผลและความคุ้มทุนในเชิงเศรษฐกิจ

ในการพัฒนาสายการผลิตส่วนประกอบมอเตอร์พัดลมของเครื่องปรับอากาศจากการผลิตด้วยมือเป็นกึ่งอัตโนมัติทำให้ผลิตผลเพิ่มขึ้น โดยมีการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานดังต่อไปนี้ 1. ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของ Thrust board ใช้เครื่องมือ การแจกแจงค่าเฉลี่ยตัวอย่างเพื่อการยอมรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ Thrust board ไม่หลุดออกจากค่ามาตรฐาน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 3.65 mm (3.45-3.7 mm) 2. ปริมาณในการฉีดน้ำมันควบคุมด้วย Controller ใช้เครื่องมือ Linear Regression เพื่อหาค่าที่เหมาะสมในการปรับตั้งความยาวของกระบอกลมคือ Frame A: 4.36 mm และ Frame B: 3.72 mm มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักน้ำมันคือ Frame A: 0.331 กรัม และ Frame B: 0.349 กรัม (0.239-0.377 กรัม) 3. Ultrasonic Welding เพื่อตรวจสอบความสูงที่ Cover ยึดติดกับ Frame ใช้เครื่องมือ ค่าลำดับความเสี่ยง RPN โดยประยุกต์ใช้ FMEA เพื่อคัดเลือกปัจจัย แล้วใช้ DOE เพื่อคัดเลือกปัจจัยและหาค่าที่เหมาะสมในการปรับตั้ง Controller Ultrasonic คือ Frame A ค่าปัจจัย Travel: 0.45 mm Time: 0.6 sec. Press: 35% และ AMP: 75% Frame B ค่าปัจจัย Travel: 0.5 mm Time: 0.25 sec. Press: 50% และ AMP: 53% มีค่าเฉลี่ยความสูง Frame A: 5.540 mm (5.45-5.65 mm), และ Frame B: 10.681 mm (10.65-10.85 mm) โดยไม่มีลักษณะงานเสีย 4. ประสิทธิผลการผลิตโดยรวมของเครื่องจักร ใช้เครื่องมือค่าลำดับความเสี่ยง RPN ซึ่งหลังปรับปรุงกระบวนการทำให้คะแนน RPN เหลือเพียง 71 คะแนน และค่า OEE เท่ากับ 81.15%

จากการพัฒนาสายการผลิตกึ่งอัตโนมัตินี้ ทำให้สามารถรองรับความต้องการที่เพิ่มขึ้นได้ โดยมีเวลารอบการผลิตของลูกค้า 8.93 วินาทีต่อชิ้น และรอบเวลาในการผลิตของสายการผลิตกึ่งอัตโนมัติ 5.94 วินาทีต่อชิ้นและลดพนักงานในการผลิตลง 2 คน ซึ่งต้นทุนในการพัฒนาสายการผลิตกึ่งอัตโนมัติเท่ากับ 5,432,500 บาท และลดต้นทุนต่อเดือนลง 127,140 บาทต่อเดือน ซึ่งจะคืนทุนหรือ Payback period เท่ากับ 42 เดือนหรือ 3 ปีครึ่ง

เอกสารอ้างอิง

[1] พิศุทธิ์ พงชัยฤกษ์, “การควบคุมคุณภาพสำหรับวิศวกร”, สำนักพิมพ์ท้อป จำกัด, กรุงเทพฯ, 2558

[2] ปารเมศ ชุติมา, “การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม”, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2545

[3] เรวัตร์ ชาตรีวิศิษฏ์. (2563 กุมภาพันธ์ 15), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), [Online] Available: https://www.slideserve.com/gordy/failure-mode-and-effect-analysis-fmea

[4] ฉลอง สีแก้วสิ่ว. (2563 มกราคม 20), สมการถดถอยอย่างง่าย, [Online] Available: https://sites.google.com/site/mystatistics01/home

[5] Peter Muchiri, “Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): Literature review and Practical Application Discussion”, International Journal of Production Research, Belgium, 2006

[6] เกียรติวิทย์ สมทอง และ พิพัฒน์ แก้วมุงคุณ, “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรองอีสานด้วยวิธีการออกแบบการทดลอง”, การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ, อุบลราชธานี, 23-26 กรกฎาคม 2561, หน้าที่ 1343-1347.

[7] อดุลย์ จิตรอารี, “การออกแบบการทดลองเพื่อการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเสียรูปในการจำลองกระบวนการฉีดชิ้นส่วนพลาสติกเอบีเอส”, วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ธัญบุรี, 2555

[8] ภูธิป อินทรักษ์, “การลดเวลาสูญเสียในกระบวนการติดฉลาก”, วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2557

ศึกษาการเปรียบเทียบ TOPFLAME ไม้ และTOPFLAME พลาสติกเพื่อลดต้นทุนซื้อ กรณีศึกษา บริษัท บางกอกแคน แมนนูแฟคเจอริ่ง จำกัด

STUDY THE COMPARISON OF TOPFLAME WOOD AND PLASTIC TOPFLAME TO REDUCE PURCHASE COST CASE STUDY BANGKOK CAN MANUMANUFACTURING CO., LTD

ธีรพล ธนะสนธิ์
Teerapon Thanason
Department of Logistics and Supply Chain Management ,
Faculty of Business Administration,
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok/Thailand
Th.teerapon_st@tni.ac.th

ปณภา ดวงดาว
Panapa Doungdoa
Faculty of Business Administration,
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok/Thailand
Panapa.d@tni.ac.th

อรวรรณ บุญบูชาไชย
Orawan Bunbuchachai
Faculty of Business Administration,Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok/Thailand
orawan@tni.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการใช้TOPFLAME ไม้และTOPFLAMEพลาสติก เพื่อหาจุดคุ้มทุนหรือคืนทุนเพื่อลดต้นทุนซื้อในการเลือกใช้TOPFLAMEไม้กับTOPFLAMEพลาสติก และ เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าและตอบสนองต่อการใช้งาน ดังนั้นเพื่อทำให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับการเลือกใช้TOPFRAMEที่เหมาะสมและช่วยลดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานของ TOPFLAME และสนับสนุนการทำงานของแผนก WAREHOUSE&LOGISTIC จากกรณีศึกษาแผนก WAREHOUSE&LOGISTIC บริษัท บางกอกแคน แมนนูแฟคเจอริ่ง จำกัด มีการใช้ TOPFLAME ที่ทำมาจากไม้ โดยปัญหาคือ TOPFLAME ที่ทำมาจากไม้ต้องทำการจัดซื้อทุกปีเพื่อนำมาใช้ในการขนส่งในปัจจุบัน ตั้งแต่ช่วงแรกของการก่อตั้งบริษัท โดยไม่มีการจัดทำTOPFLAMEที่เป็นพลาสติกมาก่อน จากการศึกษาการเปรียบเทียบอัตราอายุการใช้งานระหว่าง TOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นไม้กับ TOPFLAMEที่มีวัสดุเป็นพลาสติก พบว่า TOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นพลาสติกสามารถเพิ่มอายุการใช้งานในการขนส่งสินค้าได้ระยะเวลานานขึ้นและค่าใช้จ่ายสุทธิที่ตั้งไว้ในระยะเวลา 5 ปี TOPFLAME ที่เป็นวัสดุไม้มีราคา 6,300,000 บาท และ TOPFLAME ที่เป็นวัสดุพลาสติกราคา 3,675,000 บาท มีส่วนต่างอยู่ที่ 2,625,000 บาท ซึ่งการลงทุนใน 2 ปีแรกอาจยังแสดงให้เห็นยอดที่ติดลบหรือขาดทุนอยู่ แต่เมื่อเข้าปีที่ 3 จะเริ่มแสดงให้เห็นถึงยอดที่เป็นบวกหรือยอดที่คืนต้นทุนแล้ว 105,000 บาท จนถึงปีที่5 ยอดที่คืนทุนหรือลดต้นทุนได้ 2,625,000 บาท โดยการใช้ ทฤษฎีการเปรียบเทียบการคำนวณอายุการใช้งาน ในการเปรียบเทียบและลดต้นทุนวัสดุ TOPFLAME สามารถเพิ่มความแข็งแรงของ TOPFLAME ที่ใช้ในการขนส่งสินค้า สามารถรองรับน้ำหนักของ TOPFLAMEที่ใช้งานร่วมกับเครื่องจักรได้ สามารถป้องกันการบุบแตก หัก ของสินค้าระหว่างการขนส่งได้โดยการใช้แนวคิดทฤษฎีนำมาประยุกต์ใช้

คำสำคัญ **—การเปรียบเทียบและลดต้นทุนวัสดุTOPFLAME,เพิ่มความแข็งแรงของ TOPFLAME ในการขนส่งสินค้า,รองรับน้ำหนักของ TOPFLAMEร่วมกับเครื่องจักร,ป้องกันการบุบแตก หัก ของสินค้า**

ABSTRACT

This research aimed to study and compare the use of TOPFLAME wood and plastic TOPFLAME. To find a break-even point in choosing wooden TOPFLAME and plastic TOPFLAME and to provide a cost-effective and responsive solution. Therefore, it gives an understanding of how to choose the right TOPFRAME and helps reduce the cost of ordering and increase the efficiency of TOPFLAME to support the work of the department. WAREHOUSE & LOGISTICห from the case study department WAREHOUSE & LOGISTIC Bangkok Can Manufacturing Co., Ltd. uses TOPFLAME made of wood, the problem is TOPFLAME made of wood. They have to be purchased every year for use in the present transportation. From the beginning of the company No plastic TOPFLAME has been established before a study of comparing the shelf life rates between TOPFLAME wood and plastic material was found to increase the lifespan of TOPFLAME used for shipping by using the comparison theory to calculate the service life to compare and reduce TOPFLAME material cost, and can increase the strength of TOPFLAME used in shipping. Can support the weight of TOPFLAME compatible with machines It can prevent dents and fractures during transportation by applying theoretical concepts.

Keywords **——To compare and reduce TOPFLAME material cost, increase TOPFLAME strength in shipping, support the weight of TOPFLAME together with machines, prevent the damage of the product**

I. บทนำ

การศึกษาเปรียบเทียบTOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นไม้ และ TOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นพลาสติกเพื่อลดต้นทุนซื้อ โดยการสร้างแบบแผนประกอบการสั่งซื้อ TOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นไม้และTOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นพลาสติก โดยการใช้ MICROSOFT EXCEL ในการปฏิบัติงาน เนื่องจาก MICROSOFT EXCEL มีสูตรในการคำนวณและมีองค์ประกอบที่สำคัญที่ใช้ในการคำนวณสำหรับ เช่น ยอดการสั่งซื้อ TOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นไม้และTOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นพลาสติก ราคาต่อหน่วย จุดคุ้มทุน อายุการใช้งานในระยะเวลา 5 ปี ในการใช้ประโยชน์และประสิทธิภาพในการใช้งานของ TOPFLAME โดยจุดประสงค์ที่คาดหวังและเป็นประโยชน์ที่ได้รับจากการดำเนินงานครั้งนี้ เพื่อที่จะสามารถเพิ่มความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของ TOPFLAME ที่ตอบสนองการใช้งานในการขนส่งสินค้า สามารถลดต้นทุนและขั้นตอนการทำงานของตัว TOPFLAME ภายในบริษัทได้รวมทั้งช่วยลดระยะเวลาทำงานและสะดวกต่อการนำไปใช้งานภายในบริษัทได้มากยิ่งขึ้น

II. ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

บทการศึกษาวิจัยเรื่องการศึกษาเปรียบเทียบ TOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นไม้ และTOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นพลาสติกเพื่อลดต้นทุนซื้อ เป็นการนำแนวคิดและทฤษฎีมาใช้ในการดำเนินงานของ บริษัท บางกอกแคนแมนนูแฟคเจอริ่ง จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทมีลักษณะธุรกิจเป็นผู้ผลิต ผลิตภัณฑ์กระป๋อง โดยผู้วิจัยได้นำเอาแนวคิดและทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องมาทำการศึกษาเพื่อสนับสนุนงานวิจัย ประกอบด้วยหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

II.I แนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ดำเนินงาน

II.I.I แนวคิดวิธีการคำนวณจุดคุ้มทุน (Break Even Point) คือจำนวนสินค้าที่บริษัทต้องซื้อและใช้งานเพื่อที่จะคืนทุนค่าใช้จ่าย จุดคุ้มทุนคำนวณจากการหารต้นทุนคงที่ ด้วยกำไรต่อสินค้าต่อหน่วย รายได้ที่มากกว่าจุดคุ้มทุนก็คือกำไร รายได้ที่ต่ำกว่าจุดคุ้มทุนคือขาดทุน และรายได้ที่เท่าจุดคุ้มทุนคือการขายเท่าทุน

จุดคุ้มทุน = ต้นทุนคงที่ ÷ กำไรต่อหน่วย

โดยที่ กำไรต่อหน่วย = ราคาขายต่อหน่วย – ต้นทุนต่อหน่วย

ความหมายของตัวแปร

- กำไรต่อหน่วย (Gross Margin) คือกำไรที่จะได้ต่อการขายสินค้าหนึ่งชิ้น คือการเอาราคาขายมาหักกับต้นทุนสินค้าที่ซื้อมา
- ราคาขายต่อหน่วย (Selling Price) – คือราคาขายสินค้าต่อหนึ่งชิ้น
- ต้นทุนต่อหน่วย (Variable Cost) – คือราคาสินค้าต่อหนึ่งหน่วยที่ซื้อมา
- ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) – คือต้นทุนอื่น ๆ ที่ใช้ในการขายที่ไม่รวมต้นทุนสินค้า
- ต้นทุนแปรผันทั้งหมด (Total Variable Cost) – คือต้นทุนต่อหน่วยคูณจำนวนขายทั้งหมด

II.I.II แนวคิดวิธีการคำนวณค่าเสื่อมราคาของสินทรัพย์ (Depreciation) ค่าเสื่อมราคาจัดว่าเป็นเงินทุนภายใน สินทรัพย์ถาวรที่มีตัวตนเท่านั้นที่จะนำมาคำนวณค่าเสื่อมราคา เพราะค่าเสื่อมราคาเป็นการหักค่าใช้สินทรัพย์ถาวรในแต่ละปี เนื่องจากสินทรัพย์ถาวรต้องจ่ายซื้อเป็นเงินทุนจำนวนสูงแต่ใช้ได้จำนวนหลายปี เมื่อใช้ไปจะมีการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้ จึงต้องหักค่าเสื่อมราคาของการใช้เพื่อสะสมไว้ซื้อสินทรัพย์ถาวรชิ้นใหม่ ค่าเสื่อมราคาที่สะสมไว้นี้ เมื่อยังไม่ได้นำไปซื้อสินทรัพย์ถาวรชิ้นใหม่ สามารถนำมาใช้เป็นเงินทุนสำหรับหมุนเวียนในกิจการได้

ค่าเสื่อมราคาต่อปี = (ราคาทุนของสินทรัพย์ - ราคาซาก) / อายุการใช้งาน

II.II เทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติโครงงาน ได้แก่

- โปรแกรม Sap

เป็นชื่อโปรแกรมหนึ่งที่อยู่ในชุดของ Microsoft Office โปรแกรมนี้เน้นในเรื่องการแสดงภาพประกอบคำอธิบาย ใช้เพื่อการนำเสนองาน (presentation) โดยทำเป็นหน้า ๆ อาจทำให้มีเสียงบรรยายประกอบด้วยก็ได้ หรือจะสั่งพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์เพื่อแจกผู้ฟัง

- โปรแกรม Microsoft Excel

เป็นโปรแกรมประเภท สเปรดชีด (Speadsheet) หรือโปรแกรมตารางงาน ซึ่งเก็บข้อมูลต่าง ๆ ลงบนแผ่นตารางงาน คล้ายกับการเขียนข้อมูลลงไปในสมุดที่มีการตีช่องตารางทั้งแนวนอนและแนวตั้ง ซึ่งช่องตารางแต่ละช่องจะมีชื่อประจำแต่ละช่อง ทำให้ง่ายต่อการป้อนข้อมูล การแก้ไขข้อมูลจะทำได้สะดวกและง่ายต่อการคำนวณและการนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ สามารถจัดข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างเป็นหมวดหมู่และเป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น

III. แผนงานการปฏิบัติงานและขั้นตอนการดำเนินงาน

การดำเนินการศึกษาวิจัย เรื่อง ประยุกต์ใช้ Excel เพื่อลดระยะเวลาในกระบวนการการค้นหาข้อมูลของตัวสินค้า จัดทำเพื่อลดเวลาการทำงานของพนักงานในบริษัท และจัดเก็บข้อมูลของสินค้าเพื่อให้ง่ายต่อการค้นหาข้อมูลของสินค้าให้ทันความต้องการของลูกค้าโดย ผู้วิจัยได้นำข้อมูลเพื่อมาแสดงขั้นตอนในกระบวนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ตารางที่ I. ขั้นตอนการดำเนินงาน

รายการ / หัวข้อ	พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.
	1	2	3	4	1	2	3	4	1
ศึกษากระบวนการต่าง ๆ	■	■	■						
ศึกษาวิเคราะห์แนวคิดและทฤษฎีในระบวนการ				■	■				
วางแผนและแก้ไข					■	■			
นำแผนไปปฏิบัติและแก้ไขข้อผิดพลาด						■			
ศึกษาและเปรียบเทียบการใช้งาน							■	■	
สรุปผล									■

	TOPFLAME ไม้	TOPFLAME พลาสติก
ขนาด	100*120 ซม.	100*120 ซม.
ขนาดพื้นผิวด้านใน	88*108 ซม.	88*108 ซม.
ขนาดพื้นผิวด้านบน	กว้าง 6 ซม. หนา 1.5 ซม.	กว้าง 6 ซม. หนา 1.5 ซม.
น้ำหนัก	1.2 กิโลกรัม	3.0 กิโลกรัม
ราคา	84 บาท/อัน	245 บาท/อัน

ตารางเปรียบเทียบ TOPFLAME ไม้และพลาสติก

III.I รายละเอียดที่ปฏิบัติการ

- ศึกษาหัวข้องาน
- ศึกษาการเปรียบเทียบอัตราอายุการใช้งาน
- ศึกษาการเปรียบเทียบอัตราการใช้งานด้านราคา
- ศึกษาการเปรียบเทียบจุดคุ้มทุน
- นำมาวิเคราะห์สรุปผล

III.II ขั้นตอนในการศึกษา

- รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ TOPFLAME ไม้และ TOPFLAME พลาสติก
- จัดทำโปรแกรม Microsoft Excel
- ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
- สรุปและหาแนวทางในการแก้ไขต่อไป

III.III กรอบแนวคิดการดำเนินงาน

การศึกษาหาจุดคุ้มทุนของ TOPFLAME ที่เป็นไม้กับพลาสติก เนื่องจาก TOPFLAME ที่ทำมาจากไม้นั้นต้องทำการจัดซื้อทุกปีเพื่อนำมาใช้ในการขนส่งในปัจจุบัน ตั้งแต่ช่วงแรกของการก่อตั้งบริษัท โดยก่อนหน้านั้นไม่มีการจัดทำ TOPFLAME ที่เป็นพลาสติก ทำให้การศึกษาข้อเปรียบเทียบดังกล่าวเป็นไปได้ยาก การนำจุดคุ้มทุนและองค์ประกอบต่าง ๆ ในการคำนวณมาใช้ประโยชน์และวางแผนการสั่งซื้อและให้ได้กำไรตามเป้าหมาย จะช่วยสนับสนุนการดำเนินงานของการลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งาน

III.IIII การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำงานตลอดทั้งกิจกรรมในแผนกเป็นการวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปว่า TOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นไม้กับ TOPFLAMEที่มีวัสดุเป็นพลาสติก เพื่อวิเคราะห์ว่าวัสดุ TOPFLAME ใดมีประสิทธิภาพและเหมาะสมในการใช้งานภายในบริษัทมากที่สุด รวมทั้งต้องคำนึงถึงยอดขาย การสั่งซื้อ ค่าเสื่อมราคาในการเลือกใช้ เพื่อที่จะสามารถลดต้นทุน ลดขั้นตอนการทำงาน รวมทั้งสามารถลดระยะเวลาในการทำงานภายในบริษัทได้มากยิ่งขึ้น

IV. สรุปผลการดำเนินงาน การวิเคราะห์และสรุปผลต่าง ๆ

ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลทฤษฎีและแนวคิดต่าง ๆ นำมาปรับใช้เพื่อที่จะสามารถเข้าใจและเข้าถึงปัญหาที่เกิดขึ้น สามารถดำเนินการหาวิธีในการแก้ไขปัญหาเพื่อใช้ประกอบ ในงานวิจัยในครั้งนี้

IV.I **วางแผนการดำเนินงาน**

- จากปัญหาที่เกิดขึ้นผู้วิจัยได้นำแนวคิดการคำนวณจุดคุ้มทุน (Break Even Point) มาใช้ในการแก้ไขปัญหา
- จากการรวบรวมข้อมูล จึงเห็นถึงความแตกต่างในการเปรียบเทียบ TOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นไม้และพลาสติกเพื่อลดต้นทุนซื้อ
- การเปรียบเทียบคำนึงถึงความคุ้มค่าและการใช้งานที่มีประสิทธิภาพเพื่อลดต้นทุนซื้อ
- เก็บรวบรวมข้อมูล ยอดขาย การสั่งซื้อ และนำมาจัดทำลงโปรแกรม Microsoft Excel
- ประสิทธิภาพการใช้งาน วัสดุที่เลือกซื้อและนำมาใช้งานตรงต่อความต้องการและลดขั้นตอนการทำงานภายในบริษัท
- นำผลที่ได้มาทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

V. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการดำเนินงาน

การศึกษาเปรียบเทียบ TOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นไม้ และTOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นพลาสติกเพื่อลดต้นทุนซื้อ โดยการสร้างแบบแผนประกอบการสั่งซื้อ TOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นไม้และTOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นพลาสติก โดยการใช้ MICROSOFT EXCEL ในการปฏิบัติงาน เนื่องจาก MICROSOFT EXCEL **มี**สูตรในการคำนวณและองค์ประกอบที่สำคัญที่ใช้ในการคำนวณสำหรับการเลือกซื้อ เช่น ยอดขาย ยอดการสั่งซื้อ TOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นไม้และTOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นพลาสติก ราคาต่อหน่วย จุดคุ้มทุน ค่าเสื่อมราคา อายุการใช้งานในระยะเวลา 5 ปี จากการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า ในเลือกใช้วัสดุ TOPFLAME ระหว่าง TOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นไม้และ TOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นพลาสติก ปรากฏว่า TOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นพลาสติกมีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดความคุ้มค่าและเหมาะสมต่อการใช้งานภายในบริษัทมากกว่า TOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นไม้ การใช้ประโยชน์และประสิทธิภาพการใช้งานของ TOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นพลาสติก มีความแข็งแรงและความยืดหยุ่น และตอบสนองการใช้งานในการขนส่งสินค้า สามารถลดต้นทุนและขั้นตอนการทำงานภายในบริษัทได้ รวมถึงสามารถป้องกันการบุบ แตก หัก ของผลิตภัณฑ์ระหว่างการขนส่ง สามารถช่วยลดระยะเวลาทำงานและสะดวกต่อการนำไปใช้งานภายในบริษัทได้มากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลทฤษฎีและแนวคิดต่าง ๆ นำมาปรับใช้เพื่อที่จะสามารถเข้าใจและสามารถเข้าถึงปัญหาที่เกิดขึ้น และสามารถดำเนินการหาวิธีในการแก้ไขปัญหาเพื่อใช้ประกอบ ในงานวิจัยในครั้งนี้ องค์ประกอบหลักในการดำเนินงานคือ ยอดการสั่งซื้อ ราคาต่อหน่วย และ

ทฤษฎีการคำนวณจุดคุ้มทุนหรือคืนทุนในการสั่งซื้อโดย TOPFLAME ที่เป็นวัสดุไม้มียอดการสั่งซื้อ 15,000 บาท ราคา 84 บาทต่อหน่วย รวมราคา 1,260,000 บาท/ปี ในส่วนของ TOPFLAME ที่เป็นวัสดุพลาสติกมียอดการสั่งซื้อ 15,000 บาท ราคา 245 บาทต่อหน่วย รวมราคา 3,675,000 บาท ในการหาจุดคุ้มทุนหรือคืนทุน จะนำยอดรวมการสั่งซื้อ TOPFLAME ที่เป็นวัสดุพลาสติกหารด้วยยอดรวมการสั่งซื้อ TOPFLAME ที่เป็นวัสดุไม้ จะเท่ากับ 2.91 ปี หรือประมาณ 3ปี ในการคุ้มทุนหรือคืนทุน ซึ่งค่าใช้จ่ายสุทธิที่ตั้งไว้ในระยะเวลา 5 ปี TOPFLAME ที่เป็นวัสดุไม้มีราคา 6,300,000 บาท และ TOPFLAME ที่เป็นวัสดุพลาสติกราคา 3,675,000 บาท มีส่วนต่างอยู่ที่ 2,625,000 บาท ซึ่งการลงทุนใน 2 ปีแรกอาจยังแสดงให้เห็นยอดที่ติดลบหรือขาดทุนอยู่ แต่เมื่อเข้าปีที่ 3 จะเริ่มแสดงให้เห็นถึงยอดที่เป็นบวกหรือยอดที่คืนต้นทุนแล้ว 105,000 บาท จนถึงปีที่5 ยอดที่คืนทุนหรือลดต้นทุนได้ 2,625,000 บาท

อภิปรายผล และประโยชน์ที่ได้รับจากการดำเนินงาน

การวิจัยครั้งนี้จัดทำเพื่อเป็นประโยชน์ในการตัดสินใจการสั่งซื้อวัสดุ TOPFLAME เพื่อลดต้นทุนซื้อและเหมาะสมต่อการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ คุ้มค่าต่อการนำไปใช้งาน เพื่อตอบสนองการใช้งานในการขนส่งสินค้า สามารถลดต้นทุนและขั้นตอนการทำงานภายในบริษัทได้ รวมทั้ง TOPFLAME สามารถป้องกันการบุบ แตก หัก ของผลิตภัณฑ์ระหว่างการขนส่งที่สำคัญสามารถช่วยลดระยะเวลาทำงานและสะดวกต่อการนำไปใช้งานภายในบริษัทได้มากยิ่งขึ้น

แนวทางการศึกษาต่อในอนาคต

ในการศึกษากระบวนการทำงานทำวิจัยครั้งนี้คาดหวังว่าจะสามารถนำแผนครั้งนี้ไปใช้งานได้จริงและช่วยลดต้นทุนในการสั่งซื้อ TOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นพลาสติกได้ภายในบริษัท สามารถลดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็น ตอบสนองต่อการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

ในการปรับปรุงกระบวนการทำงาน การคิดแผนประกอบการสั่งซื้อโดยใช้โปรแกรม Excel เพื่อให้สามารถหาจุดคุ้มทุนหรือคืนทุนในการสั่งซื้อ TOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นพลาสติก สิ่งสำคัญจะต้องคำนึงถึงอายุการใช้งานที่ใช้และ TOPFLAME ที่มีวัสดุเป็นพลาสติกที่จะต้องรองรับกับเครื่องจักรในการรับ ส่ง เคลื่อนย้ายในกระบวนการทำงาน เพื่อทำให้ขั้นตอนในการทำงานลดลง และลดระยะเวลาในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตอบสนองต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] สุภัสสรา ปัญโญรัฐโรจน์.. (2559). การวิเคราะห์ปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม กรณีศึกษา บริษัทผลิตอะไหล่และอุปกรณ์

[2] ศิริกานดา คาภูษา. (2559). กลยุทธ์การวิเคราะห์วางแผนปริมาณการสั่งซื้อเพื่อลดต้นทุนการสั่งซื้อ"ชิ้นส่วนอะไหล่คงคลัง กรณีศึกษา บริษัทผลิตรถจักรยานยนต์ อาจารย์ประจำสาขาการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยหาดใหญ่. (2561)

[3] ด.ร พัทธนันท์ เพชรเชิดชู. (2560). ทฤษฎีการคำนวณค่าเสื่อมราคาของสินทรัพย์. สืบค้นข้อมูลวันที่ 21 ธันวาคม 2563

[4] อนุรักษ์ ทองสุโขวงศ์. (2559). การตัดสินใจเพื่อการลงทุน. สืบค้นข้อมูลวันที่ 8 มกราคม 2564

[5] การคำนวณจุดคุ้มทุน (Break Even Point). สืบค้นข้อมูลเมื่อวันที่ 9 มกราคม 2564 จาก https://thaiwinner.com/break-even-point/#:~:text=วิธีคำนวณ%20'จุดคุ้มทุน,'%20หรือ%20'จำนวนลูกค้า'%20เป็นต้น

[6] Microsoft Excel สืบค้นข้อมูลเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2564 จาก https://sites.google.com/site/kroopanumas/bth-reiyn-microsoft-excel/excel-khux-xari

การพัฒนาการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ของระบบบำบัดอากาศเสียด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลสัญญาณเซ็นเซอร์

Predictive Maintenance Development of Exhaust Air Treatment System with Data Analysis of Sensor Signals

รัชภูมิ ธรฤทธิ์
Ratchaphum Thorarit
โครงการปริญญาโท สาขาการจัดการวิศวกรรมภาคพิเศษ
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
Graduate Program in Engineering Management, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
Bangkok Thailand
ratchaphum.t@ku.th

จักรพันธ์ อร่ามพงษ์พันธ์
Chuckaphun Aramphongphun
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
Bangkok Thailand
chuckaphun.a@ku.th

บทคัดย่อ **—— การควบคุมมลพิษทางอากาศ เป็นข้อกำหนดทางกฎหมายที่ควบคุมโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อควบคุมการปล่อยมลพิษจากกระบวนการผลิต การบำรุงรักษาระบบบำบัดอากาศเสียมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อกระบวนการผลิตและสิ่งแวดล้อม ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความดันภายในระบบบำบัดอากาศเสีย ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญในการกำหนดช่วงระยะเวลาการทำงานของระบบบำบัดอากาศเสีย ตั้งแต่ระบบเริ่มทำงานจนกระทั่งหยุดทำงานก่อนเกิดการชำรุดเสียหาย การวิเคราะห์การถดถอยถูกนำมาใช้เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ Linear, Quadratic และ Cubic ทั้งนี้ สมการถดถอยและเทคนิคการพยากรณ์แนวโน้มถูกนำมาใช้ในการหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ โดยค่าพยากรณ์ถูกนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงในช่วงเวลาถัดไปเพื่อตรวจสอบความแม่นยำของแบบจำลองการพยากรณ์ จากการวิเคราะห์ พบว่า สมการถดถอยในรูปแบบ Quadratic และ Cubic มีค่า R-Square ที่สูง และสามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลสัญญาณที่วัดจากเซ็นเซอร์อุณหภูมิและความดันภายในระบบบำบัดอากาศเสียได้อย่างเที่ยงตรงแม่นยำ**

คำสำคัญ ระบบบำบัดอากาศเสีย, การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์, การวิเคราะห์การถดถอย, การพยากรณ์แนวโน้ม, ข้อมูลสัญญาณเซ็นเซอร์

ABSTRACT —— Air pollution control is a legal requirement regulated by department of industrial works to control the emission from manufacturing process. Maintenance of exhaust air treatment system is greatly important for the manufacturing process and environment. Therefore, this research studies the characteristics of temperature and pressure in the exhaust air treatment system, which are the significant variables in determining the time period of the system operation from start to stop before the failure. Regression analysis was used to determine the relationship of data in 3 forms including linear, quadratic, and cubic. Regression equations and trend forecasting were used to determine the appropriate time period of the predictive maintenance planning. The forecasting time period was then compared with the next time period of the actual data to verify the forecasting models. According to the analysis, it was found that the quadratic and cubic regression equations gave the high R-square value and could be used to precisely forecast the signal data measured from the temperature and pressure sensors in the exhaust air treatment system.

Keywords Exhaust air treatment system, Predictive maintenance, Regression analysis, Trend forecasting, Sensor signal data

I. บทนำ

การควบคุมมลพิษทางอากาศเป็นข้อกำหนดทางกฎหมายที่ควบคุมโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อควบคุมการปล่อยมลพิษจากกระบวนการผลิต ในสายการผลิตโรงงานกรณีศึกษา เตาอบเป็นระบบที่สำคัญทำหน้าที่ให้กำเนิดความร้อน เพื่ออบผลิตภัณฑ์แผ่นใยขัดทำความสะอาดซึ่งถูกลำเลียงเคลื่อนที่ไปพร้อมกับสายพาน เมื่อผลิตภัณฑ์แผ่นใยขัดทำความสะอาดวิ่งผ่านเตาอบและทำปฏิกิริยากับความร้อน จะเกิดไอเสียซึ่งเป็นมลพิษในปริมาณที่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้จำเป็นต้องมีระบบบำบัดอากาศเสีย เพื่อบำบัดไอเสียจากกระบวนการผลิตให้อยู่ในเกณฑ์ที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด ก่อนที่จะปล่อย

ออกสู่ชั้นบรรยากาศ ดังนั้น การวางแผนดูแลระบบบำบัดอากาศเสีย จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อกระบวนการผลิตและสิ่งแวดล้อม การวางแผนบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ ถูกนำมาใช้พยากรณ์เพื่อหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการวางแผนการบำรุงรักษาของฝ่ายซ่อมบำรุง โดยไม่กระทบกับตารางแผนการผลิต ทั้งนี้เพื่อลดอัตราการสูญเสียของผลิตภัณฑ์ที่ตกค้างอยู่ในเตาอบในกรณีที่สายการผลิตหยุดทำงานกะทันหันอันเนื่องมาจากความล้มเหลวของระบบบำบัดอากาศเสีย

เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) ถูกนำมาหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งได้แก่อุณหภูมิและความดันอากาศในระบบบำบัดอากาศเสียเทียบกับเวลา โดยเทคนิคการพยากรณ์แนวโน้มระยะยาว (Secular Trend) ถูกนำมาวิเคราะห์ร่วมกับสมการที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอย เพื่อพยากรณ์หาช่วงเวลาที่ระบบบำบัดอากาศเสียจะทำงานล้มเหลวในช่วงถัดไป

II.วัตถุประสงค์งานวิจัย

เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิและความดันของระบบบำบัดอากาศเสียสำหรับวางแผนพยากรณ์การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ที่เหมาะสม รวมทั้งหาสาเหตุและแก้ปัญหาเพื่อลดความสูญเสียของผลิตภัณฑ์เนื่องจากระบบบำบัดอากาศเสียหยุดทำงาน

III.วิธีการดำเนินงานวิจัย

ระบบบำบัดอากาศเสีย ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน ได้แก่

III.I ห้องควบคุมอุณหภูมิของไอเสียที่มาจากเตาอบในสายการผลิต โดยจะมีหัวสเปรย์น้ำ จำนวน 48 ตัว ทำหน้าที่สเปรย์น้ำเพื่อลดอุณหภูมิให้มีค่าไม่เกิน 45 องศาเซลเซียส เมื่อระบบทำงานถึงช่วงเวลาหนึ่งหัวสเปรย์จะเกิดการอุดตัน ทำให้คุณภาพการสเปรย์น้ำลดลง จนไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำกว่าค่าที่กำหนด ส่งผลให้ระบบบำบัดอากาศเสียหยุดทำงาน

III.II ถังบำบัดอากาศเสีย โดยภายในประกอบด้วย ไบโอมีเดียร์ และไบโอบอล เป็นที่อยู่ของจุลินทรีย์เพื่อใช้บำบัดอากาศเสีย โดยภายในระบบจะควบคุมความดันอากาศให้มีค่าไม่เกิน 4 นิ้วน้ำ เมื่อระบบทำงานไปช่วงระยะเวลาหนึ่ง ระบบจะเกิดความสกปรก ทำให้ไม่สามารถควบคุมค่าความดันอากาศให้ต่ำกว่าค่าที่กำหนด ส่งผลให้ระบบบำบัดอากาศเสียหยุดทำงาน

III.III การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis)

ข้อมูลอุณหภูมิไอเสียที่มาจากเตาอบในสายการผลิต เริ่มตั้งแต่ระบบทำงานจนกระทั่งระบบล้มเหลว นำมาหาค่าความสัมพันธ์กับเวลา โดยใช้สมการถดถอย 3 รูปแบบ ดังนี้

III.III. I สมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Model)

III.III. II สมการถดถอยกำลังสอง (Quadratic Regression Model)

III.III. III สมการถดถอยกำลังสาม (Cubic Regression Model)

III.IV การพยากรณ์แนวโน้มระยะยาว (Secular Trend)

เทคนิคการพยากรณ์แนวโน้มระยะยาว นำมาใช้พยากรณ์ช่วงเวลาที่ระบบจะทำงานล้มเหลวในครั้งถัดไปจากสมการของการวิเคราะห์การถดถอย

$$y = a + b(t) \qquad (1)$$

y คือ ค่าอุณหภูมิหรือความดันอากาศที่ต้องการพยากรณ์

a คือ ค่าจุดตัดแกน y

b คือ ค่าความชัน

t คือ ระยะเวลา

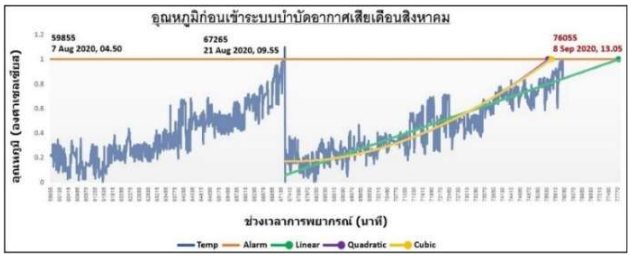
ข้อมูลการพยากรณ์

สำหรับข้อมูลในเดือนสิงหาคม ระบบบำบัดอากาศเสียเริ่มทำงานในนาทีที่ 59855 จนกระทั่งระบบบำบัดอากาศเสียทำงานผิดพลาดในนาทีที่ 67265 เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์การถดถอยทั้ง 3 รูปแบบ

ตารางที่ I. ค่า R-Square และ สมการถดถอยของข้อมูลช่วงนาทีที่ 59855 ถึง 67265 ในเดือนสิงหาคม

R-Square	Regression Equation
Linear Model = 78.2%	0.0584 + 0.6616 (t)
Quadratic Model = 83.3%	0.1669 + 0.0101 (t) + 0.6515 (t^2)
Cubic Model = 83.3%	0.1727 - 0.0590 (t) + 0.8244 (t^2) - 0.1153 (t^3)

สมการถดถอยถูกนำมาใช้ร่วมกับเทคนิคการพยากรณ์แนวโน้มระยะยาว เพื่อพยากรณ์หาช่วงเวลาที่ระบบบำบัดอากาศเสียจะทำงานล้มเหลวในช่วงเวลาถัดไป ทั้ง 3 รูปแบบ



รูปที่ I. การพยากรณ์แนวโน้มระยะยาวจากสมการถดถอยสำหรับข้อมูลในช่วงนาทีที่ 59855 ถึง 67265 ในเดือนสิงหาคม

ผลลัพธ์ของการพยากรณ์แนวโน้มระยะยาวจากสมการถดถอยสำหรับข้อมูลในช่วงนาทีที่ 59855 ถึง 67265 ในเดือนสิงหาคม

สมการถดถอยเชิงเส้น พยากรณ์อุณหภูมิจะเกินค่าที่กำหนดในนาทีที่ 68305 มีความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 1040 นาที (68305-67265)

สมการถดถอยกำลังสอง พยากรณ์อุณหภูมิจะเกินค่าที่กำหนดในนาทีที่ 66880 มีความคลาดเคลื่อน เท่ากับ -385 นาที (66880-67265)

สมการถดถอยกำลังสาม พยากรณ์อุณหภูมิจะเกินค่าที่กำหนดในนาทีที่ 67015 มีความคลาดเคลื่อน เท่ากับ -250 นาที (67015-67265)

ตารางที่ II. ความแม่นยำจากการพยากรณ์แนวโน้มระยะยาวจากสมการถดถอยและค่า R-Square ของทั้ง 3 รูปแบบ

Month Forecast period	Regression Model			Indicators
	Linear	Quadratic	Cubic	
August (59855-67265)	78.2	83.3	83.3	%R-Square
	1755	-465	-375	Deviation
	0.0721	0.0817	0.0826	MAD
	0.0085	0.0115	0.0115	MSE

ผลการพยากรณ์แนวโน้มระยะยาวจากสมการถดถอย สำหรับข้อมูลอุณหภูมิช่วงนาทีที่ 59855 ถึง 67265 ในเดือนสิงหาคม ของทั้ง 3 รูปแบบ จะเห็นว่า การพยากรณ์แนวโน้มระยะยาวจากสมการถดถอยรูปแบบ Quadratic Model และ Cubic Model มีค่าพยากรณ์ที่ใกล้เคียงกว่า และมีค่า R-Square เท่ากัน เท่ากับ 83.3% โดยมีความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (Deviation) ที่ต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับสมการถดถอยรูปแบบ Linear Model

ตารางที่ III. ผลการพยากรณ์ของข้อมูลอุณหภูมิ ตั้งแต่เดือนสิงหาคม จนถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563

Month Forecast period	Regression Model			Indicators
	Linear	Quadratic	Cubic	
August (53190-59845)	88	93.3	93.4	%R-Square
	1040	-385	-250	Deviation
	0.1114	0.1039	0.1044	MAD
	0.0166	0.0176	0.0468	MSE
August (59855-67265)	78.2	83.3	83.3	%R-Square
	1755	-465	-375	Deviation
	0.0721	0.0817	0.0826	MAD
	0.0085	0.0115	0.0115	MSE
September (67270-76055)	83.9	85.4	85.4	%R-Square
	1245	-70	65	Deviation
	0.0691	0.0707	0.0699	MAD
	0.0076	0.0083	0.0082	MSE
September (76060-85935)	89.6	91.9	92.1	%R-Square
	4330	2670	2260	Deviation
	0.1487	0.1597	0.1601	MAD
	0.0277	0.0312	0.0316	MSE
September (85940-94075)	85.1	85.6	86.3	%R-Square
	635	-55	-730	Deviation
	0.1586	0.1631	0.1498	MAD
	0.0334	0.0350	0.0325	MSE
October (94080-103250)	78.8	80.3	82.8	%R-Square
	2825	950	-250	Deviation
	0.0761	0.0800	0.0861	MAD
	0.0086	0.0095	0.0159	MSE

ผลการพยากรณ์แนวโน้มระยะยาวจากสมการถดถอยของข้อมูลอุณหภูมิ ตั้งแต่เดือนสิงหาคมจนถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 ทั้ง 3 รูปแบบ จะเห็นว่า การพยากรณ์แนวโน้มระยะยาวจากสมการถดถอยรูปแบบ Quadratic Model และ Cubic Model มีค่าพยากรณ์ที่ใกล้เคียงกว่า และมีค่า R-Square เฉลี่ยที่สูงกว่า โดยมีความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (Deviation) ที่ต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับสมการถดถอยรูปแบบ Linear Model

ตารางที่ IV. ผลการพยากรณ์ของข้อมูลความดันอากาศ ตั้งแต่เดือนสิงหาคม จนถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563

Month Forecast period	Regression Model			Indicators
	Linear	Quadratic	Cubic	
August (53190-67275)	66.6	85.9	89.0	%R-Square
	6895	-85	-1740	Deviation
	0.0906	0.1222	0.1028	MAD
	0.0128	0.0264	0.0251	MSE
September (67280-84700)	71.4	75.9	80.8	%R-Square
	13285	3425	-350	Deviation
	0.0966	0.0855	0.0936	MAD
	0.0149	0.0115	0.0141	MSE
October (84705-104245)	63.7	82.2	85.1	%R-Square
	14025	1070	-500	Deviation
	0.1225	0.2388	0.1039	MAD
	0.0219	0.1210	0.0159	MSE

ผลการพยากรณ์แนวโน้มระยะยาวจากสมการถดถอยสำหรับข้อมูลความดันอากาศ ตั้งแต่เดือนสิงหาคม จนถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 ทั้ง 3 รูปแบบ จะเห็นว่า การพยากรณ์แนวโน้มระยะยาวจากสมการถดถอยรูปแบบ Quadratic Model และ Cubic Model มีค่าพยากรณ์ที่ใกล้เคียงกว่า และมีค่า R-Square เฉลี่ยที่สูงกว่า โดยมีความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (Deviation) ที่ต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับสมการถดถอยรูปแบบ Linear Model

ตารางที่ V. การพยากรณ์ข้อมูลอุณหภูมิ ช่วงนาทีที่ 112145 ถึง 121475 ในเดือนพฤศจิกายน

Forecast period	Regression Model	Indicator
November (112145-121475)	Cubic = 82.1	%R-Square

สมการถดถอยรูปแบบ Cubic Model มีค่า R-Square ที่สูงที่สุด แสดงดังสมการ (2)

$$\text{Cubic Model} = 0.0888 + 1.463\,(t) - 2.107\,(t^2) + 1.419\,(t^3) \qquad (2)$$

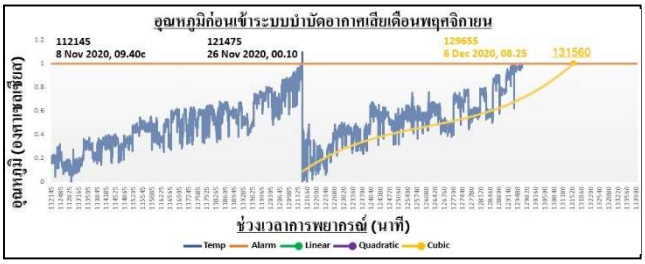
เมื่อนำสมการถดถอยไปหาเวลาที่อุณหภูมิจะเกิน 45 องศาเซลเซียส ด้วยเทคนิคการพยากรณ์แนวโน้มระยะยาว พบว่า ผลการพยากรณ์อุณหภูมิจะเกิน 45 องศาเซลเซียส เมื่อระบบบำบัดอากาศเสียเริ่มกลับมาทำงานจนกระทั่งทำงานไป 10080 นาที กล่าวคือ อุณหภูมิจะเกิน 45 องศาเซลเซียส ในนาทีที่ 131560

จากนั้น นำผลการพยากรณ์ที่ระบบบำบัดอากาศเสียเริ่มทำงานจนกระทั่งอุณหภูมิเกิน 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10080 นาที ไปวางแผนการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ โดยทำการกำหนดระยะเวลาเพื่อนับเวลาการทำงานที่เหลืออยู่ ก่อนการบำรุงรักษาครั้งต่อไป ในหน้าจอแสดงผลของระบบ Human Machine Interface (HMI) ดังรูปที่ II.

PARAMETER	SP	UNIT
Temp Predictive	115.40	Minute
Pressure Predictive	1416.25	Minute

รูปที่ II. หน้าจอแสดงเวลาการทำงานที่เหลืออยู่ ก่อนการบำรุงรักษาครั้งต่อไปของระบบ Human Machine Interface

ผลการพยากรณ์ด้วยสมการถดถอยรูปแบบ Cubic Model ที่ระยะเวลา 10080 นาที สามารถแปลงหน่วยเป็นชั่วโมง เพื่อทำการนับเวลาถอยหลัง โดยพิจารณาจากช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในการวางแผนการบำรุงรักษาโดยไม่กระทบกับแผนการผลิตของสายการผลิต



รูปที่ III. แผนการบำรุงรักษาโดยอ้างอิงจากข้อมูลการพยากรณ์อุณหภูมิก่อนเข้าระบบบำบัดอากาศเสียจากสมการถดถอยรูปแบบ Cubic Model

ข้อมูลการพยากรณ์อุณหภูมิที่จะเกิน 45 องศาเซลเซียส เมื่อระบบบำบัดอากาศเสียเริ่มทำงานจนกระทั่งทำงานไป 10080 นาที หรือกล่าวคือ อุณหภูมิจะเกิน 45 องศาเซลเซียส ในนาทีที่ 131560 ซึ่งคาดการณ์ว่าข้อมูลพยากรณ์นาทีที่ 131560 จะตรงกับวันอังคารที่ 8 ธันวาคม พ.ศ. 2563 ดังนั้น ทีมซ่อมบำรุงจึงทำการวางแผนการบำรุงรักษาในวันอาทิตย์ที่ 6 ธันวาคม พ.ศ. 2563 ซึ่งฝ่ายผลิตหยุดทำการผลิต โดยที่ระบบบำบัดอากาศเสียทำงานไป 129655 นาที ทำให้ไม่กระทบกับแผนการผลิตหลักในวันปกติ

ตารางที่ VI. ผลการพยากรณ์ของความดันอากาศ ช่วงนาทีที่ 104250 ถึง 125325 ในเดือนพฤศจิกายน

Forecast period	Regression Model	Indicator
November (104250-125325)	Cubic = 89.0	%R-Square

จากผลการพยากรณ์ของความดันอากาศ พบว่า สมการถดถอยรูปแบบ Cubic Model มีค่า R-Square ที่สูงที่สุด ดังสมการ (3)

$$\text{Cubic Model} = 0.07669 + 0.5605\,(t) - 1.778\,(t^2) + 2.028\,(t^3) \qquad (3)$$

เมื่อนำสมการถดถอยไปหาเวลาที่ความดันอากาศจะเกิน 4 นิ้วน้ำ ด้วยเทคนิคการพยากรณ์แนวโน้มระยะยาว พบว่า ผลการพยากรณ์ความดันอากาศจะเกิน 4 นิ้วน้ำ เมื่อระบบบำบัดอากาศเสียเริ่มกลับมาทำงานจนกระทั่งทำงานไป 21805 นาที กล่าวคือ ความดันอากาศจะเกิน 4 นิ้วน้ำ ในนาทีที่ 147135

จากนั้น นำผลการพยากรณ์ที่ระบบบำบัดอากาศเสียเริ่มทำงานจนกระทั่งความดันอากาศเกิน 4 นิ้วน้ำ เป็นระยะเวลา 21805 นาที ไปวางแผนการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ โดยทำการกำหนดระยะเวลาเพื่อนับเวลาการทำงานที่เหลืออยู่ ก่อนการบำรุงรักษาครั้งต่อไป ในหน้าจอแสดงผลของระบบ HMI ดังรูปที่ II.



รูปที่ IV. แผนการบำรุงรักษาโดยอ้างอิงจากข้อมูลการพยากรณ์ความดันอากาศจากสมการถดถอยรูปแบบ Cubic Model

ข้อมูลการพยากรณ์ความดันอากาศที่จะเกิน 4 นิ้วน้ำ เมื่อระบบบำบัดอากาศเสียเริ่มทำงานจนกระทั่งทำงานไป 21805 นาที หรือกล่าวคือ ความดันอากาศจะเกิน 4 นิ้วน้ำ ในนาทีที่ 147135 ซึ่งคาดการณ์ว่า ข้อมูลพยากรณ์นาทีที่ 147135 จะตรงกับวันจันทร์ที่ 11 เดือนมกราคม พ.ศ. 2564 ดังนั้น ทีมซ่อมบำรุงจึงทำการวางแผนการบำรุงรักษาในวันอาทิตย์ที่ 10 เดือนมกราคม พ.ศ. 2564 ซึ่งฝ่ายผลิตหยุดทำการผลิต โดยที่ระบบบำบัดอากาศเสียทำงานไป 146620 นาที ทำให้ไม่กระทบกับแผนการผลิตหลักในวันปกติ

IV. ผลการวิจัย

การพยากรณ์เพื่อวางแผนการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ของระบบบำบัดอากาศเสียจากอุณหภูมิไอเสียที่ได้รับจากเตาอบในสายการผลิตจำเป็นต้องควบคุมให้อุณหภูมิไม่เกิน 45 องศาเซลเซียส ก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดอากาศเสียเพื่อรักษาคุณภาพของจุลินทรีย์ และความดันของระบบบำบัดอากาศเสียจำเป็นต้องควบคุมความดันอากาศให้ไม่เกิน 4 นิ้วน้ำ เพื่อรักษาความปลอดภัยของโครงสร้าง โดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิและความดันของระบบบำบัดอากาศเสียมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับระยะเวลาและสร้างเป็นสมการถดถอยทั้ง 3 รูปแบบ จากนั้น จึงนำสมการถดถอยมาพยากรณ์ด้วยเทคนิคการพยากรณ์แนวโน้มระยะยาว โดยพิจารณาความแม่นยำของสมการถดถอยจากการนำไปเปรียบเทียบกับช่วงระยะเวลาที่ค่าอุณหภูมิและความดันอากาศเกินค่าที่กำหนดไว้ ในรอบระยะเวลาถัดไป ทั้งนี้พบว่าสมการถดถอยรูปแบบ Cubic Model จะให้ค่าการพยากรณ์ที่ดีที่สุด โดยมีค่า R-Square ที่สูงกว่าสมการถดถอยรูปแบบอื่นๆ โดยพิจารณาจากความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์ เปรียบเทียบกับค่าจริงในช่วงระยะเวลารอบถัดไป

V. สรุปและอภิปรายผล

จากการพยากรณ์ข้อมูลอุณหภูมิและความดันของระบบอากาศเสียในอดีต พบว่า สมการถดถอยรูปแบบ Cubic Model ซึ่งมีค่า R-Square ที่สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสมการถดถอยรูปแบบอื่น ๆ สามารถใช้ในการพยากรณ์ระยะเวลาที่เหมาะสมในการบำรุงรักษาได้อย่างแม่นยำ โดยระยะเวลาที่พิจารณาจากอุณหภูมิของระบบบำบัดอากาศเสียพยากรณ์อยู่ในช่วงนาทีที่ 112145-121475 และระยะเวลาที่พิจารณาจากความดันอากาศของระบบบำบัดอากาศเสียพยากรณ์อยู่ในช่วงนาทีที่ 104250-125325 ทั้งนี้ ผลจากการพยากรณ์ถูกนำมากำหนดและแสดงที่หน้าจอแสดงผลระบบ HMI ทำให้สามารถกำหนดช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในการบำรุงรักษาได้อย่างแม่นยำ โดยไม่กระทบกับแผนการผลิตหลักของสายการผลิต

VI. เอกสารอ้างอิง

[1] ดร.สาธิดา สกุลรัตนกุลชัย. 2563. การวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อการวาง (พิมพ์ครั้งที่ 2) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพ. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 120-126 การวิเคราะห์การถดถอย 137-153

[2] ปรัชญา พละขันธุ์. 2560. วิเคราะห์และจัดการข้อมูลสถิติด้วย Minitab ฉบับมืออาชีพ. ไอดีซี พรีเมียร์, นนทบุรี. การทดสอบสมมุติฐาน 37-70. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการวิเคราะห์การถดถอย 221-236.

[3] ปรีดาภรณ์ กาญจนสำราญวงศ์. 2561 การวิเคราะห์ข้อมูลสถิติและทำงานวิจัยด้วย Excel. ไอดีซี พรีเมียร์, นนทบุรี. การทดสอบสมมุติฐาน 145-185. การวิเคราะห์การถดถอย 221-254. การวิเคราะห์อนุกรมเวลา 293-315.

[4] Chen N 2017. Hierarchical method for wind turbine prognosis using SCADA data. IET Renewable Power Generation Volume: 11, May 2017: 403 -410

[5] Zhao YY. 2016. Fault Prognosis of Wind Turbine Generator Using SCADA Data. North American Power Symposium (NAPS), November 2016.

[6] Chin W.L. 2016. A Framework of Machine to Machine Authentication in Smart Grid: A Two Layer Approach. IEEE Communication Magazine, VOL. 54, December 2016: 102 – 107.

[7] Ibrahim M.F 2016. Measuring the Effectiveness of Zonal Heating Control for Energy Saving 2016. IEEE International Conference on System, SMC 2016, 132 – 136.

การบริหารจัดการโครงการ เพื่อลดต้นทุน กรณีศึกษาโครงการก่อสร้างระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติ

Project Management for Reducing Cost: A Case Study of Natural Gas Pipeline Project

1st มานิต ผงคำ
Manit Phongkhum
สาขาการจัดการวิศวกรรม
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
Graduate Program in Engineering Management
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Kasetsart University
กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
Bangkok Thailand
manit.ph@ku.th

2nd ไอลดา ตรีรัตน์ตระกูล
Ailada Treerattrakoon
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Kasetsart University
กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
Bangkok Thailand
fengadt@ku.ac.th

3rd พิชิต สุขเจริญพงษ์
Pichit Sukchareonpong
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Kasetsart University
กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
Bangkok Thailand
fengpcs@ku.ac.th

บทคัดย่อ — งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มผลกำไร ในการดำเนินงานการบริหารโครงการก่อสร้างระบบส่งท่อก๊าซธรรมชาติ โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์คุณค่าที่ได้รับ (Earned Value Analyssis) เพื่อควบคุมต้นทุนของโครงการ รวมทั้งการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและการควบคุมการบริหารจัดการต้นทุน เป็นผลให้ผู้บริหารโครงการสามารถทราบสถานะปัจจุบันของโครงการและแก้ไขแผนงานได้อย่างเหมาะสม จากการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์คุณค่าที่ได้รับกับโครงการที่กำลังดำเนินการก่อสร้างของบริษัทกรณีศึกษาพบว่า โครงการก่อสร้างมีดัชนีประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านต้นทุน 1.08 และมีดัชนีประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านเวลา 1.06

คำสำคัญ — การบริหารโครงการ, ควบคุมต้นทุนก่อสร้าง, ต้นทุนโครงการ, การวิเคราะห์ผลงานที่ทำได้

ABSTRACT — The objective of this research was to reduce costs and increase profits in a natural gas pipeline construction project management operation. The Earned Value Analysis technique was applied to control project costs. Using limited resources to maximize the benifits and controlling cost management were considered. As a result, a project manager could determine the current status of the project and revise the appropriate plan. After applying the Earned Value Analysis technique in an ongoing construction project of a case study company, the result indicated that the cost performance index was 1.08 and the schedule performance index was 1.06.

Keywords — Project Management, Construction Cost Control, costing of projects, Earned Value Analysis

I. บทนำ

การบริหารโครงการให้ประสบความสำเร็จ และสามารถดำเนินกิจการได้อย่างยั่งยืนนั้น ต้องควบคุม คุณภาพของงาน การวางแผนงาน การจัดตารางเวลาการดำเนินงาน และใช้หลักเศรษฐศาสตร์นำมาบริหารโครงการ กล่าวคือ การใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ดังนั้น ต้นทุนจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่ง ต้องควบคุมการบริหารตั้งแต่การวางแผนทรัพยากร การจัดทำงบประมาณต้นทุน และการควบคุมต้นทุนในการบริหารโครงการที่เหมาะสม ผู้บริหารต้องควบบคุม ติดตามวิเคราะห์แนวโน้มและการตัดสินใจการใช้ทรัพยากรที่เหมาะสม เที่ยงตรงและแม่นยำ กับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในโครงการ ณ ขณะนั้น

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่สามารถนำโปรแกรมสำเร็จรูปมาช่วยในการพัฒนา การวางแผนงานก่อสร้าง ทั้งการกำหนดระยะเวลา การใช้ทรัพยากร การควบคุมและติดตามต้นทุน ของการดำเนินโครงการก่อสร้างนั้น มีโปรแกรมสำเร็จรูปหลายโปรแกรมที่นิยมใช้งานในอุตสาหกรรมก่อสร้าง เช่น Microsoft Excel, Microsoft

Project, Primavera เป็นต้น โดยแต่ละโปรแกรมจะมีลักษณะฟังก์ชันการใช้งานที่แตกต่างกันไป

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาเพื่อพัฒนากระบวนการในการวางแผนและจัดตารางการดำเนินงานของโครงการให้มีประสิทธิภาพด้วยโปรแกรม Microsoft Project เนื่องจากโปรแกรมดังกล่าวมีความสามารถรองรับการวางแผนงานการทำงานของโครงการได้เป็นอย่างดี ใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน [1] เช่น การจัดทำงบประมาณ กระแสเงินโครงการ ปริมาณการใช้ทรัพยากร การบริหารควบคุมโครงการก่อสร้างต่าง ๆ จึงทำให้ข้อมูลที่ได้รับมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบและเป็นเครื่องมือช่วยการตัดสินใจที่เหมาะสมของผู้ควบคุมโครงการ ในสถานการณ์ ณ ขณะนั้น

II. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์คุณค่าที่ได้รับ (Earned Value Analysis) ใช้ในการพัฒนาและหาแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสมในการบริหารจัดการด้านต้นทุนของผู้ควบคุมโครงการให้มีต้นทุนลดลงและเพิ่มผลกำไรอย่างน้อย 5 เปอร์เซ็นต์ ให้กับโครงการก่อสร้าง

III. วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาค้นคว้าเพื่อปรับปรุงแผนงานและกระบวนการในการบริหารโครงการก่อสร้างระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติ เพื่อหาแนวทางการลดต้นทุนการดำเนินงานของโครงการ โดยมีขั้นตอนดังนี้

III.I สำรวจข้อมูล

ทำการศึกษาข้อมูลแต่ละโครงการที่ผ่านย้อนหลัง 3 ปี ที่ได้ดำเนินการแล้วเสร็จ

III.II เก็บรวบรวมข้อมูล

เมื่อได้ทราบข้อมูลผลการดำเนินงานบริหารแต่ละโครงการที่สำเร็จแล้ว ให้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโครงการที่มีช่วงของผลกำไรต่ำสุด เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์หาสาเหตุ เช่น แผนการดำเนินงาน วิธีการบริหารจัดการโครงการ เป็นต้น

III.III ศึกษาตารางงานโครงการต้นแบบ

แผนงานเวลาโครงการก่อสร้างที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบจะประกอบด้วยข้อมูลทั้งด้านเวลา ทรัพยากร และ ต้นทุน ซึ่งจะใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติโครงการ รวมถึงใช้เป็นเกณฑ์ในการติดตามควบคุมโครงการด้วย ในปัจจุบันเทคนิคการบริหารแผนงานโครงการที่นิยมใช้ได้แก่ แผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart) เทคนิค Program Evaluation and Review Technique (PERT) และ Critical Path Method (CPM) ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละโครงการ งานโครงการก่อสร้างส่วนใหญ่จะนิยมใช้เทคนิคการบริหารโครงการแบบ CPM เนื่องจากเป็นเทคนิคที่ใช้การวางแผนและควบคุมเวลา และใช้กับโครงการที่ผู้บริหารเคยมีประสบการณ์มาก่อน [2] ดังนั้นจึงได้เริ่มศึกษาจากตารางงานของแต่ละโครงการ รวมถึงวิธีการการดำเนินงานด้านต้นทุนของโครงการที่แล้วเสร็จ

III.IV วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโครงการ

เมื่อศึกษาวิธีการดำเนินงานแต่ละกิจกรรมแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ตารางแผนงานดังต่อไปนี้

III.IV.I วิเคราะห์สายงานวิกฤต (Critical Path)

การวิเคราะห์สายงานวิกฤติ (Critical Path) เป็นการนำข้อมูลมาวิเคราะห์กิจกรรมภายในโครงการที่อาจจะส่งผลให้การดำเนินงานล่าช้าได้ โดยพิจารณาจาก ระยะเวลาคาดหวังในแต่ละกิจกรรม (Expected Activity Time: TE) และความแปรปรวนของระยะเวลาที่คาดหวัง (Variances: σ^2) [3] โดยสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 1 และ 2

$$TE = \frac{a+4m+b}{6} \quad (1)$$

$$\sigma^2 = \left[\frac{(b-a)}{6}\right]^2 \quad (2)$$

TE คือ ระยะเวลาคาดหวัง (Expected Activity Time)

σ^2 คือ ความแปรปรวนของระยะเวลาที่คาดหวัง (Variances)

a คือ เวลาที่คาดว่าจะทำให้กิจกรรมแล้วเสร็จได้เร็วที่สุด (Optimistic Time Estimate)

b คือ เวลาที่คาดว่าจะทำให้กิจกรรมแล้วเสร็จได้ช้าที่สุด (Pessimistic Time Estimate)

m คือ เวลาที่เป็นไปได้มากที่สุดที่จะทำให้กิจกรรมแล้วเสร็จ (Most Piety Time Estimate)

หลังจากทราบสายงานวิกฤติของโครงการแล้วจะสามารถคำนวณหาความน่าจะเป็นที่โครงการจะดำเนินการแล้วเสร็จดังสมการที่ 3

$$Z = D - \mu/\sqrt{\sigma^2} \quad (3)$$

Z คือ ความน่าจะเป็นที่โครงการจะดำเนินการแล้วเสร็จ

D คือ จำนวนวันที่โครงการจะดำเนินการแล้วเสร็จ

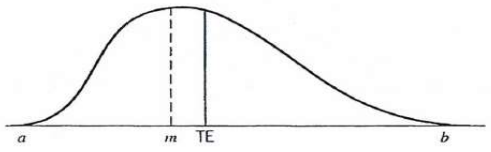
μ คือ ค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่คาดว่าโครงการจะแล้วเสร็จในสายงานวิกฤติ

σ^2 คือ ความแปรปรวนของวันที่คาดว่าโครงการจะแล้วเสร็จในสายงานวิกฤติ

แต่ในโครงการต้นแบบผู้วิจัยได้การประยุกต์ใช้โปรแกรม Microsoft Project ในการประมวลผล

III.IV.II การวิเคราะห์ด้วย Crystal Ball

โปรแกรม Crystal Ball เป็นการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของแผนงานโครงการโดยจะแสดงเป็นกราฟการแจกแจงความน่าจะเป็น แบบ Beta Distribution ดังที่แสดงในภาพที่ 1 ซึ่งจะทำให้ทราบค่าความเชื่อมั่นของแผนงานที่จะแล้วเสร็จตามแผนหรือไม่ [5] ถ้าไม่เสร็จตามแผนงาน ผู้วางแผนสามารถเร่งรัดโครงการในกิจกรรมใดได้บ้าง ก่อนการวางแผนการกำหนดต้นทุนในลำดับต่อไป และข้อมูลการเร่งรัดโครงการ พร้อมเหตุผลจะถูกเก็บไว้ที่ส่วนกลาง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนพัฒนาในโครงการต่อไปด้วย



ภาพที่ 1 การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบ Beta Distribution

การควบคุมโครงการให้ประสบความสำเร็จโดยทั่วไปจะมีเป้าหมายตัวชี้วัดความสำเร็จ คือ ให้ผลการดำเนินงานเป็นไปอย่างมีคุณภาพ โดยอยู่ภายใต้ข้อจำกัดของต้นทุน (Limited Budget) และระยะเวลาที่กำหนด หรือบริหารจัดการโครงการให้อยู่ภายใต้เงื่อนไข ข้อจำกัดดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ [6] มีการติดตามดูแลการบริหารโครงการที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ และสามารถเปรียบเทียบระหว่างสิ่งที่ดำเนินงานได้จริงกับแผนงานที่วางไว้ แล้วสามารถแก้ไขปรับปรุงการดำเนินงานให้เหมาะสมกับสถานการณ์ ณ ขณะนั้น [7]

III.IV.III วิเคราะห์ Earned Value ประเภทต้นทุน

จากที่ได้นำแผนงานไปปฏิบัติในโครงการ และทำการบันทึกความก้าวหน้าของโครงการแล้ว สิ่งที่ผู้บริหารโครงการต้องการทราบคือสถานะของโครงการ การวัดสถานะโครงการหรือการวัดประสิทธิภาพด้านต้นทุนและเวลาในโครงการจะต้องมีระบบการรับข้อมูลที่ถูกต้อง แม่นยำ รวดเร็ว มิฉะนั้นข้อมูลจะขาดความน่าเชื่อถือ และไม่เหมาะสมกับสถานการณ์ ณ ขณะนั้น โดยความถี่ของการวัดสามารถกำหนดได้ตามความเหมาะสมกับโครงการนั้น ๆ โดยผู้วิจัยให้ความสำคัญที่ใช้วัดจะมี 3 ค่า คือ ค่าประสิทธิภาพด้านต้นทุน ค่าประสิทธิภาพด้านเวลา และค่าประมาณการต้นทุนเมื่อสิ้นสุดโครงการ ซึ่งประสิทธิภาพด้านต้นทุน จะพิจารณาค่าความเบี่ยงเบนของต้นทุนจริง จากงบประมาณตามแผน (Cost Variance: CV) และดัชนีการดำเนินงานด้านต้นทุน (Cost Performance Index: CPI) [8] โดยสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 4 และ 5

$$CV = BCWP - ACWP \quad (4)$$

$$CPI = BCWP/ACWP \quad (5)$$

CV คือ ความเบี่ยงเบนของต้นทุนจริง จากงบประมาณตามแผน
(Cost Variance)
BCWP คือ ผลที่ทำได้จริง (Budgeted Cost for Work Performed)
ACWP คือ ต้นทุนจริงที่ใช้ไปจริง (Actual Cost of Work Performed)
CPI คือ ดัชนีการดำเนินงานด้านต้นทุน (Cost Performance Index)

ส่วนประสิทธิภาพด้านเวลา จะพิจารณาค่าความเบี่ยงเบนด้านเวลาเทียบกับแผน (Schedule Variance: SV) และ ดัชนีการดำเนินงานด้านกำหนดเวลา (Schedule Performance Index: SPI) โดยสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 6 และ 7

$$SV = BCWP - BCWS \quad (6)$$

$$SPI = BCWP/BCWS \quad (7)$$

SV คือ ความเบี่ยงเบนด้านเวลาเทียบกับแผน (Schedule Variance)
BCWS คือ ผลงานที่ควรจะทำได้ตามแผน
(Budgeted Cost for Work Scheduled)
SPI คือ ดัชนีการดำเนินงานด้านกำหนดเวลา
(Schedule Performance Index)

การประมาณการต้นทุนเมื่อสิ้นสุดโครงการ จะพิจารณาได้จากการรวมต้นทุนที่ใช้ไปจริง ณ วันที่ประเมิน กับต้นทุนที่คาดว่าจะต้องใช้จ่ายจนกว่าโครงการจะแล้วเสร็จ ซึ่งเป็นการนำผลดำเนินงานในอดีตมาพิจารณาร่วมด้วย ดังสมการที่ 8 และ ค่าประมาณการงบประมาณที่เหลือ ณ วันที่ประเมิณ จะพิจารณาได้จากการคำนวณส่วนต่างของงบประมาณรวมกับ ค่าสะสมของผลงานที่ทำได้คิดตามราคางบประมาณ ดังสมการที่ 9

$$EAC = (BCWR/CPI) - ACWP(cum) \quad (8)$$

$$BCWR = BAC - BCWP \quad (9)$$

EAV คือ ประมาณการต้นทุนเมื่อสิ้นสุดโครงการ
(Estimate At Completion)
BCWR คือ ประมาณการงบประมาณของงานที่เหลือ ณ วันประเมิน
(Budgeted Cost for Work Remaining)
BAC คือ งบประมาณรวมเมื่อโครงการแล้วเสร็จ (Budget At Completion)
ACWP(cum) คือ ค่าสะสมของต้นทุนจริงที่ใช้ไปจริง

จากสมการที่ 4 และ 5 จะทำให้ผู้ควบคุมโครงการทราบว่ากิจกรรมที่ดำเนินอยู่มีการใช้ต้นทุนเป็นไปตามที่วางแผนในแต่ละกิจกรรมย่อยหรือไม่ โดยเทียบกับ สมการที่ 6 และ 7 พร้อมกับพิจารณาค่าประมาณการต้นทุนเมื่อสิ้นสุดโครงการในสมการที่ 8 และ 9 ร่วมด้วยในการตัดสินใจแก้ปัญหา ณ ขณะนั้น หรือถ้าเป็นปัญหาที่ไม่สามารถแก้ไขได้ก็จะนำข้อมูลข้างต้นแจ้งไปยังฝ่ายประเมินราคา เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประเมินราคาของโครงการต่อไป และเหตุการณ์ดังกล่าวจะได้ไม่เกิดซ้ำอีก ถ้ามีการกระทำเช่นนี้ไปเลย ๆ โครงการจะมีข้อผิดพลาดน้อยลง และจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ดังนั้นต้นทุน จึงเป็นค่าใช้จ่ายที่ใช้ไปเพื่อให้ได้มาซึ่งสินค้า หรือการบริการ ซึ่งนำผลประโยชน์มาให้กับกิจการ เพื่อให้เกิดผลประโยชน์แก่กิจการมากที่สุด จึงต้องพยายามลดต้นทุนให้มากที่สุด เพื่อก่อให้เกิดกำไรสูงสุดแก่กิจการ [4] ผู้วิจัยจึงได้ทำการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ Earned Value ประเภทต้นทุนกับโครงการต้นแบบ ด้วยโปรแกรม Microsoft Project

IV. ผลการวิจัย

ผลการศึกษาและวิเคราะห์โครงการต้นแบบ มีดังนี้

IV.I ผลการสำรวจข้อมูล

จากการสำรวจข้อมูลของบริษัทกรณีศึกษา ตั้งแต่ 1มกราคม พ.ศ. 2560 จนถึง 31 สิงหาคม พ.ศ. 2563 ทำให้ได้ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางสรุปผลการดำเนินงาน ตั้งแต่ มกราคม พ.ศ. 2560 ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2563

ช่วงกำไร (%)	จำนวนโครงการ	สัดส่วน (%)
0.0 – 5.0	15	50
5.1 – 10.0	11	37
10.1 – 15.0	4	13

จากตารางที่ 1 พบว่า โครงการส่วนใหญ่มีกำไรอยู่ในช่วง 0.0 ถึง 5.0 เปอร์เซ็นต์ เพื่อความยั่งยืนของบริษัทจึงจำเป็นต้องหาวิธีปฏิบัติที่เหมาะสมในการเพิ่มผลกำไร ลดต้นทุนการบริหารโครงการก่อสร้าง

IV.II เก็บรวบรวมข้อมูล

จากปัญหาที่พบจึงได้เก็บรวมรวมข้อมูลผลการดำเนินงานของโครงการที่มีผลกำไรต่ำสุด ซึ่งได้แก่ โครงการท่อจ่ายก๊าซธรรมชาติในนิคมอุตสาหกรรมอมตะซิตี้ (ส่วนต่อขยาย) ไปยัง บริษัท โชวะ อินดัสทรี (ประเทศไทย) มีผลกำไร 2 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำมาศึกษาการบริหารจัดการโครงการ เช่น ข้อมูลการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ระยะเวลาการก่อสร้างที่แล้วเสร็จ เพื่อหาแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสม

IV.III ผลศึกษาตารางงานโครงการต้นแบบ

จากการนำแผนการดำเนินงานมาศึกษาพบว่า การดำเนินงานโครงการสำเร็จลุล่วงได้ตามแผนงาน ในกรอบระยะเวลาของสัญญาโครงการ โดยเป็นการใช้เทคนิคการบริหารโครงการแบบ CPM ด้วยโปรแกรม Microsoft Project

IV.IV ผลการวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโครงการต้นแบบ

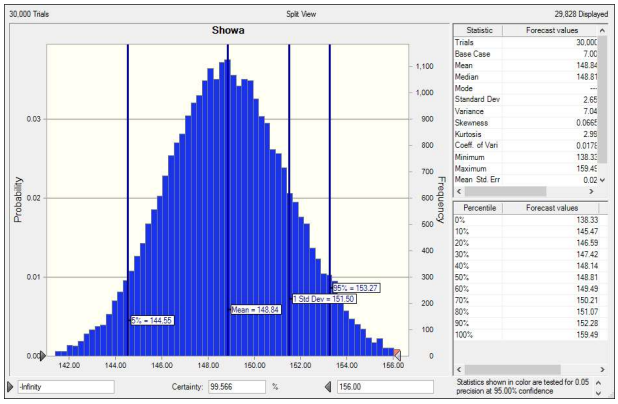
จากการที่ได้ศึกษาตารางงานโครงการต้นแบบแล้วจึงได้นำตารางงานมาทำการวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ดังนี้

IV.IV.I ผลวิเคราะห์หาสายงานวิกฤต

เมื่อทำการวิเคราะห์หาสายงานวิกฤตด้วยโปรแกรม Microsoft Project ทำให้ทราบว่าระยะเวลาที่นานที่สุดที่จะทำให้โครงการโดยรวมแล้วเสร็จมีกิจกรรมใดบ้าง

IV.IV.II ผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Crystal Ball

จากการนำข้อมูลไปวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของแผนงานโครงการด้วย Microsoft Excel Add-in Crystal Ball พบว่า แผนการดำเนินโครงการมีความเหมาะสมแล้วที่ใช้แผนนี้ในการควบคุมโครงการ โดยผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ที่โครงการต้นแบบจะสำเร็จตามแผนงาน 156 วัน มีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ 99.566 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในภาพที่ 2

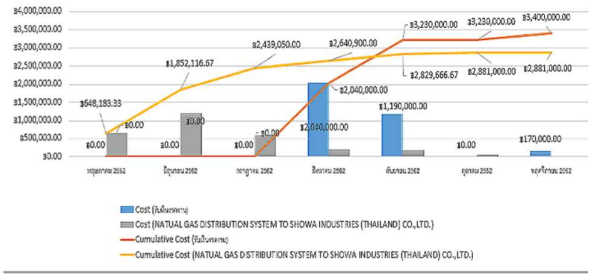


ภาพที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นที่โครงการจะสำเร็จตามแผนงานของโครงการต้นแบบ

จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Crystal Ball จะพบว่า โครงการต้นแบบมีแผนงานที่มีผลน่าเชื่อถือสูง ดังนั้นผู้วิจัยมีแนวคิดว่า แผนงานที่มีประสิทธิภาพสูง อาจส่งผลให้ต้นทุนสูงด้วย ดังนั้นจึงต้องมีเครื่องมือช่วยในการติดตาม ตรวจสอบ การใช้จ่ายในแต่ละกิจกรรม โดยจะพิจารณาในระดับกิจกรรมย่อยร่วมด้วย

IV.IV.III ผลวิเคราะห์ Earned Value ประเภทต้นทุน

จากการบันทึกแผนการดำเนินงาน และค่าใช้จ่ายในแต่ละกิจกรรมแล้ว พบว่าการประมาณกำไรของโครงการเท่ากับ 15 เปอร์เซ็นต์ และทำให้ผู้ควบคุมโครงการทราบกระแสเงินโครงการในแต่ละเดือนดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กระแสเงินทั้งหมดของโครงการต้นแบบ

เมื่อทำการบันทึกข้อมูลการใช้จ่ายจริงพบว่า ค่าใช้จ่ายโครงการเกินงบประมาณไปจำนวน 445,266 บาท มีค่าดัชนีประสิทธิภาพด้านต้นทุนโครงการ เท่ากับ 0.87 ดังแสดงในภาพที่ 4

Task Name	BI%	BI	CV%	CV	BAC	BAC	VAC	SPI	CPI
รับเงินงวดงาน	0%	฿0.00	0%	฿0.00	฿3,400,000.00	฿3,400,000.00	฿0.00	1	1
NATUAL GAS DISTRIBUTION SYSTEM TO SHOWA INDUSTRIES (THAILAND) CO.,LTD.	0%	฿0.00	-15%	(฿445,266.00)	฿3,326,266.00	฿2,881,000.00	(฿445,266.00)	1	0.87
Design and Document for Construction	0%	฿0.00	-8%	(฿9,500.00)	฿134,500.00	฿125,000.00	(฿9,500.00)	1	0.93
Procurment Work	0%	฿0.00	7%	฿7,000.00	฿95,100.00	฿102,100.00	฿7,000.00	1	1.07
Fabrication in Shop CEG	0%	฿0.00	-10%	(฿22,500.00)	฿253,500.00	฿231,000.00	(฿22,500.00)	1	0.91
Preparation Work	0%	฿0.00	-14%	(฿38,936.00)	฿311,936.00	฿273,000.00	(฿38,936.00)	1	0.88
Construction Work (Start the contract period the project 60 days.)	0%	฿0.00	-17%	(฿289,943.00)	฿1,983,843.00	฿1,693,900.00	(฿289,943.00)	1	0.85
Final Document and Reinsatatement	0%	฿0.00	-79%	(฿102,000.00)	฿231,500.00	฿129,500.00	(฿102,000.00)	1	0.56
Reinstatement Area Work	0%	฿0.00	-163%	(฿103,000.00)	฿166,000.00	฿63,000.00	(฿103,000.00)	1	0.38
Final Document ,Report and As-built Drawing	0%	฿0.00	2%	฿1,000.00	฿65,500.00	฿66,500.00	฿1,000.00	1	1.02
DOEB Work Permit (Stage2)	0%	฿0.00	0%	฿0.00	฿11,000.00	฿11,000.00	฿0.00	1	1
GAS COMMISSIONING	0%	฿0.00	11%	฿4,113.00	฿34,887.00	฿39,000.00	฿4,113.00	1	1.12
ER MONITORING APPROVAL	0%	฿0.00	2%	฿6,500.00	฿270,000.00	฿276,500.00	฿6,500.00	1	1.02

ภาพที่ 4 การวิเคราะห์ Earned Value โครงการต้นแบบ

จากภาพที่ 4 เมื่อพิจารณากิจกรรมย่อยพบว่า การคืนพื้นที่บริเวณก่อสร้างให้กลับไปเป็นเหมือนเดิม มีการใช้เงินเกินงบประมาณไปจำนวน 103,000 บาท ค่าดัชนีประสิทธิภาพด้านต้นทุน เท่ากับ 0.38 หลังจากได้เก็บข้อมูลและทำการวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ของโครงการต้นแบบ ทำให้ทราบวิธีการปฏิบัติที่เหมาะสมในการปรับปรุงประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ Earned Value กับโครงการทดลอง

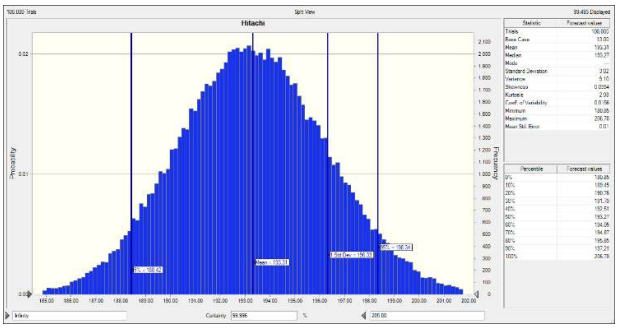
IV.V ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโครงการทดลอง

IV.V.I ผลการวิเคราะห์หาสายงานวิกฤต (Critical Path)

จากการประยุกต์ใช้โปรแกรม Microsoft Project เพื่อวิเคราะห์หาสายงานวิกฤตนั้น ทำให้ทราบว่ามีกิจกรรมใดบ้างที่มีผลทำให้โครงการสำเร็จล่าช้า ดังนั้นผู้ควบบคุมโครงการต้องควบคุมกิจกรรมนั้นให้มีประสิทธิภาพ

IV.V.II ผลผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Crystal Ball

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของแผนงานโครงการด้วย Microsoft Excel Add-in Crystal Ball ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังภาพที่ 5



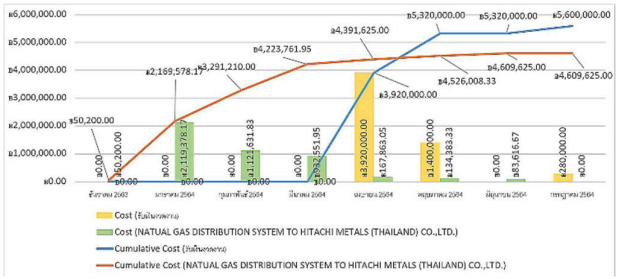
ภาพที่ 5 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นที่โครงการจะสำเร็จตามแผนงานของโครงการทดลอง

จากภาพที่ 5 พบว่าผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ที่โครงการทดลองจะสำเร็จตามแผนงาน 205 วัน มีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ 99.996 เปอร์เซ็นต์

จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Crystal Ball ที่ได้ผลน่าเชื่อถือสูง เนื่องจาก บริษัทกรณีศึกษา ได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลวิธีการ และลำดับขั้นตอนการดำเนินงานในแต่ละโครงการ แล้วนำมาพัฒนาในโครงการต่อไปอย่างต่อเนื่อง เมื่อทราบแผนงานที่มีประสิทธิภาพแล้วจึงทำการกำหนดต้นทุนในลำดับถัดไป

IV.V.III ผลการวิเคราะห์ Earned Value ประเภทต้นทุน

เมื่อได้แผนงานที่เหมาะสมแล้ว ได้ทำการบันทึกข้อมูลการใช้จ่ายในแต่ละกิจกรรม ทำให้ได้ข้อมูลการใช้จ่ายโครงการดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 กระแสเงินทั้งหมดของโครงการทดลอง

จากภาพที่ 6 พบว่าการประมาณกำไรของโครงการเท่ากับ 17 เปอร์เซ็นต์ และในช่วงการทดลองได้ทำการบันทึกค่าใช้จ่ายโครงการทุก ๆ สิ้นเดือน ณ ปัจจุบันได้ทำการบันทึกข้อมูลถึงวันที่ 21 เมษายน พ.ศ. 2564 จะทำให้ได้ค่าต่าง ๆ ดังแสดงในภาพที่ 7

Task Name	BI%	BI	CV%	CV	CPI	SPI	BAC	BAC	VAC
รับเงินงวดงาน	0%	฿0.00	0%	฿0.00	1	1	฿5,600,000.00	฿5,600,000.00	฿0.00
NATUAL GAS DISTRIBUTION SYSTEM TO HITACHI METALS (THAILAND) CO.,LTD.	6%	฿372,375.00	8%	฿372,375.00	1.08	1.06	฿4,651,121.73	฿5,045,500.00	฿394,378.27
Design and Document for Construction	-43%	฿59,500.00	72%	฿146,000.00	0.57	0.57	฿41,056.97	฿146,000.00	฿104,943.03
Procurment Work	0%	฿25,650.00	90%	฿25,650.00	10	1	฿2,850.00	฿28,500.00	฿25,650.00
Preparation Work	0%	฿78,948.00	22%	฿78,948.00	1.28	1	฿285,052.00	฿364,000.00	฿78,948.00
Fabrication and In shop	0%	฿6,000.00	4%	฿6,000.00	1.04	1	฿152,500.00	฿158,500.00	฿6,000.00
Construction Work	0%	฿65,027.00	2%	฿65,027.00	1.02	1	฿3,271,473.00	฿3,336,500.00	฿65,027.00
DOEB LICENSE (Stage2) Process 28 Working day (Monday - Friday)	0%	฿0.00	0%	฿0.00	1	1	฿2,500.00	฿2,500.00	฿0.00
Reinstatement Area Work & Final Document-Asibuilt Drawing	67%	฿137,450.00	17%	฿137,450.00	1.21	1.67	฿654,050.00	฿791,500.00	฿137,450.00
GAS COMMISSIONING	0%	฿0.00	0%	฿0.00	0	0	฿30,000.00	฿30,000.00	฿0.00
ER Monitoring Approval (After ER Monitoring Draft Approval)	0%	฿0.00	0%	฿0.00	0	0	฿188,000.00	฿188,000.00	฿0.00

ภาพที่ 7 การวิเคราะห์ Earned Value โครงการทดลอง

จากภาพที่ 7 พบว่าโครงการทดลองมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่างบประมาณที่ตั้งไว้จำนวน 372,375 บาท ค่าดัชนีการดำเนินการด้านต้นทุน (CPI) เท่ากับ 1.08 และมีดัชนีประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านเวลา 1.06

ถ้าบริษัทกรณีศึกษามีการเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีการนำข้อมูลในแต่ละโครงการมาใช้และพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จะทำให้ได้แผนงานและการใช้จ่ายที่เหมาะสมที่สุด เป็นที่พึงพอใจสำหรับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของโครงการ และผู้ความคุมโครงการที่ควบคุมหลายๆ โครงการสามารถนำ Earned Value Analysis ไปประยุกต์ กับโปรแกรมที่สามารถบริหารโครงการแบบ Real Time ได้ เช่น โปรแกรม Primavera เป็นต้น ที่ทำให้ผู้

ควบคุมโครงการ บริหารได้ทั้งประสิทธิภาพผลงาน และ กระแสเงินขององค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ทั้งนี้การดำเนินงานโครงการก่อสร้าง ในบางครั้งผู้ควบคุมโครงการไม่สามารถปฏิเสธความต้องการของลูกค้าที่มีระบุไว้ในข้อกำหนดโครงการ (TOR) ได้ และต้องการให้โครงการดำเนินงานไปตามแผน ยอมเสียค่าใช้จ่ายบ้างเล็กน้อย ขึ้นอยู่กับทักษะการเจรจาต่อรอง แต่ปัญหานี้จะต้องถูกรายงานกับไปที่ฝ่ายประมูลราคา เพื่อใช้เป็นข้อมูลในโครงการต่อไป และเหตุการณ์ดังกล่าวจะได้ไม่เกิดซ้ำอีก ถ้ามีการกระทำเช่นนี้ไปเลย ๆ โครงการจะมีข้อผิดพลาดน้อยลง และจะมีประสิทธิภาพสูงเพิ่มขึ้น

V. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยพบว่าการบริหารโครงการก่อสร้าง โดยการประยุกต์ใช้ Earned Value Analysis นั้น ทำให้การควบคุมการใช้ต้นทุนของโครงการมีประสิทธิภาพ จากข้อมูล ณ วันที่ 21 เมษายน พ.ศ. 2564 พบว่าโครงการทดลองมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่างบประมาณที่ตั้งไว้ และคาดการณ์ว่าเมื่อโครงการสิ้นสุดจะมีผลกำไร 17 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลข้างต้นจะพบว่า การดำเนินงานด้านต้นทุนมีประสิทธิภาพสูง และการดำเนินงานโครงการเสร็จเร็วกว่าแผนงาน

ดังนั้น Earned Value Analysis เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้บริหารโครงการสามารถคาดการต้นทุนที่ต้องใช้จ่ายเพื่อให้โครงการสำเร็จตามแผน และยังสามารถติดตาม ควบคุม ได้รวดเร็ว มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากขึ้น อีกทั้งยังเป็นข้อมูลที่น่าเชื่อถือในการวิเคราะห์โครงการต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีนั้น อันเนื่องมาจากการให้คำแนะนำ อบรม สั่งสอน และการสนับสนุนจากคณาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการทุกท่าน รวมถึงบริษัทกรณีศึกษาในการสนับสนุนด้านข้อมูล รวมถึงทีมงานในการบริการโครงการทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือในการจัดส่งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง แนะนำ เพื่อใช้ประกอบการศึกษาวิจัย ที่มีความถูกต้องและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโครงการที่เกิดขึ้นในอนาคตได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นผู้วิจัยขอกรอบขอบพระคุณทุกท่านที่ช่วยสนับสนุนมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ชาติศักดิ์ ปานสมบัติ. การศึกษาเปรียบเทียบโปรแกรมวางแผนก่อสร้างระหว่าง Primavera กับ Microsoft Project. สารนิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมโครงสร้างพื้นฐานและการบริหาร), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2533.

[2] วิสูตร จิระดำเกิง. การวางแผนและแผนกำหนดเวลาก่อสร้าง. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์-วรรณกวี, ปทุมธานี. 2560.

[3] วิโรจน์ ชุมสิงห์. การบริหารโครงการก่อสร้างสายส่งไฟฟ้า 115 กิโลโวลต์ด้วยทฤษฎี CPM กรณีศึกษา โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม. สารนิพนธ์ วศ.ม. (การจัดการวิศวกรรม), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2563.

[4] วชรภูมิ เบญจโอพาร. การวางแผนและควบคุมงานก่อสร้างด้วยการกำหนดเวลาและต้นทุนที่เหมาะสม.รายงานวิจัย, สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

[5] Supakan Sangroungrai, Pichit Sukcharoenpong, Suwitchaporn Witchakul (2018). Engineering, Procurement and Construction (EPC) Project Management for Reducing cost and Time: A Case study of Petrochemical Plant. International Conference on Business and Industrial Research (ICBIR)@2018

[6] Jack R. Meredith and Samuel J. Mantel, Jr. Project Management: A Managerial Approach. 8th Edition, John Wiley& Son, 2012.

[7] S.O. Savkin, O.P. Maslova. The Specific Challenges in Project Management for Oil and Gas. Electronic scientific journal Oil and Gas Business.2017:217-35.

[8] Ezerarslan, A. S. and Aytekin, G. K. The Effectiveness of Cost-Oriented Project Management Process in Business. International Journal of Eurasia Social Sciences, (2018). Vol: 9, Issue: 33, pp. 1452-1487).

การปรับปรุงผลิตภาพของสายการประกอบโดยใช้แนวคิดลีน กรณีศึกษาโรงงานผู้ประกอบเลนส์

Productivity Improvement using Lean Manufacturing Concepts A Case Study of Lens Assembly Manufacturer

1st เปรมพันธ์ ดำนุ้ย
Premphan Dumnui
คณะวิศวกรรมศาสตร์ / สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Faculty of Engineering / Thai–Nichi Institute of Technology
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Du.premphan_st@tni.ac.th

2nd ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน
Dumrongkiat Ratana-Amornpin
คณะวิศวกรรมศาสตร์ / สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Faculty of Engineering / Thai–Nichi Institute of Technology
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Dumrongkiat@tni.ac.th

บทคัดย่อ — **ปัจจุบันเทคโนโลยีการถ่ายภาพได้พัฒนาอย่างรวดเร็ว อุตสาหกรรมการผลิตกล้องและเลนส์มีการขยายตัวและการแข่งขันสูง ผู้ผลิตต้องปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่องให้ตรงต่อความต้องการและสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า เพื่อให้มีโอกาสด้านการตลาดมากขึ้น การปรับปรุงผลิตภาพการผลิตและพัฒนาระบบการทำงานให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐาน ธุรกิจทั้งหลายมีคู่แข่งจำนวนมาก การปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง พัฒนาวิธีการทำงานเพื่อนำมาสู่ต้นทุนการผลิตต่ำ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตโดยวิเคราะห์สายธารคุณค่าและทำการปรับปรุงด้วยการไคเซนโดย ECRS บนพื้นฐานระบบลีน สามารถลดพนักงานได้จากเดิม 26 คน เหลือ 24 คน ลดลงร้อยละ7.69 ผลิตภาพไลน์การประกอบเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ87.42 เป็นร้อยละ89.63 คิดเป็นผลิตภาพเพิ่มร้อยละ2.21 จากการไคเซนบนพื้นฐานระบบการผลิตแบบลีน**

คำสำคัญ — **VA , NVA , NNVA , Value stream analysis, Takt time , Cycle time , ผลิตภาพ**

ABSTRACT — **Photography technology has developed rapidly, the camera and lens manufacturing industry is expanding and highly competitive. Lens manufacturers continual improve and develop to meet the needs and satisfaction of customers for remain in the industry. In order to have more opportunity in the rival market, to Improve productivity and develop the work system to meet market standards by continually improve, eliminating waste in the production process, working methods, to the aims of cost leader. The objective of this research is to reduce waste in the production process by Value Stream Analysis and improvement by Kaizen based on Lean Manufacturing System. The process improvement reduced the operator from 26 to 24 persons, human resource save 7.69%, The efficiency of the process was increased from 87.42% to 89.63% productivity 2.21% by conducting Kaizen based on the Lean Production System Concepts.**

Keywords — **VA, NVA, NNVA, Value stream analysis, Take time, Cycle time, Productivity.**

I. บทนำ

ปัจจุบันกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์ในปี 2019 ธุรกิจภาพรวมอยู่ในสภาวะหดตัว สะท้อนจากดัชนีผลผลิตอุตสาหกรรม กลุ่มอิเล็กทรอนิกส์ เท่ากับ 95.22 ลดลงร้อยละ -5.59 และเนื่องด้วยตลาดกล้องถ่ายภาพมีหลายคู่แข่งหลายแบรนด์ เพื่อความอยู่รอดของธุรกิจมีปัจจัยหนึ่งในหลายๆ ปัจจัยคือการลดต้นทุนการผลิตด้วยการลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในการผลิต และเพิ่มคุณค่าในกระบวนการเพื่อผลิตสินค้า ให้มีประสิทธิภาพและคุณภาพสูง โดยใช้ต้นทุนการผลิตต่ำและเวลานำการผลิตที่สั้น

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการการผลิตเลนส์ถ่ายภาพ ด้วยการวิเคราะห์กระบวนการผลิตด้วยสายธารคุณค่า (Value Stream Analysis) และปรับปรุงกระบวนการผลิดด้วยไคเซน (Kaizen) โดยหลักการ ECRS บนพื้นฐานระบบการผลิตแบบลีน (Leans System) เพื่อนำไปสู่การเพิ่มผลิตภาพของกระบวนการผลิตและลดต้นทุนการผลิต

II. ทฤษฎี

2.1 ทฤษฎีและหลักการการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) [1-2] เป็นแนวคิดเพื่อเพิ่มผลิตภาพของการผลิต โดยการลดความสูญเปล่า (Waste) และเพิ่มคุณค่าในกระบวนการ เพื่อผลิตสินค้าให้มีประสิทธิภาพ

และด้วยคุณภาพตรงตามความต้องการของลูกค้า โดยใช้ต้นทุนการผลิตต่ำและเวลานำ (Lead Time) ในการผลิตสั้น หลักการ 5 ประการของลีน (5 Leans Principles) ดังนี้

1.การนิยามคุณค่า (Value Definition)

2.การวิเคราะห์สายธารคุณค่า (Value Stream Analysis)

2.ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)

3.การไหล (Flow)

4.ความสมบูรณ์แบบ (Perfection)

ระบบการผลิตแบบลีน จะสร้างมุมมองที่ทำให้เห็นกิจกรรมทั้งหมดของกระบวนการการผลิต โดยจะบ่งชี้ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการการผลิต ทำให้สามารถกำจัดและปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลิตภาพได้อย่างถูกต้องตรงเป้า

2.2 วิเคราะห์สายธารคุณค่า (Value Steam Analysis)

กระบวนการในการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์อย่างเป็นระบบเพื่อนำไปสู่ระบบการผลิตแบบลีนไปใช้อย่างบรรลุเป้าหมาย และเป็นการปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่างยั่งยืน เป็นเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ภาพรวมของกระบวนการ (Overall Process) ซึ่งระบุถึงขั้นตอน กิจกรรมที่มีคุณค่าเพิ่ม (VA: Value Added) กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่มีคุณค่าเพิ่ม (NNVA: Necessary but Non Value Added) กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่มีคุณค่าเพิ่ม กิจกรรมที่ไม่มีคุณค่าเพิ่ม (NVA: Non Value Added, Idle time, Double jobs) [3-4]

การผลิตแบบลีนได้กำหนดความสูญเปล่า (Waste) ภาษาญี่ปุ่นคือ MUDA ประกอบด้วย 7 ประการดังนี้

1.ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction)

2.ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)

3.ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportation)

4.ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)

5.ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต (Processing)

6.ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay)

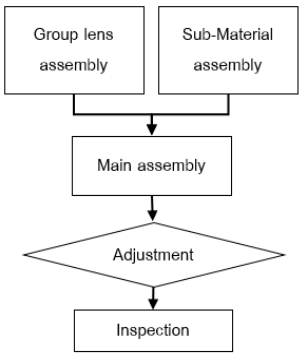
7.ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect)

ความสูญเสียที่เกิดขึ้นทั้ง 7 อย่างนี้ คือสิ่งที่ทำให้เกิดต้นทุนโดยไม่จำเป็น เมื่อกำจัดความสูญเปล่าเหล่านี้ได้ นำไปสู่ระบบการผลิตแบบลีนจึงช่วยลดต้นทุนลง เป็นผลทำให้กำไรเพิ่มขึ้น

2.3 ไคเซน (KAIZEN) เป็นแนวคิดที่นำมาใช้ในการบริหารการจัดการอย่างมีประสิทธิผล หัวใจสำคัญคือต้องการการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องไม่มีที่สิ้นสุด (Continuous Improvement) การใช้ความรู้ความสามารถของพนักงานมาคิดปรับปรุงงาน โดยใช้การลงทุนเพียงเล็กน้อย ซึ่งก่อให้เกิดการปรับปรุงทีละเล็กทีละน้อยที่ค่อยๆ ลดความสูญเปล่าด้วยหลักการระบบ ECRS คือ หลักการที่ประกอบด้วย การกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และ การทำให้ง่าย (Simplify)

III. วิธีการดำเนินงานและแผนการวิจัย

ศึกษางานกระบวนการผลิตเลนส์ถ่ายภาพของโรงงานกรณีศึกษาของเลนส์ถ่ายภาพ มี 5 ส่วน 1.การประกอบกรุ๊ปเลนส์ (Group Lens Assembly) 2. การประกอบส่วนประกอบย่อย Sub-Material Assembly 3.การประกอบหลัก (Main Assembly) 4.การปรับตั้งค่า (Adjustment) 5.การตรวจสอบคุณภาพ (Inspection)



รูปที่1: ผังกระบวนการผลิตเลนส์ 5 กระบวนการ

ลำดับขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1.ศึกษางานกระบวนการผลิตเลนส์ถ่ายภาพของโรงงานกรณีศึกษา

2.วิเคราะห์กระบวนการผลิตด้วยแผนผังสายธารคุณค่า

3.บันทึกเวลาการทำงานแต่ละขั้นตอนในการทำงาน

4.วิเคราะห์คุณค่างานที่เกิดคุณค่าและงานที่ไม่เกิดคุณค่า

5.ดำเนินการปรับปรุง (Improvement)

6.วิเคราะห์เปรียบเทียบผลการดำเนินงาน

7.สรุปผลการทดลอง

VI.ผลการวิจัย

1.จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานก่อนการปรับปรุงของกระบวนการผลิตเลนส์โมเดล VX20 ข้อมูลการผลิตก่อนการปรับปรุงของ VX20

ตารางที่ 1: ข้อมูลก่อนปรับปรุงของ VX20

รายการ	หน่วย	
1. TAKT Time	168.30	วินาที/ชิ้น
2. ความต้องการลูกค้าต่อวัน	150	ชิ้น
3. จำนวนพนักงาน	26	คน
4. ผลิตภาพ	87.41	เปอร์เซ็นต์ (%)
5. เวลาทำงานรวมทั้งหมด	3,715.05	วินาที

ตารางที่ 2: ข้อมูลจำนวนพนักงานก่อนปรับปรุงของ VX20

Process	พนักงาน (คน)
1.Sub-Material assembly	2
2.Group Lens assembly	5
3.Main assembly	11
4.Adjustment	3
5.Inspection	5
Total (คน)	26

2.เมื่อแบ่งแยกงานหลักออกเป็นประเภทแล้ว จากนั้นแบ่งงานออกเป็นงานย่อย (Job Element) ตามขั้นตอนการทำงานแบบมาตรฐาน โดยยึดเอกสารคู่มือการทำงาน (Work Instruction) เป็นหลัก

3.ศึกษาเวลา (Time Study) เลือกใช้เทคนิคการศึกษาเวลาโดยการใช้เครื่องมือจับเวลาโดยตรงจากการทำงานของพนักงาน (Direct Time Study) เพื่อให้สามารถมองเห็นลักษณะการทำงาน อย่างละเอียดและเวลาที่ได้เป็นเวลาที่ทำงานจริง จำนวน 26 สถาณี จับเวลาในการศึกษาเวลาโดยตรงโดยเลือกวิธีการจับเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous timing method) เนื่องจากการจับเวลาแบบต่อเนื่องทำให้องค์ประกอบของงานจะไม่ถูกละเลย ไม่ต้องใช้สมาธิคุมนาฬิกา โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการบันทึกเวลาดังข้างท้ายนี้ ได้บันทึกเวลาทั้งหมด 10 รอบเวลาการทำงาน

1.กล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหว

2.นาฬิกาจับเวลา

3.เอกสารบันทึกเวลา (Record sheet)

4.กระดานรองเอกสารบันทึกเวลา

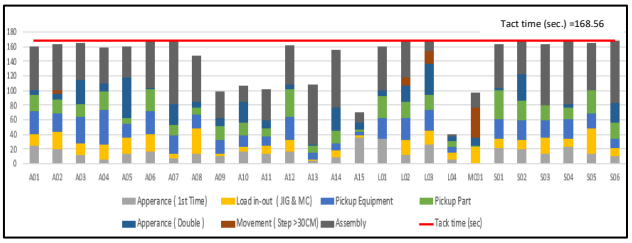
ตารางที่ 3: เอกสารบันทึกเวลาก่อนการปรับปรุง (Record sheet) (แสดงไว้หน้าสุดท้ายเอกสาร)

4.การแบ่งคุณค่าของงาน คุณค่าของงานของการผลิตเลนส์ แบ่งคุณค่าของงานให้สอดคล้องกับการผลิตเลนส์แยกออกได้เป็น 7 ประเภทงานการผลิต และจากการวิเคราะห์สายธารคุณค่าได้ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่4: การแบ่งคุณค่าของงาน

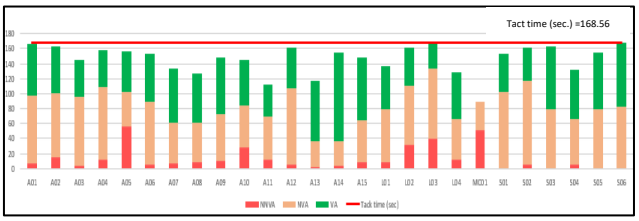
Kind of work	Detail	Lean indication
1.Pickup part	หยิบชิ้นงาน, วางชิ้นงาน	NNVA
2.Assembly	ประกอบชิ้นงาน, ทาน้ำยา, หยอดกาว	VA
3.Pickup equipment	หยิบ/วาง เครื่องมือ (อุปกรณ์หยิบงาน, พู่กัน, ตรวจสอบกาว, ทำความสะอาดฝุ่น,ปืนลม, กระดาษคลีนเลนส์	NNVA
4.Lode in-out	หยิบ/วาง (ชิ้นงานเข้าหรือออกเครื่องจักร) (ชิ้นงานเข้าออก JIG)	NNVA
5.Apperance (1st Time)	ตรวจสอบชิ้นงานตำแหน่งนั้นๆ เป็นครั้งแรก	NNVA
6.Apperance (Double)	ตรวจสอบชิ้นงานตำแหน่งเดิม เป็นครั้งที่2ขึ้นไป	NVA
7.Movement (Step>30cm.)	การเคลื่อนที่ไป-กลับของพนักงานเกิน30cm.	NVA

จากงานที่แบ่งได้ดำเนินการจับเวลาดังกล่าวแล้วข้างต้น นำผลที่ได้มาทำกราฟ Yamazumi-chart ของการผลิต VX-20 ตามประเภทของงาน ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2: Yamazumi-chart จาก Element job

จากรูปที่2 Yamazumi-chart กราฟแยกออกมาแบ่งสัดส่วนตามคุณค่างานในกระบวนการผลิตเลนส์ เพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์และปรับปรุงผลิตภาพ ของกระบวนการผลิตดังรูปที่3 และสรุปสัดส่วนตามคุณค่า ดังตารางที่5



รูปที่ 3: Yamasumi-chart จากคุณค่าของงาน

ตารางที่5: แสดงร้อยละจากสายธารคุณค่าปัจจุบัน (ก่อนปรับปรุง)

กิจกรรม	เวลา (sec)	ร้อยละ
VA	1,614.85 sec	37%
NVA	339.53	8.9%
NNVA	1,858.77	42.3%

จากการวิเคราะห์โดยดูผลร้อยละของการแบ่งงานตามสายธารคุณค่าในปัจจุบัน ทำให้สามารถหาจุดวิเคราะห์และค้นหาวิธีการปรับปรุงได้เร็วนี้ ซึ่งสามารถส่งผลให้เวลาที่จะระบุขั้นตอนที่เป็นกิจกรรมที่เพิ่มคุณค่า (VA : Value added) และกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA: Non- Value added) หรือที่เรียกว่าความสูญเปล่า ที่ส่งผลให้เวลานำรวมของการผลิตนั้นลดลง ซึ่งจุดที่ปรับปรุง ดังต่อไปนี้

เริ่มจากการปรับปรุง NVA (Non Value Added)ร้อยละ8.9 รวมเวลา 339.53วินาที ของกระบวนการผลิต

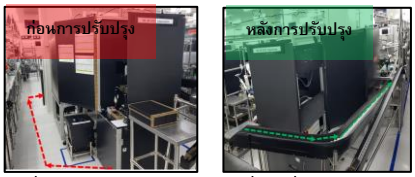
ตารางที่ 6: สรุปเวลารายละเอียดของ NVA

NVA Items	Time (sec)
1.Appearance (Double)	255.20
2. Movement (Step >30 cm.)	84.33
Total (sec)	339.53

เมื่อพิจารณาต่อมาพบว่า เป็นการเคลื่อนที่ระยะทางมากกว่า 30 เซนติเมตร ปรับปรุงลดระยะการเคลื่อนที่ลดลงเหลือ 0 วินาที ดังรูปที่ 3 การตรวจสอบซ้ำลดลงเหลือ 14.16 วินาที ดังรูปที่ 4 ปรับปรุงโดยการไคเซน สรุป จาก NVAร้อยละ8.9 ลดลงเหลือร้อยละ 6.7 ด้วยเครื่องมือ ECRS ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7: สรุปหลังการปรับปรุงโดย ECRS ของ NVA

ประเภทของงาน	รายละเอียด	ECRS	เวลา (วินาที)	
			ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
1.การเคลื่อนที่ระยะมากกว่า 30 เซนติเมตร	1.ลดเวลาของการเดินส่งงาน ใส่รางส่งงานอ้อมเครื่องจักร	Eliminate	84.33	0
2.การตรวจสอบซ้ำ	1.เปลี่ยนวิธีการตรวจสอบจากการตรวจสอบพนักงานเป็น เพิ่มตัวจอขยายภาพ	Simplify	21.85	14.16
		เวลารวม (วินาที)	106.18	14.16



รูปที่ 4 :ก่อน-หลัง ลดการเคลื่อนที่มากกว่า 30 cm.



รูปที่ 5: ก่อน-หลังจอขยายภาพช่วยในการตรวจสอบได้เร็วขึ้น

ผลการปรับปรุงการผลิตครั้งที่ 1 คือเวลารวมการผลิตลดลง 92.02 วินาที จาก 106.1 วินาที เป็น 14.16 วินาทีจากนั้นทำการปรับปรุงครั้งที่ 2 NNVA (Necessary but Non Value Added)ร้อยละ48.7 รวมเวลา 1,816.98 วินาที แยกประเภทดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8: สรุปเวลารายละเอียดของ NNVA

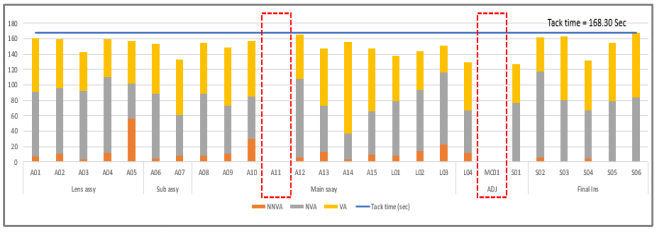
NNVA **Items**	**Time (sec)**
1.Appearance (1st Time)	444.15
2. Load in-out (JIG & MC)	357.74
3. Pickup Equipment	550.67
4.Pick up part	464.42
Total (sec)	1,816.98

หลังปรับปรุงแล้วพบว่า เพิ่มเครื่องช่วยการตรวจสอบด้วยกล้องลดลงเหลือ 85.61 วินาที ปรับปรุงเพิ่มอุปกรณ์ช่วยในการตรวจสอบกาวลดลงเหลือ 13.55 วินาที สรุป จาก NNVAร้อยละ 48.7% ลดลงลงร้อยละ 47.0 ด้วยเครื่องมือ ECRS ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9: สรุปการปรับปรุงโดย ECRS ของ NNVA

ประเภทของงาน	รายละเอียด	ECRS	เวลา (วินาที)	
			ก่อนปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง
1.การตรวจสอบซ้ำ	1.เปลี่ยนวิธีการตรวจสอบจากการตรวจสอบพนักงานเป็น เพิ่มตัวจอขยายภาพ	Simplify	100.98	85.61
2.การตรวจสอบซ้ำ	1.เพิ่มสปริงแขวนที่ตรวจสอบกาว	Simplify	399.97	13.55
		เวลารวม (วินาที)	500.95	99.16

ผลการปรับปรุงการผลิตครั้งที่ 1 คือเวลารวมการผลิตลดลงรวม 401.79 วินาที จาก 500.95 วินาที เหลือ 99.18 วินาที จากนั้นทำการจัดสมดุลย์งานการผลิตใหม่ (Line Balance) เพื่อทำการลดจำนวนพนักงานลงจาก 26 เหลือ 24 คน



รูปที่6: Line Balance กระบวนการผลิตVX-20

V. สรุปผลวิจัย

การวิเคราะห์กระบวนการผลิตเลนส์ด้วยสายธารคุณค่า (Value Steam Analysis : VSA) และทำการปรับปรุงกระบวนการด้วยไคเซน (Kaizen) และหลักการ ECRS บนพื้นฐานของระบบลีน (Lean Systems) สามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตทั้งกระบวนการลดลงได้ร้อยละ7.7 ผลิตภาพของกระบวนการประกอบกรุ๊ปเลนส์ (Group Lens assembly) เพิ่มขึ้นร้อยละ2 ผลิตภาพของกระบวนการประกอบหลัก (Main assembly) เพิ่มขึ้นร้อยละ11.3 ผลิตภาพของกระบวนการปรับตั้งค่า (Adjustment) เพิ่มขึ้นร้อยละ32.62 ดังตารางที่ 9

ตารางที่9: สรุปผลการปรับปรุงการผลิตทั้งหมด
(แสดงไว้หน้าสุดท้ายเอกสาร)

เอกสารอ้างอิง

[1] เกียรติขจร โฆมานะสิน. (2550) Lean วิถีแห่งการสร้างคุณค่าสู่องค์กรที่เป็นเลิศโดยระบบการผลิตแบบลีน ,กรุงเทพมหานคร :ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด (มหาชน)

[2] กังวาน ศรีโนนโคตร. การปรับปรุงกระบวนการผลิตเครื่องปรับอากาศโดย VSM, กรุงเทพมหานคร, บัณฑิตวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

[3] สุพัฒตรา เกษราพงศ์, สุทธิพงศ์ แสงมณี และ ประภาพรรณ เกษราพงศ์, การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการประกอบคอยล์เย็นขั้นตอนสุดท้าย โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการปรับปรุงงาน, กรุงเทพมหานคร, บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[4] ปฐมพงษ์ หอมศรี, การประยุกต์ระบบโตโยต้าในสายงานการผลิตของโรงงานผลิต ถังน้ำมันรถยนต์, กรุงเทพมหานคร, ราชมงคลธัญบุรี

	Process	Tack time (sec)	Idle time (sec)	Appearance (1st Time) (sec)	Load in-out (sec)	Pickup Equipment (sec)	Pickup Part (sec)	Appearance (Double) (sec)	Movement (Step >30CM) (sec)	Assembly (sec)	Total time (Sec)
Lens Assembly	A01	168.30	2.03	21.66	15.83	32.57	20.72	6.97		68.52	166.27
	A02	168.30	4.38	14.2	23.5	25.61	22.51	10.25	4.29	63.56	163.92
	A03	168.30	22.34	25.61	6.31	35.13	25	3.59		50.32	145.96
	A04	168.30	9.22	15.1	21.32	46.97	14.73	11.61		49.35	159.08
	A05	168.30	11.09	12.79	2.09	23.46	7.81	55.94		55.12	157.21
Sub Assembly	A06	168.30	14.87	16.28	3.33	33.92	30.49	4.74		64.67	153.43
	A07	168.30	35.16	17.44	6.63	14.27	14.85	7.77		72.18	133.14
Main Assembly	A08	168.30	41.33	13.98	10.79	18.44	9.95	8.13		65.68	126.97
	A09	168.30	19.82	10.92	12.65	19.2	18.74	10.99		75.98	148.48
	A10	168.30	22.54	16.39	5.76	16.83	16.56	29.19		61.03	145.76
	A11	168.30	56.49	23.48	17.2	8.26	8.93	11.45		42.49	111.81
	A12	168.30	6.72	16.27	15.71	31.82	38.64	5.06		54.08	161.58
	A13	168.30	50.64	13.96	1.32	8.9	10.66	1.65		81.17	117.66
	A14	168.30	13.13	9.18	8.79	8.26	6.82	3.62		118.5	155.17
	A15	168.30	20.57	34.95	3.36	14.27	3.58	9.16		82.41	147.73
	L01	168.30	30.89	23.42		28.92	17.92	8.47		58.68	137.41
	L02	168.30	6.29	14.34	20.66	21.67	22.1	21.85	10.62	50.77	162.01
	L03	168.30	0.52	25.24	19.17	28.82	20.05	22.5	17.47	34.53	167.78
Adjustment	L04	168.30	38.8	14.69	10.35	12.5	17.13	12.01		62.82	129.5
	MC01	168.30	78.63		22.43		15.29		51.95	0	89.67
	S01	168.30	14.91	23.42	13.4	28.27	39.97			50.33	153.39
Inspection	S02	168.30	6.55	18.28	49.5	26.03	17.61	5.4		44.93	161.75
	S03	168.30	4.94	13.03	21.96	23.48	21.67			83.22	163.36
	S04	168.30	36.17	23.2	11.38	11.58	15.7	4.85		65.44	132.13
	S05	168.30	13.81	13.63	14.7	19.64	31.47			75.05	154.49
	S06	168.30	0.81	26.06	19.6	13.87	21.94			84.02	167.49
Total (sec)			562.65	459.52	357.74	550.67	490.84	255.20	84.33	1614.85	3813.15

ตารางที่3 : เอกสารบันทึกเวลาก่อนการปรับปรุง (Record sheet)

กระบวนการ	พนักงาน (คน)			เวลาการผลิต (Sec)			ผลิตภาพการผลิต (%)		
	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	ผลต่าง	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	ผลต่าง	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	ผลต่าง
1.Sub-Material assembly	5	5	0	792.44	778.85	13.59	95.32	97.32	2
2.Group Lens assembly	2	2	0	286.57	286.57	0	93.39	93.39	0
3.Main assembly	11	10	1	1,582.36	1,505.84	76.52	85.74	97.05	11.31
4.Adjudgment	3	2	1	372.56	294.19	78.37	80.97	113.59	32.62
5.Inspection	5	5	0	779.22	779.22	0	93.05	93.05	0
Total	26	24	2	3,813.15	3,644.67	168.48			

ตารางที่ 9 : สรุปผลการปรับปรุงการผลิตทั้งหมด

นโยบายเติมเต็มวัสดุคงคลังสำหรับระบบที่มีเงื่อนไขด้านปริมาณเติมเต็มเป็นทวีคูณ พื้นที่จัดเก็บจำกัด และปริมาณบรรทุกของรถขนส่งจำกัด

Inventory Replenishment Policy for the System with Multiple Order Quantity, Storage Space Limitation, and Restricted Vehicle Capacity Constraints

โชติกา เกตุอู่
Chotika Get-u
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Industrial Engineering Department, Engineering Faculty,
Kasetsart University
กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
email chotika.ge@ku.th

วิสุทธิ์ สุพิทักษ์
Wisut Supithak
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Industrial Engineering Department, Engineering Faculty,
Kasetsart University
กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
email fengwsst@ku.ac.th

บทคัดย่อ **—— งานวิจัยนำเสนอนโยบายเติมเต็มวัสดุคงคลังสำหรับสถานีบริการน้ำมันกรณีศึกษา ซึ่งมีการจำหน่ายน้ำมันที่แตกต่างกัน 7 ชนิด โดยน้ำมันแต่ละชนิดมีข้อจำกัดด้านปริมาณการจัดเก็บที่แตกต่างกัน ปริมาณการสั่งเติมเต็มของน้ำมันแต่ละชนิดเป็นจำนวนทวีคูณของ 3,000 4,000 หรือ 7,000 ลิตร รถขนส่งน้ำมันแต่ละคันมีปริมาณการขนส่งน้ำมันสูงสุด 20,000 ลิตร ต้นทุนในการขนส่งถูกจำแนกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ต้นทุนขนส่งคงที่ 1,800 บาทต่อคัน และต้นทุนขนส่งแปรผัน 0.12 บาทต่อลิตร จากข้อจำกัดที่ได้กล่าวมาสามารถกำหนดขอบเขตขั้นต่ำและขั้นสูงของปริมาณการสั่งน้ำมันแต่ละชนิด นโยบายเติมเต็มวัสดุคงคลัง 3 รูปแบบได้ถูกนำมาพิจารณาประกอบด้วย นโยบายเติมเต็มเมื่อระดับวัสดุคงคลังถึงจุดเติมเต็ม นโยบายเติมเต็มร่วมกันตามรอบเวลา และนโยบายเติมเต็มแบบผสม ตัวแบบการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลได้ถูกพัฒนาขึ้น เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากนโยบายทั้งสาม จากผลการจำลองสถานการณ์พบว่านโยบายการเต็มเติมแบบผสมให้ผลกำไรรายปีสูงที่สุด ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับนโยบายปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา นโยบายแบบผสมสามารถเพิ่มผลกำไรต่อปีได้ 464,888.20 บาท โดยประมาณ**

คำสำคัญ **—— นโยบายเต็มเติม วัสดุคงคลัง การเติมเต็มน้ำมันเชื้อเพลิง ข้อจำกัดด้านพื้นที่จัดเก็บ**

ABSTRACT **— The research is to determine a proper inventory replenishment policy for the company of case station, a gas station selling seven different kinds of automotive fuels. There are different storage space capacity limitations for different fuel types. The delivery quantity must be in multiple number of either 3,000 4,000 or 7,000 liters. The maximum delivery vehicle capacity is 20,000 liters. There are two portions of delivery cost, a fixed cost of 1,800 baht per delivery vehicle and a variable cost of 0.12 baht per liter. According to all constraints mentioned previously, the lower bound and upper bound on replenishment quantity of each fuel type is determined. Three different replenishment policies are purposed and evaluated: economic order quantity, economic order interval, and mixed replenishment policies. In order to compare the results among all three replenishment policies, a Monte Carlo simulation model is constructed. From the simulation result, the mixed replenishment yields the highest annual profit. In comparison to traditional company replenishment policy, the purpose mixed replenishment policy can approximately increase the company annual profit by 464,888.20 baht.**

Keywords **—— Replenishment Policy, Inventory, Fuel Replenishment, Storage Space Limitation**

I. บทนำ

การบริหารจัดการวัสดุคงคลังเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญต่อองค์กร ทั้งนี้วัสดุคงคลังเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยลดผลกระทบของความไม่แน่นอน (Uncertainty) ที่เกิดขึ้นในระบบ เช่นความไม่แน่นอนของอุปสงค์ ความไม่แน่นอนของช่วงเวลานำ ความไม่แน่นอนในความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร การมีวัสดุคงคลังในระดับที่ต่ำเกินไปสามารถส่งผลให้เกิดการขาดแคลนวัสดุคงคลัง ทำให้ระบบไม่สามารถดำเนินไปได้อย่างเหมาะสม เช่น การขาดแคลนสินค้าสำเร็จรูปในร้านค้าส่งผลให้สูญเสียโอกาสในการทำกำไร การขาดแคลนอะไหล่ซ่อมบำรุงเครื่องจักรส่งผลให้เกิดการหยุดผลิต เป็นต้น อย่างไรก็ตามการมีวัสดุคงคลังในระดับที่สูงเกินไป ก่อให้เกิดต้นทุนจมสูงขึ้น ส่งผลให้ศักยภาพในการแข่งขันขององค์กรลดลง

กรณีที่อุปสงค์วัสดุคงคลังมีลักษณะคงที่ และต่อเนื่องตัวแบบพื้นฐานการเติมเต็มวัสดุคงคลังสามารถจำแนกได้เป็น (1) ตัวแบบปริมาณสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity; EOQ) ซึ่งเป็นการพิจารณาหาปริมาณการสั่งซื้อ และจุดสั่งซื้อใหม่ที่เหมาะสม และ (2) ตัวแบบรอบเวลาสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Interval; EOI) ซึ่งเป็นการพิจารณาหารอบเวลาสั่งซื้อ และระดับวัสดุคงคลังสูงสุดที่เหมาะสม ทั้งนี้ในการคำนวณค่าดังกล่าว ถูกทำโดยการหาอนุพันธ์ของสมการต้นทุนรวมซึ่ง

ประกอบด้วย ต้นทุนวัสดุ ต้นทุนการสั่งซื้อ และต้นทุนการถือครอง [1-3] โดย [4] ได้นำเสนอตัวแบบเติมเต็มวัสดุคงคลังกรณีที่ระยะเวลาการเกิดอุปสงค์ของวัสดุคงคลังจำกัด (Finite Demand Horizon) [5] นำเสนอตัวแบบการเติมเต็มวัสดุคงคลังกรณีที่มีกำลังการผลิตจำกัด โดยการคำนวณปริมาณสั่งผลิตเพื่อเติมเต็มที่เหมาะสม (Economic Production Quantity; EPQ) จากการหาอนุพันธ์ของสมการต้นทุนรวมซึ่งมีอัตราการเติมเต็มเท่ากับผลต่างของอัตราการผลิต และอัตราการใช้ ทั้งนี้การทบทวนวรรณกรรมของตัวแบบเติมเต็มวัสดุคงคลังที่เกี่ยวข้องกับตัวแบบปริมาณสั่งซื้อแบบประหยัดสามารถพิจารณาได้จาก [6]

งานวิจัยนี้ทำการศึกษานโยบายเติมเต็มวัสดุคงคลังสำหรับระบบที่มีวัสดุคงคลังหลายประเภท มีพื้นที่จัดเก็บวัสดุคงคลังแต่ละประเภทจำกัด ปริมาณเติมเต็มมีลักษณะเป็นทวีคูณ และค่าใช้จ่ายในการเติมเต็มแปรผันตามช่วงของปริมาณเติมเต็ม โดยงานวิจัยนำเสนอการพิจารณาปริมาณเติมเต็มขั้นสูงและขั้นต่ำตัวแบบเติมเต็มสำหรับวัสดุคงคลังแต่ละประเภท และเปรียบเทียบนโยบายเติมเต็มที่แตกต่างกันสามนโยบายประกอบด้วย นโยบายเติมเต็มเมื่อระดับวัสดุคงคลังถึงจุดเติมเต็ม นโยบายเติมเต็มร่วมกันตามรอบเวลา และนโยบายเติมเต็มแบบผสม

II. คุณลักษณะของปัญหาและวัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยศึกษาระบบการเติมเต็มวัสดุคงคลังสำหรับสถานีให้บริการน้ำมันกรณีศึกษา ซึ่งมีผลิตภัณฑ์น้ำมันที่แตกต่างกัน 7 ประเภท โดยน้ำมันแต่ละประเภทมีถังบรรจุใต้ดินที่มีปริมาตรถังละ 15,000 ลิตร จากคุณลักษณะของรถขนส่งที่มีถังบรรจุน้ำมัน 5 ถังและมีข้อกำหนดมาตรวัด 3,000 และ 4,000 ลิตรในแต่ละถัง การเติมเต็มน้ำมันจึงถูกกำหนดให้เป็นค่าทวีคูณของ 3,000 4,000 หรือ 7,000 ลิตร โดยปริมาณขนส่งสูงสุดสำหรับรถแต่ละคันมีค่าเท่ากับ 20,000 ลิตร ทั้งนี้การเติมเต็มน้ำมันแต่ละครั้งก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายต้นทุนสองส่วนคือ ต้นทุนรถขนส่งเท่ากับ 1,800 บาทต่อคัน และต้นทุนขนส่งน้ำมันเท่ากับ 0.12 บาทต่อลิตร การสั่งเติมเต็มน้ำมันมีเงื่อนไขสั่งเติมเต็มได้ไม่เกิน 1 ครั้งต่อวัน โดยมีช่วงเวลานำการขนส่ง 4 ชั่วโมง และน้ำมันแต่ละชนิดมีรอบเวลาเติมเต็มไม่เกิน 7 วัน

II.I. คำอธิบายสัญลักษณ์ย่อ

t ความยาวหนึ่งคาบเวลาที่พิจารณา (ปี)
m จำนวนคาบเวลาที่พิจารณา
n จำนวนประเภทน้ำมัน
PF กำไรรวมของระบบ (บาท)
RV รายรับจากการขายน้ำมัน (บาท)
TC ต้นทุนรวมของระบบต่อคาบเวลาที่พิจารณา (บาท)
IC ต้นทุนน้ำมันรวมทุกประเภท (บาท)
SC ต้นทุนสั่งเติมเต็มน้ำมันรวมทุกประเภท (บาท)
HC ต้นทุนถือครองน้ำมันรวมทุกประเภท (บาท)
P_i ราคาขายน้ำมันประเภทที่ i (บาทต่อหน่วย)
C_i ราคาต้นทุนน้ำมันประเภทที่ i (บาทต่อหน่วย)
H_i ค่าใช้จ่ายถือครองน้ำมันประเภทที่ i (บาทต่อหน่วยต่อคาบเวลา) โดย $H_i = tC_if$
f ค่าสัดส่วนถือครอง
Q_{ij} ปริมาณสั่งเติมเต็มน้ำมันประเภท i ที่ปลายคาบเวลา j (ลิตร)
E_{ij} ปริมาณคงเหลือของน้ำมันประเภท i ที่ปลายคาบเวลา j (ลิตร)
S ต้นทุนสั่งเติมเต็มสำหรับรถขนส่งหนึ่งคัน (บาทต่อคัน)
N_j จำนวนรถขนส่งที่ใช้ในแต่ละคาบเวลา j (คัน)
A ต้นทุนสั่งเติมเต็มแปรผันตามปริมาณน้ำมัน (บาทต่อลิตร)
T_i เวลาระหว่างรอบเวลาสั่งเติมเต็มน้ำมันประเภทที่ i (คาบเวลา)
L ช่วงเวลานำของการสั่งเติมเต็ม (คาบเวลา)
SS_i ปริมาณวัสดุคงคลังเผื่อสำหรับน้ำมันประเภทที่ i (ลิตร)
ROP_i จุดสั่งเติมเต็มน้ำมันประเภทที่ i (ลิตร)
U_{ij} ปริมาณน้ำมันประเภทที่ i ที่ขายได้ในคาบเวลาที่ j (ลิตร)
D_i อุปสงค์ต่อคาบเวลาซึ่งสัมพันธ์กับค่าถือครองของน้ำมันประเภทที่ i (ลิตร)
d_i อุปสงค์ต่อคาบเวลาย่อยที่พิจารณาของน้ำมันประเภทที่ i (ลิตร)

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเป็นการกำหนดนโยบายเติมเต็มที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลกำไรรวมของระบบ (PF) ซึ่งมีค่าเท่ากับผลต่างระหว่างรายรับจากการขายสินค้า (RV) กับต้นทุนค่าใช้จ่ายรวม (TC) ดังสมการที่ 1

$$PF = RV - TC \quad (1)$$

โดยรายรับจากการขายน้ำมัน (RV) มีค่าเท่ากับผลรวมของรายรับน้ำมันทั้งหมดที่จำหน่ายได้ในช่วงคาบเวลา $(j = 1, \dots, m)$ ที่พิจารณา ดังแสดงในสมการที่ 2

$$RV = P_i \sum_{j=1}^{m} \sum_{i=1}^{n} U_{ij} \quad (2)$$

ต้นทุนค่าใช้จ่ายรวมของระบบ (TC) ประกอบด้วยต้นทุนน้ำมัน (IC) ต้นทุนสั่งเติมเต็ม (SC) และต้นทุนถือครองน้ำมัน (HC) ซึ่งสามารถแสดงได้ดังสมการที่ 3

$$TC = IC + SC + HC \quad (3)$$

ต้นทุนสินค้า (IC) มีค่าเท่ากับผลรวมต้นทุนน้ำมันทุกประเภท ในช่วงคาบเวลา $(j = 1, \dots, m)$ ที่พิจารณา ดังแสดงในสมการที่ 4

$$IC = C_i \sum_{j=1}^{m} \sum_{i=1}^{n} Q_{ij} \quad (4)$$

ต้นทุนการสั่งเติมเต็ม (SC) ประกอบด้วยสองส่วน คือ ต้นทุนสั่งเติมเต็มแปรผันตามจำนวนรถขนส่ง และต้นทุนสั่งเติมเต็มแปรผันตามปริมาณสั่งเติมเต็ม ซึ่งแสดงการคำนวณได้ดังสมการการที่ 5

$$SC = S \sum_{j=1}^{m} N_j + A \sum_{j=1}^{m} \sum_{i=1}^{n} Q_{ij} \quad (5)$$

ต้นทุนถือครองน้ำมัน (HC) มีค่าเท่ากับผลรวมต้นทุนการจัดเก็บน้ำมันในช่วงคาบเวลา $(j = 1, \dots, m)$ ที่พิจารณา ดังแสดงในสมการที่ 6

$$HC = \sum_{j=1}^{m} \sum_{i=1}^{n} tC_i f E_{ij} \quad (6)$$

II.II. ตัวอย่างแสดงคุณลักษณะของปัญหา

ตัวอย่างที่ 1: กำหนดให้ระบบประกอบด้วยน้ำมันสองประเภท คือน้ำมันชนิด X และ Y ต้นทุนรถขนส่งเท่ากับ 1,800 บาทต่อคัน ต้นทุนขนส่งน้ำมันเท่ากับ 0.12 บาทต่อลิตร ค่าสัดส่วนถือครอง $f = 0.3$ (คิดเป็น 30 เปอร์เซ็นต์ของมูลค่าน้ำมัน) โดยน้ำมันชนิด X มีอุปสงค์ต่อวันในรอบสิบวันเท่ากับ 3,159.96 4,559.14 3,212.41 3,047.25 3,854.89 3,428.40 3,970.61 3,835.39 4,458.18 3,719.98 ลิตร และน้ำมันชนิด Y มีอุปสงค์ต่อวันในรอบสิบวันเท่ากับ 2,748.37 3,135.82 3,253.7 2,811.14 3,139.82 3,127.23 3,069.01 3,738.50 3,091.66 3,436.76 ลิตร ต้นทุนน้ำมันชนิด X และ Y เท่ากับ 21.06 และ 23.36 บาทต่อลิตร ตามลำดับ ราคาขายน้ำมันชนิด X และ Y เท่ากับ 25.05 และ 28.14 บาทต่อลิตร ตามลำดับ

ตารางที่ I. การเติมเต็มน้ำมัน

คาบเวลา	น้ำมันชนิด X (ลิตร)				น้ำมันชนิด Y (ลิตร)			
	อุปสงค์	วัสดุคงคลังต้นคาบเวลา	วัสดุคงคลังปลายคาบเวลา	ปริมาณสั่งเติมเต็ม	อุปสงค์	วัสดุคงคลังต้นคาบเวลา	วัสดุคงคลังปลายคาบเวลา	ปริมาณสั่งเติมเต็ม
1	3,159.96	15,000.00	11,840.04		2,748.37	15,000.00	12,251.63	
2	4,559.14	11,840.04	7,280.90	4,000.00	3,135.82	12,251.63	9,115.82	
3	3,212.41	11,280.90	8,068.49		3,253.71	9,115.82	5,862.11	8,000.00
4	3,047.25	8,068.49	5,021.24	8,000.00	2,811.14	13,862.11	11,050.97	
5	3,854.89	13,021.24	9,166.35		3,139.82	11,050.97	7,911.15	
6	3,428.40	9,166.35	5,737.95	7,000.00	3,127.23	7,911.15	4,783.91	7,000.00
7	3,970.61	12,737.95	8,767.34		3,069.01	11,783.91	8,714.91	
8	3,835.39	8,767.34	4,931.95	7,000.00	3,738.50	8,714.91	4,976.41	
9	4,458.18	11,931.95	7,473.77		3,091.66	4,976.41	1,884.75	8,000.00
10	3,719.98	7,473.77	3,753.79	8,000.00	3,436.76	9,884.75	6,447.99	
ผลรวม	37,246.21	109,288.02	72,041.82	34,000.00	31,552.01	104,551.65	72,999.64	23,000.00

กำหนดให้คำตอบที่สนใจเป็นการสั่งเติมเต็มน้ำมันชนิด X ทุก 2 วัน และสั่งเติมเต็มน้ำมันชนิด Y ทุก 3 วัน (คำตอบดังกล่าวอาจไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด) ซึ่งสามารถแสดงการสั่งได้ดังตารางที่ I ทั้งนี้จะเกิดจำนวนครั้งของการสั่งเติมเต็มน้ำมันทั้งสิ้น 7 ครั้ง (ในวันที่ 6 มีการสั่งเติมเต็มน้ำมันทั้งสองชนิดพร้อมกัน) จากคำตอบดังกล่าวสามารถคำนวณต้นทุนรวมของน้ำมันทั้ง 2 ชนิด ได้ดังนี้

$$HC = \left(\left(\frac{(0.3 * 21.06)}{360}\right) * 72{,}041.82\right) + \left(\left(\frac{(0.3 * 23.36)}{360}\right) * 72{,}999.64\right)$$
$$= 2{,}685.39 \text{ บาทต่อปี}$$
$$SC = (0.12 \times 34{,}000) + (0.12 \times 23{,}000) + (1{,}800 \times 7)$$
$$= 19{,}440.00 \text{ บาท}$$
$$IC = (21.06 \times (15{,}000 + 34{,}000 - 3{,}753.79) + 23.36 \times (15{,}000 + 23{,}000 - 6{,}447.99)$$
$$= 1{,}689{,}940.14 \text{ บาท}$$
$$TC = 2{,}685.39 + 19{,}440 + 1{,}689{,}940.14$$
$$= 1{,}712{,}065.53 \text{บาท}$$
$$RV = (37{,}246.21 \times 25.50) + (31{,}552.01 \times 28.14)$$
$$= 3{,}251{,}372.36 \text{ บาท}$$
$$PF = 3{,}251{,}372.36 - 1{,}712{,}065.53$$
$$= 1{,}539{,}306.83 \text{ บาท}$$

III. วิธีดำเนินการวิจัย

III.I. การวิเคราะห์อุปสงค์ (Demand Characterization)

จากการเก็บข้อมูลอุปสงค์ต่อวันของน้ำมันแต่ละชนิดเป็นระยะเวลาหนึ่งปี สามารถคำนวณค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบการแจกแจงแบบปกติของอุปสงค์ ด้วยวิธีโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ (Kolmogorov – Smirnov) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ (Significance level: α) ที่ 0.05 แสดงผลได้ดังตารางที่ II

จากตารางที่ II สามารถพิจารณาจากค่า *p*-value ได้ว่า อุปสงค์ต่อวันของน้ำมันทั้ง 7 ชนิดมีการแจกแจงแบบปกติ

ตารางที่ II. การวิเคราะห์อุปสงค์

ประเภทน้ำมัน	ปริมาณจัดเก็บสูงสุด	การแจกแจงของอุปสงค์		
		ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	*p*–value
A	15,000	791.19	163.74	0.129
B	15,000	4,639.55	611.15	>0.15
C	15,000	3,561.93	465.13	>0.15
D	15,000	1,278.22	244.28	>0.15
E	15,000	3,118.64	343.26	>0.15
F	15,000	1,550.07	373.15	>0.15
G	30,000	6,797.93	904.67	>0.15

III.II. การพิจารณาปริมาณเติมเต็มที่เป็นไปได้ของน้ำมันแต่ละชนิด

ปริมาณเติมเต็มที่เป็นไปได้ของน้ำมันแต่ละชนิดในแต่ละครั้งมีค่าขึ้นอยู่กับข้อจำกัดสามด้านประกอบด้วย (1) ข้อจำกัดด้านปริมาณจัดเก็บ (2) ข้อจำกัดด้านปริมาณบรรจุของรถขนส่ง และ (3) ข้อจำกัดด้านระยะเวลาต่อรอบเติมเต็มสูงสุด

เนื่องจากถังจัดเก็บน้ำมันใต้ดินสามารถบรรจุน้ำมันประเภท A ถึง F ได้ 15,000 ลิตร และน้ำมันประเภท G ได้ 30,000 ลิตร โดยสถานีน้ำมันกรณีศึกษามีนโยบายการสั่งเติมเต็มน้ำมันขั้นต่ำ และขั้นสูงในปริมาณเต็มช่องเก็บน้ำมันของรถขนส่งน้ำมัน (รถขนส่งน้ำมันมีจำนวนช่องเก็บน้ำมันห้าช่อง และหนึ่งช่องสามารถเลือกเก็บน้ำมันได้ 3,000 หรือ 4,000 ลิตร) ปริมาณสั่งเติมเต็มต่ำสุดแต่ละครั้ง (LB_i) ของน้ำมันทุกประเภทจึงถูกกำหนดไว้ที่ 4,000 ลิตร (1 ช่องเก็บน้ำมัน) และปริมาณสั่งเติมเต็มสูงสุดแต่ละครั้ง (UB_i) สำหรับประเภทน้ำมันประเภท A ถึง F มีค่าเท่ากับ 12,000

ลิตร (3 ช่องเก็บน้ำมัน) สำหรับน้ำมันประเภท G มีปริมาณสั่งเติมเต็มสูงสุดเท่ากับ 28,000 ลิตร (7 ช่องเก็บน้ำมัน) เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อจำกัดด้านรอบเวลาเติมเต็มสูงสุดของน้ำมันแต่ละชนิดไม่เกิน 7 วัน และช่องเก็บน้ำมันของรถขนส่งถูกกำหนดให้บรรจุน้ำมันได้ที่ 3,000 หรือ 4,000 ลิตรเท่านั้น ทำให้สามารถคำนวณจำนวนวันระหว่างรอบการสั่งที่เป็นไปได้สำหรับน้ำมันแต่ละชนิดได้ดังตารางที่ III

ตารางที่ III. จำนวนวันระหว่างรอบการสั่ง

น้ำมัน	จำนวนวันที่ตอบสนองอุปสงค์ได้ (วัน)		
	รอบเวลาเติมเต็มต่ำสุด $(\frac{LB_i}{d_i})$	รอบเวลาเติมเต็มสูงสุด $Min(\frac{UB_i}{d_i}, 7)$	รอบเวลาการสั่งที่เป็นไปได้
A	$\frac{4,000}{791.19} = 6$	$Min\left(\frac{12,000}{791.19}, 7\right) = 7$	6,7
B	$\frac{4,000}{4,639.55} = 1$	$Min\left(\frac{12,000}{4,639.55}, 7\right) = 2$	1,2
C	$\frac{4,000}{3,561.93} = 2$	$Min\left(\frac{12,000}{3,561.93}, 7\right) = 3$	2,3
D	$\frac{4,000}{1,278.22} = 4$	$Min\left(\frac{12,000}{1,278.22}, 7\right) = 7$	4,5,6,7
E	$\frac{4,000}{3,118.64} = 2$	$Min\left(\frac{12,000}{3,118.64}, 7\right) = 3$	2,3
F	$\frac{4,000}{1,550.07} = 3$	$Min\left(\frac{12,000}{1,550.07}, 7\right) = 7$	3,4,5,6,7
G	$\frac{4,000}{6,797.93} = 1$	$Min\left(\frac{28,000}{6,797.93}, 7\right) = 4$	1,2,3,4

พิจารณาตารางที่ III จำนวนวันสูงสุดที่ตอบสนองอุปสงค์ได้ สำหรับจำนวนวันต่ำสุดที่ตอบสนองอุปสงค์ได้สามารถคำนวณได้จากปริมาณสั่งเติมเต็มขั้นต่ำ (4,000 ลิตร) หารด้วยค่าเฉลี่ยอุปสงค์ต่อวันของน้ำมันแต่ละชนิด ซึ่งค่าดังกล่าวเป็นค่าของรอบเวลาการสั่งต่ำสุดที่เป็นไปได้ และจำนวนวันสูงสุดที่ตอบสนองอุปสงค์คำนวณได้จากปริมาณการสั่งสูงสุดในแต่ละรอบหารด้วยค่าเฉลี่ยอุปสงค์ในแต่ละวัน ซึ่งหากค่าดังกล่าวมีค่าเกินกว่า 7 วัน รอบเวลาการสั่งสูงสุดจะถูกจำกัดที่ 7 วัน ทั้งนี้หากค่าจำนวนวันสูงสุดที่ตอบสนองอุปสงค์ได้มีค่าน้อยกว่า 7 วัน รอบเวลาเวลาการสั่งสูงสุดจะมีค่าเท่ากับจำนวนวันสูงสุดที่ตอบสนองอุปสงค์ได้

III.II. การพิจารณานโยบายเติมเต็มวัสดุคงคลังน้ำมัน

เพื่อกำหนดนโยบายเติมเต็มวัสดุคงคลังน้ำมันที่เหมาะสม งานวิจัยทำการพิจารณาเปรียบเทียบนโยบายเติมเต็มสามรูปแบบ ได้แก่ นโยบายเติมเต็มเมื่อระดับวัสดุคงคลังถึงจุดเติมเต็ม นโยบายเติมเต็มร่วมกันตามรอบเวลา และนโยบายเติมเต็มแบบผสม

III.II.I. นโยบายเติมเต็มเมื่อระดับวัสดุคงคลังถึงจุดเติมเต็ม

การเติมเต็มน้ำมันแต่ละชนิดถูกทำอย่างเป็นอิสระต่อกัน โดยระบบจะทำการสั่งเติมเต็มเมื่อระดับน้ำมันแต่ละชนิดลดลงถึงจุดเติมเต็มซึ่งกำหนดไว้ ปริมาณเติมเต็มน้ำมันแต่ละชนิดในแต่ละรอบเป็นค่าคงที่ ซึ่งเป็นลักษณะของตัวแบบการสั่งซื้ออย่างประหยัด (Economic Order Quantity; EOQ) โดยปริมาณเติมเต็ม จุดเติมเต็ม และระดับวัสดุคงคลังเผื่อ คำนวณได้ดังสมการ 7 8 และ 9 ตามลำดับ

$$Q_i^* = \sqrt{\frac{2D_iS}{H_i}} \quad (7)$$

$$ss_i = Z_\alpha \sigma_{d_i} \sqrt{L_i} \quad (8)$$

$$ROP_i = (d_i \times L_i) + ss_i \quad (9)$$

เมื่อพิจารณาคาบเวลานำการเติมเต็มของระบบ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4 ชั่วโมง (หรือ 1/6 วัน) ปริมาณการเติมเต็ม ระดับวัสดุคงคลังเผื่อที่ระดับบริการ 95 เปอร์เซ็นต์ และจุดเติมเต็ม สำหรับน้ำมันแต่ละชนิด สามารถคำนวณได้ดังแสดงในตารางที่ IV ทั้งนี้ปริมาณการเติมเต็มน้ำมันแต่ละชนิดจะต้องถูกปรับค่าให้สอดคล้องกับเงื่อนไขการเติมเต็มของรถขนส่ง ซึ่งต้องมีค่าเป็นทวีคูณของ 3,000 4,000 หรือ 7,000 ลิตร

ตารางที่ IV. การคำนวณตัวแปรนโยบายเติมเต็มเมื่อระดับวัสดุคงคลังถึงจุดเติมเต็ม

น้ำมัน	Q (ลิตร)	ss (ลิตร)	ROP (ลิตร)
A	10,626.16 (ปรับค่าเป็น 11,000)	109.96	241.83
B	29,160.83 (ปรับค่าเป็น 14,000)	410.43	1,183.68
C	27,030.59 (ปรับค่าเป็น 14,000)	312.37	906.03
D	18,070.61 (ปรับค่าเป็น 14,000)	164.05	377.09
E	24,015.32 (ปรับค่าเป็น 14,000)	230.52	750.30
F	20,078.58 (ปรับค่าเป็น 14,000)	250.60	508.94
G	35,873.38 (ปรับค่าเป็น 29,000)	607.55	1,740.54

III.II.II. นโยบายเติมเต็มร่วมกันตามรอบเวลา

น้ำมันแต่ละชนิดถูกเติมเต็มตามรอบเวลาที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นลักษณะของตัวแบบเติมเต็มตามรอบเวลา (Economic Order Interval; EOI) ซึ่งรอบเวลาเติมเต็มที่เป็นไปได้ของน้ำมันแต่ละชนิด ถูกแสดงดังตารางที่ III (ทั้งนี้รอบเวลาเติมเต็มของน้ำมันแต่ละชนิดไม่ได้ถูกคำนวณจากรอบเวลาเติมเต็มที่ดีที่สุดในตัวแบบ EOI ซึ่งมี $T_i^* = \sqrt{\frac{2S}{H_iD_i}}$ เนื่องจากเงื่อนไขข้อจำกัดการเติมเต็มดังที่ได้กล่าวมา) โดยปริมาณเติมเต็มน้ำมันแต่ละชนิดในแต่ละรอบเวลาคำนวณได้จากผลต่างของระดับน้ำมันสูงสุด (E_{max}) และระดับน้ำมันคงเหลือ ณ ช่วงเวลาสั่งเติมเต็ม โดยปรับค่าให้สั่งได้ตามเงื่อนไข การคำนวณระดับวัสดุคงคลังน้ำมัน และระดับวัสดุคงคลังน้ำมันเผื่อแสดงได้ดังสมการ 10 และ 11

$$E_{max_i} = d_i(T_i + L_i) + ss_i \quad (10)$$

$$ss_i = Z_\alpha \sigma_{d_i} \sqrt{L_i + T_i} \quad (11)$$

เมื่อพิจารณาช่วงเวลานำการเติมเต็มของระบบ (Lead Time) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4 ชั่วโมง (หรือ 1/6 วัน) งานวิจัยจึงทำการพิจารณาความยาวของ 1 คาบเวลาเท่ากับ 4 ชั่วโมง ระดับวัสดุคงคลังสูงสุด และระดับวัสดุคงคลังเผื่อของน้ำมันที่แต่ละรอบเวลาเติมเต็มที่เป็นไปได้ของน้ำมันแต่ละชนิดสามารถคำนวณได้ดังแสดงในตารางที่ V ทั้งนี้ในระบบการสั่งตามรอบเวลาปริมาณน้ำมันที่ถูกสั่งในแต่ละครั้งมีค่าเท่ากับผลต่างระหว่างระดับวัสดุคงคลังสูงสุด และระดับน้ำมันคงเหลือก่อนสั่ง โดยจะต้องมีการปรับค่าดังกล่าว

ให้เป็นไปตามความสัมพันธ์ระหว่างช่วงปริมาณน้ำมันที่สั่งกับปริมาณน้ำมันที่บรรจุได้ในแต่ละช่องของรถขนส่ง (พิจารณาส่วนที่ 2 ของภาพที่ 2 ประกอบ) โดยจากตารางที่ 5 สามารถสังเกตได้ว่าน้ำมันชนิด A ถึง F มีค่า E_{max} ต่ำกว่า 15,000 ลิตร ซึ่งเป็นปริมาตรถังจัดเก็บของน้ำมัน สำหรับน้ำมันชนิด G มีค่า E_{max} สูงกว่า 30,000 ลิตร ซึ่งเป็นปริมาตรถังจัดเก็บ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาส่วนที่ 2 ของภาพที่ 2 ปริมาณสั่งสูงสุดของน้ำมันยังคงถูกกำหนดไว้ที่ 30,000 ลิตร ซึ่งไม่เกินปริมาตรถังจัดเก็บ

ตารางที่ V. การคำนวณตัวแปรนโยบายเติมเต็มร่วมกันตามรอบเวลา

น้ำมัน	T (คาบเวลา)	ss (ลิตร)	E_{max} *1 (ลิตร)
A	36	668.88	5,547.89
	42	721.07	6,391.27
B	6	1,085.89	6,498.69
	12	1,479.82	11,532.17
C	12	1,126.27	8,843.79
	18	1,361.59	12,641.04
D	24	820.26	6,146.17
	30	913.40	7,517.53
	36	997.89	8,880.24
	42	1,075.76	10,236.33
E	12	831.17	7,588.23
	18	1,004.83	10,880.54
F	18	1,092.32	6,000.88
	24	1,252.98	7,711.61
	30	1,395.26	9,403.96
	36	1,524.32	11,083.09
	42	1,643.27	12,752.12
G	6	1,607.42	9,538.34
	12	2,190.55	16,919.39
	18	2,648.25	24,175.02
	24	3,037.75	31,362.44

หมายเหตุ *1: ในระบบการสั่งตามรอบเวลาปริมาณน้ำมันที่ถูกสั่งในแต่ละครั้งมีค่าเท่ากับผลต่างระหว่างระดับวัสดุคงคลังสูงสุด และระดับน้ำมันคงเหลือก่อนสั่ง โดยต้องทำการปรับค่าดังกล่าวตามข้อมูลในส่วนที่ 2 ของภาพที่ 2

ทั้งนี้จากค่ารอบเวลาเติมเต็มของน้ำมันแต่ละชนิด ทำให้เกิดรูปแบบคำตอบที่เป็นไปได้เท่ากับ 2 x 2 x 2 x 4 x 2 x 5 x 4 = 1,280 รูปแบบ

III.II.III. นโยบายเติมเต็มแบบผสม

น้ำมันแต่ละชนิดถูกเติมเต็มโดยพิจารณาทั้งสองนโยบายร่วมกันคือ นโยบายเติมเต็มเมื่อระดับวัสดุคงคลังถึงจุดเติมเต็ม กับนโยบายเติมเต็มร่วมกันตามรอบเวลา โดยเงื่อนไขใดเกิดก่อนจะพิจารณาการเติมเต็มตามลักษณะนโยบายนั้น

III.III. การพัฒนาแบบจำลองมอนติคาร์โล

ตัวแบบจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลถูกพัฒนาขึ้นเพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์รอบเวลาเติมเต็มที่เหมาะสม (จาก 1,280 รูปแบบที่เป็นไปได้) สำหรับนโยบายเติมเต็มร่วมกันตามรอบเวลา และนโยบายแบบผสม และทำการเปรียบเทียบผลกำไรที่เกิดขึ้นต่อระบบจากการประยุกต์ใช้นโยบายเติมเต็มสามรูปแบบที่แตกต่างกัน

ตัวแบบจำลองสถานการณ์ถูกพัฒนาขึ้นบนโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซล โดยมีการสุ่มค่าอุปสงค์วัสดุคงคลังน้ำมันที่แต่ละคาบเวลาจำนวนทั้งสิ้น 540 คาบเวลา (เทียบเท่ากับ 90 วัน) ตามลักษณะการแจกแจงของอุปสงค์น้ำมันแต่ละชนิด ค่ารอบเวลาเติมเต็มที่เหมาะสมของน้ำมันแต่ละชนิดสามารถถูกพิจารณาได้ว่าเป็นตัวแปรตัดสินใจ ซึ่งเมื่อพิจารณาวัสดุคงคลังน้ำมันทั้ง 7 ชนิด จะมีรูปแบบที่เป็นไปได้ทั้งหมด 1,280 รูปแบบ โดยแต่ละรูปแบบจะส่งผลให้เกิดค่าผลกำไรของระบบที่แตกต่างกัน งานวิจัยได้ทำการติดตั้งฟังก์ชันเพิ่มเติมยาไซ [7] เพื่อใช้ในการเปลี่ยนค่ารูปแบบที่เป็นไปได้ของรอบเวลาการสั่งวัสดุคงคลังน้ำมัน โดยแต่ละรูปแบบมีการทำซ้ำทั้งสิ้น 50 รอบ

ตัวแบบจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลสำหรับนโยบายเติมเต็มแบบผสมซึ่งพิจารณาการเติมเต็มเมื่อระดับวัสดุคงคลังน้ำมันถึงจุดสั่งซื้อ หรือถึงรอบเวลาสั่งอย่างใดอย่างหนึ่งซึ่งเกิดขึ้นก่อน สำหรับน้ำมันชนิด G สามารถแสดงได้ดังรูปที่ I โดยตัวแบบจำลองสถานการณ์จำแนกได้เป็น 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 แสดงค่าพารามิเตอร์นำเข้าและตัวแปรตัดสินใจ

ส่วนที่ 2 แสดงค่าใช้จ่ายรวม และรายรับรวมที่เกิดขึ้นในรอบ 90 วัน

ส่วนที่ 3 แสดงหน้าต่างการจำลองสถานการณ์

ส่วนที่ 4 แสดงผลลัพธ์ค่าใช้จ่าย และรายรับที่เกิดขึ้นในแต่ละคาบเวลา

ตารางที่ VI แสดงฟังก์ชันของแต่ละเซลล์ในตัวแบบจำลองสถานการณ์ของ รูปที่ I

การคำนวณค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่เกิดขึ้นจากการสั่งเติมเต็มวัสดุคงคลังน้ำมันทั้ง 7 ประเภท และการกำหนดค่าตัวแปรผลลัพธ์ซึ่งเป็นคำสั่งจากการใช้ฟังก์ชันเพิ่มเติมยาไซ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ II โดยตัวแบบจำลองสถานการณ์สามารถถูกจำแนกได้เป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรถขนส่งกับค่าใช้จ่าย

ส่วนที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างช่วงปริมาณน้ำมันที่สั่งกับจำนวนช่องที่ใช้ในการบรรจุ

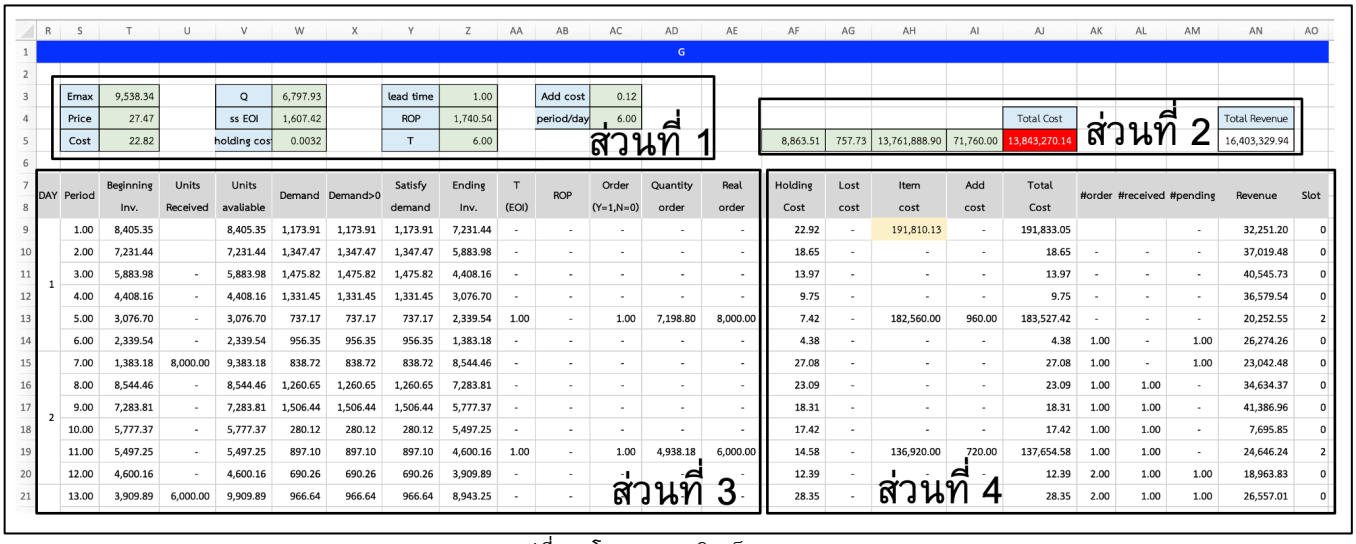
ส่วนที่ 3 แสดงค่าใช้จ่ายสำหรับการขนส่ง

ส่วนที่ 4 การกำหนดค่าตัวแปรผลลัพธ์

ตารางที่ VII แสดงฟังก์ชันแสดงฟังก์ชันของแต่ละเซลล์ในตัวแบบจำลองสถานการณ์ของ รูปที่ II ทั้งนี้การกำหนดค่าตัวแปรผลลัพธ์ซึ่งเป็นคำสั่งจากการใช้ฟังก์ชันเพิ่มเติมยาไซนั้น ประกอบด้วย ผลกำไรรายรับ และค่าใช้จ่ายในส่วนต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากรูปแบบการสั่งเติมเต็มที่แตกต่างกันทั้งสิ้น 1,280 รูปแบบ

IV. ผลการวิจัย

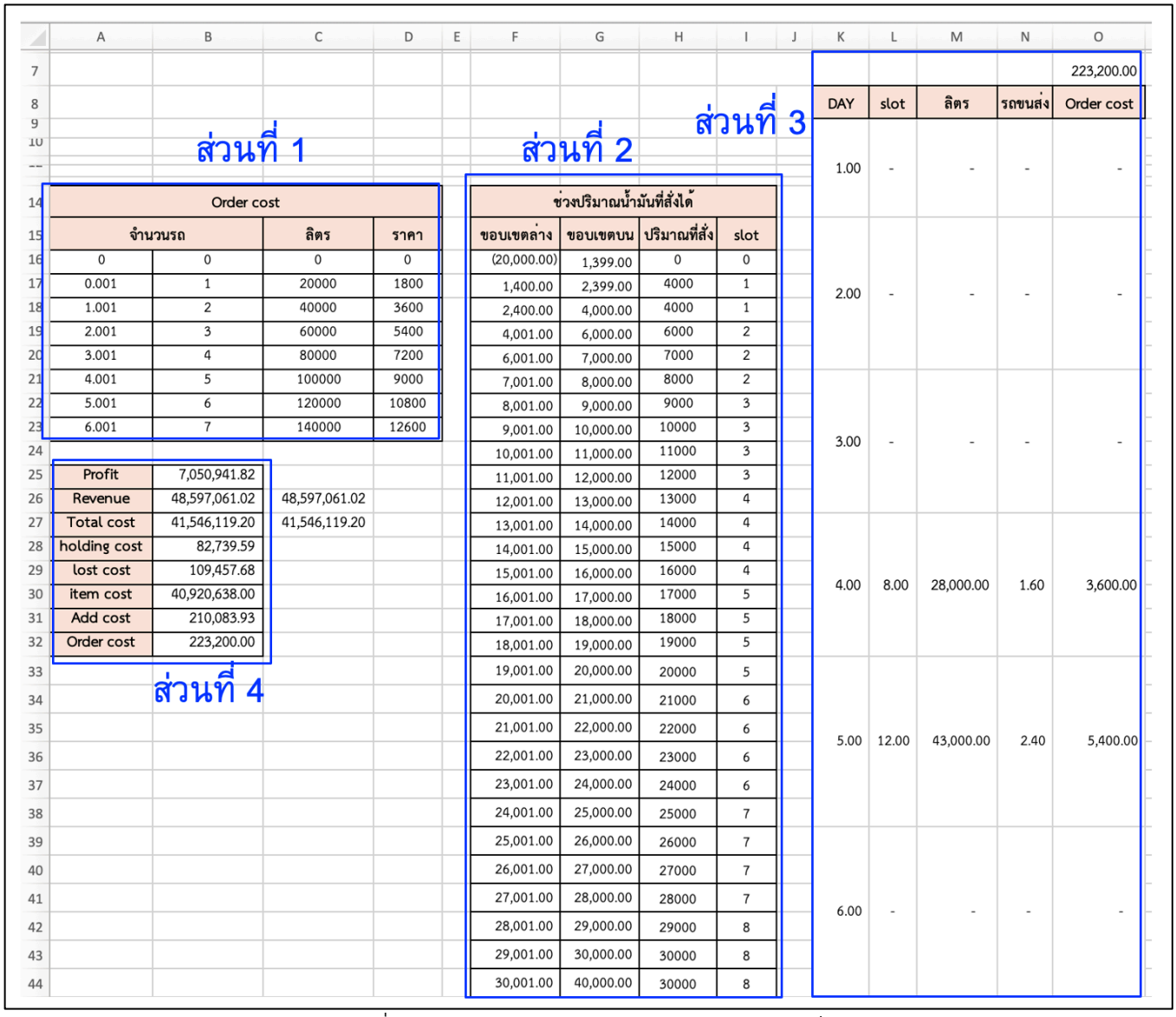
จำนวนรูปแบบการเติมเต็มที่เป็นไปได้ สำหรับนโยบายเติมเต็มเมื่อระดับวัสดุคงคลังถึงจุดเติมเต็ม นโยบายเติมเต็มร่วมกันตามรอบเวลา และนโยบายเติมเต็มแบบผสม มีทั้งสิ้น 1 1,280 และ 1,280 รูปแบบ ตามลำดับ จากผลการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล โดยมีคาบเวลาที่พิจารณาเท่ากับ 90 วัน และทำการจำลองสถานการณ์ทั้งสิ้น 50 รอบ พบว่า รูปแบบที่ส่งผลให้เกิดกำไรสูงสุดสำหรับนโยบายเติมเต็มร่วมกันตามรอบเวลา คือ รูปแบบที่ 450 ซึ่งมีรอบเวลาการสั่งซื้อของน้ำมัน A B C D E F และ G เป็น 42 6 12 24 12 24 และ 24 ตามลำดับ สำหรับนโยบายเติมเต็มแบบผสม รูปแบบที่ส่งผลให้เกิดกำไรสูงสุด คือรูปแบบที่ 474 ซึ่งมีรอบเวลาการสั่งซื้อของน้ำมัน A B C D E F และ G เป็น 42 6 12 42 12 24 และ 24 ตามลำดับ (จุดเติมเต็มของน้ำมันแต่ละชนิดยังเป็นเช่นเดียวกับนโยบายเติมเต็มเมื่อระดับวัสดุคงคลังถึงจุดเติมเต็ม)



รูปที่ I. นโยบายการเติมเต็มแบบผสม

ตารางที่ VI. ฟังก์ชันนโยบายเติมเต็มผสม

เซลล์	คำอธิบาย	ฟังก์ชัน	เซลล์	คำอธิบาย	ฟังก์ชัน
T3	ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด	=B10 (ค่าตัวแปรนำเข้า)	W9	อุปสงค์น้ำมันในรูปแบบการแจกแจงปกติ	=NORMINV(RAND(), $B$3,$B$4)
T4	ราคาขาย	N/A	X9	ปรับอุปสงค์น้ำมันให้มีค่ามากกว่าเท่ากับ 0	=IF(W9<0,0,W9)
T5	ต้นทุน	N/A	Y9	จำนวนน้ำมันที่ตอบสนองอุปสงค์	=MIN(V9,X9)
W3	ปริมาณการสั่งซื้อตามรอบเวลาการสั่ง	=Z5*B3	Z9	จำนวนน้ำมันคงคลัง	=V9-Y9
W4	ระดับวัสดุคงคลังปลอดภัย	=B9 (ค่าตัวแปรนำเข้า)	AA9	เงื่อนไขในการสั่งที่ 1	=IF(MOD (S9+Z$3,Z$5)=0,1,0)
W5	ต้นทุนการถือครองหน่วยบาทต่อลิตรต่อคาบเวลา	=B7 (ค่าตัวแปรนำเข้า)	AB9	เงื่อนไขในการสั่งที่ 2	=IF(AND(Z9<Z$4,MOD (S9+Z$3,AC$4)=0),1,0)
Z3	ช่วงเวลานำ	N/A	AC9	การตัดสินใจทำการสั่งซื้อ	=IF(AND(IF(OR(AA9=1,AB9=1),1,0) ,AM9=0),1,0)
Z4	จุดสั่งซื้อ	=B12 (ค่าตัวแปรนำเข้า)	AD9	จำนวนน้ำมันที่ทำการสั่งซื้อ	=(T$3-Z9)*AC9
Z5	จำนวนคาบเวลาระหว่างรอบการสั่ง	=simParameter ({6,12,18,24},"T G",6)	AE9	น้ำมันที่ทำการสั่งซื้อตามเงื่อนไข	=VLOOKUP(AB9, $A$41:$D$69,3)
AC3	ต้นทุนการสั่งน้ำมันแปรผันตามปริมาณ	N/A	AF9	ต้นทุนการถือครอง ณ คาบเวลานั้น	=Z9*$W$5
AC4	จำนวนคาบเวลาต่อวัน	N/A	AG9	ต้นทุนการสูญเสียการขาย ณ คาบเวลานั้น	=IF(X9>V9,X9-V9,0) *T$5*0.03
AF5	ต้นทุนการถือครอง	=SUM(AF9:AF548)	AH9	ต้นทุนน้ำมันที่มีตั้งแต่แรก	=T9*T$5
AG5	ต้นทุนการสูญเสียการขาย	=SUM(AG9:AG548)	AH10	ต้นทุนน้ำมัน ณ คาบเวลานั้น	=AC10*T$5
AH5	ต้นทุนน้ำมัน	=SUM(AH9:AH548)	AI9	ต้นทุนการสั่งน้ำมันแปรผันตามปริมาณ ณ คาบเวลานั้น	=AC9*Z$4
AI5	ต้นทุนการสั่งน้ำมันแปรผันตามปริมาณ	=SUM(AI9:AI548)	AJ9	ต้นทุนทั้งหมด ณ คาบเวลานั้น	=SUM(AD9:AG9)
AJ5	ต้นทุนทั้งหมด	=SUM(AJ9:AJ548)	AK9	จำนวนครั้งที่ทำการสั่งซื้อแล้ว	=COUNTIF($AB$9:AB9,">0")
AN5	รายรับทั้งหมด	=SUM(AN9:AN548)	AL9	จำนวนครั้งที่ได้รับน้ำมัน	=COUNTIF ($U$9:U9,">0")
T9	น้ำมันเริ่มต้นในระบบ	=W3+W4	AM9	บอกถึงสถานะการค้างส่งน้ำมัน	=AH9-AI9
U11	น้ำมันรับเข้าในระบบ	=AE9	AN9	รายรับ ณ คาบเวลานั้น	=Y9*T$4
V9	น้ำมันทั้งหมดในระบบ	=SUM(T9:U9)	AO9	จำนวนช่องที่ใส่น้ำมัน	=VLOOKUP (AD9,$F$16:$I$44,4)



รูปที่ II. การคำนวณค่าขนส่งและการกำหนดค่าตัวแปรผลลัพธ์

ตารางที่ VII. ฟังก์ชันของการคำนวณการขนส่งและตัวแปรผลลัพธ์

เซลล์	คำอธิบาย	ฟังก์ชัน	เซลล์	คำอธิบาย	ฟังก์ชัน
O7	ค่าขนส่งทั้งหมด	=SUM(O9:O548)	B26	รายรับของน้ำมัน	=simOutput(C26,"Revenue")
L9:L14	จำนวนช่องต่อวัน	=SUM(AO9:AO14,BN9:BN14,CN9:CN14 ,DM9:DM14,EL9:EL14,FK9:FK14,GJ9:GJ14)	B27	ต้นทุนทั้งหมดของน้ำมัน	=simOutput(C27,"total cost")
M9:M14	ปริมาณน้ำมันที่สั่งต่อวัน	=SUM(AE9:AE14,BD9:BD14,CD9:CD14, DC9:DC14,EB9:EB14,FA9:FA14,FZ9:FZ14)	B28	ต้นทุนการถือครองของน้ำมัน	=simOutput(AF5+BE5+CE5+DD5 +EC5+FB5+GA5,"Holding cost")
N9:N14	จำนวนรถ	=L9/5	B29	ต้นทุนสูญเสียการขาย	=simOutput(AG5+BF5+CF5+ DE5+ED5+FC5+GB5,"Lost cost")
O9:O14	ค่าขนส่ง	=VLOOKUP(N9,$A$16:$D$23,4)	B30	ต้นทุนน้ำมัน	=simOutput(AH5+BG5+CG5+ DF5+EE5+FD5+GC5,"Item cost")
C26	รายรับ	=SUM(AN5,BM5,CM5,DL5,EK5,FJ5,GI5,)	B31	ต้นทุนการสั่งน้ำมันแปรผันตามปริมาณ	=simOutput(AI5+BH5+CH5+DG5 +EF5+FE5+GD5,"Add cost")
C27	ต้นทุน	=AJ5+BI5+CI5+DH5+EG5+FF5+GE5+O7	B32	ต้นทุนการสั่งน้ำมันแปรผันตามจำนวนรถ	=simOutput(O7,"Order cost")
B25	กำไรทั้งหมด	=simOutput(C26-C27,"Profit")			

ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับนโยบายเติมเต็มทั้งสามนโยบายสามารถแสดงได้ดังตารางที่ VIII

ตารางที่ VIII. ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม

น้ำมัน	ค่าพารามิเตอร์ของน้ำมันแต่ละชนิด		
	นโยบายสั่งเมื่อถึงจุดเติมเต็ม (ลิตร)	นโยบายสั่งร่วมกันตามรอบเวลา (คาบเวลา)	นโยบายผสม (คาบเวลา; ลิตร)
A	ROP = 241.83	T = 42	T = 42; ROP = 241.83
B	ROP = 1,183.68	T = 6	T = 6; ROP = 1,183.68
C	ROP = 906.03	T = 12	T = 12; ROP = 906.03
D	ROP = 377.09	T = 24	T = 42; ROP = 377.09
E	ROP = 750.30	T = 12	T = 12; ROP = 750.30
F	ROP = 508.94	T = 24	T = 24; ROP = 508.94
G	ROP = 1,740.54	T = 24	T = 24; ROP = 1,740.54

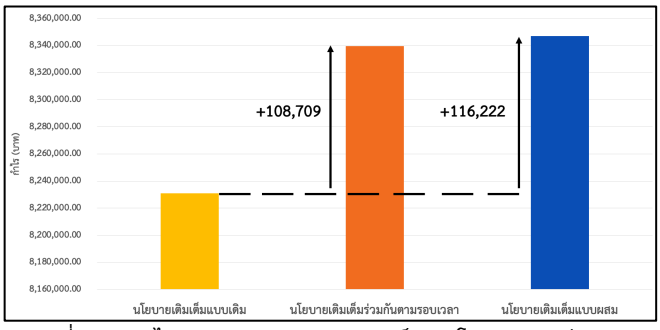
จากการจำลองสถานการณ์ ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนรวม รายรับ และผลกำไรของนโยบายเติมเต็มทั้งสามรูปแบบสามารถแสดงได้ดัง ตารางที่ IX

ตารางที่ IX. ช่วงความเชื่อมั่นของต้นทุนรวม รายรับ และผลกำไร

ต้นทุนและผลกำไร	นโยบายสั่งเมื่อถึงจุดเติมเต็ม	นโยบายสั่งร่วมกันตามรอบเวลา	นโยบายสั่งเติมเต็มแบบผสม
ต้นทุนทั้งหมด (บาท)	(40,580,917, 40,853,285)	(44,496,641, 44,623,740)	(44,473,032, 44,639,422)
รายรับ (บาท)	(48,165,274, 48,413,426)	(52,845,016, 52,998,540)	(52,838,102, 53,037,890)
ผลกำไร (บาท)	(7,461,933, 7,682,565)	(8,345,431, 8,377,743)	(8,362,870, 8,400,668)

พิจารณาตารางที่ IX ในโยบายเติมเต็มร่วมกันตามรอบเวลาและนโยบายเติมเต็มแบบผสม มีช่วงความเชื่อมั่นผลกำไรทับซ้อนกัน โดยไม่ทับซ้อนกับช่วงความเชื่อมั่นผลกำไรของนโยบายเติมเต็มเมื่อระดับวัสดุคงคลังถึงจุดเติมเต็ม โดยลักษณะดังกล่าวสามารถพิจารณาได้ว่านโยบายเติมเต็มร่วมกันตามรอบเวลาและนโยบายเติมเต็มแบบผสม ส่งผลให้ระบบเกิดผลกำไรที่แตกต่างกับนโยบายเติมเต็มเมื่อระดับวัสดุคงคลังถึงจุดเติมเต็ม โดยนโยบายเติมเต็มร่วมกันตามรอบเวลาและนโยบายเติมเต็มแบบผสมให้ผลกำไรที่สูงกว่านโยบายเติมเต็มเมื่อระดับวัสดุคงคลังถึงจุดเติมเต็ม อย่างไรก็ตามไม่สามารถสรุปได้ว่านโยบายเติมเต็มร่วมกันตามรอบเวลากับนโยบายเติมเต็มแบบผสมให้ผลกำไรที่แตกต่างกัน

จากผลดังกล่าว นโยบายเติมเต็มร่วมกันตามรอบเวลาและนโยบายเติมเต็มแบบผสม จึงถูกคัดเลือกนำมาจำลองสถานการณ์เพิ่มเติมโดยเปรียบเทียบกับนโยบายเติมเต็มเดิมของสถานีบริการน้ำมันซึ่งมีลักษณะการเติมเต็มด้วยปริมาณเต็มรถขนส่ง (เป็นทวีคูณของ 20,000 ลิตร) ทุกครั้งโดยไม่เกินปริมาณที่สามารถจัดเก็บได้ การจำลองสถานการณ์ในส่วนนี้ใช้อุปสงค์ชุดเดียวกันทั้งสามนโยบาย ผลกำไรที่ได้จากนโยบายเติมเต็มทั้งสามแสดงได้ดังรูปที่ III โดยนโยบายเติมเต็มร่วมกันตามรอบเวลากับนโยบายเติมเต็มแบบผสมให้ผลกำไร (ในการจำลองสถานการณ์ 90 วัน) ที่สูงกว่านโยบายเติมเต็มเดิม 108,709 บาท และ 116,222 บาท ตามลำดับ ทั้งนี้จากการวิเคราะห์ต้นทุนการสั่งซื้อ และต้นทุนการถือครองพบว่านโยบายเติมเต็มทั้งสามมีต้นทุนการสั่งซื้อใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ปริมาณคงเหลือน้ำมันแต่ละชนิดในแต่ละคาบเวลา นโยบายเติมเต็มแบบเดิมมีปริมาณน้ำมันคงเหลือแต่ละชนิดค่อนข้างสูง จึงทำให้ค่าใช้จ่ายต้นทุนการถือครองเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลกำไรโดยรวมลดลง



รูปที่ III.ผลกำไรจากการจำลองสถานการณ์ของนโยบายเติมเต็มเดิม นโยบายเติมเต็มร่วมกันตามรอบเวลา และนโยบายเติมเต็มแบบผสม

V. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยทำการกำหนดนโยบายเติมเต็มที่เหมาะสมสำหรับระบบที่มีข้อจำกัด ด้านการเติมเต็มเป็นทวีคูณ ด้านพื้นที่จัดเก็บ และด้านปริมาณการขนส่ง ซึ่งมีผลิตภัณฑ์ที่พิจารณาเป็นวัสดุคงคลังน้ำมัน 7 ชนิด โดยพิจารณาสามนโยบายเติมเต็มวัสดุคงคลัง คือ นโยบายเติมเต็มเมื่อระดับวัสดุคงคลังถึงจุดเติมเต็ม นโยบายเติมเต็มร่วมกันตามรอบเวลา และนโยบายเติมเต็มแบบผสม ตัวแบบจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลได้ถูกพัฒนาขึ้น เพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับนโยบายเติมเต็มทั้งสามรูปแบบ และเปรียบเทียบผลกำไรที่ได้รับจากนโยบายที่แตกต่างกันจากผลการจำลองสถานการณ์ซึ่งมีความยาว 90 วัน โดยมีการทำซ้ำ 50 รอบพบว่า นโยบายเติมเต็มร่วมกันตามรอบเวลา และนโยบายเติมเต็มแบบผสมให้ผลกำไรที่สูงกว่านโยบายเติมเต็มเมื่อระดับวัสดุคงคลังถึงจุดเติมเต็ม ทั้งนี้จากผลการเปรียบเทียบนโยบายเติมเต็มร่วมกันตามรอบเวลาและนโยบายเติมเต็มแบบผสม กับนโยบายเติมเต็มเดิม โดยใช้อุปสงค์ชุดเดียวกัน พบว่า นโยบายเติมเต็มร่วมกันตามรอบเวลากับนโยบายเติมเต็มแบบผสมให้ผลกำไร ที่สูงกว่านโยบายเติมเต็มเดิม 108,709 บาท และ 116,222 บาท ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ ผู้จัดทำขอกล่าวแสดงความขอบคุณผู้มีส่วนสนับสนุนในการทำโครงงาน ผศ.ดร.วิสุทธิ์ สุพิทักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย โดยอธิบายทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนแนวคิดที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดทำงานวิจัย รวมทั้งแก้ไขข้อบกพร่อง นำไปสู่ความสมบูรณ์ของงานวิจัยเล่มนี้ และขอขอบคุณเจ้าของสถานีน้ำมันกรณีศึกษาสำหรับข้อมูลต่อการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] F. W. Harris. “How many parts to make at once,” Factory: The Magazine of Management, vol. 10, no. 2, pp. 135-136, 1913.

[2] R. J. Tersine, Principle of Inventory and Materials Management, 4th ed., PTR Prentice Hall, Englewood Cliff, NJ, 1994.

[3] P. Zipkin, Foundations of Inventory Management, McGraw-Hill Higher Education, New York, New York, 2000.

[4] L. B. Schwarz, “Economic Order Quantities for Products with Finite Demand Horizons,” AIIE Transactions, vol. 4, no. 3, pp. 234–237, 1972.

[5] E. W. Taft, “The Most Economical Production Lot,” The Iron Age, vol. 101, pp. 1410-1412. 1918.

[6] A. Sachin, “Economic Order Quantity Model : A Review,” VSRD International Journal of Mechanical, Civil, Automobile and Production Engineering, vol. 4, no. 12, pp. 233-236, 2014.

[7] E. Jonathan and T. Steven. (2021, Mar 1). *Yet Another Simulation Add-In* (3rd ed.) [Online]. Available: http://www.yasai.rutgers.edu/

ผลกระทบของแนวทางการไหลของพอลิเมอร์ที่ส่งผลต่อสมบัติทางกลของบานพับ

Effect of polymer flow direction on mechanical properties of a hinge

1st นเรนธร โรจนประดิษฐ
Narenthorn Rochanapratishtha
ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกล
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
Mechanical Engineering Department
College of Industrial Technology
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Bangkok Thailand
aik_narenthorn@hotmail.com

2nd สถาพร ชาตาคม
Sathaporn Chatakorm
ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกล
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
Mechanical Engineering Department
College of Industrial Technology
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Bangkok Thailand
sck@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ **—— ชิ้นงานที่มีบานพับ (Hinges) มีใช้งานกันอย่างแพร่หลาย และชิ้นงานมีความซับซ้อนมากขึ้น ทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพด้านความแข็งแรงของบานพับ บทความวิจัยนี้ได้ศึกษาผลกระทบของแนวทางการไหลของพอลิเมอร์ที่บริเวณบานพับทั้งแบบตั้งฉากและขนานกับแนวของบานพับต่อจำนวนครั้งของการพับ โดยทำการออกแบบชิ้นงานและทางเข้าของพลาสติกเหลวเพื่อกำหนดรูปแบบของการไหลของพอลิเมอร์ที่บริเวณบานพับและทำการวิเคราะห์การไหลด้วยโปรแกรม Moldex เพื่อให้รูปแบบการไหลที่ผ่านบริเวณบานพับมีการไหลผ่านแบบตั้งฉากและขนานกับแนวของบานพับ จากนั้นทำการสร้างแม่พิมพ์เพื่อทดลองฉีด นำชิ้นงานที่ได้มาทำการทดสอบสมบัติทางกลด้วยวิธีการ Tensile Test และ Fatigue Test ผลที่ได้จากการทดลองพบว่าชิ้นงานที่มีการไหลของพอลิเมอร์แบบตั้งฉากมีความต้านทานแรงดึงมากกว่าชิ้นงานที่มีการไหลของพอลิเมอร์แบบขนานประมาณ 6 %**

คำสำคัญ **——** ***แนวทางการไหลของพอลิเมอร์, สมบัติทางกล, บานพับ, ความแข็งแรง***

ABSTRACT **— Hinged plastic workpiece are widely used, as well as those that are more difficult to design. Causing problems in the quality control of the hinge strength. This research article studies about Effect of polymer flow direction on mechanical properties of a hinge Per folding number of times, in the form Perpendicular and parallel to the line of the hinge. The author make design of the workpiece and the Gate position to determine. The polymer flow direction at the hinge area, after that flow direction analysis by program Moldex. So that the pattern of the flow direction at the hinge area flows perpendicular and parallel to the line of the hinge, after that make a mold for injection trial. The specimens weretested for mechanical properties by a method of Tensile Test and Fatigue Test. The results showed that specimens with the perpendicular flow of polymer had a tensile strength of about 6% more than those with a parallel flow of polymer.**

Keywords **——** ***Polymer Flow direction, Mechanical properties, Hinges, Strength***

I. บทนำ

การขึ้นรูปพลาสติกด้วยวิธีการฉีดเป็นกระบวนการที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในอุตสาหกรรมการผลิต อย่างไรก็ตามข้อบกพร่องสามารถเกิดขึ้นได้บนชิ้นงาน และนำไปสู่การถูกปฏิเสธในเรื่องการควบคุมคุณภาพ จึงจำเป็นต้องรู้ปัจจัยที่ส่งผลทำให้เกิดข้อผิดพลาด ปัจจุบันชิ้นงานมีความซับซ้อนมากขึ้นไม่ว่าจะเป็นชิ้นส่วนยานยนต์หรือชิ้นส่วนทั่วไป ชิ้นงานที่มีบานพับ (Hinge) หรือชิ้นส่วนที่สามารถพับได้มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย จึงทำให้มีความยากและท้าทายมากขึ้นในการผลิต เพราะบานพับจำเป็นต้องมีความแข็งแรงและสามารถทนทานต่อการพับไปมาได้หลายครั้ง

ปัญหาส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นกับชิ้นงานที่มีบานพับคือ บานพับมีความแข็งแรงไม่ตรงตามคุณภาพที่กำหนด ซึ่งเป็นผลมาจากการออกแบบแม่พิมพ์หรือการออกแบบตำแหน่งทางเข้าเพื่อควบคุมการไหลของพอลิเมอร์ การออกแบบทางเข้าเพื่อให้พอลิเมอร์ไหลผ่านบริเวณบานพับโดยที่แนวการไหลต้องตั้งฉากกับแนวของบานพับ โดยเชื่อว่าจะส่งผลต่อความแข็งแรงของบาน

พับโดยตรง แต่ด้วยเงื่อนไขของชิ้นงานที่มีความซับซ้อนจึงทำให้ในบางกรณีไม่สามารถออกแบบให้เป็นไปตามที่คาดหวังได้ จึงทำให้เกิดข้อสงสัยว่าถ้าแนวการไหลของพอลิเมอร์นั้นไม่ตั้งฉากกับแนวของบานพับแล้ว สมบัติทางกลของชิ้นงานจะเปลี่ยนไปมากน้อยเพียงใด งานวิจัยชิ้นนี้จึงทำการทดลองโดยการออกแบบชิ้นงานและตำแหน่งทางเข้าของพลาสติกเหลว เพื่อให้ได้รูปแบบการไหลของพอลิเมอร์ที่ผ่านบริเวณบานพับทั้งแบบตั้งฉากและขนานกับแนวของบานพับ และได้นำโปรแกรมจำลองการไหลของพอลิเมอร์ (Moldex3D) เข้ามาช่วยตรวจสอบการไหลของพอลิเมอร์ที่บริเวณบานพับก่อนทำการสร้างแม่พิมพ์จริง และเมื่อได้แนวทางการไหลตามที่ต้องการแล้วจึงนำการออกแบบนั้นมาทำการสร้างแม่พิมพ์และฉีดชิ้นงานเพื่อเก็บตัวอย่างมาทำการทดสอบสมบัติทางกล (Tensile Test และ Fatigue Test) และนำผลการทดลองที่ได้มาทำการเปรียบเทียบและสรุปผลต่อไป

II. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

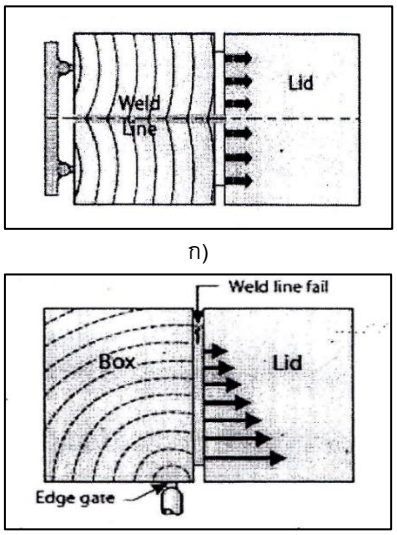
เพื่อศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากแนวทางการไหลของพอลิเมอร์ที่ไหลผ่านบริเวณบานพับทั้งแบบตั้งฉากและขนานกับแนวของบานพับ

III. ขอบเขตของการวิจัย

- เลือกใช้พลาสติกชนิด PP (PP_Polimaxx 1100 NK)
- ความหนาชิ้นงานโดยทั่วไป 3.2 มิลลิเมตร (± 0.4 มิลลิเมตร)
- ชิ้นงานทดลองมีบานพับ (Integral hinge) ความหนาบริเวณบานพับ 0.3 มิลลิเมตร (± 0.02 มิลลิเมตร)
- เลือกใช้โปรแกรม Moldex3D ในการวิเคราะห์การไหล
- ทดสอบคุณสมบัติทางกลด้วยวิธีการ Fatigue Test , Tensile Test (ASTM D638)
- ใช้เครื่องฉีดพลาสติกขนาด 100 Ton

IV. งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

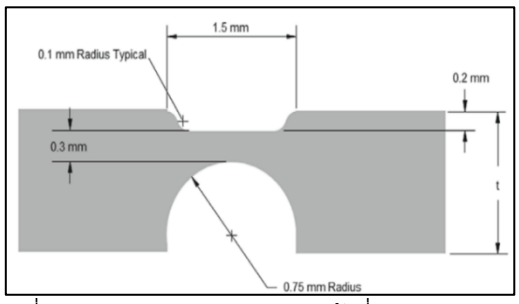
- ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ พบว่ามีการศึกษาการลังเลของการไหลในชิ้นงานที่มีบานพับ และได้ทดลองเปลี่ยนตำแหน่งทางเข้าเพื่อลดการลังเลของการไหลให้ได้มากที่สุด ผลการทดลองพบว่าเมื่อชิ้นงานมีจุดที่แคบหรือบานพับ จะส่งผลให้พลาสติกหลอมเหลวไหลผ่านได้ยาก และเป็นผลทำให้เกิดการลังเลของการไหล โดยได้นำเอาโปรแกรมจำลองการไหล เข้ามาช่วยในการจำลองการไหลเพื่อให้ได้ผลที่ดีที่สุด [1] จากข้อมูลที่ได้ทราบ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเอาโปรแกรมการวิเคราะห์เข้ามาช่วยในการจำลองการไหลเพื่อให้ได้ผลการไหลตามที่ต้องการ ดังเช่น นักวิจัยได้ทำการศึกษาการใช้ CAE เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์กระบวนการใช้ก๊าซช่วยฉีดเพื่อลดน้ำหนักของชิ้นงาน จากการใช้โปรแกรม Moldex3D เข้ามาช่วยวิเคราะห์และจำลองผลการฉีดพบว่า สามารถจำลองและคาดการณ์ผลที่จะเกิดขึ้นกับชิ้นงานภายหลังการฉีดจริงได้เป็นอย่างดี [2] รวมถึงได้ทำการศึกษากระบวนการเติมเต็มของพลาสติกที่ไหลผ่านบริเวณบานพับโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์เข้ามาช่วยในการจำลองการไหล พบว่าการไหลของพลาสติกเหลวนั้นไม่ไหลตั้งฉากไปกับแนวของบานพับเนื่องจากลักษณะรูปทรงของชิ้นงานและได้นำผลการวิเคราะห์นั้นมาแก้ปัญหาด้านการออกแบบทางเข้าก่อนที่จะทำการฉีดชิ้นงานจริงต่อไป [3] เช่นเดียวกับนักวิจัยได้ทำการศึกษาผลกระทบของขนาดทางเข้า ที่ส่งผลกับพฤติกรรมการไหลในชิ้นงานฉีดพลาสติก จากการทดลองเปลี่ยนขนาดของทางเข้าทั้งหมด 3 รูปแบบ โดยจะมุ่งเน้นไปที่การดูความเครียดตกค้างในชิ้นงานและลักษณะการไหลเข้าเติมเต็มในเบ้าพิมพ์ ผลที่ได้จากการทดลองพบว่าขนาดของตำแหน่งทางเข้าส่งผลมากกับการไหล [4]
- การวางรูปแบบทางเข้านั้นมีความจำเป็นอย่างมากเพราะเป็นตัวกำหนดทิศทางการไหล รูปแบบทางเข้าและมุมของทางเข้านั้นส่งผลกระทบทั้งภายนอกและภายในของชิ้นงานรูปแบบทางเข้าที่ดีจะช่วยลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นภายหลังจากกระบวนการฉีดได้ดังแสดงในรูปที่ I
- ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องออกแบบรูปแบบทางเข้าพร้อมทั้งวิเคราะห์การไหลควบคู่กันไปในแต่ละรูปแบบเพื่อดูข้อแตกต่างที่จะเกิดขึ้นจากการวางตำแหน่งนั้นๆ ด้วย การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์จะให้ผลที่แม่นยำได้ก็ต่อเมื่อค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ป้อนเข้าไปในโปรแกรมมีความถูกต้องและตรงกับการทดลองฉีดจริง [5] การวางตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับชิ้นงานที่มีบานพับสิ่งที่ควรคำนึงมากที่สุดในการออกแบบแม่พิมพ์คือ รูปแบบทางเข้า จำนวนของทางเข้าและขนาดของทางเข้า ทางเข้าควรจะอยู่ในตำแหน่งส่วนที่หนาที่สุดของชิ้นงาน และเบ้าพิมพ์ส่วนใหญ่จะต้องถูกไหลเติมเต็มอย่างสมบูรณ์ก่อนที่จะถึงบริเวณบานพับ ทิศทางการไหลของพอลิเมอร์ในบริเวณบานพับควรจะตั้งฉากกับเส้นของบานพับ และการไหลผ่านบริเวณบานพับควรจะสม่ำเสมอมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้



รูปที่ I. ลักษณะการไหลผ่านบานพับ ก) ลักษณะการไหลที่เหมาะสม ข) ลักษณะการไหลที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากการวางตำแหน่งทางเข้า [6]

- การออกแบบบานพับ (Hinge) ความหนาของบานพับที่ดีควรจะอยู่ที่ประมาณ 0.3 - 0.5 มิลลิเมตร เพื่อให้ความหนาของบานพับสม่ำเสมอ ค่าพิกัดความเผื่อที่ดีควรจะอยู่ที่ ± 0.02 มิลลิเมตร

ความยาวของบานพับควรจะมีความยาวที่เหมาะสม โดยทั่วไปจะอยู่ที่ 0.75 – 1.5 มิลลิเมตร รายละเอียดแสดงในรูปที่ II ซึ่งสามารถเพิ่มขึ้นได้ถ้าต้องการมุมการพับที่มากขึ้น ส่วนโค้งในส่วนล่างของบานพับ ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยในการวางแนวทิศทางของโมเลกุลพอลิเมอร์ และมีความแข็งแรงของบานพับมากขึ้น พลาสติกชนิด PP เป็นพลาสติกที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับชิ้นงานที่มีบานพับ พลาสติกจำพวกนี้สามารถทนทานต่อการพับโดยไม่เกิดความเสียหายต่อชิ้นงาน อย่างไรก็ตามการควบคุมการไหลที่เกิดขึ้นในกระบวนการฉีดขึ้นรูปก็ส่งผลให้เกิดข้อบกพร่องของชิ้นงานเช่น ฉีดชิ้นงานไม่เต็ม (Short shot) หรือความแข็งแรงของชิ้นงานไม่ได้ตามกำหนด การเลือกตำแหน่งทางเข้าในการฉีดพลาสติก ส่งผลกับคุณภาพของชิ้นงานเช่นกัน



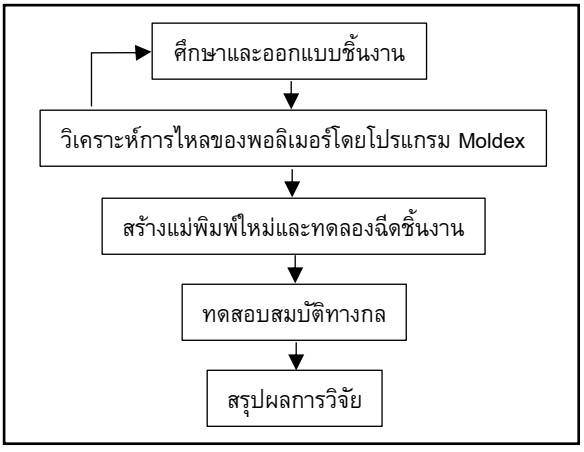
รูปที่ II. แสดงขนาดการออกแบบบานพับที่เหมาะสม [7]

ตารางที่ I. แสดงข้อมูลจำเพาะของพลาสติกชนิด Polypropylene (PP_Polimaxx 1100 NK)

MFI	Melt Temp.	Mold Temp.	Ejection Temp.	Freeze Temp.	Density
11g/10min	190-210 °C	40-70 °C	88 °C	108 °C	0.91g/cm³

V. วิธีดำเนินการวิจัย

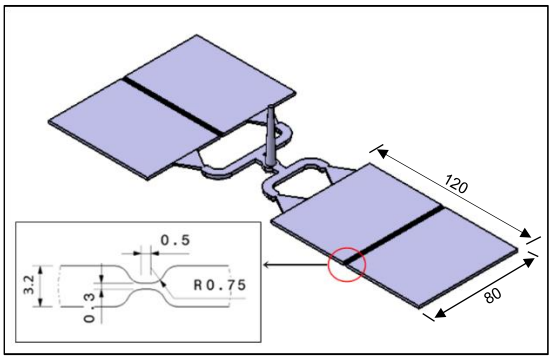
ขั้นตอนการวิจัย ในการดำเนินการวิจัยมีขั้นตอนการดำเนินการดังแสดงในรูปที่ III



รูปที่ III. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

V.I การศึกษาและออกแบบชิ้นงาน

การศึกษาการออกแบบชิ้นงานและการออกแบบบานพับ (Hinge) เพื่อให้แนวทางการไหลและมุมของการพับ เป็นไปตามที่ต้องการโดยใช้โปรแกรมช่วยในการออกแบบ การออกแบบชิ้นงานทดสอบและการวางตำแหน่งทางเข้าแสดงในรูปที่ IV ทางเข้าที่เลือกใช้คือ Fan Gage ใช้ทางเข้าจำนวน 2 ทางเข้าต่อ 1 ชิ้นงาน เนื่องจากจะส่งผลให้ได้ทิศทางการไหลของพอลิเมอร์ตามที่ต้องการ ทำการวิเคราะห์การไหลของพอลิเมอร์เพื่อตรวจสอบว่าแนวทางการไหลเป็นไปตามที่ต้องการหรือไม่



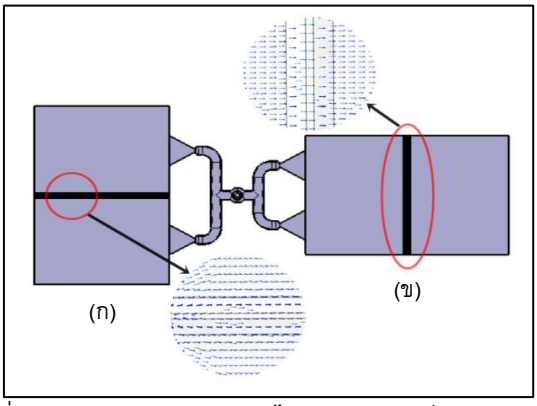
รูปที่ IV. รูปแบบตำแหน่งทางเข้าและขนาดของชิ้นงานที่ทำการทดลอง

V.I.I วิเคราะห์การไหลของพอลิเมอร์ด้วยโปรแกรม Moldex3D

ผู้วิจัยทดลองปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ในการฉีด โดยรายละเอียดแสดงในตารางที่ II ซึ่งค่าที่ได้จากการจำลองการฉีดในโปรแกรมวิเคราะห์จะถูกนำไปใช้อ้างอิงในการทดลองฉีดชิ้นงานจริง ซึ่งภายหลังจากการวิเคราะห์พบว่า แนวทางการไหลของพอลิเมอร์แบบที่ขนานกับบานพับจะเป็นในช่วงท้ายของชิ้นงานทดสอบเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ V ทางผู้วิจัยจึงได้รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ เพื่อนำไปใช้ในการทดลองฉีดชิ้นงานตัวอย่างและทดสอบคุณสมบัติทางกลต่อไป

ตารางที่ II. แสดงค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์โดยโปรแกรม Moldex3D

Flow Rate (%)	Injection Pressure (MPa)	Packing Pressure (MPa)	Melt Temp. (°c)	Mold Temp. (°c)
70	98	119	210	55



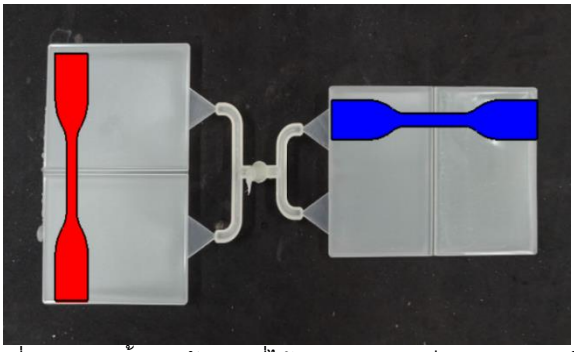
รูปที่ V. แสดงลักษณะแนวทางการไหลของพอลิเมอร์บริเวณบานพับ (ก) แนวทางการไหลขนานกับแนวของบานพับ (ข) แนวทางการไหลตั้งฉากกับแนวของบานพับ

V.I.II สร้างแม่พิมพ์และทดลองฉีดชิ้นงาน

แม่พิมพ์ที่ใช้เป็นแม่พิมพ์แบบ 2 แผ่นดังแสดงในรูปที่ VI นำไปทดลองฉีดด้วยเครื่องฉีด Battenfeld 1000/500 CDC แรงดันปิดแม่พิมพ์ 100 ตัน ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการฉีดชิ้นงานทดลองคือแรงดันฉีด 90 MPa แรงดันฉีดย้ำ 120 MPa และความเร็วในการฉีดเท่ากับ 60% (120 g/s) และ 90% (180 g/s) ได้ชิ้นงานตัวอย่างจากการทดลองฉีดแสดงในรูปที่ VII



รูปที่ VI. แสดงลักษณะของแม่พิมพ์ที่ผ่านกระบวนการขึ้นรูปแล้ว



รูปที่ VII. แสดงชิ้นงานตัวอย่างที่ได้จากการทดลองฉีดและตำแหน่งตัดชิ้นงานทดสอบ

การตัดชิ้นงานเพื่อนำไปทดสอบ หลังจากฉีดชิ้นงานจนได้ปริมาณเพียงพอที่จะนำไปทำการทดสอบแล้วทางผู้วิจัยจะนำชิ้นงานไปตัดเพื่อให้ได้ขนาดตามมาตรฐาน ASTM D638 Type IV ก่อนนำชิ้นงานไปทำการทดสอบสมบัติทางกลต่อไป โดยใช้เครื่องกัด CNC เป็นเครื่องมือใช้ตัดชิ้นงานแทน ระยะที่จะทำการตัดได้อ้างอิงมาจากการวิเคราะห์การไหลของพอลิเมอร์ดังแสดงในรูปที่ VII หลังจากตัดชิ้นงานแล้วจะได้ชิ้นงานตามรูปที่ VIII พร้อมที่จะนำไปทำการทดสอบสมบัติทางกลต่อไป



รูปที่ VIII. แสดงชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการกัดขึ้นรูปด้วยเครื่อง CNC

V.I.III ทดสอบสมบัติทางกล

การทดสอบสมบัติทางกลงานวิจัยนี้จะมี 2 วิธีการทดสอบ คือ

V.I.III.I กระบวนการทดสอบแบบ Tensile Test โดยจะนำชิ้นงานตัวอย่างที่ผ่านการตัดให้ได้ตามมาตรฐานมาทำการทดสอบได้ทันที โดยจะทำการทดสอบทั้งหมด 16 ชิ้นงานตัวอย่างด้วยกัน รายละเอียดแสดงในตารางที่ III โดยใช้เครื่องมือทดสอบยี่ห้อ Testometric รุ่น M500-25AT ทำการทดสอบ Tensile Test

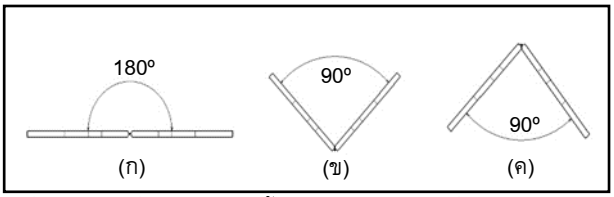
ตารางที่ III. แสดงรูปแบบและเงื่อนไขที่ใช้ในการทดสอบแบบ Tensile Test

	0 (ไม่พับ)	
ชิ้นงานฉีดที่ความเร็ว 60%	ตั้งฉาก 4 ตย.	ขนาน 4 ตย.
ชิ้นงานฉีดที่ความเร็ว 90%	ตั้งฉาก 4 ตย.	ขนาน 4 ตย.

V.I.III.II กระบวนการทดสอบแบบ Fatigue Test + Tensile Test โดยจะทำการทดสอบ Fatigue Test ก่อนด้วยวิธีการพับชิ้นงานเมื่อได้ตามจำนวนครั้งที่ต้องการจึงนำไปทดสอบ Tensile Test ต่อ เพื่อดูแนวโน้มการสูญเสียความแข็งแรงในแต่ละรูปแบบ ในงานวิจัยนี้จะทำการพับแบบ 6,000 ครั้งและการพับแบบ 30,000 ครั้งรายละเอียดแสดงในตารางที่ IV ในแต่ละรูปแบบการพับจะทดสอบทั้งหมด 4 ชิ้นงานตัวอย่าง เพื่อนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย โดยการพับชิ้นงานมีเงื่อนไขในการพับดังนี้ ชิ้นงานจะถูกพับเป็นมุมรวมทั้งหมด 90 ° ดังแสดงในรูปที่ IX การพับจะทดสอบโดยใช้เครื่องทดสอบที่ทางผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมาเองตามรูปทรงของชิ้นงานทดสอบ ซึ่งจะทำการทดสอบที่อัตราการพับ 125 ครั้ง/นาที และใช้แรงในการพับเท่ากับ 240 นิวตัน

ตารางที่ IV. แสดงรูปแบบและเงื่อนไขที่ใช้ในการทดสอบแบบ Fatigue Test + Tensile Test

	พับ 6,000 ครั้ง		**พับ 30,000 ครั้ง**	
ชิ้นงานฉีดที่ความเร็ว 60%	ตั้งฉาก 4 ตย.	ขนาน 4 ตย.	ตั้งฉาก 4 ตย.	ขนาน 4 ตย.
ชิ้นงานฉีดที่ความเร็ว 90%	ตั้งฉาก 4 ตย.	ขนาน 4 ตย.	ตั้งฉาก 4 ตย.	ขนาน 4 ตย.



รูปที่ IX. แสดงเงื่อนไขการพับชิ้นงานทดสอบ (ก) เครื่องมือพร้อมทดสอบ (ข) เครื่องมือทดสอบเลื่อนขึ้น (ค) เครื่องมือทดสอบเลื่อนลง

เมื่อพับชิ้นงานได้ตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้แล้วทางผู้วิจัยได้นำชิ้นงานทั้งหมด ไปทำการทดสอบความต้านทานแรงดึง (Tensile Test) ต่อ โดยใช้เครื่องยี่ห้อ Testometric รุ่น M500-25AT ดังแสดงในรูปที่ X ความเร็วที่ใช้ในการดึง 2 มิลลิเมตร/นาที เพื่อดูผลกระทบที่เกิดขึ้นจากเงื่อนไขที่ตั้งไว้ในตารางที่ III และ IV

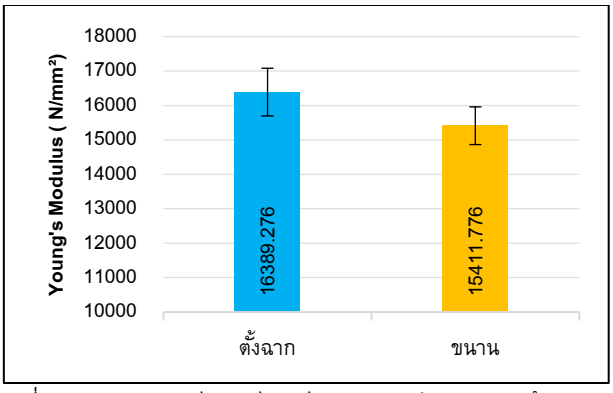


รูปที่ X. แสดงเครื่องมือทดสอบความต้านทานแรงดึง (Tensile Test)

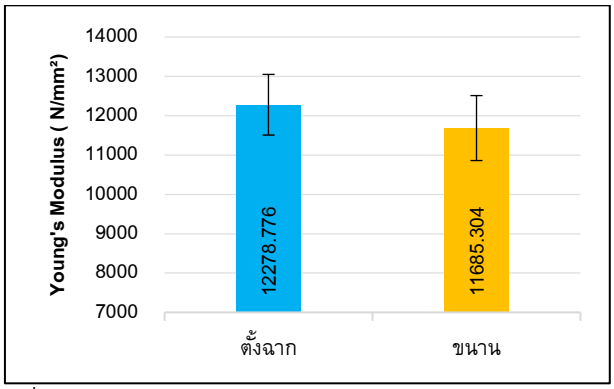
VI. ผลการวิจัย

VI.I ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการไหลของพอลิเมอร์แบบตั้งฉากและขนานกับแนวของบานพับ

การทดสอบ Tensile Test จากการทดลองชิ้นงานตัวอย่างของความเร็วฉีดที่ 60 % พบว่าชิ้นงานที่มีทิศทางการไหลของพอลิเมอร์ขนานกับบานพับ มีความต้านทานแรงดึงน้อยกว่าชิ้นงานที่มีทิศทางการไหลของพอลิเมอร์ตั้งฉากกับบานพับ ประมาณ 6% รายละเอียดการเปรียบเทียบระหว่าง 2 ทิศทางการไหลแสดงในรูปที่ XI ส่วนค่าที่ได้จากการทดลองชิ้นงานตัวอย่างของความเร็วฉีดที่ 90 % พบว่าชิ้นงานที่มีทิศทางการไหลของพอลิเมอร์ขนานกับบานพับ มีความต้านทานแรงดึงน้อยกว่าชิ้นงานที่มีทิศทางการไหลของพอลิเมอร์ตั้งฉากกับบานพับ ประมาณ 5.26% รายละเอียดการเปรียบเทียบระหว่าง 2 ทิศทางการไหลแสดงในรูปที่ XII



รูปที่ XI. แสดงรายละเอียดเปรียบเทียบค่าความต้านทานแรงดึงระหว่างการไหลของพอลิเมอร์แบบตั้งฉากและแบบขนานกับแนวของบานพับโดยใช้ความเร็วฉีดที่ 60%



รูปที่ XII. แสดงรายละเอียดเปรียบเทียบค่าความต้านทานแรงดึงระหว่างการไหลของพอลิเมอร์แบบตั้งฉากและแบบขนานกับแนวของบานพับโดยใช้ความเร็วฉีดที่ 90%

VI.II ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากความเร็วฉีดที่ต่างกันระหว่าง 60% และ 90%

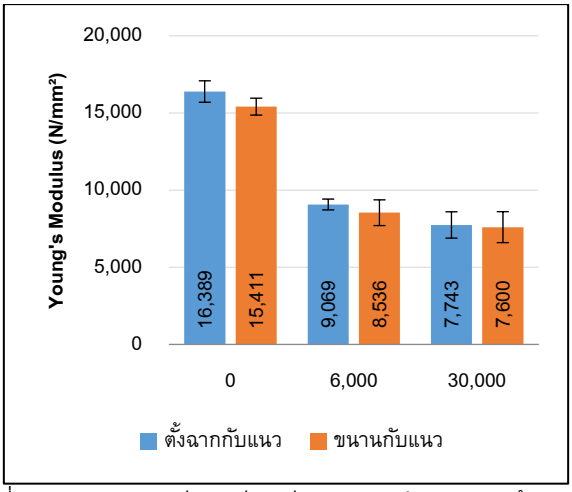
จากการทดลองปรับค่าพารามิเตอร์ความเร็วในการฉีดชิ้นงานตัวอย่างที่ 60% และ 90% พบว่าชิ้นงานตัวอย่างในส่วนของการไหลแบบตั้งฉากกับบานพับที่ได้จากการฉีดที่ความเร็วฉีด 60% มีค่า Young's Modulus มากกว่าชิ้นงานตัวอย่างที่ได้จากการฉีดที่ความเร็วฉีด 90% ประมาณ 25.08% และในส่วนชิ้นงานตัวอย่างที่มีการไหลแบบขนานกับบานพับที่ได้จากการฉีดที่ความเร็วฉีด 60% มีค่า Young's Modulus มากกว่าชิ้นงานตัวอย่างที่ได้จากการฉีดที่ความเร็วฉีด 90% ประมาณ 24.18% จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ความเร็วฉีดมีผลกับความแข็งแรงของบานพับในด้านของความต้านทานแรงดึง

VI.III ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบความล้าตัวโดยการพับที่ 6,000 และ 30,000 ครั้ง

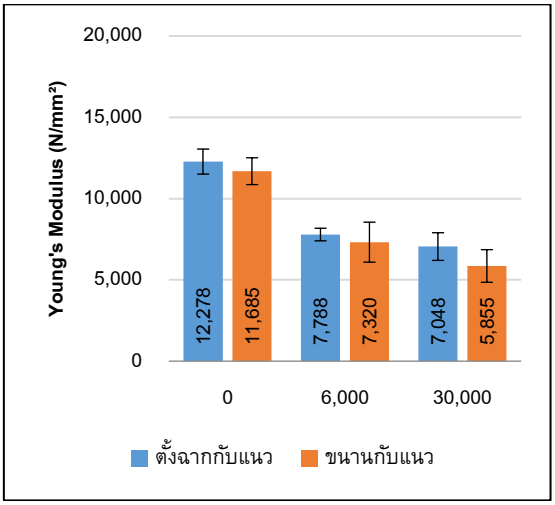
จากการทดสอบแบบ Fatigue Test + Tensile Test ชิ้นงานตัวอย่างที่ใช้ความเร็วฉีด 60% เฉพาะชิ้นงานที่มีทิศทางการไหลแบบตั้งฉากกับบานพับ ผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงการสูญเสียไปของค่าความต้านทานแรงดึงเมื่อชิ้นงานตัวอย่างถูกพับ ชิ้นงานตัวอย่างที่พับ 6,000 ครั้งมีความต้านทานแรงดึงลดลง 44.66% เมื่อเทียบกับชิ้นงานที่ไม่ได้ผ่านการพับ และชิ้นงานตัวอย่างที่พับ 30,000 ครั้ง มีความต้านทานแรงดึงลดลง 52.75% เมื่อเทียบกับชิ้นงานที่ไม่ได้ผ่านการพับ ชิ้นงานตัวอย่างที่พับ 6,000 กับ 30,000 ครั้ง มีความต้านทานแรงดึงลดลงไป 8.09% แสดงให้เห็นว่าชิ้นงานตัวอย่างที่ผ่านการพับจะมีความต้านทานแรงดึงลดลงมากเนื่องจากชิ้นงานถูกทำให้เสียรูปไปจากการพับ และเมื่อชิ้นงานถูกพับไปแล้วความต้านทานแรงดึงจะลดลงตามจำนวนครั้งในการพับแต่จะไม่ลดลงมาก ส่วนชิ้นงานตัวอย่างที่มีทิศทางการไหลแบบขนานกับบานพับ ชิ้นงานตัวอย่างที่พับ 6,000 ครั้งมีความต้านทานแรงดึงลดลง 44.61% เมื่อเทียบกับชิ้นงานที่ไม่ได้ผ่านการพับ และชิ้นงานตัวอย่างที่พับ 30,000 ครั้ง มีความต้านทานแรงดึงลดลง 50.68% เมื่อเทียบกับชิ้นงานที่ไม่ได้ผ่านการพับ ชิ้นงานตัวอย่างที่พับ 6,000 กับ 30,000 ครั้ง จะมีความต้านทานแรงดึงลดลงไป 6.07% การเปรียบเทียบผลการทดลองจากชิ้นงานตัวอย่างที่ฉีดด้วยความเร็ว 60% แสดงในรูปที่ XIII

ชิ้นงานตัวอย่างที่ใช้ความเร็วฉีด 90% เฉพาะชิ้นงานที่มีทิศทางการไหลตั้งฉากกับบานพับ ผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงการสูญเสียไปของค่าความต้านทานแรงดึงที่ใกล้เคียงกับชิ้นงานตัวอย่างที่ใช้ความเร็วฉีด 60% ชิ้นงานตัวอย่างที่พับ 6,000 ครั้งมีความต้านทานแรงดึงลดลง 36.57% เมื่อเทียบกับ

ชิ้นงานที่ไม่ได้ผ่านการพับ และชิ้นงานตัวอย่างที่พับ 30,000 ครั้ง มีความต้านทานแรงดึงลดลง 42.59% เมื่อเทียบกับชิ้นงานที่ไม่ได้ผ่านการพับ ชิ้นงานตัวอย่างที่พับ 6,000 กับ 30,000 ครั้ง มีความต้านทานแรงดึงลดลงไป 6.02% ส่วนชิ้นงานตัวอย่างที่มีทิศทางการไหลแบบขนานกับบานพับ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าชิ้นงานตัวอย่างที่พับ 6,000 ครั้งมีความต้านทานแรงดึงลดลง 37.35% เมื่อเทียบกับชิ้นงานที่ไม่ได้ผ่านการพับ และชิ้นงานตัวอย่างที่พับ 30,000 ครั้ง มีความต้านทานแรงดึงลดลง 49.89% เมื่อเทียบกับชิ้นงานที่ไม่ได้ผ่านการพับ ชิ้นงานตัวอย่างที่พับ 6,000 กับ 30,000 ครั้ง จะมีความต้านทานแรงดึงลดลงไป 12.54% การเปรียบเทียบผลการทดลองจากชิ้นงานตัวอย่างที่ฉีดด้วยความเร็ว 90% แสดงในรูปที่ XIV



รูปที่ XIII. แสดงรายละเอียดเปรียบเทียบค่าความต้านทานแรงดึงระหว่างการไหลของพอลิเมอร์แบบตั้งฉากและแบบขนานกับแนวของบานพับโดยใช้ความเร็วฉีดที่ 60%



รูปที่ XIV. แสดงรายละเอียดเปรียบเทียบค่าความต้านทานแรงดึงระหว่างการไหลของพอลิเมอร์แบบตั้งฉากและแบบขนานกับแนวของบานพับโดยใช้ความเร็วฉีดที่ 90%

VII. สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าชิ้นงานที่มีทิศทางการไหลขนานกับบานพับจะมีความแข็งแรงน้อยกว่าชิ้นงานที่มีทิศทางการไหลตั้งฉากกับบานพับ ประมาณ 6% การเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ความเร็วในการฉีดจะส่งผลกระทบต่อความแข็งแรงของบานพับด้วยเช่นกัน ชิ้นงานตัวอย่างที่ถูกพับจะสูญเสียความแข็งแรงไปประมาณ 40% เมื่อเทียบกับชิ้นงานที่ไม่ได้พับและเมื่อชิ้นงานตัวอย่างเริ่มพับไปแล้ว ความต้านทานแรงดึงจะค่อยๆ ลดลงตามจำนวนครั้งในการพับจนชิ้นงานขาดออกจากกัน ทั้งนี้การที่จะทำให้ทิศทางการไหลขนานไปกับบานพับได้นั้น จะต้องมีเงื่อนไขในการออกแบบพอสมควรและควรตรวจสอบทิศทางการไหลผ่านโปรแกรมวิเคราะห์การไหลด้วย

VIII. ข้อเสนอแนะ

การนำเนื้อหางานวิจัยฉบับนี้ไปอ้างอิงหรือใช้ในงานอุตสาหกรรมต้องคำนึงถึงรูปร่างและความซับซ้อนของชิ้นงานที่จะนำมาอ้างอิงรวมถึงทิศทางการไหลของพอลิเมอร์ในชิ้นงานนั้นด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการช่วยเหลือในการสร้างเครื่องมือทดสอบโดยเจ้าหน้าที่จากศูนย์วิจัยและพัฒนาแม่พิมพ์และดายพลาสติกมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือรวมถึงบริษัท โมลเด็กซ์ทรีดี จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์โปรแกรมจำลองการไหล (Moldex3D)

เอกสารอ้างอิง

[1] H.S. Kim and J.S. son, “Gate location design in injection molding of an automobile junction box with integral hinges,” Materials Processing Technology, Vol. 140, pp. 110-115, 2003.

[2] วัชระ ลายลักษณ์, “การศึกษาการใช้ CAE เพื่อลดน้ำหนักชิ้นงานในการฉีดพลาสติกรูปทรง 3 มิติ โดยใช้ก๊าซช่วยฉีด,” ศรีปทุมปริทัศน์, ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, หน้า 100-108, 2557.

[3] R.A. Tatara et al, “Modeling the injection molding processing of a polypropylene closure having an integral hinge,” Materials Processing Technology, Vol. 176, pp. 200-204, 2006.

[4] Pengcheng Xie et al, “Effect of gate size on the melt filling behavior and residual stress of injection molded parts,” Materials and Design, Vol. 53, pp. 366-372, 2014.

[5] Mehdi Moayyedian et al, “Improved gate system for scrap reduction in injection molding Processes,” 2nd International Materials Industrial and Manufacturing Engineering Conference, MIMEC2015, Bali Indonesia, 4-6 February 2015, pp. 246 – 250.

[6] ชาลี ตระการกูล, *การออกแบบผลิตภัณฑ์พลาสติก,* มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ, 2015.

[7] Paul A. Tres, *Designing Plastic Parts for Assembly*, Carl Hancer Verlag, Munich, 2017.

การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการปรับสมดุลของคลัตช์แรงเหวี่ยง กรณีศึกษา กระบวนการผลิตเกียร์อัตโนมัติของรถจักรยานยนต์

The Study of Factors Affecting on Centrifugal Clutch Balancing Case Study: Manufacturing Process of Automatic Motorcycle Clutch

ศุภชัย ช่อทับทิม
Supachai Chotabtim
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Faculty of engineering, Thai-Nichi Institute of Technology
กรุงเทพมหานคร/Bangkok
ch.supachai_st@tni.ac.th

พรชัย นิเวศน์รังสรรค์
Pornchai Nivesrangsan
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Faculty of engineering, Thai-Nichi Institute of Technology
กรุงเทพมหานคร/Bangkok
pornchai@tni.ac.th

บทคัดย่อ — ความไม่สมดุลของคลัตช์แรงเหวี่ยงเกียร์อัตโนมัติเป็นปัจจัยสำคัญในการทำงานของคลัตช์เพื่อให้รถมีสเถียรภาพในการขับขี่มากยิ่งขึ้น ในกระบวนการผลิตจำเป็นจะต้องทำการปรับสมดุลเพื่อให้ค่าความไม่สมดุลของคลัตช์มีค่าน้อยที่สุด การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ปรับปรุงกระบวนการปรับสมดุลคลัตช์และศึกษาอิทธิพลปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้คลัตช์เกิดความไม่สมดุลในชุดพูเล่ที่ 2 หรือชุดพูเล่ล้อหลัง (พูเล่ สปริง และ ชุดคลัตช์) ของรถจักรยานยนต์เกียร์อัตโนมัติ เนื่องจากกระบวนการผลิตนี้มีผลผลิตต่ำและเป็นกระบวนการที่เกิดคอขวด นอกจากนี้ถ้าชิ้นงานที่ปรับสมดุลไม่ผ่านจะต้องทำการปรับสมดุลซ้ำด้วยการเจาะลดน้ำหนักส่วนเกินออก การศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้วิธีทากูชิในการออกแบบและวิเคราะห์ผลการทดลอง ปัจจัยของชิ้นส่วนที่มีผลต่อการปรับสมดุลของคลัตช์ประกอบด้วย 3 ปัจจัย ได้แก่ 1) ความไม่สมดุลของชุดส่วนประกอบหลักของคลัตช์ 2) ความไม่สมดุลของชุดส่วนประกอบย่อยของคลัตช์ และ (3) ความไม่สมดุลของสปริง การศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลองแบบทากูชิ L_8 (2^3) กำหนดค่าปัจจัยความไม่สมดุลไว้ 2 ระดับคือค่าต่ำและค่าสูง ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ปัจจัยที่ทำให้ค่าความไม่สมดุลของของชุดพูเล่ล้อหลังมีค่าน้อยที่สุด คือ ค่าความไม่สมดุลของชุดส่วนประกอบหลักของคลัตช์ที่มีค่าระดับปัจจัยต่ำเท่ากับ 5.01 g.cm ค่าความไม่สมดุลของชุดส่วนประกอบย่อยของคลัตช์ที่มีค่าระดับปัจจัยสูงเท่ากับ 6.03 g.cm และค่าความไม่สมดุลของสปริงที่มีค่าระดับปัจจัยสูงเท่ากับ 3.27 g.cm และชิ้นงานที่ต้องทำการสมดุลซ้ำลดลงจากเดิมที่ 60- 65% เหลือเพียง 40%

คำสำคัญ — วิธีทากูชิ, ความไม่สมดุล, คลัตช์, การออกแบบการทดลอง

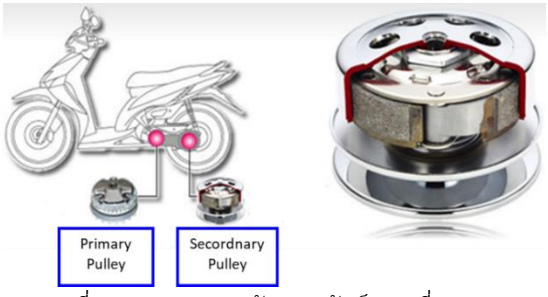
Abstract **— The unbalance of automatic centrifugal clutch is the main factor for clutch operation and giving the motorcycle more stability in driving. In manufacturing process, it needs to balance the clutch in order to give a minimum unbalance value. This study aimed to improve clutch balance process and also study influence of various factors that cause the secondary pulley assembly (Pully, Spring and Clutch assembly) of automatic motorcycle to be imbalanced. This process is a bottleneck process with low productivity. In addition, the NG part needs to be rebalanced by drilling to reduce excess weight. Thus, this study was to design and analysis of experiment using Taguchi method. There are three factors that affect clutch balancing such as (1) Unbalancing of Clutch carrier assembly (2) Unbalancing of Clutch sub assembly and (3) Unbalancing of spring. This study was applied experimental design using Taguchi L8 (2^3) method with 2 levels of unbalanced values i.e. maximum and minimum. It is found that to minimize unbalance weight value of secondary pulley assembly. Unbalanced weight value of clutch carrier assembly was at minimum value of 5.01 g.cm. Unbalanced weight values of clutch sub assembly and spring were at maximum values of 6.03 and 3.27 g.cm, respectively. The rebalanced work of NG parts was found to reduce from 60-65% to 40% and also rework cost was improved.**

Keywords **— Taguchi method, Unbalance, Clutch, Experimental design**

I. บทนำ

ตลาดรถจักรยานยนต์ของโลกมีความนิยมใช้งานอยู่ในประเทศแถบภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก ซึ่งมีสัดส่วนการจำหน่ายในภูมิภาคนี้มากกว่า 80% ของปริมาณการจำหน่ายทั่วโลก ส่งผลทำให้แต่ละปีค่ายรถระดับโลกย้ายฐานการผลิตรถจักรยานยนต์เข้ามาอยู่ใกล้ตลาดเป้าหมายเพื่อลดต้นทุนในการขนส่ง ตั้งแต่ช่วงทศวรรษที่ 1960 เป็นต้นมา ปัจจุบันฐานการผลิตรถจักรยานยนต์ของโลกส่วนใหญ่จะอยู่ในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก โดยไทยมีสถานะเป็นประเทศผู้ผลิตรถจักรยานยนต์สำคัญอันดับ 5 ของโลกรองจากจีน อินเดีย อินโดนีเซีย และเวียดนาม ตามลำดับ [1]

คลัตช์เป็นชิ้นส่วนสำคัญในรถจักรยานยนต์ซึ่งมีหน้าที่ในการตัดและต่อกำลังระหว่างชุดเฟืองเกียร์กับเครื่องยนต์ คลัตช์เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้รถมีสเถียรภาพในการขับขี่มากยิ่งขึ้น คลัตช์รถจักรยานยนต์เกียร์อัตโนมัติมีส่วนประกอบที่สำคัญดังรูปที่ 1 คือ ชุดพูเล่ล้อหน้า (Primary pulley assembly หรือ Primary pulley assy.) และชุดพูเล่ล้อหลัง (Secondary pulley assembly หรือ Secondary pulley assy.) งานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกศึกษาเฉพาะชุดคลัตช์พูเล่หลัง (ยกเว้น Clutch housing component) เนื่องจากเป็นชุดสำคัญในการส่งถ่ายกำลังของคลัตช์แรงเหวี่ยงที่ทำให้รถมีเสถียรภาพในการขับขี่มากยิ่งขึ้นและเป็นชิ้นส่วนที่ลูกค้ากำหนดค่าควบคุมไว้ ชุดคลัตช์พูเล่หลังประกอบไปด้วย 4 ชิ้นส่วนหลักคือ 1) ชุดส่วนประกอบหลักของคลัตช์ (Carrier assembly) 2) ส่วนประกอบย่อยของชุดคลัตช์ (Sub assembly) 3) สปริง (Spring) และ 4) ชุดฝาครอบคลัตช์ (Clutch housing component)



รูปที่ 1. ส่วนประกอบหลักของคลัตช์แรงเหวี่ยง

จากกรณีศึกษา คลัตช์รถจักรยานยนต์แบบเกียร์อัตโนมัติของบริษัทแห่งหนึ่ง พบว่า ปัญหาเรื้อรังที่พบในกระบวนการผลิตคลัตช์คือ การตรวจพบงานเสียที่จะต้องทำการปรับสมดุลซ้ำโดยการเอามวลของชิ้นส่วนออกโดยทำการปรับสมดุลด้วยความเร็วรอบสูงถึง 1,400 รอบต่อนาที โดยชิ้นงานดีที่ผ่านการปรับสมดุลตามค่าที่กำหนดไว้คือ ค่าความไม่สมดุลมีค่า ≤ 7.7 g.cm การปรับสมดุลเป็นกระบวนการตรวจสอบหลังจากที่ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของชุดคลัตช์ซึ่งมีทั้งชิ้นส่วนที่อยู่นิ่งและชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ได้นำมาประกอบรวมกันแล้ว การปรับสมดุลจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อทำให้ชิ้นส่วนประกอบอื่น ๆ ของระบบขับเคลื่อนของรถจักรยานยนต์ไม่ถูกผลกระทบของการสั่นสะเทือนเนื่องจากการไม่สมดุลของชุดคลัชต์

ปัจจุบันกระบวนการปรับสมดุลคลัตช์รถจักรยานยนต์เกียร์อัตโนมัติจะใช้หลักการของสมดุลสถิตย์ (Static Balancing) ซึ่งจะตรวจสอบด้วยเครื่องปรับสมดุลแกนแนวตั้ง (Vertical-Axis Balancing Machine) วิธีการปรับสมดุลคลัตช์จะเริ่มต้นจากการนำชิ้นงานเข้าเครื่องปรับสุมดล เครื่องจะทำงานด้วยการหมุนชิ้นงานที่ความเร็ว 1,400 รอบต่อนาทีเพื่อตรวจสอบตำแหน่งที่ไม่สมดุลของชิ้นงาน เมื่อเครื่องได้ตรวจวัดและประมวลผลเสร็จแล้ว เครื่องจะรายงานผลผลลัพท์ของมวลส่วนเกิน และตำแหน่งการเกิดความไม่สมดุลที่หน้าจอแสดงผล ถ้าชิ้นงานมีค่าความไม่สมดุลเกินค่าควบคุมที่ 7.7 g.cm. ตามที่กำหนดไว้ ชิ้นงานนี้จะต้องทำการเจาะเอามวลส่วนเกินออกด้วยเครื่องเจาะ (Drilling Machine) และจะต้องทำการตรวจสอบค่าความไม่สมดุลซ้ำอีกครั้ง ชุดคลัตช์พูเล่หลังมีความซับซ้อนของชิ้นส่วนซึ่งมีทั้งชิ้นส่วนที่อยู่นิ่งและเคลื่อนที่จึงทำให้มีปัจจัยหลายอย่างที่ส่งผลต่อค่าความไม่สมดุล วิธีการที่ใช้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อชิ้นงานมีการใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) ด้วยวิธีทากูชิ (Taguchi Method) มาช่วยวิเคราะห์ ตัวอย่างงานวิจัยที่ผ่านมา Park และคณะ [2] ได้ประยุกต์วิธีทากูชิเพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมของการออกแบบแม่พิมพ์ของกระบวนการลากขึ้นรูปของดุมดรัมคลัตช์ (Drum clutch hub) ในอุตสาหกรรมยานยนต์ วิธีทากูชิได้มีการประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตโดย Toma [4] เพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสมต่อกระบวนการเชื่อมดรัมคลัตช์สำหรับชุดส่งกำลังของรถยนต์ การศึกษาเกี่ยวกับวัสดุของผลิตภัณฑ์ Li และ คณะ [5] ได้ประยุกต์ใช้วิธีทากูชิเพื่อศึกษาวัสดุที่เหมาะสมสำหรับทำผ้าคลัตช์ นอกจากนี้กระบวนการขึ้นรูปต่าง ๆ ยังสามารถประยุกต์วิธีทากูชิเพื่อหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปด้วย เช่น งานกลึง [6] เป็นต้น

งานวิจัยต่าง ๆ ที่กล่าวข้างต้นได้นำวิธีทากูชิมาแก้ปัญหา หรือปรับปรุงกระบวนการผลิต และได้ผลลัพท์ที่เป็นปัจจัยที่ทำให้ผลผลิตและกระบวนการผลิตดีขึ้น งานวิจัยนี้จึงต้องการประยุกต์ใช้วิธีทากูชิเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการปรับสมดุลซ้ำของชุดคลัตช์แรงเหวี่ยงสำหรับรถจักรยานยนต์เกียร์อัตโนมัติ เนื่องจากกระบวนปรับสมดุลเกิดปัญหาคอขวดซึ่งมีงานเสียที่ต้องทำการปรับสมดุลซ้ำโดยการเอามวลของชิ้นงานออก ดังนั้นผู้วิจัยต้องการปรับปรุงคุณภาพและลดปัญหาคอขวดเนื่องจากต้องทำการการตรวจสอบค่าความไม่สมดุลซ้ำของชุดคลัตช์พูเล่หลังที่ไม่มีชุดฝาครอบคลัตช์ เพื่อทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตได้มากขึ้น ลดเวลาสูญเสีย และยังสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตของบริษัทได้อีกด้วย

II. ทฤษฎีและหลักการ

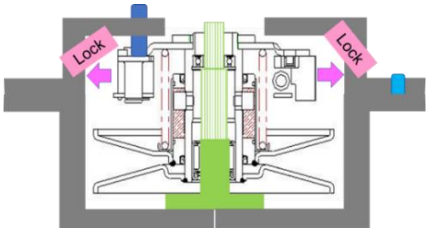
II.I การปรับสมดุลคลัตช์

ปัจจุบันกระบวนการปรับสมดุลคลัตช์รถจักรยานยนต์เกียร์อัตโนมัติจะใช้หลักการของสมดุลสถิตย์ ด้วยเครื่องปรับสมดุลแนวตั้งดังรูปที่ 2 วิธีการตรวจสอบค่าความไม่สมดุลของชุดคลัตช์จะเริ่มจากนำชุดคลัตช์เข้าเครื่องปรับสุมดล เมื่อชุดคลัตช์เริ่มหมุน ชุดแผ่นผ้าคลัตช์ (Shoe clutch) ทั้ง 3 ชิ้น จะค่อย ๆ เหวี่ยงออกเข้าไปล็อคกับเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของจิ๊กหรือฝาคลอบชุดคลัตช์ดังรูปที่ 3 เครื่องทดสอบจะทำการปรับสมดุลด้วยความเร็วรอบคงที่ 1,400 รอบต่อนาที ผลการตรวจสอบจะแสดงที่จอภาพ ถ้าหากค่าความไม่สมดุลเกินค่าที่กำหนดที่ 7.7 g.cm จะทำการเจาะเอาน้ำหนักส่วนเกินออกจากชุดคลัตช์และทำการปรับสมดุลชุดคลัตช์ซ้ำใหม่อีกครั้ง การพิจารณาว่าชิ้นงานดีหรือชิ้นงานที่ต้องทำซ้ำ (Rework) หรือชิ้นงานที่ต้องทำการปรับสมดุลซ้ำโดยพิจารณาจากผลการตรวจสอบค่าความไม่สมดุลของชุดคลัตช์ที่รอบแรกคือ ชิ้นงานดีจะผ่านการปรับสมดุลเพียงรอบเดียว เนื่องจากค่าความไม่สมดุลมีค่าตามที่กำหนดไว้คือไม่เกิน 7.7 g.cm และส่วนของงานที่ต้องทำซ้ำ จะต้องผ่านกระบวนการ

ปรับสมดุลซ้ำและเจาะเอาน้ำหนักส่วนเกินออก ซึ่งค่าความไม่สมดุลที่ไม่ได้ตามค่าที่กำหนดไว้ตั้งแต่ 7.7 g.cm ถึง 20 g.cm ผลการตรวจสอบพบว่าชิ้นงานที่ผ่านการปรับสมดุลเพียงรอบเดียวคิดเป็นเปอร์เซนต์ประมาณ 35% ถึง 40% ของชิ้นงานทั้งหมด และชิ้นงานที่ต้องทำการปรับสมดุลซ้ำมีประมาณ 60% ถึง 65% ของชิ้นงานทั้งหมด ปัญหาของชิ้นงานที่ต้องปรับสมดุลซ้ำนี้ส่งผลให้ฝ่ายผลิตไม่สามารถประเมินการผลิตที่แน่นอนได้ และยังพบว่าหากกระบวนการผลิตนี้มีงานที่ต้องทำซ้ำในปริมาณมากจะทำให้กระบวนการนี้เป็นคอขวด ชิ้นงานที่ต้องทำการปรับสมดุลซ้ำนี้อาจมีสาเหตุจากกระบวนการผลิตของแต่ละชิ้นส่วนย่อย เช่น ชิ้นงานมีรูปร่างไม่กลมตามแบบที่กำหนด รูปร่างของชิ้นส่วนมีความซับซ้อน ชิ้นส่วนเคลื่อนที่มีหลายชิ้น วัสดุมีความหนาแน่นไม่เท่ากัน เป็นต้น การปรับสมดุลของชุดคลัตช์จะมีปัจจัยหลายอย่างที่ส่งผลต่อค่าความไม่สมดุล ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกวิธีการทากูชิเพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมของกระบวนการปรับสมดุล โดยการออกแบบแผนการทดลองตารางออโทโกนอลหรือตารางแนวฉาก (Orthogonal array)



รูปที่ 2. เครื่องปรับสมดุลแนวตั้ง



รูปที่ 3. หลักการปรับสมดุลคลัตช์แรงเหวี่ยง

II.II วิธีการของทากูชิ

วิธีการของทากูชิเป็นเครื่องมือเชิงคุณภาพเป็นการลดการสูญเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพตามเป้าหมาย และเป็นเครื่องมือที่ช่วยปรับปรุงและพัฒนากระบวนการได้อย่างมีประสิทธิภาพ [6-9] เพื่อเลือกปัจจัยที่เหมาะสมของกระบวนการโดยการออกแบบแผนการทดลองด้วยตารางแนวฉาก เพื่อลดจำนวนการทดลองให้เหมาะสมกับเงื่อนไขที่กำหนด [5] การประยุกต์ใช้วิธีทากูชิเพื่อแก้ปัญหานั้นจะต้องมีการกำหนดค่าตัวแปรและค่าปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ ค่าตัวแปรนำเข้า (Input) ปัจจัยที่ควบคุมได้ (Controllable factors) ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ (Uncontrollable factures) และ ผลลัพท์ที่ได้ (Output) ซึ่งจะมีค่าต่าง ๆ และปัจจัยที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัญหาและกระบวนการที่ต้องการศึกษา ตัวอย่างการใช้วิธีทากูชิสำหรับปรับปรุงและแก้ปัญหากระบวนการผลิตคลัตช์ในอุตสาหกรรมยานยนต์ เช่น Park และคณะ [2] ได้ประยุกต์ใช้วิธีทากูชิเพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมของการทดลองของกระบวนการลากขึ้นรูปของดุมดรัมคลัตช์ (Drum clutch hub) ในอุตสาหกรรมยานยนต์ เพื่อนำปัจจัยที่วิเคราะห์ได้ไปสร้างแม่พิมพ์และทำการทดลองเพื่อวัดความหนาของมุมส่วนโค้งของดรัมคลัตช์และเปรียบเทียบกับผลที่วิเคราะห์ได้จากระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ การศึกษานี้จะศึกษาแม่พิมพ์ลากขึ้นรูปที่กำหนดปัจจัยไว้ 5 ค่า คือ รัศมีมุมส่วนโค้งของแม่พิมพ์ 2 ค่า และมุมเอียงของแม่พิมพ์อีก 3 ค่า และแต่ละปัจจัยได้แบ่งออกเป็น 4 ระดับ โดยพิจารณาผลของค่าสูงสุดของค่าความเค้นและค่าความเครียส ซึ่งการวิเคราะห์นี้จะใช้ตารางแนวฉาก L16 เพื่อวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนสัญญาณต่อสิ่งรบกวน โดยใช้เงื่อนไขค่ายิ่งน้อยยิ่งดี (Smaller-the-better) จากผลการศึกษาพบว่า การใช้วิธีทากูชิเพื่อหาเงื่อนไขสำหรับการทำแม่พิมพ์ทดสอบของกระบวนการลากขึ้นรูปของดรัมคลัตช์และเปรียบเทียบผลของความหนาของมุมส่วนโค้งของแม่พิมพ์ระหว่างชิ้นงานจริงและการจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ มีค่าแตกต่างกันเพียง 3.5% นอกจากนี้ Toma E. [3] ได้ประยุกต์วิธีทากูชิเพื่อใช้หาเงื่อนไขที่เหมาะสมต่อกระบวนการเชื่อมดรัมคลัตช์สำหรับชุดส่งกำลังของรถยนต์ เนื่องจากขนาดของชิ้นงานที่ผลิตได้มีค่าเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเสียรูปของฟันของดรัมคลัตช์ โดยได้กำหนดพารามิเตอร์ที่ใช้ศึกษา 8 ตัว แต่ละตัวจะแบ่งออกเป็น 3 ระดับ และใช้ตารางแนวฉาก L18 สำหรับทำการทดลอง โดยการเลือกเงื่อนไขที่เหมาะสมที่สุดจะพิจารณาที่ค่าอัตราส่วนสัญญาณต่อสิ่งรบกวน ที่เงื่อนไขยิ่งมากยิ่งดี (Larger-the-Better) การศึกษานี้พบว่าการประยุกต์ใช้วิธีทากูชิทำให้ได้เงื่อนไขที่เหมาะสมต่อกระบวนการเชื่อมดรัมคลัตช์ ซึ่งทำให้ความสามารถของกระบวนการเพิ่มขึ้น และต้นทุนการผลิตลดลงด้วย

การใช้วิธีทากูชิสามารถประยุกต์เพื่อแก้ปัญหาในอุตสาหกรรมได้จริง การใช้วิธีการนี้จำเป็นต้องกำหนดตัวแปร และปัจจัยต่าง ๆ รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ การวิเคราะห์ข้อมูลของทากูชิ เพื่อกำหนดระดับของปัจจัยที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากระดับที่ทำให้ค่าตัววัดของทากูชิ คือ อัตราส่วนสัญญาณต่อสิ่งรบกวน (Signal-to-Noise Ratio, S/N) มีค่าสูงสุด แบ่งได้เป็น 3 กรณี คือ กรณียิ่งมากยิ่งดี (Larger-the-Better), กรณีค่ายิ่งน้อยยิ่งดี (Smaller-the-Better) และกรณีค่าตรงเป้าหมายดีที่สุด (Nominal-the-Best) ซึ่งแต่ละวิธีจะมีวิธีวิเคราะห์ค่า S/N ดังนี้

กรณีค่ายิ่งมากยิ่งดี

$$S/N_L = -10\log\left(\sum_{i=1}^{n} 1/y_i^2\right)/n \quad (1)$$

กรณีค่ายิ่งน้อยยิ่งดี

$$S/N_S = -10\log\left(\sum_{i=1}^{n} y_i^2/n\right) \quad (2)$$

กรณีค่าตรงเป้าหมายดีที่สุด

$$S/N_\tau = 10\log\left(\bar{y}^2/s^2\right) \quad (3)$$

การศึกษานี้จะประยุกต์ใช้วิธีทากูชิเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อค่าความไม่สมดุลของชุดคลัตช์แรงเหวี่ยงของจักรยานยนต์โดยกำหนดปัจจัยของกระบวนการ 3 ปัจจัย และแต่ละปัจจัยมี 2 ระดับ โดยใช้ตารางแนวฉาก L8

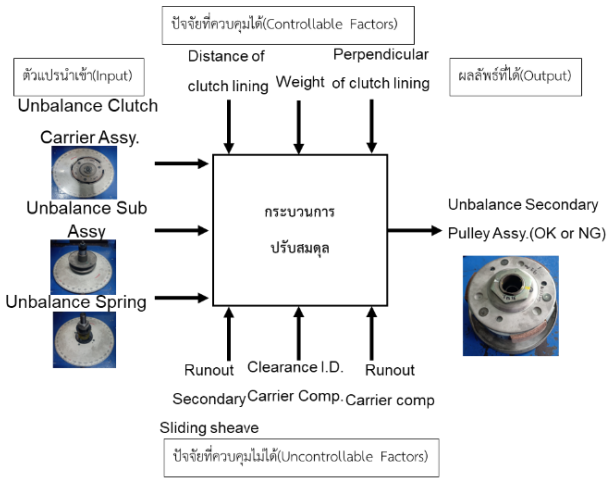
(2^3) และวิเคราะห์ผลตอบสนองของกระบวนการด้วยค่าอัตราส่วนสัญญาณต่อสิ่งรบกวนด้วยกรณีค่ายิ่งน้อยยิ่งดี

III. การดำเนินการทดลอง

งานวิจัยนี้นำเสนอผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการปรับสมดุลของคลัตช์แรงเหวี่ยงของกระบวนการปรับสมดุลคลัตช์ เพื่อปรับปรุงคุณภาพและลดจำนวนของเสียในกระบวนการปรับสมดุลโดยการออกแบบและวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้วิธีของทากูชิ เพื่อวิเคราะห์และตัดสินใจความสัมพันธ์ของปัจจัยต่อผลตอบสนองของกระบวนการ เพื่อกำหนดระดับปัจจัยที่เหมาะสม เครื่องปรับสมดุลที่ใช้ในการทดลองยี่ห้อ Nagahama Vertical-Axis Static Balancing Machine Series: MMi-901 โดยมีแกนหมุนตามแนวตั้งดังรูปที่ 2 ใช้สำหรับตรวจสอบความไม่สมดุลของคลัตช์แรงเหวี่ยงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอก 125 มิลลิเมตรดังรูปที่ 3 สำหรับรถจักรยานยนต์ความจุ 125 ซีซี และความเร็วรอบที่ใช้ในการหมุนปรับสมดุล 1,400 รอบต่อนาที การทดลองเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลกระทบต่อกระบวนการปรับสมดุลมีรายละเอียดดังนี้

III.I ปัจจัยและการประเมินผลการตอบสนองของกระบวนการ

ปัจจัยและระดับปัจจัยที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ พิจารณาจากกระบวนการผลิตจริงของกระบวนการปรับสมดุลคลัตช์ ปัจจัยของชิ้นส่วนที่มีผลต่อการปรับสมดุลของคลัตช์ประกอบด้วย 3 ปัจจัย ได้แก่ 1) ความไม่สมดุลของชุดส่วนประกอบหลักของคลัตช์ 2) ความไม่สมดุลของชุดส่วนประกอบย่อยของคลัตช์ และ 3) ความไม่สมดุลสปริงและผลตอบสนองของกระบวนการจากค่าความไม่สมดุลของชุดพูเล่ล้อหลัง (ค่าความไม่สมดุล (UB) ในหน่วย g.cm) ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4. ปัจจัยและสิ่งรบกวนต่อกระบวนการ

III.II การออกแบบการทดลองด้วยวิธีทากูชิ

การออกแบบการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลด้วยวิธีทากูชิจะใช้การสร้างแผนการทดลองแบบเมตริกซ์ซึ่งรูปแบบการทดลองที่สร้างขึ้นถูกเลือกมาจากการทดลองแบบสมบูรณ์ โดยใช้แผนการทดลองตามตารางแนวฉาก L_8 (2^3) ดังตารางที่ 1 ซึ่งมีการทดลองทั้งหมด 8 กรณีและเหมาะสมสำหรับการออกแบบการทดลองที่พิจารณาปัจจัยของกระบวนการที่มีปัจจัย 3 ปัจจัย คือ ค่าความไม่สมดุลของชุดส่วนประกอบหลักของคลัตช์ ชุดส่วนประกอบย่อยของ และ ค่าความไม่สมดุลสปริง แทนด้วยสัญลักษณ์ A, B และ C ตามลำดับ และแต่ละปัจจัยมี 2 ระดับ คือ ค่าต่ำและค่าสูง ดังตารางที่ 2 และ หมายเลข 1 และ 2 แทนด้วยปัจจัยที่มีค่าต่ำและสูงตามลำดับดังที่แสดงในตารางที่ 1 แทนด้วยระดับปัจจัยต่ำและสูงตามลำดับ ข้อมูลตามการทดลองที่ออกแบบไว้จะถูกเก็บบันทึกผลและคำนวณค่าอัตราส่วนสัญญาณต่อสิ่งรบกวนระบบด้วยกรณีค่ายิ่งน้อยยิ่งดี (S/N_S) ด้วยสมการที่ (2) โดยใช้วิธีการและขั้นตอนการปรับสมดุลคลัตช์ที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ II.I

IV. ผลการทดลอง

ผลการทดลองตามแผนการทดลองโดยตารางแนวฉากที่มีการทดลองทั้งหมด 8 กรณีดังตารางที่ 1 และทำการทดลองซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง ค่าเฉลี่ยผลการตอบสนองของกระบวนการ คือ ค่าความไม่สมดุลของชุดพูเล่ล้อหลังมีหน่วยเป็น g.cm และคำนวณค่าอัตราส่วนสัญญาณต่อสิ่งรบกวนระบบตามวัตถุประสงค์ของระบบคุณภาพคือค่ายิ่งน้อยยิ่งดี (S/N_S) ด้วยสมการที่ 2 และได้ผลการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนสัญญาณต่อสิ่งรบกวนดังตารางที่ 1 ค่าความไม่สมดุลของชุดคลัตช์ที่มีค่าน้อยที่สุดคือ การทดลองที่ 4 ที่ได้ค่าความไม่สมดุลเท่ากับ 5 g.cm และค่าอัตราส่วนสัญญาณต่อสิ่งรบกวนเท่ากับ -13.979

ตารางที่ 1 ตารางแนวฉากและผลการทดลอง

การทดลอง	ระดับของปัจจัย A	B	C	UB (g.cm)	S/N_S (dB)
1	1	1	1	11.13	-20.933
2	1	1	2	10.77	-20.642
3	1	2	1	12.17	-21.703
4	1	2	2	5.00	-13.979
5	2	1	1	12.07	-21.632
6	2	1	2	13.00	-22.279
7	2	2	1	12.23	-21.751
8	2	2	2	8.10	-18.170

ตารางที่ 2 ปัจจัยและระดับของกระบวนการ

	ปัจจัย	ระดับ ต่ำ	สูง
A	UB Carrier assy. (g.cm)	0.70	5.03
B	UB Sub assy. (g.cm)	3.21	6.03
C	UB Spring. (g.cm)	0.56	3.27

จากตารางผู้วิจัยได้มีการกำหนดค่าในระดับปัจจัยต่ำและสูงของแต่ละปัจจัย พิจารณาจากกระบวนการผลิตจริงของกระบวนการปรับสมดุลคลัตช์ เนื่องจากในกระบวนการผลิตจริงยังไม่มีการศึกษากำหนดระดับปัจจัยที่เหมาะสมของคลัตช์ 3 ชิ้นส่วนหลักจึงทำให้ไม่สามารถระบุว่าปัจจัยใดส่งผลต่อค่าความไม่สมดุลของชุดพูเล่ล้อหลัง

IV.I การวิเคราะห์ผลตามขั้นตอนของวิธีทากูชิ

การวิเคราะห์ผลตามหลักการของวิธีทากูชิ เพื่อกำหนดค่าระดับของปัจจัยที่เหมาะสม พิจารณาจากระดับปัจจัยที่ทำให้ค่าอัตราส่วนสัญญาณต่อสิ่งรบกวนระบบมีค่าสูงสุด ปัจจัยที่มีผลต่อผลตอบสนองค่าเฉลี่ยของ

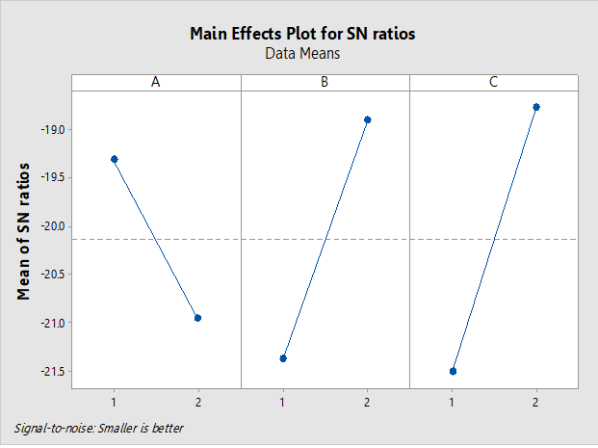
อัตราส่วนสัญญาณต่อสิ่งรบกวนระบบในกระบวนการปรับสมดุลคลัตช์ แสดงดังตารางที่ 3 โดยพิจารณาจากค่าผลกระทบหรือผลต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละปัจจัย จากมากไปหาน้อยคือ ค่าความไม่สมดุลสปริง (C), ค่าความไม่สมดุลของชุดส่วนประกอบย่อยของคลัตช์ (B), ค่าความไม่สมดุลของชุดส่วนประกอบหลักของคลัตช์ (A) ตามลำดับ

การวิเคราะห์ผลการทดลองของวิธีทากูชิเพื่อกำหนดระดับของปัจจัยที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากระดับค่าที่ทำให้ค่าอัตราส่วนสัญญาณต่อสิ่งรบกวนระบบมีค่าสูงสุดด้วยกราฟตอบสนองดังรูปที่ 5 ซึ่งปัจจัยกระบวนการที่ส่งผลกระทบให้ค่าความไม่สมดุลของชุดพูเล่ล้อหลังจะพิจารณาจากจุดที่มีค่าสูงสุดบนกราฟตอบสนอง ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าปัจจัยที่มีผลกระทบมากและทำให้ค่าตอบสนองมีค่าดีที่สุด ดังนี้

- ค่าความไม่สมดุลของชุดส่วนประกอบหลักของคลัตช์ที่ระดับปัจจัยต่ำ (A_1) ซึ่งส่งผลต่อผลการตอบสนองดีที่สุด
- ค่าความไม่สมดุลของชุดส่วนประกอบย่อยของคลัตช์ที่ระดับปัจจัยสูง (B_2) ซึ่งส่งผลต่อผลการตอบสนองดีที่สุด
- ค่าความไม่สมดุลของสปริงที่ระดับปัจจัยสูง (C_2) ซึ่งส่งผลต่อผลการตอบสนองดีที่สุด

ตารางที่ 3 ผลตอบสนองของค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนสัญญาณต่อสิ่งรบกวนระบบที่ระดับต่างๆ ของแต่ละปัจจัย

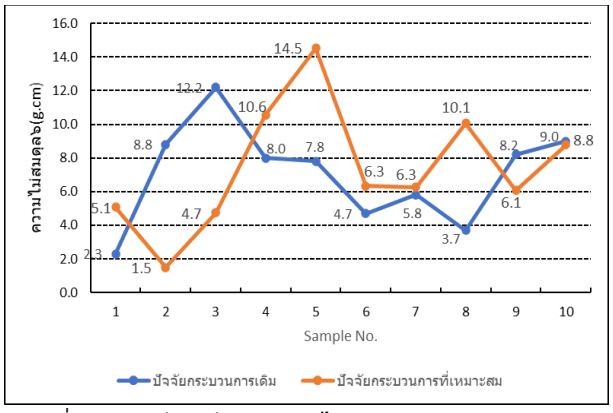
ระดับปัจจัย	ปัจจัย		
	A	B	C
1	-19.314	-21.371	-21.505
2	-20.958	-18.901	-18.767
ผลต่าง	1.644	2.470	2.737
ลำดับ	3	2	1



รูปที่ 5. ผลตอบสนองของระดับปัจจัยต่างๆ ของการปรับสมดุลของคลัตช์

IV.II การทดสอบเพื่อยืนยัน

การทดสอบเพื่อยืนยันผลที่ได้จากแบบการทดลองที่ได้วิเคราะห์ไว้ในหัวข้อก่อนหน้า กระบวนการปรับสมดุลชุดพูเล่หลังก่อนการปรับปรุงพบว่างานที่ต้องปรับสมดุลซ้ำหรืองาน NG มีประมาณ 60 - 65% ดังตารางที่ 4 เมื่อนำผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่เหมาะสมที่มีผลกระทบต่อการปรับสมดุลมาทดสอบคือ $A_1B_2C_2$ โดยกำหนดค่าความไม่สมดุลของชุดส่วนประกอบหลักของคลัตช์ที่ระดับปัจจัยต่ำ (A_1) เท่ากับ 0.07 g.cm. ค่าความไม่สมดุลของชุดส่วนประกอบย่อยของคลัตช์ที่ระดับปัจจัยสูง (B_2) เท่ากับ 6.03 g.cm และ ค่าความไม่สมดุลของสปริงที่ระดับสูง (C_2) เท่ากับ 3.27 g.cm ผลตอบสนองของกระบวนการมีการปรับปรุงประสิทธิภาพดีขึ้น โดยงานที่ต้องปรับสมดุลซ้ำของชุดพูเล่ล้อหลังลดลงเหลือประมาณ 40% จากการเก็บข้อมูลชิ้นงานทั้งหมด 10 ชิ้น ดังรูปที่ 5 ซึ่งการปรับปรุงนี้ทำให้ชุดพูเล่ล้อหลังที่ผ่านกระบวนการปรับสมดุลเพิ่มขึ้นประมาณ 20% ผลการศึกษานี้ยังจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์เชิงลึกเพื่อที่จะลดจำนวนงานที่ต้องทำการปรับสมดุลซ้ำให้ลดน้อยลงให้ต่ำกว่านี้ เพื่อที่จะลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการปรับสมดุลซ้ำรวมทั้งเพิ่มคุณภาพและความสามารถในกระบวนการปรับสมดุลให้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นจากผลการวิเคราะห์ปัจจัย พบว่า ปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยส่งผลต่อความไม่สมดุลของชุดคลัตช์ เนื่องจากการวิจัยนี้ได้มีการกำหนดระดับปัจจัยที่เหมาะสมของค่าความไม่สมดุลชิ้นส่วนหลัก ทำให้การปรับสมดุลของชุดพูเล่ล้อหลังมีความแน่นอนมากยิ่งขึ้นและส่งผลให้ชิ้นงานที่ต้องทำการปรับสมดุลซ้ำลดลง ซึ่งแตกต่างกระบวนการเดิมที่ไม่มีการกำหนดระดับปัจจัยที่เหมาะสม



รูปที่ 5. การเปรียบเทียบค่าความไม่สมดุลก่อนและหลังปรับปรุง

ตารางที่ 4 การทดสอบยืนยันผล

ผลตอบสนอง	ปัจจัยกระบวนการเดิม	ปัจจัยที่เหมาะสมทดลองยืนยัน	การปรับปรุง
ระดับปัจจัย	-	$A_1B_2C_2$	
ค่าความไม่สมดุล	NG ratio 60-65%	NG ratio 40%	20%

V. สรุป

การศึกษาระดับปัจจัยที่เหมาะสมต่อการปรับสมดุลของคลัตช์แรงเหวี่ยงในกระบวนการปรับสมดุลด้วยวิธีทากูชิโดยพิจารณาจากผลตอบสนองของกระบวนการ คือค่าความไม่สมดุลของชุดพูเล่ล้อหลังที่มีค่าน้อยที่สุด ปัจจัยที่ทำให้ค่าความไม่สมดุลของของชุดพูเล่ล้อหลังมีค่าน้อยที่สุด คือ ค่าความไม่สมดุลของชุดส่วนประกอบหลักของคลัตช์ที่ระดับปัจจัยต่ำเท่ากับ 0.70 g.cm ค่าความไม่สมดุลของชุดส่วนประกอบย่อยของคลัตช์ที่ระดับปัจจัยสูงเท่ากับ 6.03 g.cm และค่าความไม่สมดุลของสปริงที่ระดับปัจจัยสูงเท่ากับ 3.27 g.cm และชิ้นงานที่ต้องทำการปรับสมดุลซ้ำลดลงจากเดิมที่ 60 – 65% เหลือเพียง 40 แต่สำหรับผลการวิจัยในครั้งยัง

ไม่สามารถลดชิ้นงานที่ต้องทำซ้ำหรือชิ้นงานที่ต้องทำการปรับสมดุลซ้ำได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้คือเหลือเพียง 30% ซึ่งยังเหลืออีก 10% เนื่องจากมีปัจจัยที่มีผลต่อการปรับสมดุลของชุดพูเล่ล้อหลังมีความซับซ้อน อย่างไรก็ตามในอนาคตผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง โดยจะพิจารณาในเรื่องของปัจจัยของอิทธิพลร่วมระหว่าง AB และ AC เพื่อศึกษาว่าอิทธิพลร่วมส่งผลทำให้ผลการปรับสมดุลดีขึ้นหรือไม่

เอกสารอ้างอิง

[1] วรรณา ยงพิศาลภพ, แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม ปี 2562-64 “อุตสาหกรรมรถจักรยานยนต์”, Krungsri Research [ออนไลน์]. Available: https://www.krungsri.com/getmedia/bc54c0ea-d6e3-45ad-b7fb-db49aeeea0a1/IO_Motorcycle_190529_TH_EX.pdf.aspx [29 พฤษภาคม 2562].

[2] J.H. Park, S.G. Kim, S.K. Baek and Y.C. Park, “Optimization of Manufacturing Conditions for Spline of Drum Clutch Hub Taguchi Method”, Proceeding of the 28th the International Association for Automation and Robotics in Construction (ISARC), 2011, pp.1427 – 1477.

[3] E. Toma, “Optimal of Clutch Drum Heat Treatment Processing Condition for Automobile AT using Robust Design – Reduction of variation in teeth deformation amount by optimizing clutch drum welding processing condition”, Journal of the Institute of Industrial Application Engineers, Vol. 6, No. 3, pp. 119 – 127.

[4] T.C. Li, Y.W. Huang, and J.F. Lin, “Studies on Centrifugal Clutch of Frictional Lining Materials”, Key Engineering Materials, Vol. 642, 2015, pp.39 - 44.

[5] B. Singaravel, and T. Selvaraj, “Application of Taguchi Method for Optimization of Parameters in Turning Operation”, Journal for Manufacturing Science and Production, Vol. 16, No. 3, 2016, pp. 183 – 187

[6] ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา และ พงศ์ชนัน เหลืองไพบูลย์, “การออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง”, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ท้อป, 2551.

[7] G.S. Peace, “Taguchi Method - A Hands-On Approach”, Addison-Wesley, 1992.

[8] G. Taguchi, “Taguchi Techniques for Quality Engineering”, McGraw-Hill, New York, 1988.

[9] D.C. Montgomery, “Design and Analysis of Experiment”, the 9th Edition, Willy, 2017.

การตรวจวัดค่าความผิดพลาดเชิงมุมของแกนหมุนในการเคลื่อนที่เชิงเส้นตรงของปลายแขนหุ่นยนต์เคลื่อนที่อิสระ 6 แกนด้วยอุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย

The 6 Axis Robot Angular Position Error Measuring by Using Inertia Measuring Unit (IMU) Sensor

1st รสริน โกมลโชติกุล
Rotsarin Komonchotikun
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Department of Industrial Engineering,
Faculty of Engineering, Kasetsart University
Bangkok, Thailand
mookrotsarin@gmail.com

2nd ชนะ รักษ์ศิริ
Chana Raksiri
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Department of Industrial Engineering,
Faculty of Engineering, Kasetsart University
Bangkok, Thailand
fengcnr@ku.ac.th

3rd กฤติยา พาอิ่ม
Krittiya Pa-im
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Department of Industrial Engineering,
Faculty of Engineering, Kasetsart University
Bangkok, Thailand
fengkip@ku.ac.th

บทคัดย่อ **—— งานวิจัยนี้นำเสนอ การออกแบบกระบวนการวัดและวิเคราะห์ค่าความผิดพลาดเชิงมุมของแกนหมุนในการเคลื่อนที่เชิงเส้นตรงของปลายแขนหุ่นยนต์เคลื่อนที่อิสระ 6 แกน โดยใช้ชุดอุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย (Inertial Measurement Units : IMU Sensor) เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบค่าความผิดพลาดเชิงมุม โดยในงานวิจัยจะทำการตรวจวัดค่าความผิดพลาดเชิงมุมของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมเคลื่อนที่อิสระ 6 แกน รุ่น KUKA KR 5 ซึ่งจะทำการตรวจวัดเมื่อไม่มีภาระมากระทำที่ส่วนปลายของหุ่นยนต์ อุณหภูมิที่ทำการทดลองอยู่ในช่วง 32 ถึง 42 องศาเซลเซียส และไม่คำนึงถึงความแข็งแรงของพื้นที่ติดตั้งหุ่นยนต์ โดยผลที่ได้จากงานวิจัยนี้จะสามารถทำให้เกิดการวิจัยต่อเนื่องในส่วนของการชดเชยความผิดพลาดเหล่านี้ต่อไป เพื่อให้หุ่นยนต์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ**

คำสำคัญ **—— หุ่นยนต์เคลื่อนที่อิสระ 6 แกน, ความผิดพลาดเชิงมุม, การเคลื่อนที่เชิงเส้นตรง, ชุดอุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย**

ABSTRACT **— This research provide the processing design and the analysis of angular position error, affecting on the end-effector linear interpolation motion variance of 6-axis robot with the use of inertial measurement units (IMU) Sensor. In this research, IMU sensor is used to measure an angular position error. IMU sensor inspects an angular position error affecting of independent 6-axis robot (KUKA KR 5) where the surrounding temperature is approximately 32 °C to 42 °C, there is no load at the end-effector robot and regardless of the hardness of the floor where the robot is located. As a result, the position error values of the end-effector are able to increase the effective of the robot and calculate the compensate values for the future research.**

Keywords **—— 6 Axis Robot, Angular Position Error, Linear Motion, Inertial Measurement Units (IMU Sensor)**

I. บทนำ

ในปัจจุบันหุ่นยนต์เข้ามามีบทบาทในระบบอุตสาหกรรมเป็นอย่างมากในหลากหลายรูปแบบ เพื่อเพิ่มความถูกต้องและแม่นยำในการผลิต รวมถึงเพิ่มความสามารถของกระบวนการผลิตในระบบอุตสาหกรรม เช่น งานเชื่อมแบบจุดหรือแบบติดตามเส้นทาง งานจับและวางสิ่งของ งานเจาะต่างๆ เป็นต้น ดังนั้นเรื่องของความแม่นยำมีความสำคัญอย่างมากต่อคุณภาพของชิ้นงาน ซึ่งแขนกลถือเป็นหุ่นยนต์ชนิดหนึ่งที่ถูกนำมาใช้งานในวงการอุตสาหกรรมการผลิตมากขึ้น แขนกลหุ่นยนต์ถูกออกแบบมาให้เหมาะกับการทำงานที่ซ้ำ ๆ กันได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ อีกทั้งยังเข้าถึงตำแหน่งต่างๆได้ดี และสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระภายใต้ระยะจุดหมุนที่หมุนได้ โดยสามารถเคลื่อนที่ตามคำสั่งได้ 2 แบบ คือ แบบแรก เคลื่อนที่จากการเรียนรู้ เป็นงานที่ส่วนใหญ่หุ่นยนต์จะทำงานซ้ำๆ ในรูปแบบเดิมๆ เช่น งานเชื่อม งานหยิบจับสิ่งของ งานแพ็คสินค้า งานประกอบชิ้นส่วน และงานจัดเรียงสินค้าในคลัง เป็นต้น แบบที่สองคือ การเคลื่อนที่จากการเรียนรู้และการใช้โปรแกรม เช่น งานตัด งานตัดโดยใช้เลเซอร์ งานกัดหรืองานเจาะต่างๆ

การใช้งานเครื่องจักรอุตสาหกรรม เมื่อถูกใช้งานเป็นระยะเวลานาน จะส่งผลให้เกิดค่าความคลาดเคลื่อนขึ้นได้ ซึ่งทำให้ความถูกต้องและแม่นยำ

ของการทำงานลดลง จึงจำเป็นต้องทำการตรวจวัดค่าความถูกต้องและแม่นยำของแขนหุ่นยนต์ เพื่อให้หุ่นยนต์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป ซึ่งความผิดพลาดของเครื่องจักรที่เกิดขึ้น แบ่งได้ 2 ประเภท คือ ความผิดพลาดเชิงระบบ (Systematic Error) เป็นความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ปริมาณคงเดิม โดยสาเหตุเกิดจากคุณสมบัติของอุปกรณ์ภายในเครื่องจักร อีกประเภทคือ ความผิดพลาดเชิงสุ่ม (Random Error) เป็นความผิดพลาดที่เกิดจากความแปรผันแบบสุ่มของการตรวจวัด เกิดขึ้นได้จากหลายกรณี ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน [1]

การชดเชยความผิดพลาดของหุ่นยนต์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ประเภทแรกคือ การชดเชยความผิดพลาดในฮาร์ดแวร์ (Hardware) คือเป็นการชดเชยโดยการปรับแต่งฮาร์ดแวร์ต่างๆ เช่น การปรับระยะแกน การเปลี่ยนสายพาน และการเปลี่ยนชุดเฟืองขับ เป็นต้น โดยมีงานวิจัยที่นำเสนอการลดค่าความผิดพลาดของหุ่นยนต์ โดยการควบคุมระบบฮาร์ดแวร์ เช่น การควบคุมพีไอดีแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear PID Controller) [2-3], การควบคุมแบบคลุมเครือ (Fuzzy Logic Controller) [4-5], การควบคุมแบบปรับเปลี่ยน (Adaptive Control) [6] และการควบคุมแบบโหมดการเลื่อน (Sliding Mode Control) [7-8] ประเภทที่สองคือ การชดเชยความผิดพลาดในซอร์ฟแวร์ (Software) เป็นการชดเชยค่าความผิดพลาดที่ได้มาจากการวัดโดยตรงหรือการวิเคราะห์จากสมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งงานวิจัยที่ศึกษาการตรวจวัดค่าความถูกต้องและแม่นยำของหุ่นยนต์พร้อมทั้งชดเชยค่าความผิดพลาดแบบประเภทนี้ พบว่าสามารถปรับปรุงความแม่นยำได้อย่างมีนัยสำคัญ [9-12] และมีข้อดีคือ ไม่จำเป็นจะต้อง ปรับการควบคุมของหุ่นยนต์ที่มีมาแต่เดิมแต่สามารถนำค่าอินพุตและเอาต์พุตของหุ่นยนต์มาใช้หาค่าความผิดพลาด เพื่อนำไปปรับเป็นชุดคำสั่งใหม่ได้ โดยมีงานวิจัยที่อธิบายไว้ว่า ข้อต่อของหุ่นยนต์เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดความไม่แม่นยำของหุ่นยนต์ ทำให้เกิดข้อผิดพลาดอย่างมีนัยสำคัญของตำแหน่งในระดับของ end-effector [13] โดยอุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย (Inertial Measurement Units : IMU Sensor) ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือ เซนเซอร์วัดความเอียง (Accelerometer) และเซนเซอร์วัดความเร็วเชิงมุม (Gyroscope) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดทิศทางและอัตราเร่งตามแกนต่างๆ อุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย (IMU Sensor) จึงเป็นอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการวัดค่าความผิดพลาดเชิงมุม เนื่องจากเหมาะสมสำหรับการตรวจจับทิศทาง ติดตั้งง่าย และมีประสิทธิภาพการทำงานที่เสถียรในการวัดการเคลื่อนที่แบบเรียลไทม์และในกรณีที่ไม่มีการวัดอ้างอิงสิ่งแวดล้อมภายนอก [14-15]

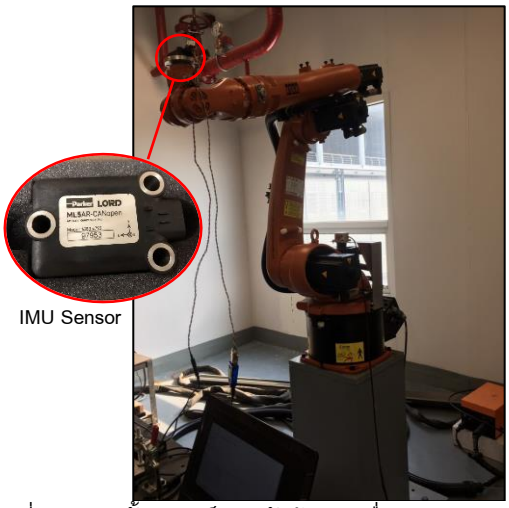
งานวิจัยนี้ทำการออกแบบกระบวนการวัดและวิเคราะห์ค่าความผิดพลาดเชิงมุมของแกนหมุนในการเคลื่อนที่เชิงเส้นตรงของปลายแขนหุ่นยนต์เคลื่อนที่อิสระ 6 แกน โดยใช้ชุดอุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย (IMU Sensor) เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบค่าความผิดพลาดเชิงมุม โดยในงานวิจัยจะทำการตรวจวัดค่าความผิดพลาดเชิงมุมของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมเคลื่อนที่อิสระ 6 แกน รุ่น KUKA KR 5 ซึ่งจะทำการตรวจวัดเมื่อไม่มีภาระมากระทำที่ส่วนปลายของหุ่นยนต์ อุณหภูมิที่ทำการทดลองอยู่ในช่วง 32 ถึง 42 องศาเซลเซียส และไม่คำนึงถึงความแข็งแรงของพื้นที่ติดตั้งหุ่นยนต์

II. วัสดุและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์พกพา (Computer Notebook)
2. ชุดอุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย (Inertial Measurement Units : IMU Sensor) รุ่น ML5-AR
3. หุ่นยนต์อุตสาหกรรมเคลื่อนที่อิสระ 6 แกน KUKA KR 5

III. วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย (IMU Sensor) จำนวน 1 ตัว เข้ากับแขนกลรุ่น KUKA KR 5 ที่บริเวณปลายของแขนกล (แกนที่ 6) โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของอุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย (IMU Sensor) ตลอดการเก็บผล แสดงดังรูปที่ I เพื่อวัดค่าความผิดพลาดเชิงมุมของแกนหมุนที่ 2 ถึง 6 โดยติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย (IMU Sensor) ให้ใกล้เคียงกับท่าเริ่มต้นของหุ่นยนต์ให้มากที่สุด แล้วจึงทำการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย (IMU Sensor) โดยให้ค่า Slope Lateral (มุมบิดรอบแกน X) และค่า Slope Long (มุมบิดรอบแกน Y) มีค่าเป็นศูนย์ทั้ง 2 ค่า ซึ่งข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย (IMU Sensor) รุ่น ML5-AR แสดงดังตารางที่ I ในส่วนของการวัดแกนหมุนที่ 1 อุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย (IMU Sensor) ไม่สามารถวัดค่าได้เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องการวัดมุมบิดรอบแกน Z จึงใช้ Single Axis Gyroscope Sensor เข้ามาช่วยในการวัด



IMU Sensor

รูปที่ I. การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย (IMU Sensor) บนแขนกล รุ่น KUKA KR 5

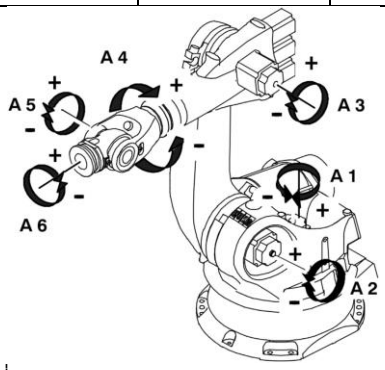
ตารางที่ I. ข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย (IMU Sensor) รุ่น ML5-AR

Characteristic	Min.	Typ.	Max.	Unit
Accuracy		±0.5		rms deg
EKF update rate		100		Hz
Pitch	-85	-	+85	deg
Roll	-180	-	+180	deg
Resolution		0.05		deg
Settling time		5	200	mSec
Repeatability		0.5		deg
Data output rate	1	100 default	100	Hz

ระยะในการวัดค่าความผิดพลาดเชิงมุมของแกนหมุนของ KUKA KR 5 มีช่วงระยะในการวัดคิดเป็น 5 เปอร์เซ็นต์ จากความสามารถในการเคลื่อนที่ของแต่ละแกนในท่าเริ่มต้นของหุ่นยนต์ แสดงดังตารางที่ II ซึ่งทำการเก็บผลการทดลองแบบไปและกลับ (Forward - Backward Motion) จำนวน 30 ซ้ำ โดยตำแหน่งการหมุนของแต่ละแกน แสดงดังรูปที่ II จากนั้นทำการสั่งหุ่นยนต์ให้เคลื่อนไปยังมุมเป้าหมายที่กำหนด เช่น แกนหมุนที่ 1 มีค่ามุมเริ่มต้นที่ -120 deg ค่ามุมสุดท้าย 120 deg และมีช่วงระยะในการวัด 12 deg ดังนั้น แกนหมุนที่ 1 จะถูกสั่งให้เคลื่อนที่ไปยังมุมเป้าหมายที่กำหนดแบบไปและกลับ ดังนี้ -120 deg, -108 deg, -96 deg, ..., 120 deg, 108 deg, 96 deg, ..., -120 deg ทำการเก็บผลการทดลองจนครบ 30 ซ้ำ

ตารางที่ II. ระยะในการวัดค่าความผิดพลาดเชิงมุมของแต่ละแกน

แกนที่	ค่ามุมเริ่มต้น (deg)	ค่ามุมสุดท้าย (deg)	ช่วงระยะในการวัด (deg)
1	-120	120	12
2	-20	-160	7
3	13	153	7
4	-165	135	15
5	-120	80	10
6	-240	60	15



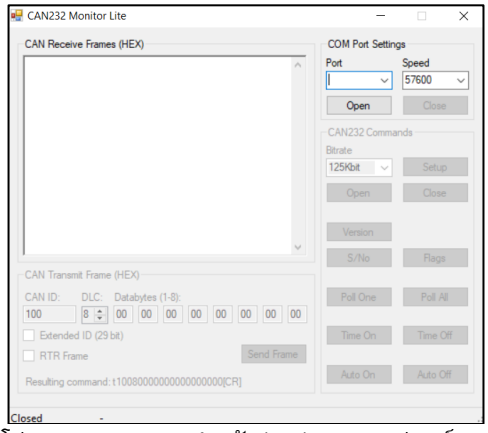
รูปที่ II. ตำแหน่งการหมุนของแกนบน KUKA KR 5

แหล่งที่มา : [11]

การอ่านผลของอุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย (IMU Sensor) จะอ่านค่าผ่านโปรแกรม CAN 232 แสดงดังรูปที่ III โดยค่าที่ได้จะแสดงออกมาเป็นค่ามุมในหน่วย degree (deg) ซึ่งค่าที่วัดได้จะประกอบไปด้วย Slope Lateral และ Slope Long หมายถึง ค่ามุมบิดรอบแกน X และค่ามุมบิดรอบแกน Y ตามลำดับ ซึ่งค่ามุมที่อ่านได้จากอุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย (IMU Sensor) กับค่ามุมเป้าหมายที่สั่งให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไป (Robot targets) จะมีค่ามุมที่แตกต่างกัน จึงต้องทำการแปลงค่ามุมเพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์และนำไปชดเชยค่าความผิดพลาดต่อไป ซึ่งค่าที่ใช้ในการแปลงมุมอุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย (IMU Sensor) เพื่อนำมาเทียบกับหุ่นยนต์ จะแสดงดังตารางที่ III โดยในการทดลองนี้จะรายงานและวิเคราะห์ผลเป็นค่ามุมเป้าหมายที่สั่งให้หุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่ไปเท่านั้น

ตารางที่ III. ค่ามุมที่ใช้ในการแปลงอุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย (IMU Sensor) เทียบกับหุ่นยนต์

	แกน 1	แกน 2	แกน 3	แกน 4	แกน 5	แกน 6
ค่าสำหรับแปลงมุม (deg)	0	-90	90	0	-90	-90



รูปที่ III. โปรแกรม CAN 232 สำหรับอ่านค่ามุมของอุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย (IMU Sensor)

IV. ผลการวิจัย

การเก็บผลการทดลองจะถูกรายงานและวิเคราะห์ผลเป็นค่ามุมเป้าหมายที่สั่งให้หุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่แบบไปและกลับ (Forward-Backward Motion) โดยแสดงในตารางที่ IV-IX อธิบายถึงค่าเฉลี่ยของการวัดค่าความผิดพลาดเชิงมุมของแต่ละแกน ($\bar{x}$) เทียบกับค่าเชิงมุมเป้าหมายที่กำหนดให้หุ่นยนต์เคลื่อนไป (Target) จากนั้นแสดงค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในแต่ละมุม (Δ Error) รวมถึงการแสดงค่าความแปรปรวนที่เกิดขึ้น (S.D.) โดยจะแสดงผลเป็นคอลัมน์แบบไป (Forward) และแบบกลับ (Backward) ซึ่งในการทดลองนี้ จะพิจารณาเฉพาะค่า Slope Lateral (มุมบิดรอบแกน X) เท่านั้น

ตารางที่ IV. ค่าความผิดพลาดเชิงมุมเทียบกับค่าเป้าหมายของแกนที่ 1

Target (deg)	Forward			Backward		
	$\bar{x}$ (deg)	S.D. (deg)	ΔError (deg)	$\bar{x}$ (deg)	S.D. (deg)	ΔError (deg)
-120.00	-120.51	0.357	-0.51	-119.59	1.11	0.41
-108.00	-108.47	0.430	-0.47	-107.66	0.94	0.34
-96.00	-96.40	0.395	-0.40	-95.68	0.84	0.32
-84.00	-84.34	0.359	-0.34	-83.73	0.73	0.27
-72.00	-72.28	0.317	-0.28	-71.78	0.63	0.22
-60.00	-60.24	0.263	-0.24	-59.80	0.52	0.20
-48.00	-48.20	0.230	-0.20	-47.84	0.43	0.16
-36.00	-36.13	0.177	-0.13	-35.88	0.34	0.12
-24.00	-24.08	0.119	-0.08	-23.91	0.23	0.09
-12.00	-12.03	0.054	-0.03	-11.96	0.12	0.04
0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
12.00	12.05	0.044	0.05	11.96	0.08	-0.04
24.00	24.11	0.112	0.11	23.92	0.17	-0.08
36.00	36.17	0.172	0.17	35.90	0.26	-0.10
48.00	48.24	0.239	0.24	47.86	0.34	-0.14
60.00	60.31	0.312	0.31	59.80	0.42	-0.20
72.00	72.38	0.366	0.38	71.75	0.49	-0.25
84.00	84.44	0.430	0.44	83.72	0.56	-0.28
96.00	96.48	0.466	0.48	95.68	0.65	-0.32
108.00	108.56	0.530	0.56	107.63	0.75	-0.37
120.00	120.60	0.588	0.60			

ตารางที่ V. ค่าความผิดพลาดเชิงมุมเทียบกับค่าเป้าหมายของแกนที่ 2

Target (deg)	Forward			Backward		
	$\bar{x}$ (deg)	S.D. (deg)	ΔError (deg)	$\bar{x}$ (deg)	S.D. (deg)	ΔError (deg)
-20.00	-19.55	0.014	0.45	-19.54	0.015	0.46
-27.00	-26.67	0.014	0.33	-26.66	0.013	0.34
-34.00	-33.69	0.021	0.31	-33.68	0.023	0.32
-41.00	-40.82	0.013	0.18	-40.84	0.018	0.16
-48.00	-47.77	0.016	0.23	-47.79	0.018	0.21
-55.00	-54.82	0.013	0.18	-54.83	0.018	0.17
-62.00	-61.83	0.022	0.17	-61.84	0.023	0.16
-69.00	-68.83	0.023	0.17	-68.82	0.022	0.18
-76.00	-75.83	0.019	0.17	-75.87	0.026	0.13
-83.00	-82.89	0.017	0.11	-82.92	0.021	0.08
-90.00	-90.00	0.007	0.00	-90.00	0.010	0.00
-97.00	-96.81	0.039	0.19	-96.77	0.056	0.23
-104.00	-103.33	0.052	0.67	-103.32	0.021	0.68
-111.00	-110.33	0.024	0.67	-110.37	0.016	0.63
-118.00	-117.24	0.028	0.76	-117.29	0.021	0.71
-125.00	-124.45	0.029	0.55	-124.47	0.015	0.53
-132.00	-131.58	0.019	0.42	-131.57	0.014	0.43
-139.00	-138.66	0.027	0.34	-138.64	0.024	0.36
-146.00	-145.61	0.013	0.39	-145.61	0.011	0.39
-153.00	-152.77	0.018	0.23	-152.77	0.013	0.23
-160.00	-159.90	0.012	0.10			

ตารางที่ VI. ค่าความผิดพลาดเชิงมุมเทียบกับค่าเป้าหมายของแกนที่ 3

Target (deg)	Forward			Backward		
	$\bar{x}$ (deg)	S.D. (deg)	ΔError (deg)	$\bar{x}$ (deg)	S.D. (deg)	ΔError (deg)
13.00	13.12	0.016	0.12	13.11	0.012	0.11
20.00	20.19	0.009	0.19	20.18	0.011	0.18
27.00	27.33	0.013	0.33	27.31	0.015	0.31
34.00	34.48	0.009	0.48	34.47	0.013	0.47
41.00	41.45	0.029	0.45	41.43	0.014	0.43
48.00	48.49	0.013	0.49	48.50	0.020	0.50
55.00	55.58	0.018	0.58	55.60	0.022	0.60
62.00	62.76	0.031	0.76	62.78	0.023	0.78
69.00	69.67	0.031	0.67	69.70	0.018	0.70
76.00	76.70	0.023	0.70	76.73	0.032	0.73
83.00	83.22	0.047	0.22	83.25	0.029	0.25
90.00	90.00	0.009	0.00	90.00	0.007	0.00
97.00	97.04	0.019	0.04	97.06	0.015	0.06
104.00	104.09	0.028	0.09	104.13	0.024	0.13
111.00	111.13	0.018	0.13	111.14	0.020	0.14
118.00	118.07	0.032	0.07	118.10	0.022	0.10
125.00	125.10	0.022	0.10	125.12	0.017	0.12
132.00	132.15	0.015	0.15	132.15	0.014	0.15
139.00	139.07	0.011	0.07	139.07	0.015	0.07
146.00	146.23	0.022	0.23	146.25	0.024	0.25
153.00	153.25	0.015	0.25			

ตารางที่ VII. ค่าความผิดพลาดเชิงมุมเทียบกับค่าเป้าหมายของแกนที่ 4

Target (deg)	Forward			Backward		
	$\bar{x}$ (deg)	S.D. (deg)	ΔError (deg)	$\bar{x}$ (deg)	S.D. (deg)	ΔError (deg)
-165.00	-164.96	0.016	0.04	-164.98	0.010	0.02
-150.00	-149.72	0.015	0.28	-149.77	0.015	0.23
-135.00	-134.48	0.024	0.52	-134.52	0.009	0.48
-120.00	-119.37	0.019	0.63	-119.39	0.016	0.61
-105.00	-104.15	0.010	0.85	-104.16	0.007	0.84
-90.00	-89.82	0.007	0.18	-89.80	0.006	0.20
-75.00	-74.65	0.011	0.35	-74.64	0.009	0.36
-60.00	-59.62	0.008	0.38	-59.61	0.007	0.39
-45.00	-44.47	0.005	0.53	-44.47	0.008	0.53
-30.00	-29.22	0.022	0.78	-29.23	0.018	0.77
-15.00	-14.28	0.013	0.72	-14.25	0.012	0.75
0.00	0.00	0.005	0.00	0.00	0.006	0.00
15.00	15.03	0.020	0.03	15.02	0.017	0.02
30.00	30.08	0.013	0.08	30.07	0.015	0.07
45.00	45.19	0.009	0.19	45.19	0.006	0.19
60.00	60.29	0.008	0.29	60.29	0.010	0.29
75.00	75.33	0.017	0.33	75.34	0.013	0.34
90.00	90.47	0.027	0.47	90.49	0.014	0.49
105.00	104.81	0.013	-0.19	104.83	0.012	-0.17
120.00	120.03	0.008	0.03	120.05	0.009	0.05
135.00	135.04	0.018	0.04			

ตารางที่ VIII. ค่าความผิดพลาดเชิงมุมเทียบกับค่าเป้าหมายของแกนที่ 5

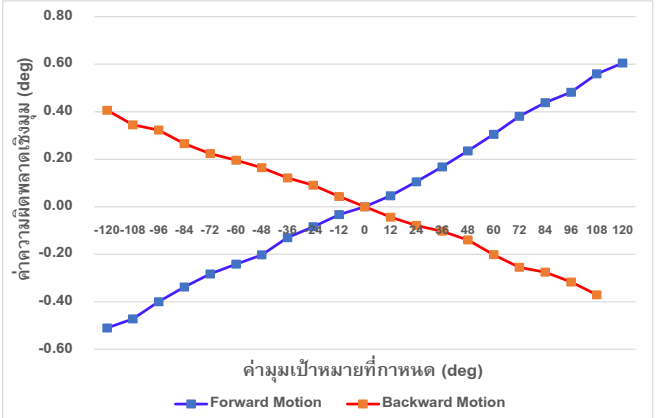
Target (deg)	Forward			Backward		
	$\bar{x}$ (deg)	S.D. (deg)	ΔError (deg)	$\bar{x}$ (deg)	S.D. (deg)	ΔError (deg)
-120.00	-119.24	0.024	0.76	-119.23	0.010	0.77
-110.00	-109.28	0.015	0.72	-109.25	0.013	0.75
-100.00	-99.66	0.017	0.34	-99.62	0.014	0.38
-90.00	-90.00	0.006	0.00	-90.00	0.008	0.00
-80.00	-80.05	0.009	-0.05	-80.02	0.013	-0.02
-70.00	-69.92	0.015	0.08	-69.90	0.008	0.10
-60.00	-59.94	0.017	0.06	-59.92	0.012	0.08
-50.00	-49.96	0.011	0.04	-49.95	0.012	0.05
-40.00	-39.81	0.011	0.19	-39.80	0.009	0.20
-30.00	-29.71	0.012	0.29	-29.71	0.007	0.29
-20.00	-19.64	0.012	0.36	-19.63	0.010	0.37
-10.00	-9.67	0.016	0.33	-9.66	0.012	0.34
0.00	0.46	0.012	0.46	0.48	0.011	0.48
10.00	9.86	0.013	-0.14	9.88	0.007	-0.12
20.00	19.83	0.009	-0.17	19.84	0.007	-0.16
30.00	30.04	0.012	0.04	30.04	0.014	0.04
40.00	40.15	0.014	0.15	40.16	0.010	0.16
50.00	50.23	0.015	0.23	50.26	0.016	0.26
60.00	60.26	0.007	0.26	60.27	0.015	0.27
70.00	70.33	0.013	0.33	70.36	0.021	0.36
80.00	80.56	0.013	0.56			

ตารางที่ IX. ค่าความผิดพลาดเชิงมุมเทียบกับค่าเป้าหมายของแกนที่ 6

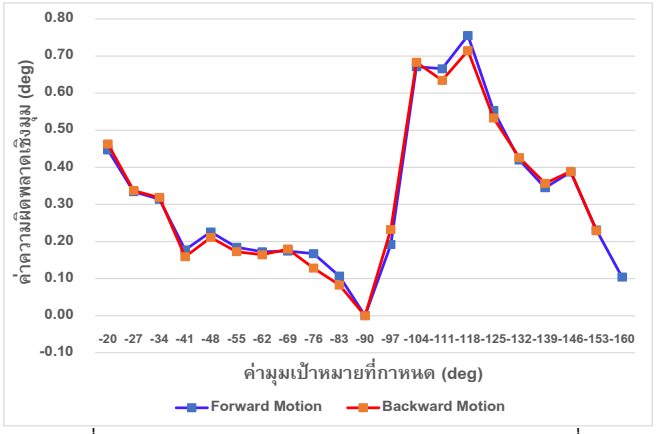
Target (deg)	Forward			Backward		
	$\bar{x}$ (deg)	S.D. (deg)	ΔError (deg)	$\bar{x}$ (deg)	S.D. (deg)	ΔError (deg)
-240.00	-239.64	0.013	0.36	-239.64	0.009	0.36
-225.00	-224.39	0.011	0.61	-224.40	0.012	0.60
-210.00	-209.27	0.017	0.74	-209.28	0.012	0.72
-195.00	-194.07	0.012	0.93	-194.05	0.008	0.95
-180.00	-179.75	0.007	0.25	-179.73	0.006	0.27
-165.00	-164.58	0.011	0.42	-164.56	0.008	0.44
-150.00	-149.55	0.009	0.45	-149.51	0.008	0.49
-135.00	-134.39	0.009	0.61	-134.38	0.011	0.62
-120.00	-119.18	0.013	0.82	-119.16	0.014	0.84
-105.00	-104.22	0.008	0.78	-104.16	0.010	0.84
-90.00	-89.97	0.011	0.04	-89.96	0.013	0.04
-75.00	-74.93	0.013	0.07	-74.88	0.013	0.12
-60.00	-59.87	0.011	0.14	-59.82	0.012	0.18
-45.00	-44.73	0.007	0.27	-44.70	0.011	0.30
-30.00	-29.62	0.009	0.38	-29.60	0.010	0.40
-15.00	-14.57	0.011	0.44	-14.53	0.012	0.47
0.00	0.55	0.013	0.55	0.59	0.014	0.59
15.00	14.92	0.010	-0.08	14.96	0.009	-0.04
30.00	30.17	0.009	0.17	30.19	0.011	0.19
45.00	45.15	0.012	0.15	45.16	0.015	0.16
60.00	60.38	0.009	0.38			

จากผลการทดลองข้างต้นสามารถนำค่าความผิดพลาดเชิงมุมที่เกิดขึ้น (Δ Error) ระหว่างค่าที่วัดได้จริงกับค่าเป้าหมายที่กำหนด มาพลอตกราฟเพื่อดูลักษณะของความผิดพลาดที่เกิดขึ้น แสดงดังรูปที่ IV-IX โดยที่กราฟเส้นสีน้ำเงิน คือ การเคลื่อนที่แบบไป (Forward Motion) และกราฟเส้นสีส้ม คือ การเคลื่อนที่แบบกลับ (Backward Motion) ซึ่งจะสังเกตได้ว่าในรูปที่ IV คือการใช้ Single Axis Gyroscope Sensor เข้ามาช่วยในการวัดแกนหมุนที่ 1 จะเกิดค่าความผิดพลาดเชิงมุม (Δ Error) แบบไม่สอดคล้องกัน เนื่องจาก Single Axis Gyroscope Sensor ขณะที่ใช้วัดจะเกิดความผิดพลาดสะสม ทำให้ในการเก็บผลซ้ำแต่ละครั้งจะต้องทำการตั้งค่าศูนย์ (off set) ก่อนทุกครั้ง ซึ่งต่างจากรูปที่ V-IX ที่วัดโดยอุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย (IMU Sensor) พบว่าค่าความผิดพลาดเชิงมุม (Δ Error) มีความสอดคล้องกันทั้งแบบไปและแบบกลับ

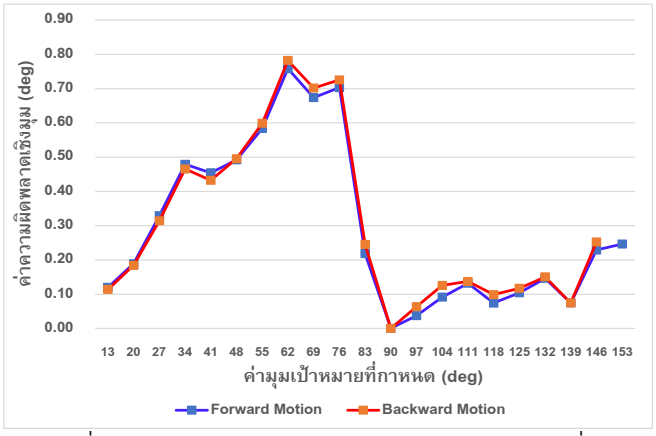
รูปที่ IV. กราฟแสดงค่าความผิดพลาดเชิงมุมของแกนหมุนที่ 1



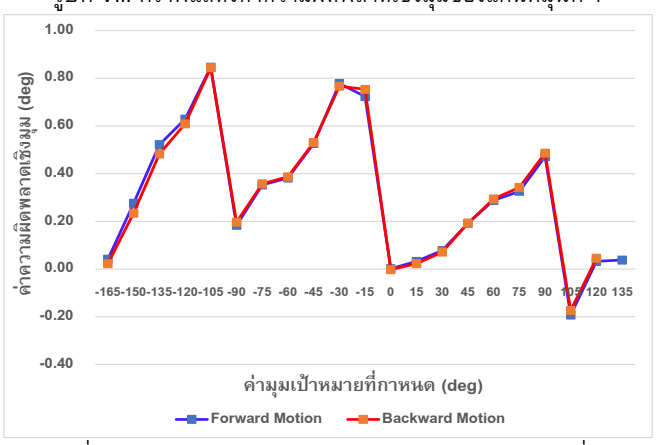
รูปที่ V. กราฟแสดงค่าความผิดพลาดเชิงมุมของแกนหมุนที่ 2



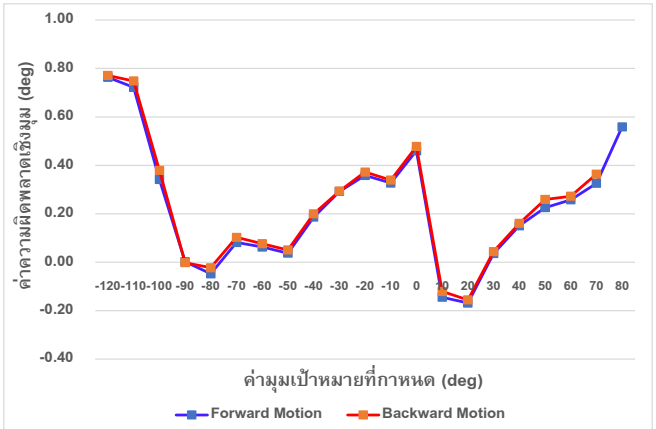
รูปที่ VI. กราฟแสดงค่าความผิดพลาดเชิงมุมของแกนหมุนที่ 3



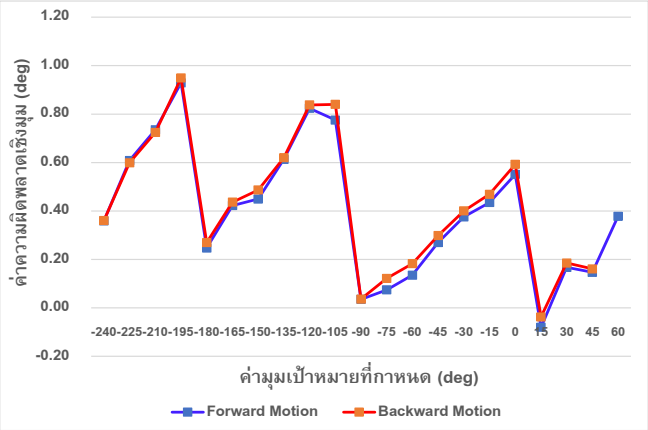
รูปที่ VII. กราฟแสดงค่าความผิดพลาดเชิงมุมของแกนหมุนที่ 4



รูปที่ VIII. กราฟแสดงค่าความผิดพลาดเชิงมุมของแกนหมุนที่ 5



รูปที่ IX. กราฟแสดงค่าความผิดพลาดเชิงมุมของแกนหมุนที่ 6



V. สรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอ การออกแบบกระบวนการวัดและวิเคราะห์ค่าความผิดพลาดเชิงมุมของแกนหมุนในการเคลื่อนที่เชิงเส้นตรงของปลายแขนหุ่นยนต์เคลื่อนที่อิสระ 6 แกน โดยใช้ชุดอุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย (IMU Sensor) ซึ่งปกติแล้วในระบบควบคุมแบบปิดของหุ่นยนต์จะมีตัววัดตำแหน่งแบบทางอ้อม คือ เอ็นโค้ดเดอร์ (Encoder) ที่มอเตอร์ของแต่ละแกน แต่การคำนวณค่าตำแหน่งนี้จะเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ เนื่องจากไม่ได้วัดตำแหน่งโดยตรงที่แกนหมุน แต่จะผ่านการทำงานของชุดเกียร์ต่างๆ รวมถึงคุณสมบัติของอุปกรณ์ภายในเครื่องจักร และการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมขณะใช้เครื่องจักรทำให้มีความผิดพลาดเกิดขึ้น แต่ในการทดลองนี้ได้นำอุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย (IMU Sensor) ติดตั้งบริเวณปลายของแขนกล เพื่อวัดตำแหน่งแบบทางตรงที่แกนหมุนแต่ละแกน ซึ่งไม่มีการวัดผ่านชุดเกียร์ใดๆ จึงมีความผิดพลาดน้อยกว่า และจากผลการทดลองพบว่า ค่าความผิดพลาดเชิงมุม (Δ Error) ที่วัดโดยอุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย (IMU Sensor) มีความสอดคล้องกันทั้งแบบไปและแบบกลับ มีค่าความแปรปรวน (Variance) ที่น้อยมาก โดยผลการทดลองที่ได้จากงานวิจัยนี้จะสามารถทำให้เกิดการวิจัยต่อเนื่องในส่วนของการชดเชยความผิดพลาดเหล่านี้ต่อไป เพื่อให้หุ่นยนต์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังกล่าวได้ว่าอุปกรณ์ตรวจวัดด้วยแรงเฉื่อย (IMU Sensor) มีประสิทธิภาพการทำงานที่เสถียรในการวัดการเคลื่อนที่แบบเรียลไทม์และในกรณีที่ไม่อ้างอิงสิ่งแวดล้อมภายนอก

เอกสารอ้างอิง

[1] M. Rahman, “Modeling, Measurement and Error Compensation of Multi-Axis Machine Tools,” International Journal of Machine Tools and Manufacture., University of Oulu., Finland., Vol. 40, Issue10, pp.1535-1546, 2000.

[2] V. Santibanez and R. Kelly, “A class of nonlinear pid global regulators for robot manipulators,” in Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation, 1998, pp. 3601-3608.

[3] J. Orrante-Sakanassi, V. Santibanez, and M. Hernández-Guzmán, “New tuning conditions for a class of nonlinear pid global regulators of robot manipulators,” International Journal of Control, vol. 87, no. 4, pp. 728–741, 2013.

[4] S. Alavandar and M. J. Nigam, “Fuzzy PD+ I control of a six DOF robot manipulator,” Industrial Robot: An International Journal, vol. 35, no. 2, pp. 125-132, 2008.

[5] H. Chaudhary, V. Panwar, N. Sukavanum, and R. Prasad, “Fuzzy PD+ I based hybrid force/ position control of an industrial robot manipulator,” IFAC Proceedings Volumes, vol. 47, no. 1, pp. 429-436, 2014.

[6] J. J. E. Slotine and L. Weiping, “Adaptive manipulator control: A case study,” in IEEE Transactions on Automatic Control, 1987, pp. 995–1003.

[7] C.-L. Chen and C.-J. Lin, “A sliding mode control approach to robotic tracking problem,” IFAC Proceedings Volumes, vol. 35, no. 1, pp. 55–59, 2002.

[8] K. Braikia, M. Chettouh, B. Tondu, P. Acco, andM. Hamerlain, “Improved control strategy of 2-sliding controls applied to a flexible robot arm,” Advanced Robotics, vol. 25, no. 11-12, pp. 1515-1538, 2011.

[9] G. Zhong, C. Wang, S. Yang, E. Zheng, and Y. Ge, “Position geometric error modeling, identification and compensation for large 5-axis machining center prototype,” International Journal of Machine Tools and Manufacture, Vol. 89, pp. 142-150, 2015.

[10] Y. Zeng, W. Tian, and W. Liao, “Positional error similarity analysis for error compensation of industrial robots,” in Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 2016, Vol. 42, pp. 113-120.

[11] C. Raksiri, and M. Parnichkun, “Geometric and force errors compensation in a 3-axis CNC milling machine,” International Journal of Machine Tools and Manufacture, Vol. 44, Issue 12-13, pp. 1283-1291, 2004.

[12] S. Li, L. Zeng, P. Feng, and D. Yu, “An accurate probe pre-travel error compensation model for five-axis on-machine inspection system,” in Precision Engineering, 2020, Vol. 62, pp. 256-264.

[13] A. Olabi, M. Damak, R. Béarée, O. Gibaru, and S. Leleu, “Improving the Accuracy of Industrial Robots by offline Compensation of Joints Errors,” IEEE International Conference on Industrial Technology, Athens, Greece, 2012.

[14] C. B. Abellanosa, R. P. J. Lugpatan, and D. A. D. Pascua, “Position Estimation using Inertial Measurement Unit (IMU) on a Quadcopter in an Enclosed Environment,” International Journal of Computing, Communication and Instrumentation Engineering, Vol. 3, Issue 2, pp. 332-336, 2016.

[15] C. A. Cifuentes, A. Frizera, R. Carelli, and T. Bastos, “Human–robot interaction based on wearable IMU sensor and laser range finder,” Robotics and Autonomous Systems, Vol. 62, Issue 10, pp. 1425-1439, 2014.

การเพิ่มสมบัติทางกลและโครงสร้างจุลภาคของอลูมิเนียมผสมเกรด 6061 ด้วยกระบวนการบ่มเทียม

1st ดอน แก้วดก
ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีการออกแบบและผลิตขั้นสูง
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
1771/1 ซ.พัฒนาการ 37 ถ.พัฒนาการ
เขต สวนหลวง กทม.10250
don@tni.ac.th

2nd ชนาธิป ศาสตร์ทยารัฐ
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
1771/1 ซ.พัฒนาการ 37 ถ.พัฒนาการ
เขต สวนหลวง กทม.10250
sa.chanathip_st@tni.ac.th

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีบทบาทในเชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรมมีแนวโน้มความต้องการใช้งานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อลูมิเนียมผสมเกรด 6061 เป็นหนึ่งในวัสดุที่มีความแข็งแรง น้ำหนักเบา ขึ้นรูปง่าย สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย บทความนี้นำเสนอการปรับสมบัติของอลูมิเนียมด้วยกระบวนการบ่มเทียม เป็นการให้ความร้อนเพื่อทำให้ธาตุผสมละลายเป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้นและกระตุ้นให้เกิดการตกตะกอนของอนุภาคของธาตุเจือในสภาวะของแข็งภายในอะลูมิเนียม การทดลองเริ่มต้นให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 530 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง แล้วกระตุ้นให้เกิดการตกตะกอนที่ระดับอุณหภูมิ 140 และ 160 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 2, 4 และ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าการบ่มเทียมที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ส่งผลให้มีลักษณะโครงสร้างจุลภาคแบบเกรนขนาดเล็กลงและรูปร่างโค้งมนเพิ่มขึ้น มีค่าความแข็งสูงสุด 89.8 HV เพิ่มขึ้น 28.46% ค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด 264.2 MPa เพิ่มขึ้น 21.17% ในทางกลับกันค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัวสูงสุด 27.65% ลดลง 26.34% เมื่อเทียบกับชิ้นงานก่อนทำการบ่มเทียมเป็นผลเนื่องจากสมบัติเชิงกลที่เพิ่มขึ้น

คำสำคัญ อลูมิเนียม 6061, บ่มเทียม, โครงสร้างจุลภาค, ความแข็ง, ความต้านทานแรงดึงสูงสุด

1. บทนำ

อลูมิเนียม (Aluminum) ถือเป็นโลหะที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์มากทั้งในภาคอุตสาหกรรม และภาคครัวเรือน สำหรับภาคอุตสาหกรรมใช้ในการผลิตอลูมิเนียมผสม และผลิตภัณฑ์อลูมิเนียม ส่วนภาคครัวเรือนมีใช้มากในการก่อสร้าง และตกแต่งบ้าน ทดแทนไม้ และเหล็ก เนื่องจากเป็นโลหะที่มีคุณสมบัติคงทนต่อการหัก ความร้อน การกัดกร่อน น้ำหนักเบา และมีความสามารถในการสะท้อนแสง และความร้อนได้ดี [1] โดยโลหะที่ศึกษาคืออลูมิเนียมผสม 6061 เป็นโลหะผสม Al-Mg-Si ที่ใช้ในอุตสาหกรรมหล่อ ส่วนมากจะมีส่วนผสมของธาตุ Mg ไม่เกิน 5%wt และ Si ไม่เกิน 2%wt ทั้งนี้เพราะหากเติมธาตุ Mg และ Si ปริมาณสูงเกินไป โลหะผสมในสภาวะหลังการหล่อจะขาดสมบัติความเหนียว เนื่องจากแมกนีเซียมซิลิไซท์ (Mg_2Si) และ Si มีสมบัติเปราะ ถ้าตกผลึกภายในเฟสแอลฟาอะลูมิเนียม α-Al (K) มีลักษณะต่อเนื่องจะเกิดการสูญเสียความเหนียวเมื่อพิจารณาโลหะผสม Al-Mg พบว่า โลหะผสมคู่นี้สามารถเพิ่มความแข็งได้โดยผ่านกระบวนการทางความร้อนแบบ T6 ซึ่งเป็นการเพิ่มความแข็งแรงแบบการตกตะกอน (Precipitate Hardening) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลักๆ คือ การอบละลาย เป็นการทำให้การละลายของธาตุผสมเพิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น การชุบเย็นเพื่อให้เกิดการเย็นตัวอย่างรวดเร็วและการบ่มให้ธาตุผสมที่อยู่ในสภาวะสารละลายของแข็งอิ่มตัวยิ่งยวดเกิดการตกตะกอนแล้วฟอร์มตัวเป็นเฟสใหม่ที่มีความละเอียดมากส่งผลให้ชิ้นงานมีความแข็งเพิ่มขึ้นเนื่องจากอนุภาคที่ได้จากการตกตะกอน [2,3]

โครงงานนี้มุ่งเน้นการศึกษาเกี่ยวกับการใช้กระบวนการทางความร้อนกับอลูมิเนียมผสม 6061 โดยการให้ความร้อนกับอลูมิเนียมจนถึงอุณหภูมิที่กำหนดเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของอลูมิเนียม จากนั้นเมื่อนำอลูมิเนียมไปทำให้เย็นอย่างรวดเร็วนั้นจะทำให้เกิดโครงสร้างภายในที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งโครงสร้างที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมนี้ จะสามารถเพิ่มคุณสมบัติทางวัสดุของอลูมิเนียมได้ จึงเป็นที่มาของการศึกษาในโครงงานนี้ วัตถุประสงค์คือการหาค่าอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้อลูมิเนียมมีค่าความแข็งและค่าความแข็งแรงดึงดีที่สุด ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาไปสู่อุตสาหกรรมการผลิตได้ การทดลองแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักคือ กระบวนการทางความร้อน T6 การตรวจสอบโครงสร้างทางจุลภาคและคุณสมบัติเชิงกล ได้แก่ ความแข็ง ความแข็งแรงดึง ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM-E8 และ ASTM-E92

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1. วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

อลูมิเนียมผสม 6061 แบบแผ่นที่ถูกตัดเป็นรูปทรงขนาด 10x100x6 mm โดยเครื่อง EDM Wire-cut ซึ่งมีส่วนผสมทางเคมีดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนผสมทางเคมีของอลูมิเนียม 6061 (% โดยมวล) [4]

โลหะ	Mg	Si	Fe	Cu	Zn	Ti	Mn
AL6061	1.2	0.8	0.7	0.4	0.25	0.15	0.15

2.2. วิธีการทดลอง

การทดลองแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักคือ กระบวนการทางความร้อน T6 ,การตรวจสอบโครงสร้างทางจุลภาคและคุณสมบัติเชิงกล ได้แก่ ความแข็งและแรงดึง ตามลำดับดังนี้

2.2.1. กระบวนการทางความร้อน T6

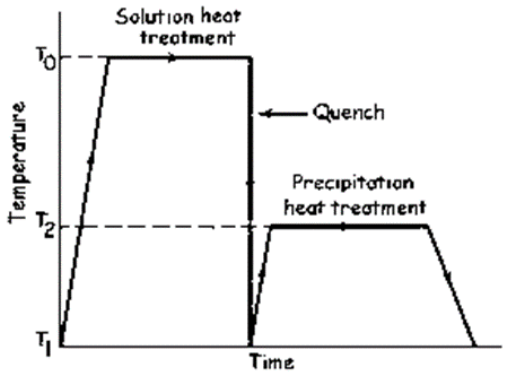
กระบวนการทางความร้อน T6 ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ การอบละลาย การชุบ และการบ่มแข็ง

การอบละลาย เป็นการเพิ่มความสามารถในการละลายของธาตุผสม เช่น Mg_2Si ซึ่งเป็นเฟสประกอบของยูเทคติคในโลหะผสม Al-Mg-Si ให้อยู่ในรูปของสารละลายของแข็งกระจายตัวเข้าเป็นเนื้อเดียวกันกับธาตุหลักมากขึ้น โดยอาศัยหลักว่า ความสามารถในการละลายของธาตุผสมเพิ่มมากขึ้น เมื่อ

อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้น เมื่อเวลาในที่การอบละลายเพียงพอจะทำให้ธาตุผสมละลายและกระจายตัวในธาตุหลักอย่างทั่วถึงทำให้โครงสร้างเป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้น และการอบละลายยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเฟส โดยธาตุผสมที่ไม่ละลายเข้าไปเป็นเนื้อเดียวกันกับธาตุหลักจะมีการแตกตัวเป็นชิ้นเล็กกว่าเดิมและมีลักษณะกลมมนมากขึ้นซึ่งในการทดลองใช้อุณหภูมิ 530 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมงตามผลวิจัยที่แนะนำของ A.M.Samuel และคณะ [5]

การชุบ เป็นการลดอุณหภูมิของวัสดุลงหรือทำให้ วัสดุเกิดการเย็นตัวอย่างรวดเร็ว ขณะที่อยู่ในช่วง อุณหภูมิสูง โดยการจุ่มลงในของเหลวที่ทำหน้าที่เป็น ตัวกลางในการดูดซับพลังงานความร้อนที่ต่างกัน เช่น น้ำ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนเฟสผลลัพธ์ที่ตามมาจากกระบวนการดังกล่าวคือ สมบัติทางกลของอะลูมิเนียมผสมเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งในการทดลองจะใช้น้ำอุณหภูมิห้อง เป็นตัวกลางในการชุบ

การบ่มแข็ง ขั้นตอนนี้ทำให้ธาตุผสมที่อยู่ในสภาวะสารละลายของแข็งอิ่มตัวยิ่งยวดเกิดการตกตะกอนแล้วฟอร์มตัวเป็นเฟสใหม่ที่มีความละเอียดมากโดยอาศัยการแพร่ และส่งผลให้ชิ้นงานมีความแข็งเพิ่มขึ้นเนื่องจากอนุภาคที่ได้จากการตกตะกอนจะไปขัดขวางการเคลื่อนที่ของดิสโลเคชั่นซึ่งอุณหภูมิที่ใช้ในการบ่มจะขึ้นกับหมายเลขของโลหะผสม และช่วงระยะเวลาในการบ่มเพื่อให้โลหะผสมมีความแข็งสูงสุดขึ้นกับอุณหภูมิของการบ่ม ถ้าบ่มที่อุณหภูมิต่ำเกินไปและใช้เวลาน้อย ขนาดของตะกอนจะเล็กมากเกินไป ทำให้ได้ความแข็งและความแข็งแรงต่ำ เรียกว่า ต่ำกว่ากระบวนการบ่ม (Under Aging) แต่ถ้าเลือกใช้อุณหภูมิสูงและเวลานานเกินไปจะทำให้ตะกอนเกิดการรวมตัวกันจนมีขนาดใหญ่และมีจำนวนลดลง ทำให้สูญเสียความแข็งและความแข็งแรงไป เรียกว่า สูงกว่ากระบวนการบ่ม (Over Aging)
ในกรณีที่ต้องการเร่งให้เฟสใหม่เกิดได้เร็วขึ้นต้องทำการบ่มแข็งเทียม (Artificial Aging) โดยนำชิ้นงานไปอบที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิห้อง แทนการบ่มแข็งธรรมชาติ (Natural Aging) เนื่องจากเป็นการปล่อยชิ้นงานทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องทำให้เกิดการฟอร์มตัวของเฟสใหม่ที่ค่อนข้างช้า การอบละลายนั้นจึงทำให้โครงสร้างเกิดเป็นเฟสใหม่ให้มีความสมดุลมากขึ้น ผลลัพธ์ที่ตามมาคือวัสดุมีความแข็งแรงมากขึ้น [6] แสดงขั้นตอนกระบวนการทางความร้อน T6 ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงกระบวนการทางความร้อน T6 [2,6]

โดยในการทดลองนี้ใช้อุณหภูมิในการบ่มเทียมที่ 140 °C และ 160 °C เป็นเวลา 2 , 4 และ 6 ชั่วโมงตามลำดับ แสดงเงื่อนไขต่าง ๆดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เงื่อนไขต่าง ๆ ของกระบวนการทางความร้อน T6

การอบละลาย		การบ่มแข็ง	
อุณหภูมิ (°c)	เวลา (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (°c)	เวลา (ชั่วโมง)
530	2	140	2 4 6
530	2	160	2 4 6

ออกแบบการทดลองโดยวิธี Taguchi Method หรือ Orthogonal Array ที่สามารถทำให้ออกแบบจำนวนรอบการทำการทดลองได้อย่างเหมาะสมและยังคงสามารถรักษาความสำคัญของเงื่อนไขทั้ง 2 ปัจจัยไว้ได้สามารถลดเวลาและต้นทุนได้ โดยได้ทำการออกแบบจำนวนรอบการทดลองไว้ดังนี้
Taguchi Array $L_{18}(2)^1(3)^1$ จากสมการนี้แสดงให้เห็นถึง จำนวนการทดลอง 18 รอบมีตัวแปร 2 ปัจจัยแต่ละปัจจัยมีการทดลอง 3 ครั้งโดยจะนำมาจากเงื่อนไขในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการทดลอง

ปัจจัยควบคุม	ระดับการทดลอง	
	1	2
อุณหภูมิ(°c)	140	160
เวลา(ชั่วโมง)	2 , 4 , 6	2 , 4 , 6

จากนั้นออกแบบตารางการทดลองจากวิธีข้างต้นโดยแต่ละลำดับการทดลองจะต้องทดสอบทางคุณสมบัติวัสดุสามครั้งทำให้ลำดับการทดลองเป็น 18 ครั้ง และได้ตารางแสดงการทดลองการบ่มแข็งในช่วง 2 อุณหภูมิ 3 เวลาในตารางที่ 4

ตารางที่4 ตารางแสดงลำดับการทดลองการบ่มแข็งในช่วง 2 อุณหภูมิ 3 เวลา

ลำดับการทดลอง	ปัจจัย	
	อุณหภูมิ (°c)	เวลา (ชั่วโมง)
1	140	2
2	140	2
3	140	2
4	140	4
5	140	4
6	140	4
7	140	6
8	140	6
9	140	6
10	160	2
11	160	2
12	160	2
13	160	4
14	160	4
15	160	4
16	160	6
17	160	6
18	160	6

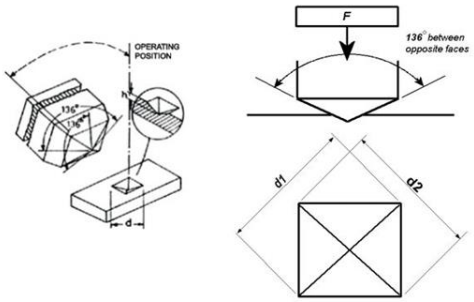
2.2.2. การตรวจสอบโครงสร้างทางจุลภาค

เป็นการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของอลูมิเนียมซึ่งในการทดลองใช้กล้องจุลทรรศน์ในการตรวจสอบก่อนและหลังกระบวนการทางความร้อน T6 เพื่อพิจารณาลักษณะรูปร่างของเกรนเพื่อวิเคราะห์ผล โดยขั้นตอนนี้จะต้องขัดผิวชิ้นงานด้วยกระดาษทรายเบอร์ 180, 360, 600, 800, 1000 1500 และ 2000 ตามลำดับ จากนั้นขัดด้วยผงอลูมิน่าขนาด 1 และ 0.3 ไมโครเมตรตามลำดับ ด้วยผ้ากำมะหยี่สำหรับขัดผิว เมื่อขัดจนผิวมันวาวแล้วจึงนำไปกัดกรดด้วย Keller's reagent [7] โดยจุ่มชิ้นงานทดสอบลงในถาดเตรียมกรดเป็นเวลา 10 วินาที จากนั้นล้างด้วยเมทานอลและเป่าให้แห้ง

2.2.3. การทดสอบคุณสมบัติเชิงกล

เป็นการทดสอบแบบทำลาย ในการทดลองใช้การทดสอบความแข็งและการทดสอบแรงดึง สามารถแสดงได้ดังนี้

การทดสอบความแข็ง เป็นการทดสอบความสามารถของวัสดุในการต้านทานต่อการเปลี่ยนรูปแบบถาวร (Plastic Deformation) เมื่อถูกแรงกดจากหัวกดกระทำลงบนผิวของวัสดุทดสอบ ในงานทดลองนี้ใช้การทดสอบความแข็งแบบ Vickers (HV) ซึ่งหัวกดมีขนาดมุม 136 องศาดังรูปที่ 2 และแรงกดขนาด 15 kg/f กดเป็นเวลา 10 วินาทีตามมาตรฐาน ASTM-E92 [8]

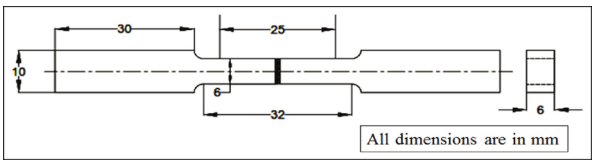


รูปที่ 2 หลักการวัดค่าความแข็งแบบวิคเกอร์ [8]

การทดสอบแรงดึงเป็นการดึงชิ้นทดสอบซึ่งทำให้ชิ้นงานทดสอบตกอยู่ใต้สภาวะการยืดและเป็นกระบวนการที่ทำให้ชิ้นทดสอบเกิดการเสียรูป โดยการเสียรูปเป็นการเปลี่ยนแปลงรูปทรงของชิ้นทดสอบจากแรงที่กระทำ การตรวจวัดการเสียรูปจะวัดจากการเปลี่ยนแปลงขนาดชิ้นทดสอบเทียบกับขนาดเริ่มต้น คือการเสียรูปจะวัดจากความยาวของระยะทดสอบ (Gauge Length) เปลี่ยนแปลงไปในการทดสอบเทียบกับระยะทดสอบเริ่มต้น งานวิจัยนี้ดึงด้วยอัตราเร็ว 15 mm/min ตามสมการที่1 และขนาดตามมาตรฐาน ASTM-E8 Subsize [9] มีขนาดแสดงดังรูปที่ 3

ความเร็ว = (Gage Length × 60)/100 mm/min (1)

โดยที่ 60 และ 1000 คือ ค่าคงที่

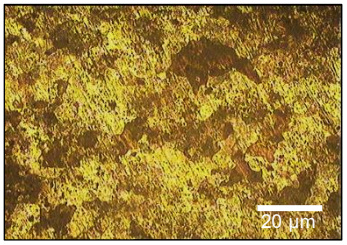


รูปที่ 3 แบบชิ้นงานทดสอบตามมาตรฐาน ASTM-E8 Subsize [9]

3. ผลการวิจัย

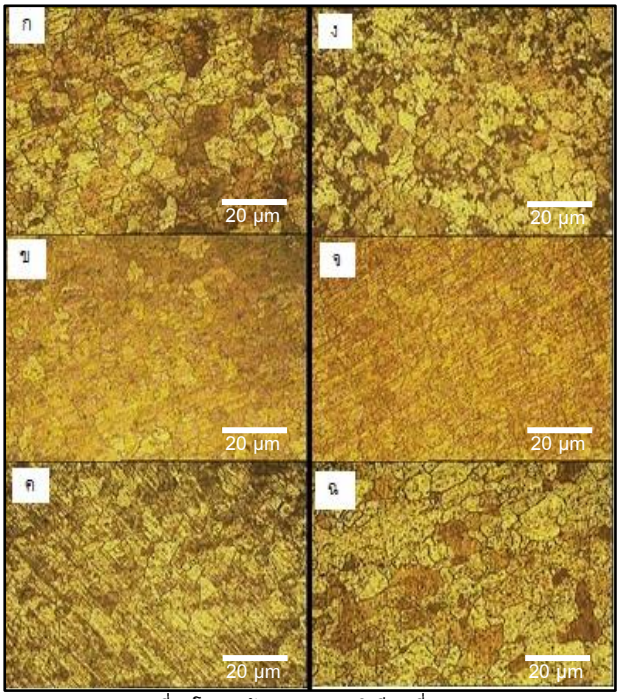
3.1. ผลการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค

เมื่อนำชิ้นงานที่ไม่ผ่านกระบวนการทางความร้อนมาตรวจสอบพบว่าผลึกเกรนมีขนาดใหญ่และมีรูปร่างไม่ชัดเจนดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 อลูมิเนียมผสมเกรด 6061 ที่ไม่ผ่านกระบวนการทางความร้อน

ภายหลังที่นำชิ้นงานไปผ่านการอบละลายที่อุณหภูมิ 530 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมงและบ่มเทียมที่อุณหภูมิ 140 และ 160 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 , 4 และ 6 ชั่วโมงตามเงื่อนไขพบว่าเฟส α-Al มีรูปทรงผลึกเกรนมีลักษณะขอบโค้งกลม (Globular grain structure)ดังรูปที่ 4 และเฟสโครงสร้างยูเทคติคแม็กนีเซียมซิลิไซด์หรือเฟส Mg_2Si จะเกิดการแตกตัวเป็นอนุภาคขนาดเล็กลงและกระจายอยู่ทั่วทั้งเนื้อพื้นอลูมิเนียมเมื่อเทียบกับชิ้นงานที่ไม่ผ่านกระบวนการทางความร้อนทำให้ความแข็งเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน แต่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการบ่มพบว่าการละลายของเฟส Mg_2Si มีแนวโน้มคงที่ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 โครงสร้างจุลภาคอลูมิเนียมที่ผ่านกระบวนการทางความร้อน T6 ที่อุณหภูมิการบ่มเทียม 140°C และ 160°C
(ก) บ่มเทียม 140°C 2 ชั่วโมง (ง)) บ่มเทียม 160°C 2 ชั่วโมง
(ข) บ่มเทียม 140°C 4 ชั่วโมง (จ)) บ่มเทียม 160°C 4 ชั่วโมง
(ค) บ่มเทียม 140°C 6 ชั่วโมง (ฉ)) บ่มเทียม 160°C 6 ชั่วโมง

3.2. ผลการทดสอบสมบัติทางกล

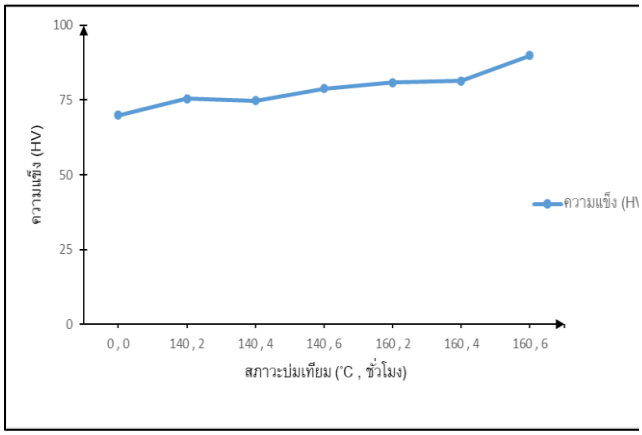
3.2.1. ผลการทดสอบความแข็ง

ผลการทดสอบวัดค่าความแข็งของชิ้นงานทดสอบตามมาตรฐาน ASTM-E92 โดยกดบนชิ้นงานทดสอบที่ 10kg/f เป็นเวลา 15 วินาที จากการทดสอบความแข็งของชิ้นงานทดสอบที่ผ่านการอบละลายที่อุณหภูมิ 530 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมงและการบ่มแข็งที่อุณหภูมิ 140 และ 160 °C เป็นเวลา 2, 4 และ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ ได้ค่าความแข็งแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าความแข็งก่อนและหลังผ่านกระบวนการทางความร้อน T6

อุณหภูมิบ่มแข็ง (°C)	เวลาบ่มเทียม (ชั่วโมง)	ค่าความแข็ง (HV)
As-cast	-	69.9
140	2	75.4
	4	74.7
	6	78.8
160	2	80.8
	4	81.3
	6	89.8

พบว่าค่าความแข็งเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับอุณหภูมิและเวลาในการบ่มเทียม โดยค่าความแข็งเฉลี่ยที่สภาวะบ่มเทียมอุณหภูมิ 160 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง นั้นจะมีค่าความแข็งสูงที่สุดเท่ากับ 89.8 HV ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งกับอุณหภูมิในการบ่มเทียมที่แตกต่างกันแสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งกับอุณหภูมิในการบ่มแข็งที่แตกต่างกัน

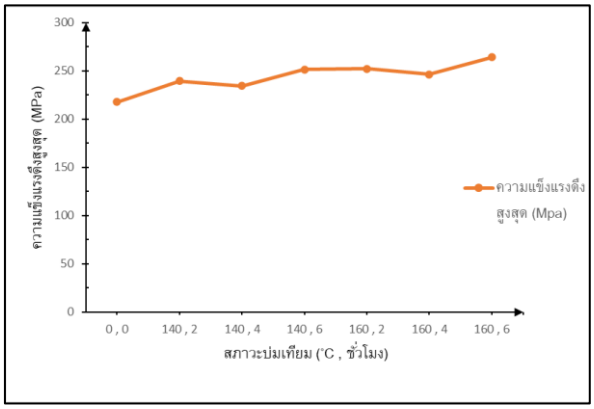
3.2.2. ผลการทดสอบแรงดึง

ผลการทดสอบแรงดึงของชิ้นงานทดสอบตามมาตรฐาน ASTM-E8 โดยดึงชิ้นงานทดสอบที่ความเร็ว 15 mm/min จากการทดสอบแรงดึงของชิ้นงานทดสอบที่ผ่านการอบละลายที่อุณหภูมิ 530 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมงและการบ่มแข็งที่อุณหภูมิ 140 และ 160 °C เป็นเวลา 2 4 และ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ ได้ค่าแรงดึงแสดงดังตารางที่ 6

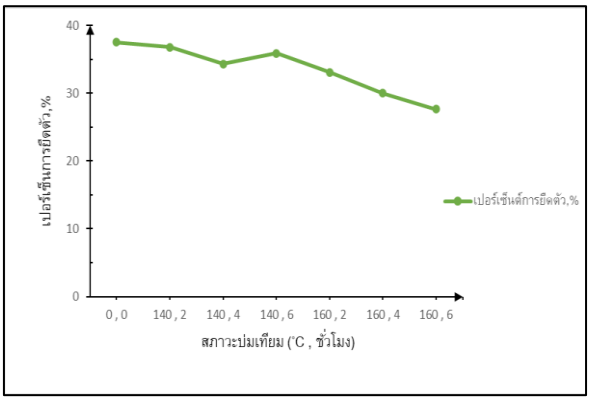
ตารางที่ 6 ค่าแรงดึงก่อนและหลังกระบวนการทางความร้อน T6

อุณหภูมิบ่มแข็ง (°C)	เวลาบ่มเทียม (ชั่วโมง)	ค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด (MPa)	ค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัว (%)
As-cast	-	218.0	37.53
140	2	239.5	36.80
	4	234.4	34.32
	6	251.6	35.90
160	2	252.4	33.13
	4	246.3	30.00
	6	264.2	27.65

จากผลการทดสอบแรงดึง (Ultimate tensile stress) พบว่าที่สภาวะบ่มเทียมอุณหภูมิ 160 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง นั้นได้ค่าความแข็งแรงดึงเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 264.2 MPa และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การยืดตัว (%Elongation) พบว่าชิ้นงานทดสอบที่ไม่ผ่านกระบวนการทางความร้อนนั้นให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การยืดตัวสูงที่สุดเท่ากับ 37.53 % ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงดึงและเปอร์เซ็นต์การยืดตัวกับอุณหภูมิในการบ่มเทียมที่แตกต่างกันแสดงดังรูปที่ 7 และ 8



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงดึงกับอุณหภูมิในการบ่มแข็งที่แตกต่างกัน



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การยืดตัวกับอุณหภูมิในการบ่มแข็งที่แตกต่างกัน

4. สรุป

โครงสร้างจุลภาค พบว่า การนำอะลูมิเนียมผสม 6061 ที่ผ่านกระบวนการทางความร้อน T6 มีลักษณะเกรนเป็นแบบก้อนกลมกระจายสม่ำเสมอ และเฟสโครงสร้าง Mg_2Si จะเกิดการแตกตัวเป็นอนุภาคขนาดเล็กลงและกระจายอยู่ทั่วทั้งเนื้อพื้นอลูมิเนียมเมื่อเทียบกับชิ้นงานที่ไม่ผ่านกระบวนการทางความร้อนทำให้ความแข็งเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยเกรนลักษณะดังกล่าวส่งผลให้มีสมบัติทางกลที่ดีขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของนพพล เหลืองอักษรและคณะ [10]

สมบัติทางกล พบว่า ความแข็งเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับชิ้นงานทดสอบที่ไม่ผ่านกระบวนการทางความร้อน T6 โดยค่าความแข็งเฉลี่ยที่สภาวะบ่มเทียมอุณหภูมิ 160 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง นั้นจะมีค่าความแข็งสูงที่สุดเท่ากับ 89.8 HV เพิ่มขึ้น 28.46% ที่สภาวะบ่มเทียมอุณหภูมิ 160 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง นั้นได้ค่าความแข็งแรงดึงเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 264.2 MPa เพิ่มขึ้น 21.17% และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การยืดตัว (%Elongation) พบว่าชิ้นงานทดสอบที่ไม่ผ่านกระบวนการทางความร้อนนั้นให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การยืดตัวสูงที่สุดเท่ากับ 37.53 % ลดลง 26.34%

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท BARA SCIENTIFIC CO.LTD. ที่ให้คำแนะนำการปรับตั้งค่าเครื่อง UTM และห้องปฏิบัติการวัสดุวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น ที่อำนวยความสะดวกเครื่องมือวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคชิ้นงานทดสอบจนทำให้การดำเนินงานสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] Siamchemi. (2020, November 19). "อลูมิเนียม (Aluminium) ชนิด และประโยชน์อลูมิเนียม," 2562. [Online]. https://www.siamchemi.com.

[2] นิติกานต์ พาเจริญ, "อิทธิพลของตัวแปรในกระบวนการทางความร้อนที่มีผลต่อสมบัติทางกลและโครงสร้างจุลภาคของอลูมิเนียมหล่อแบบกึ่งของแข็ง Al 6061," สงขลา, 2556.

[3] ชาญวุฒิ ตั้งจิตวิทยา,“วัสดุในงานวิศวกรรม,” เล่ม 1, 2521.

[4] ASM International, "Metals Handbook Vol.2," in Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials, 1990.

[5] C. S. A. M Samuel, "Effect of alloying elements on the segregation and dissolution of CuAl2 phase in Al-Si-Cu 319 Alloys," JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE, vol. 38, pp. 1203-1218, 2003.

[6] ดร.ธฤติ ตันประยูร, "การบ่มแข็งของอลูมิเนียมขึ้นรูป," M.T.E.C, pp. 78-80, 2560.

[7] E. Cerri, " mechanical grinding, mechanical polishing, etching, anodising," in Metallography of Aluminium Alloys, 1999, p. 4.

[8] ASTM International, "Standard Test Methods for Vickers Hardness and Knoop Hardness of Metallic Materials," 2017.

[9] ASTM International, "Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials," Test Specimens, pp. 2-3, 2013.

[10] นพพล เหลืองอักษร, "การศึกษาสมบัติทางกลของอะลูมิเนียมผสมเกรด 6061 ที่ผ่านกระบวนการความร้อน T6," สงขลา, 2555.

แนวคิดต้นแบบระบบตรวจหาช่องจอดและถอยจอดอัตโนมัติ

The proposed model of automatic parking slot detection and automated parking system

ชานน นนทฤทธิ์
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Bangkok, Thailand
no.chanon_st@tni.ac.th

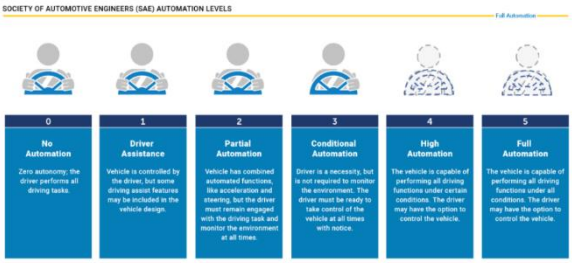
ฐิติชญา ธนมิตรสมบูรณ์
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Bangkok, Thailand
titichaya@tni.ac.th

บทคัดย่อ **—— อุตสหกรรมรถยนต์ในปัจจุบันให้ความสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีอำนวยความสะดวกแก่ผู้ขับขี่ที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่น ระบบควบคุมความเร็วตามรถคันหน้า หรือ ระบบแจ้งเตือนเมื่อรถออกนอกเลน เป็นต้น ซึ่งระบบเหล่านี้ต่างเป็นตัวช่วยในการดึงดูดลูกค้าในการตัดสินใจซื้อและช่วยเพิ่มมูลค่าของรถยนต์อย่างเห็นได้ชัด โดยระบบเหล่านี้ได้รับการถูกพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง และมีความฉลาดในการทำงานมากขึ้นเรื่อย ๆ จนคาดว่าในอนาคตระบบเหล่านี้จะสามารถทำงานได้โดยไร้การควบคุมจากมนุษย์ ซึ่งเป็นหัวใจหลักของรถยนต์ในอนาคต ซึ่งทำให้ระบบสามารถทำงานได้แม่นยำ ช่วยเพิ่มความสะดวกและความปลอดภัยแก่ผู้ขับขี่ ดังนั้น บทวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นในการพัฒนาแนวคิดต้นแบบระบบถอยจอดอัตโนมัติ ซึ่งเป็นระบบที่ในปัจจุบันกำลังอยู่ในช่วงพัฒนาและเป็นที่สนใจของอุสหกรรมรถยนต์ โดยบทวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรเลอร์และเซนเซอร์สำหรับวัดระยะ ในการทดสอบการทำงาน ผลการพัฒนาในงานวิจัยนี้สามารถออกแบบแนวคิดต้นแบบสำหรับระบบถอยจอดอัตโนมัติ และ สามารถนำระบบที่พัฒนานั้นไปทดสอบกับรถตัวอย่างได้สำเร็จ โดยรถตัวอย่างสามารถตรวจหาช่องจอดรถได้ และสามารถถอยรถจอดได้อัตโนมัติ ซึ่งแนวคิดของระบบนี้เป็นเพียงแนวคิดต้นแบบที่สามารถนำไปปรับปรุงและต่อยอดให้ใช้กับรถยนต์ได้จริง**

คำสำคัญ ***—— เทคโนโลยีอำนวยความสะดวกในรถยนต์, เทคโนโลยีความปลอดภัยในรถยนต์, รถยนต์ในอนาคต, ระบบถอยจอดอัตโนมัติ, เซนเซอร์ถอยหลัง***

I. Introduction

ระบบความปลอดภัยของรถยนต์เป็นอีกหนึ่งระบบที่สำคัญของรถยนต์ เพื่อช่วยลดความเสียหายที่อาจเกิดแก่ผู้ขับขี่ และลดโอกาสเกิดอุบัติเหตุที่ไม่คาดคิด การพัฒนาระบบความปลอดภัยในอุตสหกรรมรถยนต์นั้น มีมาตั้งแต่ปี 1950 เช่น seat belt หรือ antilock brake เป็นต้น [1] จนในช่วงปี 2000 เทคโนโลยีมีความก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น และเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันของมนุษย์ เทคโนโลยีความปลอดภัยในรถยนต์จึงได้รับความสนใจเช่นเดียวกัน และได้เกิดการพัฒนาระบบที่มีความฉลาดมากขึ้น สามารถที่จะประมวลผลแบบ real time และดำเนินการได้อย่างอัตโนมัติ เช่น ระบบควบคุมความเร็วอัตโนมัติ ระบบเบรกฉุกเฉิน เป็นต้น ซึ่งระบบที่ถูกพัฒนาในปัจจุบันนั้น ยิ่งมีความเป็น full automation มากยิ่งขึ้นในทุกปี จนคาดว่าในอนาคต รถยนต์จะมีความเป็น full automation เต็มตัว หรือ สามารถที่จะควบคุมและจัดการได้โดยไร้การควบคุมจากมนุษย์

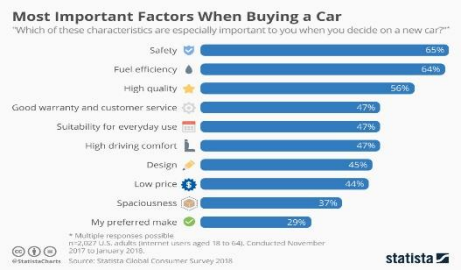


รูปที่ 1. รูปภาพแสดงวิวัฒนาการของระบบรถยนต์
แหล่งที่มา : www.nhtsa.gov

ในตลาดรถยนต์ ณ ปัจจุบัน นอกเหนือจากการแข่งขันพัฒนาเครื่องยนต์ของผู้ผลิตรถยนต์แต่ละยี่ห้อแล้ว ยังมีการแข่งขันในด้านการพัฒนาเทคโนโลยีความปลอดภัยแก่ผู้ขับขี่ที่สูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด จากผลสำรวจปัจจัยในการเลือกซื้อรถยนต์พบว่า ในปัจจุบันเครื่องยนต์หรือ hardware ไม่ใช่ปัจจัยหลักในการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค แต่เป็นปัจจัยทางด้านเทคโนโลยีความปลอดภัย หรือ ด้าน software ที่เข้ามาเป็นอีกหนึ่งปัจจัยหลักในการตัดสินใจ จึงสามารถกล่าวได้ว่า นอกเหนือจากสมรรถนะของเครื่องยนต์ในรถยนต์แล้ว ปัจจุบันรถยนต์จำเป็นต้องมีเทคโนโลยีที่ช่วยเสริมความฉลาดให้แก่ตัวรถยนต์ในการช่วยเหลือด้านการขับขี่แก่ผู้ขับขี่อีกด้วย

นอกเหนือจากการเป็นปัจจัยในการดึงดูดลูกค้าแล้ว เทคโนโลยีรถยนต์ยังเป็นตัวช่วยเพิ่มมูลค่าของรถยนต์มากยิ่งขึ้น สามารถสังเกตได้จากรถยนต์หนึ่งรุ่น มักถูกแบ่งเป็นรุ่นย่อยๆ ในราคาที่ลดหลั่นกันไป โดยในแต่ละรุ่นย่อยมักมีเครื่องยนต์หรือ hardware ของรถที่เหมือนกัน แต่จะแตกต่างกันในด้านเทคโนโลยีอำนวยความสะดวก หรือ software ที่ให้มาใน

แต่ละรุ่น โดยรุ่นที่มีราคาสูงกว่าย่อมให้เทคโนโลยีที่มากกว่า และดีกว่ารุ่นที่ถูกกว่า ซึ่งปัจจัยนี้เป็นตัวช่วยเพิ่มมูลค่าและกำไรให้แก่ผู้ผลิต โดยเทคโนโลยีที่เป็นที่นิยมในในตลาดรถยนต์ทั่วไป ณ ปัจจุบัน ได้แก่ ระบบเตือนเมื่อรถเข้าใกล้วัตถุ ระบบควบคุมความเร็วตามรถคันหน้า ระบบไฟหน้าปรับองศาอัตโนมัติ เป็นต้น



รูปที่ 2. สถิติแสดงปัจจัยสำคัญในการเลือกซื้อรถยนต์ในปี 2018

แหล่งที่มา : www.statista.com

จากที่กล่าวไว้ข้างต้น เทคโนโลยีสำหรับรถยนต์ที่กำลังเป็นที่สนใจและคาดว่าจะเป็นหัวใจหลักสำหรับรถยนต์ในอนาคต คือ เทคโนโลยีไร้คนขับ ที่ช่วยให้รถยนต์สามารถขับไปยังจุดหมายได้อัตโนมัติ รวมถึงความสามารถในการถอยรถจอดได้เองโดยอัตโนมัติ ซึ่งในปัจจุบันนี้ ระบบดังกล่าวสามารถพบได้ในรถยนต์ที่มีราคาที่สูงเท่านั้น ยังไม่พบในรถยนต์ตลาดทั่วไป เนื่องจากระบบดังกล่าว ในปัจจุบันยังมีค่าใช้จ่ายในการพัฒนาที่สูง ทางผู้พัฒนาจึงมีความสนใจในการออกแบบแนวคิดเบื้องต้น ของระบบถอยจอดอัตโนมัติ ที่คาดว่าจะสามารถเป็นหนึ่งในแนวคิดสำหรับการพัฒนาระบบถอยจอดอัตโนมัติ ได้ในราคาที่สามารถเข้าถึงได้

โดยในการพัฒนาครั้งนี้ ได้มีการออกแบบแนวคิดของระบบถอยจอดอันโนมัติ โดยใช้หลักการของการวัดระยะ ประกอบกับการควบคุมล้อ และความเร็ว โดยได้มีการทดสอบระบบด้วยการใช้ microcontroller ขนาดเล็กในการสั่งการและควบคุม รวมถึงมีการใช้งาน sensor สำหรับวัดระยะควบคู่กับการตรวจสอบและควบคุมในระบบ

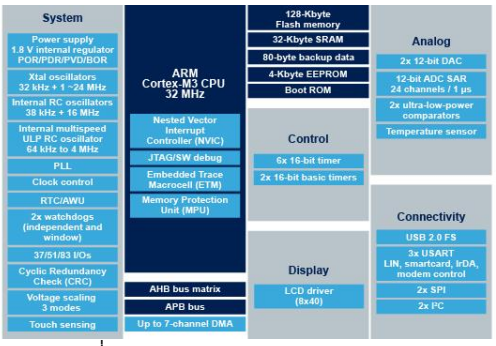
II. Material and Resources

II.I STM32L152RB Microcontroller

คือ 32-bit microcontroller integrated circuit ในซีรี่ย์ L1 ที่มีจุดเด่นในการประหยัดพลังงานแบตเตอรี่ ถูกพัฒนาโดยบริษัท STMicroelectronics STM32L152RB มีการใช้ chip ARM cortex-M3 core เป็นตัวประมวลผล มีขนาดหน่วยความจำ 128 Kbyte Flash memory, 32 Kbyte RAM, 4 Kbyte data EEPROM รองรับ Peripheral ดังต่อไปนี้ USB 2.0, SPI, I2C, USART, TIMER, TEMP SENSOR, ADC, DAC, GPIO, DMA, RTC, CRC, LCD [2] ซึ่ง STM32L152RB มีลักษณะรูปร่าง และ โครงสร้าง Circuit Diagram ดังรูปที่ 3 และรูปที่ 4



รูปที่ 3. STM32L152RB



รูปที่ 4. STM32L152RB Circuit Diagram

นอกจากนี้ STM32L152RB มี ST-LINK/V2 ที่เป็นเครื่องมือสำหรับการ programming และ debugging โดยสามารถใช้งานผ่านโปรแกรม Keil uvision ด้วยภาษา C

II.II HC-SR04 Ultrasonic sensor

คือ sensor สำหรับวัดระยะห่างระหว่าง sensor กับวัตถุ โดยใช้หลักการปล่อยสัญญาณคลื่นเสียงออกไปยังวัตถุและให้คลื่นสะท้อนกลับมายังตัว sensor โดยเราสามารถจับเวลาตั้งแต่ sensor เริ่มปล่อยคลื่นจนคลื่นสะท้อนกลับมา เพื่อนำระยะเวลานั้นไปคำนวนหาระยะห่าง ซึ่งสามารถคำนวนได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$Distance(m) = \frac{high\ level\ time(s) \times 340(m/s)}{2}$$

โดย high level time คือ ระยะเวลาตั้งแต่ sensor เริ่มปล่อยสัญญาณคลื่นจนถึงคลื่นสะท้อนกลับมายัง sensor

HC-SR04 Ultrasonic sensor สามารถทำงานด้วยการจ่ายไฟขนาด 5V โดยสามารถวัดระยะได้ตั้งแต่ 2 cm – 4 m และ วัตถุทำมุมขนาดน้อยกว่า 15 องศากับตัว sensor [3]



รูปที่ 5. HC-SR04 Ultrasonic sensor

II.III TCRT5000 Reflective sensor

คือ sensor สำหรับตรวจจับสีขาวดำ ใช้หลักการสะท้อนกลับของแสง โดยวัตถุสีขาวจะสามารถสะท้อนแสงได้ดี แต่ถ้าเป็นสีดำจะไม่สะท้อนแสง โดย sensor จะส่งสัญญาณ High เมื่อตรวจพบสีดำ และส่งสัญญาณ Low เมื่อพบสีขาว [4]

TCRT5000 สามารถทำงานโดยการจ่ายไฟขนาด 3.3 – 5 V สามารถตรวจจับในระยะ 0.2 - 15 mm และมี Filter สำหรับป้องกันแสงแดด



รูปที่ 6. TCRT5000 Reflective sensor

II.IV Pulse Width Modulation (PWM)

คือ เทคนิคการเขียนข้อมูลแบบ Analog ด้วยสัญญาณ Digital โดยจะสร้างสัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยมออกมา ซึ่งสัญญาณที่ถูกสร้างมานั้นจะมีลักษณะเป็นสัญญาณ High และ Low สลับกัน ซึ่งสามารถจำลองเป็นแรงดันไฟฟ้าระหว่าง เปิด และ ปิด ได้ [5] โดยช่วงเวลาที่สัญญานเป็นเปิดในหนึ่ง period นั้น เราจะเรียกช่วงเวลานั้นว่า ความกว้างของสัญญาน (Pulse Width) ซึ่งจะถูกเรียกในเทอมของ %Duty cycle ดังรูปต่อไปนี้ ซึ่งการคำนวน Duty cycle นั้นสามารถคำนวนด้วยสูตรดังนี้

$$DutyCycle = \frac{PulseWidth}{Period} \times 100$$

การทำ PWM นิยมนำไปใช้ในการควบคุมพลังงานที่ส่งออกไปยังอุปกรณ์ เช่น ความแรงของมอเตอร์ หรือ ความสว่างของไฟ LED เป็นต้น ซึ่งหลักการเปิดปิดอุปกรณ์ด้วย ความเร็วสูงๆ นั้นจะได้ค่าเฉลี่ยของแรงดันที่เทียบเท่ากับการเปลี่ยนแรงดันโดยตรง ซึ่งช่วยทำให้ไม่ต้องต่อวงจรเพื่อลดพลังงานให้ยุ่งยาก แต่ทดแทนด้วยการเขียนโปรแกรมเพื่อทำ PWM

III. Methodology

ในการพัฒนา ตัวอย่างระบบถอยจอดอัตโนมัติ ในครั้งนี้ ได้ออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบถอยจอด เป็นขั้นตอนย่อยๆ ซึ่งเรียกว่า State โดยแบ่งออกเป็น 3 State ดังต่อไปนี้

III.I ค้นหาช่องจอดรถ

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนแรกของระบบ โดยระบบจะ ใช้ Reflective sensor สำหรับตรวจจับเส้นจอดสีดำบนถนน โดยระบบจะทำการนับเส้นสีดำที่ตรวจจับได้ และเมื่อระบบสามารถตรวจจับเส้นสีดำครบสองเส้น ระบบจะสั่งให้มอเตอร์ทั้ง 2 ของรถหยุดเพื่อเตรียมตัวถอยในขั้นตอนต่อไป

III.II หมุนตัวรถให้ขนานกับช่องจอด

หลังจากที่ระบบสามารถตรวจพบช่องจอดแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการหมุนตัวรถให้ขนานกับช่องจอด โดยขั้นตอนนี้ จะถูกแบ่งเป็นขั้นตอนย่อยดังต่อไปนี้

III.II.I วัดระยะห่างระหว่างช่องจอดและตัวรถ

หลังจากรถหยุดจาก state ที่ 1 แล้ว ระบบจะทำการวัดระยะจากขอบตัวรถทางด้านที่ติดกับช่องจอด ถึงตำแหน่งในสุดของช่องจอด โดยใช้ Ultrasonic sensor ตัวที่หนึ่งที่ติดอยู่ข้างรถเป็นตัวทำการวัด และเก็บระยะห่างที่ได้ไว้เพื่อใช้ในขั้นตอนถัดไป

III.II.II หมุนรถให้ขนานกับช่องจอด

เมื่อระบบทราบระยะห่างระหว่างขอบรถ และระยะในสุดของช่องจอดแล้ว ระบบจะทำการหยุดมอเตอร์ด้านที่ติดกับช่องจอด และสั่งให้มอเตอร์อีกตัวหมุนถอย เป็นระยะเวลา 5 วินาที เพื่อทำการหมุนตัวรถให้ขนานกับช่องจอด โดยระบบจะทำการลดแรงดันไฟฟ้าที่ส่งไปยังมอเตอร์ที่หมุน ด้วยวิธีการ PWM เพื่อให้มีความเร็วที่เหมาะสมที่สามารถทำให้ในระยะเวลา 5 วินาทีนั้นรถสามารถหมุนจนขนานกับช่องจอดมากที่สุด

III.II.III ปรับแต่งให้ตัวรถขนานกับช่องจอดมากที่สุด

หลังจากครบ 5 วินาที ระบบจะทำการหยุดมอเตอร์ทั้งสองก่อน และทำการตรวจสอบว่ารถในขณะนี้ขนานกับช่องจอดหรือไม่ โดยใช้ Ultrasonic sensor ตัวที่สองที่ติดอยู่ในตำแหน่งท้ายรถ วัดระยะห่างจากท้ายรถ ถึงจุดในสุดของช่องจอด และนำมาเปรียบเทียบกับค่าระยะห่างค่าแรกที่ได้จากขั้นตอนที่ *III.II.I* เพื่อทำการตรวจสอบว่ารถในขณะนี้ขนานกับช่องจอดหรือไม่ โดยหากค่าที่ได้มีระยะมากกว่าหรือน้อยกว่า ค่าที่วัดจากขั้นตอนที่ *III.II.I* เกิน 5 เซนติเมตร ระบบจะทำการหมุนตัวรถเพิ่ม เพื่อปรับแต่งให้ระยะที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับระยะที่วัดจากขั้นตอนที่ *III.II.I* เพื่อให้มั่นใจว่าตัวรถจะขนานกับช่องจอดมากที่สุด

III.III ถอยรถเข้าช่องจอด

หลังจากที่ระบบสามารถหมุนตัวรถให้ขนานกับช่องจอดได้แล้ว ในขั้นตอนนี้ ระบบจะทำการหมุนมอเตอร์ทั้งสองข้าง เพื่อถอยเข้าสู่ช่องจอด โดยระบบจะมีการวัดระยะห่างระหว่างตำแหน่งในสุดของช่องจอด โดยการใช้ Ultrasonic sensor ตัวที่สองที่ติดอยู่ท้ายรถควบคู่ไปด้วย ระบบจะทำการถอยจนกว่าระยะที่วัดจาก sensor จะมีระยะห่างระหว่างท้ายรถและจุดในสุดของช่องจอดที่เหมาะสมแก่การจอด และเมื่อถึงจุดที่เหมาะสมแก่การจอดแล้วระบบจะหยุดมอเตอร์ทั้งสองและถือว่าการทำงานของระบบถอยจอดเป็นอันสิ้นสุด

IV. Experiments and Results

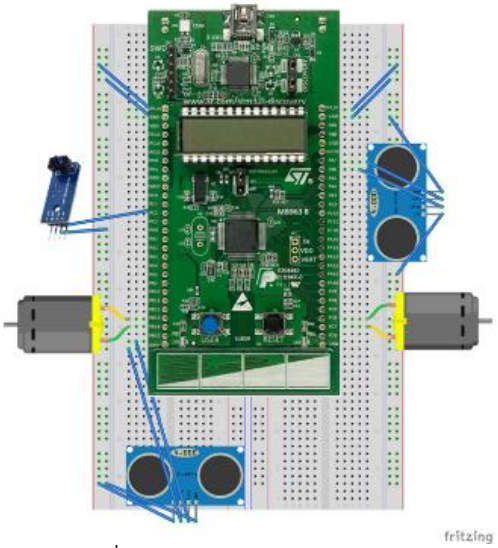
จากการออกแบบแนวคิดระบบถอยจอดอัตโนมัติจากหัวข้อที่ผ่านมา ในขั้นตอนนี้เป็นการนำแนวคิดที่ได้มาทำการทดสอบ ซึ่งขั้นตอนการทดสอบระบบนั้นเป็นไปดังหัวข้อต่อไปนี้

IV.I ออกแบบและประดิษฐ์รถตัวอย่าง

ในขั้นตอนนี้เป็นการประดิษฐ์รถตัวอย่าง ซึ่งได้มีการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32L152RB ในการทำหน้าที่สั่งการระบบต่าง ๆ ของตัวรถเป็นหลัก โดยการต่อวงจรไฟฟ้าสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ กับไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32L152RB มีอุปกรณ์ที่ใช้ดังต่อไปนี้

- มอเตอร์ 50 rpm จำนวน 2 ตัว
- HC-SR04 Ultrasonic sensor จำนวน 2 ตัว
- TCRT5000 Reflective sensor จำนวน 1 ตัว

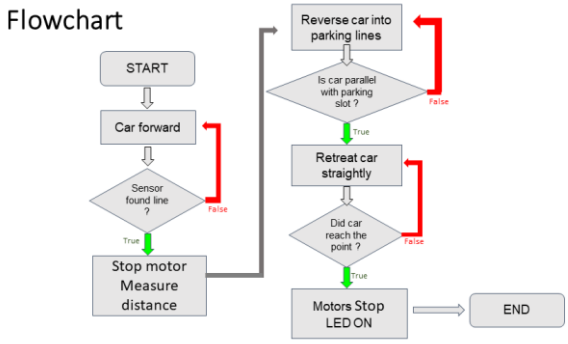
โดยลักษณะการต่ออุปกรณ์เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นดังรูปที่ 7



รูปที่ 7. ตัวอย่างลักษณะการต่อวงจร

IV.II เขียนโปรแกรม Coding

ในขั้นตอนนี้เป็นการนำแนวความคิดระบบถอยจอดที่ได้ออกแบบไว้นำมาเขียนโปรแกรม โดยได้มีการใช้งานโปรแกรม Keil uvision ในการเขียนโปรแกรมลงบน STM32L152RB และใช้ภาษา C ในการเขียน โดยลำดับการเขียนและการทำงานของโค้ดนั้น สามารถอธิบายด้วย flowchart ในรูปที่ 8

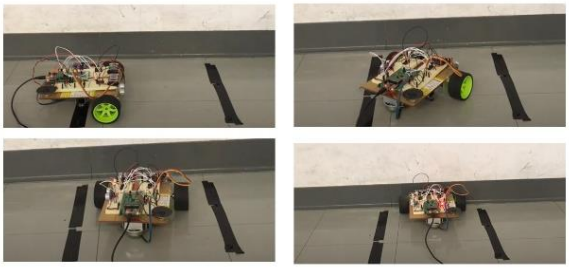


รูปที่ 8. Flowchart แสดงวิธีการทำงานของระบบ

IV.III ทดสอบระบบกับรถตัวอย่าง

เมื่อทำการเขียนโปรแกรมและเขียนลงบน STM32L152RB สำเร็จแล้ว หลังจากนั้นเป็นขั้นตอนการนำรถตัวอย่างมาทดสอบระบบถอยจอด โดยได้มีการสร้างช่องจอดจำลองเพื่อใช้ในการทดสอบระบบ

หลังจากทดลองนำรถตัวอย่างมาทดสอบระบบถอยจอด พบว่า รถตัวอย่างสามารถที่จะทำงานตามขั้นตอนย่อย ๆ ในระบบที่ออกแบบได้สำเร็จ โดยเริ่มต้นจากการที่รถตัวอย่างสามารถใช้งาน Reflective sensor เพื่อตรวจหาช่องสำหรับจอดได้ จากนั้นสามารถใช้งาน ultrasonic sensor ควบคู่กับการทำ PWM เพื่อปรับความเร็วของมอเตอร์ให้มีความเร็วที่เหมาะสมเพื่อถอยรถให้ขนานกับช่องจอดมากที่สุด และยังสามารถปรับแต่งตำแหน่งรถเพิ่มเติมให้ขนานกับช่องจอดได้ สุดท้ายรถตัวอย่างสามารถถอยจอดเข้าช่องจอด และหยุดในระยะที่ห่างจากกำแพงหรือสิ่งกีดขวางในระยะที่เหมาะสมได้ โดยสามารถวัดระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานได้ประมาณ 25-30 วินาที



รูปที่ 9. ตัวอย่างผลลัพธ์การทดสอบระบบ

V. Conclusion

จากการพัฒนาแนวคิดระบบถอยจอดอัตโนมัติในงานวิจัยครั้งนี้ สามารถสรุปได้ว่า แนวคิดระบบถอยจอดอัตโนมัติสามารถทดสอบกับรถตัวอย่างได้สำเร็จ โดยรถตัวอย่างสามารถทำงานได้ตามขั้นตอนในระบบที่ออกแบบไว้อย่างเป็นระบบ สามารถหาช่องจอดและถอยจอดได้โดยสมบูรณ์ โดยใช้ระยะเวลาในการทำงานประมาณ 25-30 วินาที

ถึงแม้แนวความคิดระบบถอยจอดนี้จะสามารถทดสอบกับรถตัวอย่างได้สำเร็จ แต่ยังพบเงื่อนไขบางอย่างที่จำเป็นต้องนำไปปรับแก้และพัฒนาให้เหมาะสมหากต้องการใช้แนวคิดนี้กับรถยนต์ที่ใช้งานจริง เช่น ความสามารถของอุปกรณ์ที่ใช้ทดลองยังมีข้อจำกัดในการใช้งาน ระบบที่ออกแบบยังไม่ได้ออกแบบในกรณีที่ช่องจอดมีรถจอดอยู่แล้ว หรือ ระยะวงเลี้ยวที่เพิ่มเข้ามาในขณะถอยจอด เป็นต้น

โดยสรุปแล้ว งานวิจัยในการพัฒนาแนวคิดระบบถอยจอดอัตโนมัติสามารถออกแบบระบบได้สำเร็จตามที่ตั้งไว้ ถึงแม้ระบบนี้ยังเป็นเพียงแนวคิดเบื้องต้นของระบบถอยจอด แต่ผู้วิจัยคาดว่าแนวคิดเบื้องต้นนี้สามารถนำไปใช้พัฒนาต่อยอดได้ในระบบถอยจอดอัตโนมัติของรถยนต์ได้จริง

VI. Future work

แนวคิดระบบถอยจอดอัตโนมัติที่ได้ออกแบบในงานวิจัยนี้ ยังคงเป็นเพียงแนวคิดเบื้องต้น จำเป็นที่จะต้องนำไปพัฒนาต่อยอดและปรับให้เหมาะสมกับรถยนต์ในชีวิตจริง โดยปัญหาและขีดจำกัดของแนวคิดระบบต้นแบบ มีดังต่อไปนี้

VI.I ขีดความสามารถของอุปกรณ์

ขีดความสามารถของอุปกรณ์ที่ใช้ไม่เหมาะกับใช้งานจริง เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้งานงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพียงเพื่อต้องการทดสอบแนวคิดระบบที่ได้ออกแบบ จึงได้ใช้งานอุปกรณ์เบื้องต้นและง่ายต่อการใช้งานมาทดสอบ ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้มีขีดจำกัดบางอย่างที่ไม่เหมาะแก่การนำไปใช้งานได้จริง เช่น ultrasonic sensor สามารถวัดระยะได้เมื่อวัตถุทำมุมไม่เกิน 15 องศากับตัวเซนเซอร์ ทำให้มักพบปัญหาในการวัดระยะเมื่อตัวรถอยู่ในมุมเอียง หรือ กรณีที่ ultrasonic sensor ไม่สามารถส่งคลื่นไปกระทบตัววัตถุได้เนื่องจาก ตำแหน่งของวัตถุที่อาจผิดปกติ ปัจจัยเหล่านี้สามารถส่งผลต่อการวัดระยะได้ จึงควรใช้งานอุปกรณ์ที่มีความสามารถมากกว่านี้

VI.II ระบบยังไม่ครอบคลุมบางสถาการณ์

ระบบแนวคิดนี้ยังไม่ถูกออกแบบให้จัดการกับบางสถานการณ์ เช่น กรณีที่ช่องจอดนั้นมีรถจอดอยู่แล้ว ซึ่งระบบยังไม่ถูกออกแบบให้ตรวจหาในกรณีนี้ หรือ การใช้วิธีนับเส้นจอดในการหาช่องจอด อาจเป็นวิธีที่ไม่เหมาะสมในการใช้หาช่องจอด เนื่องจากอาจเกิดข้อผิดพลาดในการนับจึงควรใช้วิธีอื่นในการตรวจหาช่อง เช่น ใช้งานกล้องเซนเซอร์ที่สามารถตรวจจับช่องจอดในมุมกว้าง เป็นต้น

VI.III ระยะเวลาในการทำงานที่มากเกินไป

เมื่อเทียบสัดส่วนระหว่างรถตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองและรถยนต์ในชีวิตจริง พบว่ามีสัดส่วนความยาวประมาณ 1:25 ซึ่งเมื่อนำสัดส่วนดังกล่าวไปคำนวนหาระยะเวลาในการทำงานของรถยนต์ในชีวิตจริง พบว่ารถยนต์ในชีวิตจริงอาจใช้เวลาถึง 625 – 750 วินาที หรือประมาณ 10 – 12 นาทีในการทำงาน ซึ่งถือว่าเป็นระยะเวลาที่มากเกินไปและอาจทำให้การจราจรติดขัดได้ ทั้งนี้ แนวทางที่จะลดระยะเวลาเหล่านั้น สามารถทำได้โดยการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ใช้ให้มีความประสิทธิมากยิ่งขึ้น เนื่องจากความล่าช้าที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากการหน่วงเวลาเพื่อที่ให้อุปกรณ์สามารถวัดระยะได้อย่างถูกต้องก่อนที่จะไปยังขั้นตอนถัดไป

VI.IV ปัจจัยภายนอกที่ยังไม่ได้คำนึงถึง

ระบบที่ออกแบบนั้นยังไม่มีการคิดวงเลี้ยวที่เพิ่มเข้ามาในขณะถอยจอด เนื่องจากรถตัวอย่างที่ใช้ทดลองมีการใช้งานมอเตอร์ 2 ตัวในการขับเคลื่อน

และใช้วิธีการหยุดมอเตอร์ 1 ตัวเพื่อเป็นจุดหมุนในการหมุนรถ ทำให้แตกต่างกับขับรถในชีวิตจริงที่จะมีระยะวงเลี้ยวในการถอยหลังเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย จึงจำเป็นต้องปรับปรุงตำแหน่งหยุดหน้าช่องจอด ที่เหมาะสม และพอดีกับระยะวงเลี้ยวที่เพิ่มเข้ามาในขณะถอยจอด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับการสนับสนุนอุปกรณ์ต่าง ๆ จากทาง สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น และได้รับความกรุณาอย่างสูงจากอาจารย์ฐิติชญา ธนมิตรสมบูรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และขอขอบคุณบุคคลสำคัญท่านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในการช่วยเหลือทำงานวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] National Highway Traffic Safety Administration, “Automated Vehicles for Safety” [Online], Available : https://www.nhtsa.gov/technology-innovation/automated-vehicles-safety, 2016.

[2] “STM32” [Online], Wikipedia, Available: https://en.wikipedia.org/wiki/STM32#STM32_L1 , 2011.

[3] P. MARIAN, “HC-SR04 Datasheet” [Online], Available: https://www.electroschematics.com/hc-sr04-datasheet/, 2013

[4] myarduino, “สอนใช้งาน Arduino TCRT5000 ตรวจจับเส้นขาวดำ tracking sensor” [Online], Avialble : https://www.myarduino.net/article/95/สอนใช้งาน-arduino-tcrt5000-ตรวจจับเส้นขาวดำ-tracking-sensor, 2019

[5] Tanabodin Kamol, “มารู้จักกับสัญญาณ PWM กันเถอะ” [Online], Available : https://medium.com/icreativesystems/to-know-pwm-373efa1322ce, 2018

การจำแนกลักษณะข้อบกพร่องบนจานบันทึกข้อมูลแม่เหล็ก โดยใช้การเรียนรู้เชิงลึก

Pattern Classification of Defects on Magnetic Recording Disks Using Deep Learning

รวินท์นิภา สุตันติวณิชย์กุล
Rawinnipa Sutantiwanichkul
โครงการปริญญาโท สาขาการจัดการวิศวกรรม ภาคพิเศษ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
Graduate Program in Engineering Management, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Kasetsart University
Bangkok, Thailand
rawinnipa.s@ku.th

จักรพันธ์ อร่ามพงษ์พันธ์
Chuckaphun Aramphongphun
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Kasetsart University
Bangkok, Thailand
chuckaphun.a@ku.th

กฤษ วงษ์เกษม
Kris Wonggasem
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Kasetsart University
Bangkok, Thailand
fengkrw@ku.ac.th

บทคัดย่อ **—— งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบและเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับการจำแนกลักษณะข้อบกพร่องบนจานบันทึกข้อมูลแม่เหล็ก ด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกแบบโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่น โดยใช้แบบจำลอง VGG16 และ InceptionV3 วิธีการจำแนกแบบเดิมทำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องด้วยตาเปล่าของมนุษย์จากภาพที่ถ่ายด้วยโปรแกรมถ่ายภาพของบริษัทกรณีศึกษา ทั้งนี้ วิธีการแบบเดิมนั้นทำให้เกิดความผิดพลาดของมนุษย์จากความเหนื่อยล้าของผู้วิเคราะห์ อีกทั้งยังใช้เวลานานในการจำแนกข้อบกพร่องของแต่ละชิ้นงาน จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ทางผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้แบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกในการจำแนกลักษณะข้อบกพร่อง โดยนำชุดข้อมูลภาพถ่ายข้อบกพร่องทั้งหมด จำนวน 3,000 ภาพ มาแบ่งแบบสุ่มเป็น 3 ชุดข้อมูล ดังนี้ (1) ชุดข้อมูลภาพสำหรับฝึกสอน จำนวน 2,000 ภาพ (2) ชุดข้อมูลภาพสำหรับทวนสอบ จำนวน 500 ภาพ และ (3) ชุดข้อมูลภาพสำหรับทดสอบ จำนวน 500 ภาพ ผลจากการวิจัยพบว่า แบบจำลอง InceptionV3 มีประสิทธิภาพดีกว่าแบบจำลอง VGG16 โดยแบบจำลอง InceptionV3 มีความถูกต้องร้อยละ 99.2 จากชุดข้อมูลภาพสำหรับทดสอบ และใช้เวลาในการจำแนกภาพถ่ายเร็วกว่า**

คำสำคัญ **—— การจำแนกลักษณะข้อบกพร่อง, จานบันทึกข้อมูลแม่เหล็ก, การเรียนรู้เชิงลึก, โครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่น**

ABSTRACT **— The objective of this research aims to compare and select a suitable model for pattern classification of defects on magnetic recording disks using a deep learning technique, called convolutional neural network (CNN). Two CNN models including VGG16 and InceptionV3 were employed. The original classification method was performed by human's naked eyes on the defect images taken by an image capturing program developed by a case study company. The original method caused human error due to fatigue of the operators and took a long time to analyze each image. According to the problems mentioned earlier, researchers then applied the deep learning models to classify the defect patterns. A total data set of 3,000 images was collected and randomly divided into three sets as follows: (i) the training set of 2,000 images, (ii) the validating set of 500 images, and (iii) the testing set of 500 images. The results showed that the InceptionV3 model outperformed the VGG16 model with the accuracy of 99.2% on the testing set of images and the shortened time of image classification.**

Keywords **—— Pattern Classification of Defects, Magnetic Recording Disks, Deep Learning, Convolutional Neural Network**

I. บทนำ

ในปัจจุบัน ผู้คนทำการตัดสินใจอยู่บนพื้นฐานของข้อมูล เนื่องจากข้อมูลเป็นตัวขับเคลื่อนการดำรงชีวิตในโลกยุคดิจิทัล ดังนั้น ข้อมูลจึงควรถูกจัดเก็บและรวบรวมไว้อย่างเป็นระบบบนหน่วยบันทึกข้อมูล โดยหน่วยบันทึกข้อมูลที่สามารถจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ได้ทั้งภายใน (Internal Storage) ภายนอก (External Storage) เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์อื่น ๆ รวมถึงการจัดเก็บข้อมูลบนคลาวด์ (Cloud Storage) ที่นิยมใช้ได้แก่ ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (Hard Disk Drive) การจัดเก็บข้อมูลของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟนั้นถูกจัดเก็บบนจานบันทึกข้อมูลแม่เหล็ก (Magnetic Recording Disks) ซึ่งมีลักษณะทรงกลมถูกเคลือบด้วยสารแม่เหล็กและอาศัยหลักการของการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าสำหรับการบันทึกข้อมูล

ขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ คือ ขั้นตอนการทดสอบข้อบกพร่องของจานบันทึกข้อมูลแม่เหล็ก ในการทดสอบ หากตรวจพบข้อบกพร่องบนจานบันทึกข้อมูลแม่เหล็กแล้ว จะถือว่าไม่ผ่านการทดสอบและเกิดเป็นของเสีย ซึ่งลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นสามารถบ่งบอกได้ว่า ของเสียเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตใด ดังนั้น วิศวกรจะต้องเข้ามาวิเคราะห์เพื่อจำแนกลักษณะข้อบกพร่อง (Pattern Classification of Defects) บนจานบันทึกข้อมูลแม่เหล็ก และหาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสีย วิธีการจำแนกแบบเดิมทำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องด้วยตาเปล่าของมนุษย์ จากภาพที่ถ่ายด้วยโปรแกรมถ่ายภาพของบริษัทกรณีศึกษา อย่างไรก็ตาม วิธีการแบบเดิมนั้นทำให้เกิดความผิดพลาดของมนุษย์จากความเหนื่อยล้าของผู้วิเคราะห์ อีกทั้งยังใช้เวลานานในการจำแนกข้อบกพร่องของแต่ละชิ้นงาน

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ทางผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้แบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) [1] แบบโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่น (Convolutional Neural Network) [2-4] เพื่อจำแนกลักษณะข้อบกพร่องบนจานบันทึกข้อมูลแม่เหล็กแทนวิธีการแบบเดิม

เนื้อหาในส่วนต่อไปประกอบด้วย ส่วนที่ II. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ส่วนที่ III. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ IV. วิธีดำเนินการวิจัย ส่วนที่ V. ผลการวิจัย และส่วนที่ VI. สรุปและอภิปรายผล

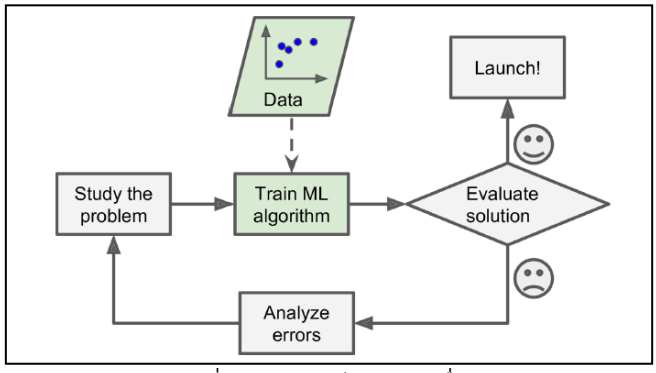
II. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบและเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับการจำแนกลักษณะข้อบกพร่องบนจานบันทึกข้อมูลแม่เหล็ก ด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกแบบโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่น โดยใช้แบบจำลอง VGG16 และ InceptionV3

III. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

III.I การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)

การเรียนรู้ของเครื่อง เป็นระบบที่รวบรวมความสามารถและการตัดสินใจของมนุษย์ สอนให้คอมพิวเตอร์ทำการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยระบบจะเรียนรู้ด้วยตนเองจากข้อมูลที่ได้รับเพื่อสร้างแบบจำลอง และนำแบบจำลองที่ได้ไปทดสอบเพื่อทำนายข้อมูลต่อไป [5] แสดงดังรูปที่ I.



รูปที่ I. ระบบการเรียนรู้ของเครื่อง

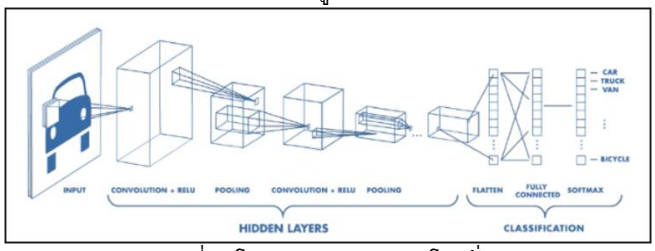
แหล่งที่มา : Géron [5]

III.II การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)

การเรียนรู้เชิงลึกเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ของเครื่อง การเรียนรู้เชิงลึกเป็นระบบที่มีความยืดหยุ่นและสามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนได้เทียบเท่ากับระบบประสาทของมนุษย์ ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ทั้งในเรื่องของการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing) การจดจำลายมือเขียน (Handwriting Recognition) หรือการวิเคราะห์พันธุกรรม (Genomic Analysis) [1]

III.III โครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่น (Convolutional Neural Network)

โครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่น คือ การเรียนรู้เชิงลึกชนิดหนึ่งที่จำลองการทำงานของประสาทตาของมนุษย์ ทำโดยการแบ่งพื้นที่ย่อย ๆ ของรูปภาพออกเป็นพิกเซล (Pixel) และทำการวิเคราะห์ผลแบบเมทริกซ์ (Metric) ของรูปภาพนั้น ๆ โดยภายในโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนในการทำงาน คือ (1) ส่วนของชั้นซ่อน (Hidden Layer) ทำหน้าที่แยกคุณลักษณะของรูปภาพ โดยการทำคอนโวลูชั่น ผ่านวิธีการคูณเมทริกซ์ด้วยเมทริกซ์ ระหว่างรูปภาพกับตัวกรอง (Filter) พร้อมทั้งใส่ฟังก์ชันการกระตุ้น (Activation function) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการหาผลลัพธ์ที่ต้องการ แล้วจึงทำการสกัด (Pooling) ส่วนสำคัญของข้อมูลจากการทำคอนโวลูชั่น เพื่อลดขนาดของข้อมูลลงและจะได้เฉพาะคุณลักษณะที่สำคัญของรูปภาพนั้น ๆ และ (2) ส่วนของการจำแนก (Classification) ทำหน้าที่วิเคราะห์และทำนายผลลัพธ์ โดยนำข้อมูลชุดสุดท้ายจากส่วนของชั้นซ่อน มาจัดเรียงให้อยู่ในแนวคอลัมน์แบบเดี่ยว (Flattening) และทำการวิเคราะห์หาความน่าจะเป็นและทำนายผลลัพธ์ (Fully Connection) พร้อมทั้งใส่ฟังก์ชันการกระตุ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการหาผลลัพธ์เช่นกัน ซึ่งแสดงดังรูปที่ II. [2-4]



รูปที่ II. โครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่น

แหล่งที่มา : Chatterjee [4]

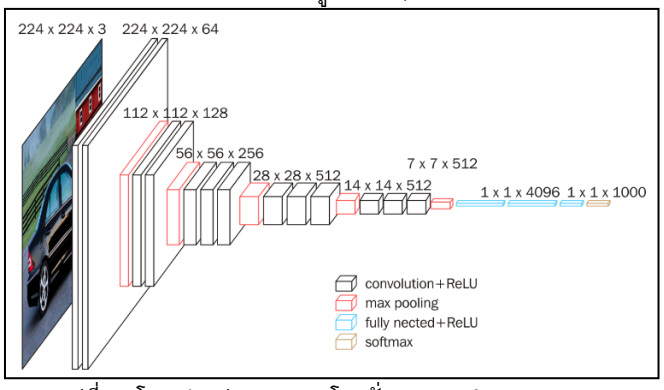
III.IV การเรียนรู้แบบถ่ายโอน (Transfer Learning)

การเรียนรู้แบบถ่ายโอน เป็นวิธีการที่ช่วยลดเวลาในการสอนแบบจำลองของการเรียนรู้เชิงลึก เนื่องจากการเรียนรู้เชิงลึกมีความซับซ้อนและมีจำนวนค่าพารามิเตอร์ที่หลากหลาย ซึ่งในทางปฏิบัตินั้นการสอนแบบจำลองใหม่ตั้งแต่ต้น จะต้องใช้เวลานานในการคำนวณ อีกทั้งจะต้องมีข้อมูลจำนวนที่มากพอสำหรับการสอนแบบจำลอง และถ้าจำนวนข้อมูลที่ใช้สอนแบบจำลองมีจำนวนน้อยก็อาจจะเกิดปัญหาข้อผิดพลาดจากการสร้างแบบจำลองได้

หลักการของการเรียนรู้แบบถ่ายโอน จะทำโดยการถ่ายทอดความรู้จากแบบจำลองที่ถูกสอนมาก่อนหน้านี้เรียบร้อยแล้ว เรียกว่า แบบจำลองตั้งต้น ซึ่งแบบจำลองตั้งต้นเหล่านี้จะถูกสอนกับชุดข้อมูลขนาดใหญ่ เช่น ImageNet ที่มีข้อมูลตัวอย่างจำนวน 1.2 ล้านรูปภาพ ประกอบด้วย 1,000 หมวดหมู่ เป็นต้น และถ่ายโอนการเรียนรู้มาสู่การสอนของชุดข้อมูลขนาดเล็ก โดยใช้ค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight) ของแบบจำลองตั้งต้นเป็นค่าเริ่มต้น [6]

III.V งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Kaur and Gandhi [7] กล่าวว่า แบบจำลอง VGG16 เป็นหนึ่งในแบบจำลองของโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่น ซึ่งได้นำแบบจำลอง VGG16 ร่วมกับการเรียนรู้แบบถ่ายโอน มาจำแนกภาพถ่ายด้วยคลื่นสนามแม่เหล็กของสมองจากภาพถ่าย 2 ลักษณะ คือ ลักษณะแบบปกติและแบบผิดปกติ จำนวนทั้งหมด 160 ภาพ และได้ผลลัพธ์ความถูกต้องแม่นยำร้อยละ 100 โครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นของแบบจำลอง VGG16 รับข้อมูลภาพขาเข้า ขนาด 224 x 224 พิกเซล เพื่อทำคอนโวลูชั่น 13 ชั้น สำหรับการแยกคุณลักษณะของรูปภาพ และทำการวิเคราะห์หาความน่าจะเป็นของผลลัพธ์ในส่วนท้ายของโครงข่ายประสาท แสดงดังรูปที่ III. โดยโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นของแบบจำลอง VGG16 มีจำนวนพารามิเตอร์ทั้งหมด 138 ล้านพารามิเตอร์ สำหรับการจำแนกรูปภาพ 1,000 ประเภท



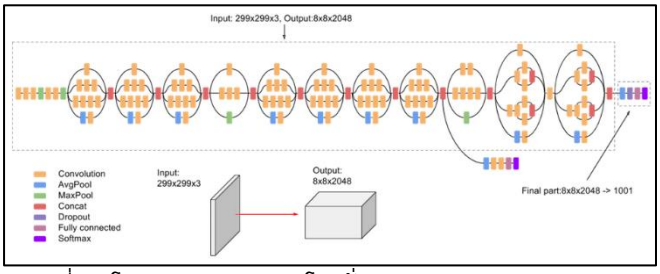
รูปที่ III. โครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นของแบบจำลอง VGG16

แหล่งที่มา : Data Wow Co., Ltd. [8]

งานวิจัยของ Labhane et al. [9] ได้นำภาพเอ็กซเรย์ทรวงอกมาจำแนกตรวจหาภาพเอ็กซเรย์ที่เป็นโรคปวดบวม โดยใช้แบบจำลองของโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่น 4 แบบ ได้แก่ แบบจำลองของโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นพื้นฐาน VGG16 VGG19 และ InceptionV3 ร่วมกับการเรียนรู้แบบถ่ายโอน เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องแม่นยำ โดยแบ่งชุดข้อมูลภาพออกเป็น 3 ชุดข้อมูล ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลภาพสำหรับฝึกสอน (2) ชุดข้อมูลภาพสำหรับทวนสอบ และ (3) ชุดข้อมูลภาพสำหรับทดสอบ รวมจำนวนทั้งหมด 8,518 ภาพ และผลลัพธ์ที่ได้ คือ แบบจำลอง VGG16 และ InceptionV3 แสดงความถูกต้องแม่นยำร้อยละ 98 เท่ากัน

จากรูปที่ III. แสดงโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นของแบบจำลอง VGG16 และ รูปที่ IV. แสดงโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นของแบบจำลอง InceptionV3 พบว่าโครงสร้างภายในของทั้งสองแบบจำลอง มีกระบวนการทำงานที่แตกต่างกัน แต่จากงานวิจัยของ ของ Labhane et al. [9] พบว่าได้ผลลัพธ์ความถูกต้องแม่นยำที่เท่ากัน ซึ่งการทำงานภายในโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นของแบบจำลอง VGG16 เป็นการทำงานแบบลำดับ ส่วนการทำงานภายในโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นของแบบจำลอง InceptionV3 เป็นการทำงานแบบขนาน

โครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นของแบบจำลอง InceptionV3 รับข้อมูลภาพขาเข้า ขนาด 299 x 299 พิกเซล เพื่อทำคอนโวลูชั่น 48 ชั้น สำหรับการแยกคุณลักษณะของรูปภาพ และทำการวิเคราะห์หาความน่าจะเป็นของผลลัพธ์ในส่วนท้ายของโครงข่ายประสาท โดยโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นของแบบจำลอง InceptionV3 มีจำนวนพารามิเตอร์ทั้งหมด 24 ล้านพารามิเตอร์ สำหรับการจำแนกรูปภาพ 1,000 ประเภท



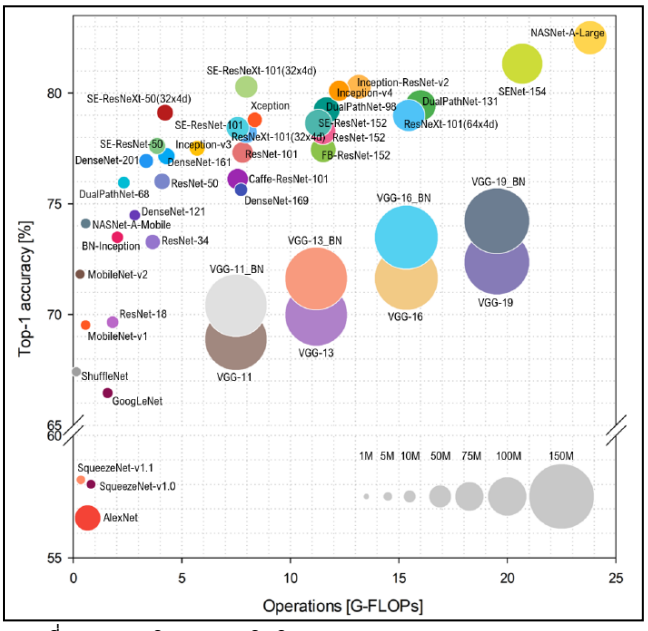
รูปที่ IV. โครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นของแบบจำลอง InceptionV3

แหล่งที่มา : O'Reilly Media, Inc. [10]

นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยของ Togacar et al. [11] ที่ได้นำแบบจำลอง AlexNet ร่วมกับการเรียนรู้แบบถ่ายโอน เพื่อนำมาวิเคราะห์ทางการแพทย์ สำหรับการจำแนกลักษณะของเม็ดเลือดขาว และได้ผลลัพธ์ความถูกต้องแม่นยำร้อยละ 97.8 ส่วน Ye et al. [12] นำแบบจำลอง ZF-Net ร่วมกับการเรียนรู้แบบถ่ายโอน มาจำแนกลักษณะข้อบกพร่องบนพื้นผิวกระจกจากภาพถ่าย และได้ผลลัพธ์ความถูกต้องแม่นยำร้อยละ 96 Huang et al. [13] นำแบบจำลอง GoogLeNet ร่วมกับการเรียนรู้แบบถ่ายโอน มาจำแนกลักษณะข้อบกพร่องบนเมล็ดข้าวโพดจากภาพถ่าย และได้ผลลัพธ์ความถูกต้องแม่นยำร้อยละ 94 จากงานวิจัยข้างต้นได้มีการนำแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกแบบโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นร่วมกับการเรียนรู้แบบถ่ายโอน ไปประยุกต์ใช้กับงานทางด้านการแพทย์ ด้านการเกษตร และในด้านอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับกระจก แต่ในด้านอุตสาหกรรมการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกลักษณะข้อบกพร่องบนจานบันทึกข้อมูลแม่เหล็กนั้นยังไม่นิยมมากนัก

และ Bianco et al. [14] ได้นำเสนอการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของแบบจำลองโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่น แสดงดังรูปที่ V. ซึ่ง แกน x แสดงถึง เวลาที่ใช้ในการประมวลผล แกน y แสดงถึง ความแม่นยำในการประมวลผล และขนาดของวงกลม แสดงถึงจำนวนพารามิเตอร์ของแบบจำลอง พบว่า แบบจำลอง NASNet-A-Large แสดงผลลัพธ์ความถูกต้องแม่นยำสูงสุด ร้อยละ 82.50 มีจำนวนพารามิเตอร์ทั้งหมด 89 ล้านพารามิเตอร์ แต่ใช้เวลาในการประมวลผลมาก

ถึง 30.96 กิกะฟล็อปส์ (G-FLOPs) หรือสมรรถนะในการทำงานของคอมพิวเตอร์ในการประมวลผลต่อวินาที



รูปที่ V. แผนภูมิแสดงประสิทธิภาพการทำงานของแบบจำลองต่าง ๆ

แหล่งที่มา : Bianco et al. [14]

จากรูปที่ V. แสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง InceptionV3 มีประสิทธิภาพกว่าแบบจำลอง VGG16 ทั้งในแง่ของความถูกต้องแม่นยำในการประมวลผลที่มากกว่า และเวลาที่ใช้ในการประมวลผลที่น้อยกว่า อีกทั้งยังมีจำนวนพารามิเตอร์ที่น้อยกว่า

ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยของ Labhane et al. [9] ให้ผลลัพธ์ความถูกต้องแม่นยำร้อยละ 98 เท่ากัน ของแบบจำลอง VGG16 และ InceptionV3 ทั้งนี้การเลือกแบบจำลองเพื่อนำไปประยุกต์ใช้จะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของประเภทข้อมูล ทรัพยากรที่ใช้ในการประมวลผล รวมถึงข้อจำกัดต่าง ๆ และจะต้องทำการทดลองเพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ ว่าข้อมูลภาพนั้นเหมาะสมกับแบบจำลองแบบใด เพื่อให้ผลลัพธ์มีความถูกต้องแม่นยำสูงที่สุด

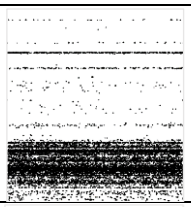
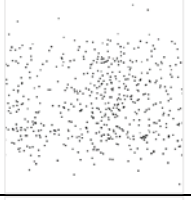
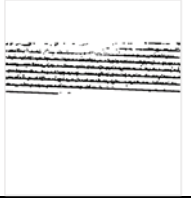
IV. วิธีการดำเนินการวิจัย

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การนำแบบจำลอง VGG16 และ InceptionV3 มาประยุกต์ใช้ในการจำแนกข้อมูลประเภทรูปภาพ สามารถแสดงผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องแม่นยำสูง ร้อยละ 98 ถึง 100 ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงนำแบบจำลอง VGG16 และ InceptionV3 มาใช้ในการจำแนกลักษณะข้อบกพร่องบนจานบันทึกข้อมูลแม่เหล็ก เพื่อเปรียบเทียบและเลือกแบบจำลองที่เหมาะสม โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

IV.I การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลภาพถ่ายข้อบกพร่องบนจานบันทึกข้อมูลแม่เหล็กของผลิตภัณฑ์ HD1 จำนวน 3,000 ภาพ ถูกบันทึกโดยใช้โปรแกรมถ่ายภาพของบริษัทกรณีศึกษา และทำการแบ่งกลุ่มชุดข้อมูลภาพถ่ายตามลักษณะข้อบกพร่องที่พบของผลิตภัณฑ์ HD1 ซึ่งประกอบด้วยลักษณะข้อบกพร่องบนจานบันทึกข้อมูลแม่เหล็กทั้งหมด 5 แบบ คือ แบบA แบบB แบบC แบบD และ แบบE แสดงดังตารางที่ I.

ตารางที่ I. ภาพตัวอย่างของลักษณะข้อบกพร่องบนจานบันทึกข้อมูล

ลักษณะข้อบกพร่อง	ภาพตัวอย่าง
แบบ A	
แบบ B	
แบบ C	
แบบ D	
แบบ E	

แหล่งที่มา : บริษัทกรณีศึกษา

IV.II การจัดเตรียมข้อมูล

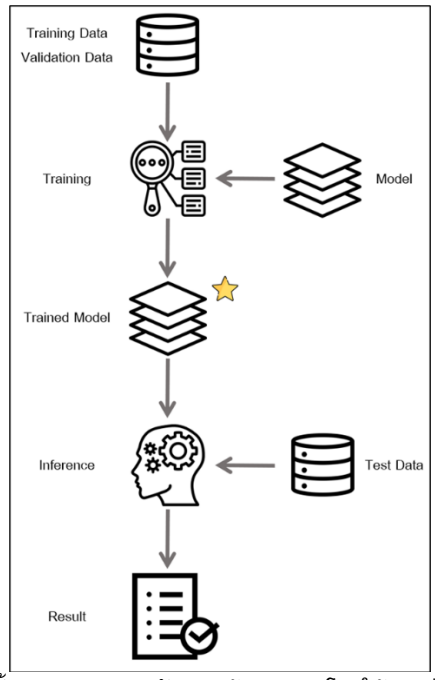
จากชุดข้อมูลภาพถ่ายข้อบกพร่อง จำนวนทั้งหมด 3,000 ภาพ ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งแบบสุ่มเป็น 3 ชุดข้อมูล ดังนี้ (1) ชุดข้อมูลภาพสำหรับฝึกสอน จำนวน 2,000 ภาพ ซึ่งแบ่งตามลักษณะข้อบกพร่อง แบบละ 400 ภาพ (2) ชุดข้อมูลภาพสำหรับทวนสอบ จำนวน 500 ภาพ ซึ่งแบ่งตามลักษณะข้อบกพร่อง แบบละ 100 ภาพ และ (3) ชุดข้อมูลภาพสำหรับทดสอบ จำนวน 500 ภาพ ซึ่งแบ่งตามลักษณะข้อบกพร่อง แบบละ 100 ภาพ

เนื่องจากข้อมูลภาพที่ได้จากโปรแกรมถ่ายภาพของบริษัทกรณีศึกษา มีขนาด 900 x 900 พิกเซล ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการปรับขนาดของภาพถ่ายให้เหมาะกับขนาดของภาพขาเข้าของแบบจำลอง สำหรับการรับข้อมูลภาพเข้าสู่โครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นของแต่ละแบบจำลองที่นำมาจำแนกลักษณะข้อบกพร่อง ดังนี้ (1) แบบจำลอง VGG16 รับข้อมูลภาพขาเข้า ขนาด 224 x 224 พิกเซล และ (2) แบบจำลอง InceptionV3 รับข้อมูลภาพขาเข้า ขนาด 299 x 299 พิกเซล

IV.III การจำแนกลักษณะข้อบกพร่องโดยใช้การเรียนรู้เชิงลึก

เครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ในการประมวลผลที่เป็นอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ที่มี CPU คือ Intel Core i7-8700 3.2 GHz หน่วยความจำ Ram 32 GB ในส่วนของซอฟต์แวร์ ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม Anaconda ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่รวบรวมชุดคำสั่ง (Package) โดยถูกพัฒนาขึ้นมาใช้งานทางด้านโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นด้วยภาษา Python สามารถเรียกใช้แบบจำลองและอัลกอลิทึมต่าง ๆ ผ่านโมดูล Keras

ขั้นตอนการจำแนกลักษณะข้อบกพร่องโดยใช้การเรียนรู้เชิงลึก แสดงดังรูปที่ VI.



รูปที่ VI. ขั้นตอนการจำแนกลักษณะข้อบกพร่องโดยใช้การเรียนรู้เชิงลึก

ขั้นตอนการจำแนกลักษณะข้อบกพร่องเริ่มต้นจากการนำเข้าชุดข้อมูลภาพสำหรับฝึกสอนและชุดข้อมูลภาพสำหรับทวนสอบ รวมทั้งนำเข้าแบบจำลองสำหรับการจำแนกข้อบกพร่องเพื่อฝึกสอนแบบจำลองให้เรียนรู้ชุดข้อมูลภาพข้างต้น โดยระบบจะเรียนรู้ด้วยตนเองจากชุดข้อมูลนำเข้าเพื่อสร้างแบบจำลอง ในการฝึกสอนแบบจำลองให้เรียนรู้นั้น ทางผู้วิจัยได้กำหนดการหยุดการฝึกสอน เมื่อพบว่าความถูกต้องแม่นยำของชุดข้อมูลสำหรับทวนสอบไม่เพิ่มขึ้นจากความถูกต้องแม่นยำสูงสุด 10 ครั้งต่อเนื่อง ซึ่งถือว่าแบบจำลองที่ได้จากการฝึกสอนนั้นมีความเสถียรภาพ และนำแบบจำลองที่ได้ไปทดสอบกับชุดข้อมูลภาพสำหรับทดสอบ เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์

V. ผลการวิจัย

การจำแนกลักษณะข้อบกพร่องบนจานบันทึกข้อมูลแม่เหล็กด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกแบบโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่น โดยใช้แบบจำลอง VGG16 และ InceptionV3 และใช้ข้อมูลภาพ จำนวนทั้งหมด 3,000 ภาพ ที่มีขนาดภาพ 224 x 224 พิกเซล สำหรับใช้เป็นข้อมูลขาเข้ากับแบบจำลอง VGG16 และขนาดภาพ 299 x 299 พิกเซล สำหรับใช้เป็นข้อมูลขาเข้ากับแบบจำลอง InceptionV3 ได้ผลการวิจัยดังต่อไปนี้

V.I แบบจำลอง VGG16

จำนวนรอบของการฝึกสอนที่ได้ผลลัพธ์ความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลสำหรับทวนสอบสูงสุด 17 รอบ ได้ความถูกต้องแม่นยำกับชุดข้อมูลภาพสำหรับฝึกสอน เท่ากับ ร้อยละ 99.10 โดยค่าการสูญเสียกับชุดข้อมูลภาพสำหรับฝึกสอน เท่ากับ 0.44 และความถูกต้องแม่นยำกับชุดข้อมูลภาพสำหรับทวนสอบ เท่ากับ ร้อยละ 98.79 โดยค่าการสูญเสียกับชุดข้อมูลภาพสำหรับทวนสอบ เท่ากับ 0.45 ทั้งนี้ พบว่า มี 5 ภาพ จากจำนวน 500 ภาพ ของชุดข้อมูลสำหรับทดสอบที่จำแนกลักษณะข้อบกพร่องไม่ถูกต้อง จึงทำให้ความถูกต้องแม่นยำของชุดข้อมูลสำหรับการทดสอบ เท่ากับ ร้อยละ 99 และใช้เวลาเฉลี่ยในการจำแนกภาพถ่าย 95 วินาที แสดงดังตารางที่ II.

V.II แบบจำลอง InceptionV3

จำนวนรอบของการฝึกสอนที่ได้ผลลัพธ์ความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลสำหรับทวนสอบสูงสุด 5 รอบ ได้ความถูกต้องแม่นยำกับชุดข้อมูลภาพสำหรับฝึกสอน เท่ากับ ร้อยละ 100 โดยค่าการสูญเสียกับชุดข้อมูลภาพสำหรับฝึกสอน เท่ากับ 0.39 และความถูกต้องแม่นยำกับชุดข้อมูลภาพสำหรับทวนสอบ เท่ากับ ร้อยละ 98.99 โดยค่าการสูญเสียกับชุดข้อมูลภาพสำหรับทวนสอบ เท่ากับ 0.43 ทั้งนี้ พบว่ามี 4 ภาพ จากจำนวน 500 ภาพ ของชุดข้อมูลสำหรับทดสอบ ที่จำแนกลักษณะข้อบกพร่องไม่ถูกต้อง จึงทำให้ความถูกต้องแม่นยำของการทดสอบเท่ากับ ร้อยละ 99.20 และใช้เวลาเฉลี่ยในการจำแนกภาพถ่าย 56 วินาที แสดงดังตารางที่ II.

ตารางที่ II. ผลลัพธ์ของการจำแนกลักษณะข้อบกพร่องบนจานบันทึกข้อมูลแม่เหล็ก โดยใช้แบบจำลอง VGG16 และ InceptionV3

แบบจำลอง		**VGG16**	**InceptionV3**
จำนวนรอบของการฝึกสอนที่ได้ผลลัพธ์ความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลสำหรับทวนสอบสูงสุด (รอบ)		17	5
ร้อยละของความถูกต้องแม่นยำของการฝึกสอนที่ได้ผลลัพธ์ความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลสำหรับทวนสอบสูงสุด	**ข้อมูลสำหรับฝึกสอน**	99.10	100.00
	ข้อมูลสำหรับทวนสอบ	98.79	98.99
ค่าการสูญเสียของการฝึกสอนที่ได้ผลลัพธ์ความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลสำหรับทวนสอบสูงสุด	**ข้อมูลสำหรับฝึกสอน**	0.44	0.39
	ข้อมูลสำหรับทวนสอบ	0.45	0.43
ร้อยละความถูกต้องแม่นยำของการทดสอบของชุดข้อมูลสำหรับทดสอบ		99.00	99.20
เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการสอนแบบจำลอง (วินาที)		95	56

VI. สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ นำเสนอการจำแนกลักษณะข้อบกพร่องบนจานบันทึกข้อมูลแม่เหล็ก ด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกแบบโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่น โดยใช้แบบจำลอง VGG16 และ InceptionV3 เพื่อเปรียบเทียบและเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับการจำแนกข้อบกพร่องบนจานบันทึกข้อมูลแม่เหล็กแทนวิธีการเดิมที่ทำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องด้วยตาเปล่าของมนุษย์จากภาพที่ถ่ายด้วยโปรแกรมถ่ายภาพของบริษัทกรณีศึกษา จากผลการวิเคราะห์ พบว่า แบบจำลอง InceptionV3 มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าแบบจำลอง VGG16 สำหรับการจำแนกลักษณะข้อบกพร่องบนจานบันทึกข้อมูลแม่เหล็ก ทั้งในแง่ของความถูกต้องแม่นยำและเวลาที่ใช้ในการจำแนกที่เร็วกว่า ดังนั้น ผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกแบบโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่น โดยใช้แบบจำลอง InceptionV3 ในการจำแนกลักษณะข้อบกพร่องบนจานบันทึกข้อมูลแม่เหล็กแทนวิธีการเดิม ทั้งนี้ การเลือกใช้แบบจำลองของการเรียนรู้เชิงลึกในการจำแนกลักษณะข้อบกพร่องนั้น จะต้องพิจารณาข้อจำกัดต่าง ๆ ประกอบด้วย ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลขาเข้าหรือทรัพยากรที่ใช้ในการประมวลผล

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัทกรณีศึกษาที่อนุเคราะห์ข้อมูลและอุปกรณ์สำหรับใช้ในการวิเคราะห์การจำแนกลักษณะข้อบกพร่องบนจานบันทึกข้อมูลแม่เหล็ก ด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกแบบโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่น โดยใช้แบบจำลอง VGG16 และ InceptionV3 ในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] A. Oliván, *Machine Learning for Data-driven*, Departamento de Automática, Ingeniería Eléctrica y Electrónica e Informática Industrial of Universidad Politécnica de Madrid, 2017. [E-book] Available: Universidad Politécnica de Madrid.

[2] พาสุ จิตรนามก, *ยินดีที่ได้รู้จัก CNN (Convolutional Neural Network)*, 24 พฤศจิกายน 2562. [ออนไลน์], แหล่งที่มา: https://medium.com. [เข้าถึง 28 กรกฎาคม 2563].

[3] ปรัชญาศิลป์, *Convolution Neural Network คืออะไร*, 16 สิงหาคม 2562. [ออนไลน์], แหล่งที่มา: https://medium.com. [เข้าถึง 28 กรกฎาคม 2563].

[4] C. Chatterjee, *Basics of the Classic CNN*, July 31, 2019. [Online], Available: https://towardsdatascience.com. [Accessed July 29, 2020].

[5] A. Géron, *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow*, O'Reilly Media, 2017. [E-book] Available: index-of.es.

[6] BUA Laboratories Co., Ltd., *Transfer Learning คืออะไร*, 14 มกราคม 2563. [ออนไลน์], แหล่งที่มา: https://www.bualabs.com. [เข้าถึง 26 สิงหาคม 2563].

[7] T. Kaur and T. Gandhi, "Automated brain image classification based on VGG-16 and transfer learning," *International Conference on Information Technology (ICIT)*, p.95-98, March, 2020. [Full text]. Available: IEEE, https://ieeexplore-ieee-org.portal.lib.ku.ac.th/. [Accessed December 12, 2020].

[8] Data Wow Co., Ltd. *CNN Models*, June 16, 2020. [Online], Available: https://datawow.io/. [Accessed December 17, 2020].

[9] G. Labhane, R. Pansare, S. Maheshwari, R. Tiwari and A. Shukla, "Detection of Pediatric Pneumonia from Chest X-Ray Images using CNN and Transfer Learning," *International Conference on Emerging Technologies in Computer Engineering (ICETCE)*, p.85-92, May, 2020. [Full text]. Available: IEEE, https://ieeexplore-ieee-org.portal.lib.ku.ac.th/. [Accessed December 27, 2020].

[10] O'Reilly Media, Inc., *Using Inception v3 as a feature extractor*, 2021. [Online], Available: https://www.oreilly.com/. [Accessed January 16, 2021].

[11] M. Togacar, B. Ergen and M. E. Sertkaya. "Subclass Separation of White Blood Cell Images Using Convolutional Neural Network Models," *Elektronika ir Elektrotechnika*, p.63-68, August, 2019. [Full text]. Available: https://eejournal.ktu.lt/. [Accessed December 3, 2020].

[12] R. Ye, C. S. Pan, M. Chang and Q. Yu. "Intelligent defect classification system based on deep learning," *Advances in Mechanical Engineering*, p.1-7, February, 2018. [Full text]. Available: https://journals.sagepub.com/. [Accessed December 8, 2020].

[13] S. Huang, X. Fan, L. Sun, Y. Shen, and X. Suo. "Research on Classification Method of Maize Seed Defect Based on Machine Vision," *Hindawi Journal of Sensors*, p.1-9, November, 2019. [Full text]. Available: https://www.hindawi.com/. [Accessed December 11, 2020].

[14] S. Bunrit, N. Kerdprasop and K. Kerdprasop. "Evaluating on the Transfer Learning of CNN Architectures to a Construction Material Image Classification Task," *International Journal of Machine Learning and Computing*, p.201-207, April, 2019. [Full text]. Available: https://www.researchgate.net/. [Accessed December 27, 2020].

การเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อใช้ในการวิเคราะห์การสั่นสะเทือนของเครื่องจักรในอุตสาหกรรม

Data Collection via the Internet of Things for Vibration Analysis of Industrial Equipment

ไพรัช กิจถาวรชัยสกุล
Pairutch Kitthavornchaisakul
โครงการปริญญาโท สาขาการจัดการวิศวกรรม ภาคพิเศษ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
Graduate Program in Engineering Management, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Kasetsart University
Bangkok, Thailand
pairutch.ki@ku.th

จักรพันธ์ อร่ามพงษ์พันธ์
Chuckaphun Aramphongphun
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Kasetsart University
Bangkok, Thailand
chuckaphun.a@ku.th

กฤษ วงษ์เกษม
Kris Wonggasem
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Kasetsart University
Bangkok, Thailand
fengkrw@ku.ac.th

บทคัดย่อ **—— ในปัจจุบัน โรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมากในประเทศไทยปรับเปลี่ยนระบบการผลิตมาใช้เครื่องจักรอัตโนมัติแทนการใช้แรงงานคน โดยมีเหตุผลหลัก คือ การปรับขึ้นค่าแรงขั้นต่ำ และการแข่งขันด้านการลดต้นทุนการผลิต โดยทั่วไป ชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่มีการหมุนเคลื่อนที่ เช่น มอเตอร์ จะมีระดับของการสั่นสะเทือนที่สามารถใช้บ่งบอกถึงสภาพการชำรุดเสียหายของชิ้นส่วนนั้นได้ ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการสั่นสะเทือนด้วยอุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อตรวจติดตามการทำงานของชิ้นส่วนเครื่องจักร จากนั้นจึงนำข้อมูลการสั่นสะเทือนที่วัดได้มาวิเคราะห์ด้วยการแปลงฟูริเยร์แบบเร็ว เพื่อกรองสัญญาณรบกวน และทำการแปลงฟูริเยร์แบบเร็วย้อนกลับ โดยนำค่าการสั่นสะเทือนที่ได้เทียบกับตารางมาตรฐานการสั่นสะเทือน ISO10816 (2372) ผลจากการทำงานวิจัยนี้สามารถนำไปพัฒนาแผนการซ่อมบำรุงเชิงพยากรณ์ของเครื่องจักร โดยเป็นการตรวจติดตามการสั่นสะเทือนของเครื่องจักร**

คำสำคัญ **—— อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, การวิเคราะห์การสั่นสะเทือน, ฟูริเยร์แบบเร็ว, การซ่อมบำรุงเชิงพยากรณ์**

ABSTRACT **— Currently, several industrial factories in Thailand transform their production systems by employing automatic machines to replace the use of human workforce. The main reasons of this transformation are a significant increase of minimum labor wage and competition of manufacturing cost reduction. In general, rotating machine components, such as motors, cause the vibration where the vibration level can be used to indicate the failure condition of the components. In this research, researchers collected the vibration data using the Internet of Things (IoT) devices to monitor the operation of the machine components. The measured vibration data were analyzed by Fast Fourier transform (FFT), the signal noises were then filtered and performed by inverse Fast Fourier transform. The obtained vibration data were compared with international standard of severity vibration ISO10816 (2372). The results of this research can be used to develop the predictive maintenance plan for monitoring vibration of the machines.**

Keywords **—— Internet of Things (IoT), Vibration Analysis, Fast Fourier transform (FFT), Predictive Maintenance**

I. บทนำ

I.I. ความสำคัญและที่มา

ในปัจจุบัน อุตสาหกรรมการผลิตมีการใช้เครื่องจักรเพื่อช่วยในการผลิตเป็นจำนวนมาก เครื่องจักรเหล่านี้มีการใช้งานตลอดทั้งวันเป็นระยะเวลานาน ทำให้อุปกรณ์และชิ้นส่วนต่าง ๆ เกิดการเสื่อมสภาพ จึงต้องมีการบำรุงรักษาอย่างเหมาะสม หากโรงงานเกิดการหยุดฉุกเฉินจากการชำรุดเสียหายของเครื่องจักรจะส่งผลต่อการผลิต ทำให้ผลผลิตลดต่ำลง มีค่าใช้จ่ายในการผลิตเพิ่มขึ้น และมีต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น

โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จึงมีการวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร การวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรอย่างเหมาะสมนั้น ช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร และยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา โดยการวางแผนการบำรุงรักษาแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

(1) การซ่อมบำรุงเมื่อเครื่องจักรเสียหาย (Breakdown Maintenance) เป็นการบำรุงรักษาหลังจากเกิดความเสียหาย

(2) การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance, PM) เป็นการดำเนินการซ่อมบำรุงตามกำหนดระยะเวลา ก่อนที่เครื่องจักรจะชำรุดเสียหาย

(3) การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance, PdM) เป็นการบำรุงรักษาตามสภาพของเครื่องจักร โดยวิธีการนี้เป็นการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพของเครื่องจักรมาเป็นเกณฑ์ในการซ่อมบำรุง เช่น การวัดการสั่นสะเทือน การใช้ภาพถ่ายความร้อน และการตรวจสอบน้ำมันหล่อลื่น เป็นต้น

โรงงานกรณีศึกษามีการวัดค่าการสั่นสะเทือนของมอเตอร์ปั๊มน้ำด้วยคน โดยใช้เครื่องวัดการสั่นสะเทือน (Vibration Meter) ยี่ห้อ Lutron รุ่น VB-8206SD ดังรูปที่ I และมีการจัดเก็บข้อมูลการสั่นสะเทือนในหน่วยของความเร็ว (mm/s) เดือนละ 1 ครั้ง ดังตารางที่ I



รูปที่ I. เครื่องวัดการสั่นสะเทือน ยี่ห้อ Lutron รุ่น VB-8206SD (Legatool, 2021)

ตารางที่ I. ข้อมูลการสั่นสะเทือนของมอเตอร์ปั๊มน้ำในปี 2563

เดือน	แกน Horizontal	แกน Vertical	แกน Axial
มกราคม	0.8	0.7	0.8
กุมภาพันธ์	0.9	0.8	1.0
มีนาคม	0.8	0.7	1.4
เมษายน	1.1	0.8	0.9
พฤษภาคม	1.0	0.8	0.9
มิถุนายน	1.0	0.8	0.9
กรกฎาคม	1.2	0.9	1.0
สิงหาคม	1.5	0.9	1.2
กันยายน	1.4	1.0	1.2
ตุลาคม	1.5	0.8	0.8

จากข้อมูลในตารางที่ I ทำให้ทราบว่าการสั่นสะเทือนของมอเตอร์ปั๊มน้ำในแกน Horizontal มีค่าสูงกว่าในแกนอื่น ๆ จึงทำให้ในงานวิจัยนี้ทำการศึกษาวัดค่าการสั่นสะเทือนของแกน Horizontal เป็นหลัก โดยข้อกำหนดทางเทคนิคของมอเตอร์ปั๊มน้ำที่ศึกษา คือ มีกำลัง 90 กิโลวัตต์ ความเร็วรอบ 985 รอบต่อนาที และความถี่ของเครื่อง 50 Hz

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงทำการวางแผนการบำรุงรักษามอเตอร์ปั๊มน้ำ โดยใช้วิธีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ด้วยการวิเคราะห์การสั่นสะเทือน และนำเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things, IoT) มาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลการสั่นสะเทือน จากนั้นจึงนำข้อมูลการสั่นสะเทือนมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการแปลงฟูริเยร์แบบเร็ว และคัดกรองสัญญาณรบกวนออกเพื่อดูแนวโน้มของค่าการสั่นสะเทือน ผลลัพธ์จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงพยากรณ์ของเครื่องจักรต่าง ๆ โดยมีต้นทุนโดยรวมที่ต่ำลง

I.II. วัตถุประสงค์การศึกษา

เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลการสั่นสะเทือนและวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ และเพื่อกำหนดแผนการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ที่เหมาะสมของแต่ละเครื่องจักร

I.III. ขอบเขตและสมมติฐาน

งานวิจัยนี้ใช้อุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) เพื่อจัดเก็บข้อมูลการสั่นสะเทือนของเครื่องจักร และนำไปใช้ในการกำหนดแผนการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM) ต่อไป

II. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

II.I. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

II.I.I. การสั่นสะเทือน (Vibration)

การสั่นสะเทือน [1] คือ การเคลื่อนที่ของวัตถุรอบๆ จุดสมดุลในช่วงเวลาหนึ่งของการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่รอบจุดสมดุลนั้นจะเกิดขึ้นในแบบการเคลื่อนที่กลับไปกลับมา หรือจะเป็นการแกว่งรอบจุดสมดุลก็ตาม เช่น การแกว่งลูกตุ้มนาฬิกา เป็นต้น

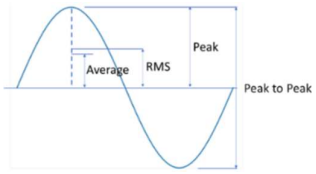
การเคลื่อนที่ขึ้นลง กลับไปกลับมาซ้ำ ๆ ในช่วงเวลาที่เท่ากัน เป็นลักษณะการเคลื่อนที่แบบรอบ (Cycle, Periodic) ถ้ากำหนดให้ T เป็นเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ 1 รอบ หรือที่เรียกว่า คาบ (Period) ในหน่วยวินาที และ f เป็นจำนวนรอบของการเคลื่อนที่ใน 1 หน่วยเวลา หรือความถี่ (Frequency) ในหน่วยรอบต่อวินาที (Cycle per Second, cps) หรือหน่วยเฮิรตซ์ (Hertz, HZ) สามารถแสดงความสัมพันธ์ดังสมการที่ 1

$$f = 1 / T \quad (1)$$

ถ้าทราบความเร็วรอบการหมุนของชิ้นส่วนเครื่องจักร เช่น เพลาหมุน หรือล้อหมุน ในหน่วย รอบต่อนาที (rpm) สามารถนำมาคำนวณการเคลื่อนที่หมุนรอบเป็นความถี่ ในหน่วย รอบต่อวินาที หรือเฮิรตซ์ โดยการหารด้วยค่า 60 แสดงดังสมการที่ 2

$$Hz = rpm / 60 \quad (2)$$

การบอกขนาดของสัญญาณการสั่นสะเทือนจะกำหนดจากค่าโดยรวมของการสั่นสะเทือน (Overall Value of Vibration) ดังรูปที่ II



รูปที่ II. การบอกขนาดของสัญญาณการสั่นสะเทือน

ค่าสูงสุด (Peak, P, Pk) หรือแอมพลิจูด (Amplitude) คือ ค่าการสั่นสะเทือนจากจุดอ้างอิงที่จุดศูนย์ หรือจุดเริ่มต้นถึงจุดสูงสุดของคลื่น

ค่าสูงสุดบนถึงค่าต่ำสุดล่าง (Peak to Peak, P-P, Pk-Pk) คือ ค่าการสั่นสะเทือนวัดจากค่าสูงสุดบนถึงค่าต่ำสุดล่างของคลื่นในแต่ละรอบ (Cycle) โดยมีค่าการสั่นสะเทือน เท่ากับ 2 เท่าของค่าสูงสุด หรือ 2 เท่าของค่าแอมพลิจูด ค่าสูงสุดบนถึงค่าต่ำสุดล่างเหมาะสำหรับวัดค่าการสั่นสะเทือนชนิดที่เลือกวัดเป็นระยะทาง

ค่า RMS (Root Mean Square, Effective Value) คือ ค่ารากที่สองของผลรวมยกกำลังสองของการสั่นสะเทือน ณ เวลาหนึ่ง ค่า RMS เป็นการเฉลี่ยตลอดคาบ โดยเป็นค่ารากที่สอง ทั้งนี้ ค่าเฉลี่ยที่ได้จะเรียกว่า ค่า RMS สามารถเขียนในรูปสมการ (X_{rms}, X_{EFF}) ดังสมการที่ 3

$$X_{rms} = 0.7 * \text{Peak} \quad (3)$$

เมื่อ X_{rms} คือ ขนาดของค่าการสั่นสะเทือน RMS

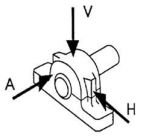
ในปัจจุบัน การตรวจวัดและวิเคราะห์การสั่นสะเทือนของเครื่องจักรสามารถแบ่งได้เป็น 3 ระดับ ดังนี้

(1) สำหรับเครื่องจักรทำงานที่ความเร็วรอบต่ำ ไม่เกิน 600 รอบต่อนาที (หรือไม่เกิน 10 Hz) การตรวจวัดและวิเคราะห์การสั่นสะเทือนควรตรวจวัดเป็นระยะทาง (Displacement) เนื่องจากสามารถแสดงผลหรือค่าการสั่นสะเทือนที่ระดับความรุนแรงผิดปกติได้ชัดเจน

(2) สำหรับเครื่องจักรทำงานที่ความเร็วรอบปานกลาง มีความเร็วรอบ 600 ถึง 60,000 รอบต่อนาที (หรือ 10 ถึง 1,000 Hz) ควรทำการตรวจวัดเป็นค่าความเร็ว (Velocity) เนื่องจากสามารถแสดงผลค่าการสั่นสะเทือนที่ระดับความรุนแรงผิดปกติได้ชัดเจน และถ้าเลือกตรวจสอบแบบระยะทางจะทำให้ค่าการสั่นสะเทือนออกมาน้อย เนื่องจากความถี่สูง

(3) สำหรับเครื่องจักรทำงานที่ความเร็วรอบสูง มากกว่า 60,000 รอบต่อนาที (หรือเกิน 1,000 Hz) ควรทำการตรวจวัดเป็นค่าความเร่ง ทั้งนี้เนื่องจากความถี่ที่สูง การสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นจะคล้ายกับการกระทำของแรง ซึ่งถ้าตรวจสอบด้วยระยะทาง หรือความเร็ว จะทำให้ค่าการสั่นสะเทือนออกมาน้อย

โดยปกติ การวัดค่าการสั่นสะเทือนมีการเก็บค่าการสั่นสะเทือน 3 แกน หรือ 3 ทิศทาง ซึ่งได้แก่ แนวดิ่ง (Vertical, V) แนวนอน (Horizontal, H) และแนวแกน (Axial, A) แสดงดังรูปที่ III



รูปที่ III. แกนหรือทิศทางการวัดค่าการสั่นสะเทือน
(Protronics, 2017)

(1) แนวดิ่ง (Vertical, V)

เป็นทิศทางการตรวจวัดที่จับยึดหัววัดในแนวดิ่งตั้งฉากกับแบริ่ง บูช หรือโครงสร้างภายนอก (Casing) ของเครื่องจักร ในกรณีที่เครื่องจักรติดตั้งในแนวราบ หากค่าการสั่นสะเทือนในแนวดิ่งมากผิดปกติ จะบอกถึงลักษณะการเสียหายของโครงสร้างเครื่องจักร การเสียหายหรือการสึกหรอของแบริ่ง เป็นต้น โดยปกติ แรงสั่นสะเทือนในแนวดิ่ง ส่วนหนึ่งมีผลมาจากแรงโน้มถ่วงโลก

(2) แนวนอน (Horizontal, H)

เป็นทิศทางการตรวจวัดที่จับยึดหัววัดในแนวนอนตั้งฉากกับแบริ่ง บูช หรือโครงสร้างภายนอกของเครื่องจักร ในกรณีที่เครื่องจักรติดตั้งในแนวนอน หากค่าการสั่นสะเทือนมากผิดปกติจะบอกถึงลักษณะการไม่สมดุลของโรเตอร์ การติดตั้งเยื้องศูนย์ หรือเครื่องจักรเกิดการไม่สมดุล จะทำให้แรงสั่นสะเทือนเกิดมากในแนวดิ่งและแนวนอน

(3) แนวแกน (Axial, A)

เป็นทิศทางการตรวจวัดที่จับยึดหัววัดในแนวแกนเพลาของเครื่องจักร ไม่ว่าเครื่องจักรจะติดตั้งในตำแหน่งใด หากค่าการสั่นสะเทือนในแนวแกนเพลามากผิดปกติจะบ่งบอกถึง ลักษณะการติดตั้งของเครื่องจักรที่ไม่ตรงแนวศูนย์ การหมุนส่ายของโรเตอร์ การบิดงอของเพลา การกระแทกของเพลา เป็นต้น โดยปกติ เครื่องจักรส่วนมากจะมีค่าการสั่นสะเทือนในแนวแกนเพลาน้อยกว่าตำแหน่งอื่น

ในการตรวจสอบความผิดปกติของเครื่องจักรจากการสั่นสะเทือน ควรนำข้อมูลการสั่นสะเทือนมาวิเคราะห์ว่า เครื่องจักรนั้นมีค่าการสั่นสะเทือนอยู่ในระดับที่ผิดปกติหรือไม่ เพื่อนำไปสู่การวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงพยากรณ์ โดยทั่วไป ระดับการสั่นสะเทือนอ้างอิงจากเกณฑ์ตามมาตรฐานสากล ISO (International Organization for Standardization) องค์กรมาตรฐานระหว่างประเทศ ดังรูปที่ IV

ระดับการสั่นสะเทือน	จัดจำพวกค่าความเร็วและประเภทของเครื่องจักรตาม ISO 2372 1974				
Vrms mm/s	เครื่องจักรขนาดเล็กประเภทที่ 1	เครื่องจักรขนาดกลางประเภทที่ 2	เครื่องจักรขนาดใหญ่		แนวคิด
			ฐานยึดแน่นประเภทที่ 3	ฐานยึดแน่นประเภทที่ 4	
0.28	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	A (Excellent)
0.45	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	
0.71	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	
1.12	★★★	★★★★	★★★★	★★★★	
1.80	★★★	★★★	★★★★	★★★★	
2.80	★★	★★★	★★★	★★★★	
4.50	★★	★★	★★★	★★★	B ★★★
7.10	★	★★	★★	★★★	
11.20	★	★	★★	★★	C (Unsatisfactory) ★★
18.00	★	★	★	★★	
28.00	★	★	★	★	D (Unallowable) ★
45.00	★	★	★	★	

รูปที่ IV. ระดับการสั่นสะเทือนของเครื่องจักร ตามมาตรฐานการสั่นสะเทือน ISO 2372-1974

จากรูปที่ IV มาตรฐานการสั่นสะเทือน ISO 10816 (2372) [1] ระบุระดับความรุนแรงของการสั่นสะเทือนที่จำเป็นต้องทำการซ่อมบำรุงไว้ เมื่อ

วัดค่าการสั่นสะเทือนและทราบประเภทของเครื่องจักร โดยนำค่าที่วัดได้มาเทียบตามตาราง ดังนี้

Class 1: เครื่องจักรขนาดเล็ก ขนาดไม่เกิน 15 กิโลวัตต์

Class 2: เครื่องจักรขนาดปานกลาง ตั้งแต่ 15 ถึง 75 กิโลวัตต์ โดยไม่มีแท่นรองรับ หรือ ไม่เกิน 300 กิโลวัตต์ กรณีมีแท่นรองรับ

Class 3: เครื่องจักรขนาดใหญ่ ตั้งแต่ 75 ถึง 300 กิโลวัตต์ โดยมียางแท่นเครื่องรองรับ หรือขนาด 300 กิโลวัตต์ขึ้นไป กรณีมีแท่นแข็งแกร่ง

Class 4: เครื่องจักรขนาดใหญ่มาก ขนาด 300 กิโลวัตต์ ขึ้นไป โดยติดตั้งบนแท่นรองรับยืดหยุ่น

ส่วนเครื่องหมาย * นั้น แสดงระดับของสภาพเครื่องจักร โดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

(1) ระดับดี (****) คือ ระดับของการสั่นสะเทือนปกติของเครื่องจักรที่ยอมให้เครื่องจักรทำงานปกติ

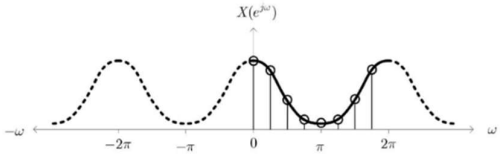
(2) ระดับพอใช้ (***) คือ ระดับของการสั่นสะเทือนที่ยอมให้เครื่องจักรทำงานได้ในช่วงเวลาสั้น ๆ ไม่ควรใช้งานในระดับปกติ ต้องติดตามดูแนวโน้มความรุนแรงอย่างสม่ำเสมอ

(3) ระดับที่ควรปรับปรุง (**) คือ การสั่นสะเทือนในระดับที่อันตราย ถ้าไม่สามารถหยุดตรวจซ่อมได้ในระดับนี้ จะต้องเฝ้าดูแนวโน้มอย่างใกล้ชิด เพราะอาจทำให้เครื่องจักรเกิดการชำรุดขัดข้อง เสียฉุกเฉินได้

(4) ระดับหยุดเครื่องจักร (*) คือ ระดับของการสั่นสะเทือนที่ไม่สามารถยอมรับได้ ซึ่งจำเป็นต้องทำการหยุดเครื่องจักรเพื่อตรวจสอบหาสาเหตุและแก้ไขให้เป็นปกติ

II.I.II. การวิเคราะห์การสั่นสะเทือน (Vibration Analysis)

การแปลงฟูริเยร์ไม่ต่อเนื่อง (Discrete Fourier Transform, DFT) [2] คือ การตัด $x_p(n)$ มาหนึ่งคาบ ดังรูปที่ V ซึ่งจะได้สัญญาณที่ไม่เป็นรายคาบ หรือเป็นการคืนรูปเป็น $X(n)$



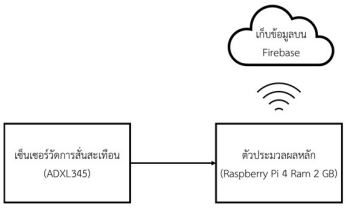
รูปที่ V. ตัวอย่างการดึงค่าใน 1 คาบ (N) ของ $x_p(n)$

การแปลงฟูริเยร์แบบเร็ว (Fast Fourier Transform, FFT) คือ การสลับตำแหน่งข้อมูลและเทคนิคการรวมสัญญาณ เพื่อจัดกลุ่มในการแปลงลดรูปลง วิธีการนี้เรียกว่า Decimation in Time (DIT) การแปลงฟูริเยร์แบบเร็วทำให้การคูณเลขเชิงซ้อนเหลือเพียง $Nlog_2N$ ครั้ง จาก N^2 ครั้ง เมื่อใช้ DFT

ในปัจจุบัน ผู้ผลิตเครื่องมือวัดการสั่นสะเทือนได้ทำการใส่สมการแปลงสัญญาณการสั่นสะเทือน โดยใช้สมการฟูริเยร์ในเครื่องมือวัด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงใช้สมการฟูริเยร์ในอุปกรณ์วัดการสั่นสะเทือน [1]

II.I.III. อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things, IoT)

คือ การนำอุปกรณ์มาเชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ต หรือเรียกอีกชื่อว่า Machine to Machine (M2M) ในงานวิจัยนี้ อุปกรณ์ IoT สำหรับเก็บค่าการสั่นสะเทือนถูกพัฒนาขึ้นมา เพื่อนำข้อมูลที่ได้จัดเก็บบนแพลตฟอร์มคลาวด์ ที่ชื่อ Firebase โดยมีกระบวนการทำงานแสดงดังรูปที่ VI



รูปที่ VI. กระบวนการของการเก็บรวบรวมข้อมูลการสั่นสะเทือน

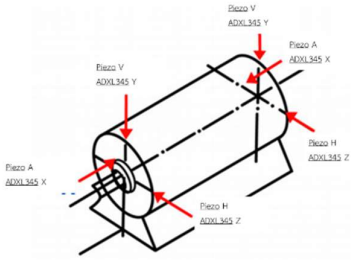
อุปกรณ์วัดการสั่นสะเทือนใช้เซ็นเซอร์ รุ่น ADXL345 [3] แสดงดังรูปที่ VII



รูปที่ VII. อุปกรณ์ที่ใช้วัดการสั่นสะเทือน รุ่น ADXL345 *(Adafruit, 2021)*

เซ็นเซอร์ ADXL345 สามารถวัดความเร่งใน 3 แกน มีขนาดเล็กกระทัดรัด ใช้พลังงานต่ำ และมีความละเอียดสูง (13 Bit) ที่ +/- 16 g (โดย ค่า g คือ ค่าแรงโน้มถ่วงของโลก มีค่าเท่ากับ 9.8 m/s^2)

งานวิจัยนี้สนใจค่าการสั่นสะเทือนในแกน Horizontal ซึ่งเทียบได้กับแกน Z ของเซ็นเซอร์ ADXL345 ดังรูปที่ VIII



.รูปที่ VIII. แกนวัดการสั่นสะเทือนของอุปกรณ์วัดการสั่นสะเทือน ADXL345

Firebase [4] คือ Cloud Platform ของ Google ที่รวบรวมเครื่องมือต่าง ๆ ในการช่วยพัฒนาแอป โดยเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ Realtime Database ซึ่งเป็นบริการฐานข้อมูล NoSQL ที่ใช้วิธีการเก็บข้อมูลแบบ JSON Tree และมีการอัพเดทแบบ Realtime

III. วิธีดำเนินการวิจัย

III.I. วิธีดำเนินการวิจัย

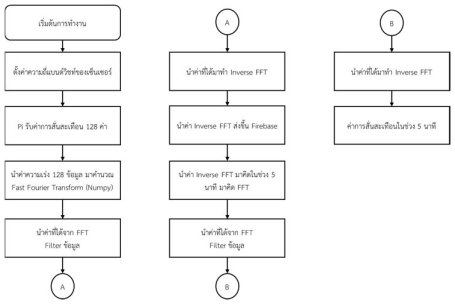
ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการสั่นสะเทือนจากมอเตอร์ปั๊มน้ำ โดยติดตั้งเครื่องวัดการสั่นสะเทือน (Vibration Meter) ในแนวแกน Horizontal และอุปกรณ์เก็บค่าการสั่นสะเทือน ดังรูปที่ IX



รูปที่ IX. การติดตั้งอุปกรณ์วัดการสั่นสะเทือนที่มอเตอร์ที่ทำการศึกษา

III.II. การเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลการสั่นสะเทือนในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้ (1) นำเซ็นเซอร์ ADXL345 มาตั้งความถี่แบนด์วิชท์ให้เหมาะสมกับเครื่องจักร [6] (2) ใช้ Raspberry Pi ทำการเก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์ (3) นำข้อมูลการสั่นสะเทือนมาแปลง FFT กรองสัญญาณรบกวน (Noise Filtering) และแปลง Inverse FFT และ (4) ดึงข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ (3) เป็นรายวินาที ในงานวิจัยนี้ทำการเก็บข้อมูลทุก 5 นาที โดยแปลง FFT กรองสัญญาณรบกวน และแปลง Inverse FFT ดังรูปที่ X



รูปที่ X. ผังการไหลแสดงลำดับการทำงานในการเก็บรวบรวมข้อมูลการสั่นสะเทือน

III.III. ทดลองและวัดค่าผลการตอบสนอง

ในการทดลองขั้นตอนที่ 1 ตั้งความถี่แบนด์วิชท์ 50 Hz เนื่องจากปั๊มน้ำที่วัดค่าการสั่นสะเทือนมีความถี่ที่ 50 Hz ในขั้นตอนที่ 2 ใช้ Raspberry Pi เก็บข้อมูลการสั่นสะเทือนจากเซ็นเซอร์ ADXL345 ในขั้นตอนที่ 3 นำข้อมูลจากขั้นตอนที่ 2 มา 128 ข้อมูล และทำการแปลงด้วย FFT โดยใช้ Library ของไพธอน ชื่อ NumPy ช่วยคำนวณให้ได้ค่าการสั่นสะเทือนที่เป็นค่า Peak ข้อมูลการสั่นสะเทือนที่ได้แสดงดังตารางที่ II.

ตารางที่ II. ข้อมูลการสั่นสะเทือนในหน่วย m/s^2 จากการวัดมอเตอร์

ลำดับ	ค่าการสั่นสะเทือน (m/s^2)	เวลา
1	1.4	03/15/2021, 14:32:09
2	0.63	03/15/2021, 14:32:12
3	0.98	03/15/2021, 14:32:14
4	0.63	03/15/2021, 14:32:16
5	1.09	03/15/2021, 14:32:18
6	0.82	03/15/2021, 14:32:20
7	0.44	03/15/2021, 14:32:24
8	0.63	03/15/2021, 14:32:26
9	0.48	03/15/2021, 14:32:28
10	0.79	03/15/2021, 14:32:30

ในขั้นตอนที่ 4 นำข้อมูลที่ได้หลังการแปลง Inverse FFT มาจัดแบ่งข้อมูลให้อยู่ในช่วงระยะเวลา 5 นาที โดยทำการแปลง FFT กรองสัญญาณรบกวน และแปลง Inverse FFT อีกครั้ง ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ III.

ตารางที่ III. ข้อมูลการสั่นสะเทือนของมอเตอร์ในช่วงระยะเวลา 5 นาที

ลำดับ	ค่าการสั่นสะเทือน (m/s^2)	เวลา
1	1.09	15/03/2021 14:32 น.
2	1.09	15/03/2021 14:37 น.
3	1.02	15/03/2021 14:42 น.
4	2.00	15/03/2021 14:47 น.
5	1.17	15/03/2021 14:53 น.
6	1.09	15/03/2021 14:58 น.
7	1.09	15/03/2021 15:04 น.
8	1.24	15/03/2021 15:09 น.
9	1.63	15/03/2021 15:14 น.
10	1.36	15/03/2021 15:19 น.

IV. ผลการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูลการสั่นสะเทือนผ่านอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อใช้ในการวิเคราะห์การสั่นสะเทือนของเครื่องจักรในอุตสาหกรรม โดยใช้วิธีการแปลงฟูริเยร์แบบเร็ว (FFT) ได้ผลการวิจัย ดังนี้

IV.I. วิธีการแปลงฟูริเยร์แบบเร็ว

นำข้อมูลการสั่นสะเทือนในช่วงระยะเวลา ทุก 5 นาที มาเปรียบเทียบความถูกต้องกับข้อมูลการสั่นสะเทือนที่เก็บจากเครื่องวัดการสั่นสะเทือนยี่ห้อ Lutron รุ่น VB-8206SD

เครื่องวัดการสั่นสะเทือน Lutron สามารถวัดค่าความเร่ง โดยมีช่วงการวัด เท่ากับ 0.5 to 199.9 m/s² ความละเอียด 0.1 m/s² และความแม่นยำ ±5%

ตารางที่ IV. การเปรียบเทียบค่าการสั่นสะเทือนระหว่าง เซ็นเซอร์ ADXL345 กับ เครื่องวัดการสั่นสะเทือน Lutron

เวลา	เซ็นเซอร์ ADXL345	เครื่องวัดการสั่นสะเทือน Lutron	ร้อยละของความแตกต่าง
15/03/2021 14:32 น.	1.09	1.2	9.17
15/03/2021 14:37 น.	1.09	1.3	16.15
15/03/2021 14:42 น.	1.02	1.3	21.54
15/03/2021 14:47 น.	2.00	1.3	53.85
15/03/2021 14:53 น.	1.17	1.3	10.00
15/03/2021 14:58 น.	1.09	1.3	16.15
15/03/2021 15:04 น.	1.09	1.3	16.15
15/03/2021 15:09 น.	1.24	1.3	4.42
15/03/2021 15:14 น.	1.63	1.3	25.38
15/03/2021 15:19 น.	1.36	1.3	4.61
ค่าเฉลี่ยของร้อยละความแตกต่าง			17.74

ตารางที่ IV เป็นการเปรียบเทียบข้อมูลการสั่นสะเทือนที่วัดด้วยเซ็นเซอร์ ADXL345 และเครื่องวัดการสั่นสะเทือน Lutron โดยข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบเป็นข้อมูลในช่วงวันที่ 15 ถึง 19 มีนาคม พ.ศ. 2564

IV.II. วิธีการแปลงค่าจากความเร่งเป็นความเร็ว

จากการอ้างอิงมาตรฐาน ISO 2372 เนื่องจากมอเตอร์ปั๊มน้ำที่ทำการศึกษามีกำลังขนาด 90 กิโลวัตต์ จึงควรทำการวัดค่าการสั่นสะเทือนเป็นค่าความเร็ว จากการจัดเก็บข้อมูลการสั่นสะเทือน ค่าความเร่งที่ได้เป็นค่า Peak ในหน่วย m/s² จึงทำการแปลงเป็นค่าความเร่ง RMS โดยใช้สมการที่ 3 จากนั้น ทำการแปลงค่าความเร่ง RMS ในหน่วย m/s² ให้เป็นค่าความเร่งในหน่วย G โดยใช้สมการที่ 4

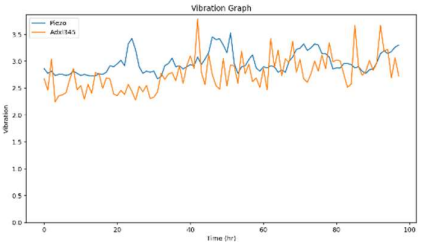
$$G = RMS / 9.8 \quad (4)$$

นำค่าความเร่งในหน่วย G ที่ได้ไปแทนในสมการที่ 5 จะได้ความเร็ว RSM ในหน่วย mm/s ดังตัวอย่างข้อมูลในตารางที่ V

$$\text{ความเร็ว} = ((61.45 * ((G / 0.707107) / Hz) * 0.707107) * 25.4) \quad (5)$$

ตารางที่ V. ค่าความเร่งและความเร็วที่วัดด้วยเซ็นเซอร์ ADXL345

ลำดับ	ความเร่ง RMS (mm/s^2)	ความเร็ว RMS (mm/s)
1	1.09	2.42
2	1.09	2.42
3	1.02	2.27
4	2.00	4.45
5	1.17	2.60
6	1.09	2.42
7	1.09	2.42
8	1.24	2.76
9	1.63	3.63
10	1.36	3.02



รูปที่ XI. กราฟข้อมูลการสั่นสะเทือนที่วัดด้วยเซ็นเซอร์ ADXL345 ในหน่วยของความเร็ว (mm/s)

IV.III. การวิเคราะห์สภาพเครื่องจักร

จากข้อมูลในตารางที่ V เป็นตัวอย่างข้อมูลที่ทำการแปลงค่าเพื่อนำมาวิเคราะห์เทียบกับตารางมาตรฐาน ทำให้ทราบสภาพความเสียหายของมอเตอร์ โดยค่าการสั่นสะเทือนในหน่วยความเร็วนั้น ยังอยู่ในช่วงของสภาพเครื่องที่ดีอยู่ แม้ว่าบางข้อมูลมีค่าการสั่นสะเทือนที่มากกว่าค่าปกติ ตามรูปที่ XI

V. สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ นำเสนอการเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อใช้ในการวิเคราะห์การสั่นสะเทือนของเครื่องจักรในอุตสาหกรรม โดยการนำเซ็นเซอร์ ADXL345 มาช่วยในการจัดเก็บและวัดค่าการสั่นสะเทือนของมอเตอร์ปั๊มน้ำ โดยใช้วิธีการแปลงฟูริเยร์แบบเร็ว เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลการสั่นสะเทือนของเครื่องจักร ทั้งนี้ พบว่าเซ็นเซอร์ ADXL345 นั้น สามารถระบุค่าการสั่นสะเทือนใกล้เคียงกับเครื่องมือวัดการสั่นสะเทือนเชิงพาณิชย์ และยังสามารถระบุสภาพความเสียหายของเครื่องจักรตามหลักการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ รวมทั้งสามารถช่วยแจ้งเตือนเมื่อเครื่องจักรเกิดการสั่นสะเทือนมากผิดปกติ โดยอ้างอิงค่าการสั่นสะเทือนตามมาตรฐาน ISO 10816 (2372)

VI. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากอุปกรณ์วัดค่าการสั่นสะเทือนต้องใช้สัญญาณอินเตอร์เน็ตในการส่งข้อมูลไปที่ Firebase ทำให้ในบางครั้งเมื่อสัญญาณอินเตอร์เน็ตขาดหายไป ทำให้ข้อมูลหายไป ไม่ถูกจัดเก็บด้วย นอกจากนี้ ตัวอุปกรณ์วัดการสั่นสะเทือนที่พัฒนาขึ้นมา ยังไม่มีแบตเตอรี่สำรอง ทำให้ในบางครั้งเมื่อไฟตก ไฟดับ ทำให้ข้อมูลขาดหายไป ไม่สามารถจัดเก็บข้อมูลได้ ดังนั้นในการพัฒนาอุปกรณ์วัดค่าการสั่นสะเทือนต่อไป จึงควรคำนึงถึงความเสถียรของสัญญาณอินเตอร์เน็ตที่ใช้และการปรับใช้ในส่วนของแบตเตอรี่สำรอง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัทกรณีศึกษาที่อนุเคราะห์ให้ติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าการสั่นสะเทือนที่เครื่องจักร และเก็บรวบรวมข้อมูลการสั่นสะเทือนสำหรับการวิเคราะห์การสั่นสะเทือนในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ประดิษฐ์ หมู่เมืองสอง และ สุชญาน หรรษสุข. 2556. การวิเคราะห์การสั่นสะเทือน. พิมพ์ครั้งที่ 1 โดย บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.

[2] พินิจ กำหอม. 2563. [ออนไลน์], DFT และ FFT แหล่งที่มา: https://www.ami.kmitl.ac.th/. [เข้าถึง 5 กันยายน 2563].

[3] Analog Devices, Inc.,. 2013. Data Sheet Digital Accelerometer. Accessed September 10, 2020.

[4] Jedsada Saengow. 16 พฤษภาคม 2561. [ออนไลน์], Firebase คืออะไร. แหล่งที่มา: https://medium.com/. [เข้าถึง 10 กันยายน 2563]

[6] M. Iwaniec, A. Holovatyy, V. Teslyuk, M. Lobur, K. Kolesnyk and Marta Mashevska, “Development of vibration spectrum analyzer using the Raspberry Pi microcomputer and 3-axis digital MEMS accelerometer ADXL345”, XIIIth International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH), pp. 25 – 29, April, 2017. [Full text]. Available: https://ieeexplore.ieee.org. [Accessed September 10, 2020].

การศึกษาเปรียบเทียบเครื่องมือตรวจจับแพ็กเก็ต ระหว่างโปรแกรม Tcpdump และ Wireshark

Comparative Study of Packet Sniffing Tools- Tcpdump and Wireshark

ปราณิสา อิศรเสนา
Pranisa Israsena
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Faculty of Information Technology
Thai- Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
pranisa@tni.ac.th

***บทคัดย่อ*—ในปัจจุบันนี้ เครือข่ายคอมพิวเตอร์มีขนาดใหญ่ขึ้น อาทิเครือข่ายอินเตอร์เน็ตและเครือข่ายองค์กรต่าง ๆ ทั้งนี้ในการส่งข้อมูลระหว่างกันย่อมมีทั้งข้อมูลตามปกติ และข้อมูลที่อาจเป็นอันตรายได้ โปรแกรมดักจับข้อมูลหรือ Sniffer ถูกสร้างขึ้นเพื่อการป้องกันและตรวจสอบข้อมูลที่ส่งผ่านเครือข่าย หากใช้ในด้านดี Sniffer จะช่วยให้ผู้ดูแลระบบตรวจสอบประเภทของข้อมูล ปัญหาความคับคั่งของเครือข่าย และตรวจสอบช่วงเวลาที่มีผู้ใช้ระบบมากหรือน้อย เป็นต้น ในทางกลับกัน Hacker ก็สามารถใช้ Sniffer เพื่อดักอ่านข้อมูล โขมยความลับ หรือละเมิดความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้ได้ ทั้งนี้ในปัจจุบันเครื่องมือ Sniffer ที่มีชื่อเสียง 2 รายการ ที่เป็น Freeware และเป็นที่นิยมในท้องตลาดได้แก่ Tcpdump และ Wireshark. ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบการทำงานของทั้งสองโปรแกรม ในส่วนของ การใช้ งานแบตเตอรี หน่วยความจำ และภาระงานของโปรเซสเซอร์ รวมทั้งความเร็วในการดักจับข้อมูล ผลการศึกษาจะเป็นประโยชน์ให้ผู้ใช้สามารถตัดสินใจเลือกใช้เครื่องมือตามความเหมาะสมต่อไป**

***คำสำคัญ* — Sniffer program,Tcpdump ,Wireshark, speed of capture, power consumption**

***Abstract* - Nowadays, computer networking has become larger. For example, the Internet and organizational network were expanding dramatically from the last decade. There were both normal and malicious traffics traveling alongside in the same network. Sniffer programs are created to help the administrator verify and analyze data conveniently and effectively. For example, the sniffer program can help to identify network congestion, high usage time during the day, processor consumption, etc. On the other hand, the hacker also can use the same sniffer tool to intercept confidential information or even violate personnel privacy. Presently, there are two popular sniffer programs in the market namely Tcpdump and Wireshark. In this paper, the researcher compared the two programs in terms of power consumption, memory usage, the processor load, and the speed of mobile application for the faculty of IT at Thai-Nichi Institute of Technology to introduce academic programs and divisions for tentative applicants. The system comprises of a progressive mobile web application and Firebase back-end system. Faculty can use this application for many events such as in the IT Open House day, IT Boot Camp or for regular activities. Visitors can scan a QR code to answer questions and update information about the programs. The results from pioneer testing from experts were good with mean equal to 4.1 Therefore, this application can be used as an alternative channel for interactive communication between organization and anyone interested.**

***Keywords* — Mobile Application, Android Operating Systems, Sniffer program, Tcpdump, Wireshark , speed of capture ,power consumption**

I. บทนำ

จากสภาพเครือข่ายคอมพิวเตอร์ปัจจุบันที่มีความซับซ้อนมากขึ้น การดักจับข้อมูล และเครื่องมือดักจับข้อมูลที่เรียกว่า Sniffer จึงเป็นสิ่งจำเป็น ช่วยให้เราสามารถวิเคราะห์รายละเอียดของไฟล์ไม่ว่าจะเป็น รูปภาพ อีเมล์ หรือเอกสารเป็นต้น แพ็กเก็ตอาจถูกดักจับด้วยวิธี 1. Active Sniffingคือผู้ดักจับข้อมูลพยายามทำตัวเป็น บุคคลที่สาม (Man in the Middle) ดักข้อมูลระหว่างทางซึ่งมีโอกาสถูกผู้ดูแลระบบตรวจพบได้ง่ายกับ 2.Passive Sniffing หรือการดักจับข้อมูลโดยไม่ได้ทำอะไรเพิ่มเติม ซึ่งทำให้ไม่มีโอกาสที่จะตรวจพบการดักจับนี้ได้เลย แม้ว่าในท้องตลาดจะมีpacket sniffer มากมาย แยกย่อยตามประเภทอุตสาหกรรม และความต้องการส่วนบุคคล แต่โปรแกรมที่เป็นที่นิยมอย่างสูงลำดับต้นๆ 2 รายการ ได้แก่ Tcpdump และ Wireshark นอกจากสองโปรแกรมนี้แล้ว ก็ยังมี Cain and Abel Ethercap Dsniff Netstumbler Ntop Ngrep Etherape และ KisMAc เป็นต้น Tcpdump เป็นหนึ่งในโปรแกรม Sniffer ฟรีที่

ตรวจจับข้อมูลได้ละเอียด และมีขนาดโปรแกรมไม่ใหญ่เกินไป โปรแกรมนี้มีประโยชน์ทั้ง กับผู้ศึกษาทางด้านระบบเครือข่ายและผู้สนใจเรียนรู้เกี่ยว กับโปรโตคอล TCP/IP โปรแกรมจะเก็บข้อมูลในรูปข้อมูลดิบ โดยในขั้นตอนแรกจะเน้นการ dumpเพื่อจัดเก็บเอาไว้ก่อน แต่หากผู้ใช้งานต้องการวิเคราะห์ ข้อมูลเพิ่มเติม Tcpdump ก็มี option เพิ่มในการอ่านแปลผลอย่างละเอียด เช่น –t หมายถึงผลลัพท์พร้อมเวลากำกับ –x แสดงข้อมูลเป็น ฐาน 16 และ ASCII ส่วน – v – vv และ –vvv มีข้อมูลย่อยลงไปตามลำดับ [1]

Wireshark เป็นเครื่องมือดักจับข้อมูลในเครือข่ายซึ่งมีชื่อเสียงและเป็นที่นิยมสูงสุด เนื่องจากใช้งานง่ายและมีเมนูกราฟฟิกสีสัน รวมทั้งประสิทธิภาพในการจับและกรองแพ็กเก็ตที่ไม่ยิ่งหย่อนกว่าใคร อีกทั้งเครื่องมือนี้ก็สามารถนำมาใช้งานได้ฟรีเช่นเดียวกับ Tcpdump ประเภทของเครือข่ายที่ Wireshark สามารถดักจับข้อมูลได้ก็มีตั้งแต่เครือข่าย Ethernet เครือข่ายไร้สาย หรือแม้แต่บลูทูธ แม้แต่ในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีกำลังซื้อ Software ราคาสูงได้ แต่ Wireshark ก็ยังเพียงพอนำไปใช้ในการทำงานปกติ และนอกจากการใช้ Wireshark ดักจับข้อมูลแล้วโปรแกรมนี้ยังสามารถนำมาประยุกต์กับ อุปกรณ์ตรวจจับการบุกรุก (IDS) เป็นต้น เครื่องมือนี้สามารถแจ้งเตือนและรายงาน การโจมตีแบบ Denial of Service (DOS) การโจมตีไฟร์วอล และการโจมตี security อื่นๆWiresharkนี้สามารถทำงานได้ละเอียดถึงระดับบิทที่เดียว โดยสามารถจำแนกแพ็กเก็ตที่มาจากโปรโตคอลที่แตกต่างกันได้ และ นำเสนอผลการตรวจจับให้เด่นขึ้นด้วยสีที่แตกต่าง เช่น สีเขียวแสดงสำหรับโปรโตคอล HTTP สีฟ้าสำหรับ DNS เป็นต้น ผู้ดูแลระบบสามารถตรวจสอบได้ง่าย [2]

II. การทบทวนวรรณกรรม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้มีงานวิจัยเครื่องมือตรวจจับแพ็คเก็ตในลักษณะต่างๆมาก่อนแล้วอาทิ

Combs และคณะ [3] ศึกษาวิเคราะห์ แพ็กเก็ต และทราฟฟิกของเครือข่าย Tcp โดยใช้โปรแกรม Wireshark จุดที่สนใจศึกษาพิเศษได้แก่กราฟ ลำดับเวลา TCP time sequence TCP Throughput กราฟการส่งข้อมูลไปกลับ แบบRound Trip timeหลังจากนั้น ผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะหลายด้านเกี่ยวกับการจัดการทราฟฟิกในเครือข่าย

Stevens และคณะ [5] เสนอแนะแนวทาง monitor ติดตามตรวจสอบระบบโดยมีหลายทางเลือก เช่น ผู้ใช้งานอาจเลือกตรวจสอบทราฟฟิกโดยดูจากพฤติกรรม รวมทั้งใช้ข้อมูลในอดีต (history ให้ได้ผลลัพท์อย่างละเอียด หรือจะเลือกการตรวจตราแบบกระชับเพื่อ monitor ทราฟฟิกจาก internet แบบทันทีก็ได้ [5]

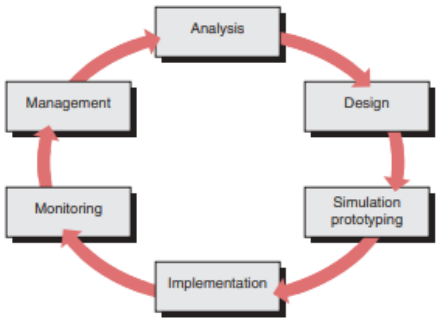
Degioanni [6] และคณะได้พัฒนาโปรแกรม sniffer ขึ้นมาใหม่บนระบบปฏิบัติการ Linux เพื่อใช้ร่วมกับอุปกรณ์ตรวจจับผู้บุกรุก(IDS) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาคอขวดในระบบเครือข่าย และตรวจสอบซอฟท์แวร์ชนิดต่างๆ เพื่อให้บริหารจัดการเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ[6]

Shiyong [7] สนใจเรื่อง VPN และการวิเคราะห์ SNMP (Simple Network Management Protocol) traffic .ในงานวิจัยนี้จะทำการตรวจจับได้ทั้ง TCP และ UDP port และสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างเป็นส่วนตัว เพิ่มความสะดวกให้ผู้ดูแลระบบสามารถทำการตรวจสอบเป็นการภายในองค์กรได้

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าส่วนใหญ่จะเน้นศึกษาเครื่องมือตัวใดตัวหนึ่งเป็นหลัก หากยังมีความต้องการงานวิจัยที่เปรียบเทียบเครื่องมืออยู่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกศึกษาเปรียบเทียบเครื่องมือ Wireshark และ Tcpdump เพื่อช่วยตอบคำถามดังกล่าว

III. กรอบแนวคิด และขั้นตอนการทดลอง

การวิจัยนี้ได้มีกรอบแนวคิดมาจาก โมเดลกระบวนการ NDLC model (Network Development Life Cycle) โดยจัดอยู่ในขั้นตอนแรกจาก 6 ขั้นตอน คือขึ้นตอนที่ 1 Analysis เพื่อเปรียบเทียบเครื่องมือ Sniffer ที่เป็นที่นิยมสองรายการ จากนั้น ผู้นำผลการวิจัยไปใช้ ก็จะสามารถ พัฒนาระบบเครือข่ายให้สมบูรณ์ขึ้นตามกระบวนการที่ 2-6 ของ NDLC อันได้แก่ 2. การออกแบบ 3. การทำต้นแบบจำลอง 4. การนำไปใช้จริง 5. การ Monitor 6. การบริหารจัดการ



รูป ที่ I กระบวนการ NDLC

ปัจจัยที่นำมาใช้เปรียบเทียบ Analysis ของงานวิจัยนี้คือ 1. ความหลากหลายของ Function ตัวเลือก ในการจัดเก็บและนำเสนอข้อมูล ความสามารในการกลั่นกรองข้อมูลก่อน และหลังการ dump file เป็นต้น 2. การใช้งานโปรเซสเซอร์ 3. การประหยัดพลังงานแบตตารี 4. ความเร็วในการตรวจจับข้อมูล 5. การแสดงผล

ความหลากหลายของ Funtion ตัวเลือกในการนำเสนอและจัดเก็บข้อมูล

Tcpdump สามารถเลือก dump packet โดยดูจาก string ข้อความ ตัวเลข หรือส่วน โค้ดย่อยของโปรแกรมภาษา c โดยการใช้คำสั่ง –dd หรือ –ddd ในขณะที่ Wireshark จะ dump ทุก packet ไว้ก่อนจากนั้นจึงค่อยใช้ filter กรองในการอ่านแปลผลอีกครั้งหนึ่ง

Wireshark สามารถ dump packet ให้เกิดเป็นไฟล์ย่อยๆหลายๆ ไฟล์ ด้วยคำสั่ง –b ทั้งยังสามารถกำหนด ring buffer ได้ตามใจผู้ใช้ ซึ่ง Tcpdump ไม่สามารถทำได้

Wireshark สามารถเก็บและพิมพ์ข้อมูลสถิติหลายประเภทและนำเสนอได้ทึ่งทันที ด้วยคำสั่ง –z แต่ Tcpdump ไม่สามารถทำได้

Tcpdump สามารถอ่านข้อความ esp packet ที่ถูกเข้ารหัสและ คอมไพล์ มาใน IPSEC VPN โดยใช้พารามิเตอร์ –E ซึ่งไม่มีใน Wireshark

โหมด ส่งข้อมูลทันที Immediate mode มีใน Tcpdump แต่ไม่มีใน Wiresharkโหมดนี้ทำให้ packet ถูกส่งตรงมายัง terminal โดยที่ไม่ต้องผ่าน buffer ซึ่งคุณสมบัตินี้เป็นค่าตั้งต้นของ Tcpdump

ความลึกของการนำเสนอข้อมูล สามารถกำหนดได้ใน Tcpdump ด้วยคำสั่ง –v –vv –vvv แต่ใน Wireshark สามารถกำหนดได้ด้วยเมนูภาพกราฟฟิก

การใช้งาน Memory

การใช้พลังงานเป็นปัจจัยสำคัยเรื่องหนึ่งเมื่อต้องเปรียบเทียประสิทธิภาพของเครื่องมือ ซอฟแวร์ที่ใช้พลังงานน้อยที่สุดแต่ได้ผลลัพท์สูงสุดจะถือว่ามีประสิทธิภาพมากกว่า

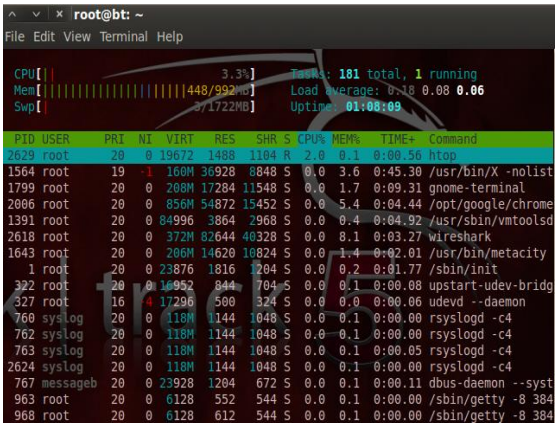
. งานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม HTOP เพื่อดูเปอร์เซนต์การใช้งานโปรเซสเซอร์พบว่าทั้งสองเครื่องมือ มีการใช้ทรัพยากรแตกต่างกัน

VIRT (Virtual Size) ในขณะที่ Tcpdump ใช้Memory เพียง 27-29 Mbแต่ Wireshark ใช้ถึง 372 Mb ซึ่งต้องการ memory มากกว่า Tcpdump เป็น 10 เท่าเลยทีเดียว

RES (Resident Size) คือ หน่วยความจำทางกายภาพที่แท้จริงซึ่ง Process.ใช้งาน Tcpdump ใช้เพียง 5.8 Mb แต่ Wireshark ใช้ถึง 82Mb

SHR (Shared Memory) ขนาดของ VIRT ที่ sharable SHR ของ Tcpdump คือ 5.1-5.3 Mb ในขณะที่ Wireshark คือ 40 Mb

MEM% (Memory Percentage) – Percentage of memory ที่ Process ใช้ Tcpdump มี Mem % ที่ 0.6 ในขณะที่ wireshark อยู่ที่ 8.1 % นอกจากนั้น Wireshark มี 14 wakeup ต่อวินาที ในขณะที่ Tcpdump มีเพียง1 ครั้ง wakeup ต่อวินาที ในส่วนของกราฟฟิก wakeup ต่อวินาทีของ Wireshark คือ 0.1 ในส่วนนี้เปรียบเทียบไม่ได้เนื่องจาก Tcpdump ไม่มีโหมดกราฟฟิก สรุปได้ว่าในส่วนของ Memory นั้น Wireshark ใช้มากกว่า Tcpdump อย่างมาก



รูปที่ II แสดงการใช้ Memory

. การประหยัดพลังงาน ความสิ้นเปลืองแบตเตอรี เวลาที่ไม่ต้องเสียบปลั๊ก ในส่วนของการใช้งานแบตเตอรี Wireshark ใช้พลังงานมากกว่า Tcpdump เป็นร้อยเท่า จากการทดลองที่ปรับเปลี่ยนความสั้นยาวช่วงเวลาทดลอง และปัจจัยอื่นๆ ก่อนหน้าจะ ใช้โปรแกรม Powertop ได้มีการใช้คำสั่ง Powertop –calibrate เพื่อปรับค่าและให้ได้ผลเที่ยงตรงที่สุด

ค่าการใช้แบตตารี ของ Tcpdummp น้อยจนไม่ต้องนำมาคิด คือ 0 % ในขณะที่ Wireshark ใช้ที่ 0.2 %

เนื่องจากจำนวน packet ที่นำมาวิเคราะห์มีจำนวนมาก หากดูใน monitor mode จะเห็นขึ้นมามากมายจนสังเกตยาก แต่กระนั้น การใช้งาน Processrorก็ได้เพิ่มขึ้นเท่าๆกันในทั้งสองเครื่องมือ

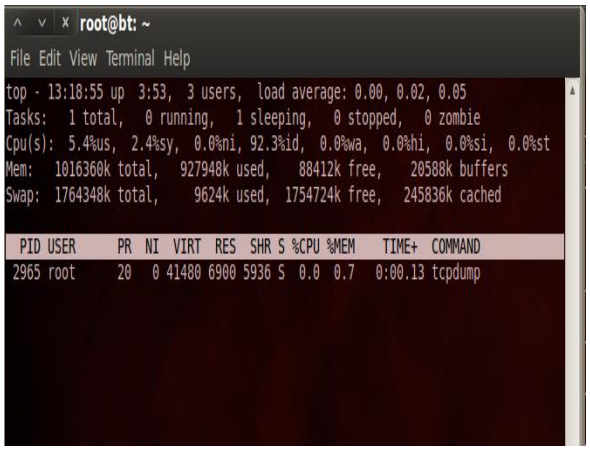
จากการวิเคราะห์โดยรวมจะพบว่า Tcpdump เอาชนะ Wireshark ได้อย่างขาดลอยในเรื่อง การใช้พลังงานและ การใช้งาน processor

ความเร็วในการตรวจจับข้อมูล

หัวข้อนี้วัดผลโดยใช้ ตัวจับเวลา เปรียบเทียบเครื่องมือทั้งสองบนอุปกรณ์ชุดเดียวกัน พบว่าในส่วนของความเร็วนี้แทบจะไม่แตกต่างกันเลย

ในส่วนของการดรอปแพคเก็ตทิ้ง ในกรณีที่เข้าสู่โหมด monitor ด้วยcapture rate สูงๆ จะพบว่า Tcpdump อาจดรอปแพกเก็ตทิ้งจำนวนมาก แต่ก็สามารถปรับแต่งให้ลดลงได้ด้วยค่า snaplen ทำให้อัตราการดรอปแพ็กเก็ตลดลงเหลือ 0 เมื่อเปรียบเทียบเครื่องมือทั้งสองอย่างใกล้ชิดพบว่า Wireshark สามารถจับ Packet ได้เร็วกว่า Tcpdump ประมาณ 2-3 %

เราสามารถดู Statistics ของแพ็คเก็ตที่เราจับมาได้ โดยเข้าไปดู Menu Statistics→ Protocol Hierachy ในโปรแกรม Wireshark และ เลือก Filter ตามต้องการ

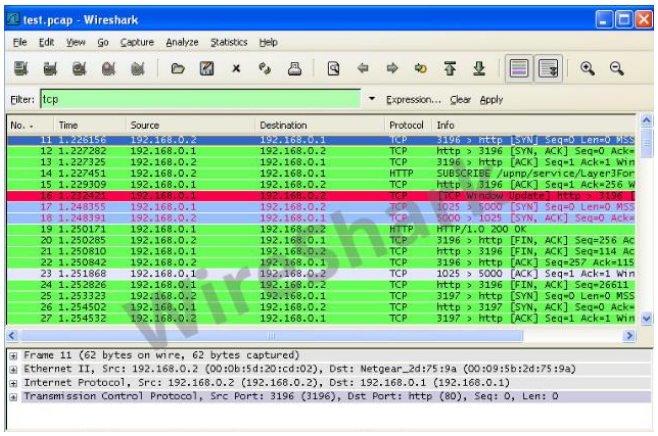


รูปที่ III Tcpdump

ขณะที่ใน Monitor mode ความแตกต่างเรื่องความเร็วในการตรวจจับของทั้งสองโปรแกรมอาจดูไม่แตกต่างกันมายนัก แต่หากในกรณีที่มี packet ไม่ประสงค์ดีเข้ามาปะปนในเครือข่าย ความเร็วจะช่วยให้ตัดสินใจ ดรอปหรือไม่ดรอปแพ็คเก็ตได้ดีขึ้น

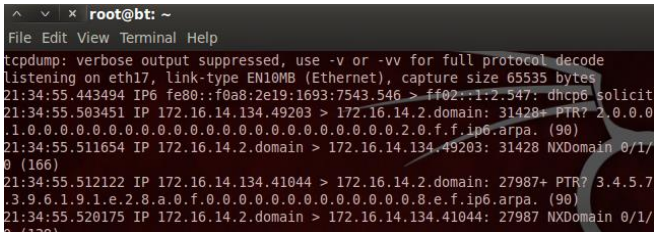
ในสภาพแวดล้อม Ethernet พบว่าจำนวนแพ็คเก็ตที่จับมาได้ของทั้งสองโปรแกรมมีจำนวนเท่าๆกัน หากทราฟฟิกมีจำนวนไม่มากจะตกอยู่ที่ 1000 แพ็กเก็ต ต่อ 60 วินาที แต่หากจำนวนของแพ็กเก็ตเพิ่มขึ้น Wireshark จะมี gain มากกว่าเล็กน้อยอยู่ที่ 0.5-1% สรุปการศึกษานี้นี้แสดงให้เห็นว่า Wireshark เอาชนะ Tcpdump ได้ในเรื่องความเร็วของ packet capturing.[2] [4]

การแสดงผลหลัง capture



รูปที่ IV ภาพ Interfae Wireshark

จากภาพจะเห็นว่าโปรแกรม Wireshark มีความสวยงามของกราฟฟิก อินเตอร์เฟส ทำให้สามารถแยกประเภทของแพ็คเก็ตออกเป็นสีต่างๆ หรือ โค้ดลงสี ตามประเภทของความสัมพันธ์ระหว่างกัน หรือตามประเภทของโปรโตคอล ตัวอย่างเช่น HTTP เป็นสีหนึ่งและ TCP handshake เป็นสีหนึ่งเป็นต้น TCpdump ไม่มีความสามารถนี้เพราะเป็น text ขาวดำ



รูปที่ V ภาพการ dump แบบ verbose

ปริมาณข้อมูลที่ต้องการมากน้อยสามารถปรับแต่งได้ง่ายกว่าเพียงคลิกเมาส์ใน Wireshark แต่ใน Tcpdump ต้องใช้ คำสั่ง –v –vv –vvv (verbose)

เมื่อเริ่มดักจับข้อมูลแล้ว เป็นการยากที่จะแบ่งกลุ่มหรือเพิ่มตัวกรองใน Tcpdump แต่จะทำได้ง่ายมาก แทบจะเป็นในทันทีสำหรับ Wireshark

ในขณะที่คำสั่งในการบันทึกข้อมูลที่จะดักจับลงไฟล์ต้องสั่งไว้ก่อนล่วงหน้าใน Tcpdump มิฉะนั้นข้อมูลจะถูกนำเสนอในหน้าจอเทอร์มินลแต่ไม่บันทึกลงไฟล์ แต่ Wireshark สามารถเปลี่ยนใจมาบันทึกลงไฟล์ในภายหลังได้ และยังส่งข้อความเตือนด้วยหากผู้ใช้จะปิดหน้าจอก่อนโดยยังไม่ได้บันทึกไฟล์ [8]

IV. สรุป

จากการศึกษาข้างต้น พบว่า Tcpdump เหนือกว่า Wireshark ในด้านของ การใช้งาน แบตเตอรี การใช้งานหน่วยความจำและการจัดการโปรเซสเซอร์อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ ในเรื่องความรวดเร็วแล้ว Wireshark สามารถดักจับแพ็คเก็ตได้เร็วกว่า Tcpdump การนำข้อมูลวิจัยไปใช้ประโยชน์งานวิจัยนี้จะช่วยให้ผู้ศึกษาสามารถเลือกใช้โปรแกรม Packet Sniffer ได้ตรงตามต้องการ หาก sniffer ต้องนำมาใช้กับอุปกรณ์ที่ต้องเปิดระบบให้มีการใช้งานตลอดเวลา ดังอย่างเช่น IDS Wireshark น่าจะเป็นตัวเลือกทีเหมาะสมเพราะสามารถตรวจจับแพ็คเก็ตที่น่าสงสัยอัตโนมัติ และรายงานทันที หากต้องการ ตรวจสอบ แพ็คเก็ตอย่างละเอียด ผู้ใช้อาจเลือก เก็บข้อมูลดิบ Raw file ด้วย Tcpdump หรือถ้าต้องการใช้ sniffer ที่ต้องการทรัพยากรน้อย ที่ใช้หน่วยความจำ การใช้งานแบตเตอรี ก็ยังน่าจะเลือกใช้ Tcpdump แต่หากต้องการนำเสนอผลเป็นกราฟฟิกสวยงามให้ผู้ใช้งานทั่วไป wireshark ดูจะเหมาะสมกว่า การเลือกนำไปใช้ให้เหมาะกับวัตถุประสงค์จะทำให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิผลขึ้น [1]

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับความช่วยเหลือจากดร.ภาสกร อภิรักษ์วรพินิจในการให้คำชี้แนะเพื่อปรับปรุงระบบ และยังได้รับความช่วยเหลือจากคณาจารย์ในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ให้คำแนะนำติดตั้งระบบจำลอง Virtualizations ซึ่งผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Endace Measurement Systems. Available at monitorin-cards/ (Aug 15, 2007)

[2] V. Jacobson, C. Leres, S. McCanne, "libpcap", Lawrence Berkeley Laboratory, Berkeley, CA. June 1994. Available http:llwww.tcpdump.oEg (Aug 15, 2007)

[3] G. Combs, "Ethereal". Available at http llwww.wireshark org(Aug 15, 2007)

[4] F. Risso, L. Degioanni, "An Architecture for Hi Performance Network Analysis," in Proc. eh IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC2001), (Hammamet, Tunisia, July 2001).

[5] W. R. Stevens, B. Fenner, A. M. Rudoff, UNIXt Network Programming Volume 1. New Jersey: Addison Wesley, 2003.

[6] L. Degioanni, G. Varenni, F. Risso, J. Bruno, "WinPcap". Available at h (Oct 29, 2007)

[7] Z. Shiyong, W. Chengrong, G. Wei, "Network monitoring in broadband network," in Proc. Web Information Systems Engineering (Dec 3-6, 2001, pp. 171 - 177).

[8] J. Cleary, S. Donnelly, I. Graham, "Design Principles for Accurate Passive Measurement," in Proc. PAM2000 Passive and Active Measurement Workshop (Apr. 2000).

Renovation and Improvement on Dwelling Unit by Increasing Performance of Sound Absorption Through Vegetation to Mitigate Noise Pollution

Saksorn Chantarabut
dept. Architecture Bangkok University
Pathumthani, Thailand
s.chantarabut@gmail.com

Prudsamon Kammasorn
dept. Architecture Bangkok University
Pathumthani, Thailand
prudsamon.k@bu.ac.th

Pasit Leeniva
dept. Architecture Bangkok University
Pathumthani, Thailand
pasit.l@bu.ac.th

Abstract*—Sustainable architecture is solidifying as an interesting way to stimulate the quality of life in the dwelling unit. The living wall, vertical garden, vegetations are some of the future approaches to a sustainable pathway to cohabitate with Mother Nature. The objectives of this research are to reduce noise pollution that impacted the dwelling area by the panel system felt green wall and increases better life quality for people in the urban area. This study represents experimental results of the sound insulation tests of the panel system felt green wall, using Fern (Nephrolepis cordifolia) to perform as vegetation in the experiment, that conducted under the ISO 16283-3, that divided into 4 scenarios in the similar environmental condition, which the results of panel system felt green wall has an advantage of efficient material property to absorb noise pollution than other types, it's performs better than a plain concrete wall by 12.2 %, and significantly better than ISO Noise sound insulation panel that design for eliminating noise by 0.3 %. Based on the result the panel system felt green wall become the alternative choice to diminish noise pollution, for the sustainable future of green architecture. *(Abstract)

Keywords—sound absorption, sound insulation, green wall, noise barrier, noise pollution (*key words****)***

I. INTRODUCTION

Nowadays we are facing noise pollution problems identical to second-hand smoke problems that solution using the duration of a generation to realize the problem of noise pollution[1]. Regarding World Health Organization, noise exposure levels at higher than 50 dBA should be concerned, noise pollution affected health directly. It is described to be the source of many cardiovascular health problems[2][3][4]. Most of the noise pollution that affected health comes at night time[5].In residential areas especially in the dwelling unit WHO[1] has released the Guideline value for community noise in a specific environment specifically in the bedroom limit to not over 35 dBA[4]. However, in many areas it impossible to control the noise level to be in this standard, such as dwellings near the airport, railway, road, and canal, therefore there needs a solution to help mitigate noise pollution and the green wall is one of the efficient solutions to treat this problem. Several pieces of research conducted in how green wall help decreases noise pollution and every greenery benefit of it, there has the limitation testimony of the sound absorption and insulation property of panel system green wall. Panel system green wall has different materials than other types, the property that helps reducing noise, which makes a great development in terms of sound absorption and awareness the solution to cope with noise pollution in a dwelling unit by green and sustainable development in green architecture. The capability of vegetation in diminishing noise pollution, especially noise from the vehicle in traffic[6], has been consigned since the 1970s[7], demonstrating that trees and shrubs barriers attenuate noise according to their width and density[6][8]. Indicate that a tree barrier 15 to 30 meters wide can attenuate up to 10 dBA, a moderate value for this dimension[9]. The tree also may help reduce the perception of noise[10]. Manifold studies in Brazil[11] and worldwide have addressed the potential for noise mitigation of green walls, but little has been published about its ability to mitigate urban noise. The results of the studies on the modular-based green wall were a weighted sound reduction index (Rw) of 15 dB and a weighted sound absorption coefficient (a) of 0.40 in the modular-based green wall[12]. Thus, the purpose of this study is to mitigate noise pollution that affected the residential area by the panel system felt green wall and increases better life quality for people in the urban area.

II. MATERIALS & METHOD

A. Criteria & Assembly of Felt Green Wall System

Norm of green wall selection that efficient to mitigate noise need to be considered in the most density, thickness, and lowest gap between panels. Therefore, the panel system-based green wall was selected in this experiment in terms of noise mitigation and the best attribute to the above properties.

The green wall system analyzed in this study has consisted of the panel system felt-based green wall, which has comprised of felt material and an overall thickness of 5 cm includes the plant "Fig. 1".



Fig. 1. Panel system felt based green wall.

According to the system was designed to bring a low increment of the load to the wall, and operate in a self-

[1] WHO: World Health Organization

sustaining way through semi-hydroponic irrigation. The system considered environmental resistance and maintenance need criteria. Otherwise, the sound absorption could be enhanced with the use of high-density good coverage plants, as indicated by another study on the noise attenuation of green belts[8]. Therefore, all these factors were chosen as the species of Fern (Nephrolepis cordifolia) with the size of 20 cm pot radius to perform this experiment, which is the coming of age has the above characteristics[12][13] "Fig. 2". Usage of felt panel system of 9 units size 3 m by 3 m combine of 9 sqm, 9 sqm of felt panels system use 324 plants "Fig. 3".



Fig. 2. Nephrolepis cordifolia



Fig. 3. Felt panel green wall 9 sqm.

B. *Criteria & Assembly of Sound Insulation Panel*

In this research, ISO NOISE[14] sound insulation panels were used with a composite sandwich structure polyester fiber material to prevent sound penetrate, with the first and last layers made of high-quality plastic with high density with a total thickness of 5 cm, lightweight, can be easily installed and the price is not too high, with noise reduction coefficient of 0.80 usages of 9 sqm "Fig. 4".

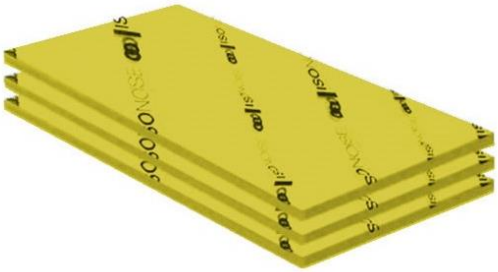


Fig. 4. ISO NOISE sound insulation made of high-density polyester fibers.

C. *Acoustic Measurements: Insulation*

To evaluation the sound insulation of the Panel system felt green wall from noise pollution, this investigation has Sound Pressure level (SPL), Background Noise level (BNL), and the constant noise of the Pink Noise to be the major variable, that has the real situation noise pollution to be the impulse noise of this attempt. The experimental procedure was based on ISO 16283-3.

a) Site Analysis: Using the 1 story office building at Slot-Nankai co., ltd. in Rayong province, Thailand, to investigate the sound insulation of the panel system felt green wall "Fig. 5".

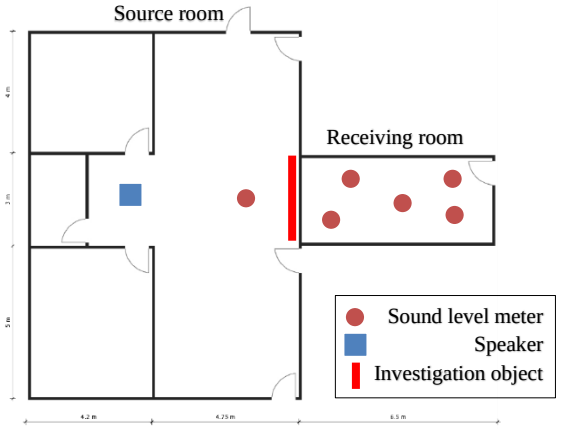


Fig. 5. An office building at Slot-Nankai co., ltd.

b) Measurement Method

- *Sound Insulation in Close Environment:* The experiment of sound insulation in the close environment of the panel system felt green wall from noise pollution in the dwelling unit, using an empty room that doesn't have the green wall attach on the wall of the source room compared to the room that has the green wall attach on the wall of the source room "Fig. 6" also compared with the room that has ISO NOISE sound insulation panel, and measure sound level in the receiving room "Fig. 7" by 5 position points and compare the final results, using speakers to create constant impulse noise level in the same condition to every scenario. This experiment separates the scenario to be 4 patterns in similar environmental conditions, and the experimental procedure was based on ISO 16283-3.

Experimental Site Floor Plan



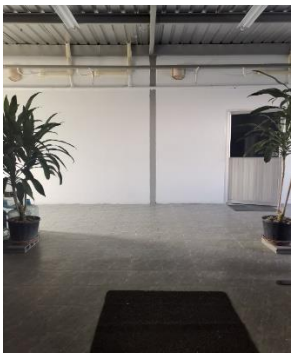


Fig. 6. Source room

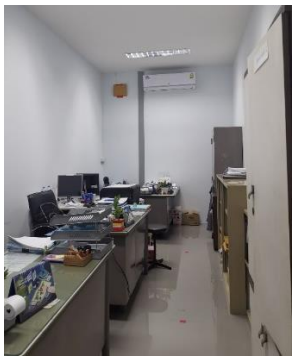


Fig. 7. Receiving room

- *Scenario Classification*: The experiment of sound insulation in an open environment of the panel system felt green wall from noise pollution in the dwelling unit, “Scenario (I)” measure without the object, “Scenario (II)” measure with ISO NOISE sound insulation panel, “Scenario (III)” measure with the felt panel, “Scenario (IV)” measure with panel system felt green wall, and measure in that area by 5 location points.

Scenario I: without object



Scenario II: ISO NOISE panel



Scenario III: Felt panel



Scenario IV: Felt green wall



c) Tools & Equipment: In this evaluation of sound insulation test from the panel system felt green wall, using Sound Pressure Level (SPL), Background Noise Level (BNL to analyze and indicate the result. Analyze through Lutron Sl-4010 sound level meter, Lutron Sl-4010 has the International Electrotechnical Commission (IEC) standard of IEC 61672 class 2, other tools using in this investigation are Sherman J-3333 power speaker, a tripod that can height adjust, anti-wind sponge, record form, computer, and Smartphone (Huawei Mate 20, Android version 10).

D. Experimental Variable

To control the environment in a similar condition in the source room have an arrangement of the speaker (impulse noise: 80.7 dBA) that have a fixed distance of 5 meters from the center of the experimental object and 45 degrees from ground level, and the sound level meter have the fixed distance from the center of experimental object by 2 meters and a vertical distance from ground level by 1.5 meters. The receiving room has a fixed sound level meter of 5 positions and has a distance of 1 meter from the wall, at least 0.7 meters from sound level meter position, and at least 0.5 meters from furniture, with a vertical distance from ground level by 1.5 meters. All settings and positions were based on the ISO 16283-3.

TABLE I. SCENARIO I: MEASURE WITHOUT OBJECT

Variable	*Independent*	*Dependent*	*Control*
Subject	Plain wall	Sound pressure level (SPL)	Impulse noise (80.7dBA)

TABLE II. SCENARIO II: MEASURE WITH ISO NOISE PANEL

Variable	*Independent*	*Dependent*	*Control*
Subject	ISO NOISE panel	Sound pressure level (SPL)	Impulse noise (80.7dBA)

TABLE III. SCENARIO III: MEASURE WITH THE FELT PANEL

Variable	*Independent*	*Dependent*	*Control*
Subject	Felt panel	Sound pressure level (SPL)	Impulse noise (80.7dBA)

TABLE IV. SCENARIO IV: MEASURE WITH FELT GREEN WALL PANEL

Variable	*Independent*	*Dependent*	*Control*
Subject	Felt green wall panel	Sound pressure level (SPL)	Impulse noise (80.7dBA)

III. RESULTS & DISCUSSION

A. Sound Insulation Attribute in 1/1 Octave Band

The advantage of the closing environment is the impulse noise can fully adjust to being constant and equal in every scenario, to create a similar environment condition for this sound insulation experiment.

After collecting all the result from source room “Fig. 8” with the constant sound pressure level with constant impulse noise as pink noise of 80.7 dBA and background noise of 42.2 dBA, and the data from the receiving room “Fig. 9” with the background noise of 31.8 dBA in 4 different scenarios with the Lutron Sl-4010 sound level meter.



Fig. 8. Source room measurement

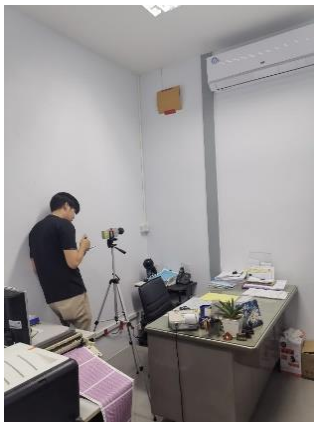
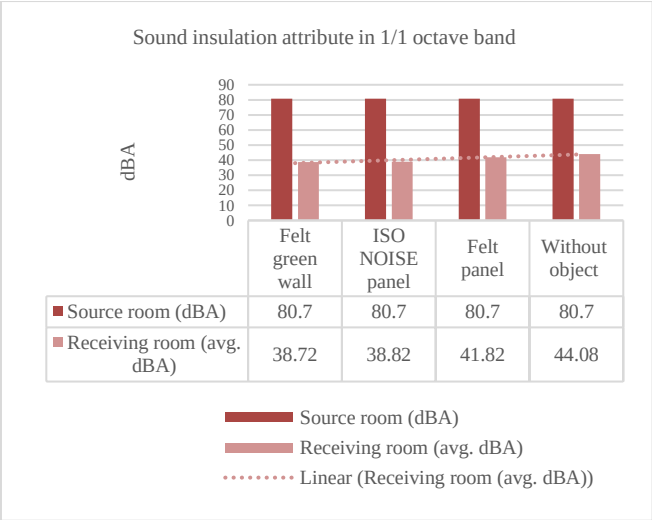


Fig. 9. Receiving room measurement



The result of the "scenario (I)" measure without object, has an average sound in the receiving room of 44.08 dBA. "Scenario (II)" measure with the felt panel, has the average sound in the receiving room of 41.82 dBA better than "scenario (I)" by 5.2 %. "Scenario (III)" measure with ISO NOISE sound panel insulation, has the average sound in the receiving room of 38.82 dBA better than "scenario (I)" by 12 %, better than "scenario (II)" by 7.2 %. "Scenario (IV)" measure with panel system felt green wall, has the average sound in the receiving room of 38.72 dBA better than "scenario (I)" by 12.2 %, better than "scenario (II)" by 7.4 %, better than "scenario (III)" by 0.3 %.

B. Limitation

The panel system felt green wall that been used in this experiment was chosen, because of the other type of green walls such as pot system green wall has the defect of the gap between a unit that noise can penetrate through it easily. The panel system felt green wall has no gap between each panel. However, there has a panel system green wall which has a sandwich structure that thicker than the felt panel system green wall and assumes that it can be better sound insulation but come with a higher price.

IV. Conclusion

This article exhibits the results of the sound insulation test of the panel system felt green wall against urban noise pollution in a closed environment by impulse noise (Pink Noise), using Fern (Nephrolepis cordifolia), soil, and felt panel with an overall thickness of 5 cm included plant.

Testing of the sound insulation properties of panel system felt green wall was conducted in four scenarios. The result of the "scenario (I)" measure without object has an average sound in the receiving room of 44.08 dBA. "Scenario (II)" measure with the felt panel has the average sound in the receiving room of 41.82 dBA improving than "scenario (I)" by 5.2 %. "Scenario (III)" measure with ISO NOISE sound insulation panel has the average sound in the receiving room of 38.82 dBA better than "scenario (I)" by 12 %, better than "scenario (II)" by 7.2 %. "Scenario (IV)" measure with panel system felt green wall has the average sound in the receiving room of 38.72 dBA better than "scenario (I)" by 12.2 %, improving than "scenario (II)" by 7.4 %, significantly enhance than "scenario (III)" by 0.3 %.

It can be seen that the panel system felt green wall is further sound reduction property than ISO NOISE sound insulation panel that complied with the noise reduction coefficient of 0.80 by 0.3%, thus proving that it can be an effective substitute, not just for reducing dust, decreasing building temperature, accordingly soundproof properties can be achieved in the same level of standard as those designed for direct acoustic absorption, for future study should be conducted to study the pattern and size of the vegetation to use it in a real-world situation of the dwelling unit, to obtain information on what pattern and size of vegetation can help to insulate the sound to gain intuitions developed in terms of vegetation installation pattern and size that will be able to provide maximum sound absorption in the future.

Acknowledgment

The author acknowledges the support and funding of the site facilities and green wall base support design included installed Green wall from Slot-Nankai co., ltd. especially Mr. Assawin Chantarabut (Managing Director) and staff.

References

[1] Mindy Fetterman, "Noise exposure is becoming 'the new secondhand smoke,'" *The Washington Post*, 2018. https://www.washingtonpost.com/national/health-science/noise-exposure-is-becoming-the-new-secondhand-smoke/2018/05/11/dd080c30-52d3-11e8-9c91-7dab596e8252_story.html?utm_term=.b3c21d0403f0.

[2] Who, "3 . Adverse Health Effects Of Noise," *Guidel. Community Noise*, vol. 1999, no. 1995, pp. 39–54, 1999, [Online]. Available: http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html.

[3] World Health Organization, "Noise Guidelines UE," p. 181, 2018, doi: 978 92 890 5356 3.

[4] B. Berglund, D. H. Schwela, and L. Thomas, "'Guidlines for Community Noise.'" 1999.

[5] M. Kim *et al.*, "Road traffic noise: Annoyance, sleep disturbance, and public health implications," *Am. J. Prev. Med.*, vol. 43, no. 4, pp. 353–360, 2012, doi: 10.1016/j.amepre.2012.06.014.

[6] L. Huddart, "The use of vegetation for traffic noise screening," *TRRL Rep.*, p. 238, 1990.

[7] S. B. Leonard, R.E. and Parr, "Trees as a sound barrier," *J. For.*, pp. 282–283, 1970.

[8] S. K. Tanaka K, Ikeda S, Kimura R, "The function of forests in soundproofing.," *Bull. Tottori Univ. For.*, vol. 11, pp. 77–102, 1979.

[9] D. F. Cook, D.I . and Van Haverbeke, "Trees and shrubs for Noise abatement.," *US Dep. Argriculture For. Serv.*, vol. 246, 1971.

[10] D. F. J. Grey G W, *Urban Forestry*. USA: John Wiley & Sons Inc., 1986.

[11] R. Thomazelli, F. Caetano, and S. Bertoli, "Sustainable Materials for Sound Absorption and Insulation : Acoustic properties of green walls : Absorption and insulation Acoustic properties of green walls : Absorption and insulation," vol. 695, no. Iii, 2016.

[12] Z. Azkorra *et al.*, "Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings," *Appl. Acoust.*, vol. 89, no. March, pp. 46–56, 2015, doi: 10.1016/j.apacoust.2014.09.010.

[13] F. Asdrubali, F. D'Alessandro, N. Mencarelli, and K. V. Horoshenkov, "Sound absorption properties of tropical plants for indoor applications," *21st Int. Congr. Sound Vib. 2014, ICSV 2014*, vol. 4, no. July, 2014.

[14] Top Insulation & Trading, “ISO-NOISE G Series.” https://www.topinsulation.com/PDF/isonoise_g.pdf.

การเคลื่อนตัวของฟอสฟอรัสจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในฤดูแล้งของประเทศไทย

Phosphorus Flow in Maize Cultivation in Dry Season of Thailand

อนันต์สิทธิ์ ยงค์ศรี
Anansith Yongsri
ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยมหิดล
Department of Environmental
Health Sciences,
Mahidol University
กรุงเทพมหานคร
Email : anansith.yog@student.mahidol.ac.th

วิธิดา พัฒนอิสรานุกูล*
Withida Patthanaissaranukool
ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยมหิดล
Department of Environmental
Health Sciences,
Mahidol University
กรุงเทพมหานคร
Email : withida.pat@mahidol.ac.th
*Corresponding author

สุภาวดี ผลประเสริฐ
Supawadee Polprasert
ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยมหิดล
Department of Environmental
Health Sciences,
Mahidol University
กรุงเทพมหานคร
Email : supawadee.pol@mahidol.ac.th

ธนกฤต เนียมหอม
Thanakrit Neamhom
ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยมหิดล
Department of Environmental
Health Sciences,
Mahidol University
กรุงเทพมหานคร
Email : thanakrit.nea@mahidol.ac.th

ชัชวาล สิงหกันต์
Chatchawal Singhakant
ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยมหิดล
Department of Environmental
Health Sciences,
Mahidol University
กรุงเทพมหานคร
Email : chatchawal.sin@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเกษตร ในทางตรงกันข้ามหากมีใช้ฟอสฟอรัสมากเกินพอความต้องการธาตุอาหารของพืชจะเกิดการสูญเสียฟอสฟอรัสสู่แหล่งน้ำซึ่งอาจเป็นสาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่นในแหล่งน้ำตามมา การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการเคลื่อนตัวของฟอสฟอรัส ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์และการสูญเสียฟอสฟอรัสจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในฤดูแล้งของประเทศไทยเพื่อกำหนดแนวทางในการใช้ฟอสฟอรัสอย่างยั่งยืนโดยใช้แนวคิดสมดุลมวลสาร การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับทรัพยากรที่เกี่ยวข้องกับฟอสฟอรัสในกระบวนการปลูกข้าวโพดได้ดำเนินการในพื้นที่ปลูกหลักใน 5 จังหวัดของประเทศ ผลการศึกษาพบว่าฟอสฟอรัสที่เข้าสู่ระบบมีปริมาณ 34.49 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อเฮกตาร์ โดยร้อยละ 99 ของปริมาณฟอสฟอรัสที่เข้าสู่ระบบมาจากปุ๋ยเคมี และประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของฟอสฟอรัสในฤดูแล้งอยู่ที่ร้อยละ 54.02 นอกจากนี้ พบว่าค่าการสูญเสียฟอสฟอรัสมีค่าเฉลี่ย16.09 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อเฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 45.97 ของฟอสฟอรัสที่เข้าสู่ระบบ ดังนั้นควรมีการจัดการธาตุอาหารในกระบวนการปลูกข้าวโพดเพื่อลดการสูญเสียฟอสฟอรัสออกสู่สิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ การเคลื่อนตัวของฟอสฟอรัส, การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ฟอสฟอรัส

ABSTRACT

Phosphorus (P) is an essential nutrient in agriculture but on the other hand, excessive P from agricultural activities input to aquatic ecosystems may cause eutrophication of watercourses. In order to determine the potential for sustainable use of P, this study aimed to evaluate P flow, P Utilization Efficiencies (PUE), and identify P loss in dry season of maize cultivation in Thailand. Conservation mass-balanced concept was used in this study to quantify P flow. Data collection on material related P input and P output was carried out in dominant areas of maize cultivation in 5 Provinces of Thailand. The results found that total amount of P input to maize cultivation were 34.49 kg $P.ha^{-1}$, approximately 99% of which was in chemical fertilizer. PUE in maize cultivation in dry season was averaged of 54.02 %. Additionally, the average P loss were found to be 16.09 kg P. ha-1, or 45.97% of total P input. Therefore, reducing P losses in maize cultivation through enhanced nutrient management should be considered to prevent P discharge to the environment.

KEYWORDS: Phosphorus flow, Maize cultivation, Phosphorus loss, Phosphorus Use Efficiency

I. บทนำ

ประเทศเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีการเพาะปลูกทั้งพืชอาหาร (Food) พืชอาหารสัตว์ (Feed) และพืชพลังงาน (Fuel) ประกอบกับนโยบายของรัฐบาล “ไทยแลนด์4.0” มีนัยสำคัญเกี่ยวข้องกับการขับเคลื่อนให้ประเทศไทยเป็นครัวโลก ซึ่งส่งผลให้ประเทศไทยมีความต้องการปุ๋ยเคมีโดยเฉพาะปุ๋ยฟอสเฟต ซึ่งเป็นวัตถุดิบตั้งต้นที่จำเป็นต่อการเพาะปลูกเพิ่มมากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันแหล่งฟอสฟอรัสบนโลกอาจไม่เพียงพอต่อการนำมาใช้ภายในปี พ.ศ.2593 [1] ดังนั้นการทราบการเคลื่อนตัวของฟอสฟอรัสและการสูญเสียฟอสฟอรัสในภาคเกษตรกรรมจึงเป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดแนวทาง เพื่อลดการสูญเสียฟอสฟอรัสออกสู่สิ่งแวดล้อมต่อไป

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็น 1 ใน 5 พืชเศรษฐกิจหลักของประเทศไทยที่มีความสำคัญอย่างมาก มีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นเพื่อรองรับความต้องการอาหารสัตว์ในภาคปศุสัตว์ที่มีการเติบโตอย่างต่อเนื่องในประเทศ โดยสถานการณ์การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปี 2562 รายงานโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร อยู่ที่ 4.54 ล้านตัน ขณะที่ความต้องการใช้ภายในประเทศ ปี 2562 พบว่ามีความต้องการใช้เพื่อเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ประมาณ 8.517 ล้านตัน ปัจจุบันมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดประมาณ 1.12 ล้านเฮกตาร์ จำแนกเป็นพื้นที่ปลูกฤดูฝน (ข้าวโพดรุ่น 1) จำนวน 1.01 ล้านเฮกตาร์ และฤดูแล้ง (ข้าวโพดรุ่น 2) จำนวน 0.11 ล้านเฮกตาร์ [2] โดยการปลูกข้าวโพดฤดูแล้ง ทำให้ได้ผลผลิตมีคุณภาพที่ดีและเป็นที่ต้องการของตลาดอาหารสัตว์ [3]

การศึกษาการเคลื่อนตัวของฟอสฟอรัสและการสูญเสียฟอสฟอรัสจากการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยนั้นยังไม่พบการศึกษาวิจัย ซึ่งงานวิจัยเรื่องดังกล่าวมักเกิดขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศจีน ซึ่งเป็นแหล่งปลูกข้าวโพดที่สำคัญของโลก นอกจากนี้ พบว่าภาคเกษตรกรรมมีศักยภาพสูงที่เป็นแหล่งของการรีไซเคิลฟอสฟอรัสจากของเสียภาคปศุสัตว์และชุมชนเมืองกลับมาใช้ประโยชน์มากกว่า 96% [4] อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาถึงประเด็นดังกล่าวในพืชแต่ละชนิด โดยเฉพาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในห่วงโซ่อาหารทั้งในเชิงการผลิตพืช การผลิตอาหารสัตว์ การปศุสัตว์ และการบริโภคเนื้อสัตว์ของประเทศ

จากปัญหาการขาดแคลนฟอสฟอรัสที่เป็นวัตถุดิบสำคัญในการเกษตรดังกล่าว ผู้วิจัยมุ่งศึกษาการสูญเสียฟอสฟอรัสจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยศึกษาในพื้นที่ปลูกหลักในประเทศ ผลที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปกำหนดแนวทางในการลดการสูญเสียฟอสฟอรัสจากกิจกรรมการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รวมถึงเป็นข้อมูลในการวางแผนการใช้ที่ดินด้านการเกษตรเพื่อลดการสูญเสียฟอสฟอรัสออกสู่สิ่งแวดล้อมต่อไป

II. วัตถุประสงค์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการเคลื่อนตัวของฟอสฟอรัสและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์และการสูญเสียฟอสฟอรัสในฤดูแล้งของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยเพื่อนำการกำหนดแนวทางในการใช้ฟอสฟอรัสอย่างยั่งยืน

III. วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาการเคลื่อนตัวของฟอสฟอรัสจากกระบวนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทย มีวิธีการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การเก็บรวบรวมข้อมูลทรัพยากรและตัวอย่างพืชในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการหาปริมาณฟอสฟอรัสในวัสดุพืช

III.I การเก็บรวบรวมข้อมูล

มีการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตามชนิดของการเคลื่อนตัวของฟอสฟอรัส ดังแสดงในตารางที่ I. ซึ่งจะมีการเก็บตัวอย่างเมล็ดข้าวโพด ซังข้าวโพด เปลือกข้าวโพด และต้นข้าวโพดหลังการเก็บเกี่ยว รวมถึงตัวอย่างดินในแปลงปลูก เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัส

ตารางที่ I. ตัวอย่างที่เก็บในการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัส

ชนิดของการเคลื่อนตัวของฟอสฟอรัส	ตัวอย่าง
P input	ปุ๋ยที่ใส่ในพื้นที่ปลูก เมล็ดพันธุ์ ไกลโฟเสท
P output / P recycling	เมล็ดข้าวโพด ซัง เปลือก ลำต้น/ใบ ข้าวโพด ฝุ่นข้าวโพด
P surplus	
- P accumulation	ดินในแปลงหลังการเก็บเกี่ยว
- P loss	แหล่งน้ำบริเวณพื้นที่ปลูก

ประชากรในการศึกษาในครั้งนี้ได้แก่ เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ที่เป็นแหล่งปลูกหลักตามรายงานของสำนักเศรษฐกิจการเกษตร ได้แก่ จังหวัดเพชรบูรณ์ น่าน เลย ตาก และเชียงราย

ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบ Purposive Sampling โดยเป็นการสุ่มเลือกพื้นที่ปลูกในจังหวัดที่มีเนื้อที่ปลูกมากที่สุด 5 จังหวัด ดังกล่าวข้างต้น ซึ่งมีเนื้อที่ปลูกทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 43.3 ของพื้นที่ปลูกทั้งหมดในประเทศ แล้วจึงนำจำนวนเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้ง 5 จังหวัดดังกล่าวมาทำการกำหนดสัดส่วนจากจำนวนตัวอย่างที่คำนวณได้ จำนวน 67 ราย และมีการปรับเพิ่มจำนวนตัวอย่างร้อยละ 10 เพื่อป้องกันข้อมูลเสียหาย ดังนั้นจึงมีจำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 74 ตัวอย่าง

การประเมินปริมาณฟอสฟอรัส ใช้แนวคิดสมดุลมวล (Mass balance) ในการประเมินปริมาณฟอสฟอรัส ดังแสดงในสมการที่ 1 โดยประเมินฟอสฟอรัสตามชนิดของการเคลื่อนตัวในระบบนิเวศน์ ดังนี้

$$P_{input} = P_{output} \quad (1)$$

เมื่อ P_{input} และ P_{output} คือมวลของฟอสฟอรัสเข้าและออกจากระบบ (กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อเฮกตาร์)

P_{input} คือปริมาณฟอสฟอรัสที่เข้ามาในระบบ ประเมินได้จากปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใส่ในแปลงปลูกและทรัพยากรอื่นๆที่มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ โดยในกรณีปุ๋ยเคมีสามารถคำนวณได้โดยนำปริมาณปุ๋ยที่ใช้คูณด้วยความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในปุ๋ยนั้นๆ ดังแสดงดังสมการที่ 2 ซึ่งโดยทั่วไปฟอสฟอรัสในปุ๋ยจะอยู่ในรูป P_2O_5 ดังนั้นปริมาณฟอสฟอรัส(P) ในปุ๋ย P_2O_5 ประเมินได้โดย $P = 0.44 \times P_2O_5$

$$P_i = Q_i \times C_i \quad (2)$$

เมื่อ P_i คือปริมาณฟอสฟอรัสที่เข้าระบบ (กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อเฮกตาร์) Q_i เป็นปริมาณปุ๋ยที่ใช้ในการปลูก(กิโลกรัมปุ๋ยต่อเฮกตาร์) C_i เป็นความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในปุ๋ยที่ใช้ (กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อกิโลกรัมปุ๋ย)

P_{output} คือปริมาณฟอสฟอรัสที่ออกจากระบบ โดยหลังจากการเก็บเกี่ยวข้าวโพดจะถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์ ดังนั้น

ฟอสฟอรัสที่ออกจากระบบในกระบวนการปลูกสามารถคำนวณจากปริมาณของข้าวโพดและเศษวัสดุทางการเกษตรที่ผลิตได้คูณด้วยความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในข้าวโพดและเศษวัสดุทางการเกษตรนั้นๆ

$$P_{surlus} = P_{input} - P_{output} \quad (3)$$

$P_{surplus}$ คือปริมาณฟอสฟอรัสส่วนเกินในระบบ คำนวณได้จากปริมาณฟอสฟอรัสที่เข้ามาในระบบหักลบด้วยปริมาณฟอสฟอรัสที่ออกจากระบบ

P_{loss} คือปริมาณฟอสฟอรัสที่สูญเสียในระบบสามารถคำนวณได้จากส่วนต่างของปริมาณฟอสฟอรัสที่เข้าสู่ระบบหักลบด้วยปริมาณฟอสฟอรัสในผลิตภัณฑ์และเศษวัสดุทางการเกษตร และฟอสฟอรัสที่หลงเหลืออยู่ในดิน ดังสมการที่ 4 โดยส่วนใหญ่ฟอสฟอรัสจะสูญเสียไปในดินและน้ำ

$$P_{loss} = P_{input} - (P_{output} + P_{accumulation}) \quad (4)$$

ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของฟอสฟอรัส (Phosphorus Utilization Efficiency; PUE) เป็นการประเมินดัชนีความยั่งยืนในรูปแบบของฟอสฟอรัสที่ถูกพืชนำไปใช้ประโยชน์เทียบกับปริมาณฟอสฟอรัสที่ถูกใส่เข้ามาในระบบ ดังสมการที่ 5

$$PUE = \frac{(P_{up})}{(P_{in})} \times 100 \quad (5)$$

เมื่อ P_{up} คือผลรวมของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดที่ถูกนำไปใช้โดยในส่วนต่างๆของพืช (เมล็ด ลำต้น/ใบ เปลือก ซัง และฝุ่น) และ P_{in} คือฟอสฟอรัสที่นำเข้าสู่ระบบทั้งหมด ดังนั้นถ้ามีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในผลิตภัณฑ์เมล็ดและเศษวัสดุต่างๆของในปริมาณมาก จะทำให้ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ฟอสฟอรัสมากขึ้นเช่นกัน

III.II การหาปริมาณฟอสฟอรัสในพืช

การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัส ใช้วิธีวานาโดโมลิบเดต โดยใช้กรดเข้มข้นผสมระหว่าง $HClO_4$:HNO_3 ในอัตราส่วน 1:2 โดยปริมาตร ในการย่อยตัวอย่างให้อยู่ในรูปสารละลายฟอสเฟต จากนั้นทำให้เกิดสีกับ Vanadomolydate reagent เกิดเป็นสารเชิงซ้อนวานาโดโมลิบโดฟอสเฟต ซึ่งมีสีเหลือง วัดหาปริมาณฟอสเฟตด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร แล้วเปรียบเทียบกับกราฟของสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส

IV. ผลการวิจัย

จากการเก็บข้อมูลภาคสนามและการนำตัวอย่างของวัสดุทางการเกษตรหลังการเพาะปลูกมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวโพดที่และเศษวัสดุทางการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวแสดงดังตารางที่ II

ตารางที่ II. ปริมาณฟอสฟอรัสจากผลผลิตและเศษวัสดุทางการเกษตร

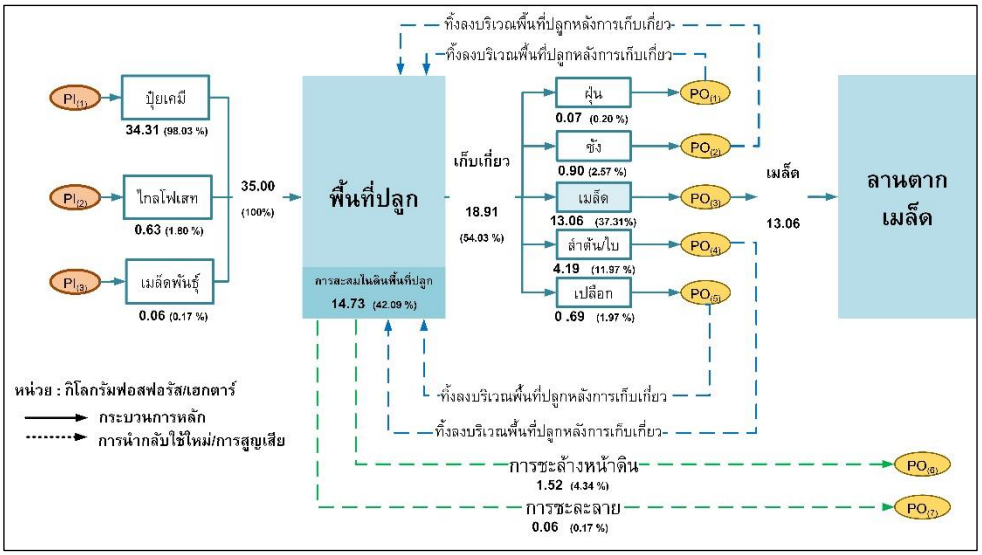
ผลผลิต/เศษวัสดุหลังการเก็บเกี่ยว	ปริมาณฟอสฟอรัส (%W/W) (น้ำหนักแห้ง)
เมล็ดข้าวโพด	0.1713
ลำต้น/ใบ	0.0809
ซัง	0.0575
ฝุ่นจากการสี/เกี่ยวนวดเมล็ดข้าวโพด	0.1320

โดยปริมาณผลผลิตเมล็ดข้าวโพดเฉลี่ยในฤดูแล้งพบที่ 7.619±1.906 ตันเมล็ดข้าวโพดต่อเฮกตาร์ ส่วนลำต้น/ใบ เปลือก และซังข้าวโพด หลังกระบวนการเก็บเกี่ยว มีปริมาณเฉลี่ย 51.81±1.188, 1.075±0.25, และ 1.156±0.313 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ นอกจากนี้หลังการเกี่ยวนวดหรือการสีข้าวโพดจะเกิดฝุ่นข้าวโพดขึ้นปริมาณเฉลี่ย 0.025 ตันต่อเฮกตาร์ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ III

ผลการประเมินการเคลื่อนตัวของฟอสฟอรัส ในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในฤดูแล้งพบว่าฟอสฟอรัสที่เข้าสู่ระบบในการเพาะปลูกส่วนใหญ่มาจากการใช้ปุ๋ยเคมี คิดเป็นปริมาณเฉลี่ย 34.31±10.06 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อเฮกตาร์ หรือ 4.50±1.32 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อตันเมล็ด (รูปที่ I)

ตารางที่ III. ปริมาณผลผลิตและวัสดุทางการเกษตร

ผลผลิต/เศษวัสดุหลังการเก็บเกี่ยว	น้ำหนัก (น้ำหนักแห้ง)	
	กก./เฮกตาร์	กก./ตันเมล็ดข้าวโพด
เมล็ดข้าวโพด	7,618.75 ± 1906	1,000
ลำต้น/ใบ	5,181.25 ± 1187	680 ± 157
เปลือก	1,075 ± 250	141 ± 30
ซัง	1,156.25 ± 312	152 ± 10
ฝุ่นจากการสีข้าวโพด	25.375 ± 6.375	3.33 ± 0.83



รูปที่ I. การเคลื่อนที่ของฟอสฟอรัสในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในฤดูแล้ง

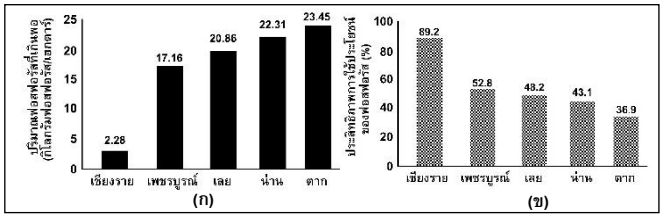
นอกจากนี้ฟอสฟอรัสที่ออกจากระบบมีปริมาณ 18.90±4.56 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อเฮกตาร์ หรือ 2.45±0.60 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อตันเมล็ด โดยส่วนของ P_{output} ในเมล็ดข้าวโพด ลำต้น/ใบ เปลือก ซัง และ ฝุ่นข้าวโพด คิดเป็นร้อยละ 37.4, 12.0, 2.0, และ 1.9 ของปริมาณฟอสฟอรัสเข้าสู่ระบบทั้งหมด และพบฟอสฟอรัสที่เกินพอในระบบ ($P_{surplus}$) 16.09±5.69 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อเฮกตาร์ หรือ 2.13±0.74 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อตันเมล็ด ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 46 ของปริมาณฟอสฟอรัสที่เข้าสู่ระบบ ดังแสดงตารางที่ IV

ตารางที่ IV. การเคลื่อนตัวของฟอสฟอรัสในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

การเคลื่อนตัวของฟอสฟอรัส	ฟอสฟอรัส (กก. ฟอสฟอรัส/เฮกตาร์)	ฟอสฟอรัส (กก.ฟอสฟอรัส/ตันเมล็ด)
ฟอสฟอรัสเข้าระบบ	35.00 ± 10.25	4.58 ± 1.35
- ปุ๋ย (P_2O_5)	34.31 ± 10.06	4.50 ± 1.32
- ไกลโฟเสท	0.63 ± 0.19	0.005 ± 0.001
- เมล็ดพันธุ์	0.06 ± 0.00	0.08 ± 0.02
ฟอสฟอรัสออกระบบ	18.91 ± 4.56	2.45 ± 0.60
- เมล็ด	13.06 ± 3.5	1.71 ± 0.43
- ลำต้น/ใบ	4.19 ± 0.94	0.55 ± 0.13
- เปลือก	0.69 ± 0.19	0.09 ± 0.02
- ซัง	0.9 ± 0.19	0.09 ± 0.02
- ฝุ่นจากการสีเมล็ด	0.07 ± 0.00	0.01 ± 0.00
ฟอสฟอรัสที่เกินพอ	16.09 ± 5.69	2.13 ± 0.74
- การสูญเสียไปกับการไหลบ่า	1.52	0.19
- การสูญเสียไปกับการชะละลาย	0.06	0.01
- การสะสมฟอสฟอรัสในดิน	14.73	1.93
ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของฟอสฟอรัส		54%

อย่างไรก็ตาม เมื่อวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของฟอสฟอรัสในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในฤดูแล้ง (รูปที่ I) พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เกินพอต่อความต้องการของพืช($P_{surplus}$) ซึ่งประเมินได้จากปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมอยู่ในพืชหลังเก็บเกี่ยวเทียบกับปริมาณฟอสฟอรัสที่ใส่เข้ามาในระบบ มีปริมาณ 16.09±5.69 กิโลกรัมฟอสฟอรัส/เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 45.97 ของปริมาณฟอสฟอรัสที่เข้าสู่ระบบทั้งหมด

ส่วนการใช้ประโยชน์และการสูญเสียฟอสฟอรัสในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดเชียงราย เพชรบูรณ์ เลย น่าน และตาก มีประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของฟอสฟอรัสอยู่ร้อยละ 89.2, 52.8, 48.2, 43.1, และ 36.9 ตามลำดับ และการปริมาณฟอสฟอรัสที่เกินพออยู่ที่ 2.28, 17.16, 20.86, 22.31,และ 23.45 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 16.80± 8.67 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อเฮกตาร์ ดังรูปที่ II



รูปที่ II. ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์และปริมาณฟอสฟอรัสที่เกินพอ
(ก) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เกินพอ
(ข) ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของฟอสฟอรัส

จากปริมาณฟอสฟอรัสเกินพอดังกล่าวพบการสูญเสียฟอสฟอรัสสู่แหล่งน้ำทั้งหมด 1.58 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อไร่ โดยพบการสูญเสียในรูปของการไหลบ่าลงสู่น้ำผิวดินและการชะละลายลงสู่น้ำใต้ดินปริมาณ 1.52 และ 0.06 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อเฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 9.44 และ 0.37 ของปริมาณฟอสฟอรัสเกินพอในระบบ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบปริมาณฟอสฟอรัสสะสมอยู่ในดินหลังการเก็บเกี่ยว 14.73 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อเฮกตาร์คิดเป็นร้อยละ 97.54 ของปริมาณฟอสฟอรัสที่เกินพอ ส่วนฟอสฟอรัสที่ออกจากระบบในรูปผลิตภัณฑ์หลักคือเมล็ดข้าวโพดมีปริมาณ 13.06 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อเฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 37.31 ของปริมาณฟอสฟอรัสที่เข้าสู่ระบบทั้งหมด ซึ่งเมล็ดข้าวโพดหลังการเก็บเกี่ยวจะถูกนำส่งเข้าสู่ลานตากเมล็ดเพื่อทำความสะอาดและส่งต่อให้กับโรงงานผลิตอาหารสัตว์ต่อไป นอกจากนี้ฟอสฟอรัสจากเศษวัสดุทางการเกษตรเกิดขึ้นปริมาณ 5.85 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 16.71 ของปริมาณฟอสฟอรัสที่เข้าสู่ระบบทั้งหมด จะถูกไถลบลงแปลงปลูกหลังจากเก็บเกี่ยวเพื่อเป็นธาตุอาหารในดินในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รอบต่อไป

จากการศึกษาการเคลื่อนตัวของฟอสฟอรัส พบว่ามีฟอสฟอรัสที่เกินพอเมื่อเทียบกับปริมาณฟอสฟอรัสที่พืชดูดซึมไปใช้ในฤดูแล้งเป็นปริมาณ 16.09 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อเฮกตาร์ ดังนั้นแนวทางในการลดการสูญเสียฟอสฟอรัสจึงมีการเสนอ 2 แนวทางได้แก่ 1) การลดฟอสฟอรัสให้พอดีกับความต้องการของข้าวโพด ซึ่งอาจมีการใช้มูลไก่มาทดแทนปุ๋ยเคมี ซึ่งการพิจารณาใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื่องมาจากปุ๋ยมูลไก่มีปริมาณธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม ในปริมาณที่สูงกว่าปุ๋ยคอกชนิดอื่นๆ เช่น ปุ๋ยมูลสุกร มูลวัว มูลเป็ด ดังแสดงในตารางที่ V

ตารางที่ V. ปริมาณธาตุอาหารหลักจากมูลสัตว์ประเภทต่างๆ

ชนิดปุ๋ย	ไนโตรเจน (%N)	ฟอสฟอรัส ($\%P_2O_5$)	โพแทสเซียม ($\%K_2O$)	ที่มา
มูลไก่แกลบ*	1.60	5.02	1.60	[5]
มูลสุกร	1.30	2.40	1.0	[6]
มูลวัว	1.10	0.40	1.60	[6]
มูลเป็ด	1.02	1.84	0.52	[6]

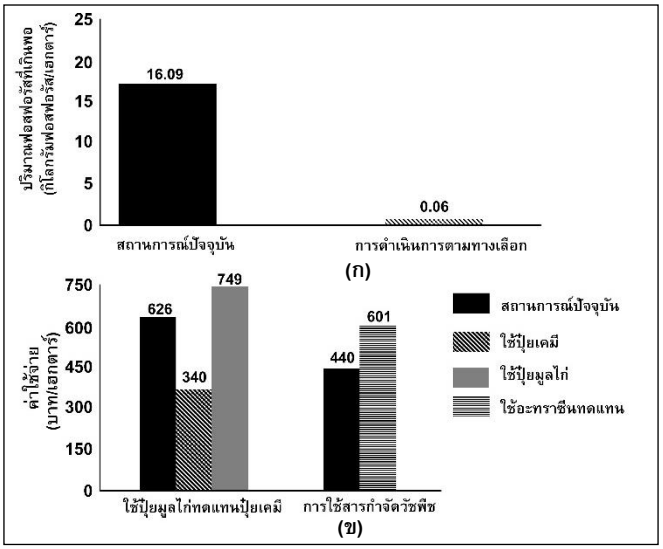
* ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานี้

จากการดำเนินการตามทางเลือกในการลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีให้พอดีกับปริมาณที่พืชดูดซึมใช้ได้ พบว่าการใช้ปุ๋ย P_2O_5 ลดลงจาก 77.94 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ เหลือ 42.97 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ เพื่อให้พอดีกับปริมาณฟอสฟอรัสที่พืชสามารถดูดซึมไปใช้ได้ ซึ่งต้องใช้ปุ๋ยมูลไก่ 856 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ เพื่อทดแทน P_2O_5 ปริมาณ 42.97 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ดังกล่าว และพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสเกินพอลดลงจากเดิม 16.03 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อเฮกตาร์ ดังแสดงในรูปที่ III ในขณะเดียวกันการแทนที่ปุ๋ยฟอสฟอรัสด้วยปุ๋ยคอกมูลไก่สามารถทดแทนปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมได้เช่นเดียวกัน 2) การลดการใช้ไกลโฟเสทลดลง 100% โดยใช้อะทราซีนทดแทน

จากการดำเนินการตามทางเลือกเพื่อลดการสูญเสียฟอสฟอรัสประกอบกับการพิจารณาค่าใช้จ่ายที่ลดลง พบว่าทางเลือกที่ใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณที่พอดีกับความต้องการของข้าวโพดจะมีค่าใช้จ่ายลดลง 286 บาทต่อเฮกตาร์ ในขณะที่การแทนที่ปุ๋ยเคมีด้วยปุ๋ยมูลไก่กลับมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น 123 บาทต่อเฮกตาร์ ส่วนการใช้อะทราซีนทดแทนไกลโฟเสทจะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น 161 บาทต่อเฮกตาร์ ดังแสดงในรูปที่ III ซึ่งทั้งสองแนวทางดังกล่าวมีปริมาณฟอสฟอรัสที่มากเกินพอลดลงจาก 16.09 เหลือ 0.06 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อเฮกตาร์ ซึ่งสามารถทำให้ต้นทุน

ในการดำเนินการลดลงสูงสุดรวม 125 บาทต่อเฮกตาร์ ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ยมูลไก่ทดแทนจะต้องใช้มูลไก่ในปริมาณที่สูงกว่าปุ๋ยเคมี เนื่องจากปุ๋ยเคมีมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่มากกว่าปุ๋ยมูลไก่ถึง 20.20 เท่า ดังนั้นการแทนที่ปุ๋ยเคมีปริมาณ 42.97 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ดังกล่าวข้างต้นจะต้องใช้ปุ๋ยมูลไก่ทดแทนถึง 856 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายมากขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี แต่ในขณะเดียวกันการใช้ปุ๋ยมูลไก่เป็นการรีไซเคิลธาตุอาหารจากภาคปศุสัตว์มายังพื้นที่เกษตร ซึ่งปุ๋ยมูลไก่สามารถช่วยปรับโครงสร้างของดินให้ร่วนซุยเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ทำให้ดินมีการระบายน้ำและอากาศได้ดี ส่งผลให้กิจกรรมต่างๆของจุลินทรีย์ในดินดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ [7] ซึ่งเป็นทางเลือกให้เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เลือกใช้ปุ๋ยมูลไก่ในการทดแทนปุ๋ยเคมีได้

จากการใช้ไกลโฟเสทในการกำจัดวัชพืชพบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัส 0.63 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อเฮกตาร์ ซึ่งเกิดค่าใช้จ่าย 440 บาทต่อเฮกตาร์ และเมื่อดำเนินการตามทางเลือกโดยการใช้อะทราซีนทดแทน สามารถลดปริมาณฟอสฟอรัสจากไกลโฟเสทลงได้ทั้งหมด แต่ในขณะเดียวกันกลับมีค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าการใช้ไกลโฟเสทในสภาพปัจจุบัน คิดเป็นค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 601 บาทต่อเฮกตาร์



รูปที่ III. เปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เกินพอ และรายจ่ายจากการดำเนินการตามทางเลือก
(ก) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เกินพอ
(ข) ค่าใช้จ่าย

V. สรุปและการอภิปรายผล

จากผลการเคลื่อนตัวของฟอสฟอรัสและปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัสจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในฤดูแล้งของประเทศไทย เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาการเคลื่อนตัวของฟอสฟอรัสในภาคเกษตรทั้งหมดในประเทศจีน พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เข้าและออกจากระบบมีปริมาณ 28.9 และ 14.2 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ โดยพบปริมาณฟอสฟอรัสที่เกินพอเท่ากับ 14.68 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อเฮกตาร์ [8] ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษานี้ที่พบปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัสอยู่ที่ 16.09 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อเฮกตาร์ โดยปริมาณฟอสฟอรัสที่มากเกินพอจะสะสมอยู่ในดิน และนำไปสู่การไหลบ่าลงสู่น้ำผิวดิน (Run-off) และการชะละลายลงสู่น้ำใต้ดิน (Leaching) [9] โดยประสิทธิภาพการใช้ฟอสฟอรัสและปริมาณฟอสฟอรัสส่วนเกินที่รายงานจากการศึกษาต่างๆ แสดงดังตารางที่ VI

ตารางที่ VI. ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์และการสูญเสียของฟอสฟอรัส

ประเทศ	ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ (%)	ฟอสฟอรัสที่เกินพอ (กก.ฟอสฟอรัส/เฮกตาร์)	ที่มา
ไทย	54.0	16.25	การศึกษานี้
จีน	52.0	-	[8]
สหรัฐ	55.9	15.9	[6]
ฟินแลนด์	45.9	12.7	[6]
โปแลนด์	-	3.0	[6]

ทั้งนี้ พบว่าทางเลือกในการลดการสูญเสียฟอสฟอรัสในการเพาะปลูกของประเทศที่พัฒนาแล้วเพื่อนำไปสู่ความยั่งยืนด้านการเกษตร ได้แก่ การใช้ปุ๋ยคอกแทนปุ๋ยเคมีในการเพาะปลูก การรีไซเคิลฟอสฟอรัสจากของเสียในพื้นที่เขตเมือง เช่น กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล เพื่อนำฟอสฟอรัสที่ได้มาใช้ในพื้นที่เกษตรกรรม [9] นอกจากนี้การลดปริมาณฟอสฟอรัสที่เข้าสู่พื้นที่เพาะปลูกให้พอดีกับปริมาณที่พืชดูดไปใช้ เพื่อป้องกันฟอสฟอรัสส่วนเกินที่จะไปสะสมอยู่ในดิน ซึ่งหลายการศึกษายืนยันว่าฟอสฟอรัสที่สะสมอยู่ในดินควรจะลดลงเพื่อป้องกันผลกระทบระยะยาวต่อสิ่งแวดล้อม [9-12]

ดังนั้นการดำเนินการตามทางเลือกในการลดปริมาณฟอสฟอรัสมากเกินพอและการสูญเสียฟอสฟอรัสจากภาคการเกษตรกรรม สามารถช่วยส่งเสริมให้เกิดความยั่งยืนด้านการใช้ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในภาคการเกษตรต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ปีงบประมาณ 2563 (รหัสโครงการ PRP6305030330) คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ปลูกจังหวัดเชียงราย เพชรบูรณ์ น่าน เลย และ ตาก ที่เสียสละเวลาให้ข้อมูลด้านปริมาณการใช้ทรัพยากรในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และการเก็บตัวอย่างวัสดุทางการเกษตร

ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่อนุเคราะห์สถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวกในการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

VI. เอกสารอ้างอิง

[1] Cordell, D., Rosemarin, a., Schroder, J. J., Smit, a.L. Towards global phosphorus security: A system framework for phosphorus recovery and reuse options. Chemosphere 84(6): 747-758. 2011

[2] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตรปี2562. สืบค้น 18 มกราคม 2564. จาก http://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/maize%20province%2062.pdf

[3] กรมวิชาการเกษตร, การจัดการความรู้ เทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังนาในเขตพื้นที่ภาคกลาง, 2, 2562

[4] Prathumchai, N., Polprasert, C., Englande, AJ. Phosphorus distribution and loss in the livestock sector- The case of Thailand. Resources, Conservation and Recycling 2018; 136: 257-66, 2018

[5] กรมวิชาการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กลุ่มปัฐพีวิทยา. การใช้ปุ๋ยชีวภาพ วัสดุอินทรีย์ และปุ๋ยผสมอินทรีย์เคมีกับข้าวโพด 3 พันธุ์. สืบค้น 17 มกราคม 2564, จาก www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=880. 2553

[6] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. การผลิตปุ๋ยหมักอินทรีย์ชีวภาพ. สืบค้น 17 มกราคม 2564, จาก www3.oae.go.th/rdpcc/images/filesdownload/km/knowledge/productions/13.pdf. 2563

[7] ศิราณี วงศ์กระจ่าง. ผลของการชุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดในชุดดินบ้านทอน. แก่นเกษตร, 42, 359-362. 2557

[8] Chen M, Chen J, Sun F. Agricultural phosphorus flow and its environmental impacts in China. Science of the Total Environmental, 405, 140-152, 2008

[9] Smit AL, van Middelkoop JC.A substance flow analysis of phosphorus in the food production, processing and consumption system of the Netherlands. Nutr Cycl Agroecosyst, 103, 1-13, 2015.

[10] Wang Z, Hartmann TE, Wang X, Cui Z, Hou Y, Meng F. Phosphorus flow analysis in the maize based food-feed-energy systems in China. Environmental Research, 184, 109319. 2020

[11] Reijneveld JA, Ehlert PAI, Termorshuizen AJ, Onema O. Changes in the soil phosphorus status of agricultural land in the Netherlands during the 20th century. Soil Use Manage, 26, 399-411. 2010.

[12] Romer VW. Concepts for a more efficient use of phosphorus based on experimental observation (Ansa tze fu reine effizitntere nutzung des phosphorus auf der basis experimenteller befunde). Berichte u ber Landwirtschaft 87:5-3.2009.

การวิเคราะห์มูลค่าและพลังงานที่ใช้ในการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทย

ENERGY AND COST ANALYSIS IN DIFFERENT MAIZE CULTIVATION PRACTICES IN THAILAND

สิริกาญจน์ ทองไหม
Sirikarn Thongmai
ภาควิชาวิทยาศาตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
Department of Environmental Health Sciences, Faculty of Public Health, Mahidol University
Bangkok /Thailand
Sirikarn.thg@student.mahidol.ac.th

ธนกฤต เนียมหอม
Thanakrit Neamhom
ภาควิชาวิทยาศาตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
Department of Environmental Health Sciences, Faculty of Public Health, Mahidol University
Bangkok /Thailand
Thanakrit.nea@mahidol.ac.th

วิธิดา พัฒนอิสรานุกูล
Withida Patthanaissaranukool
ภาควิชาวิทยาศาตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
Department of Environmental Health Sciences, Faculty of Public Health, Mahidol University
Bangkok /Thailand
Withida.pat@mahidol.ac.th

สุภาวดี ผลประเสริฐ
Supawadee Polprasert
ภาควิชาวิทยาศาตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
Department of Environmental Health Sciences, Faculty of Public Health, Mahidol University
Bangkok /Thailand
Supawadee.pol@mahidol.ac.th

เชต ใจกัลยา
Chate Jaikanlaya
ภาควิชาวิทยาศาตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
Department of Environmental Health Sciences, Faculty of Public Health, Mahidol University
Bangkok /Thailand
Chate.jai@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

อัตราการใช้พลังงานในภาคการเกษตรกรรมมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี โดยเฉพาะการเพาะปลูกพืชเพื่ออุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ เช่น การเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ในอนาคตอันใกล้ได้ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินดัชนีพลังงานสุทธิ (NEV) ดัชนีความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม (ESI) และดัชนีมูลค่าสุทธิ (NPV) ในการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการส่งเสริมเกษตรกรให้ดำเนินการเพาะปลูกในรูปแบบที่เหมาะสมอย่างยั่งยืน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ จากการสัมภาษณ์เกษตรกรจำนวน 109 รายในพื้นที่เพาะปลูกในประเทศไทย ซึ่งมาจากการมีรูปแบบการเพาะปลูกที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ ได้แก่ การเพาะปลูกในพื้นที่สูงในฤดูฝน การเพาะปลูกในพื้นที่ราบในฤดูฝน และการเพาะปลูกในพื้นที่ราบในฤดูแล้ง ผลการประเมินดัชนีพบว่า การเพาะปลูกในพื้นที่ราบในฤดูแล้งมีค่า ESI ในระดับต่ำ (0.01) และค่า NEV ในระดับสูง (98.2 GJ.ha^{-1}) และค่า NPV ที่ให้ผลกำไรสุทธิเป็นจำนวน 1,596.5 US$.ha^{-1} ซึ่งสูงกว่าการเพาะปลูกในรูปแบบอื่น ๆ ดังนั้นเพื่อเป็นลดการใช้พลังงานและเพิ่มผลกำไรสูงสุด ภายใต้ผลลัพธ์จากงานวิจัยนี้ เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ควรดำเนินการเพาะปลูกในพื้นที่ราบในฤดูแล้ง และอาจใช้สารทดแทนการใช้สารกำจัดศัตรูพืชและปุ๋ยเคมี ซึ่งเป็นแหล่งการใช้พลังงานที่สำคัญในกระบวนการเพาะปลูก เพื่อสร้างความยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ *── พลังงานสุทธิ, มูลค่าสุทธิ, ความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม, การเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, ประเทศไทย*

ABSTRACT

Highly consume of energy can cause the depletion and negative problems to human livings and heaths in the nearly future. Nowadays, the demand of energy used in agricultural activities especially in crop fed to animal feed industry i.e. maize has been rising every year. This study aims to evaluate the energy and cost indexes in terms of Net Energy Value (NEV), Environmental Sustainability Index (ESI), and Net Present Value (NPV) through the cultivation practice of maize which is one of the economic crops in Thailand. The relevant data of energy inputs and outputs were collected using a face-to-face questionnaire from the interviewing with 109 maize farmers in Thailand. Maize cultivation were classified into three groups based on geographical and metrological data including cultivate in highland in wet season (HW), cultivate in plain land in wet season (PW), and cultivate in plain land in dry season (PD). Results of ESI and NEV values show the same identification trend of PD systems is recommended by comparison to others due to its lower ESI (0.01) and higher NEV (+98.2 GJ.ha^{-1}.y^{-1}). Moreover, the NPV also reveals the highest profit gain of 1,596.5 USD.

$ha^{-1}.y^{-1}$ in PD system. Thus, this result may help the policymakers to encourage the farmer to cultivate their maize in PD system together with less consumption on pesticide and chemical fertilizer to minimize energy consumption corresponding to maximize profit gain.

Keywords **—— Net Energy Value, Environmental Sustainability Index, Net Present Value, Maize cultivation, Thailand**

I. บทนำ

การขยายตัวทางเศรษฐกิจในประเทศไทยเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ภายใต้นโยบายการผลักดันเพื่อสร้างประเทศไทยเป็นครัวโลกของรัฐบาล อาจส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อความมั่นคงด้านพลังงานอันเนื่องมาจากประเทศไทยยังคงต้องอาศัยการนำเข้าพลังงานจำพวกเชื้อเพลิงฟอสซิลจากต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งในภาคเกษตรกรรม น้ำมันเชื้อเพลิง สารเคมี และวัสดุทางการเกษตรอื่นๆ ถือเป็นปัจจัยที่อาศัยการผลิตจากการนำเข้าพลังงานทั้งสิ้น จึงอาจกล่าวได้ว่า พลังงานเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในการกำหนดแนวทางปฏิบัติเพื่อสร้างความยั่งยืนในระบบเกษตรกรรมในประเทศไทย รวมไปถึงการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย มีการเพาะปลูกทั้งในพื้นที่ราบและที่สูง ซึ่งภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเป็นพื้นที่สำคัญในการเพาะปลูก โดยในปี พ.ศ. 2563 ประเทศไทยมีผลผลิตจากพื้นที่เพาะปลูกในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากกว่า 4 ล้านเมตริกตัน [1] ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและเป็นไปในทิศทางเดียวกับการนำเข้าพลังงานประเภทฟอสซิลที่มีการนำเข้ามากขึ้นในทุกปีเช่นกัน ซึ่งนอกจากจะส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานแล้ว ยังส่งผลต่อราคาต้นทุนในการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เพิ่มสูงขึ้นด้วย

การศึกษาทางด้านการประเมินพลังงานเกิดขึ้นอย่างมากมายในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา เพื่อสร้างฐานข้อมูลพลังงานในกิจกรรมต่างๆ และใช้เป็นต้นแบบในการกำหนดนโยบายของประเทศ ในขณะเดียวกันการศึกษาที่ผ่านมาส่วนใหญ่ได้มุ่งเน้นเฉพาะการศึกษาค่าพลังงานสุทธิ (NEV) ที่ได้จากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาวะที่แตกต่างกัน ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้อยู่ในช่วง - 433.3 ถึง 26.6 $GJ.ha^{-1}$ [2,3] แต่การศึกษาการใช้พลังงานในการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และต้นทุนในการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยยังมีจำนวนน้อย ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์พลังงานและต้นทุนในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยประเมินมูลค่าพลังงานสุทธิและมูลค่าสุทธิที่เกิดขึ้นในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทย

II. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อวิเคราะห์พลังงานและต้นทุนที่ใช้ในการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยในแต่ละรูปแบบการเพาะปลูก

III. วิธีการดำเนินการ

III.I. การสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม

ในขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามของการศึกษานี้ ใช้วิธีการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จากแบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยมหิดล แล้วจำนวน 109 ราย โดยคำนวณกลุ่มตัวอย่างมาจากสูตรคำนวณกลุ่มตัวอย่าง Cochran year ที่ระดับความเชื่อมั่น 90% [4] ซึ่งเป็นการคำนวณกลุ่มตัวอย่างจากสัดส่วนจำนวนประชากรและเกษตรกรผู้เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในพื้นที่ที่มีปริมาณการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากที่สุดในประเทศไทย ได้แก่ เพชรบูรณ์ (579,333 ty^{-1}) ลพบุรี (246,581 ty^{-1}) น่าน (408,577 ty^{-1}) เลย (293,854 ty^{-1}) ตาก (394,138 ty^{-1}) และเชียงราย (223,230 ty^{-1}) [1] และมีเกณฑ์ในการคัดเลือกประชากรตัวอย่าง คือ เป็นเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดในพื้นที่ดังกล่าว ทั้งเพศชายและเพศหญิง ที่มีอายุ 18 ปีขึ้นไปและมีประสบการณ์ในการทำงานในไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มาแล้วไม่น้อยกว่า 1 ปี โดยกระบวนการเพาะปลูกจะถูกแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบตามสภาพพื้นที่และภูมิอากาศคือ การเพาะปลูกบนพื้นที่สูงในฤดูฝน 45 ราย การเพาะปลูกในพื้นที่ราบในฤดูฝน 54 ราย และการเพาะปลูกในพื้นที่ราบในฤดูแล้ง 10 ราย ข้อมูลที่เก็บรวบรวมประกอบด้วยทรัพยากรที่ใช้ในกระบวนการเพาะปลูก และผลผลิตที่ได้จากการเพาะปลูก ต่อพื้นที่ 1 เฮกตาร์ต่อรอบการเพาะปลูก เช่น ปริมาณน้ำมันดีเซล และน้ำมันเบนซินสำหรับเครื่องจักรกลการเกษตร ปุ๋ยเคมี สารกำจัดวัชพืช สารกำจัดศัตรูพืช เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เก็บเกี่ยวได้ รวมถึงเปลือก ลำต้น ใบและซังข้าวโพด นอกจากนี้ในแบบสัมภาษณ์นี้ยังมีการสอบถามถึงจำนวนคนงานและอัตราค่าจ้างต่อครั้งในแต่ละกระบวนการ

III.II. การวิเคราะห์ดัชนีด้านพลังงาน

การวิเคราะห์ดัชนีด้านพลังงานในกระบวนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นการคำนวณพลังงานทั้งในรูปแบบของพลังงานที่มาจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งเป็นพลังงานทางตรงและทรัพยากรต่างๆซึ่งจัดเป็นพลังงานทางอ้อม โดยค่าพลังงานจะถูกคำนวณเป็นการใช้พลังงานต่อพื้นที่การเพาะปลูก 1 เฮกตาร์(Ha) และค่าพลังงานเหล่านั้นจะถูกเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในรูปของค่าพลังงาน(Energy) โดยค่าความร้อนสุทธิ(Energy Content) คือ ปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงและทรัพยากรนั้นๆใน 1 หน่วยมวล มีหน่วยเป็น Mega joules/unit (MJ/unit) ส่วนค่าพลังงานสะสม(Emergy) จะเป็นการคำนวณทรัพยากรที่ใช้ในกระบวนการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในรูปแบบของทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไป (non-renewable resources), ทรัพยากรที่ใช้แล้วสามารถเกิดขึ้นใหม่ได้ (renewable resources) และทรัพยากรที่จำเป็นต้องซื้อ (purchased resources) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การสะสมพลังงาน (Transformity) ในการเปลี่ยนแปลงค่าพลังงานจากทรัพยากรรูปแบบดังกล่าวให้เป็นค่าพลังงานสะสม ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การสะสมพลังงาน(Transformity) เป็นค่าพลังงานสะสมรวมในหน่วย Solar emjoules ที่จำเป็นต้องใช้ในการทำให้เกิดพลังงานทั่วไป 1 จลู (Joule) มีหน่วยเป็น Solar emjoules/unit (Sej./unit) [2] โดยค่าความร้อนสุทธิ (Energy content) และค่าสัมประสิทธิ์พลังงานสะสม (Transformity) ที่ใช้ในการศึกษานี้จะถูกแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่า Energy Content และค่า Transformity ในกระบวนการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ทรัพยากร/ ผลผลิต	Unit	Energy content (MJ/unit)	อ้างอิง	Transformity Value (Sej./unit)	อ้างอิง
Renewable resources (R)					
แสงอาทิตย์	J	-	-	1	[9]
ลม	J	-	-	2.45E+03	[9]
ฝน	J	-	-	3.10E+04	[10]
Non-renewable resource (N)					
Net top soil	kg	-	-	1.24E+05	[9]
Purchased resource (F)					
เมล็ดพันธุ์	kg	18.7	[5]	1.20E+08	[9]
น้ำมันดีเซล	L	35.5	[6]	1.11E+05	[11]
ปุ๋ยไนโตรเจน	kg	74.0	[7]	1.69E+06	[9]
ปุ๋ยฟอสเฟต	kg	12.6	[7]	1.70E+13	[9]
ปุ๋ยโพแทสเซียม	kg	6.7	[7]	2.63E+06	[9]
สารกำจัดวัชพืช	L	188.4	[7]	1.48E+10	[11]
สารกำจัดศัตรูพืช	L	454.2	[7]	1.48E+10	[11]
แรงงานมนุษย์	J	-	-	2.40E+12	[11]
Productivities					
เมล็ดข้าวโพด	kg	14.7	[8]	8.52E+04	[13]
เปลือกและใบ	kg	13.5	[8]	5.13E+04	[13]
ซังข้าวโพด	kg	14.0	[8]	5.13E+04	[13]

ในการศึกษานี้มีการเลือกดัชนีด้านพลังงาน ได้แก่ ค่าพลังงานสุทธิ (NEV) และดัชนีความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม (ESI) ซึ่งเป็นดัชนีที่นิยมใช้ในการศึกษาด้านพลังงานอย่างแพร่หลาย [2,3],[8],[14-16] โดยค่าพลังงานสุทธิ(NEV) คือ ค่าความต่างระหว่างพลังงานของผลผลิตและพลังงานที่ใช้ในการผลิต คำนวณได้จาก Eq.(1) หากค่าพลังงานสุทธิมีค่าเป็นบวก หมายความว่า กระบวนการเพาะปลูกไม่มีการสูญเสียพลังงานไปในกระบวนการผลิตและมีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับได้ [14] และดัชนีความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม (ESI) คือ อัตราส่วนของค่าพลังงานสะสมของทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไป (non-renewable resources) ทรัพยากรที่ใช้แล้วสามารถเกิดขึ้นใหม่ได้ (renewable resources) และทรัพยากรที่จำเป็นต้องซื้อ (purchased resources) ซึ่งคำนวณได้จาก Eq.(2) ในกรณีที่ค่า ESI น้อยกว่า 1 หมายความว่า รูปแบบหรือกระบวนการดังกล่าวสามารถเป็นแนวทางในการปฏิบัติเพื่อให้เกิดความยั่งยืนได้ [15]

$$NEV = \sum E_{output} - \sum E_{input} \quad \text{Eq. (1)}$$

$$ESI = \left(\frac{U}{\sum em_{purchased}}\right)\left(\frac{\sum em_{renew}}{\sum em_{nonrenew} + \sum em_{purchased}}\right) \quad \text{Eq. (2)}$$

เมื่อ E_{output} คือ ค่าพลังงานที่ได้รับจากกระบวนการผลิต (MJ)

E_{inout} คือ ค่าพลังงานที่ใช้ไปในกระบวนการผลิต (MJ)

U คือ ค่าพลังงานสะสมรวม (Total Emergy Used) (Sej.)

em_{renew} คือ ค่าพลังงานสะสมของทรัพยากรที่ใช้แล้วสามารถเกิดขึ้นใหม่ได้ (Sej.)

$em_{purchased}$ คือ ค่าพลังงานสะสมของทรัพยากรที่จำเป็นต้องซื้อ (Sej.)

$em_{nonrenew}$ คือ ค่าพลังงานสะสมของทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไป (Sej.)

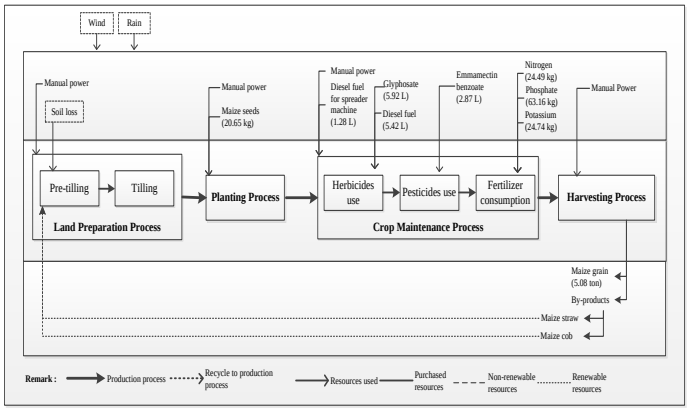
III.III. การวิเคราะห์ต้นทุนในการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) กำหนดตามราคาปัจจุบันในหน่วยเหรียญสหรัฐสำหรับต้นทุนวัสดุและพลังงานเทียบกับราคาประมูลของผลิตภัณฑ์และต้นทุนที่ลดลงจากการใช้ผลพลอยได้ โดยใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางเศรษฐกิจที่สำคัญในระดับการประมวลผลด้วยแนวคิดการสร้างมาตราส่วนการประมวลผลขั้นต่ำสำหรับความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจ (MPSEF) [17] ซึ่งการที่ NPV ให้ค่าที่เป็นบวก บ่งชี้ว่ากระบวนการนั้นๆมีพฤติกรรมที่ดีเนื่องจากผลกำไรที่ได้รับนั้นสูงกว่าต้นทุนการดำเนินงาน [18]

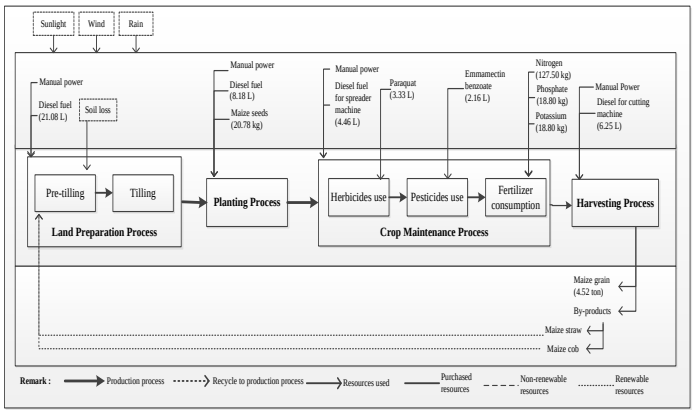
IV. ผลการศึกษา

IV.I. ภาพรวมของกระบวนการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

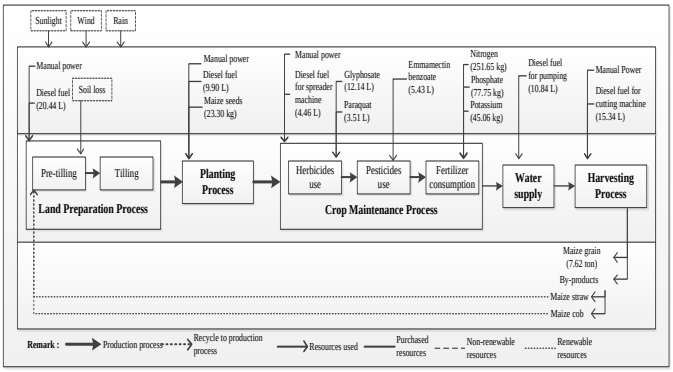
ระบบการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ตามข้อมูลทางภูมิศาสตร์และสภาพอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ การเพาะปลูกบนพื้นที่สูงในฤดูฝน (High land cultivation in wet season; HW) การเพาะปลูกบนพื้นที่ราบในฤดูฝน (Plain land cultivation in wet season; PW) และการเพาะปลูกในพื้นที่ราบในฤดูแล้ง (Plain land cultivation in dry season; PD) โดยขั้นตอนหลักในการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การเตรียมที่ดิน 2) การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 3) การดูแลรักษาและการให้น้ำ 4) ขั้นตอนการเก็บเกี่ยว รูปที่ 1 แสดงปริมาณและการใช้ทรัพยากรในแต่ละรูปแบบในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทย



(a) High land cultivation in wet season; HW

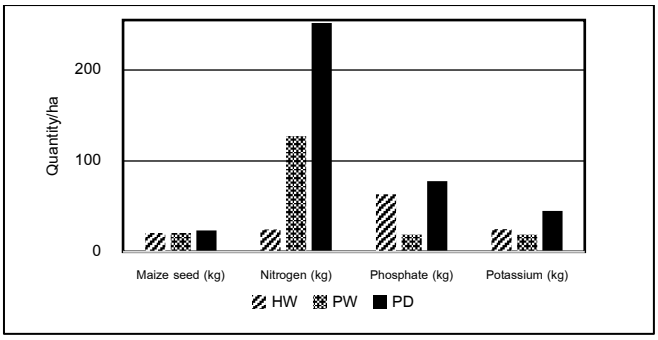


(b) Plain land cultivation in wet season; PW

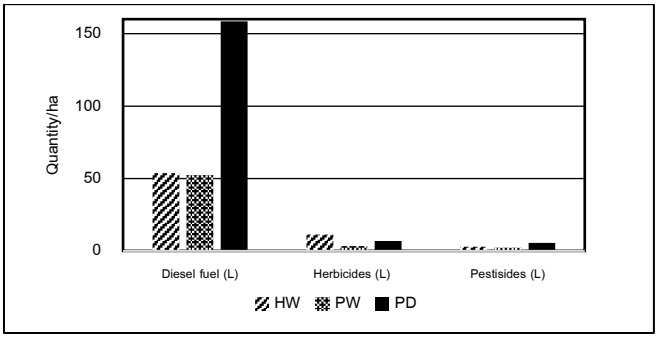


(c) Plain land cultivation in dry season; PD

รูปที่ 1 การเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละรูปแบบในประเทศไทย (หน่วยต่อเฮกตาร์ต่อรอบการเพาะปลูก)



(a) ปริมาณทรัพยากรและพลังงาน (Unit: kg/ha-season)



(b) ปริมาณทรัพยากรและพลังงาน (Unit: L/ha-season)

รูปที่ 2 ปริมาณทรัพยากรและพลังงานที่ใช้ในการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทย

รูปที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานในแต่ละรูปแบบการผลิต ได้แก่ การใช้น้ำมันดีเซล ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยฟอสเฟต ปุ๋ยโพแทสเซียม สารกำจัดวัชพืช และสารกำจัดศัตรูพืช โดยพบว่าในการเพาะปลูกแบบ PD มีการใช้เชื้อเพลิงประเภทน้ำมันดีเซลสูงสุดจากการใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องจักรทางการเกษตรและปั๊มสูบน้ำในอัตราที่สูง สำหรับการเพาะปลูกแบบ HW และ PW มีอัตราการใช้น้ำมันดีเซลที่ใกล้เคียงกันเนื่องจากทั้งสองรูปแบบเป็นการเพาะปลูกในฤดูฝนและอาศัยน้ำฝนในการเพาะปลูกเท่านั้น จึงไม่มีการใช้น้ำมันดีเซลสำหรับปั๊มสูบน้ำ และในการเพาะปลูกแบบ HW เนื่องจากมีสภาพทางภูมิศาสตร์และภูมิอากาศที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของวัชพืช ทำให้มีการใช้สารกำจัดวัชพืชประเภท Paraquat 27.6% W/V ในปริมาณมากที่สุด เท่ากับ 5.4 L/ha ซึ่งแม้ว่าประเทศไทยจะมีการประกาศยกเลิกการใช้สารกำจัดวัชพืชประเภท Paraquat แล้ว[19] แต่ในปัจจุบันเกษตรกรจำนวนมาก ยังนิยมใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทดังกล่าวอยู่เนื่องจากประสิทธิภาพดีและต้นทุนต่ำกว่าสารกำจัดวัชพืชทดแทน ส่วนปุ๋ยไนโตรเจน และปุ๋ยฟอสเฟต การเพาะปลูกแบบ PD จะมีการใช้งานในปริมาณสูงสุด เท่ากับ 251.7 Kg/ha และ 77.8 Kg/ha ตามลำดับ

IV.II. การวิเคราะห์ค่าพลังงานสุทธิ (NEV)

พลังงานสุทธิ (NEV) ของการเพาะปลูกข้าวโพดแบบ HW, PW และ PD เท่ากับ +82.1, +68.7 และ +98.2 GJ.ha^{-1} ตามลำดับ ซึ่งค่าพลังงานสุทธิของทั้ง 3 รูปแบบการเพาะปลูกเป็นไปในทางบวก จึงบ่งชี้ได้ว่าผลผลิตที่ได้มีค่าพลังงานมากกว่าพลังงานที่ใช้ในการเพาะปลูกในทุกรูปแบบการผลิต นอกจากนี้เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าพลังงานสุทธิ (NEV) ของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากงานวิจัยที่มีการศึกษาก่อนหน้านี้ สามารถสรุปได้ในตารางที่ 2 ซึ่งค่าพลังงานสุทธิในการศึกษานี้สามารถเทียบเคียงกับค่าพลังงานสุทธิจากการศึกษาอื่นๆได้ เนื่องจากค่าพลังงานสุทธิมีค่าอยู่ในช่วงเดียวกันคือ -433.3 ถึง +26.6 GJ.ha^{-1} แต่ในบางกรณีที่ไม่มีการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่เป็นผลพลอยจากการปลูกข้าวโพด ได้แก่ เปลือกข้าวโพด ใบข้าวโพดและซังข้าวโพดแต่ไม่ถูกนำมาคำนวณด้วย จึงส่งผลให้ค่าพลังงานสุทธิ มีค่าไปในเชิงลบ [2] นอกจากนี้ในกระบวนการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทยในแต่ละรูปแบบ มีการใช้พลังงานที่ต่างกัน โดยในการเพาะปลูกแบบ HW มีการใช้พลังงานมากที่สุด 3 อันดับแรกคือ พลังงานจากการใช้สารกำจัดวัชพืช น้ำมันดีเซล และปุ๋ยไนโตรเจน ตามลำดับ ส่วนการเพาะปลูกแบบ PW และ PD มีการใช้พลังงานมากที่สุด 3 อันดับแรกคือ พลังงานจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน, น้ำมันดีเซล และสารกำจัดศัตรูพืช ตามลำดับ

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบค่าพลังงานสุทธิ (NEV) ในการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของแต่ละประเทศ

อ้างอิง	ประเทศ	NEV Value* (GJ.ha^{-1})	หมายเหตุ
[2]	โปแลนด์	-433.3	ไม่นำแรงงานมนุษย์และผลพอยได้ทางการเกษตรมาคำนวณด้วย
[3]	ตุรกี	+26.6	ไม่นำแรงงานมนุษย์มาคำนวณ แต่นำผลพลอยได้ทางการเกษตรมาคำนวณ
การศึกษานี้	ไทย	+82.1	HW
		+68.7	PW
		+98.2	PD

หมายเหตุ: *เครื่องหมายบวก (+) หมายความว่า มีค่าพลังงานเพิ่มขึ้น; เครื่องหมายลบ (-) หมายความว่ามีการสูญเสียพลังงานในกระบวนการเพาะปลูก

IV.III. การวิเคราะห์ค่าดัชนีความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม (ESI)

ผลจากการคำนวณค่าดัชนีความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อมแสดงให้เห็นค่าปริมาณพลังงานสะสมรวมที่ใช้ในการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบ HW PW และ PD คือ 5.6E+16 ,4.9E+16 และ 1.1E+17 sej.ha^{-1} ตามลำดับ

โดยพบ ว่าค่าพลังงานสะสมรวมของสารกำจัดศัตรูพืชปุ๋ยโพแทสเซียม (K) และปุ๋ยไนโตรเจน (N) ที่ใช้ในการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีค่ามากที่สุดเป็น 3 อันดับแรกของทั้ง 3 รูปแบบการเพาะปลูก สำหรับค่าพลังงานสะสมจากการใช้น้ำมันดีเซลสำหรับการสูบน้ำเพื่อการชลประทานใน PD มีค่าสูงกว่าการเพาะปลูกแบบ HW และ PW โดยสิ้นเชิง จึงส่งผลให้ผลลัพธ์ของค่าดัชนีความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม(ESI) เท่ากับ 2.7E-01 ในการเพาะปลูกแบบ HW 1.7E-02 ในการเพาะปลูกแบบ PW และ 9.4E-03 ในการเพาะปลูกแบบ PD ซึ่งค่าดัชนีดังกล่าวในทั้ง 3 รูปแบบมีค่าน้อยกว่า 1 สามารถบ่งบอกได้ว่า การเพาะปลูกทั้ง 3 รูปแบบเป็นรูปแบบการเพาะปลูกที่ได้ผลผลิตดี ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สามารถพัฒนาให้เกิดความยั่งยืนได้ และเมื่อเปรียบเทียบค่าดัชนีความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อมของการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากการศึกษาก่อนหน้านี้ ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 โดยจากการศึกษาที่ผ่านมาส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1 ซึ่งบ่งชี้ว่ารูปแบบการเพาะปลูกส่วนใหญ่ให้ผลผลิตที่ดียกเว้นการศึกษาในประเทศจีน

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบค่าความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม(ESI) ในการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของแต่ละประเทศ

อ้างอิง	ประเทศ	ESI Value	หมายเหตุ
[20]	ปากีสถาน	0.11	การเพาะปลูกข้าวสาลี ข้าว ฝ้าย แห้ว เรพซีด ถั่ว ถั่วลิสง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
[20]	อินเดีย	0.43	การเพาะปลูกข้าวสาลี ข้าว ฝ้าย แห้ว เรพซีด ถั่ว ถั่วลิสง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
[21]	จีน	1.01	การเพาะปลูกข้าวสาลี ข้าว และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
การศึกษานี้	ไทย	0.27	HW
		0.02	PW
		0.01	PD

หมายเหตุ: ESI>10 หมายความว่า มีการใช้ทรัพยากรที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากเกินไป; 10>ESI>1 หมายความว่า เป็นแนวปฏิบัติที่สามารถอาจพัฒนาให้ยั่งยืนได้ ; 1>ESI หมายความว่า เป็นแนวปฏิบัติที่ดีส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยและสามารถพัฒนาสู่ความยั่งยืนได้

IV.IV. การวิเคราะห์ต้นทุนในการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

การวิเคราะห์ต้นทุนอ้างอิงจากราคาตลาดโลกในขณะที่ทำการศึกษาในหน่วยสกุลเงินดอลลาร์สหรัฐ (US$) ในขณะที่ทำการศึกษาโดยราคาเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ น้ำมันดีเซล ปุ๋ย สารกำจัดวัชพืช และยาฆ่าแมลงมีราคาเท่ากับ 5.6 US$.kg^{-1}, 0.7 US$.L^{-1}, 0.5 US$.kg^{-1}, 5.0 US$.L^{-1} และ 8.4 US$.L^{-1} ตามลำดับ ค่าแรงงานมีค่าเท่ากับ 8.4 US$ต่อคนต่อวัน ตามค่าแรงขั้นต่ำสำหรับแรงงานไทย ราคาผลผลิตที่ได้จากการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทั้งเมล็ดข้าวโพดและซังข้าวโพด มีราคา 0.3 US$.kg^{-1} และ 0.1 US$.kg^{-1} ตามลำดับ จากการคำนวณผลลัพธ์พระหว่างต้นทุนและกำไรจากการเพาะปลูก ในการเพาะปลูกแบบ PD ให้ผลกำไรสุทธิมากที่สุดเท่ากับ 1,287.4 US$.ha^{-1} และการเพาะปลูกแบบ PW และ HW ให้ผลกำไรเท่ากับ 851.4 และ 647.3 US$.ha^{-1} ตามลำดับ

V. สรุปและอภิปรายผลการศึกษา

ในการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในรูปแบบ HW PW และ PD จากการเปรียบเทียบพบว่า การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบ PD เหมาะสำหรับการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยในแง่ของการลดใช้พลังงานมากกว่าแบบ HW และ PW จากการวิเคราะห์ดัชนีความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม (ESI) พบว่า รูปแบบการเพาะปลูกทั้ง 3 รูปแบบเป็นรูปแบบการเพาะปลูกที่ได้ผลผลิตดี เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สามารถพัฒนาให้เกิดความยั่งยืนได้ เช่นเดียวกันกับค่าพลังงานสุทธิ (NEV) พบว่า ผลลัพธ์ของการเพาะปลูกทั้ง 3 รูปแบบ มีค่าเป็นบวกซึ่งสามารถบ่งชี้ว่า ผลผลิตจากการเพาะปลูกมีค่าพลังงานหมุนเวียนมากกว่าค่าพลังงานฟอสซิลที่ใช้ไปในกระบวนการเพาะปลูก การวิเคราะห์ต้นทุนในการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่าราคาขายมีค่าสูงกว่าต้นทุนในการเพาะปลูกทั้ง 3 รูปแบบ โดยรูปแบบการเพาะปลูกแบบ PD ให้ผลกำไรมากกว่าการเพาะปลูกแบบ HW และ PW ดังนั้นจากผลการศึกษาจากค่าดัชนีความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม (ESI) และค่าพลังงานสุทธิ(NEV) จึงแนะนำให้มีการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในรูปแบบการเพาะปลูกแบบ PD ในประเทศไทย และหากสามารถลดการใช้สารกำจัดศัตรูพืชและปุ๋ยเคมี ซึ่งเป็นแหล่งการใช้พลังงานสูงสุดลดลงได้ เช่นการหันมาให้ปุ๋ยอินทรีย์แทนการใช้ปุ๋ยเคมี ซึ่งมีพลังงานมากกว่าปุ๋ยอินทรีย์ประมาณ 5 เท่า[22,23] สามารถส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณเกษตรกรผู้เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทุกท่านสำหรับการให้ข้อมูลในการศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, *ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ปี 2563* [Online]. Available: http://www.oae.go.th.

[2] L. Krzystek, K. Wajszczuk, A. Pazera, M. Matyka, R. Slezak, and S. Ledakowicz, “The Influence of Plant Cultivation Conditions on Biogas Production: Energy Efficiency,” Waste and Biomass Valorization, vol. 11, no. 2, pp. 513–523, 2020

[3] P. Woli and J. Paz, “Crop management effects on the energy and carbon balances of maize stover-based ethanol production,” Energies, vol. 8, no. 1, pp. 278–303, 2015

[4] W. Cochran, Sampling Techniques 3rd Edition, New York : John Wiley and Sons, vol. 3. 1977.

[5] J. F. Martin, S. A. W. Diemont, E. Powell, M. Stanton, and S. Levy-Tacher, “Emergy evaluation of the performance and sustainability of three agricultural systems with different scales and management,” Agric. Ecosyst. Environ., vol. 115, no. 1–4, pp. 128–140, 2006

[6] Empresa de Pesquisa Energética, *Balanço energético nacional 2016* [Online]. Available: http://www.epe.gov.br.com

[7] T. L. Romanelli, and L. M. Gimenez, “Energy demand and greenhouse gases emissions I n the life cycle of tractors,” Biosyst. Eng., vol. 151, pp. 158–170, 2016

[8] A. Asonja, E. Desnica, and L. Z. Radovanović, “Energy efficiency analysis of corn cob used as a fuel,” Energy Sources, Part B Econ. Plan. Policy, vol. 12, no. 1, pp. 1–7, 2017

[9] B. B. Ghaley and J. R. Porter, “Emergy synthesis of a combined food and energy production system compared to a conventional wheat (Triticum aestivum) production system,” Ecol. Indic., vol. 24, pp. 534–542, 2013

[10] Y. Zhang, G. Zhou, K. Lin, Q. Zhang, and H. Di, “Application of latent heat thermal energy storage in buildings: State-of-the-art and outlook,” Build. Environ., vol. 42, no. 6, pp. 2197–2209, 2007

[11] A. D. La Rosa, G. Siracusa, and R. Cavallaro, “Emergy evaluation of Sicilian red orange production. A comparison between organic and conventional farming,” J. Clean. Prod., vol. 16,no. 17, pp. 1907–1914, 2008

[12] F. Coppola, S. Bastianoni, and H. Østergård, “Sustainability of bioethanol production from wheat with ecycled residues as evaluated by Emergy assessment,” Biomass and Bioenergy, vol. 33, no. 11, pp. 1626–1642, 2009

[13] M. T. Brown and S. Ulgiati, “Energy quality, emergy, and transformity: H.T. Odum’s contributions to quantifying and understanding systems,” Ecol. Modell., vol. 178, no. 1–2, pp. 201–213, 2004

[14] T. Neamhom, C. Polprasert, and A. J. Englande, “Ways that sugarcane industry can help reduce carbon emissions in Thailand,” J. Clean. Prod., vol. 131, pp. 561–571, 2016

[15] P. Nimmanterdwong, B. Chalermsinsuwan, and P. Piumsomboon, “Emergy evaluation of biofuels production in Thailand from different feedstocks,” Ecol. Eng., vol. 74, pp. 423–437, 2015

[16] D. E. Campbell and A. S. Garmestani, “An energy systems view of sustainability: Emergy evaluation of the San Luis Basin, Colorado,” J. Environ. Manage., vol. 95, no. 1, pp. 72–97, 2012

[17] S. Serna-Loaiza, E. Carmona-Garcia, and C. A. Cardona, “Potential raw materials for biorefineries to ensure food security: The Cocoyam case,” Ind. Crops Prod., vol. 126, no. April, pp. 92–102, 2018

[18] V. Aristizábal-Marulanda, J. C. Solarte-Toro, and C. A. Cardona Alzate, “Economic and social assessment of biorefineries: The case of Coffee Cut-Stems (CCS) in Colombia,” Bioresour. Technol. Reports, vol. 9, no. October 2019, 2020

[19] กรมวิชาการเกษตร, คำสั่งกรมวิชาการเกษตร เรื่อง การดำเนินการเกี่ยววัตถุอันตรายชนิดที่ 4, vol. 137. 2563.

[20] M. H. Ali, B. Wu, and R. A. Dougal, “An overview of SMES applications in power and energy systems,” *IEEE Trans. Sustain. Energy*, vol. 1, no. 1, pp. 38–47, 2010

[21] Y. Zhang, W. Zhao, J. He, and K. Zhang, “Energy exchange and evapotranspiration over irrigated seed maize agroecosystems in a desert-oasis region, northwest China,” Agric. For. Meteorol., vol. 223, pp. 48–59, 2016

[22] S. S. Farahani, A. Rajabipour, A. Keyhani, and M. Sharifi, “Energy use and economic analysis of NPK-15:8:15 fertilizer granulation process in Iran,” J. Saudi Soc. Agric. Sci., vol. 16, no. 3, pp. 265–269, 2017

[23] D. A. Fadare, O. A. Bamiro, and A. O. Oni, “Energy analysis for production of powdered and pelletised organic fertilizer in nigeria,” J. Eng. Appl. Sci., vol. 4, no. 4, pp. 75–82, 2009.

การเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็นโดยใช้ปฏิกิริยาเฟนตัน

ENHANCEMENT OF COOLANT OIL WASTEWATER TREATMENT EFFICIENCY USING FENTON'S REACTION

1st ขวัญชนก แผ่นผา
Khuanchanok Phenpa
ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
Department of Environmental Health Sciences, Faculty of Public Health, Mahidol University
Bangkok Thailand
Khuanchanok.Phe@student.mahidol.ac.th

2nd ดวงรัตน์ อินทร
Duangrat Inthorn
ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
Department of Environmental Health Sciences, Faculty of Public Health, Mahidol University
Bangkok Thailand
Duangrat.int@mahidol.ac.th

3rd วิธิดา พัฒนอิสรานุกูล
Withida Patthanaissaranukool
ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
Department of Environmental Health Sciences, Faculty of Public Health, Mahidol University
Bangkok Thailand
Withida.pat@mahidol.ac.th

4th สุภาวดี ผลประเสริฐ*
Supawadee Polprasert
ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
Department of Environmental Health Sciences, Faculty of Public Health, Mahidol University
Bangkok Thailand
Supawadee.pol@mahidol.ac.th
* corresponding author

บทคัดย่อ — การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้ปฏิกิริยาเฟนตันเพื่อเพิ่มความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพของน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็น ซึ่งจะมีค่า COD, SS, TDS ไขมันและน้ำมันสูง แต่อัตราส่วน BOD_5/COD ต่ำ ซึ่งบำบัดด้วยวิธีทางชีวภาพ กายภาพ และทางชีวเคมีได้ยาก ปฏิกิริยาเฟนตันเป็นกระบวนการออกซิเดชันทางเคมีที่ใช้ในการบำบัดสารประกอบอินทรีย์ที่ย่อยสลายยาก หรือมลพิษที่เป็นอันตรายในน้ำเสีย การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปฏิกิริยาเฟนตัน โดยศึกษาอัตราส่วนของ COD:H_2O_2 (w/w) และ H_2O_2:Fe^{2+} (w/w) ที่ pH มีค่าเท่ากับ 3 และออกแบบการทดลองแบบ 9x3 แฟกทอเรียล ผลการทดลองพบว่าเมื่อใช้อัตราส่วน COD:H_2O_2 ที่ 80:1 และ H_2O_2:Fe^{2+} ที่ 20:1 ทำให้อัตราส่วน BOD_5/COD เพิ่มขึ้นสูงสุดจาก 0.15 เป็น 0.37 จะเห็นได้ว่าความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของ H_2O_2 ลดลง ทำให้น้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็นหลังจากผ่านการบำบัดด้วยปฏิกิริยาเฟนตันในอัตราส่วนที่เหมาะสมจะเข้าสู่กระบวนการบำบัดทางชีวภาพต่อไปได้ ขณะที่เมื่อใช้ปริมาณ H_2O_2 มากเกินไปจะสามารถทำให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ซึ่งจะส่งผลทำให้ค่า BOD_5/COD ลดลง และไม่สามารถเข้าสู่กระบวนการบำบัดทางชีวภาพได้

คำสำคัญ — ปฏิกิริยาเฟนตัน, น้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็น, กระบวนการออกซิเดชันขั้นสูง, ความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพ

ABSTRACT **— The purpose of this study was to investigate the applicability of Fenton's reaction for improving the biodegradability of a coolant wastewater. Coolant oil wastewater has high organic contents such as COD, SS, TDS, oil and grease etc., but low BOD_5/COD ratio. Therefore, this wastewater is difficult to treat using conventional biological, physical and biochemical methods. Fenton's reaction is one of the most popular chemical oxidation processes used to treat recalcitrant organic compounds of treating organic compounds or hazardous pollution in wastewater. The purpose of this study was to investigate the proper Fenton's reaction to improve the biodegradability of coolant oil wastewater. The experiments were designed to be full factorial 9x3 experimental design by varying the ratio of COD:H_2O_2 (w/w) and H_2O_2:Fe^{2+}(w/w) at pH 3. The BOD_5/COD ratio was increased from 0.15 to 0.37 when using high COD:H_2O_2 ratio of 80:1 and H_2O_2:Fe^{2+} ratio of 20:1. It is obvious that the biodegradability was increased with decreasing the H_2O_2 concentration. Consequently, the coolant oil wastewater after treated with proper Fenton's reaction is suitable for further treated with biological treatment process.**

Keywords — Coolant oil wastewater, Fenton's reaction, Advanced oxidation processes, Biodegradability

I. บทนำ

ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีการใช้น้ำมันหล่อเย็นในการลดแรงเสียดทานและระบายความร้อนลดอุณหภูมิจากกระบวนการตัดกลึงโลหะ [1] ทำให้น้ำมันหล่อเย็นเป็นสิ่งจำเป็นและมีการใช้งานที่เพิ่มสูงขึ้นในโรงงานอุตสาหกรรม เมื่อมีการใช้น้ำมันหล่อเย็นในกระบวนการผลิตย่อมเกิดน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็นออกมา ส่งผลให้น้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมมีการปนเปื้อนของน้ำมันหล่อเย็นลงในน้ำเสียซึ่งยากต่อการบำบัด [2] ในขณะเดียวกันน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็นจะมีค่า COD, SS, TDS, ไขมันและน้ำมันสูง แต่มีอัตราส่วน BOD_5/COD ต่ำ ในประเทศไทยน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็นที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทอุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมเครื่องจักร อุตสาหกรรมเหล็กและโลหะและอุตสาหกรรมเคมี จะมีการนำไปบำบัดที่โรงบำบัดน้ำเสียประเภท 106 น้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็นจะมีการบำบัดโดยกระบวนการ Dissolved Air Flotation (DAF) เพื่อแยกน้ำมันที่ปนเปื้อนในน้ำเสียออกมาทำเป็นเชื้อเพลิง หลังจากนั้นน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็นส่วนที่เหลือจะถูกบำบัดต่อโดยกระบวนการ Coagulation-Flocculation และบำบัดด้วยกระบวนการทางชีวภาพต่อไป อย่างไรก็ตามน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็นเป็นอิมัลชันที่ไม่สามารถย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ซึ่งส่งผลต่อการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ [3] ดังนั้นการจัดการน้ำเสียประเภทนี้ด้วยวิธีทางชีวภาพ กายภาพ และชีวเคมีจะทำได้ยาก [4,5] นอกจากนี้น้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็นยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จากสารมลพิษที่ย่อยสลายได้ยาก ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของน้ำ สิ่งมีชีวิตในน้ำ และสุขภาพของมนุษย์ เช่น โรคทางเดินหายใจ โรคผิวหนัง มะเร็ง และโรคอื่นๆ [6]

ปฏิกิริยาเฟนตันเป็นกระบวนการออกซิเดชันทางเคมีที่ได้รับความนิยมมากวิธีหนึ่งที่ใช้ในการบำบัดสารประกอบอินทรีย์ที่ย่อยสลายยาก เนื่องจากปฏิกิริยาเฟนตันให้อนุมูลอิสระของไฮดรอกซิล (•OH) ที่เป็นสารออกซิไดซ์ที่รุนแรงสามารถบำบัดสารประกอบอินทรีย์หรือสารมลพิษที่เป็นอันตรายในน้ำเสียได้ [1] ปฏิกิริยาเฟนตันเป็นปฏิกิริยาที่มีสารเคมีตกค้างน้อยกว่าวิธีการบำบัดทางเคมีอื่นๆ และไม่จำเป็นต้องใช้พลังงานในปฏิกิริยานี้ นอกจากนี้กระบวนการนี้สามารถใช้งานและดูแลรักษาได้ง่าย ใช้เวลาในการทำปฏิกิริยาน้อยกว่าวิธีการออกซิเดชันขั้นสูงอื่นๆ [7,8] ดังนั้นปฏิกิริยาเฟนตันจึงเป็นทางเลือกที่ดีที่จะนำไปใช้หลังจากบำบัดโดยกระบวนการ Coagulation-Flocculation ในการบำบัดน้ำเสียของโรงงานประเภท 106 เนื่องจากหลังจากกระบวนการ Coagulation-Flocculation ของน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็นยังคงยากต่อการบำบัดต่อด้วยด้วยกระบวนการทางชีวภาพ เนื่องจากมีอัตราส่วน BOD_5/COD ต่ำ ดังนั้นเพื่อเพิ่มความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพจึงมีการใช้ปฏิกิริยาเฟนตันในการศึกษานี้ โดยการศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราส่วน COD:H_2O_2 และ H_2O_2:Fe^{2+} ที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็นเพื่อเพิ่มความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพเพื่อให้น้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็นสามารถเข้าสู่ระบบบำบัดทางชีวภาพต่อไปได้

III. วิธีดำเนินการวิจัย

III.I. แหล่งที่มาของน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็น

น้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็นที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยกระบวนการ Coagulation-Flocculation จากโรงงานรับบำบัดน้ำเสีย ประเภท 106 จังหวัดชลบุรี โดยมีการเก็บตัวอย่างแบบจ้วงตัก เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C เพื่อนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

III.II. ขั้นตอนการทดลอง

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วน COD:H_2O_2 (w/w) และอัตราส่วน H_2O_2:Fe^{2+} (w/w) ที่ pH มีค่าเท่ากับ 3 เนื่องจากที่ pH มีค่าเท่ากับ 3 สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาเฟนตันได้ดี [1] เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของปฏิกิริยาเฟนตันในการเพิ่มความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพของน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็น โดยทำการทดลองในบีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร บรรจุน้ำเสียปริมาตร 500 มิลลิลิตร และปั่นกวนโดยเครื่อง Jar Test ที่ความเข้มข้นของ COD ของน้ำเสียเริ่มต้นประมาณ 3,000 – 5,000 มก./ล. ออกแบบการทดลองแบบ 9x3 แฟกทอเรียล แบ่งการทดลองออกเป็น 9 กลุ่ม มีสภาวะการทดลองทั้งหมด 27 สภาวะ โดยทำการศึกษาอัตราส่วนของ COD:H_2O_2 (w/w) ที่ 1:2.5, 1:1, 2.5:1, 5:1, 10:1, 20:1, 40:1, 60:1 และ 80:1 และศึกษาอัตราส่วนของ H_2O_2:Fe^{2+} (w/w) ที่ 10:1, 20 :1 และ 30:1 ดังตารางที่ I การทดลองปฏิกิริยาเฟนตันเริ่มต้นด้วยการเติมเหล็ก (เป็นสารละลายของ $FeSO_4 \cdot 7H_2O$) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและเติม H_2O_2 และปั่นกวนด้วยความเร็ว 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 60 นาที และระยะเวลาในการตกตะกอน 120 นาที

ตารางที่ I สภาวะการทดลอง

สภาวะในการทดลอง		COD:H_2O_2	H_2O_2:Fe^{2+}
กลุ่ม	ลำดับที่	(w/w)	(w/w)
1	1	1:2.5	10:1
	2	1:2.5	20:1
	3	1:2.5	30:1
2	4	1:1	10:1
	5	1:1	20:1
	6	1:1	30:1
3	7	2.5:1	10:1
	8	2.5:1	20:1
	9	2.5:1	30:1
4	10	5:1	10:1
	11	5:1	20:1
	12	5:1	30:1
5	13	10:1	10:1
	14	10:1	20:1
	15	10:1	30:1
6	16	20:1	10:1
	17	20:1	20:1
	18	20:1	30:1
7	19	40:1	10:1
	20	40:1	20:1
	21	40:1	30:1

สภาวะในการทดลอง		$COD:H_2O_2$	$H_2O_2:Fe^{2+}$
กลุ่ม	ลำดับที่	(w/w)	(w/w)
8	22	60:1	10:1
	23	60:1	20:1
	24	60:1	30:1
9	25	80:1	10:1
	26	80:1	20:1
	27	80:1	30:1

IV. ผลการวิจัย

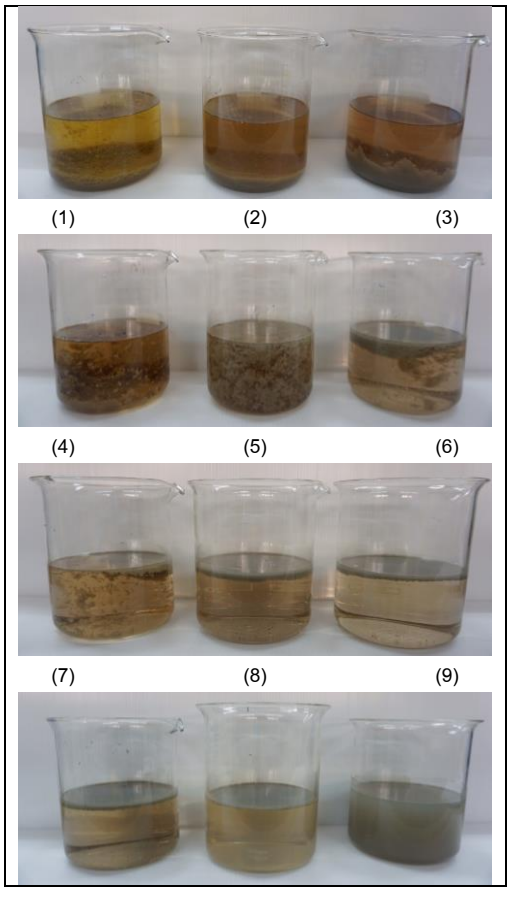
ลักษณะน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็นหลังผ่านกระบวนการ Coagulation-Flocculation แสดงในตารางที่ II พบว่าน้ำเสียมีค่า COD สูงถึง 5,235.74 ± 650.56 มก./ล. แต่อัตราส่วน BOD_5/COD ต่ำ ประมาณ 0.15 ± 0.03 ซึ่งอัตราส่วน BOD_5/COD เป็นตัวบ่งบอกถึงความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพของสารอินทรีย์ ถ้าอัตราส่วน BOD_5/COD ต่ำ หมายความว่าน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็นที่ใช้ในการศึกษานี้จะบำบัดด้วยกระบวนการทางชีวภาพได้ยาก

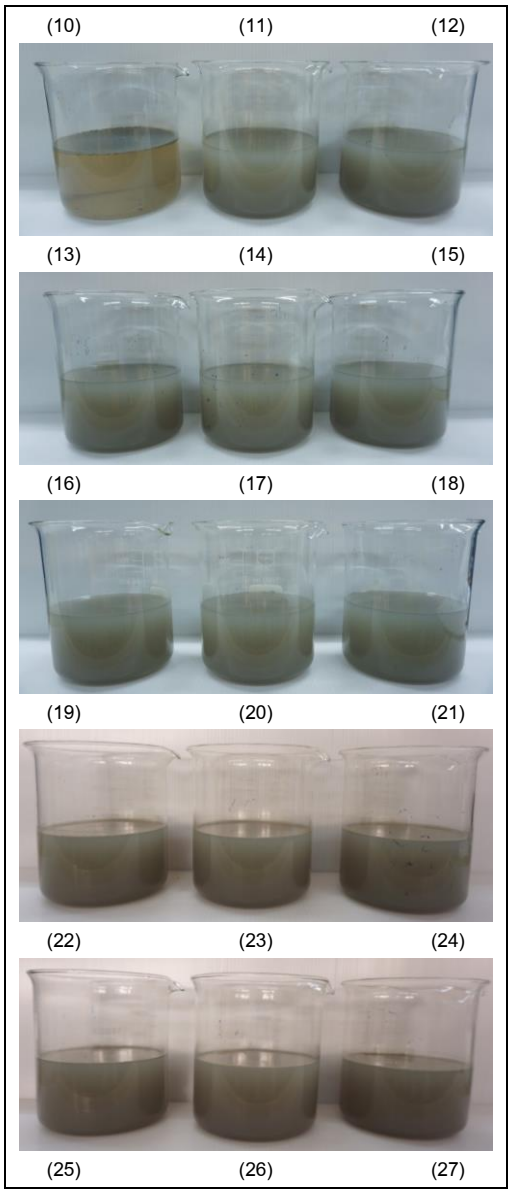
รูปแบบการสะสมและการตกของตะกอนที่เกิดขึ้นในแต่ละสภาวะการทดลองมีความแตกต่างกันดังแสดงในรูปที่ I เมื่อเติม H_2O_2 ในปริมาณสูง จะเกิดการตกตะกอนตามรูปที่ (1) – (3) อย่างไรก็ตามหากใช้ H_2O_2 ในปริมาณต่ำจะไม่เกิดการตกตะกอนตามรูปที่ (14) – (27) ทั้งนี้อาจเกิดจากการย่อยสลายสารประกอบที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงเป็นสารประกอบที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำหลายชนิด และเกิดการก่อตัวของตะกอนลดลงเมื่อใช้ H_2O_2 ในปริมาณต่ำ นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็นที่ประกอบด้วยไขมันและน้ำมันสูง จะทำให้เกิดการลอยของตะกอนเมื่อมีการเติม H_2O_2 มากและเติม Fe^{2+} ต่ำ ดังแสดงในรูปที่ (6) – (11) จากผลการวิจัย พบว่าภายใต้เงื่อนไขของการเติม H_2O_2 ในปริมาณสูง ที่อัตราส่วน $COD:H_2O_2$ ที่ 1:2.5, 1:1, 2.5:1, 5:1 และ 10:1 มีประสิทธิภาพในการลดค่า BOD_5 สูงถึงร้อยละ 67.08-86.42 ในทางตรงกันข้ามประสิทธิภาพในการกำจัด BOD_5 ลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อลดความเข้มข้นของ H_2O_2 ลงที่อัตราส่วน $COD:H_2O_2$ ที่ 20:1, 40:1, 60:1 และ 80:1 จากการศึกษาอัตราส่วนของ $COD:H_2O_2$ และ $H_2O_2:Fe^{2+}$ ที่สภาวะต่างๆ พบว่าประสิทธิภาพการกำจัด COD สูงสุดที่อัตราส่วน $COD:H_2O_2$ ที่ 5:1 และ $H_2O_2:Fe^{2+}$ ที่ 20:1 มีประสิทธิภาพการกำจัด COD ถึงร้อยละ 80.41 แต่ความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพต่ำซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Martins et al. [9]

ความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพโดยพิจารณาจากค่า BOD_5/COD พบว่าเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของ $COD:H_2O_2$ คือความเข้มข้นของ H_2O_2 ลดลง จะทำให้เพิ่มความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพ ดังแสดงในรูปที่ II ซึ่งสามารถอธิบายได้จากการศึกษาของ Sinnaraprasat และ Fongsatitkul [10] ว่าเมื่อใช้สารในการทำปฏิกิริยาเฟนตันน้อยลง แต่ปริมาณที่ใช้ยังเพียงพอที่จะออกซิไดซ์สารประกอบที่ซับซ้อน (สารประกอบอินทรีย์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง) ให้เกิดการเปลี่ยนเป็นรูปแบบที่ย่อยสลายได้ง่าย อย่างไรก็ตามปริมาณสารที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาเฟนตันไม่ควรมากเกินกว่าที่จะออกซิไดซ์ในรูปแบบการย่อยสลายทางชีวภาพเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนี้ในทุกสภาวะการทดลองของการศึกษาครั้งนี้ พบว่าความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอย (SS) ลดลง ดังแสดงไว้ในรูปที่ II โดยมีประสิทธิภาพการลดลงสูงสุดถึงร้อยละ 62.99 ที่อัตราส่วน $COD:H_2O_2$ ที่ 1:2.5 และ $H_2O_2:Fe^{2+}$ ที่ 30:1 จากการศึกษาก่อนหน้านี้ของ Miller [11] รายงานว่า การออกซิเดชันของปฏิกิริยาเฟนตันยังเป็นขั้นตอนการปรับสภาพที่มีประสิทธิภาพ โดยการเปลี่ยนองค์ประกอบเป็นสารประกอบที่ย่อยสลายได้ง่ายทางชีวภาพและลดความเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ในกระบวนการบำบัดทางชีวภาพ ประสิทธิภาพในการกำจัดในแต่ละสภาวะต่างๆ ดังแสดงไว้ในรูปที่ III ซึ่งจากการทดสอบทางสถิติโดยใช้สถิติ Two-Way ANOVA พบว่า ค่า BOD_5/COD ทั้ง 9 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) เมื่ออัตราส่วน $COD:H_2O_2$ แตกต่างกัน แต่ $H_2O_2:Fe^{2+}$ ทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) โดยมีอัตราส่วน BOD_5/COD สูงสุดที่ 0.37 ที่อัตราส่วน $COD:H_2O_2$ ที่ 80:1 และที่อัตราส่วน $H_2O_2:Fe^{2+}$ ที่ 20:1

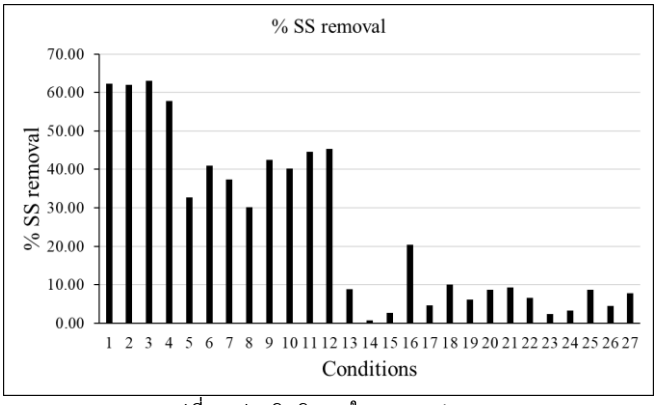
ตารางที่ II ลักษณะน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็นหลังออกจากกระบวนการ Coagulation-Flocculation

พารามิเตอร์	ค่า (ค่าเฉลี่ย±SD)
pH	11.39 ± 0.69
Conductivity (มิลลิซีเมนต์/เซนติเมตร)	0.51 ± 0.04
BOD_5 (มก./ล.)	780.46 ± 148.29
COD (มก./ล.)	5,235.74 ± 650.56
BOD_5/COD	0.15 ± 0.03
ไขมันและน้ำมัน (มก./ล.)	97 ± 5.19
SS (มก./ล.)	461.56 ± 52.56
TDS (มก./ล.)	5,017.50 ± 354.50
TKN (มก./ล.)	11.61 ± 1.46
C:N (COD:TKN)	451:1

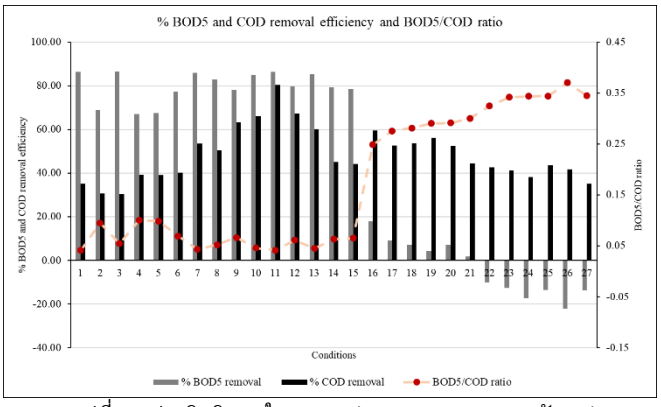




รูปที่ I. รูปแบบการเกิดและการตกของตะกอนในแต่ละสภาวะการทดลอง



รูปที่ II. ประสิทธิภาพในการลดค่า SS



รูปที่ III. ประสิทธิภาพในการลดค่า BOD_5, COD และอัตราส่วน BOD_5/COD

V. สรุปและอภิปรายผล

น้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็นที่ผ่านกระบวนการ Coagulation-Flocculation มีค่า COD สูงถึง 5,235.74 ± 650.56 มก./ล. แต่อัตราส่วน BOD_5/COD ต่ำ ประมาณ 0.15 ± 0.03 ซึ่งยากต่อการบำบัดต่อด้วยการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ ดังนั้นการศึกษาจึงใช้ปฏิกิริยาเฟนตันเพื่อจะออกซิไดซ์สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายยากและเพิ่มความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพของน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็น จากผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพของน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็นหลังจากทำปฏิกิริยาเฟนตันมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดที่อัตราส่วน COD:H_2O_2 ที่ 80:1 และที่อัตราส่วน H_2O_2:Fe^{2+} ที่ 20:1 การเพิ่มขึ้นของอัตราส่วน BOD_5/COD สังเกตได้หลังจากการลดลงของความเข้มข้นของ H_2O_2 ในการทำปฏิกิริยา ทำให้น้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็นเกิดสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ง่ายและสามารถบำบัดต่อด้วยระบบบำบัดทางชีวภาพมากกว่าน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อเย็นก่อนทำการบำบัดด้วยปฏิกิริยาเฟนตัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนบางส่วนจากทุนภายในของภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล นักวิจัยขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลสำหรับความช่วยเหลือด้านเทคนิคและอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

[1] Suthanan C. Comparison of the Electro-Fenton processes for treatment of cutting oil wastewater. 2015.

[2] Boonvorachote N. The study of recycling of used metalworking fluids. 2006.

[3] Chooklin C. Removal of stabilized oil in wastewater emulsions by induced air flotation. 2006.

[4] Su C, Cao G, Lou S, Wang R, Yuan F, Yang L, et al. Treatment of Cutting Fluid Waste using Activated Carbon Fiber Supported Nanometer Iron as a Heterogeneous Fenton Catalyst. Scientific Reports. 2018;8(1):1–11.

[5] Feng W, Yin Y, de Lourdes Mendoza M, Wang L, Chen P, Liu Y, et al. Oil recovery from waste cutting fluid via the combination of suspension crystallization and freeze-thaw processes. Journal of Cleaner Production. 2018; 172:481–7.

[6] Seo DC, Lee HJ, Hwang HN, Park MR, Kwak NW, Cho IJ, et al. Treatment of non-biodegradable cutting oil wastewater by ultrasonication-Fenton oxidation process. Water Science and Technology. 2007; 55(1–2):251–9.

[7] Nidheesh PV, Gandhimathi R. Trends in electro-Fenton process for water and wastewater treatment: An overview. Desalination. 2012; 299:1–15.

[8] Pawar V, Gawande S. An overview of the Fenton Process for Industrial Wastewater. Journal of Mechanical and Civil Engineering. 2015;127–36.

[9] Martins RC, Pinto FL, Castro-Silva S, Quinta-Ferreira RM. Flocculation, Ozonation, and Fenton's Process in the Treatment of Distillery Effluents. Journal of Environmental Engineering. 2013;139(1):110–6.

[10] Sinnaraprasat S, Fongsatitkul P. Optimal Condition of Fenton's Reagent to Enhance the Alcohol Production from Palm Oil Mill Effluent (POME). Environment Asia. 2011;4(2).

[11] Miller CM, Valentine RL, Roehl ME, Alvarez PJJ. Chemical and microbiological assessment of pendimethalin-contaminated soil after treatment with Fenton's reagent. Water Research. 1996;30(11):2579–86.

ประสิทธิภาพของเรซินพอลิเมอร์ในการดูดซับไฟโตสเตอรอล

Efficiency of Polymeric Resins in the Adsorption of Phytosterol

1st ชินกฤต ละดาดก
Chinakrit Ladadok
ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ประเทศไทย
Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Bangkok, Thailand

2nd รัตนาภร ยวงสวัสดิ์
Ratanaporn Yuangsawad
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
กรุงเทพฯ ประเทศไทย
Division of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Krungthep
Bangkok, Thailand
ratanaporn.y@mail.rmutk.ac.th

3rd ศศิศ สร้อยสุวรรณ
Sasit Soisuwan
ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ประเทศไทย
Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Bangkok, Thailand
sasit_rt@hotmail.com

4th ดวงกมล ณ ระนอง
Duangkamol Na-Ranong
ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ประเทศไทย
Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Bangkok, Thailand
duangkamol.na@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ **—— เรซินที่มีคุณสมบัติเป็นกรดอย่างแรง (SA-R) และเรซินที่มีคุณสมบัติเป็นเบสอย่างแรง (SB-R) ถูกใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับไฟโตสเตอรอลจากเมทิลเอสเทอร์ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของไฟโตสเตอรอล 6.0 mg/g-solution อุณหภูมิ 303 K และคายซับไฟโตสเตอรอลจากตัวดูดซับในเอทานอลที่อุณหภูมิ 333 K ผลการทดลองพบว่าปริมาณการดูดซับไฟโตสเตอรอลในเมทิลเอสเทอร์ของ SA-R สูงกว่า SB-R ส่วนผลการคายซับพบว่า SB-R มีประสิทธิภาพการคายซับไฟโตสเตอรอลสูงกว่า SA-R 3.04 เท่า การศึกษาสมดุลการดูดซับโดยใช้สารละลายสติกมาสเตอรอลในนอร์มอลเฮปเทนที่ความเข้มข้นเริ่มต้นระหว่าง 0.3 ถึง 1.8 mg/g-solution อุณหภูมิ 298 ถึง 313 K พบว่าการเพิ่มอุณหภูมิส่งผลให้ประสิทธิภาพการดูดซับและปริมาณการดูดซับที่สมดุลของ SA-R และ SB-R ลดลง โดย SA-R และ SB-R มีประสิทธิภาพการดูดซับและปริมาณการดูดซับสูงสุดที่อุณหภูมิ 298 K ในขณะที่การเพิ่มความเข้มข้นเริ่มต้นของสติกมาสเตอรอลในสารละลายส่งผลให้ปริมาณการดูดซับที่สมดุลของ SA-R และ SB-R เพิ่มขึ้น โดยที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของสติกมาสเตอรอลเท่ากับ 0.9 mg/g-solution เป็นสภาวะที่ SA-R และ SB-R มีประสิทธิภาพการดูดซับดีที่สุดเท่ากับ 32 และ 38 % ตามลำดับ**

คำสำคัญ **—— การดูดซับ, เรซินพอลิเมอร์, ไฟโตสเตอรอล, สมดุลการดูดซับ**

ABSTRACT **— Strong acid resin (SA-R) and strong base resin (SB-R) were used as an adsorbent for investigation of the efficiency of adsorbent in adsorption of phytosterol in methyl ester at initial concentration of 6.0 mg/g-solution and 303 K. After adsorption step, desorption of phytosterol from adsorbent was performed in ethanol at 333 K to investigate the desorption efficiency of adsorbent. The results showed that SA-R exhibited higher amount of phytosterol adsorbed than SB-R. However, the desorption result revealed that SB-R had higher percentage desorption than SA-R which was 3.04 times. The adsorption equilibrium of phytosterol on SA-R and SB-R was performed using model solution of stigmasterol in n-heptane with initial concentrations in the range of 0.3 to 1.8 mg/g-solution and temperature in the range of 298 to 313 K. The effects of various parameters such as temperature and initial concentration of stigmasterol were investigated. The results revealed that the adsorption efficiency and equilibrium adsorption capacity of both adsorbents decreased with increasing temperature while increasing the initial concentration would increase equilibrium adsorption capacity of both adsorbents. At the initial concentration was 0.9 mg/g-solution, SA-R and SB-R had maximum adsorption efficiency of 32 and 38%, respectively.**

Keywords **— Adsorption, Polymeric resin, Phytosterol, Adsorption equilibrium**

I. บทนำ

ไฟโตสเตอรอล (Phytosterol) พบตามธรรมชาติในน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ และพบมากในกรดไขมันที่ได้จากการกลั่นน้ำมันพืช (Deodorizer distillate) [1] หรือในน้ำมันทอลล์จากอุตสาหกรรมกระดาษ [2] ไฟโตสเตอรอลมีสมบัติช่วยบำรุงสุขภาพจึงถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อาหาร ยา และเครื่องสำอาง เป็นต้น [3] ไฟโตสเตอรอลมีอนุพันธ์หลากหลายรูปแบบ แต่ที่พบมากตามธรรมชาติในน้ำมันปาล์ม ได้แก่ บราสสิแคสตอรอล (Brassicasterol), แคมเปสเตอรอล (Campesterol), สติกมาสเตอรอล (Stigmasterol) และเบต้าไซโตสเตอรอล (Beta-sitosterol) [4]

การนำกลับไฟโตสเตอรอลจากกรดไขมันและน้ำมันทอลล์เพื่อนำมาใช้ประโยชน์นั้นได้รับความสนใจมาเป็นระยะเวลานาน เนื่องจากสามารถลดต้นทุนการผลิตในส่วนของวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของไฟโตสเตอรอลได้ โดยกระบวนนำกลับไฟโตสเตอรอลที่นิยมใช้ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลักคือ ขั้นตอนแรกเป็นการใช้กระบวนการทางเคมีเพื่อกำจัดหรือเปลี่ยนรูปกรดไขมันและน้ำมันที่อยู่ในวัตถุดิบ เช่น การทำปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน (Saponification) เพื่อกำจัดกรดไขมันในวัตถุดิบออกไปในรูปของสบู่ [2], [5] หรือการทำปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน (Esterification) หรือ ทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน (Trans esterification) เพื่อเปลี่ยนกรดไขมันและน้ำมันในวัตถุดิบให้อยู่ในรูปของอัลคิลเอสเทอร์ (Alkyl ester) [6], [7] และขั้นตอนที่สองเป็นการใช้กระบวนการทางกายภาพเพื่อแยกไฟโตสเตอรอลจากของผสม โดยของผสมที่ได้จากปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชันจะถูกนำมาสกัดไฟโตสเตอรอลด้วยตัวทำละลาย ส่วนที่สกัดได้จะถูกนำไปกลั่นสุญญากาศเพื่อระเหยตัวทำละลายออกไป ส่วนที่เหลือจากการระเหยตัวทำละลายจะถูกนำไปตกผลึก 2 ครั้งที่อุณหภูมิระหว่าง 253 ถึง 336 K เป็นเวลา 21 ถึง 74 h เพื่อแยกไฟโตสเตอรอล ออกมา [2], [5] ในขณะที่ของผสมจากการทำปฏิกิริยาเอส เทอริฟิเคชันหรือทรานส์เอสเทอริฟิเคชันจะถูกนำไปกลั่นสุญญากาศเพื่อกำจัดอัลคิลเอสเทอร์ออกไปที่ความดัน 100 ถึง 133.3 Pa อุณหภูมิ 453 ถึง 473 K จากนั้นส่วนที่เหลือจากการกลั่นจะถูกนำไปแยกไฟโตสเตอรอลโดยการตกผลึกที่อุณหภูมิ 268 ถึง 288 K เป็นเวลาอย่างน้อย 22 h เมื่อพิจารณากระบวนการทางภายภาพเหล่านี้จะเห็นได้ว่ามีขั้นตอนที่ยุ่งยากและต้องใช้พลังงานสูง ดังนั้นการใช้วิธีการดูดซับไฟโตสเตอรอลจากสารละลายจึงเป็นวิธีที่น่าสนใจและมีความเป็นไปได้ในการลดขั้นตอนและการใช้พลังงานของกระบวนการได้ อย่างไรก็ตามการเลือกใช้ตัวดูดซับเป็นปัจจัยสำคัญที่สามารถกำหนดประสิทธิภาพของกระบวนการดูดซับได้ ถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) ถูกนำมาใช้เป็นตัวดูดซับไฟโตสเตอรอลจากน้ำมันทอลล์ในระบบการดูดซับแบบต่อเนื่องโดยใช้โมโนคลอโรเบนซีนเป็นตัวทำละลายสำหรับคายซับไฟโตสเตอรอลที่อุณหภูมิ 423 K ซึ่งสามารถนำกลับไฟโตสเตอรอลได้ถึง 89 wt% [8] นอกจากนี้ฟลอริซิล (Florisil) เป็นตัวดูดซับที่ได้ถูกนำมาใช้ในการแยกไฟโตสเตอรอลจากน้ำมันทอลล์ในระบบการดูดซับแบบต่อเนื่องเช่นเดียวกัน โดยน้ำมันทอลล์จะถูกนำไปผ่านขั้นตอนการสกัดด้วยตัวทำละลายไดเมทิลซัลฟอกไซด์และเฮกเซนเพื่อกำจัดส่วนของกรดไขมันและสารปนเปื้อนต่าง ๆ ออกไปในเฟสของไดเมทิลซัลฟอกไซด์ ส่วนไฟโตสเตอรอลจะละลายอยู่ในเฟสของเฮกเซน โดยเฟสของเฮกเซนจะถูกส่งไปยังหอดูดซับที่บรรจุด้วยฟลอริซิล โดยมีเมทิลเทอร์เชียรีบิวทิลอีเทอร์ (Methyl Tertiary Butyl Ether, MTBE) เป็นตัวทำละลายสำหรับคายซับไฟโตสเตอรอลที่อุณหภูมิ 407 K จากกระบวนการดังกล่าวสามารถนำกลับไฟโตสเตอรอลได้ 50 ถึง 95 wt% [9] แม้ว่าการใช้ตัวดูดซับถ่านกัมมันต์และฟลอริซิลจะมีประสิทธิภาพในการนำกลับไฟโตสเตอรอลได้ค่อนข้างสูง แต่การในการคายซับที่ต้องใช้อุณหภูมิค่อนข้างสูงนั้นซึ่งทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน นอกจากนี้ตัวดูดซับฟลอริซิลสามารถเกิดการเสื่อมสภาพเนื่องจากสารประกอบที่มีความเป็นกรดในวัตถุดิบ เช่น กรดไขมัน (Fatty acid) และยางไม้ (Resin) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเพิ่มขั้นตอนการแยกสารประกอบเหล่านี้จากวัตถุดิบก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการดูดซับ ซึ่งทำให้กระบวนการมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้การเลือกใช้ตัวดูดซับที่หาซื้อได้ง่าย มีความสามารถในการดูดซับและคายซับไฟโตสเตอรอลในสภาวะที่ไม่รุนแรงและทนทานต่อสภาวะการใช้งานจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น ตัวดูดซับเรซินโพลิเมอร์ร่วม สไตรีนไดไวนิลเบนซีนเป็นตัวดูดซับน่าสนใจ เนื่องจากมีคุณ สมบัติที่สามารถใช้งานได้ในสารละลายที่มีความเป็นกรดหรือเบสได้ดี นอกจากนี้ผิวของตัวดูดซับเรซินยังประกอบไปด้วยหมู่ฟังก์ชัน เช่น กรดคาร์บอกซิลิก (-COOH) และกรดซัลโฟนิก ($-SO_3H$) บนผิวของเรซินที่มีคุณสมบัติเป็นกรดอย่างอ่อนและกรดอย่างแรง ตามลำดับ หรือเทอเชียรีเอมีน ($(CH_3)_3N$) และควอเทอร์นารีเอมีน ($(CH_3)_4N$) บนผิวของเรซินที่มีคุณสมบัติเป็นเบสอย่างอ่อนและเบสอย่างแรง ตามลำดับ โดยหมู่ฟังก์ชันเหล่านี้สามารถเกิดแรงดึงดูดต่อโมเลกุลของสารที่ประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) ได้จึงมีความเป็นไปได้สำหรับใช้ในการดูดซับไฟโตสเตอรอล

II. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้เรซินโพลิเมอร์ร่วมสไตรีนไดไวนิลเบนซีน 2 ชนิด ได้แก่ เรซินที่มีคุณสมบัติเป็นกรดอย่างแรงและเรซินที่มีคุณสมบัติเป็นเบสอย่างแรง ได้ถูกนำมาใช้ทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพการแยกไฟโตสเตอรอลจากเมทิลเอสเทอร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการดูดซับไฟโตสเตอรอลจากเมทิลเอสเทอร์และการคายซับไฟโตสเตอรอลจากตัวดูดซับในเอทานอล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เรซินเป็นตัวดูดซับในการแยกไฟโตสเตอรอล นอกจากนี้การศึกษาข้อมูลสมดุลการดูดซับไฟโตสเตอรอลบนเรซินในสารละลายสมมติ โดยพิจารณาผลของอุณหภูมิการดูดซับและความเข้มข้นเริ่มต้นของไฟโตสเตอรอลในสารละลายต่อประสิทธิภาพการดูดซับและปริมาณการดูดซับที่สมดุลจะทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพการดูดซับสูงสุดของเรซินรวมถึงพฤติกรรมการดูดซับของไฟโตสเตอรอล ซึ่งข้อมูลนี้จะเป็นประโยชน์ในการพิจารณาเพื่อเลือกใช้เรซินเป็นตัวดูดซับในการแยกไฟโตสเตอรอลต่อไป

III. วิธีดำเนินการวิจัย

III.I. วัสดุอุปกรณ์

เรซินเกรดการค้าโพลิเมอร์ร่วมสไตรีนไดไวนิลเบนซีน 2 ชนิด ได้แก่ เรซินที่มีคุณสมบัติเป็นกรดอย่างแรง (Strong acid resin; SA-R) และเรซินที่มีคุณสมบัติเป็นเบสอย่าง แรง (Strong base resin; SB-R) (บริษัท Lanxess) ปรับสภาพเรซินทั้งสองชนิดก่อนการใช้งานดังนี้ SA-R อบในสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 383 K เป็นเวลา 360 min ส่วน SB-R อบในสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 333 K เป็นเวลา 360 min โดยสมบัติทาง

กายภาพและทางเคมีของตัวดูดซับ SA-R และ SB-R แสดงดังตารางที่ 1 สารตัวอย่างไฟโตสเตอรอลประกอบด้วย แคมเปสเตอรอล 23.6 wt% สติกมาสเตอรอล 28.2 wt% และบีตาไซโตสเตอรอล 48.2 wt% ไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันปาล์มถูกใช้เป็นตัวแทนของแฟตตี้แอซิดเมทิลเอสเทอร์ คอเลสเตอรอล (Sigma-Aldrich) ถูกใช้เป็น Internal standard ในการทำปริมาณวิเคราะห์

ตารางที่ I. สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของตัวดูดซับ SA-R และ SB-R

Properties	SA-R	SB-R
Type	Strong acid	Strong base
Functional group	Sulfonic acid	Quaternary amine, type I
Matrix structure	Crosslinked polystyrene	Crosslinked polystyrene
Structure	Macroporous	Macroporous
Ionic form as shipped	H+	OH-
Bead size (mm)	0.67 (± 0.05)	0.65 (± 0.05)
Total exchange capacity (min.eq/l)	1.6	0.8
Operating pH range	0 - 14	0 – 12
Operating temperature (max.°C)	120	70

III.II. การแยกไฟโตสเตอรอลจากเมทิลเอสเทอร์

การทดสอบการดูดซับไฟโตสเตอรอลใช้การดูดซับแบบกะ ความเข้มข้นเริ่มต้นของไฟโตสเตอรอลในเมทิลเอสเทอร์เท่ากับ 6.0 mg/g-solution ปริมาณของตัวดูดซับเท่ากับ 5 wt% อุณหภูมิในการดูดซับเท่ากับ 303 K ความเร็วรอบการเขย่า 200 rpm เป็นเวลา 600 min จากนั้นทำการแยกตัวดูดซับออกจากเมทิลเอสเทอร์ ตัวดูดซับที่แยกได้จะถูกนำไปคายซับไฟโตสเตอรอลในเอทานอลตามสัดส่วน 10 g-ethanol/g-adsorbent โดยใช้สภาวะในการคายซับที่อุณหภูมิ 333 K ความเร็วรอบการเขย่า 200 rpm เป็นเวลา 120 min โดยปริมาณการดูดซับไฟโตสเตอรอลของตัวดูดซับ (q, mg/g-adsorbent) สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 1

$$q = \frac{W_{\text{sol}}(C_0 - C_t)}{W_{\text{ads}}} \quad (1)$$

โดยที่ C_0 และ C_t คือ ความเข้มข้นของไฟโตสเตอรอลในสารละลายเริ่มต้นและที่เวลาใดๆ ตามลำดับ (mg/g-solution), W_{sol} คือ น้ำหนักของสารละลาย (g), และ W_{ads} คือ น้ำหนักตัวดูดซับ (g)

ประสิทธิภาพการคายซับไฟโตสเตอรอลของตัวดูดซับ (%Des) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2

$$\%\,\text{Des} = \left(\frac{W_{\text{st,de}}}{W_{\text{st,ad}}}\right) \times 100 \quad (2)$$

โดยที่ $W_{st,\,ad}$ และ $W_{st,\,de}$ คือ น้ำหนักของไฟโตสเตอรอลที่ได้จากการดูดซับและคายซับ (mg) ตามลำดับ

III.III. การดูดซับไฟโตสเตอรอลในระบบสารละลายสมมติ

ตัวดูดซับ SA-R และ SB-R ถูกนำมาทำการทดลองเพื่อศึกษาสมดุลการดูดซับไฟโตสเตอรอลโดยใช้การดูดซับสติกมาสเตอรอลในนอร์มอลเฮปเทนด้วยระบบการดูดซับแบบกะที่ความเข้มข้นเริ่มต้นระหว่าง 0.3 ถึง 1.8 mg/g- solution ปริมาณของตัวดูดซับที่ใช้เท่ากับ 5 wt% ที่อุณหภูมิในช่วง 298 ถึง 313 K ความเร็วรอบการเขย่า 200 rpm เวลา 120 min โดยประสิทธิภาพการดูดซับไฟโตสเตอ รอลของตัวดูดซับประเมินจากร้อยละการดูดซับ (%Ads) คำนวณตามสมการที่ (3)

$$\%\text{Ads} = \left(\frac{C_0 - C_e}{C_0}\right) \times 100 \quad (3)$$

โดยที่ C_0 และ C_e คือ ความเข้มข้นของไฟโตสเตอรอลในสารละลายเริ่มต้นและที่สมดุล ตามลำดับ (*mg/g-solu tion*)

III.IV. วิธีการวิเคราะห์ความเข้มข้นของไฟโตสเตอรอล

ความเข้มข้นของไฟโตสเตอรอลในสารละลาย วิเคราะห์ด้วยเครื่อง High-performance liquid chro-matography (HPLC, Thermo Separation Products, USA) โดยใช้ Injection valve ปริมาตร 20 µl ร่วมกับ Reverse-phase column (Inertsil C8-3; ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอนุภาค 5.0 µm ความยาวคอลัมน์ 250 mm เส้นผ่านศูนย์กลางภายในคอลัมน์ 4.6 mm) สภาวะของการวิเคราะห์ประยุกต์จากงานวิจัยของ Chang และคณะ [10] ที่ความยาวคลื่น 210 nm เฟสเคลื่อนที่ประกอบด้วยอะซิโตไนไตรล์ 85 vol% เมทานอล 5 vol% และน้ำ (ผสมกรดอะซิติก 1 vol%) 10 vol% อัตราการไหลของเฟสเคลื่อนที่เท่ากับ 1.30 ml/ min

IV. ผลการวิจัย

IV.I. การแยกไฟโตสเตอรอลจากเมทิลเอสเทอร์

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณการดูดซับไฟโตสเตอรอลในเมทิลเอสเทอร์และประสิทธิภาพการคายซับไฟโตสเตอรอลจากตัวดูดซับ SA-R และ SB-R ในเอทานอล ผลจากการทดสอบการดูดซับพบว่าปริมาณการดูดซับไฟโตสเตอรอลของ SA-R สูงกว่า SB-R แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของหมู่ฟังก์ชันบนผิวของตัวดูดซับในการดูดซับไฟโตสเตอรอลจากสารหลายองค์ประกอบโดยหมู่ซัลโฟนิกบนผิวของ SA-R มีประสิทธิภาพในการดูดซับสเตอรอลในเมทิลเอสเทอร์ได้ดีกว่าหมู่ ควอเทอร์นารีเอมีนบนผิวของ SB-R อย่างไรก็ตามในขั้นตอนการคายซับพบว่า SB-R มีประสิทธิภาพในการคายซับไฟโตสเตอรอลสูงกว่า SA-R ถึง 3.04 เท่า แสดงให้เห็นว่าตัวดูดซับ SA-R และ SB-R นั้นมีความเป็นไปได้สำหรับใช้เป็นตัวดูดซับในระบบการดูดซับไฟโตสเตอรอล จากตารางที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการดูดซับและประสิทธิภาพการคายซับไฟโตสเตอรอลของเรซินทั้ง 2 ชนิดกับถ่านกัมมันต์ที่ใช้ในอุตสาหกรรม [8] พบว่า ปริมาณการดูดซับของ SA-R และ SB-R มีค่าต่ำกว่าถ่านกัมมันต์ 1.2 และ 1.4 เท่าตามลำดับ ในขณะที่ประสิทธิภาพการคายซับของ SA-R และ SB-R ต่ำกว่าถ่านกัมมันต์ 5.2 และ 1.7 เท่าตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงการใช้พลังงานของกระบวนการจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการคายซับไฟโตสเตอรอลจากเรซิ

นต่ำกว่าถ่านกัมมันต์ถึง 1.3 เท่า นอกจากนี้เอทานอลที่ใช้เป็นตัวทำละลายสำหรับการคายซับไฟโตสเตอรอลจากตัวดูดซับเรซินยังมีความอันตรายต่อร่างกายน้อยว่าโมโนคลอโรเบนซีนที่ใช้สำหรับการคายซับไฟโตสเตอรอลจากถ่านกัมมันต์

ตารางที่ II. ปริมาณการดูดซับไฟโตสเตอรอลในเมทิลเอสเทอร์และประสิทธิภาพการคายซับไฟโตสเตอรอลจากตัวดูดซับในเอทานอล

Adsorbents	*q* (mg/g-adsorbent)	%Des (%)
SA-R	10.24	17.10
SB-R	8.67	51.97

IV.II. การดูดซับไฟโตสเตอรอลในระบบสารละลายสมมติ

IV.II.I. ผลของอุณหภูมิต่อประสิทธิภาพการดูดซับไฟโตสเตอรอล

ผลของอุณหภูมิต่อประสิทธิภาพการดูดซับไฟโตสเตอ รอลบนตัวดูดซับ SA-R และ SB-R ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของสติกมาสเตอรอลเท่ากับ 1.8 mg/g-solution และอุณหภูมิระหว่าง 298 ถึง 303 K แสดงดังรูปที่ 1(a) และ 1(b) ตามลำดับ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า SB-R มีประสิทธิภาพในการดูดซับสติกมาสเตอรอลในนอมัลเฮปเทนสูงกว่า SA-R ในทุกช่วงของอุณหภูมิ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิส่งผลให้ประสิทธิภาพการดูดซับสติกมาสเตอรอลของตัวดูดซับทั้ง 2 ชนิดลดลงอย่างเห็นได้ชัด เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 298 เป็น 313 K ประสิทธิภาพการดูดซับสติกมาสเตรอลของ SA-R (รูปที่ 1(a)) ลดลงจาก 30.7 เป็น 19.0 % ในขณะที่ประสิทธิภาพการดูดซับสเตรอลของ SB-R (รูปที่ 1(b)) ลดลงจาก 38.1 เป็น 23.3 %

เมื่อพิจารณาปริมาณการดูดซับสติกมาสเตอรอลบนตัวดูดซับที่สมดุล (q_e) ของตัวดูดซับพบว่า ปริมาณการดูดซับสติกมาสเตอรอลของตัวดูดซับ SA-R และ SB-R ทุกช่วงอุณหภูมิเข้าสู่สมดุลที่เวลาประมาณ 30 min (ไม่ได้แสดง ผลการทดลอง) โดยค่า q_e ของตัวดูดซับทั้ง 2 ชนิดลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 298 เป็น 313 K ในกรณีของ SA-R (รูปที่ 1(a)) ค่า q_e ลดลงจาก 11.46 เป็น 6.92 mg/g-adsorbent ในขณะที่กรณีของ SB-R ค่า q_e (รูปที่ 1(b)) ลดลงจาก 12.20 เป็น 8.43 mg/g-adsorbent

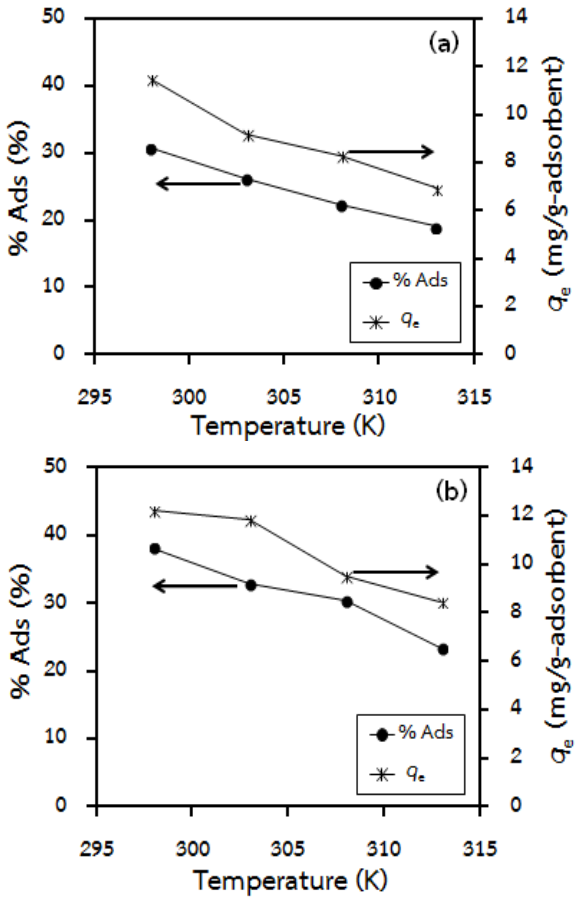
ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงเอนทัลปีของการดูดซับดังสมการ (4) [11] สามารถจัดให้อยู่ในรูปของสมการเส้นตรงได้ดังสมการ (5)

$$q_e = q_0 \exp\left[-\left(\frac{\Delta H}{RT}\right)\right] \quad (4)$$

$$\ln(q_e) = \ln(q_0) - \frac{\Delta H}{RT} \quad (5)$$

โดยที่ ΔH คือ ค่าการเปลี่ยนแปลงเอนทัลปีของการดูดซับ (kJ/mol), q_e คือ ปริมาณการดูดซับสติกมาสเตอรอลบนตัวดูดซับที่สมดุล (mg/g-adsorbent), q_0 คือ ค่าคงที่ขึ้นกับอุณหภูมิ (mg/g-adsorbent), T คือ อุณหภูมิ (K), และ R คือ ค่าคงที่ของแก๊ส (8.314 J/(mol·K))

จากสมการ (5) เมื่อเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(q_e)$ กับ $1/T$ สามารถคำนวณหาค่า ΔH จากความชันของกราฟ ซึ่งผลการคำนวณพบว่าค่า ΔH ของการดูดซับสติกมาสเตอรอลบนตัวดูดซับ SA-R และ SB-R มีค่าเท่ากับ -25.04 และ -20.55 kJ/mol ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการดูดซับของสติกมาสเตอรอลบนตัวดูดซับทั้ง 2 ชนิดเป็นกระบวนการคายความร้อน (Exothermic process) และการดูดซับของสติกมาสเตอรอลบน SA-R เกิดขึ้นด้วยพลังงานที่สูงกว่า SB-R ซึ่งมีผลทำให้ประสิทธิภาพการคายซับไฟโตสเตอรอลที่สภาวะเดียวกันของ SA-R ต่ำกว่า SB-R ดังแสดงในผลการทดลองหัวข้อ 3.1 จากผลของอุณหภูมิต่อประสิทธิภาพการดูดซับสติกมาสเตอรอลแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการดูดซับอยู่ที่ 298 K

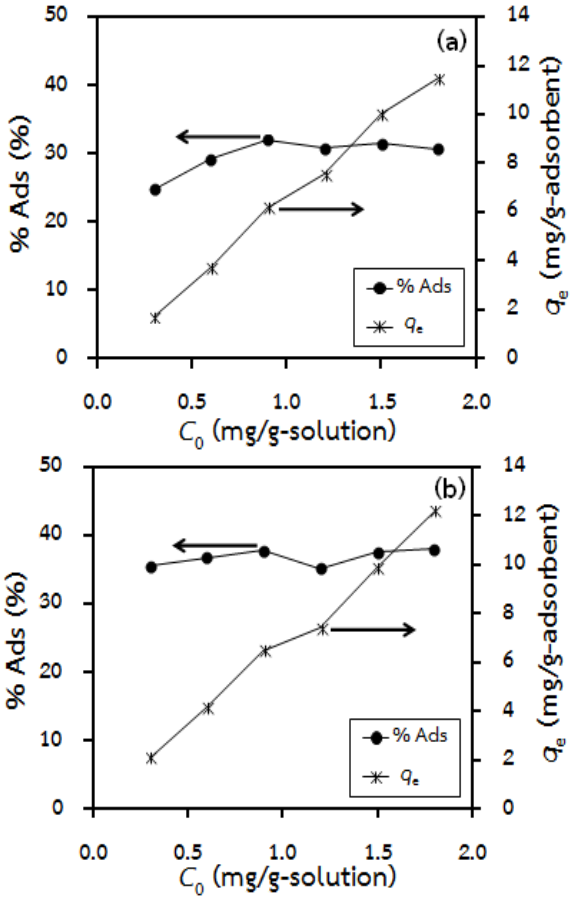


รูปที่ I. ผลของอุณหภูมิต่อประสิทธิภาพการดูดซับสติกมาสเตอรอลบนตัวดูดซับ (a) SA-R และ (b) SB-R ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของสติกมาสเตอ-รอลเท่ากับ 1.8 mg/g-solution อุณหภูมิการดูดซับระหว่าง 298 ถึง 313 K

IV.II.II. ผลของความเข้มข้นเริ่มต้นของสติกมาสเตอรอลต่อประสิทธิภาพการดูดซับ

ผลของความเข้มข้นเริ่มต้นของสติกมาสเตอรอลต่อประสิทธิภาพการดูดซับของ SA-R และ SB-R ที่อุณหภูมิ 298 K ความเข้มข้นเริ่มต้นของสติกมาสเตอรอลระหว่าง 0.3 ถึง 1.8 mg/g-solution แสดงดังรูปที่ 2(a) และ 2(b) ตามลำดับ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพการดูดซับสติกมาสเตอรอลของตัวดูดซับทั้ง 2 ชนิดเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อความเข้มข้นเริ่มต้นของสติกมาสเตอรอลเพิ่มขึ้นจาก 0.3 ถึง 0.9 mg/g-solution โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของ SA-R (รูปที่ 2a) หลังจากนั้นประสิทธิภาพ

การดูดซับของตัวดูดซับทั้ง 2 ชนิดจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้ม ข้นเริ่มต้นของสติกมาสเตอรอลเพิ่มขึ้นจนกระทั่งถึง 1.8 mg/g-solution



รูปที่ II. ผลของความเข้มข้นเริ่มต้นของสติกมาสเตอรอลต่อประสิทธิภาพการดูดซับของ (a) SA-R และ (b) SB-R ที่อุณหภูมิ 298 K ความเข้มข้นเริ่มต้นของสติกมาสเตอรอลระหว่าง 0.3 ถึง 1.8 mg/g-solution

จากรูปที่ 2 เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพการดูดซับแสดงให้เห็นว่า ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของสติกมา สเตอรอลเท่ากับ 0.9 mg/g-solution เป็นสภาวะที่ตัวดูดซับมีประสิทธิภาพในการดูดซับสติกมาสเตอรอลได้ดีที่สุด โดยประสิทธิภาพการดูดซับของ SA-R และ SB-R มีค่าเท่ากับ 32 และ 38 % ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาปริมาณการดูดซับที่สมดุล (q_e) พบว่าค่า q_e เพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นเริ่มต้นของสติกมาสเตอรอลในสารละลายเพิ่มขึ้น โดยเมื่อความเข้มข้นเริ่มต้นของสติกมาสเตอรอลเพิ่มขึ้นจาก 0.3 เป็น 1.8 mg/g-solution ในกรณีของ SA-R (รูปที่ 2a) ค่า q_e เพิ่มขึ้นจาก 1.70 เป็น 11.46 mg/g-adsorbent ในขณะที่กรณีของ SB-R (รูปที่ 2b) ค่า q_e เพิ่มขึ้นจาก 2.10 เป็น 12.19 mg/g-adsorbent

ข้อมูลจากการศึกษาผลของความเข้มข้นเริ่มต้นของสติกมาสเตอรอลต่อประสิทธิภาพการดูดซับสามารถนำไปใช้ในการพิจารณาเพื่อออกแบบระบบหอดูดซับได้ โดยเมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพการทำงานของหอดูดซับจะเห็นได้ว่าที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของไฟโตสเตอรอลที่ 0.9 mg/g-solution จะให้ประสิทธิภาพการดูดซับสูงสุด อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงปริมาณการดูดซับไฟโตสเตอรอลแล้วการใช้ความเข้มข้นเริ่มต้นของไฟโตสเตอรอลที่สูง (มากกว่า 0.9 mg/g-solution) จะทำให้เกิดความคุ้มค่าในการดำเนินงานมากกว่า เนื่องจากตัวดูดซับสามารถดูดซับไฟโตสเตอรอลจากของผสมได้มากกว่าที่สัดส่วนของตัวดูดซับเท่ากันและสามารถคายซับได้ง่าย

V. สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ตัวดูดซับเรซินที่มีคุณสมบัติเป็นกรดอย่างแรง (SA-R) และเรซินที่มีคุณสมบัติเป็นเบสอย่างแรง (SB-R) ในการแยกไฟโตสเตอรอลจากเมทิลเอสเทอร์ ผลการทดลองพบว่า SA-R และ SB-R มีความสามารถในการเลือกดูดซับไฟโตสเตอรอลในเมทิลเอสเทอร์ โดยปริมาณการดูดซับไฟโตสเตอรอลในเมทิลเอสเทอร์ของ SA-R สูงกว่า SB-R ส่วนในขั้นตอนการคายซับไฟโตสเตอรอลในเอทานอลพบว่า SB-R มีประสิทธิภาพในการคายซับสูงกว่า SA-R ถึง 3.04 เท่า การศึกษาสมดุลการดูดซับสติกมาสเตอรอลบน SA-R และ SB-R โดยใช้สารละลายสมมติพบว่า การเพิ่มอุณหภูมิส่งผลให้ประสิทธิภาพการดูดซับและปริมาณการดูดซับที่สมดุลของ SA-R และ SB-R ลดลง ซึ่งค่าการเปลี่ยนแปลงเอนทัลปีของการดูดซับมีค่าเป็นลบแสดงให้เห็นว่าการดูดซับที่เกิดขึ้นเป็นกระบวนการคายความร้อน โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมในการดูดซับอยู่ที่ 298 K ในขณะ ที่การเพิ่มความเข้มข้นเริ่มต้นของสติกมาสเตอรอลในสาร ละลายส่งผลให้ปริมาณการดูดซับที่สมดุลของ SA-R และ SB-R เพิ่มขึ้น โดยที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของสติกมาสเตอรอลเท่ากับ 0.9 mg/g-solution เป็นสภาวะที่ SA-R และ SB-R มีประสิทธิภาพในการดูดซับดีที่สุดเท่ากับ 32 และ 38 % ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ภายใต้โครง การปริญญาเอกกาญจนาภิเษก (คปก.) รุ่นที่ 15/2555 และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

เอกสารอ้างอิง

[1] T. Verleyen, R. Verhe, L. Garcia, K. Dewettinck, A. Huyghebaert, and W.D. Greyt, “Gas chromatographic characterization of vegetable oil deodorization distillate,” *Journal of Chromatography A*, vol. 921, no. 2, pp. 277–285, 2001.

[2] S. F. Wang, T. Furuno, and Z. Cheng, “Study of extraction of phytosterol from masson pine pine raw tall oil,” *Journal of Wood Science*, vol. 48, no. 6, pp. 505-511, 2002.

[3] P. Fernandes and J.M.S. Cabral, “Phytosterols: Applications and recovery methods,” *Bioresource Technology*, vol. 98, no. 12, pp.2335–2350, 2007.

[4] R. A. Moreau, B. D. Whitaker, and K. B. Hicks, “Phytosterols, phytostanols, and their conjugates in foods: structural diversity, quantitative analysis, and health-promoting uses,” *Progress in Lipid Research*, vol. 41, no. 6, pp. 457-500, 2002.

[5] S. Khatoon, R.G. Raja Rajan, and A.G. Gopala Krishna, “Physicochemical characteristics and composition of Indian soybean oil deodorizer distillate and the recovery of phytosterols,” *Journal of the American Oil Chemists’ Society*, vol. 87, no. 3, pp. 321-326, 2010.

[6] E.A. Moreira and M.A. Baltanás, “Recovery of phytosterols from sunflower oil deodorizer distillates,” *Journal of the American Oil Chemists’ Society*, vol. 81, no. 2, pp. 161-167, 2004.

[7] G. Wollmann, J. Schwarzer, and B. Gutsche, “Processes for producing sterols from fatty acid production residues,” U.S. Patent 6956125 B2, Oct. 18, 2005.

[8] T.J. Barder, “Purification of sterols with activated carbon as adsorbent and chlorobenzene as desorbent,” U.S. Patent 4882065, Nov. 21, 1989.

[9] T.J. Barder, W.B. Bedwell, and S.P. Johnson, “Separation of sterols from low-acid feeds with magnesium silicate and methyl-tert-butyl ether desorbent,” U.S. Patent 4977243, Dec. 11, 1990.

[10] C.J. Chang, Y.F. Chang, H.Z. Lee, J.Q. Lin, and P.W.Yang, “Supercritical carbon dioxide extraction of high–value substances from soybean oil deodorizer distillate,” *Industrial & Engineering Chemistry Research*, vol. 39, no. 12, pp. 4521-4525, 2000.

[11] N. Barka, S. Qourzal, A. Assabbane, A. Nounah, and Y. Ait-Ichou, “Removal of reactive yellow 84 from aqueous solutions by adsorption onto hydroxyapatite,” *Journal of Saudi Chemical Society*, vol. 15, no. 3, pp. 263-267, 2011.

The application of good governance theory for the power development fund management in Thailand

Pongpoj Putarungsi (Phd.)
Graduate School of Environmental Development Adminstration
National Institute of Development Administration
Bangkok, Thailand
pongpojputarungsi@gmail.com

Abstract

This study has purpose to evaluate the operation and management of power development fund in Thailand and propose good governance theory for operation and management of power development fund management in Thailand. This research collected information and data from interviews with key informants such as executives from Energy Regulatory Commission (ERC), Power Development Fund Committee, managers of power development fund in designated area, employees of power development fund in category A and B, sub-district headmen, village headmen and residents who live around the power plant. The observation of the existing of community projects also used to apply. This study will use good governance theory to apply for the operation and management of power development fund. With Good governance theory, it will help power development fund to achieve more efficiency and effectiveness on the operation and management of power development fund in Thailand and might solve problems that power development fund recently faced on the operation and management of power development fund in Thailand.

Keywords—Good Governance Theory, Power Development Fund, The Operation and Management (*key words****)***

I. INTRODUCTION

The "Power Development Fund (the Fund)" has been set up under the Office of the Energy Regulatory Commission (OERC) pursuant to the Energy Industry Act, B.E. 2550 (2007), with the following objectives: to be used as a capital to enhance extensive electrification to various localities, to decentralize the development to provincial areas; to develop or rehabilitate localities affected by power plant operation; to promote the use of renewable energy and technologies for electricity industry operation that have minimal impact on the environment, with due consideration on the balance of natural resources; and to create fairness for power consumers,(Office of the Energy Regulatory Commission.(2016)).

Since 2007, Power Development Fund have provided numerous benefits toward the stakeholders and residents who live around the power plant in each area. For example; the treatment and remedy are provided for residents who have been affected by the operation of power plant, job creation, increased income for community, promotion of renewable energy and technologies, and extension of electrification project to various localities, however recently the operation and management of power development fund in Thailand has faced with some problems. For example, the budget allocation for power development fund in each category is not appropriate because residents near the power plant do not get any benefit from the fund. The participation of the residents and stakeholders to examine and scrutinize the operation of community projects in designated area has also become a significant problem. Some community projects do not provide remedy or treatment to the residents and stakeholders affected by the operation of power plant. From those problems, it lead to evaluate the operation and management of power development fund in Thailand. The good governance theory will use to be a tool to apply for operation and management of power development fund. After the evaluation and analysis of the results, it will come out with management model for operating and managing power development fund.

II. LITERATURE REVIEW

This study focuses on the good governance theory to evaluate the operation and management of power development fund in Thailand. Recently, there has been research related to performance evaluation of power development fund in a specific location. For example; the study of the management of general and environmental projects by applying good governance of power development fund at Huay Pong district, Rayong province (Manida W. & Wisakha P. (2016)), the lesson from management of the power development fund, a case study of Plaukdaeng district area (Rayong province) (Supassorn K. (2013)). Some studies only focus on the performance of power development fund in a specific perspective but they do not focus on all perspectives which cover the management and performance of power development fund. Some studies focus on the operation and management of power development fund in the specific location. For example, the developing achievement of Nam Phong Power Plant Energy Tax Fund, Khon Kaen province (Narong T., 2011), the people participation in clean energy fund activities for community development surrounding Kaeng Khoi Power Plant (Sahas A., 2013), Social Responsibility Communication of the Electricity Generating Authority of Thailand – North Bangkok Power Plant (Pawinsuda A.,2012) This research study does not focus on performance evaluation of power development fund in specific location but on power development fund in category A and B and also in different locations around Thailand.

III. METHODS

This study used three different data collection methods following the concept of triangulation of qualitative data

XXX-X-XXXX-XXXX-X/XX/$XX.00 ©20XX IEEE

resources which included: 1) Secondary data, for example, books, journals, articles, theses, reports, and other documents 2) Interviews with key informants, for example, executives from Energy Regulatory Commission (ERC), the managers of power development fund in category A and B, the employees who work for power development fund in category A and B, the sub-district headmen and village headmen in communities, the residents in communities living in the areas that have received impacts and problems from power plant and receive benefits from the operation and management of power development fund, as well as propose community projects, and get approval or refusal by the power development fund and 3) Observation of the existing community projects around the power development fund in designated area. This study also uses content analysis employed for the qualitative analysis in this study that includes: 1) read all information carefully 2) evaluation all the terms; code the word that best describes each piece of information 3) group the terms; coded terms and form a hierarchy 4) look for relationship between the concepts 5) give the concept's structure and 6) discusses the model. The total key informants for this researches were 102 key informants. The location of power development fund covered power development fund in category A and B by the types of fuel mostly used for electricity generation in power plants in Thailand and the power plants operated by Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT) in six provinces around Thailand; Lampang, Nonthaburi, Phra Nakorn Sri Ayutthaya,Chachoengsao, Khon Kaen, and Ratchaburi.

IV. RESULT

From qualitative method, it came out with the result under secondary data, in depth interviews with key informants and observation on community projects that existed in each areas. The content analysis used to apply in this study. The result found that

From interview with Energy Regulatory Commission (ERC), it found that until now the power development fund in category A and B still operate and manage under objective of power development fund. The residents in each area participate in the operation and management of power development fund by participate in public forum that power development fund organized for vote and propose community projects. However the community projects that residents propose for community projects are not various and not outstanding.

The criteria in making decision to approve the community projects, in the past the Energy Regulatory Commission (ERC) gave authority to a community development committee to approve community projects. But most community projects were small, therefore, the Energy Regulatory Commission (ERC) deployed a policy to determine proportion of large community projects and small community projects in 70%:30%. The reasons why the Energy Regulatory Commission (ERC) determined the proportion of big and small community projects because they wanted residents at designated area to propose community projects which create sustainability to the community throughout the community project.

Energy Regulatory Commission ERC has assessed and evaluated the performance of power development fund by examining all power development fund category A and random sampling in some category B. Moreover, the ERC has launched a public relation campaign, "Power Development Fund Awards" to disseminate the performance of Power Development Funds in designated areas. Importantly, this activity would help develop and improve the operation and management of local Power Development Funds to be more efficient, having a good managerial system with good governance, transparency, accountability, as well as sustainability.

From interview with the managers of power development fund in category A and B, it found that before the residents propose community project, power development fund in category A and B providing information on doing or making community project. Before organizing public forum, power development fund has encouraged and supported a survey on the needs of local residents. The power development fund supported the participation of residents in attending public forum to propose and vote for community projects.

However, the manager of power development fund in category A and B mention on the cooperation and co-ordination problem between government sector and public sector which lead to the problem on formulating community projects. The manager of power development fund in category A and B mention that some community projects proposed by residents and stakeholders were less efficient and less in quality which could not help develop community to the maximum. Moreover, there were problems relating to abilities of local people to use the budget to formulate community projects, leading to failure and less efficiency. The community projects proposed by the residents did not have diversity. Some community projects were operated by some groups of people so there was transparency problem because to propose the community project, all residents and stakeholders must have the opportunity to propose community projects.

From interview with the employees of power development fund in category A and B, it found that Energy Regulatory Commission (ERC) supported knowledge and training. Moreover, the Energy Regulatory Commission (ERC) assigned internal audit to examine the performance of employees or staff of power development fund and also examined the operation and management of power development fund in each category by random sampling. From the interviews, it was found they have received the training and knowledge at least once or twice a year. Most trainings were about procurement and useful knowledge, for example, accounting and finance or new knowledge that could apply to work in the office. However, the employees of power development fund said that the trainings that power development fund provided for them were not enough and they suggested power development fund provide more trainings.

From interview also found that employee who work for power development fund didn't have efficiency and ability to work for power development fund because they did not know and did not understand the scope of work that they do. In some power development fund in category A and B faced problem on number of staff which were not enough compared with the amount of work. The welfare also became problem for staff who work for power development fund because the welfare of staff of power development was different from the welfare of the officers at Office of Energy

Regulation Commission (ERC). Therefore, it led to less motivate to work for the employees toward their responsible duties.

The employees of power development fund said that regulation that Energy Regulation Commission (ERC) deployed to power development fund should be adjusted because the regulation was not applicable. The existing of community projects did not make any development and improvement to areas around the operation of power plant.

From interview with sub-district headmen and village headmen who live around the operation of power plant and live around the operation of power development fund in designated area said that they had the opportunity to write the document to propose community project and also to teach residents on how to write and propose the community project. The power development fund had plan and budget to assign persons with knowledge on how to write and propose community project, and to teach and inform about how to write and propose community project.

The sub-district headmen and village headmen had the opportunity to examine and scrutinize the budget that the Energy Regulatory Commission (ERC) and the power development fund in designated area allocated to the community and the use of budget for formulating community projects in the area by attending the meeting organized by power development fund.

However, the sub-district headmen and village headmen said that most community projects established around the power development fund in designated areas were not continuous projects so they were not long-term projects.

The sub-district headmen and village headmen who live in designated area mentioned that in some areas, there were problems of transparency and corruption situation in the operation and management of power development fund. The sub-district headmen suggested that the power development fund in some designated areas should be re-organized.

From interview with resident in communities living in the areas that have received impacts and problems from power plant and receive benefits from the operation and management of power development fund, it was found that they had the opportunity to participate in the power development fund through public forum. The residents were informed about the organization of public forum through voice announcement. Before residents attended public forum, the sub-district headmen in areas organize the pre-meeting with the residents to discuss the problems that they faced in the area, the problems that needed to be solved and what they wanted to improve in their community.

The residents had the opportunity to learn how to write and propose community projects from the employee of power development fund who taught how to write and propose community projects when public forum was organized. Sometimes, the sub-district headmen and village headmen also became persons to teach residents on how to write and propose community projects.

However, from interview it also found problems on the opportunity to examine and scrutinize the community project formulated in the area. The residents did not have opportunity to examine or investigate the process for establishing community projects that they had proposed. From interviews with residents in communities, they did not know about the existence of community project. In some areas, it was found that they perceive the existence of community projects. However, for some residents who were not interested in proposing community projects, they did not know about the existence of community projects.

From the observation among six designated areas, it was found that community projects were existed in areas and the sign board were set up to inform residents about the existence of community projects.

V. Discussion

(UNESCAP, 2009) explains that the concept of "governance" is not new. It is as old as human civilization. Simply put, "governance" means the process of decision-making and the process by which decisions are implemented (or not implemented). Governance can be used in several contexts such as corporate governance, international governance, national governance, and local governance.

Defining the principles of good governance is difficult and controversial. The United Nations Development Program (UNDP, 1997) enunciates a set of principles that, with slight variations, appear in much of the literature. There is strong evidence that these UNDP – based principles have a claim to universal recognition. In grouping them under five broad themes, we recognize that these principles often overlap or are conflicting at some point, that they play out in practice according to the actual social context, that applying such principles is complex, and that they are not only about the results of power but how well it is exercised.

Good Governance theory be able to apply in the operation and management of power development fund. The power development fund should provide participation for all stakeholders on the operation and management of power development fund. The power development fund should operate and manage under rule of law and make transparency which provide opportunity for all stakeholders to examine and scrutinize on operation and management of power development fund. The power development fund should response to all stakeholders needs under proposing for community projects which create sustainable development in communities area. The power development fund should provide opportunity for residents to vote for community projects that they want to formulate in communities area. The budget allocation for formulate community project that power development fund allocated to residents should be fairly. The community projects should be efficient and effectiveness which help to develop communities area. The power development fund should have accountability on operation and management of power development fund. With the accountability of the operation and management of power development fund, all stakeholders would be able to perceive and receive accurate information on the operation and management of power development fund.

VI. Conclusion and Recommendation

This study use good governance theory to evaluate the performance on the operation and management of power development fund. With good governance theory, it will come out with concept which help to improve and develop the operation and management of power development fund.

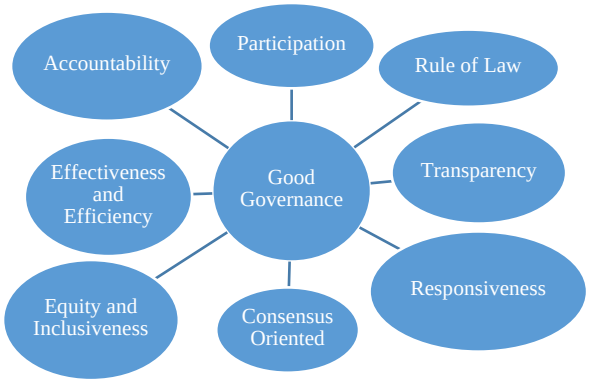


Figure 1: Good Governance

Participation; the power development fund should support the participation of all stakeholders; for example sub-district headmen, village headmen and residents who live around the power plant toward the operation of power development fund through public forums to propose and vote for community projects. The power development fund should provide opportunity for all stakeholders to participate in the meeting which organize for teaching how to write and propose for community projects. The power development fund should provide the opportunity for all stakeholders to receive information about the operation and management of power development fund. All stakeholders should have opportunity to examine and scrutinize on the performance of power development fund.

Rule of Law; the power development fund should operate and manage under the rule of law and follow the regulation that Energy Regulatory Commission (ERC) deploy to all of power development fund in each category. However, from the interviews with employees of power development fund, it was found that they would like the Energy Regulatory Commission (ERC) to refocus on regulations and policy that have assigned to all power development fund in each category because some regulation and policy are not applicable and not suitable for some types of power development fund. The Energy Regulatory Commission (ERC) should come to monitor the operation and management of power development fund and should assign the regulation and policy suitable to the power development fund in each area. It is better than assigning one regulation and policy which apply to all power development fund to follow.

Transparency; the power development fund should have accountability and transparency in the operation and management which provided benefit to all stakeholders. With the accountability and transparency of the operation and management of power development fund, all stakeholders would be able to perceive and receive accurate information on the operation and management of power development fund. The power development fund should provide information for residents or stakeholders to scrutinize and examine the transparency and accountability of power development fund through source of the information that power development fund can provide.

Responsiveness; the power development fund should operate and manage by response to all of stakeholders. Moreover, it not only provided benefit to stakeholders but power development fund could also build relationship between power development fund in designated area and stakeholders affected by the operation of power plant. By response to all stakeholder, it will help to improve on the operation and management of power development fund

Consensus oriented; the power development fund should motivate residents to participate in public forum to vote and propose community projects and provide opportunity to write and propose community projects. By voting, residents will have chance to decide and chose on what kind of community projects that they want to have in their areas. The residents are group of people who know about what are need to improve and develop for their communities, therefore power development fund should provide opportunity for resident to vote and propose for community projects.

Equity and inclusiveness; the residents also suggested that power development fund in area should solve distortion and inequality problem on receiving benefit from the formulation of community projects. The community projects formulated in the area should be concerned with good governance with transparency on doing community projects and let residents or stakeholders examine the operation of social community projects. They also need to have equality and inclusiveness and provide opportunity to stakeholders to participate in social community projects. In this perspective, the power development fund should equally and fairly allocate budget for residents to propose community projects. The power development fund in designated area should motivate residents to propose communities projects. The budget should be fairly and equally allocated to residents in communities.

Effectiveness and efficiency; on the management process of power development fund, it should focus on good governance theory on the effectiveness and efficiency of power development fund. The effectiveness and efficiency will deliver benefits and make residents or stakeholders satisfied with the operation and management of power development fund in designated area. The power development fund should set up and identify the scope of work to assign for each employee that helps the employees improve the effectiveness and efficiency of work.

Accountability; the power development fund should have accountability in the operation and management which provided benefit to all stakeholders. With the accountability of the operation and management of power development fund, all stakeholders would be able to perceive and receive accurate information on the operation and management of power development fund. Moreover, not only power development fund in designated area operated and managed with accountability but power development fund should also provide the opportunity to all stakeholders to examine and scrutinize the operation and management of power development fund. With accountability of the operation and management of power development fund, it would help create trust to all stakeholders in the operation and management of power development fund.

With applying good governance theory, it will help to improve on operation and management of power development fund and will make power development fund to have efficiency and effectiveness on operation and management. By apply good governance theory, it can create sustainability management for power development fund in Thailand.

VII. Acknowledgment

First of all, I would like to express my heartfelt gratitude and appreciation to my advisor, Professor Dr. Wisakha Phoochinda, who has always provided me with best advice, support, and encouragement throughout the research period. I would also like to express my sincere gratitude to National Institute of Development Administration (NIDA) for providing me with a scholarship and opportunity to study at NIDA.

References

Manida W. & Wisakha P. (2016). Management of General and Environmental Projects by Applying Good Governance of the Power development fund at Huay Pong sub district, Rayong province'

Narong T. (2011). The Developing Achievement for Nam Phong Power Plant Energy Tax Fund, Khon Kaen Province. STOU National Research Conference 2011, 461-468

Office of the Energy Regulatory Commission. (2016). Fact sheet: Power development fund. Bangkok, Thailand

Pawinsuda A. (2012). Social Responsibility Communication of the Electricity Generating Authority of Thailand – North Bangkok Power Plant, Thammasat University

Sahas A. (2013). People's Participation in Clean Energy Fund Activities for Community Development Surrounding Kaeng Khoi Power Plant II, UTK Journal, 7(2).

Supassorn K. (2013) 'Lesson from Management of the Power Development Fund, A case study of Pluakdaeng District area (Rayong)'. National Institute of Development Administration.

UNDP. (1997). Governance for sustainable human development - A UNDP policy document. *United Nations Development Programme*, 1–64. https://doi.org/9211260612, 9789211260618

UNESCAP. (2009). What is Good Governance ? United Nations Economic and Social Comission for Asia and the Pacific, 1–3. https://doi.org/10.1016/B978-012397720-5.50034-7

การตรวจจับฮาร์มอนิกด้วยวิธีทฤษฎีกำลังรีแอกทีฟขณะหนึ่ง สำหรับระบบรางไฟฟ้ากระแสสลับแบบเฟสร่วม

Harmonic Detection using Instantaneous Reactive Power Theory for Co-Phase AC Electric Railway Systems

1st ธวิน อุดมกิจปัญญา
Twin Udomkitpanya
กลุ่มวิจัยอิเล็กทรอนิกส์กำลัง พลังงาน เครื่องจักรกล และการควบคุม
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
Power electronics, Energy, Machines,
and Control Research Group
Suranaree University of Technology
Nakhon Ratchasima, Thailand
Twin.ukp@gmail.com

2nd ทศพร ณรงค์ฤทธิ์
Tosaporn Narongrit
กลุ่มวิจัยอิเล็กทรอนิกส์กำลัง พลังงาน เครื่องจักรกล และการควบคุม
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
Power electronics, Energy, Machines,
and Control Research Group
Suranaree University of Technology
Nakhon Ratchasima, Thailand
tosaporn@sut.ac.th

***บทคัดย่อ* — บทความนี้นำเสนอการตรวจจับฮาร์มอนิกด้วยวิธีทฤษฎีกำลังรีแอกทีฟขณะหนึ่ง (วิธี PQ) สำหรับระบบรางไฟฟ้ากระแสสลับแบบเฟสร่วม วิธี PQ นี้ใช้คำนวณหาค่ากระแสอ้างอิงให้กับวงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบขนานสำหรับฉีดกระแสชดเชยกำจัดฮาร์มอนิกในระบบรางไฟฟ้ากระแสสลับแบบเฟสร่วม การทดสอบสมรรถนะการตรวจจับฮาร์มอนิกของวิธี PQ กำหนดใช้โหลดปริมาณกระแสฮาร์มอนิกที่เกิดขึ้นจริงในระบบรางไฟฟ้า การควบคุมการฉีดกระแสชดเชยของวงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบขนานได้ใช้ตัวควบคุมพีไอ (PI controller) ผลการทดสอบโดยใช้วิธีการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม MATLAB/Simulink พบว่ากระแสอ้างอิงที่ได้จากการตรวจจับฮาร์มอนิกด้วยวิธี PQ มีความถูกต้อง ส่งผลให้วงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบขนานสามารถกำจัดกระแสฮาร์มอนิกในระบบรางไฟฟ้ากระแสสลับแบบเฟสร่วมได้อย่างมีประสิทธิผล โดยค่า %THD ของกระแสที่แหล่งจ่ายภายหลังการชดเชยมีค่าลดลงและอยู่ในกรอบมาตราฐาน IEEEStd.519-2014**

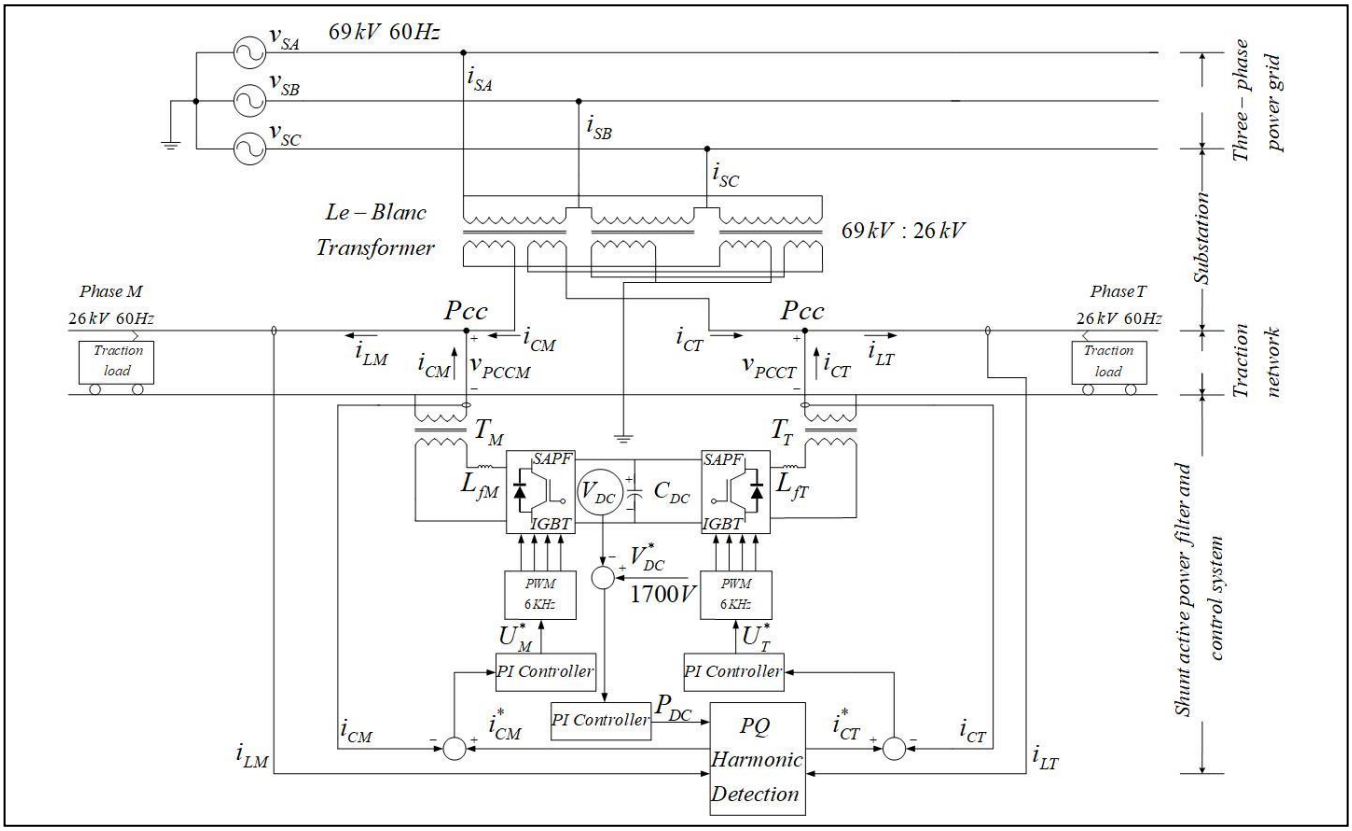
คำสำคัญ* — *การตรวจจับฮาร์มอนิก,วิธีทฤษฎีกำลังรีแอกทีฟขณะหนึ่ง, การกำจัดฮาร์มอนิก,วงจรกรองกำลังแอกทีฟ,การปรับปรุงคุณภาพกำลังไฟฟ้า

***ABSTRACT* — This paper presents the harmonic detection using Instantaneous reactive power theory (PQ method) for co-phase AC electric railway systems. The PQ method is applied to calculate the reference current of the shunt active power filter for injecting the compensating current in co-phase electric railway systems. The performance testing of the PQ method use the actual harmonic current load in the railway system. The PI controllers are used to control the compensated current injection of the shunt active power filter. The simulation result by using MATLAB / Simulink program confirm that the reference current obtained from the PQ method is accurate calculation. The shunt active power filter can effectively eliminate harmonic currents in the co-phase electric railway system. in addition, the total harmonic distortion (%THD) after compensation of the source currents in electric railway system are satisfied under the IEEE Std 519-2014.**

Keywords* — *harmonic detection, instantaneous reactive power theory, harmonic elimination, active power filter, power quality improvement

I. บทนำ

ปัจจุบันมีการใช้งานระบบรางไฟฟ้าอย่างแพร่หลายไม่ว่าจะเป็นประเภทความเร็วปานกลางและประเภทความเร็วสูง โดยนิยมใช้ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าแบบเฟสร่วม (co-phase power supply system) [1] ซึ่งเป็นระบบไฟฟ้ากระแสสลับชนิดสัมผัสเหนือศรีษะ (overhead contact) ระบบนี้มีข้อดีในการช่วยบรรเทาการเกิดปัญหาความไม่สมดุลของกระแสไฟฟ้าสามเฟสที่กริดของระบบส่งจ่ายได้ [2] โหลดรถไฟฟ้าของระบบรางไฟฟ้าประกอบไปด้วย วงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้า ชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ อุปกรณ์แสงสว่างและเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น ซึ่งโหลดดังกล่าวมีพฤติกรรมการทำงานที่ไม่เป็นเชิงเส้นส่งผลให้เกิดฮาร์มอนิกขึ้นในระบบรางไฟฟ้าและก่อให้เกิดผลเสียต่างๆ ได้แก่ การเกิดสัญญาณรบกวนในระบบไฟฟ้ากำลัง การทำงานผิดพลาดของอุปกรณ์ป้องกันและ



รูปที่ I ระบบรางไฟฟ้าที่พิจารณาการกำจัดฮาร์มอนิกด้วยวงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบขนาน

รีเลย์อายุการใช้งานของตัวเก็บประจุสั้นลง เกิดกำลังสูญเสียและความร้อนขึ้นที่มอเตอร์ เกิดกำลังสูญเสียและความร้อนที่หม้อแปลงไฟฟ้า อุปกรณ์แสงสว่างมีอายุการใช้งานสั้นลง นอกจากนี้ยังส่งผลเสียถึงคุณภาพกำลังไฟฟ้าอีกด้วย [1] จากผลเสียดังกล่าวทำให้การแก้ไขกำจัดฮาร์มอนิกเป็นเรื่องสำคัญอย่างมาก ในปัจจุบันมีวิธีการกำจัดฮาร์มอนิกหลายวิธี เช่น การใช้วงจรกรองกำลังพาสซีฟ (passive power filter) [3] การใช้วงจรกรองกำลังแอกทีฟ (active power filter) [4] และ การใช้วงจรกรองกำลังไฮบริดจ์ (hybrid power filter) [5] โดยในบทความนี้เลือกใช้วงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบขนาน (Shunt Active Power Filter : SAPF) [6] เนื่องจากสามารถให้ประสิทธิผลในการกำจัดกระแสฮาร์มอนิกที่ดี มีความยืดหยุ่นในการทำงานเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ของระบบ และไม่ประสบปัญหาเรโซแนนซ์อีกด้วย ระบบกำจัดฮาร์มอนิกในระบบรางไฟฟ้ากระแสสลับแบบเฟสร่วมสามารถแสดงได้ดังรูปที่ I โดยแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ในส่วนแรกคือระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าของระบบรางที่ประกอบไปด้วย กริดส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าสามเฟส (three-phase power grid) สถานีส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับระบบรางไฟฟ้าแบบเฟสร่วม (substation) ที่ใช้หม้อแปลงชนิดเลอร์บลองค์ (Le-blance transformer) และระบบรางไฟฟ้าที่เชื่อมต่อกับโหลดรถไฟฟ้า ส่วนที่สองคือวงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบขนานและระบบควบคุม (shunt active power filter and control system) โดยโครงสร้างของวงจรกรองกำลังแอกทีฟ คือ วงจรอินเวอร์เตอร์หนึ่งเฟส 2 ชุดที่มีแหล่งสะสมพลังงานเป็นตัวเก็บประจุร่วมกัน และระบบควบคุมของวงจรกรองกำลังแอกทีฟที่ประกอบด้วย การตรวจจับฮาร์มอนิกสำหรับคำนวณหากระแสอ้างอิงในการชดเชยฮาร์มอนิกโดยในบทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้วิธีทฤษฎีกำลังรีแอกทีฟขณะหนึ่ง (Instantaneous Reactive Power Theory : PQ) [7] ซึ่งสามารถดูรายละเอียดได้จากหัวข้อที่ II และสำหรับการควบคุมกระแสชดเชยและค่าแรงดันบัสไฟตรง ในบทความนี้ได้เลือกใช้ตัวควบคุมพีไอ (PI controller) [8] เนื่องจากมีสมรรถนะการควบคุมที่ดีเพียงพอ และอาศัยการออกแบบที่เรียบง่ายไม่ซับซ้อน

สำหรับการนำเสนอของบทความนี้ ประกอบด้วยในหัวข้อที่ II จะนำเสนอ ขั้นตอนการคำนวณตรวจจับกระแสฮาร์มอนิกด้วยวิธี PQ สำหรับระบบรางไฟฟ้าแบบเฟสร่วม หัวข้อที่ III จะอธิบายการออกแบบตัวควบคุมพีไอสำหรับใช้ควบคุมการฉีดกระแสชดเชยของวงจรกรองกำลังแอกทีฟ และในหัวข้อที่ IV จะนำเสนอผลการจำลองสถานการณ์การกำจัดฮาร์มอนิก และในหัวข้อที่ V จะเป็นการสรุปผลของบทความ

II. การตรวจจับฮาร์มอนิกด้วยวิธีทฤษฎีกำลังรีแอกทีฟขณะหนึ่งสำหรับระบบรางไฟฟ้ากระแสสลับแบบเฟสร่วม

การตรวจจับกระแสฮาร์มอนิกอ้างอิงด้วยวิธีทฤษฎีกำลังรีแอกทีฟขณะหนึ่ง หรือวิธี PQ สำหรับระบบรางไฟฟ้าแบบเฟสร่วมมีขั้นตอนในการคำนวณหากระแสอ้างอิงทั้งหมด 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำการกำหนดแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย $\left(v_{SM}, v_{ST}\right)$ และกระแสโหลด $\left(i_{LM}, i_{LT}\right)$ จากเฟส M และเฟส T ของระบบรางเป็นปริมาณ

แรงดันไฟฟ้าบนแกน $\alpha\beta$ $\left(v_{S\alpha}, v_{S\beta}\right)$ และกระแสไฟฟ้าบนแกน $\alpha\beta$ $\left(i_{L\alpha}, i_{L\beta}\right)$ ดังสมการที่ (1) และ (2) ตามลำดับ

$$\begin{bmatrix} v_{S\alpha} \\ v_{S\beta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{SM} \\ v_{ST} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} i_{L\alpha} \\ i_{L\beta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} i_{LM} \\ i_{LT} \end{bmatrix} \quad (2)$$

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณค่ากำลังแอกทีฟขณะหนึ่งที่โหลด (p_L) และกำลังรีแอกทีฟขณะหนึ่งที่โหลด (q_L) โดยใช้ค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าบนแกน $\alpha\beta$ ดังสมการที่ (3)

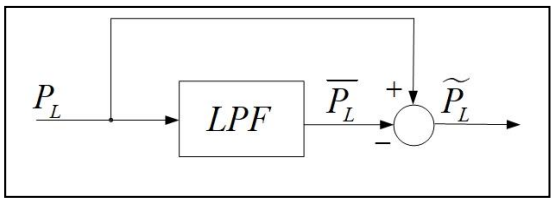
$$\begin{bmatrix} p_L \\ q_L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{SM} & v_{ST} \\ -v_{ST} & v_{SM} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} i_{LM} \\ i_{LT} \end{bmatrix} \quad (3)$$

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณค่ากำลังไฟฟ้าสำหรับการชดเชย $(\tilde{p}_C)$ ด้วยสมการที่ (4) และกระแสชดเชยบนแกน $\alpha\beta$ $(i_{C\alpha}, i_{C\beta})$ โดยใช้สมการที่ (5)

$$\tilde{p}_C = \tilde{p}_L - p_{DC} \quad (4)$$

$$\begin{bmatrix} i_{CM} \\ i_{CT} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{SM} & v_{ST} \\ -v_{ST} & v_{SM} \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} \tilde{p}_C \\ q_L \end{bmatrix} \quad (5)$$

โดยที่ $\tilde{p}_L$ คือ องค์ประกอบฮาร์มอนิกของกำลังแอกทีฟที่แยกออกจาก p_L โดยใช้วงจรกรองแบบผ่านต่ำ (Low Pass Filter : LPF) ดังแสดงในรูปที่ II และ p_{DC} คือ ค่ากำลังไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งเป็นเอาต์พุตของตัวควบคุมแรงดันบัสไฟตรง

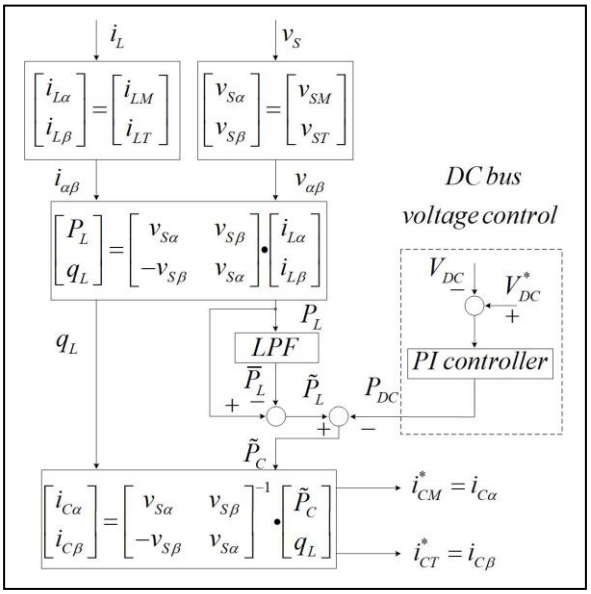


รูปที่ II การใช้วงจรกรองแบบผ่านต่ำเพื่อแยก $\tilde{p}_L$ ออกจาก p_L

ขั้นตอนที่ 4 กำหนดให้กระแสอ้างอิงของเฟส M $\left(i_{CM}^{*}\right)$ มีค่าเท่ากับ $i_{C\alpha}$ และกระแสอ้างอิงของเฟส T $\left(i_{CT}^{*}\right)$ มีค่าเท่ากับ $i_{C\beta}$ ดังสมการที่ (6) ซึ่งกระแสดังกล่าวจะถูกใช้เป็นกระแสอ้างอิงสำหรับวงจรกรองกำลังแอกทีฟเพื่อฉีดชดเชยฮาร์มอนิกให้กับระบบรางไฟฟ้ากระแสสลับแบบเฟสร่วมต่อไป

$$\begin{bmatrix} i_{CM}^{*} \\ i_{CT}^{*} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} i_{C\alpha} \\ i_{C\beta} \end{bmatrix} \quad (6)$$

จากขั้นตอนทั้งหมดในข้างต้นสามารถสรุปเป็นแผนภาพการคำนวณหากระแสอ้างอิงด้วยวิธี PQ ได้ดังรูปที่ III

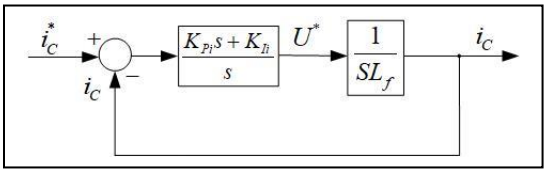


รูปที่ III แผนภาพการตรวจจับฮาร์มอนิกด้วยวิธี PQ

III. การออกแบบระบบควบคุมของวงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบขนาน

III.I. การควบคุมกระแสชดเชยด้วยตัวควบคุมพีไอ

ระบบควบคุมกระแสชดเชย (i_C) ดังปรากฏในรูปที่ I มีบล็อกไดอะแกรมสำหรับใช้ในการออกแบบแสดงดังรูปที่ IV โดยตัวควบคุมพีไอมีอินพุต คือ ผลต่างของกระแสชดเชยอ้างอิง $\left(i_C^{*}\right)$ และกระแสชดเชย $\left(i_C\right)$ และเอาต์พุตคือแรงดันอ้างอิง $\left(U^{*}\right)$ เพื่อส่งต่อไปยังพลานต์ (plant) ของตัวเหนี่ยวนำของวงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบขนานเพื่อจำลองการฉีดกระแส i_C ดังรูปที่ 4 จากบล็อกไดอะแกรมดังกล่าวสามารถหาฟังก์ชันถ่ายโอนแบบวงปิด (Closed-loop transfer function) แสดงได้ดังสมการที่ (7)



รูปที่ IV บล็อกไดอะแกรมระบบควบคุมกระแสชดเชยด้วยตัวควบคุมพีไอ

การออกแบบค่า K_{Pi} และ K_{Ii} ของตัวควบคุมพีไอจะใช้วิธีการประมาณ [8] โดยการเปรียบเทียบฟังก์ชันถ่ายโอนของระบบควบคุมกับพจน์พหุนามลักษณะเฉพาะของฟังก์ชันถ่ายโอนอันดับสองมาตรฐานดังสมการที่ (8) จากการเปรียบเทียบทำให้สามารถหาค่า K_{Pi} และ K_{Ii} ได้จากสมการที่ (9) และ (10) ตามลำดับ

$$\frac{i_C}{i_C^*} = \frac{\left(\frac{K_{Pi}s + K_{Ii}}{L_f}\right)}{s^2 + \left(\frac{K_{Pi}}{L_f}\right)s + \frac{K_{Ii}}{L_f}} \tag{7}$$

$$G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta s\omega_n + \omega_n^2} \tag{8}$$

$$K_{Pi} = 2\zeta_i \omega_{ni} L_f \tag{9}$$

$$K_{Ii} = \omega_{ni}^2 L_f \tag{10}$$

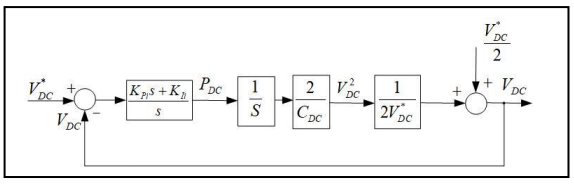
โดยที่ ζ_i คือ อัตราการหน่วง(damping ratio) ของการควบคุมกระแสชดเชย

ω_{ni} คือ ค่าความถี่ธรรมชาติ (natural frequency) ของการควบคุมกระแสชดเชย

จากสมการที่ (8) และ (9) กำหนดให้ ζ_i เท่ากับ 0.707 ω_{ni} เท่ากับ 2π x 3000 rad/s และค่า L_f เท่ากับ 0.12 mH จะสามารถคำนวณค่า K_{Pi} ได้เท่ากับ 4 และค่า K_{Ii} ได้เท่ากับ 53300

III.II. การควบบคุมแรงดันบัสไฟตรงด้วยตัวควบคุมพีไอ

ระบบควบคุมแรงดันบัสไฟตรง (V_{DC}) ดังปรากฏในรูปที่ I มีบล็อกไดอะแกรมสำหรับใช้ในการออกแบบแสดงได้ดังรูปที่ V โดยตัวควบคุมพีไอมีอินพุต คือ ผลต่างระหว่างค่าแรงดันอ้างอิง (V_{DC}^*) และแรงดันบัสไฟตรง (V_{DC}) ส่วนเอาต์พุต คือ ค่ากำลังไฟฟ้าที่ตัวเก็บประจุ C_{DC} (P_{DC}) เพื่อส่งต่อไปยังพลานต์ (plant) ของตัวเก็บประจุ C_{DC} ของวงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบขนานเพื่อจำลองค่าแรงดัน V_{DC} จากบล็อกไดอะแกรมดังกล่าวสามารถหาฟังก์ชันถ่ายโอนแบบวงปิดได้ดังสมการที่ (11)



รูปที่ V บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมแรงดันบัสไฟตรง

สำหรับการออกแบบค่า K_{Pv} และ K_{Iv} ของตัวควบคุมพีไอจะใช้วิธีการประมาณเช่นกัน [8] โดยผลการเปรียบเทียบฟังก์ชันถ่ายโอนของระบบควบคุมกับพจน์พหุนามลักษณะเฉพาะของฟังก์ชันถ่ายโอนอันดับสองมาตรฐานดังสมการที่ (8) จะทำให้ได้สมการสำหรับออกแบบค่า K_{Pv} และ K_{Iv} ได้ดังสมการที่ (12) และ (13) ตามลำดับ

$$\frac{V_{DC}}{V_{DC}^*} = \frac{1}{2}\frac{s^2 + \frac{2K_{Pv}s}{C_{DC}V_{DC}^*} + \frac{2K_{Iv}}{C_{DC}V_{DC}^*}}{s^2 + \frac{K_{Pv}s}{C_{DC}V_{DC}^*} + \frac{K_{Iv}}{C_{DC}V_{DC}^*}} \tag{11}$$

$$K_{Pv} = 2\zeta_v \omega_{nv} C_{DC} V_{DC}^* \tag{12}$$

$$K_{Iv} = \omega_{nv}^2 C_{DC} V_{DC}^* \tag{13}$$

โดยที่ ζ_v คือ อัตราการหน่วง(damping ratio) ของการควบคุมแรงดัน

ω_{nv} คือ ค่าความถี่ธรรมชาติ (natural frequency) ของการควบคุมแรงดันบัสไฟตรงโดยจะมีค่าเท่ากับ $\frac{4}{T_s\zeta}$ เมื่อพิจารณาให้ค่าผิดพลาดในสถานะคง (e_{ss}) ตัวมีต่าเท่ากับ $\pm$ 2% และ T_s คือ ช่วงเวลาเข้าที่ (settling time)

จากสมการที่ (12) และ (13) กำหนดให้ ζ_v เท่ากับ 0.707 ค่า C_{DC} เท่ากับ 80 mF ค่า V_{DC}^* เท่ากับ 1700 V และ T_s ค่าเท่ากับ 0.05 s จะสามารถคำนวณหาค่า K_{Pv} ได้เท่ากับ 21760 และค่า K_{Iv} ได้เท่ากับ 1741325.88

IV. ผลการจำลองสถานการณ์

จากระบบรางไฟฟ้าที่พิจารณาในรูปที่ I ร่วมกับค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมพีไอที่ได้ออกแบบไว้ในหัวข้อที่ III สามารถแสดงผลการจำลองสถานการณ์ได้ดังรูปที่ VI ถึง VIII โดยการจำลองสถานการณ์ดังกล่าวจะพิจารณาโหลดของระบบรางไฟฟ้า (traction load) เป็นแหล่งจ่ายกระแสทางอุดมคติที่ประกอบไปด้วยองค์ประกอบมูลฐานและองค์ประกอบฮาร์มอนิกที่กำหนดตามข้อมูลอ้างอิงจากการตรวจวัดปริมาณฮาร์มอนิกเฉลี่ยของระบบรางไฟฟ้าในประเทศไต้หวัน [10]

จากผลจำลองสถานการณ์ระบบรางไฟฟ้าของเฟส M และ T ดังรูปที่ VI และ VII ในช่วงเวลาก่อนการชดเชยตั้งแต่ 0-0.06 วินาที จะสังเกตได้ว่ากระแสที่แหล่งจ่ายทั้งสองเฟส (i_{SM}, i_{ST}) มีลักษณะรูปสัญญาณผิดเพี้ยนไม่เป็นรูปไซน์เช่นเดียวกับกระแสโหลด (i_{LM}, i_{LT}) ทุกประการ โดยสามารถคำนวณค่า $\%THD_i$ ตามสมการที่ (14) ได้เท่ากับ 22.16% เท่ากันทั้งสองเฟส อย่างไรก็ตามในช่วงหลังการชดเชยตั้งแต่เวลา 0.06 วินาทีเป็นต้นไปเมื่อวงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบขนานร่วมกับตัวควบคุมพีไอที่ได้ออกแบบทำการฉีดกระแสชดเชย (i_{CM}, i_{CT}) ที่มีรูปสัญญาณคล้อยตามค่ากระแสอ้างอิง (i_{CM}^*, i_{CT}^*) ที่ได้จากการตรวจจับฮาร์มอนิกด้วยวิธี PQ จะเห็นได้ว่า i_{SM} และ i_{ST} มีลักษณะรูปสัญญาณกลับมาเป็นไซน์มากขึ้น

โดยสามารถคำนวณค่า $\%THD_i$ ได้เท่ากับ 3.357% และ 3.085% ตามลำดับเฟส

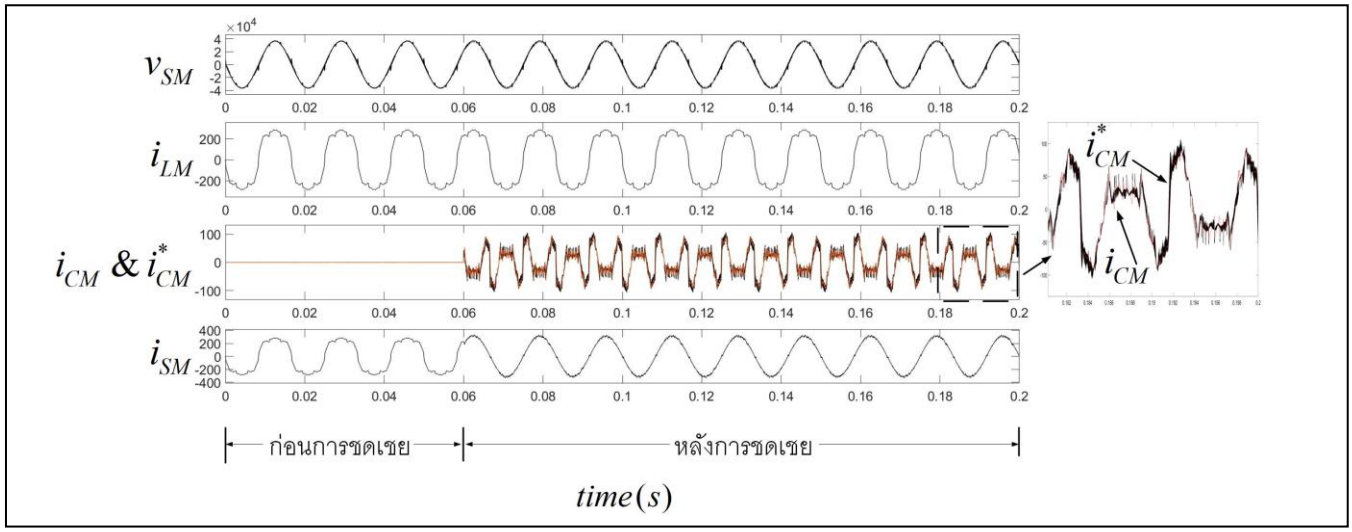
$$\%THD_i = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{50} I_n^2}}{I_1} \times 100\% \quad (14)$$

โดยที่ I_1 คือค่ากระแสที่ความถี่มูลฐาน 60 Hz

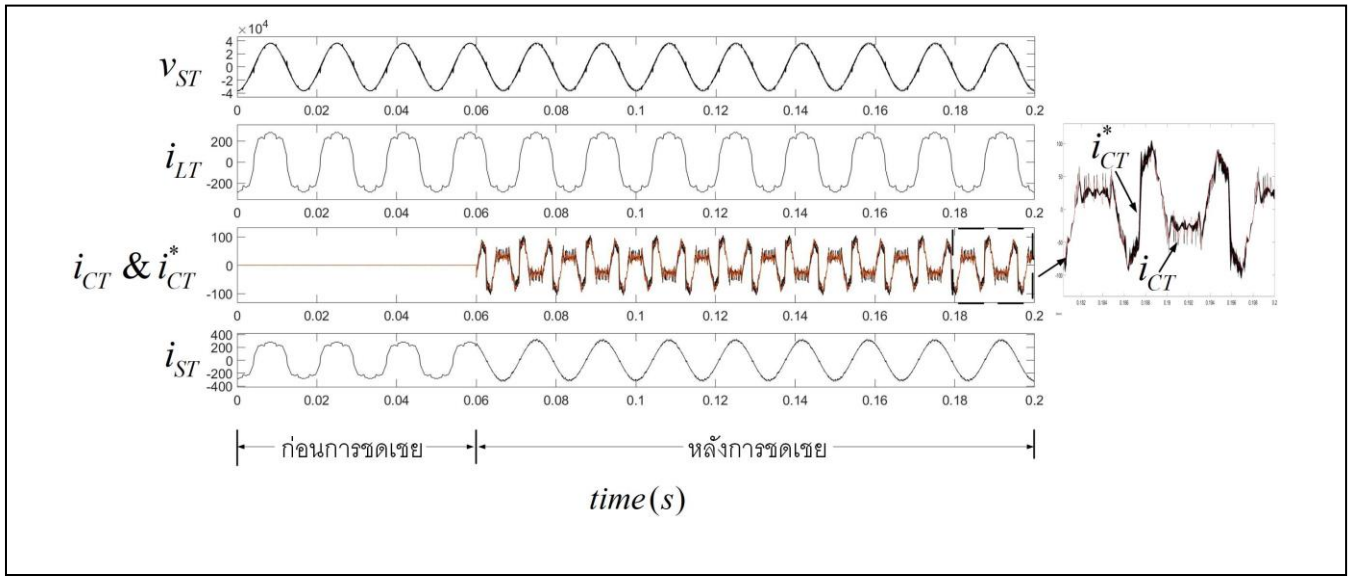
I_n คือค่ากระแสที่ความถี่ฮาร์มอนิกอันดับ 2 ถึง 50

นอกจากนี้ผลการควบคุมแรงดันบัสไฟตรง (V_{DC}) สามารถแสดงได้ดังรูปที่ VII ซึ่งจะเห็นได้ว่าตัวควบคุมพีไอที่ได้จากการออกแบบมีสมรรนะที่ดีในการควบคุมแรงดันบัสไฟตรงให้มีค่าเท่ากับ 1700 V ตามที่กำหนดไว้ โดยมีค่าการกระเพื่อมของแรงดันเท่ากับ 8.5 V ในสภาวะคงตัว

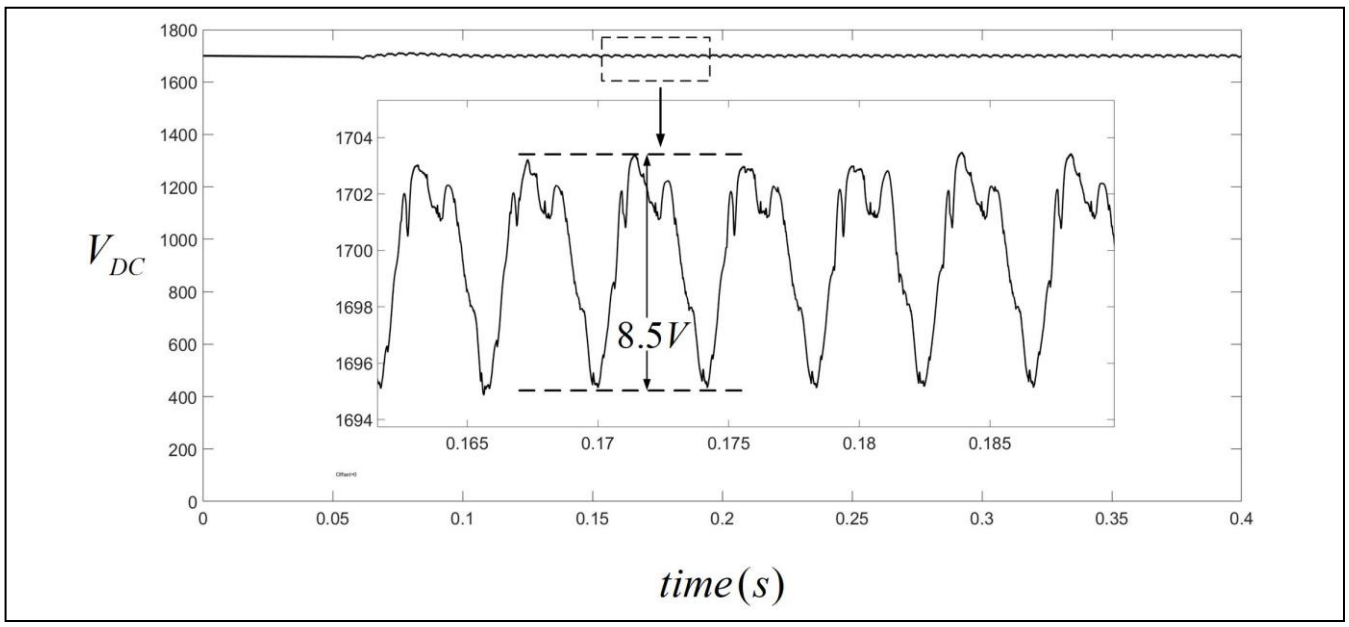
จากผลจำลองสถาณการณ์การกำจัดฮาร์มอนิกทั้งหมดในข้างต้น สามารถยืนยันได้ว่าการตรวจจับฮาร์มอนิกด้วยวิธี PQ สำหรับระบบรางไฟฟ้ากระแสสลับแบบเฟสร่วมสามารถคำนวณกระแสอ้างได้อย่างถูกต้อง และค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมพีไอที่ได้จากการออกแบบที่ได้นำเสนอมีความเหมาะสมกับระบบส่งผลให้วงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบขนานสามารถฉีดกระแสชดเชยกำจัดฮาร์มอนิกได้อย่างมีประสิทธิผลที่ดี โดยค่า $\%THD_i$ ของกระแสที่แหล่งจ่ายภายหลังการชดเชยมีค่าลดลง



รูปที่ VI ผลการจำลองสถานการณ์กำจัดฮาร์มอนิกของเฟส M ในระบบรางไฟฟ้าที่พิจารณา



รูปที่ VII ผลการจำลองสถานการณ์กำจัดฮาร์มอนิกของเฟส T ในระบบรางไฟฟ้าที่พิจารณา



รูปที่ VIII ผลการควบคุมแรงดันบัสไฟตรงด้วยตัวควบคุมพีไอ

V. สรุป

บทความนนี้ได้นำเสนอการตรวจจับฮาร์มอนิกด้วยวิธีทฤษฎีกำลังรีแอกทีฟขณะหนึ่ง หรือวิธี PQ สำหรับระบบรางไฟฟ้ากระแสสลับแบบเฟสร่วม และรวมถึงนำเสนอการออกแบบตัวควบคุมพีไอสำหรับใช้ควบคุมกระแสชดเชยและแรงดันบัสไฟตรงของวงจรกรองกำลังแบบแอกทีฟแบบขนาน ผลการจำลองสถานการณ์ระบบกำจัดฮาร์มอนิกในระบบรางไฟฟ้าที่พิจารณาโดยใช้โปรแกรม MATLAB / Simulink พบว่า การตรวจจับฮาร์มอนิกด้วยวิธี PQ สามารถคำนวณตรวจจับฮาร์มอนิกได้อย่างถูกต้องส่งผลให้วงจรกรองกำลังแอกทีฟสามารถฉีดกระแสชดเชยกำจัดฮาร์มอนิกในระบบได้อย่างมีประสิทธิผล โดยค่า $\%THD_i$ ของกระแสที่แหล่งจ่ายภายหลังการชดเชยมีค่าอยู่ในกรอบมาตรฐานของ IEEE Std 519-2014

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกลุ่มวิจัย อิเล็กทรอนิกส์กำลัง พลังงาน เครื่องจักรกล และการควบคุม ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย รวมถึงขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ให้สถานที่และเครื่องมือต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] Shu Z, Xie S, Li Q. Single-Phase Back-To-Back Converter for Active Power Balancing, Reactive Power Compensation and Harmonic Filtering in Traction Power System. IEEE Transactions on Power Electronics. 2011; 26(2): 334–343.

[2] Luo A, Wu C, Shen J, Shuai Z, Ma F. Railway Static Power Conditioners for High-speed Train Traction Power Supply Systems Using Three-phase V/V Transformers. IEEE Transactions on Power Electronics. 2011; 26(10): 2844–2856

[3] Hu H, He Z, Gao S. Passive Filter Design for ChinaHigh-Speed Railway with Considering Harmonic Resonance and Characteristic Harmonics. *IEEE Transactions on Power Delivery*. 2015; 30(1): 505–514.

[4] Jou H-L, Wu J-C, Chu H-Y. New single-phase active power filter. IEE Proceedings – Electric Power Applications. 1994; 141(3): 129–134.

[5] Tan P-C, Loh PC, Holmes DG. A robust multilevel hybrid compensation system for 25-kV electrified railway applications. IEEE Transactions on Power Electronics. 2004; 19(4): 1043–1052

[6] Cirrincione M, Pucci M, Vitale G, Miraoui A. Current harmonic compensation by a singlephase shunt active power filter controlled by adaptive neural filtering. IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2009; 56(8): 3128–3143.

[7] ฐานันดร์ ตรงใจ, กองพล อารีรักษ์ และ ทศพร ณรงฤทธิ์, “การเปรียบเทียบวิธีทฤษฎีกำลังรีแอกทีฟ ขณะหนึ่งและวิธีกรอบอ้างอิงซิงโครนัสสำหรับการตรวจจับฮาร์มอนิกในระบบรางไฟฟ้ากระแสสลับหนึ่งเฟส,” การประชุมวิชาการทางวิศกรรมไฟฟ้า eecon ครั้งที่ 40, พัทยา, โรงแรม เดอะ ซายน์, 16 พ.ย. 2560, หน้า 218-221

[8] Rahmani S, Mendalek N, Al-Haddad K. Experimental Design of a Nonlinear Control Technique for Three-Phase Shunt Active Power Filter. IEEE Transactions on Industrial Electronics.2010; 57: 3364–3375.

[9] Huang S-R, Chen B-N. Harmonic study of the Le Blanc transformer for Taiwan railway’s electrification system. IEEE Transactions on Power Delivery. 2002; 17(2): 495–499.

Financial Feasibility Plan of Grid-tied Solar Power Generation System for Large scale Community Hospital

Winyoo Lerdkham
Energy Management Technology
School of Energy, Environment and Materials
King Mongkut's University of Technology Thonburi
Bangkok Thailand
winyool52@gmail.com

Sirichai Thepa
Energy Technology
School of Energy, Environment and Materials
King Mongkut's University of Technology Thonburi
Bangkok Thailand
sirichai.the@kmutt.com

Roongrojana Songprakorp
Energy Technology
School of Energy, Environment and Materials,
King Mongkut's University of Technology Thonburi
Bangkok Thailand
roongrojana.son@kmutt.com

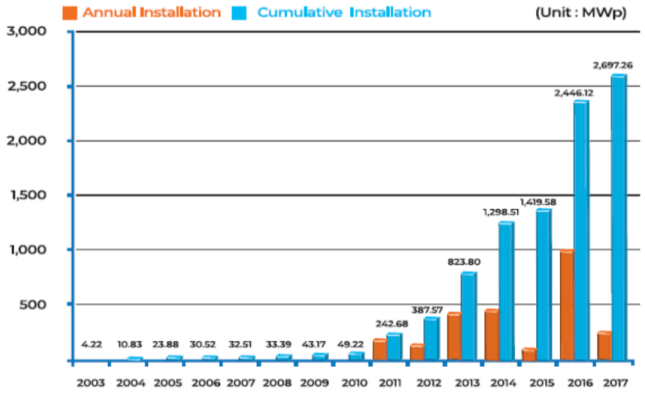
Abstract — Recently, the government policy has supported renewable energy by helping to expand and accelerate rooftop solar PV systems. However, the condition of installation depends on the policies, incentives, and financing for the investment. Government hospitals are units that consume high electrical energy. Ministry of Energy by Department of Alternative Energy Development and Efficiency (DEDE) came up with a campaign which is the self-consumption rooftop solar PV for government hospitals, by providing co-funded facility investment to support the 70:30 (70 percent supporting by Enconfund and 30 percent by hospital) called Matching Fund. Due to the limited budget for sizing of rooftop solar PV system installation for each hospital is not consistent with electrical consumption. This article provides a study of compositional patterns by installing 250kWp grid connected solar power generation for a large community hospital, the 350 bed-sized Public Health Department. This allows for analysis of electrical load behavior before and after installation. We can find out appropriate production size installation economic analysis and technical evaluation by using PVSYS software simulation and calculation based on IEC61724 standard to prevent loss and improve efficiency. Financial feasibility plan could lead to the creation of financing program and define the options for production size and for increasing sizing of rooftop solar PV system install to fit in with the needs and behavior of electricity for the next big community hospital or at any other place.

Keywords—Financial feasibility plan, self-consumption rooftop solar PV, Matching Fund, Government hospital

I. INTRODUCTION

There is growth of renewable energy source for electricity production in Thailand especially solar photovoltaic (solar PV) system. Continued promotion of government incentive programs for solar PV together with the declining price of PV systems such as PV Module, Inverter makes the PV technology more widespread and affordable. PV technology is recognized as technology and clean energy with no air and noise, thus helping to reduce the greenhouse gas emissions. It has low risk and can be installed as planned and it produces good power generation.

Rooftop solar PV system has been installed widely. Especially at government offices such as universities hospitals and in private factories that have lots of electricity consumption during the daytime. Installing solar PV system to generate electricity that can help to reduce electricity costs. At the end of 2017, the cumulative installation of PV system in Thailand reached 2,697.26MW. During 2011 to 2017 reflects the importance of continuously promoting government policy (Source: DEDE). Figure1 shows installation of grid-connected solar power generation system. The government has promoted the use of renewable energy in the part of install rooftop grid-connected solar power generation system through Enconfund to promote energy conservation.



Source: DEDE,EGAT,PEA,MEA and OERC.

Fig 1. PV system Install from 2011 to 2017 (Unit: MWp)

Ministry of Energy by Department of Alternative Energy Development and Efficiency (DEDE) supports investment in energy conservation and renewable energy with potential end user but lacks investment budget to provide loans for investment. There are several types of project execution patterns that can be summarized as follows in Figure 2.



Fig 2. Project execution patterns

- Energy block grant : Energy efficiency improvement and promote renewable energy project in government agencies
- Matching Fund : providing co-funded facility investment 70:30 to support by replacement new equipment such as LED , Air conditioning, High efficiency motor VFD, self-consumption rooftop solar PV for government hospitals.

- Energy saving ESCO Projects: The energy management company will enter into a system tp handle Engineering, Procurement and Construction (EPC), along with providing credit or loan sources to charge the service base on energy saving
- Bank financing provides credit to support projects developed for renewable energy such as K-Bank, Krungthai Bank and UOB
- Private PPA-Power Purchasing Agreement: Solar PV system installation in accordance with third party investments and to sell the electricity produced with a discount of 10-20% on the electricity bill for a period of 10-15 years. When the contract is complete, the system will be transferred to end user or the contract will be renewed as agreed. Third Party Company provide O&M services and system performance guarantee.
- IPS (Independent Power Supply): Customers are investors, and the company provides design, Installation and maintenance services for solar rooftop systems.
- Solar crowdfunding: New financing mechanism in which investment funds in solar PV system are raised from many individual investors through the internet platform. The borrower collects funds from the lender, which is sufficient amount request by the borrower, is paid back the loan with interest usually higher than deposit interest rate. Individual investors receive internet and are paid back in full over a specified number of years. The invested solar projects are commercial scale rooftop systems on the properties of customer, who pay for the electricity through solar PPAs or solar leases.

II. OBJECTIVE

It is a study financial feasibility plan of grid-tied solar power generation system for large scale community hospitals. An analysis of load profile consumption behavior before and after installation to find out appropriate capacity and cost effectiveness is done. Helps to create options for decision making on investment to increase the capacity of installation solar system in accordance with the demand for electricity.

III. TECHNICAL AND ECONOMIC EVALUATION METHODS

The technical and economic evaluation of grid-tied rooftop solar power generation system for large scale community hospital. This research will consider installed capacity 250kWp. Technical assessment by using PVSYS software simulation and calculation according to IEC61724 standard. As preventive the loss and optimization of the system. Single line diagram an example of implementation and system configuration shown in Figure 2.



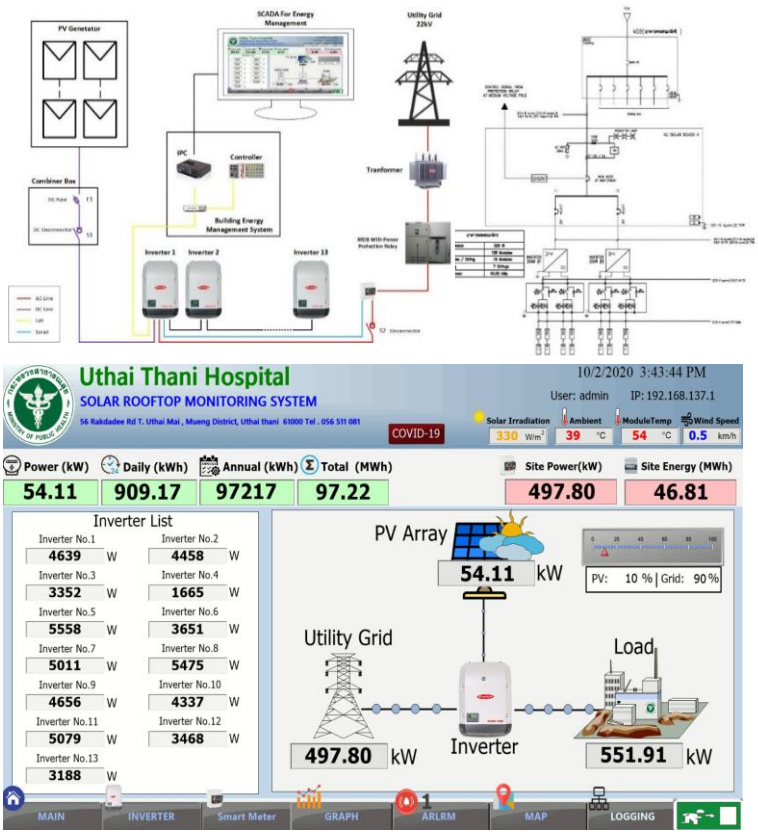


Fig 3. System configuration and Single Line Diagram

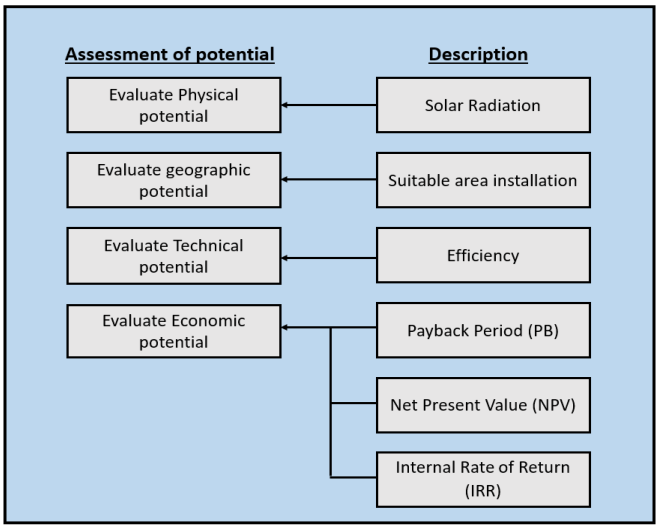


Fig 4. Technical and Economic Potential Evaluation

TABLE I. Economic Indicator Data

Information	Assumption	Reference
System cost	34 THB/Watt	E-Auction Document NOV 2019
O&M Cost	0.05 THB/Watt	Supplier Inquiry
Solar Panel Efficiency	16.60%(1-10Y) 14.94%(11-25Y) 10% Degradation	Solar Panel Technical Data sheet
System Perfomance	0.85 (85%)	IEA(2014)
Solar Panel Lifetime	25 Years	Project Life
Cost of Solar Panel	17 THB/Watt 40% cost of Project	E-Auction Document NOV 2019

Information	Assumption	Reference
Inverter Lifetime	14 Years (2 Set)	Products Warrantee
Cost of Inverter	6.5 THB/Watt 15% cost of Project	E-Auction Document NOV 2019
Balance of System (BOS)	Calculate the remaining of total System (45%)	E-Auction Document NOV 2019
TOU Rate Electricity Tariffs	At voltage level lower than 22KV	Schedule 3. Medium General Service
On-Peak+FT	4.3297 THB/kWh	PEA. NOV 2018
Off-Peak+FT	2.6369 THB/kWh	PEA. NOV 2018
Peak Demand	210 THB/kW	PEA. NOV 2018
Interest Rate	6%	Minimum Loan Rate (MLR) KBANK NOV2019

IV. RESULTS

The technical assessment of grid-tied rooftop solar power generation system for large scale community hospital installed capacity 250kWp. This research evaluated the technical parameters of system performance and used PVSYS software to simulate and calculate according to IEC61724 standard. This affects the performance to detect installation faults and loss of the system. It was found that the total annual energy output was 352.1 MWh. Performance ratio was 81.67%. Collection loss (PV-arrays losses) were 0.77kWh/kWp/day. System loss was 0.09 kWh/kWp/day. And produced useful energy (Inverter Output) was 3.86 kWh/kWp/day. The result of evaluation of technical performance using calculation equation through Building Energy Management (BEM) or SCADA software which serves to store data obtained from production in period of 1 day from October 1, 2020 at 6 AM to October 2, 2020 at 6.00AM. As show in figure.4 and Monitoring SCADA software showing in figure 7.

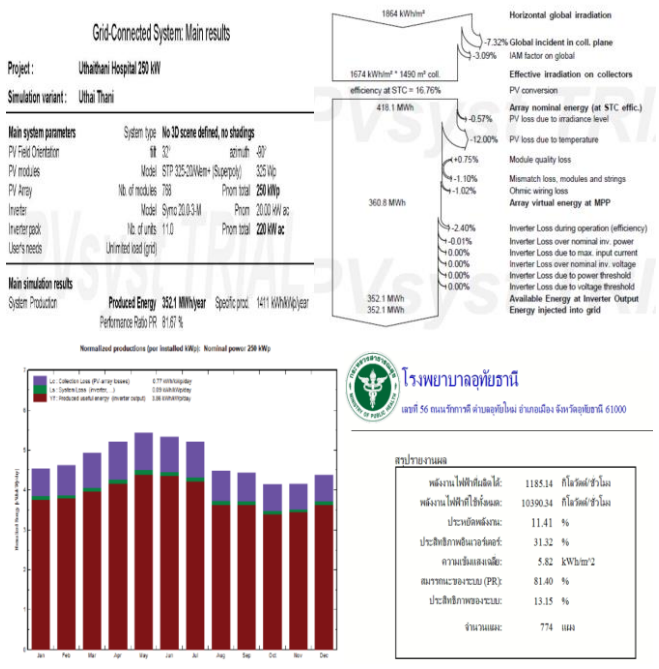


Fig 5. PVSYS Simulation 250kWp Production and SCADA Display calculation result.

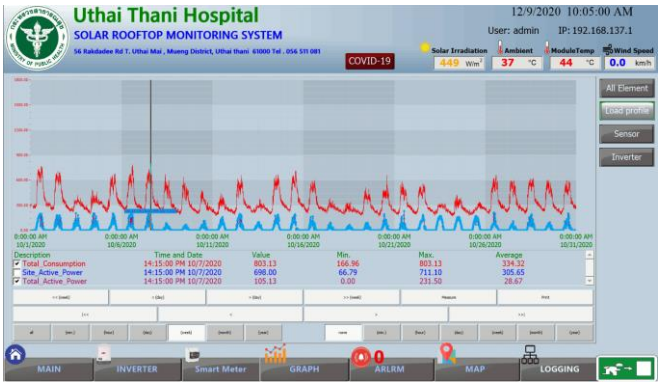


Fig 7.Montly comparison Power generation VS energy consume

The Power produced is 1185.14 kWh. Total power consumed is 10390.34 kWh, and savings energy are 11.41%, inverter efficiency is 31.32% at an average solar irradiation of 5.82 kWh/m^2 The system performance ratio is 81.40%, and total system efficiency 13.15%. If increase the system installation size to 800kWp and using PVSYS simulation, it was found that the system was able to generate electricity 1215 MWh/year with 80.77% performance ratio and 0.9 kWh/kWp/day Collection loss (PV-arrays losses), system loss was 0.09 kWh/kWp/day and produced useful energy (Inverter Output) was 4.15 kWh/kWp/day. Figure 6. Shows the comparison graph between the demands for electricity with system produced power indicating that it is possible to increase the production capacity to 800kWp to meet the electrical demand of the hospital.

In economic evolution for grid-tied rooftop solar power generation system for large scale community hospital installed capacity 250kWp and 800kWp. It is comparative assessment variables affecting the investment base on the same assumption the result of economic evolution display in table 2. Comparison between the 250kWp installed power generation system that is currently in use 800kWp that is offering install capacity that is a suitable power generation for the hospital consumption. The evolution result showed that the payback period for 250kWp was 6.8 years and 800kWp was 6.31 years with 18.380% internal rate return (IRR) and 15.08% IRR, NPV was 8.11 MTHB and 30.68MTHB for 250kWp and 800kWp.

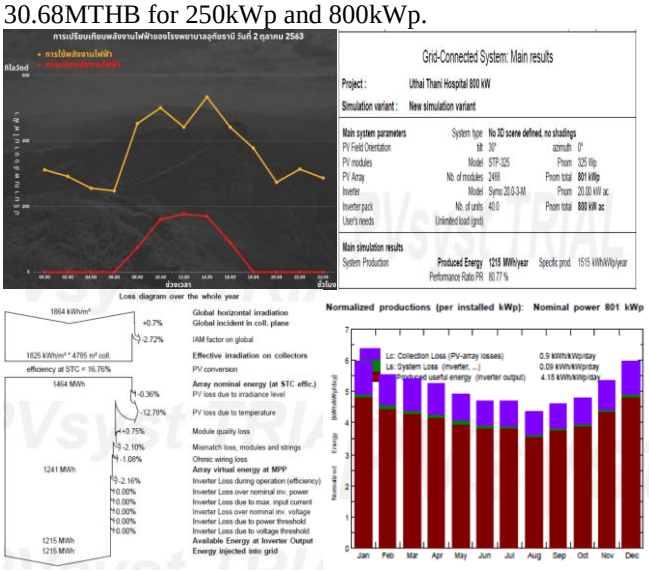


Fig 8.Comparison graph electricity demand VS power produces and PVSYS Simulation for 800kWp

V. FINANCIAL PLAN SELECTION

The current financial plan is widely used for today. financial plan is based on the power purchasing agreement (Private PPA) the company which is doing Engineering, Procurement and construction became investor, invests and sells the electricity that is produced from system with a discount 10-20% from electricity bill for a period 10-15 years upon completion of the contract the company will be transferred to end user or renew the contract as agrees. In the research consider discount rate 15%, 20%, 25% base on PEA Electrical tariff TOU on peak rate 4.3297THB/kW. It was found that in a period 10 years investors can transfer ownership to end user with the return on investment 33%, 26% and 18% showing in table 3.

TABLE II. Economic Evaluation result

PV System Cost			
No.	Lists	Cost (THB.)	
		250kWp	800kWp
1	PV Modules 325Wp Poly Crytalline	4,250,000.00	13,600,000.00
2	Cost of PV Structure	1,000,000.00	3,200,000.00
3	Cost of Grid connected Inverter	1,625,000.00	5,200,000.00
4	Building Management System(BMS SCADA)	375,000.00	1,200,000.00
5	Others	1,250,000.00	4,000,000.00
6	15% Factor F (Margin)	1,500,000.00	4,800,000.00
Total Investment Cost		10,000,000.00	32,000,000.00
Electric Energy Production (kWh/year)		352,100.00	1,215,000.00
Payback Period (PB)		6.8	6.31
Net Present Value (NPV :THB)		8,116,852.25	30,686,265.96
Finalcial internal rate of return (IRR)		13.80%	15.08%

VI.CONCLUSIONS

The evaluation of technical and economic of grid-tied rooftop solar power generation system for large scale community hospital installed capacity 250kWp and 800kWp tells us that capacity installation size 800kWp is suitable power generation for the hospital consumption at 1215 MWh/year. The system's Performance ratio is 80.77%, Collection loss (PV-arrays losses) 0.9 kWh/kWp/day, system loss is 0.09 kWh/kWp/day and produces useful energy (Inverter Output) is 4.15 kWh/kWp/day, payback period 6.31 years with IRR 15.08%, NPV is 30.68MTHB. The financial plan is based on the power purchasing agreement (Private PPA) by giving 20% discount from electricity bills based on PEA electrical tariff TOU on peak rate 4.3297THB/kW(3.463 THB/kW) in a period of 10 years. Invertor can transfer ownership of the system to end user and can provide a return on investment 26% it is business model offers incentives for buyer or entrepreneurs to decide to install the system and attractive for investment and the project providing a good return.

TABLE III. Distribution electricity bill discount over 10 year period

Private PPA- Business Model for 800kWp	Rate	1 Year	10 Years	ROI	%ROI
Total Investment Cost (THB)	32,000,000.00				
O&M Cost (THB)	0.05	40,000.00	400,000.00		
Electric Energy Production (kWh/year)	1,215,000.00				
15% Tariff Discount form 4.175 (TOU On Peak+FT)	3.54	4,301,100.00	43,011,000.00	10,611,000.00	33%
20% Tariff Discount form 4.175 (TOU On Peak+FT)	3.34	4,058,100.00	40,581,000.00	8,181,000.00	26%
25% Tariff Discount form 4.175 (TOU On Peak+FT)	3.13	3,802,950.00	38,029,500.00	5,629,500.00	18%

Acknowledgements

Research team would like to thanks School of Energy, Environment and Materials King Mongkut's University of Technology Thonburi , Uthitanee hospital and TDS technology (Thailand) Co.,Ltd provide information facility for our study.

References

[1] DEDE (Department of Alternative Energy Development and Energy Efficiency).2017.Thialand PVstatus report 2016-2017, http://pvgis.kmutt.ac.th/pvstatus2017/downloads/PV_status_report_2016-2017.pdf

[2] S.Tongsopit, S.Moungchareon,A.Aksornkij,T.Potisat (2016). Business models and financing options for a rapid scale-up of rooftop solar power systems in Thailand. Energy Policy 95 (447-457)

[3] C.Aksornchan, T.Sopitsuda,B.Athikom and M.Christoph, 2019, “Bill saving analysis of rooftop PV customer and policy implication for Thailand”, Renewable Energy, Vol. 131, pp. 422-432.

[4] Kumar,K.A.,Sundareswaran,K.,andVenkateswaran,P.R.,2014” Performance study on a grid connected 20 kWp solar photovoltaic installation in an industry in Tiruchirappalli (India)” Energy for Sustainable Development, Vol.23, pp.294-304

[5] Fina,B.,Auer,H.and Friedl,W.,2020,” Cost-optimal economic potential of shared rooftop PV in energy communities: Evidence from Austria”, Renewable Energy, Vol. 152, pp. 217-228.

[6] International Electrotechnical Commission,”Photovoltaic system perfomance monitoring Gidelines for measurement , data exchange and analysis IEC 61724” , IEC standard ,1998

[7] Zhang,S.,2016” Innovative business models and financing mechanisms for distributed solar PV(DSPV) deployment in China” Energy Policy , Vol. 95, pp. 458-467.

Track 3: Information and Communication Technology

Digital and Multimedia Technology, Computer Networks Performance, Networks and Cyber Security, Data Science and Analytics, Business Intelligence and Technology, Web Technology and Mobile Applications, Other related topics.

ประสิทธิภาพของระบบตรวจจับวัตถุเคลื่อนที่ กรณีศึกษา ฟาร์มนกแอ่นกินรัง

The efficiency of the motion detection system (edible-nest swiftlet farm)

1st ชวิศ ภูริพัฒน์
Shawiss Puripat
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น
Information Technology
Thai-Nichi institute of technology
Bangkok, Thailand
pu.shawiss_st@tni.ac.th

2nd อรรณพ หมั่นสกุล
Annop Monsakul
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น
Information Technology
Thai-Nichi institute of technology
Bangkok, Thailand
annop@tni.ac.th

3rd พิกุล เวชชานุเคราะห์
Pikul Vejjanugraha
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น
Information Technology
Thai-Nichi institute of technology
Bangkok, Thailand
pikul@tni.ac.th

4th รัตติกร วรากูลศิริพันธุ์
Ruttikorn Varakulsiripunth
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น
Information Technology
Thai-Nichi institute of technology
Bangkok, Thailand
ruttikorn@tni.ac.th

บทคัดย่อ **— การบริหารจัดการธุรกิจฟาร์มนกแอ่นกินรังให้ประสบความสำเร็จนั้น โดยปัจจัยที่นำมาพิจารณาที่สำคัญที่สุดคือจำนวนรังนกที่มีคุณภาพภายในฟาร์ม ซึ่งนกแอ่นกินรังถือว่าเป็นสัตว์ป่าที่ไม่สามารถเพาะเลี้ยงได้ตามธรรมชาติ จึงเป็นผลทำให้เกิดการพยายามคิดค้นหาเทคนิควิธีการต่าง ๆ เพื่อจำลองอาคารฟาร์มให้มีสภาพแวดล้อมภายในให้คล้ายถ้ำในธรรมชาติมากที่สุด พร้อมการใช้เสียงเรียกนกในการจับคู่เพื่อดึงดูดให้นกแอ่นกินรังเข้ามาทำรังวางไข่ โดยจำนวนของนกแอ่นกินรังที่บินเข้าออกภายในอาคารฟาร์มจึงเป็นผลลัพท์เบื้องต้นของการปรับสภาพแวดล้อมที่เหมาะกับการวางไข่ทำรัง ดังนั้น งานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการออกแบบระบบตรวจนับจำนวนนกแอ่นกินรังที่บินเข้าออกอาคารฟาร์มเพื่อสามารถนำไปวิเคราะห์การตรวจสอบนกที่แม่นยำ และปรับสภาพแวดล้อมภายในอาคารฟาร์มให้มีจำนวนนกแอ่นกินรังเข้ามาทำรังให้มากยิ่งขึ้น โดยทีมผู้วิจัยได้ออกแบบอุปกรณ์และพัฒนาโปรแกรมของระบบตรวจนับนกแอ่นกินรังนี้ ภายใต้อัลกอริทึม YOLO V.5 ที่สามารถตรวจนับจำนวนนกแอ่นกินรังที่บินเข้าออกของตัวอาคารฟาร์มได้อย่างแม่นยำและมีค่าความถูกต้องสูงถึง 92 เปอร์เซ็น**

คำสำคัญ **— อัลกอลิทึม, การตรวจจับวัตถุ, การนับจำนวนนก, นกแอ่นกินรัง**

ABSTRACT **—the most important factor is the number of quality bird nests within the farm. Nest-eating swallows are considered wild animals that cannot be cultured naturally. As a result, we are trying to figure out various techniques to simulate farm buildings with an interior environment that resembles caves in nature as much as possible. With the use of bird, ringtones in pairings to attract swallows to eat nests, lay eggs. The number of nest-eating swallows flying in and out of farm buildings is a preliminary effect of adjusting the ideal environment for nesting spawning. Therefore, if you this research has designed a system for counting the number of nest eating swallows flying in and out of farm buildings. In order to analyze the inspection of birds accurately and adjust the environment inside farm buildings to the number of nesting swallows. The researchers designed and developed a program of the nest-eating swallow counting system under the YOLO V.5 algorithm that accurately counts the number of nest-eating swallows flying in and out of farm buildings with an accuracy of up to 92 percent.**

Keywords **— Algorithms, object detection, bird counting, edible-nest swiftlet**

I. บทนำ

การทำฟาร์มเลี้ยงนกแอ่นกินรังมีวัตถุประสงค์ของการทำฟาร์มนกแอ่นกินรัง คือการพยายามปรับสภาพฟาร์มให้เหมาะสมกับการทำรังวางไข่แบบธรรมชาติของนกแอ่นกินรังตามธรรมชาติรวมทั้งการปรับอุณหภูมิความชื้น การไหลเวียนของอากาศและกลิ่น ป้องกันศัตรูผู้ล่าเช่น เหยี่ยว นกเขา เสียงเรียกนก และอื่นๆ โดยปกติการสร้างฟาร์มนกแอ่นจะใช้เวลาประมาณ 2-3 ปี ในประเทศไทยมีอยู่ 3 สายพันธุ์ รังนกที่มีมูลค่าคือรังของนกแอ่นกินรัง (Edible-Nest Swiftlet) โดยลักษณะการสร้างฟาร์มส่วนมากจะเป็นนกแอ่นกินรังชนิดรังขาว (Aerodramus fuciphagus) โดยภายในฟาร์มเลี้ยงนกจึงมีการสร้างเสียงนกแอ่นกินรังเพื่อดึงดูดนกแอ่นกินรังมาทำรังเป็นคู่เพื่อสร้างรังในฟาร์มและมีการเพิ่มปริมาณตามสภาพของฟาร์มต่อไป ดังนั้น สิ่งที่เกษตรกรอยากรู้เป็นอันดับต้นๆ ก็คือ ปริมาณจำนวนนกแอ่นกินรังที่สนใจเข้ามาทำรังภายในฟาร์มทั้งการบินเข้ามาสำรวจ การมาเกาะนอนชั่วคราว และการวางไข่ เพราะการที่รู้จำนวนนกจะทำให้รู้จำนวนผลผลิตที่ได้อย่างชัดเจนอย่างขึ้น โดยการทำฟาร์มในระยะยาวนั้น ถ้าจำนวนนกมีการเปลี่ยนแปลง ก็จะทำให้รู้ว่าสภาพแวดล้อมของฟาร์มมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นประเด็นน่าสนใจที่จะนำมาพัฒนาระบบตรวจจับนกแอ่นกินรังในระบบฟาร์ม แต่การนับจำนวนนกที่กำลังเคลื่อนที่ภายในห้องนั้นเป็นเรื่องที่ลำบากต่อการตรวจสอบความถูกต้องของจำนวนนก ผู้วิจัยจึงคิดว่า การนำระบบการประมวลผลภาพที่สามารถนำภาพมาวิเคราะห์เป็นข้อมูล จะช่วยพัฒนาการตรวจสอบจำนวนนกและการปรับปรุงสภาพแวดล้อมของฟาร์มต่อไปได้ เราสามารถนำวิธีการประมวลผลภาพ (Image Processing) นั้นได้มีการนำมาประยุกต์ใช้กับงานหลายประเภท ตัวอย่างเช่น ระบบตรวจวัดความเร็วของยานพาหนะ ระบบคัดกรองบุคคลเข้า-ออก เป็นต้น โดยผู้วิจัยได้ให้ความสนใจในเรื่องการนับจำนวนวัตถุเคลื่อนที่ผ่านการประมวลผลภาพ ซึ่งจะช่วยให้เราสามารถตรวจนับจำนวนได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำมากยิ่งขึ้น จึงอยากจะนำระบบนี้มาทดสอบโดย

การนำใช้กับฟาร์มนกแอ่นกินรัง ด้วยเหตุผลว่าลักษณะลำตัวของตัวนกแอ่นกินรังนั้นมีขนาดที่ค่อนข้างเล็ก โดยมีขนาดลำตัวยาวประมาณ 11.5 – 12.5 เซนติเมตร มีปีกยาว 113 -123.5 มิลลิเมตร ขนลำตัวมักมีสีน้ำตาลคล้ำด้านๆ จนถึงสีดำเป็นมัน และตัวนกแอ่นบินเร็วด้วย จึงยากต่อการมองและนับจำนวนด้วยตาเปล่า อีกทั้งอัตราการรอดของนกที่อาศัยตามบ้านนกหรือคอนโดนกมี 64.4 % ซึ่งมีโอกาสที่จำนวนตัวนกที่อาศัยอยู่มีปริมาณที่ไม่แน่นอน

II. นกแอ่นกินรัง

[1] นกแอ่นกินรัง (Edible-nest Swiftlet) เป็นนกกลุ่มหนึ่งสามารถให้ประโยชน์แก่มนุษย์ โดยมีขนาดตัวเล็กปีกเรียวโค้งเป็นคันธนู ท้ายของหางมน ขาและเท้ามีขนาดเล็ก มีเล็บโค้งงอ มีนิสัยหาแมลงกินในอากาศเป็นอาหาร โดยนกนางแอ่นนั้นมีหางหยักเป็นแฉกลึก ทำรังด้วยโคลนแล้วเสริมความแข็งแรงด้วยหญ้าติดอยู่ตามหน้าผา หรือสถานที่ก่อสร้างต่าง ๆ ในประเทศไทยจะพบนกแอ่นกินรังอยู่ 3 สายพันธุ์

- นกแอ่นกินรัง (Edible-Nest Swiftlet)
- นกแอ่นกินรังตะโพกขาว (White-Rumped Swift)
- นกแอ่นหางสี่เหลี่ยมหรือนกแอ่นรังดำ (Black-nest Swiftlet)

[2] นกแอ่นกินรัง เป็นกลุ่มนกที่มักทำกิจกรรมต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะบินอยู่ในอากาศในช่วงเวลากลางวัน ส่วนช่วงเวลากลางคืนจะบินกลับมาเกาะนอนอยู่เป็นกลุ่มในที่อยู่อาศัย ตามผนังถ้ำ หรือสิ่งก่อสร้างของมนุษย์ โดยกิจกรรมในรอบวันของนก ช่วงเช้านกบินออกจากแหล่งที่อยู่อาศัยไปหากิน พื้นที่หากินของนกกว้างครอบคลุมทั้งบริเวณพื้นที่แนวชายฝั่งทะเล พื้นที่ป่าไม้ หุบเขาตามเกาะกลางทะเล ป่าชายเลน พื้นที่เกษตรกรรม หรือพื้นที่เปิดโล่งต่าง ๆ อีกทั้งยังเป็นกลุ่มนกที่มีความสามารถในการบินที่มีประสิทธิภาพสูง การโบกปีกทั้ง 2 ข้างของนกเป็นจังหวะที่ไม่สอดคล้องกัน โดยนกสามารถโบกปีกข้างใดข้างหนึ่งให้เร็วกว่าอีกข้างหนึ่งได้ เนื่องจากขนหางของนกมีความยาวไม่มากเมื่อเทียบกับขนาดลำตัวของนก ทำให้ใช้ประโยชน์ในการบังคับทิศทางได้ไม่ดีนัก จึงต้องใช้การโบกปีกช่วยในการบังคับทิศทางการบินความเร็วในการบินของนกแอ่นกินรัง ประมาณ 20-30 ไมล์ต่อชั่วโมง

III. การตรวจจับวัตถุ

[3] การตรวจจับวัตถุ (Object Detection) เป็นการค้นหาวัตถุในรูปภาพ ซึ่งสามารถจำแนกและเจาะลึกลงไปได้อีกหลายแขนง เช่น การตรวจจับหน้าคน (Face Detection) ตรวจจับคนเดินถนน (Pedestrian Detection) อีกทั้งยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานได้อย่างหลากหลาย เช่น ใช้ในงานรักษาความปลอดภัย การนับจำนวนวัตถุ เป็นต้น

[4] การตรวจจับวัตถุ คือ การนำ AI ตรวจจับวัตถุ ในงานทางด้าน Computer Vision มาจำแนก และตรวจจับวัตถุที่อยู่ในรูป การตรวจจับมาร์กจุด มาร์กพื้นที่ โดยหลักการนี้ สามารถทำได้หลายวิธี การทำมาร์กพื้นที่ที่นิยมได้แก่ วาดกล่องรอบวัตถุ (Bounding Box) หรือ ถมสีให้ทุก Pixel ของวัตถุนั้น (เรียกว่า Segmentation) โดยผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการวาดกล่องรอบวัตถุซึ่งมีอัลกอริทึมที่ทำงานแตกต่างกันสำหรับการตรวจจับวัตถุ (Object Detection) โดยจะแบ่งออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ๆ

III.I อัลกอริทึมที่ใช้กับ Classification

มีการดำเนินการในสองขั้นตอน ขั้นแรกเลือกภูมิภาคที่สนใจในรูปภาพ ต่อมาก็จำแนกภูมิภาคเหล่านี้โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม การแก้ปัญหานี้อาจช้าเนื่องจากต้องเรียกใช้การคาดการณ์สำหรับทุกภูมิภาคที่เลือก ตัวอย่างของอัลกอริทึมประเภทนี้คือ Region-based convolutional neural network (RCNN)

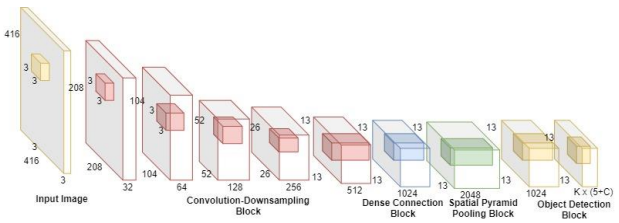
III.II อัลกอริทึมที่ใช้กับ Regression

แทนที่จะเลือกส่วนที่น่าสนใจของรูปภาพ ก็จะทำนายคลาสและขอบเขตสำหรับรูปภาพทั้งหมดในการรันอัลกอริทึมเดียว ตัวอย่างที่ดีที่สุดจากอัลกอริทึมกลุ่มนี้คือ YOLO และ SSD (Single Shot Multi-box Detector) มักใช้สำหรับการตรวจจับวัตถุแบบเรียลไทม์เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วอาจต้องแลกกับการลดความแม่นยำลงเล็กน้อยเพื่อการปรับปรุงให้ความเร็วเพิ่มขึ้น

IV. YOLOv5

YOLO (You Only Look Once) เป็นอัลกอริธึมการรู้จำวัตถุแบบเรียลไทม์ที่มีประสิทธิภาพ [5],[6] โดยจะกล่าวถึงแนวคิดของการตรวจจับวัตถุอัลกอริทึม โดยอธิบายว่า อัลกอริธึม YOLO เป็น Object Detection Model ตัวหนึ่งที่มีความโดดเด่นอย่างมากในด้านของความเร็ว ตลอดจนการปรับปรุงบางอย่างในขั้นตอนการคาดคะเนกรอบขอบเขตที่แตกต่างกันเพื่อแยกคุณสมบัติ และความโดดเด่นของ YOLO คือ สามารถตรวจจับแม้กระทั่งวัตถุที่มันซ้อนกันได้ด้วย โดยมีโครงสร้างที่ค่อนข้างซับซ้อนของ grid ในแต่ละชั้นที่เล็กลงเรื่อยๆในแต่ละ Layers ตามที่รูป 1

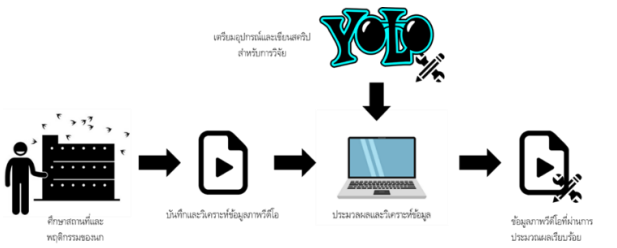
[10] สำหรับเหตุผลที่เลือก YOLOv5s มาใช้แทน YOLOv4 เพราะด้วยขนาดของโมเดลที่เล็กกว่ามาก มีความเร็วในการประมวณผลสูงกว่า แม้ว่าความแม่นยำอาจจะยังน้อยกว่ากันเล็กน้อย แต่การนำมาใช้งานนั้นง่ายกว่ามาก เหมาะกับงานที่ต้องการความเร็วในการทำงานและประมวณผลของระบบ



รูปที่ 1 โครงสร้างของ YOLO ที่เป็นแต่ละ Layers

V. ขั้นตอนการดำเนินงาน

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นความรู้สำหรับการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีประมวณผลภาพในครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้นำความรู้ที่ได้รับมาดำเนินงานตามรูปที่ 2 โดยมีขั้นตอนดังนี้



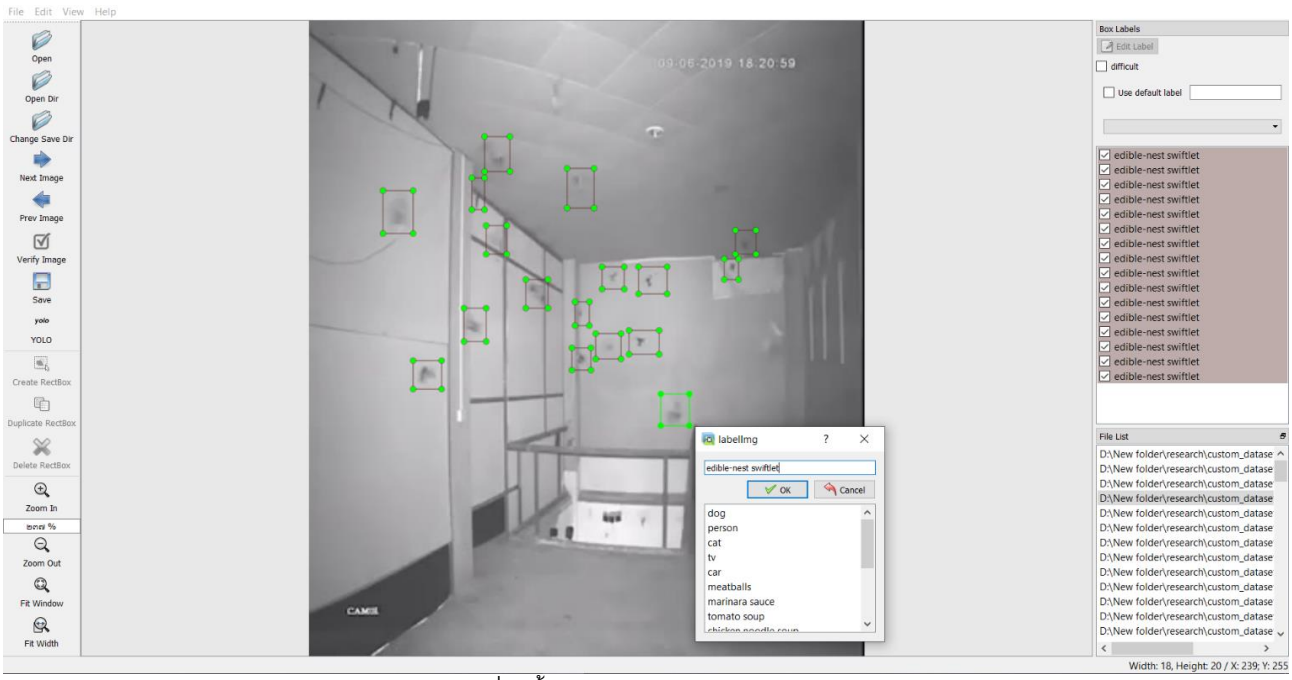
รูปที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

V.I การวิเคราะห์ข้อมูลปัญหาของงานวิจัย

ผู้วิจัยจะทำการศึกษาปัญหาของงานวิจัยเพื่อศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีประมวลผลภาพและฟาร์มนกแอ่นกินรัง โดยได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาของงานแล้ว จึงเลือกใช้เทคโนโลยีการตรวจจับวัตถุที่สามารถประมวณผลได้รวดเร็ว [10] เพื่อใช้ในการตรวจจับวัตถุเคลื่อนที่ในอากาศ

V.II การศึกษาข้อมูลและเทคโนโลยีที่นำมาใช้

จากบันทึกวีดีโอจะพบว่า จากพื้นที่ภายในห้องทิศทางการบินของนกแอ่นกินรังนั้นไม่มีความคงที่ ไม่เป็นเส้นตรงชัดเจน บางครั้งนกแอ่นกินรังก็บินไปเกาะตามผนังกำแพง เสา มุมมืดของห้อง ทำให้มีความลำบากในการนับจำนวนนกที่เข้าออกรัง ผู้วิจัยจึงคิดว่าควรที่จะนับจำนวนนกแอ่นกินรังที่บินอยู่ หรือเกาะตามผนังที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน โดยจะทำการนับจากจำนวนที่ตรวจจับได้ภายในบันทึกวีดีโอ จากนั้นจึงทำการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของเทคโนโลยีการตรวจจับวัตถุ และศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน เช่น ปัจจัยที่จะทำให้การนับจำนวนมีความผิดพลาดได้ ค่าตัวเลขที่ไม่ตรงตามความเป็นจริง เป็นต้น จากการเปรียบเทียบการใช้งานข้อมูล 2 ชนิดระหว่างภาพนิ่ง กับ บันทึกวีดีโอ แล้วจึงเลือกใช้ภาพวีดีโอเฟรมด้วยเหตุผลที่ว่า การนำภาพนิ่งมาใช้ในการสร้างแบบจำลองนั้นจะเหมาะกับการตรวจจับวัตถุในภาพนิ่งมากกว่าในขณะที่การนำบันทึกวีดีโอมาใช้ในการสร้างแบบจำลองนั้นเหมาะกับการตรวจจับวัตถุในบันทึกวีดีโอจากนั้นให้นำไฟล์รูปภาพที่ได้นำมาทำการ Image Labeling ตามรูปที่ 3 เพื่อใช้ในการตรวจจับสิ่งของหรือวัตถุ (Object) ที่อยู่ในรูปภาพซึ่งจำเป็นต่อการสร้างแบบจำลอง



รูปที่ 3 ขั้นตอนการทำ Image Labeling

V.III ออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง

หลังจากทำ Image Labeling แล้วจึงทำการออกแบบลำดับกระบวนการทำงานของระบบ เริ่มต้นผู้วิจัยได้ทำการแบ่งข้อมูลภาพที่ผ่านการทำ Image Labeling เป็นข้อมูล Training ,Validation และ Test โดยการใช้ข้อมูลรูปจำนวนทั้งหมด 1559 รูป ด้วยอัตราส่วนดังนี้

- Training Dataset = 75% ของ Dataset (1159 รูป)
- Validation Dataset = 35% ของ Training Dataset (400 รูป)
- Test Dataset = 25% ของ Dataset (400 รูป)

ในการสร้างแบบจำลองการตรวจจับวัตถุโดย Yolo v.5 เพื่อใช้ในการตรวจนับจำนวนของนกแอ่นกินรังในฟาร์มนั้น จะต้องทำการป้อนคำสั่งเพื่อสร้างค่า weights เริ่มต้นสำหรับการสร้างแบบจำลอง Yolo v.5 โดยจะมีการตั้งค่าข้อมูลที่จะนำมาสร้างแบบจำลอง ขนาดของโมเดล จำนวนรอบของการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง พื้นที่ใช้ประมวณผล ที่มีการป้อนคำสั่งตามรูปที่ 4

```
!python train.py --data
custom_dataset/custom_data.yaml --cfg
models/yolov5s.yaml --weights '' --epochs 10
```

รูปที่ 4 ตัวอย่างคำสั่งการสร้างค่า weights เริ่มต้นของแบบจำลอง

จากนั้นเมื่อได้ค่า weights เริ่มต้นแล้วจึงดูผลลัพธ์ที่ได้จากการสร้างค่า weights เริ่มต้นก่อน เพื่อกำหนดจำนวนพารามิเตอร์ที่จะใช้ครั้งต่อไปแล้วจึงทำการป้อนคำสั่งสร้างค่า weights ของแบบจำลองที่ใช้สำหรับการตรวจจับนกแอ่นกินรังในพื้นที่ที่ต้องการ และกำหนดจำนวนรอบของการ

เรียนรู้เพิ่มขึ้นให้เพียงพอ เพราะถ้าหากจำนวนรอบการเรียนรู้ครั้งนี้น้อยเกินไป ความแม่นยำและความถูกต้องอาจมีความคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งจะทำการป้อนคำสั่งสร้างค่า weights สำหรับการสร้างแบบจำลอง Yolo v.5 นี้ด้วยการเพิ่มพารามิเตอร์จากรูปที่ 5 โดยครั้งนี้จะใช้ค่า weights เริ่มต้นที่ได้มาก่อนหน้านี้โดยป้อนคำสั่งตามรูปที่ 6 ซึ่งมีเป็นแบบจำลองต้นแบบที่ใช้ตรวจจับวัตถุที่ได้ออกมา 2 ชุด ดังนี้

- ./weights/last.pt : แบบจำลองที่ได้ครั้งล่าสุด
- ./weights/best.pt : แบบจำลองที่ค่าการทำงานดีที่สุด

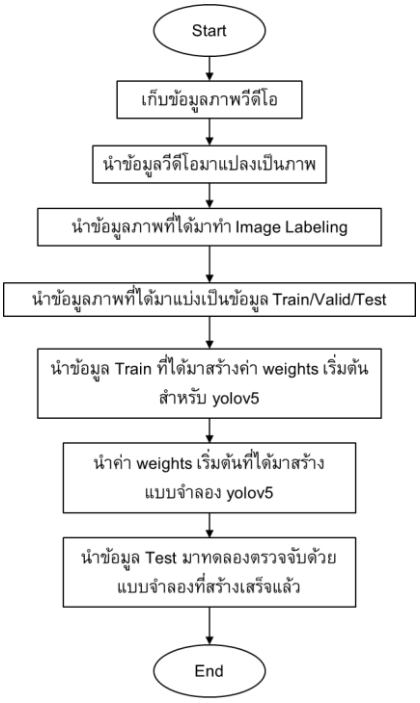
```
--img <> : ขนาดของ Image ขาเข้า(มีการปรับ Resolution ของ Image)
--batch <> : จำนวน Batch size
--epochs <> : จำนวน Epochs
--data <> : Path ที่ชี้ไปยังไฟล์ Data config
--cfg <> : Path ที่ชี้ไปยังไฟล์โครงสร้างโมเดลที่เลือกใช้
--weights <> : Path ที่ชี้ไปยังไฟล์ Pretrained model สำหรับทำ
Transfer learning
```

รูปที่ 5 ตัวอย่างรายละเอียดของแต่ละ Arguments ภายในคำสั่ง

```
!python train.py --data
custom_dataset/custom_data.yaml --cfg yolov5s.yaml
--weights runs/train/exp4/weights/best.pt --epochs
500
```

รูปที่ 6 ตัวอย่างคำสั่งการสร้างค่า weights โดยใช้ค่า weights เริ่มต้น

โดยในรูปที่ 7 แสดง Flowchart ขั้นตอนการทำงานของระบบ โดยจะอธิบายตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลภาพวีดีโอต่างๆจนถึงการนำข้อมูลมาทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ได้



รูปที่ 7 Flow Chart ขั้นตอนแสดงการทำงานของระบบ

ในทำการป้อนคำสั่งการตรวจจับและนับจำนวนนกแอ่นกินรัง โดยข้อมูลที่จะนำมาการตรวจจับและวิเคราะห์ด้วยการกำหนดพารามิเตอร์ตามรูปที่ 8 แล้วสั่งเริ่มการทำงาน

```
!python detect.py --source custom_dataset/test/images
--weights runs/train/exp4/weights/best.pt --conf 0.6
```

รูปที่ 8 ตัวอย่างคำสั่งการตรวจจับและนับจำนวนนกแอ่นกินรัง



รูปที่ 9 วิธีการคำนวณหาจำนวนนกเฉลี่ย

$$Avg = \frac{\sum_{n=1}^{a} X_n}{a} \quad (1)$$

จากรูปที่ 9 ผู้วิจัยพบว่า การนับจำนวนวัตถุที่ไม่สามารถระบุได้ชัดเจนและไม่มีความต่อเนื่องในการตรวจจับทำให้ไม่สามารถระบุจำนวนวัตถุที่ชัดเจนจึงนำวิธีการคำนวณหาค่าเฉลี่ยเข้ามาช่วยในสรุปจำนวนที่ได้การตรวจจับวัตถุตามสมการ (1) โดย

X = จำนวนวัตถุในแต่ละเฟรมวิดีโอ

n = ลำดับของเฟรมวิดีโอ

a = จำนวนเฟรมทั้งหมด

VI. ผลการดำเนินงาน

ในทำการทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของอัลกอลิทึม Yolo โดยได้ทำการเก็บผลการดำเนินงาน และนำข้อมูลที่ได้รับมาสรุป

ตารางที่ I ค่า Precision, Recall และ ค่าความถูกต้องของแบบจำลอง

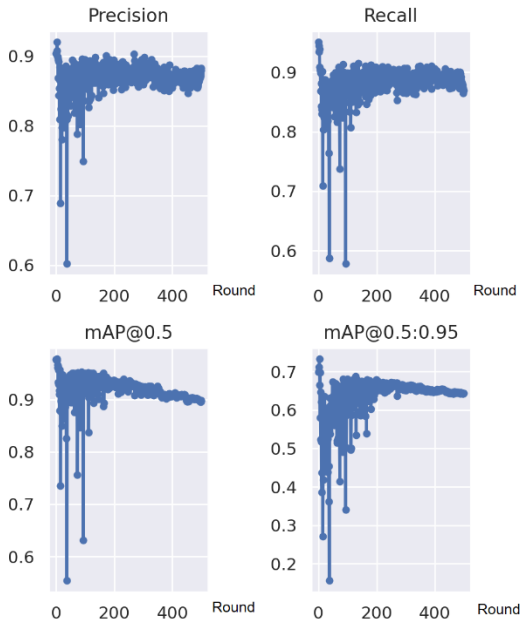
Object Class	Images	Precision	Recall	mAP@.5	mAP@ 5:.95:
edible-nest swiftlet	400	0.974	0.956	0.919	0.829

จากการนำข้อมูลภาพวิดีโอของฟาร์มนกแอ่นกินรังที่บันทึกได้มาทำการ labeling เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองสำหรับการตรวจจับวัตถุในภาพวิดีโอ โดยจะนำแบบจำลองที่ได้มาทำการวัดความแม่นยำในการตรวจจับวัตถุจากภาพวิดีโอขนาด 640*640 ด้วยเวลาไม่เกิน 13 วินาที ซึ่งภาพวีดีโอเฟรมจำนวน 400 รูป กับเป้าหมายในการตรวจจับ 3,563 จุด จึงได้ค่าความถูกต้องอยู่ที่ประมาณ 92 % และค่าอื่นๆ ดังตารางที่ 1



รูปที่ 10 ตัวอย่างวิดีโอที่ผ่านการตรวจจับและเพิ่มวิธีการนับจำนวน

จากข้อมูลภาพวิดีโอของฟาร์มนกแอ่นกินรังที่บันทึกได้นั้น มีองค์ประกอบที่แตกต่างกันมากเช่น สถานที่ มุมมองของกล้อง เวลา เป็นต้น ทำให้โมเดลที่ได้มีการใช้งานแตกต่างออกไปตามสถานที่และมุมมองของกล้อง ซึ่งถ้าหากนำแบบจำลองที่ผ่านการ Train มาใช้ในสถานที่ซึ่งองค์ประกอบไม่สอดคล้องกัน อาจทำให้ผลลัพธ์มีความคลาดเคลื่อนเป็นอย่างมากและไม่สามารถนำมาใช้งานได้จริง อีกทั้งการนำข้อมูลภาพวิดีโอมาใช้กับแบบจำลองดั้งเดิมที่ไม่ได้มีการปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาให้เหมาะกับการตรวจจับนกแอ่นกินรังนั้น จะไม่สามารถระบุประเภทของวัตถุและตรวจจับวัตถุได้ โดยดูจากการเปรียบเทียบระหว่างแบบจำลองดั้งเดิมกับแบบจำลองที่ผ่านการ Train ด้วยข้อมูลที่เหมาะสมและเพิ่มวิธีการนับจำนวนตามรูปที่ 10



รูปที่ 11 กราฟแสดงผลลัพธ์จากการสร้างแบบจำลอง

จากรูปที่ 11 ผลลัพธ์การวิจัยจากการทำการสร้างแบบจำลอง เพื่อนำมาทำการสร้างแบบจำลองสำหรับการตรวจจับวัตถุและนับจำนวนนกแอ่นกินรัง โดยผลการวิจัยพบว่า ค่าความถูกต้องเฉลี่ยสูงสุดที่ได้จะอยู่ที่ประมาณ 95% จากค่าความถูกต้องต่ำสุดประมาณ 20% และเพิ่มขึ้นตามจำนวนรอบการเรียนรู้สำหรับการสร้างแบบจำลอง โดยค่าความถูกต้องเฉลี่ยจะเริ่มคงที่อยู่ในช่วง 85-95% หลังจากผ่านการเรียนรู้ประมาณ 100 รอบ ซึ่งค่า Precision สูงสุดที่ได้จะอยู่ที่ประมาณ 97% และ ค่า Recall สูงสุดที่ได้จะอยู่ที่ประมาณ 96%

VII. สรุป

จากโครงการทำฟาร์มเลี้ยงนกแอ่นกินรังมีวัตถุประสงค์ของการทำฟาร์มนกแอ่นกินรัง คือการพยายามปรับสภาพฟาร์มให้เหมาะสมกับการทำรังวางไข่แบบธรรมชาติของนกแอ่นกินรังตามถิ่นธรรมชาติจำเป็นต้องศึกษาและเรียนรู้พฤติกรรมนกแอ่นกินรัง ช่วยให้ข้อมูลภาพวิดีโอของฟาร์มนกแอ่นกินรังที่บันทึกได้มีคุณภาพมากขึ้น นำข้อมูลภาพวิดีโอของฟาร์มนกแอ่นกินรังที่บันทึกได้มาทำการสร้างแบบจำลองแล้วนำมาประมวลผลว่าสามารถตรวจจับและนับจำนวนนกแอ่นกินรังได้เท่าไร เพราะถ้ารู้จำนวนนกก็รู้จำนวนผลผลิตที่ได้ โดยนำโมเดลที่ได้มาทำประเมินผลและวัดประสิทธิภาพแล้วได้ผลออกมาว่า ค่าความถูกต้องอยู่ที่ 92% ซึ่งองค์ประกอบที่แตกต่างกันเช่นสถานที่ มุมมองของกล้อง เวลา เป็นต้น มีผลต่อการนำข้อมูลวิเคราะห์เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลอง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากรองศาสตราจารย์ ดร.อรรณพ หมั่นสกุล อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง และขอขอบพระคุณอาจารย์เฉลิมชัย ภูริพัฒน์ ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ความร่วมมือในการให้ความรู้และคำปรึกษาเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการทำงานวิจัย ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Looi, Qi Hao and Omar, Abdul Rahman, “Swiftlets and edible bird's nest industry in Asia,” Pertanika Journal of Scholarly Research Reviews, 2 (1). pp. 32-48. ,2016

[2] C. C. Thorburn, “The edible nest swiftlet industry in Southeast Asia: Capitalism meets commensalism,” Human Ecology an Interdisciplinary Journal, 43(1), 2015, pp. 179-184.

[3] Zhong-Qiu Zhao, Peng Zheng, Shou-tao Xu, and Xindong Wu, “Object Detection with Deep Learning: A Review,” IEEE TRANSACTIONS ON NEURAL NETWORKS AND LEARNING SYSTEMS, pp(99). 1-21, Jan 2019, DOI: 10.1109/IPTA.2016.7821031

[4] Roeland T’Jampens, Francisco Hernandez, “Automatic detection, tracking and counting of birds in marine video content,” 2016 Sixth International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications (IPTA), Oulu, Finland, Dec. 2016

[5] J. Redmon and A. Farhadi, “Yolov3: An incremental improvement,” CoRR, vol. abs/1804.02767, 2018. [Online]. Available: http://arxiv.org/abs/1804.02767

[6] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick and A. Farhadi, “You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection,” 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Las Vegas, NV,2016, pp. 779-788, DOI: 10.1109/CVPR.2016.91

[7] J. Redmon and A. Farhadi, “Yolo9000: Better, faster, stronger,” 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), July 2017, pp. 6517–6525.

[8] T.-Y. Lin, M. Maire, S. Belongie, J. Hays, P. Perona, D. Ramanan, etal., “Microsoft COCO: Common Objects in Context,” 2014. [Online].Available: arXiv:1405.0312.

[9] D. Arya, H. Maeda, S. K. Ghosh, D. Toshniwal, A. Mraz, T. Kashiyamaand Y. Sekimoto, “Transfer Learning-based Road Damage Detection forMultiple Countries,” 2020. [Online]. Available: arXiv:2008.13101

[10] https://github.com/ultralytics/yolov5

[11] เวทโอสถ ช. and สุวรรณวร น., “การพัฒนาอัลกอริทึมเพื่อตรวจนับปริมาณรถบนถนนด้วยการประมวลผลภาพจากกล้องวิดีโอ”, Pnu Sci J, vol. 5, no. 1, Jan. 2013.

[12] P. Punyato et al, “Implementation of a Low-Cost Real-Time People Counting System on Raspberry Pi Based on Applied Tiny YOLO V3”, ENGINEERING TRANSACTIONS, VOL. 22, NO.2 (47) JUL-DEC 2019

[13] Tourani, Ali & Shahbahrami, Asadollah. (2015). Vehicle counting method based on digital image processing algorithms. 1-6. 10.1109/PRIA.2015.7161621.

[14] Xuezhi, Xiang & Zhai, Mingliang & Ning, Lv & El Saddik, Abdulmotaleb. (2018). Vehicle Counting Based on Vehicle Detection and Tracking from Aerial Videos. Sensors. 18. 2560. 10.3390/s18082560.

ระบบการตรวจสอบระดับน้ำแบบไร้สายเพื่อป้องกันอุทกภัย

Water level monitoring with wireless system to prevent flooding

1st เฉลิมชัย ภูริพัฒน์
Chalermchai Puripat
ฝ่ายวางแผนและพัฒนา / มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
Planning and Development / Kasem Bundit University
Bangkok / Thailand
chalermchai.pur@kbu.ac.th

2nd ประภาส ผ่องสนาม
Prapas Pongsanam
วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ / มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
Faculty of Engineer / Kasem Bundit University
Bangkok / Thailand
praphas.pon@kbu.ac.th

3rd ชวิศ ภูริพัฒน์
Shawiss Puripat
เทคโนโลยีสารสนเทศ / สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Information Technology / Thai-Nichi institute of technology
Bangkok / Thailand
pu.shawiss_st@tni.ac.th

บทคัดย่อ **—— ลักษณะโดยรวมของพื้นที่กรุงเทพมหานคร ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มริมฝั่งแม่น้ำและลำคลอง ซึ่งมีระดับพื้นดินบางส่วนต่ำกว่าระดับน้ำทะเล ทำให้เกิดปัญหา น้ำท่วมขังในฤดูฝนและฤดูน้ำหลากตามคลองที่อยู่ในพื้นที่ชั้นในของเมือง การนำเทคโนโลยีที่มีอยู่ปัจจุบันโลกของเราเป็นยุคแห่งการติดต่อสื่อสาร เทคโนโลยีต่าง ๆ เช่นโทรศัพท์มือถือ ผู้วิจัยได้มองเห็นประโยชน์จากการใช้ ระบบเครือข่ายไร้สายที่มีมากมายนำมาใช้ในการป้องกันภัยและเตือนขณะที่ภาวะน้ำท่วมในตัวเมืองชั้นในและนำมาทำการวิเคราะห์ตัวต้นแบบการพยากรณ์ เพื่อทำให้มีการตรวจภัย และเฝ้าระวังเมื่อเกิดภาวะน้ำท่วมหรือน้ำแล้ง**

คำสำคัญ **—— ระดับน้ำน้ำทะเล ระบบเครือข่ายไร้สาย ตัวต้นแบบการพยากรณ์**

ABSTRACT **— The geography of the all-Bangkok area Located in the riverbanks and canals of lowland areas. Which has some ground level lower than sea level Cause problems flooding during the rainy season and floods along the canal in the inner area of the city. We come to a place with high technology today; our world is the age of communication and various technologies. Such as mobile phones Researchers have seen the benefits of using a wide range of wireless networks is used to prevent and warn while floods in inner cities and to provide security checks and watch out when floods or droughts occur. We have taken to analyze the prototype-forecasting model.**

Keywords **—— sea level, mobile phones, wireless networks**

I. บทนำ

การวิจัยนี้ได้รับประโยชน์จากการใช้ระบบเครือข่ายไร้สายที่มีมากในปัจจุบันของ Arduino[3] กับเครื่องมือวัดระดับน้ำนำมาใช้ในการป้องภัยและเตือนขณะที่ภาวะน้ำท่วมในชุมชนคลองแสนแสบ บริเวณท่าเรือ และชุมชน คลองตัน และประตูน้ำและทำให้มีการตรวจภัย และเฝ้าระวังเมื่อเกิดภาวะ น้ำท่วมหรือไม่มีน้ำให้กับประชาชนที่พักอาศัยอยู่ในบริเวณที่ใกล้สถานที่เกิดภาวะดังกล่าว การป้องกัน และบรรเทาน้ำท่วม มีอยู่หลายวิธี โดยแต่ละวิธี จะมีความเหมาะสมกับสภาพท้องที่ ความสามารถในการป้องกัน หรือบรรเทาน้ำท่วม การส่งผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมของคลองแสนแสบ และใช้เป็นเส้นทางสำหรับเดินไปรประกอบอาชีพในชีวิตประจำวัน ตลอดจนค่าใช้ในการเดินทางที่รวดเร็ว และผลประโยชน์ที่แตกต่างกันไป ดังนั้น ก่อนที่จะตัดสินใจดำเนินการด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง จึงจำเป็นต้องมีการพิจารณา และศึกษารายละเอียดต่างๆ จึงจะเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาด้านแนวโน้มของปริมาณน้ำในคลองแสบแสบ ของกรุงเทพมหานคร นำผลการศึกษามาใช้ในการพัฒนารูปแบบและวางแผนการวัดระดับน้ำในคลองแสนแสบแล้วนำมาทำการวิเคราะห์ตัวแบบการพยากรณ์ทางสถิติที่เหมาะสมในการตัดสินใจ

โดยการนำเทคโนโลยีที่มีอยู่ปัจจุบันจะเป็นยุคแห่งการติดต่อสื่อสาร เทคโนโลยีต่างๆ เช่นโทรศัพท์มือถือ เป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำเนินธุรกิจและการใช้ชีวิตประจำวัน ความต้องการข้อมูลและการบริการต่างๆ มีความจำเป็นสำหรับนักธุรกิจ เทคโนโลยีที่สนองต่อความต้องการเหล่านั้น มีมากมาย เช่น โทรศัพท์มือถือ เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก เครื่องปาล์ม ได้ถูกนำมาใช้เป็นอย่างมากและมองเห็นประโยชน์จากการใช้ ระบบเครือข่ายไร้สาย(Wireless network system)[4,5,6]ที่มีมากมายนำมาใช้ในการป้องภัยและเตือนขณะที่ภาวะน้ำท่วมในตัวเมืองชั้นในและทำให้มีการตรวจภัยและการเฝ้าระวังเมื่อเกิดภาวะน้ำท่วมหรือไม่มีน้ำในลำคลองแสนแสบจะทำให้เกิดผลกระทบให้กับประชาชนที่พักอาศัยอยู่ในบริเวณที่ใกล้สถานที่เกิดภาวะดังกล่าว ทำให้การสร้างระบบเครือข่ายไร้สายสำหรับประระชาชนในชุมชนคลองตันและชมชนประตูน้ำซึ่งจะเป็นระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ไม่มากนัก และมักจำกัดอยู่ในอาคารหลังเดียวหรืออาคารในละแวกเดียวกัน การใช้งานที่น่าสนใจที่สุดของเครือข่ายไร้สายก็คือ ความสะดวกต่อการใช้งานที่ไม่ต้องติดอยู่กับที่ ผู้ใช้สามารถเคลื่อนที่ไปมาได้โดยที่ยังสื่อสารอยู่ในระบบเครือข่าย

II. การเก็บรวบรวมข้อมูลระดับน้ำในคลองแสนแสบ

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลระดับน้ำในคลองแสนแสบอาศัยกลุ่มประชากรแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือประชากรที่อยู่ในชุมชนคลองตันและประตูน้ำโดยที่การสัมภาษณ์นั้นจะเป็นประชากรที่อาศัยอยู่ในชุมชนทั้งสองและบุคคลที่ใช้เรือสำหรับเดินทางในคลองแสนแสบสำหรับการประกอบอาชีพเป็นประจำวันซึ่งจะข้อมูลต้นโดยจะเริ่มขั้นตอนดังต่อไปนี้

- การดำเนินสำรวจความต้องการโดยการสัมภาษณ์นั้น เพื่อที่จะขอความร่วมมือในชุมชนทั้งหมดที่กลุ่มเป้าหมายของงานวิจัย ผู้วิจัยทำขอความคิดเห็นจากประชาชนที่อยู่ในบริเวรคลองตันและประตูน้ำเพื่อดูแนวโน้มความต้องการและความจำเป็นในเรื่องการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดระดับน้ำในลำคลองและชุมชนที่อยู่ใกล้บริเวณคลอง สำหรับใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัยในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับน้ำ ในบริเวณชุมชนและท่าเรือของคลองแสนแสบ
- การเก็บรวบรวมข้อมูลของการวัดระดับน้ำในแต่ละช่วงเวลานั้นต้องใช้ตามรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาของสำนักงานระบายน้ำของกรุงเทพมหานคร สำหรับช่วงเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับระดับน้ำในคลองแสนแสบ นั้นนักวิจัยจะแบ่งออกเป็น สามช่วงเวลาการเก็บข้อมูลเพื่อให้เหมาะกับความจำเป็นในการโดยสารเรือประจำทางของกรุงเทพมหานคร กระบวนการความสัมพันธ์ของข้อมูลในฐานข้อมูลที่ถูกใช้ในระบบการวัดระดับน้ำที่มีการขึ้นและลงโดยการสร้างแบบระบบเกรย์โมเดลเป็นตัวทำนายผลของอุปกรณ์ในการใช้วัดระดับน้ำในคลองแสนแสบเป็นข้อมูลแบบที่แสดงผลในทันทีมีแปลงสัญญาณส่งมาที่โน้ตบุคแสดงผลเป็นช่วงเวลาให้เป็นตัวเลขและกราฟในการปริมาณน้ำ ทำให้สามารถสั่งงานผ่านทางโทรศัพท์มือถือระยะไกลได้ โดยการ โดยนำโมดูลนี้ใช้สำหรับการแสดงผลการเก็บข้อมูลวัดระดับน้ำ

III. วิธีการสร้างและติดตั้งเครื่องมือการวัดระดับน้ำ

III.I ขั้นตอนเริ่มต้น

ประกอบอุปกรณ์ดังนี้

1. Ultrasonic sensor
2. Arduino board
3. Wi-Fi Arduino
4. คอมพิวเตอร์
5. โทรศัพท์มือถือ



รูปที่ 2.1 การเตรียมอุปกรณ์

III.II ขั้นตอนทดลอง

1.การเตรียมอุปกรณ์ทั้งหมดมาประกอบเพื่อสร้างเครื่องมือวัดระดับน้ำแล้วทำการทดสอบระบบผ่านระบบไร้สายโน้ตบุคและติดตั้งนั้นจะสัญญาที่จำลองจากโทรศัพท์มือส่วนตัวเป็นต้นแบบ

2.หลังทำการตรวจการทำเครื่องมือดระดับน้ำเสร็จสมบูรณ์แล้ว ผู้วิจัยจะมีการประเมินความถูกต้องของโปรแกรมบนระบบไร้สายโน้ตบุค[1] เพื่อใช้วัดระดับน้ำแล้วส่งเป็นข้อมูลซึ่งใช้วิธีการวัดความสูงจากขอบฝั่งของคลองไปถึงผิวน้ำตามรูปที่ 5.3

III.III ขั้นตอนการรับส่งข้อมูล

เข้าสู่ระบบการวัดระดับน้ำโดยแบ่งเป็น

1. จุดรับสัญญาณที่1 (Node1)
2. จุดรับสัญญาณที่2 (Node2)
3. จุดรับสัญญาณที่3 (Node3)

III.IV ขั้นตอนในการทดสอบจุดส่งสัญญาณ

ทดสอบระบบการวัดระดับน้ำทั้ง 3 จุดรับสัญญาณ

III.V ขั้นตอนในการทดสอบส่งสัญญาณ

ทดสอบในสถานที่จริงคือ ชุมชนท่าเรือคลองตัน ชุมชนท่าเรือประตูน้ำ

IV. ผลการสัมภาษณ์และทดสอบเครื่องวัดระดับน้ำ

ความความต้องการของกลุ่มตัวอย่างที่สอบถามในเรื่องการใช้งานสำหรับการติดตั้งเครื่องมือวัดระดับน้ำในการสัมภาษณ์ประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชนคลองตันและชุมชนประตูน้ำของสร้างแอปพิเคชันบนเว็ปไซด์อินเตอร์เน็ตและเครื่องมือที่สนับสนุนในการเดินทางโดยเรือโดยสารในคลองแสนแสบกับสถานที่ใช้เป็นสถานีโดยสารแสดงให้เห็นว่าข้อมูลส่วนมากจะพอใจให้สร้างแอปพิเคชันบนเว็ปไซด์อินเตอร์เน็ตซึ่งส่วนมากจะบอกความความต้องการและสนใจในระบบการวัดระดับน้ำ แต่อาจจะเป็นสนใจโดยส่วนรวมที่มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยที่มีผลสรุปเป็นดังนี้ ประชาชนที่อยู่ในชุมชนที่อาศัยอยู่ในชุมชนคลองตันระดับพอใจมาก ระดับพอใจ โดยมีค่าเฉลี่ยของความพึงพอใช้ที่ระหว่าง 4.08 - 4.44 ถ้าคิด ความพึงพอใช้ที่ระหว่าง ช่วงอายุ 21 - 40 ปีโดยรวมประชาชนที่อยู่ในชุมชนที่อาศัยอยู่ในชุมชนคลองตันและชุมชนประตูน้ำ ซึ่งส่วนมากจะสนับสนุนมีความคิดให้มีการสร้างแอปพิเคชันบนเว็ปไซด์อินเตอร์เน็ตและเครื่องมือที่สนับสนุนในการเดินทางโดยเรือ

ตัวแบบงานทำนายผลแบบระบบเกรย์

(Grey system Model, GM)[16]

ตัวแบบทำนายผลใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์โปรแกรมออร์ดูโนเพื่อช่วยในการจำแนกลักษณะของการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำแล้วนำค่าที่ได้ไปใช้เพื่อสำหรับการแจ้งเตือนน้ำท่วมแล้งน้ำแล้ง เพื่อที่นำคำนวณการคาดการณ์ปริมาณน้ำเพื่อใช้จะเลือกข้อมูลในอนานคตให้เพิ่มประสิทธิภาพและถูกต้องสำหรับการประมวลผลข้อมูลจากจุดเริ่มต้นของกลุ่ม Y_n และเมทริกซ์ B

$$\boldsymbol{Y_n} = \begin{bmatrix} \boldsymbol{x^{(0)}(1)} \\ \boldsymbol{x^{(0)}(2)} \\ \vdots \\ \boldsymbol{x^{(0)}(n)} \end{bmatrix} \Rightarrow \boldsymbol{B} = \begin{bmatrix} \boldsymbol{-0.5(x^{(0)}(1) + x^{(0)}(2))} & \boldsymbol{1} \\ \boldsymbol{-0.5(x^{(0)}(1) + x^{(0)}(2) + x^{(0)}(3))} & \boldsymbol{1} \\ \cdots & \cdots \\ \boldsymbol{-0.5(x^{(0)}(1) + \cdots + x^{(0)}(n))} & \boldsymbol{1} \end{bmatrix}$$
$$= \begin{bmatrix} \boldsymbol{-z^{(0)}(1)} & \boldsymbol{1} \\ \boldsymbol{-z^{(0)}(2)} & \boldsymbol{1} \\ \cdots & \cdots \\ \boldsymbol{-z^{(0)}(n-1)} & \boldsymbol{1} \end{bmatrix} \quad (1)$$

แล้วหา a, b หรือ $\hat{a}$ เป็นส่วนหนึ่งของประมาณแบบ least squares[7] ของ GM(1,1)

$$\boldsymbol{\hat{a} = [B^T B]^{-1} B^T Y_n = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}} \quad (2)$$

เมื่อหา a^ ก็นำค่าไปแทนสมการสมการ อนุพันธ์(ODE)แล้วอินทิเกรทอีก เพื่อใช้ในการ ในการทำนายผลตามสมการที่กำหนดแล้วอินทิเกรทอีก

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = b \ ,\hat{x}^{(1)} = \left(x^{(0)}(1) - \frac{b}{a}\right)e^{-at} + \frac{b}{a} \quad (3)$$

หลังจากนั้นก็นำค่าการจำลองคำนวณของ X(1) ของกลุ่มข้อมูลและพฤติกรรมของน้ำในแต่ละวันแล้วไปทำตามวิธีเดิมจะได้เป็นค่าทำนายดังนี้ โดยทำตาม ในส่วนที่ จะค่าในขั้นตอนการทำนายให้การเริ่มทำข้อมูลในอดีตของพฤติกรรมของระดับน้ำแต่ละช่วงเวลาที่เก็บข้อมูลในคลองแสนแสบ

$$\mathrm{X}^{(1)} = (\mathrm{X}^{(1)}(1), (\mathrm{X}^{(1)}(2), (\mathrm{X}^{(1)}(3), \ldots, (\mathrm{X}^{(1)}(\mathrm{n}))\ldots \quad (4)$$

จาก (4) จึงหาค่าเริ่มต้นในการคำนวนตามแบบรูปแบบของGM(1,1) จะแสดงผลx^ʌ(1)ตามค่า k ที่กำหนดไว้ดังนี้

$\hat{x}^{(1)} = (k+1) = \left(x^{(0)}(1) - \frac{b}{a}\right)e^{-ak} + \frac{b}{a}$,k =1,2,…,n

)5(

การปรับปรุงค่าการทำนาย $\hat{x}^{(0)}(k)$ ก็จะทำได้สมการถัดไป:

$$\hat{x}^{(0)}(k) = \beta - \alpha x^{(1)}(k-1)$$
$$\hat{x}^{(0)}(k+1) = \alpha^{(1)}\hat{x}^{(1)}(k+1)$$
$$= \hat{x}^{(1)}(k+1) - \hat{x}^{(1)}(k)$$
$$\beta = \frac{b}{1+0.5a} \, and \, \alpha = \frac{a}{1+0.5a}$$

จนกระทั่ง มีการ จำลองค่า $\hat{X}^{(0)}$ขึ้นมาใหม่แล้วกลับเริ่มต้นทำนายผลอีกครั้งเพื่อหาค่าที่ดีที่สุด เรียกว่า IAGO (Inverse accumulating generation operator)

$$\hat{X} = \left(\hat{\mathrm{x}}^{(0)}(1), \hat{\mathrm{x}}^{(0)}(2), \ldots, \hat{\mathrm{x}}^{(0)}(\mathrm{n})\right)$$
$$\hat{X} = \left(\hat{\mathrm{x}}^{(1)}(\mathrm{k}) - \hat{\mathrm{x}}^{(1)}(\mathrm{k}-1)\right)$$

ค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์

(Mean Absolute Percentage Error, MAPE)

$$\mathrm{MAPE} = \frac{\mathrm{x}^{(0)}(\mathrm{k}) - \hat{\mathrm{x}}^{(0)}(\mathrm{k})}{\mathrm{x}^{(0)}(\mathrm{k})} \times 100\%$$

Proof. See (Liu and Lin, 2006, p. 204) for details. QED.

เริ่มต้นทำนายผลระดับน้ำ

การจำแนกประเภทข้อมูลระดับน้ำช่วงเวลาที่ 1 โดยวัดจากวัดเป็นการกระจายของข้อมูลเป็นช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงในการเก็บข้อมูลเบื้องต้นคือ

$X^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), x^{(0)}(4), x^{(0)}(5), x^{(0)}(6)) = (84, 83.5, 82.5, 82, 81.5, 81)$

$$\boldsymbol{Y_n} = \begin{vmatrix} \boldsymbol{x^{(0)}(1)} \\ \boldsymbol{x^{(0)}(2)} \\ \boldsymbol{x^{(0)}(3)} \\ \boldsymbol{x^{(0)}(4)} \\ \boldsymbol{x^{(0)}(5)} \\ \boldsymbol{x^{(0)}(6)} \end{vmatrix} = \begin{matrix} 84 \\ 83.5 \\ 82.5 \\ 82 \\ 81.5 \\ 81 \end{matrix}$$

$$\boldsymbol{B} = \begin{bmatrix} \boldsymbol{-0.5(84+83.5)} & \boldsymbol{1} \\ \boldsymbol{-0.5(167.5+82.5)} & \boldsymbol{1} \\ \cdots & \cdots \\ \boldsymbol{-0.5(494.5+81)} & \boldsymbol{1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \boldsymbol{-z^{(0)}(1)} & \boldsymbol{1} \\ \boldsymbol{-z^{(0)}(2)} & \boldsymbol{1} \\ \cdots & \cdots \\ \boldsymbol{-z^{(0)}(5)} & \boldsymbol{1} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \boldsymbol{-83.75} & \boldsymbol{1} \\ \boldsymbol{-125} & \boldsymbol{1} \\ \boldsymbol{-166} & \boldsymbol{1} \\ \boldsymbol{-206.75} & \boldsymbol{1} \\ \boldsymbol{-247.25} & \boldsymbol{1} \end{bmatrix}$$

กระบวนการสร้างโมเดลจำแนกประเภทข้อมูล จากสมการ(2)

$$\hat{\mathrm{a}} = [\mathrm{B}^{\mathrm{T}}\mathrm{B}]^{-1}\mathrm{B}^{\mathrm{T}}\mathrm{Y}_{\mathrm{n}} = \begin{bmatrix} \mathrm{a} \\ \mathrm{b} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.014686 \\ 84.53424 \end{bmatrix}$$

แล้วหา a, b (0.014686,84.53424) เป็นส่วนหนึ่งของประมาณแบบ least squares ของ GM(1,1) แทนสมการสมการ อนุพันธ์(ODE)

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + 0.014686x^{(1)} = 84.53424$$

แล้วอินทิเกรทอีก

$$\hat{x}^{(1)}(t) = \left(x^{(0)}(1) - \frac{b}{a}\right)e^{-at} + \frac{b}{a}$$
$$= \left(83.5 - \frac{84.53424}{0.014686}\right)e^{-0.014686t} + \frac{84.53424}{0.014686}$$

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าการพยากรณ์ของน้ำในช่วงเวลาที่ 1

ครั้งที่	ค่าเดิม	ค่าทำนาย	ผลต่าง	MAPE (%)
1	84	83.9905	0.00954	0.001816
2	83.5	83.3095	0.190544	0.228196
3	82.5	83.3168	-0.81675	0.989996
4	82	83.3204	-1.32039	1.610234
5	81.5	83.3241	-1.82404	2.238082
6	81	83.3277	-2.32768	2.873682

การจำแนกประเภทข้อมูลระดับน้ำช่วงเวลาที่ 2 โดยวัดจากวัดเป็นการกระจายของข้อมูลเป็นช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงในการเก็บข้อมูลเบื้องต้นคือ

$X^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), x^{(0)}(4), x^{(0)}(5), x^{(0)}(6), x^{(0)}(7)) = (82, 81, 80, 79, 78, 77, 76)$

$$Y_n = \begin{matrix} x^{(0)}(1) \\ x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ x^{(0)}(4) \\ x^{(0)}(5) \\ x^{(0)}(6) \\ \lfloor x^{(0)}(7) \rfloor \end{matrix} \Rightarrow B = \begin{bmatrix} -0.5(x^{(0)}(1) + x^{(0)}(2)) & 1 \\ -0.5(x^{(0)}(1) + x^{(0)}(2) + x^{(0)}(3)) & 1 \\ \cdots & \cdots \\ -0.5(x^{(0)}(1) + \cdots + x^{(0)}(n)) & 1 \rfloor \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} -z^{(0)}(1) & 1 \\ -z^{(0)}(2) & 1 \\ \cdots & \cdots \\ -z^{(0)}(6) & 1 \rfloor \end{bmatrix}$$

กระบวนการสร้างโมเดลจำแนกประเภทข้อมูล จากสมการ(2) แล้วหา a, b (0.012737751, 82.58138774) เป็นส่วนหนึ่งของประมาณแบบ least squares ของ GM(1,1)

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าการพยากรณ์ของน้ำในช่วงเวลาที่ 2

ครั้งที่	ค่าเดิม	ค่าทำนาย	ผลต่าง	MAPE (%)
1	81	80.0115	0.9885	0.0122
2	80	78.9924	1.0076	0.0126
3	79	77.9862	1.0138	0.0128
4	78	76.9928	1.0072	0.0129
5	77	76.0120	0.9880	0.0128
6	76	75.0438	0.9562	0.0126

การจำแนกประเภทข้อมูลระดับน้ำช่วงเวลาที่ 1 โดยวัดจากวัดเป็นการกระจายของข้อมูลเป็นช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงในการเก็บข้อมูลเบื้องต้นคือ

X(0) = (x(0)(1), x(0)(2), x(0)(3), x(0)(4), x(0)(5), x(0)(6)) = (74, 73.5, 73, 74.5, 75, 75.5)

$$Y_n = \begin{matrix} x^{(0)}(1) \\ x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ x^{(0)}(4) \\ x^{(0)}(5) \\ \lfloor x^{(0)}(6) \rfloor \end{matrix} \Rightarrow B = \begin{bmatrix} -0.5(x^{(0)}(1) + x^{(0)}(2)) & 1 \\ -0.5(x^{(0)}(1) + x^{(0)}(2) + x^{(0)}(3)) & 1 \\ \cdots & \cdots \\ -0.5(x^{(0)}(1) + \cdots + x^{(0)}(n)) & 1 \rfloor \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} -z^{(0)}(1) & 1 \\ -z^{(0)}(2) & 1 \\ \cdots & \cdots \\ -z^{(0)}(5) & 1 \rfloor \end{bmatrix}$$

กระบวนการสร้างโมเดลจำแนกประเภทข้อมูล จากสมการ

$$\hat{a} = [B^T B]^{-1} B^T Y_n = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$$

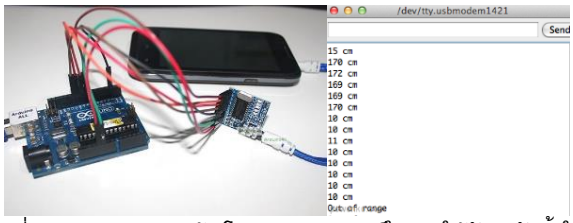
แล้วหา a, b (0.0128, 81.5639) เป็นส่วนหนึ่งของประมาณแบบ least squares ของ GM(1,1)

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าการพยากรณ์ของน้ำในช่วงเวลาที่ 3

ครั้งที่	ค่าเดิม	ค่าทำนาย	ผลต่าง	MAPE (%)
1	78.5	77.2613	1.2387	0.0158
2	78	77.1605	0.8395	0.0108
3	76.5	76.9293	-0.4293	0.0056
4	76.5	76.8191	-0.3191	0.0042
5	77	76.7089	0.2911	0.0038
6	77.2	76.5989	0.6011	0.0078

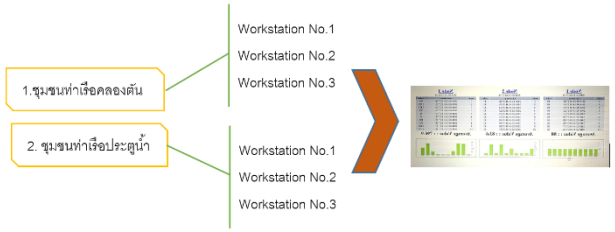
การจำแนกประเภทข้อมูลระดับน้ำคือกระบวนการสร้างโมเดลจำแนกประเภทข้อมูล (Data Classification Model) เพื่อทำนายกลุ่มของข้อมูลใหม่ (Unseen data) ตัวอย่างของกลุ่มช่วงเวลาเช่น กลุ่มของข้อมูลระดับน้ำเช้า – เย็น กลุ่มของการระดับน้ำผ่านเกณฑ์ตามช่วงเวลาต่างๆ ในที่นี้คำว่ากลุ่มจะเรียกว่า จำแนกของข้อมูลข้อมูล ซึ่งในเป็นของช่วงเวลาเดียวกันนั้นจะต้องมีข้อมูลที่มีความเหมือนหรือคล้ายคลึงกันมากกว่าข้อมูลที่อยู่ใน กลุ่มที่แตกต่างกัน การสร้างโมเดลจำแนกประเภทข้อมูล จะเกิดขึ้นมาจากการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ โดยข้อมูลทั้งหมดจะมีการแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มข้อมูลเริ่มต้น (initial set) เป็นชุดข้อมูลที่มีบทบาทในการสร้างโมเดลจำแนกประเภทข้อมูลขึ้นมา และมีกลุ่มข้อมูลทดสอบ (Test set) เป็นชุดข้อมูลประเมินความถูกต้องของโมเดลจำแนกประเภทข้อมูล โมเดลจำแนกประเภทข้อมูลได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานหลายๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นการวิเคราะห์หุ้น เพื่อหาว่าหุ้นแต่ละบริษัทมีคุณภาพเป็นอย่างไร เมื่อมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็น การเติบโตของรายได้ ความสามารถในการควบคุมต้นทุน ความผันผวนของรายได้และกำไร และผู้บริหาร หรือจะเป็นการพยากรณ์อากาศ การจัดสรรกฎหมายที่เหมาะสมในการพิจารณาคดีความ การจัดการความสัมพันธ์ของลูกค้า (Customer relationship management) และอื่นๆ

กระบวนการสร้างโมเดลของอุปกรณ์ในการใช้วัดระดับน้ำในคลองแสนแสบแปลงสัญญาณเสียงปุ่มกดจากมือถือ ให้เป็นตัวเลข ทำให้สามารถสั่งงานผ่าทางโทรศัพท์มือถือระยะไกลได้ โดยการ โดยนำโมดูลนี้ต่อเข้ากับช่องสัญญานของโทรศัพท์ในขั้นตอนต่อไปสำหรับการแสดงผลการเก็บข้อมูล



รูปที่ 4.1 กระบวนการสร้างโมเดลของอุปกรณ์ในการใช้วัดระดับน้ำในคลองแสนแสบ

ข้อมูลเรียนรู้ (Training data) ซึ่งโมเดลจำแนกประเภทที่ได้จะแสดงข้อมูลระดับน้ำด้วยวิธีการพื้นฐานทางเหมืองข้อมูล (Data mining) ยกตัวอย่างเช่น ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) โมเดลจำแนกประเภทที่ได้จะมีลักษณะคล้ายต้นไม้จริงกลับหัวที่มีโนด(Node)[4,5]รากอยู่ด้านบนสุดและโนด(Node)ใบอยู่ล่างสุดของโครงข่ายต้นไม้[7,8] แต่ละโนด(Node)บนชุมชนคลองต้นและประตูน้ำจะมีคุณลักษณะ (attribute) เป็นตัวเลือกทดสอบ ซึ่งจะมีกิ่งซึ่งเป็นค่าที่เป็นไปได้ของคุณลักษณะ (attribute value)[9,10,11] ที่ถูกเลือกทดสอบไว้ และมีทั้งหมด 3 โนด(Node)ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 กระบวนการจำลองการส่งข้อมูลเข้าระบบการวัดน้ำ

V. การเก็บข้อมูลและทดสอบการกระจายของข้อมูล

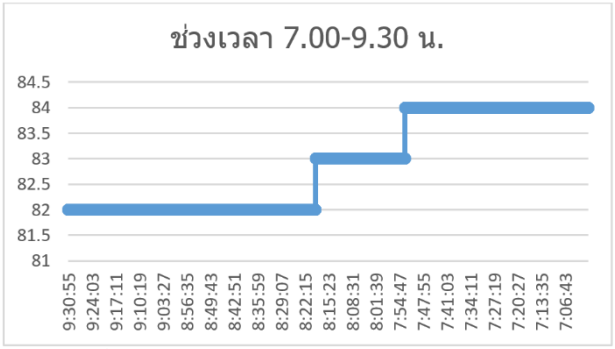
การเก็บข้อมูลจากเครื่องมือนั้น ผู้วิจัย ได้ทำงานแบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 3 ช่วงเวลา ได้แก่

ช่วงเวลาที่ 1 7.00 - 9.00 น.

ช่วงเวลาที่ 2 11.30 -14.30 น.

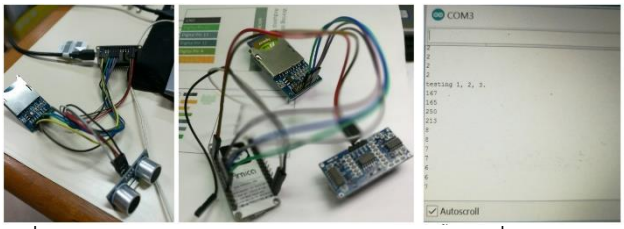
ช่วงเวลาที่ 3 15.30 -18.30 น.

หลังจากได้ข้อมูลมาแล้วจึงทำการทดสอบการกระจายของข้อมูลในแต่ช่วงเวลาเพื่อจะนำมากำหนดค่าการเตือนภัยระดับน้ำและค่าปกติที่จะไปแสดงผลบนหน้าแอปพิเคชัน โดยมีตัวอย่างของการกระจายข้อมูลระดับน้ำในคลองแสนแสบบางช่วงเวลาเป็นกราฟเพื่อจะคำนวณและพยากรณ์ ตามเวลาเดินทางตามที่ประชาชนส่วนใช้โดยเรือทางน้ำจากตัวอย่างการเก็บข้อมูล



รูปที่ 5.1 แสดงกราฟตัวอย่างการเก็บข้อมูลในช่วงเวลา

การสร้างเครื่องมือตรวจวัดระดับน้ำ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ โปรแกรมทำแอปพิเคชันติดตามและเชื่อมต่ออุปกรณ์วัดระดับน้ำ(Arduino Wifi) [2]



รูปที่ 5.2 แสดงการทำงานของโปรแกรมทำแอปพิเคชันเครื่องมือตรวจวัดระดับน้ำ

หลังจากได้ต้นแบบมาแล้วต้องมีการพัฒนาและเขียนโปรแกรมลงบนเว็บไซต์จำลองของระบบติดตั้งแอปพิเคชัน http://localhost/... ระบบของ XAPP 1.83 แล้วใช้ IP address 192.168.1, 192.168.2 และ 192.168.3 เพื่อวิธีง่ายๆ สำหรับติดตั้ง Apache, PHP และ MySQL[17]

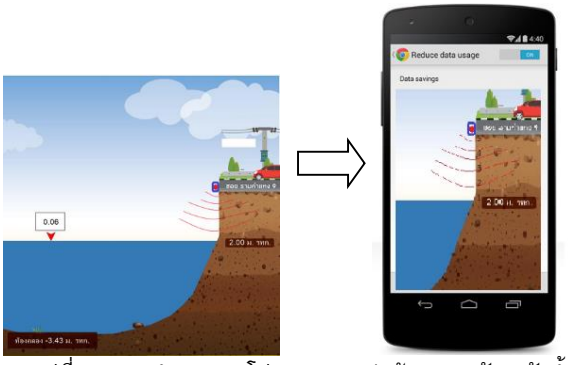
V.I รูปแบบของการพัฒนาระบบ 1

การส่งข้อมูลการวัดระดับน้ำของการเก็บข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์



V.II รูปแบบของการพัฒนาระบบ 2

การส่งข้อมูลการวัดระดับน้ำซึ่งต้องเขียนแอปพิเคชันสำหรับบนมือถือ โดยอาจจะใช้กราฟที่สวยงามและมีสัญญาการเตือนในรูปแบบต่าง เช่น เสียง สติกเกอร์ การสั่นของตัวเครื่องโทรศัพท์มือจะใช้เวลาในการเขียนนานมากอาจจะงบประมาณค้อนมากทำให้ได้จำลองบางส่วนเท่านั้น



รูปที่ 5.3 การทำงานของโปรแกรมการส่งข้อมูลการวัดระดับน้ำ

การแสดงผลการทำนายของข้อมูลบนโทรศัพท์มือถือจะเป็นไปลักษณ์ที่ใกล้เคียงพื้นที่ของแต่ละชุมชนที่มีการติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำจะแบ่งเป็น 5 ระดับใช้เป็นต้นแบบการเตือนภัยของระดับน้ำจากรูป 5.3

VI. อภิปรายผล

จากทำงานวิจัยโดยภาพรวมนั้นอาจจะทำงานได้จริงประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ของงานทั้งหมด เพราะงานจะต้องมีการพัฒนาแต่ยอดความคิดในเรื่องการเตือนภัยในรูปแบบอื่นได้อีก และเป็นเครื่องมือช่วยเหลือในการเดินทางโดยอาศัยเรือโดยสารของคลองแสนแสบกับบริเวณชุมชนคลองตันและประตูน้ำโดยการสัมภาษณ์จากแบบสอบถามถ้าคิดเห็นโดยรวมประชาชนที่อยู่ในชุมชนที่อาศัยอยู่ในชุมชนคลองตันและชุมชนประตูน้ำมีแสดงผลความคิดเห็นอาศัยอยู่ในชุมชนนี้ สถานที่ ระดับการศึกษาสูงสุดและเคยประสพปัญหาน้ำท่วมบริเวณชุมชนคลองตันและประตูน้ำกับผู้ใช้บริการเรือของคลองแสนแสบ โดยระดับน้ำในคลองแสนแสบที่ก่อให้เกิดภาวะน้ำมีการเปลี่ยนตามช่วงเวลาเช้า กลาง และ เย็น จากสอบถามไปยังสำนักระบายของกรุงเทพมหานครนั้น ปรากฏว่า จะมีการดันน้ำเข้าออกก่อนช่วงเวลาดังกล่าว

VII. สรุป

เพื่อให้ระดับน้ำในคลองแสนแสบมีความเหมาะสมสำหรับการใช้เรือ

โดยสารในการเดินทางของประชาชน แต่ประชาชนส่วนมากยังไม่ทราบในเรื่องการปรับระน้ำมากนั้น จึงมีความจำเป็นจะมีเครื่องมือวัดระดับน้ำเป็นแบบสาธารณะและเข้าถึงได้ง่าย โดยดูจากแอปพิเคชัน ที่มีการสร้างขึ้นและเครื่องเตือนผู้ที่ใช้เส้นทางน้ำ แม้กระถ้ามีฝนตกหนักอาจจะบอกปริมาณน้ำที่มีอยู่ในเวลานั้นได้ซึ่งจะช่วยป้องกันความเสียหายจากน้ำท่วมในแบบฉับพลัน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ประชาชนทั้งหมดที่ใช้การเดินทางโดยคลองต่างๆ ในกรุงเทพมหานคร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหน่วยงานสำนักงานการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร ดร. วัลลภ สุวรรณดี ประธานที่ปรึกษา ผู้ว่าราชการกรุงเทพมหานคร และอธิการบดีมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ที่ให้คำแนะนำและข้อมูลทั้งหมดนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] กณพ วัฒนา, กุสุมา ผลาพรม, สุทิติ ขัตติยะ และ สมิตร ส่งพิริยะกิจ, “การพัฒนาโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ชนิดพกพา (Tablet).” วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, เล่มที่ 9, เลขที่ 2, หน้าที่ 52-63, 2556

[2] ทวีศักดิ์ วรจักร “การสร้างบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (e-leaning) เพื่อการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีเครื่องไฟฟ้า 2 สำหรับหลักสูตรเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.” สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษาและเทคโนโลยีสารสนเทศ, หมาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, 2551.

[3] ชาตรี คงสมบูรณ์เจริญ, “ระบบแจ้งซ่อมคอมพิวเตอร์ผ่านเว็บสำหรับภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคิมพิวเตอร์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยสงคลานครินทร์, 2551.

[4] วรเศรษฐ สุวรรณิก, “Java GUI using NelBeans (Edition2)}” บริษัท ซีเอ็ดยูเคชัน จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ, 2551.

[5] ณรงค์ฤทธิ์ นุ่มทอง, “การพัฒนาระบบสื่อสารการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อสนับสนุนกิจกรรมการซ่อมบำรุงรักษาแบบทวีผล,” สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2558.

[6] มนตรี พิริยะกุล “ตัวแบบเส้นทางกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วน” การประชุมวิชาการสถิติและสถิติประยุกต์ ครั้งที่ 11 ประจำปี 2553.

[7] Julong, D., 1987, Properties of grey forecasting model GM (1, l). Journal of Huazlronng University of Science and Technology, 5, 1-6 (in Chinese)

[8] Thunyasit Pholpasit, Suttipong Thajchayapoong and Chalempol Saiprasert, “Delection of Driving Events using Sensory Data on Smartophone,” ITS Wold Congress, Oct 2013.

[9] Kayacan, E., Ulutas, B., and Kaynak, O., 2010, “Grey system theory-based midelsin timeseries prediction”, Expert Systems with Applications, Vol. 37, pp.1784-1789.

[10] X.Q.Liu, B. W. Ang, and T. N. Goh, “Forecasting of electricity consumption: A comparison between an econometric model and a neural network model,” in Proceedings of the 1991 IEEE Intonational Joint Conference of Neural Networks (UCNN 91), pp 1254-1259, November 1991.

[11] T.S.Quah and B. Srinivasan, “Improving returns on stock investment through neural network selection,” Expert System with Application, vol, 17, no 4, pp.295-301, 1999.

[12] L. R. Robiner, “Tutorial on hidden Markov models and selected applications in speech recognition,” Proceedings of the IEEE, vol 77, no. 2, pp. 257-286, 1989.

[13] J. Roman and A Jamee, “Backpropagation and recurrent neural networks in financial analysis of multiple stock market retums,” in Proceedings of the 29th Hawall Intonational Conference on System Sciences, vol. 2 pp.454-460, 1996.

[14] G. Tkacz, “Neural network Forecasting of Conadian GDP growth,” Intonational Journal of Forecasting. Vol. 17, no. 1, pp. 57-69, 2001

[15] Liu, S and Lin, Y., 2010. Grey Systems Theory and Applications.

[16] https://xampp.th.uptodown.com/windows/download.

การออกแบบระบบ Factory IoT เพื่อการปรับปรุงสายการประกอบลูกหมากรถยนต์

Factory IoT System Design for improving car ball joint Assembly Line

สุชานันท์ ลงสุวรรณ , Suchanan Longsuwan อาจารย์ สุรเดช ภัทรวิเชียร , Suradech Phattaravichien
นักศึกษาหลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาการจัดการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทาน
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น 1771/1 ซ.พัฒนาการ37 ถ.พัฒนาการ เขตสวนหลวง กรุงเทพ 10250
โทร 089-2022-517 E-mail: lo.suchanan_st@tni.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบระบบ Factory IoT เพื่อการปรับปรุงสายการประกอบลูกหมากรถยนต์ ในสภาพการผลิตปัจจุบันมีความต้องการพัฒนาสายการผลิตโดยใช้ข้อมูลพื้นฐานและลดปัญหาที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตมาปรับปรุงเพื่อพัฒนาต่อเนื่องอย่างรวดเร็ว ซึ่งปัจจุบันเป็นการจดบันทึกข้อมูลปัญหาต่างๆ พนักงานทำให้เกิดความล่าช้าและผิดพลาดในการรวบรวมข้อมูลต่างๆ จึงจำเป็นต้องออกแบบและวางระบบ Factory IoT นำไปสู่การปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

จากการศึกษาสภาพปัจจุบันนั้นเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลสายผลิตที่ถูกต้องรวดเร็ว และลดช่องว่างของความผิดพลาดจากการจดบันทึก ผู้วิจัยจึงเก็บข้อมูลของเครื่องจักรและการทำงานของคนโดย Key visualized 3 ส่วน คือ 1.) จำนวนการผลิตรายชั่วโมง 2.) Cycle Time 3.) VDO Problems เป็นต้น เพื่อทำ Visualization ที่สามารถมองเห็นปัญหาได้แบบเรียลไทม์และทำให้แก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

ผลหลังจากการติดตั้งระบบ Factory IoT ทำให้รู้ถึงข้อมูลที่เรียลไทม์และสามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์และนำเสนอแผนการปรับปรุงเพื่อทำการปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลลัพธ์หลังจากการติดตั้ง เครื่องอัดจารบี จากเดิม 27.94 วินาที เป็น 19.08 วินาที เครื่องซีนอัตโนมัติ จากเดิม 32 วินาที เป็น 32 วินาที Packing จากเดิม 24.14 วินาที เป็น 21.6 วินาที โดยเวลาในกระบวนการลดลง 13.56 % และวิเคราะห์ค่าความสูญเสียจากการเริ่มต้นการทำงาน เท่ากับ 1.9 ชั่วโมง จาก 7.83 ชั่วโมง

คำสำคัญ : สายการประกอบลูกหมากรถยนต์, เรียลไทม์, แผนการปรับปรุง

ABSTRACT

This study aims to Factory IoT System Design for improving car ball joint Assembly Line. In the current production conditions, there is a need to develop production lines using basic information and reduce problems arising from the production process to improve continuously.

Currently, it is a record of problem information. Employees are causing delays and errors when collecting information. It is necessary to design and implement Factory IoT systems, leading to improvements to increase production efficiency. The study of current conditions is to obtain accurate and fast line data and reduce the gap in errors from recording. The researcher collects data on machines and human functions by key visualized 1.) Output 2.) Cycle Time 3.) VDO Problems etc. for Visualization That can see the problem in real time and make the problem solved quickly.

After the installation of the Factory IoT system, real-time data is realized, the data can be analyzed, and an improvement plan is presented for continuous improvement and development. When comparing and analyzing the results after installation Grease compressor from 27.94 seconds to 19.08 seconds, automatic scene machine from 32 seconds to 32 seconds, packing from 24.14 seconds to 21.6 seconds with 13.56% reduction in process time and analysis of start-up loss equal to 1.9 hours from 7.83 hours

Keywords: Real Time, visualization, improvement plan, development, analyzed

1. บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) มีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้น การเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ เข้าสู่อินเทอร์เน็ตทำให้การควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ เมื่อ IoT เข้ามาอยู่ภายในโรงงานกลายเป็นโรงงานอัจฉริยะสามารถทำงานได้ดี ต่อเมื่อมีอุปกรณ์คอยสนับสนุน และอุปกรณ์ดังกล่าวก็คือ IoT ที่ติดตั้งอยู่บนเครื่องจักรภายในโรงงาน [1]

โดยในสภาพการผลิตปัจจุบันของบริษัทฯมีความต้องการที่จะพัฒนาสายการผลิตโดยใช้ข้อมูลพื้นฐานจากการผลิตและการลดปัญหาที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตมาปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว ซึ่งปัจจุบันเป็นการจดบันทึกข้อมูลปัญหาต่างๆ ด้วยผู้ปฏิบัติงานทำให้เกิดความล่าช้าและผิดพลาดในการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญเข้ามาช่วยพัฒนาในการเก็บข้อมูลดังกล่าวโดยเป้าหมายหลักส่วนแรกคือการเพิ่มผลิตภาพ

ในสายการประกอบลูกหมากทั้งหมด 7 สายการผลิตและเป็นต้นแบบของโรงงาน เพื่อนำไปสู่การสร้างความสามารถในการแข่งขันในตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้ทรัพยากรและเครื่องจักรเท่าเดิมเพื่อเป็นการพัฒนาเชิงบูรณาการจะให้ผู้เชี่ยวชาญมาช่วยออกแบบและวางระบบ Factory IoT เฉพาะทางเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลสายผลิตที่ถูกต้อง รวดเร็ว และลดช่องว่างของความผิดพลาดจากการจดบันทึก การเก็บข้อมูลของเครื่องจักรและการทำงานของคน ประกอบกับการจัดลำดับความสำคัญในการสร้างกิจกรรมเพื่อการปรับปรุงพัฒนาในสายการผลิตได้อย่างมีรูปธรรม

1.2 วัตถุประสงค์และเป้าหมายการดำเนินงาน

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1.) เชื่อมต่อและเก็บข้อมูลจากเครื่องจักร, การปฏิบัติงานของคน เพื่อแสดงสถานะการผลิตเป็นแบบเรียลไทม์ ที่สามารถแสดงผลในจอภาพและนำมาใช้ในการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

2.) เพื่อลดเวลาและภาระการทำงานของผู้ปฏิบัติงานในการจดบันทึกข้อมูลและการทำรายงานสำหรับการวิเคราะห์

3.) เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ถูกต้อง สำหรับนำมาใช้ในการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต วางแผนกำลังคนและเวลาในการทำงานได้คุ้มค่ามากที่สุด

1.3 ขอบข่ายการดำเนินงาน

1.) ทำการตรวจสอบขอบข่ายหน้างานจริงทั้ง 7 สายการประกอบเพื่อพิจารณาในการวางอุปกรณ์, ตำแหน่งและวิธีการติดตั้ง เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่จำเป็น ในการเพิ่มประสิทธิภาพและผลิตภาพในการผลิต

2.) ออกแบบและวางระบบการแสดงผลเพื่อให้เข้าใจง่ายและใช้ได้จริง โดยมุ่งเน้นการพิจารณาถึงความสูญเปล่าในการปฏิบัติงาน

3.) ทำการติดตั้งระบบ, อุปกรณ์, ซอฟต์แวร์และทำการเชื่อมต่อสื่อสาร, ดึงข้อมูลจากเซ็นเซอร์, เครื่องจักร เพื่อให้สามารถปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยในครั้งนี้ คือ บริษัทสามารถนำข้อมูลที่ได้จาก IoT Data Visualization ไปใช้ในการวางแผนและกำหนดกิจกรรมในการปรับปรุงและพัฒนาได้อย่างมีประสิทธิภาพและขยายไปในสายการผลิตอื่นๆในโรงงาน โดยสามารถดูข้อมูลได้แบบ Real-Time 100% และ สามารถวางแผนการผลิตได้เป็นมาตราฐานตามที่กำหนดเป้าหมายไว้ และสามารถสร้างเวลาในการทำงานได้แม่นยำ ซึ่งรอบเวลาในการผลิตต้องลดลงอย่างน้อย 25 %

2. หลักการพื้นฐานและทฤษฎี

Internet of Thing (IoT) องค์ประกอบใหม่ที่สำคัญมากสำหรับโรงงาน ที่กำลังจะก้าวไปสู่ความเป็น Smart Factory แต่การจะเลือก IoT ที่ดีได้นั้นควรมีการศึกษาและตรวจสอบความต้องการของโรงงาน เพื่อที่จะได้อุปกรณ์ที่ตรงตามความต้องการ [1]

ทฤษฎีระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) วิธีการที่มีระบบแบบแผนในการระบุและกำจัดความสูญเสีย หรือสิ่งที่ไม่เพิ่มคุณค่าภายในกระแสคุณค่าของกระบวนการ โดยอาศัยการดำเนินตามจังหวะความต้องการของลูกค้าด้วยระบบดึง [3] ทำให้เกิดสภาพการไหลอย่างต่อเนื่อง และทำการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อสร้างคุณค่า [4]

การจัดการสายธารแห่งคุณค่า (VSM) พื้นฐานของแนวคิดแบบลีน VSM ใช้ในการสร้างแผนผังและวิเคราะห์ถึงการไหลของวัตถุดิบและข้อมูล [6] แสดงให้เห็นถึงภาพรวมทั้งหมดของการไหลของงานผ่านทุกระบบ โดยทำความเข้าใจภาพรวมของกระบวนการ จากมุมมองของลูกค้ามุ่งปรับปรุงแนวทางการไหลของทรัพยากรและสารสนเทศตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทาน [3]

การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) หัวใจหลักของ TPM คือการลดความสูญเสีย โดยมองในเรื่องของการสูญเสียเป็นปัญหาสำคัญ เช่น การสูญเสียจากการรอ เครื่องต้องรอซ่อมทำให้งานชะงัก ซึ่งสามารถจำแนกความสูญเสียแบ่งออกเป็น 4 ส่วน รวม 16 หัวข้อย่อย ที่เรียกกันง่ายๆว่า 16 Major Losses [3]

แผนภูมิกระบวนการ (Flow Process Charts) เครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลได้อย่างละเอียด ด้วยสัญลักษณ์ คำบรรยายและลายเส้นเพื่อบอกรายละเอียดของขั้นตอนกระบวนการผลิต เพื่อช่วยให้นักวิเคราะห์สามารถมองเห็นภาพของกระบวนการผลิตได้อย่างชัดเจนตั้งแต่ต้นจนจบ และนำไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการให้ดีขึ้น [7]

แผนผังการปฏิบัติงานระหว่างพนักงาน และเครื่องจักร (Man-Machine Chart) การจัดลำดับงานของพนักงานซับซ้อนมากขึ้นจึงควรจะได้รับการฝึกอบรมอย่างเพียงพอ เพื่อป้องกันการทำงานผิดพลาดและเกิดอันตราย การบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการทำงานร่วมกับเครื่องจักรต้องเอาใจใส่ต่อความสัมพันธ์ระหว่างคน เครื่องจักรขณะปฏิบัติงานเพื่อศึกษาลำดับการปฏิบัติงานความสอดคล้องของการทำงานร่วมกันระหว่างพนักงานกับเครื่องจักร [7]

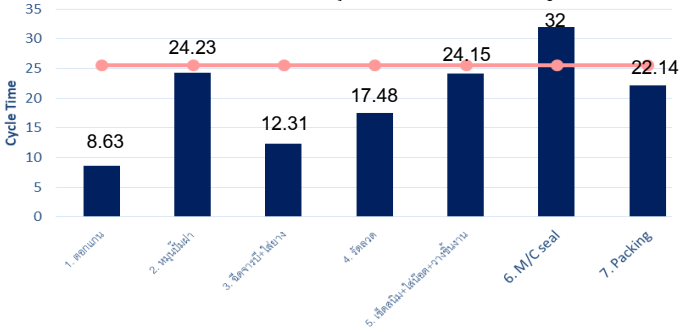
การจัดสมดุลสายการผลิตในกระบวนการ (Line Balancing) การจัดงานให้กับสถานีงานต่าง ๆ ภายในโรงงาน ที่มีการผลิตแบบต่อเนื่องกันไปตลอดสายการผลิตโดยพยายามทำให้หน้าที่การทำงานในแต่ละสถานีงานมีความสมดุลกัน [2]

วงจรเดมมิ่ง PDCA กระบวนการใช้กิจกรรมต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการทำงานอย่างต่อเนื่อง มีเหตุผลและมีประสิทธิภาพ เพื่อให้งานนั้น ๆ สามารถบรรลุถึงเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้โดยตรง [5]

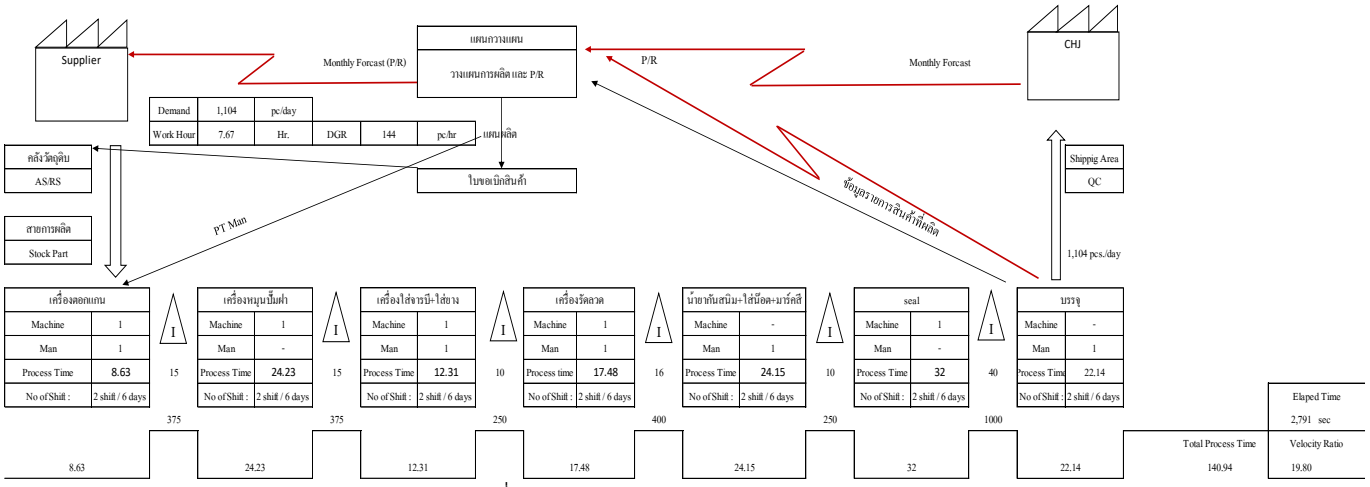
3. ผลดำเนินการศึกษา

3.1 ศึกษาสภาพปัจจุบัน

จากการสำรวจสภาพปัจจุบันนั้น จึงทำ Line Balancing เพื่อแสดงเวลาของสายการประกอบลูกหมากรถยนต์ในแต่ละขั้นตอน เพื่อให้ได้เวลาในกระบวนการ (Cycle Time) หน่วยคือ วินาที หลังจากนั้นคำนวณหาความเร็วในการผลิต (Takt Time) โดยเวลาในการทำงาน 7.83 ชั่วโมง (28200 วินาที) และความต้องการสินค้า เท่ากับ 1,104 ชิ้น ต่อ 1 วัน และผู้ปฏิบัติงาน 6 คน รวมเวลาในกระบวนการ เท่ากับ 140.94 วินาที ซึ่งการจัดสมดุลสายการผลิต (Line balancing) จะทำให้ทราบว่ามีคอขวดตรงจุดใด และสามารถแก้ไขปัญหาได้



รูปที่ 1 กราฟแสดงเวลาในการผลิต



รูปที่ 2 Current State Value Stream Mapping

แผนผังสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping) การเขียนแผนผังสายธารแห่งคุณค่านั้นจะทำให้เห็นภาพรวมของการทำงานทั้งหมดและสามารถนำไปสร้างแผนในอนาคตได้ และเป็นการเชื่อมต่อระหว่างวัตถุดิบ ข้อมูล ซึ่งจะช่วยมองเห็นสาเหตุของความสูญเปล่าได้มากกว่าแค่เห็นความสูญเปล่า (waste) และสามารถระบุได้ว่ากระบวนการใดเป็นคอขวด โดยสามารถกำหนดแผนปรับปรุง และทำความเข้าใจได้ง่าย ซึ่งการเขียนแผนผังสายธารแห่งคุณค่าจะเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลในเรื่องของเวลาในการดำเนินงาน (Process Time) เป็นเวลาที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า เวลาคอย,เวลานำ เป็นเวลาที่ก่อให้เกิดคุณค่า และสินค้าในกระบวนการ (Work in process : WIP)

Man-Machine Chart ดูการเสียเวลาคอยของคนและเครื่องจักรโดยวิเคราะห์จากแกนเวลาของกิจกรรมการทำงานต่างๆ เพื่อพัฒนาวิธีการทำงานใหม่และบันทึกกิจกรรมต่างๆ ลดรอบเวลาของการทำงานลง ลดการเสียเวลารอคอยและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน

ตารางที่ 1 Man-Machine Chart ก่อนการปรับปรุง

Flow Process Chart						
Chart No.1	Sheet No.1	Summary				
Assembly Line		Activity		Present	Propose	Saving
Part Name : TIE ROD END – 01		operation		15	14	1
		Transport		16	12	4
Model : 3E-4831/32		Delay		-	-	-
		Inspection		3	3	0
		Storage		-	-	-
		Time (sec.)		140.94	126.46	14.48
Descripiton	Time (sec.)	Symbol				
1. หยิบเสื้อออกจากกล่อง (เช็คคุณภาพ)	2.36					
2. หยิบแกนจากกล่องใส่เสื้อ	1.49					
3. หยิบชิ้นงานใส่เครื่องตอกแกน + กดสวิตช์	3.46					
5. หยิบชิ้นงานออกจากเครื่อง+วางลงบนกล่อง	1.32					
6. มือซ้ายหยิบชิ้นงานออกจากกล่อง	0.91					
7. มือขวาหยิบแหวนจากกล่องใส่แกน	2.63					
8. นำชิ้นงานใส่เครื่องหมุนปั๊มฝา	10.75					
9. หยิบชิ้นงานออกจากเครื่อง	1.82					
10. ตรวจเช็คคุณภาพชิ้นงาน	6.86					
11. วางชิ้นงานลงบนกล่อง	1.26					
12. มือซ้ายหยิบชิ้นงานออกจากกล่อง	1.2					
13. นำชิ้นงานเข้าเครื่องใส่จารบี	2.09					
14. หยิบชิ้นงานออกจากเครื่องจักร	0.82					
15. มือขวาหยิบยางสวมกันสนิม	7.4					
16. วางชิ้นงานตรงเครื่องรัดลวด	0.8					
17. นาลวดใส่เครื่อง+กดสวิตช์	4.23					
18. นาชิ้นงานใส่เครื่องรัดลวด	4.51					
รวม	53.91	8	7	-	2	-

การไหลของกระบวนการ (Flow process Chart) การเขียนกระบวนการก่อนปรับปรุง จะทำให้เห็นรายละเอียดของแต่ละกระบวนการของขั้นตอนในการดำเนินงานและเวลาในแต่ละขั้นตอน ไม่ว่าจะเป็นการปฏิบัติงาน การเคลื่อนย้าย การตรวจสอบ การรอคอย หรือการจัดเก็บ

ตารางที่ 2 การไหลของกระบวนการก่อนปรับปรุง 1

Flow Process Chart						
Chart No.1	Sheet No.1	Summary				
Assembly Line		Activity		Present	Propose	Saving
Part Name : TIE ROD END – 01		operation		15	14	1
		Transport		16	12	4
Model : 3E-4831/32		Delay		-	-	-
		Inspection		3	3	0
		Storage		-	-	-
		Time (sec.)		140.94	126.46	14.48
Descripiton	Time (sec.)	Symbol				
18. หยิบชิ้นงานออก+ใส่รวดให้แน่น	7.84					
19. วางชิ้นงานในจุดที่กำหนด	0.9					
20. หยิบชิ้นงาน+เช็ดน้ำยากันสนิม	7.06					
21. ใส่น็อตชิ้นงาน	5.3					
22. วางชิ้นงานในจุดที่กำหนด	0.91					
23. หยิบชิ้นงานจากจุดที่กำหนด	1.3					
24. นาปากกามาร์คสีชิ้นงาน	5.14					
24. วางชิ้นงานในจุดที่กำหนด	0.91					
25. หยิบชิ้นงานวางตรงสายพาน+ปรับกลาง+หัวอัดตรง	3.53					
26. ชิ้นงานไหลเข้าเครื่องซีนอัตโนมัติ	3					
27. เครื่องซีนพลาสติกชิ้นงาน	22					
28. ชิ้นงานออกจากเครื่องซีนอัตโนมัติ	7					
29. หยิบกล่องกระดาษมาพับ	4.79					
30. หยิบชิ้นงานออกจากเครื่องซีนใส่กล่อง 2 ชิ้น	2.15					
31. เช็คคุณภาพชิ้นงาน	7.94					
32. ปิดกล่อง+ติดเทปกาวที่กล่อง+นากล่องสแกนบาร์โค้ด	6.27					
33. วางในจุดที่กำหนด	0.99					
รวม	87.03	7	9	-	1	-

ตารางที่ 3 การไหลของกระบวนการก่อนปรับปรุง 2

Multiple Activity Chart					
Chart No.1	Sheet No.1		% การทางาน		
LINE : Assembly			ปัจจุบัน	หลังปรับปรุง	เพิ่มขึ้น
Part Name : TIE ROD END – 01	1. พนักงาน %		83	75	-8.27
Part No : 3E-4831/32	2. เครื่องจักร %		56	67	11.11
พนักงานคนที่ 1			เครื่องตอกแกนใส่เสื้อ		
1. หยิบชิ้นงานใส่เครื่อง	5.35		ว่าง	5.35	
2. กดสวิตช์	1.94		ชิ้นงานถูกตอกแกนใส่เสื้อ	1.94	
3. หยิบชิ้นงานออกจากเครื่อง	1.34		ว่าง	1.34	
พนักงานคนที่ 1			เครื่องหมุนปั๊มฝา		
1. หยิบชิ้นงานใส่เครื่อง+กดสวิตช์	4.13		ว่าง	4.13	
2. ว่าง	10.94		เครื่องสไลด์และหมุนปั๊มฝา	10.94	
4. หยิบชิ้นงานออก	9.16		ว่าง	9.16	
พนักงานคนที่ 2			เครื่องใส่จารบี		
1. หยิบชิ้นงานใส่เครื่อง	2.03		ว่าง	2.03	
2. ว่าง	1.31		เครื่องฉีดจาระบี	1.31	
3. หยิบชิ้นงานออก+ใส่ยาง	8.97		ว่าง	8.97	
พนักงานคนที่ 3			เครื่องรัดลวด		
1. หยิบลวดใส่เครื่อง+กดสวิตช์	3.89		ว่าง	3.89	
2. ว่าง	2.37		เครื่องรัดลวด	2.37	
3. หยิบชิ้นงานใส่	4.06		เครื่องรัดลวด	4.06	
4. หยิบชิ้นงานออก+ใส่ลวดให้เข้าที่	7.16		ว่าง	7.16	
พนักงานคนที่ 4			เครื่อง Seal อัตโนมัติ		
1. วางชิ้นงาน	8.775		สายพานไหลเข้า	3	
2. หยิบชิ้นงานใหม่	6.6		เครื่องซีนชิ้นงาน	22	
3. วางชิ้นงาน	8.775		สายพานไหลออก	7	
พนักงาน			เครื่องจักร		
เวลาว่าง	14.62		เวลาว่าง	42.03 sec	
เวลาทางาน	72.18		เวลาทางาน	52.62 sec	
เวลาทั้งหมด	86.8		เวลาทั้งหมด	94.65 sec	
% เวลาทางาน	83		% เวลาทางาน	56 %	

4.2 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

1. ความสูญเปล่า (Waste) โดยความสูญเปล่าที่พบในกระบวนการทำงานนั้นมี 4 ได้แก่

(1.1) Motion การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น เกิดจากพนักงานเดินไปเดินมาภายในกระบวนการเนื่องจากพนักงาน 1 คนรับผิดชอบ 2 เครื่องจักร และเดินไปมาเนื่องจากรอบรรจุชิ้นงาน

(1.2) Waiting เกิดการรอคอยเนื่องจากมีการเปลี่ยนชิ้นงานทำให้เริ่มต้นกระบวนการผลิตใหม่จริงทำให้พนักงานคนที่ 6 เกิดการรอคอยในการ Packing

(1.3) Excess Processing กระบวนการที่มีความซ้ำซ้อนคือการจดบันทึกข้อมูลที่ซ้ำกันเพื่อให้เกิดความแม่นยำมากขึ้น มีการสแกนข้อมูลสินค้าจาก QR Code เพื่อเก็บข้อมูลของรายการสินค้าแล้ว ยังจดบันทึกข้อมูลรายการสินค้าทั้งหมดเมื่อจบการทำงาน โดยฝ่ายวางแผนการผลิตยึดใบบันทึกเอกสารเป็นหลักมากกว่าข้อมูลจากเว็บไซต์ที่สแกน

(2.1) Equipment losses

1. ความสูญเสียจากการเริ่มการผลิต การเริ่มการทำงานในแต่ละครั้งมีความล่าช้าและไม่มีการเตรียมตัวเริ่มทำงาน

2. ความสูญเปล่าจากการหยุดเล็กๆน้อยๆและการเดินเครื่องเปล่าเนื่องจากเครื่องซีนไม่ทำงานทำให้หยุดชะงักทั้งๆที่มีชิ้นงานอยู่

3. ความสูญเสียจากการความเร็วลดลง ความเร็วในการทำงานลดลง

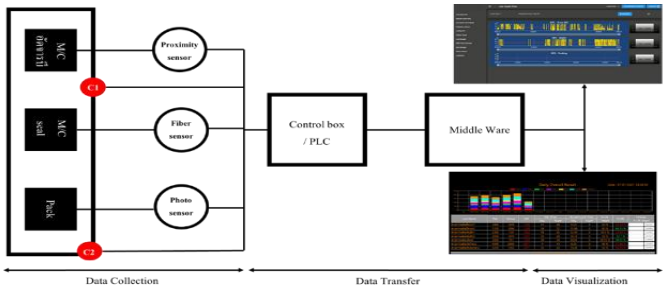
(2.2) Man power

1. ความสูญเสียจากการเคลื่อนไหวในสายการผลิต การเคลื่อนไหวในกระบวนการที่ไม่จำเป็น

2. ความสูญเสียจากการบริหารจัดการ

4.3 ติดตั้งอุปกรณ์ IoT

จุดที่ติดตั้งอุปกรณ์เพื่อดึงข้อมูลรอบเวลาการผลิตและผลผลิตที่ออกมาจากกระบวนการนั้นๆ ซึ่งจุดหลักๆที่จะทำการดึงข้อมูลนั้น คือ 1. เครื่องฉีดจารบีจะใช้ Proximity sensor ในการตรวจจับ 2.การซีนถุงพลาสติกใช้ Fiber Sensor ดึงสัญญาณจาก PLC 3.สแกน QR Code ใช้ Photo Sensor ในการนับ เมื่อได้จุดที่จะทำการดึงข้อมูลจะทำการจับรอบเวลาการผลิตให้ได้เวลาสภาพปัจจุบันเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับหลังจากติดตั้ง



รูปที่ 3 Design Factory IoT Architecture

โดยข้อมูลที่จะเป็น Visualization เพื่อสามารถแสดงข้อมูลได้อย่าง Real Time นั้น คือ 1.ผลผลิต 2.รอบเวลาการผลิต 3.VDO เพื่อแสดงช่วงเวลาที่เกิดปัญหาและจะทำให้เห็นเวลาในการดำเนินงานจริง

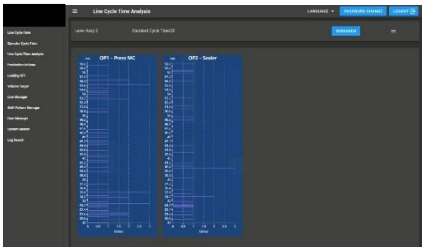
4.4 ลักษณะการแสดงผล User Interface

1. Line Output (แสดงยอดการผลิตรายชั่วโมง)

เป็นการแสดงผลจำนวนการผลิตเป็นรายชั่วโมงเพื่อ เทียบกับแผนการผลิตโดยไม่ต้องรอการรวบรวมผลรายวัน โดยจะติดตั้ง Photo sensor บริเวณท้ายไลน์ในกระบวนการ packing แทนการจดบันทึกบนบอร์ดปฏิบัติงานของพนักงาน ซึ่งทำให้เกิดความรวดเร็วและลดความผิดพลาดของข้อมูล ทำให้สามารถวางแผนการผลิตได้ดียิ่งขึ้น



รูปที่ 4 ภาพการบันทึกจำนวนการผลิตก่อนปรับปรุง

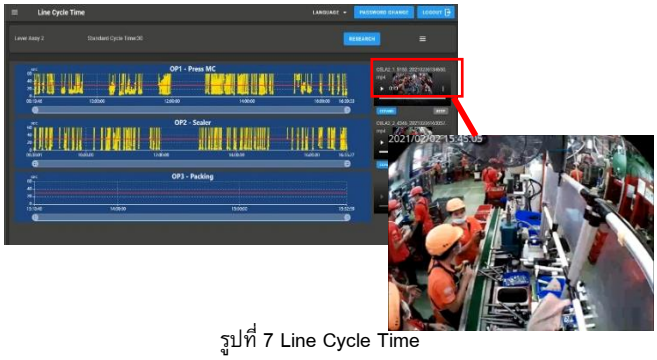


รูปที่ 5 Production Volume

2. Cycle Time (การแสดงผลวัฏจักรในการผลิตงานแต่ละชิ้นแบบ Real time) สภาพปัจจุบันก่อนการปรับปรุงจะมีการบ่งชี้เป้าหมายของ C.T. และจำนวนการผลิตในแต่ละชั่วโมง แต่ไม่มีการตรวจสอบสภาพความเป็นจริงและปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้การปรับปรุงเกิดขึ้นค่อนข้างยาก



รูปที่ 6 Cycle Time & Output per hour



รูปที่ 7 Line Cycle Time

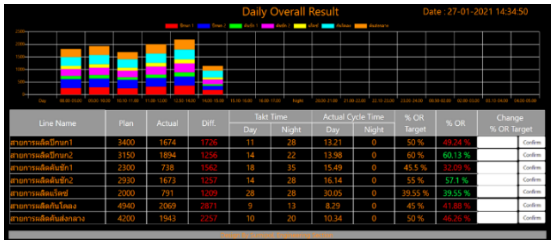
3. Cycle time Histogram การเก็บผลเชิงวิเคราะห์วัฏจักรการทำงานแต่ละสายการผลิต เพื่อให้เห็นถึงความถี่ของวัฏจักรที่เกิดขึ้นจริงว่าเวลาใดเกิดขึ้นบ่อย เพื่อนำไปกำหนดเป็นเป้าหมายของ C.T. ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการกำหนดในปัจจุบันก่อนการปรับปรุงจะเป็นการสุ่มตรวจสอบซึ่งอาจจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลได้



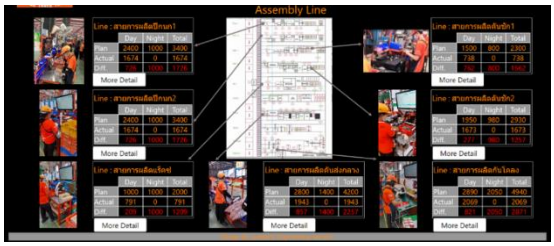
รูปที่ 8 Line Cycle Time Analysis

4.5 เก็บผลลัพธ์ของข้อมูล

ลักษณะการแสดงผล User Interface โดยการเข้าถึงภาพรวมของสายการผลิตแบบเรียลไทม์จะสามารถมองเห็นข้อมูลของสายการประกอบลูกหมากรถยนต์ทั้งหมด 7 ไลน์ จะเป็น Production Line Output Monitoring โดยเป็นการแสดงผลภาพรวมของยอดผลิตในแต่ละวันและแสดงสถานะในทุกสายการผลิต แบบเรียลไทม์เพื่อให้เห็นสถานการณ์เทียบกับเป้าหมายได้อย่างชัดเจนได้ดังนี้

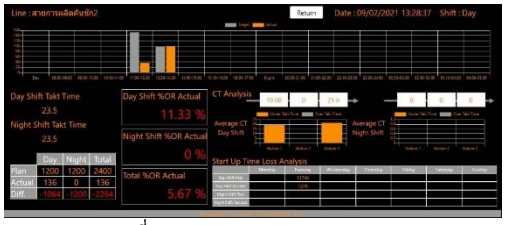


รูปที่ 9 Production Line Output Monitoring 1



รูปที่ 10 Production Line Output Monitoring 2

Line Analysis & monitoring การแสดงผลแยกเฉพาะสายการผลิตในการผลิตแต่ละวัน ที่สามารถเทียบ ประสิทธิภาพการผลิตในแต่ละกะการทำงาน, การวิเคราะห์ Cycle time เพื่อชี้บ่งปัญหาคอขวด และสามารถแสดงความสูญเปล่าของเวลาเริ่มปฏิบัติงานทั้งตอนเริ่มกะงานและหลังจากพักเบรค เพื่อให้ได้มาซึ่งการวางแผนในการแก้ปัญหาได้



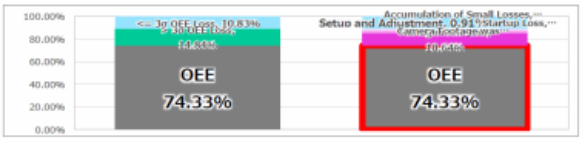
รูปที่ 11 Line Analysis & Monitoring

4.5.1 ผลสำเร็จที่ได้รับจากการดำเนินงาน

1.) การแสดงผลข้อมูลแบบ Real-Time เมื่อทำการติดตั้งระบบ, อุปกรณ์ และซอฟแวร์จากการออกแบบของผู้เชี่ยวชาญสิ่งที่ได้รับ คือสามารถเห็นข้อมูลการผลิตได้แบบเรียลไทม์เช่น จำนวนการผลิตรายชั่วโมง, Cycle time, VDO การปฏิบัติงานในแต่ละวัฏจักร ที่เกิดขึ้น แล้วนำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อทำการปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

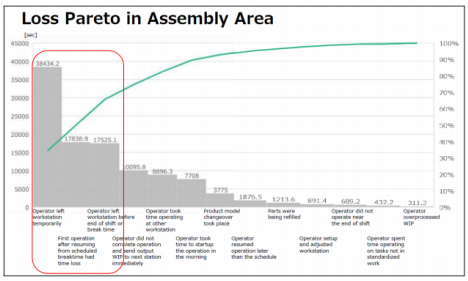
2.) ลดระยะเวลาในการจดบันทึกข้อมูล การติดตั้ง Photo sensor บริเวณท้ายไลน์ในกระบวนการ packing เพื่อแสดงยอดการผลิตแทนการจดบันทึกบนบอร์ดปฏิบัติงานของพนักงาน ทำให้เกิดความรวดเร็วและลดความผิดพลาดของข้อมูลและสามารถวางแผนการผลิตได้ดียิ่งขึ้น

3.) แนวทางการนำระบบ IoT ไปใช้เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาจากข้อมูลที่ได้ของระบบ IoT และนำไปวิเคราะห์ต่อ สิ่งที่ได้เห็นคือความสูญเปล่าในกระบวนการต่างๆ ทำให้สามารถนำไปกำหนดแผนการปรับปรุงได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 12 OEE Analysis

จากการนำข้อมูลจากระบบ IoT ที่วางใหม่สามารบ่งชี้ความสูญเสียได้หลายประเด็นซึ่งสามารนำไปวางแผนในการปรับปรุงได้ดังนี้



รูปที่ 13 Loss Pareto

เหตุผลหลัก 3 ประเด็นที่เป็นความสูญเสีย (Losses) มีผลกระกระทบกับทั้ง 7 สายการผลิต คือ 1) พนักงานออกจากหน้างานชั่วคราวขณะปฏิบัติงาน 2) พนักงานผลิตงานตัวแรกหลังจากเวลาเบรคหรือเริ่มทำงานมีเวลาสูญเปล่า 3) พนักงานออกจากหน้างานก่อนเวลาเบรคและเวลาเลิกงาน ซึ่งทั้ง 3 ข้อดังกล่าวมีผลกับสายการผลิตคิดเป็นอัตราส่วนประมาณร้อยละ 67 จากประเด็นความสูญเสียที่สังเกตได้จาก VDO ดังนั้นจึงได้ข้อเสนอในการปรับปรุงดังนี้ ซึ่งข้อเสนอแนะในการปรับปรุงที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยระบบ IoT จะต้องทำการวางแผนกับทีมงานเพื่อการปรับและเพิ่มทักษะในการวิเคราะห์และพัฒนาอย่างต่อเนื่องต่อไป

5. สรุปผล

ซึ่งหลังจากการติดตั้งระบบ Factory IoT ทำให้รู้ถึงข้อมูลที่เรียลไทม์ โดยข้อมูลที่ได้มานั้น คือ Cycle Time ,Output และ VDO Problems Record สามารถนำข้อมูลที่ได้นั้นนำมาวิเคราะห์และนำเสนอเป็น Improvement Plan ได้ ซึ่งจากการได้เก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการติดตั้งระบบ Factory IoT นั้นเพื่อนำมาเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลลัพธ์หลังจากการติดตั้ง เครื่องอัดจารบี จากเดิม 27.94 วินาที เป็น19.08 วินาที เครื่องซีนอัตโนมัติ จากเดิม 32 วินาที เป็น 32 วินาที Packing จากเดิม 24.14 วินาที เป็น 21.6 วินาที เมื่อได้ผลลัพธ์ที่นำมาเปรียบเทียบกันแล้วนั้นจะทำให้สามารถเห็นได้ว่าเวลาในการดำเนินงานนั้นลดลงและรู้รอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) ได้ทันทีโดยไม่ต้องไปยืนจับเวลาด้วยตนเอง ทำให้เวลาในกระบวนการลดลง

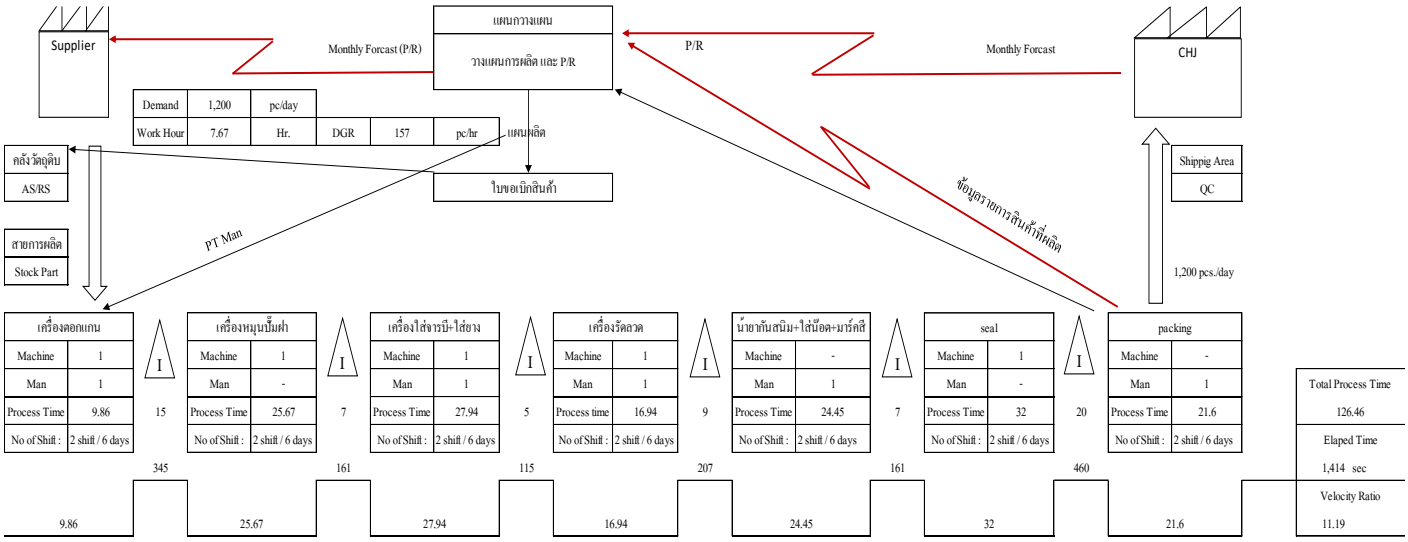
13.56 % ซึ่งคำนวณออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ส่วนต่างเพื่อเห็นความเปลี่ยนแปลงที่ลดลง และกระบวนการทำงานลดลง

Multiple Activity Chart				
C.1	S.1	% การทำงาน		
Assembly Line		ปัจจุบัน	หลังปรับปรุง	ส่วนต่าง
1. พนักงาน %		83	75	-8.27
2. เครื่องจักร %		56	67	11.11

รูปที่ 14 Man-Machine หลังปรับปรุง

Summary			
Activity	Present	Propose	Saving
operation	15	14	1
Transport	16	12	4
Delay	-	-	-
Inspection	3	3	0
Storage	-	-	-
Time (sec.)	140.94	126.46	14.48

รูปที่ 15 Flow process chart หลังปรับปรุง



รูปที่ 16 Future State Value Stream Mapping

6. ข้อเสนอแนะ

เมื่อได้ข้อมูลที่เรียลไทม์แล้วนั้นสามารถวางแผนการผลิตได้เป็นมาตราฐานตามที่กำหนดเป็นเป้าหมายไว้ และสามารถสร้างเวลาในการทำงานได้อย่างแม่นยำ ซึ่งสิ่งสำคัญที่ควรแก้ไขในเรื่อง วิธีการปฏิบัติงาน (Work Instruction) ที่ไม่เป็นตามมาตราฐานที่กำหนด ควรจัดให้มีการอบรมวิธีการปฏิบัติงานเพื่อให้การดำเนินงานนั้นเป็นมาตราฐานทั้งระบบ และเนื่องด้วยมีการวางระบบ Factory IoT แล้วนั้นควรลดการใช้การจดบันทึกข้อมูลจากผู้ปฏิบัติงานเพื่อลดความผิดพลาดและความล่าช้าของข้อมูลเพราะได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ สุรเดช ภัทรวิเชียร และคุณเกียรติศักดิ์ เกษเสถียร ที่ให้คำปรึกษา แนวคิด ข้อเสนอแนะให้การดำเนินงานตลอดจนแนวทางในการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนสารนิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ และขอขอบคุณบริษัทกรณีศึกษาและทีมงานของบริษัทฝึกงานที่ได้ให้โอกาสผู้วิจัยเข้าไปทำการวิจัย

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ คุณแม่ และ คณะครูอาจารย์ รวมทั้งบุคลากรทุกท่าน ที่เป็นกำลังใจ และผลักดันให้ข้าพเจ้าทำการศึกษาได้สำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

[1] IoT Architecture กับโรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory). (2563). สืบค้นจาก https://www.sumipol.com/knowledge/iot-architecture-smart-factory/

[2] ยทธณรงค์ จงจันทร์, ยอดนภา เกตุเมือง, นรา บุริพันธ์, 2555, การจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อลดความสญเปล่าในกระบวนการผลิตติดตงดั้มพ์, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี

[3] นางโสภิตา ศิลาอ่อน, 2552, การประยุกต์ใช้เทคนิคลีนและผังสายธารคุณค่าในการจัดการโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมยาและเวชภัณฑ์, คณะบริหารธุรกิจ สาขาการจัดการด้านโลจิสติกส์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[4] ศุรนิตย์ สามารถ, 2559, การนำแนวคิดลีนมาใช้ในการลดต้นทุนในการดำเนินงาน กรณีศึกษา โรงงานฉีดพลาสติกชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์, คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา

[5] ธัชณนท์ แดนเขต, ธนภัทร แซ่ลี้ และชาณิดา พิทยานนท์, 2560, การจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต กรณีศึกษาโรงงานผลิตปลาแซลมอนแช่แข็ง, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

[6] กัญจน์นรี จิตต์ธนานันท์และคณะ, 2560, การใช้แผนที่สายธารคุณค่าเพื่อพัฒนากระบวนการเบิกจ่ายยาภายในโรงพยาบาลบรบือ จังหวัดมหาสารคาม, คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[7] นางสาวสุณิชา จิรโรน์วัฒน, 2551, การกำหนดกลยุทย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต กรณีศึกษา บริษัท Bearing จำกัด, คณะบริหารธุรกิจ สาขาธุรกิจจีน มหาลัยหอการค้าไทย

การออกแบบระบบ Factory IoT เพื่อเพิ่มผลิตภาพการผลิต และการบริหารคลังเครื่องมือสำหรับสายการผลิตกระบอกสูบรถไถเดินตาม

Factory IoT System design to increase Productivity and Tool Inventory Management for Tractor Engine Box Manufacturer

1st ไกรวุฒิ ม่วงน้อยเจริญ
Kraiwut Moungnoichareon
สาขาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยี - ญี่ปุ่น
Logistics and Supply Chain Management
Business Administration
Thai – Nichi Institute of Technology
Bangkok / Thailand
mo.kraiwut_st@tni.ac.th

2nd สุรเดช ภัทรวิเชียร
Suradech Pattaravichian
สาขาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยี - ญี่ปุ่น
Logistics and Supply Chain Management
Business Administration
Thai – Nichi Institute of Technology
Bangkok / Thailand
suradech@tni.ac.th

บทคัดย่อ **—— บทความวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการออกแบบและการประยุกต์ใช้ระบบ Factory IoT เพื่อช่วยในการควบคุมและบริหารจัดการ Tool Inventory ให้เพียงพอกับความต้องการของสายผลิตกระบอกสูบรถไถเดินตาม จากที่ได้มีการศึกษาและออกแบบระบบ Factory IoT พบว่าสามารถออกแบบระบบ IoT สำหรับการควบคุมและติดตามข้อมูล Tool Life ของ Tool ที่ใช้งานในแต่ละเครื่องจักรได้ผ่าน IoT Application Platform และติดตามวิเคราะห์ผลข้อมูล Tool Life แต่ละรหัสได้ผ่าน Software Power BI โดยสามารถควบคุม Tool Inventory Level ได้แบบ Real-Time ซึ่งสามารถลดอัตราการเกิด Tool Stockout ส่งผลให้ Production Line สามารถทำได้งานอย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 6.25% จากเดิม OEE เท่ากับ 80% เป็น 85% โดยอัตราเดินเครื่องเพิ่มขึ้น 6.33% จาก 89% เป็น 95% โดยส่งผลให้ความสามารถในการผลิตต่อความต้องการเพิ่มขึ้น โดยความต้องการต่อปีอยู่ที่ 60,000 หน่วย และความต้องการต่อเดือนเฉลี่ยอยู่ที่ 5,000 หน่วย เพราะฉะนั้นแผนการผลิตต่อวันจะอยู่ที่ 200 หน่วย โดยเดิมสามารถผลิตได้จริงเฉลี่ยอยู่ที่ 96 หน่วย โดยมี WIP อยู่ในกระบวนการที่ 52% และมี Defect/Rework เฉลี่ยอยู่ที่ 7% ของผลผลิตทั้งหมดต่อวัน จากสาเหตุ Tool Break และผลหลังการออกแบบทำให้สามารถควบคุมอัตราการเกิด Tool Break ส่งผลให้ลดอัตราการเกิด Defect/Rework เหลือ 5% ของผลผลิตทั้งหมดต่อวัน และเพิ่มอัตราการผลิตเป็น 103 หน่วย โดย WIP ในกระบวนการอยู่ที่ 48.5%**

คำสำคัญ **—— Tool, Tool Inventory, Factory IoT, Digital**

ABSTRACT **— The cooperative project aims to research and design Factory IoT System for improvement Tool Inventory Management to support Tractor Engine Box Manufacturing. From research and design. Factory IoT System can improve the Tool Inventory Management System and monitoring Tool Life in machine by IoT Application platform. And Operator can analyze data of tool life by Power BI software from IoT Application platform data in database (CSV file). It reduces Tool Stockout Rate to 0 and have an effect to improve OEE from 80% to 85% increasing 6.25% and Availability increasing 6.33% from 89% to 95%. With Demand per year is 60,000 units and Demand per month is 5,000 units. The Production Plan per Day is 200 units. Before the actual produce is 96 unit per day by 52% WIP of total produced and Defect/Rework is 7% of total produced by cause Tool Break. After design Tool Break Cause has control and affect to reduce defect/rework to 5% of total produced and increase actual produce to 103 unit per day and reduce WIP to 48.5% of total produces.**

Keywords **—— Tool, Tool Inventory, Factory IoT, Digital**

I. บทนำ

จากสภาพปัจจุบันของโรงงานสายการผลิตกระบอกสูบรถไถเดินตามนั้น ได้เกิดปัญหาการขาดเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตซึ่งทำให้เกิดปัญหาสายการผลิตหยุดชะงักจากการไม่สามารถส่งเครื่องมือไปใช้เปลี่ยนเครื่องมือเดิมที่ครบอายุการใช้งาน หรือเกิดแตกหักเสียหายระหว่างกระบวนการเดินสายการผลิต จากสาเหตุ

- ข้อมูลสูญหายระหว่างการบันทึก ส่งผลต่อการกำหนดระดับปริมาณเครื่องมือคงคลัง
- ไม่มีการแจ้งอัพเดทข้อมูลเมื่อเกิดปัญหาเครื่องมือแตกหัก เสียหายระหว่างกระบวนการผลิต

ด้วยเทคโนโลยี Factory IoT System สามารถช่วยลดอัตราการสูญหายของข้อมูล และช่วยลดปัญหาการไม่แจ้งอัพเดทข้อมูลเมื่อเกิดปัญหาในระหว่างการดำเนินงานของสายการผลิต เพราะพนักงานสามารถแจ้งได้ทันทีที่หน้างาน ช่วยให้การควบคุมระดับของปริมาณเครื่องมือคงคลังเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพียงพอต่อความต้องการของสายการผลิต

วัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ตั้งวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้

i. เพื่อศึกษาการออกแบบระบบ Factory IoT ในการควบคุมอัตราการเกิด Stockout

ii. เพื่อทดลองนำระบบ Factory IoT มาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการแบบ Real-Time

ขอบเขตของการดำเนินงาน

ในการศึกษาครั้งนี้ จัดแบ่งขอบเขตของการดำเนินงานโดยมีรายละเอียด ประกอบด้วย

ตารางที่ I. I ขอบเขตการดำเนินงาน

ขอบเขตด้านเนื้อหา	ขอบเขตด้านเวลา
INPUT	
เรียนรู้วิธีการทำงานและภาพรวมของ IoT	ระยะเวลา 2 สัปดาห์
เรียนรู้ขั้นตอนการทำงานของ IoT โดยใช้โปรแกรม IoT Data Share และ IoT Data View	ระยะเวลา 2 สัปดาห์
PROCESS	
ทดลองสร้างระบบ IoT เพื่อเชื่อมต่อการทำงานกับ Machine / Robot	ระยะเวลา 4 สัปดาห์
เก็บข้อมูลความต้องการของลูกค้าเพื่อวิเคราะห์วางแผนปฏิบัติงาน	ระยะเวลา 4 สัปดาห์
ทดสอบสร้างระบบและทดสอบการทำงาน	ระยะเวลา 4 สัปดาห์
OUTPUT	
ติดตั้งระบบและทดลองการทำงาน	ระยะเวลา 4 สัปดาห์
ตรวจสอบผลการทำงานและติดตามปัญหาระหว่างการทำงาน	ระยะเวลา 4 สัปดาห์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

I. สามารถลดอัตราการสูญหายของข้อมูลระหว่างกระบวนการทำงานได้ เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ระดับปริมาณเครื่องมือคงคลัง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยควบคุมอัตราการเกิด Stockout

II. สามารถควบคุม Tool Life Balancing ได้แบบ Real-Time เพื่อการวางแผนในการเปลี่ยน Tool ให้เหมาะสมกับแผนการผลิตโดยวัดจากอัตราการเดินเครื่องเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 5 เปอร์เซ็นต์ และประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่อง (OEE) เพิ่มขึ้นอย่างน้อย 10 เปอร์เซ็นต์

แผนและกรอบระยะเวลาดำเนินการ

การศึกษาในหัวข้อการออกแบบระบบ Factory IoT เพื่อการการจัดการประสิทธิภาพการผลิตและควบคุมการจัดการระบบ Tool Inventory ได้จัดทำแผนและกรอบระยะเวลาดำเนินงาน ดังนี้

ตารางที่ I. II แผนงานและกรอบระยะเวลาดำเนินการ

PDCA	หัวข้องาน	ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.			
P	Define - กำหนดหัวข้อ ➢ เก็บข้อมูลสภาพปัจจุบันของการดำเนินงาน ➢ วิเคราะห์ข้อมูลและสาเหตุของปัญหา ➢ เก็บข้อมูลความต้องการของลูกค้า												
D	Data Collecting - เก็บรวบรวมข้อมูล ➢ กำหนด Primary Key ที่จะใช้ในการเก็บข้อมูล ➢ ออกแบบ System Architecture - เลือก Sensor ที่จะใช้สำหรับเก็บข้อมูล												
	Data Transfer - เส้นทางการสื่อสารส่งข้อมูล ➢ ออกแบบ Information Flow - Link Sensor กับ Software ผ่าน โปรแกรม Middle Ware - Link Network กับ Hardware ผ่าน โปรแกรม Middle Ware												
C	Data Visualize - จัดทำรูปแบบการแสดงผลข้อมูล ➢ จัดทำ Data Visualize ที่แสดงผลข้อมูล - ความถี่ของการเปลี่ยนอุปกรณ์ - อัตราการผลิตต่อเครื่องมือที่ใช้ - จัดรูปแบบการบันทึกข้อมูล												
A	Data Analytic - วิเคราะห์ข้อมูล ➢ ดึงข้อมูลออกมาจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล ในรูปแบบ CSV ➢ จัดทำ Business Intelligent (BI) ผ่านโปรแกรม Power BI												

II. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีหลักการพื้นฐานที่เกี่ยวข้องในการดำเนินโครงงานสหกิจครั้งนี้ ผู้จัดทำได้ศึกษาทฤษฎี หลักการพื้นฐานและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

I. การออกแบบ Factory IoT System

II. การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)

III. การวัดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)

การออกแบบ Factory IoT System

Factory IoT System คือ ระบบที่เชื่อมต่อการทำงานของอุปกรณ์และเครื่องจักรต่างๆ ภายในโรงงานผ่านเครือข่ายทั้งแบบไร้สาย และผ่านสายสัญญาณต่างๆ ด้วยโปรแกรม ทำให้สามารถควบคุมการทำงานของสิ่งเหล่านั้นได้ผ่านคอมพิวเตอร์ หรือสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ต โดย IoT (Internet of Things) คือ เทคโนโลยีที่เชื่อมต่อสิ่งของหรืออุปกรณ์ต่างๆ เข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ต สิ่งของต่างๆ เช่น รถยนต์ โทรทัศน์ กล้องวงจรปิด ประตู สามารถเชื่อมโยงและสื่อสารกันได้ ด้วยเทคโนโลยีนี้ทำให้ผู้ใช้ทั่วไปสามารถเข้าถึงและควบคุมสิ่งของต่างๆจากในบ้าน ที่ทำงาน หรือที่ใดๆ ก็ได้ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต เทคโนโลยี IoT ที่นำมาประยุกต์ใช้

การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)

การบำรุงรักษาทวีผล หรือ TPM คือ ปรัชญาที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของญี่ปุ่นซึ่งได้รับการพัฒนามาจากแนวคิดและระเบียบวิธีการของการบำรุงรักษาประสิทธิผล โดยแนวคิดนี้ได้เป็นที่รู้จักครั้งแรกโดย บริษัท นิปปอน เดนโซ จำกัด ของญี่ปุ่น ที่เป็นบริษัทผู้ผลิตของ บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ จำกัด ในปี 1971 การบำรุงรักษาทวีผลเป็นแนวทางใหม่ในการบำรุงรักษาที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของอุปกรณ์ กำจัดความผิดปกติและส่งเสริมการบำรุงรักษาอัตโนมัติโดยผู้ปฏิบัติงานผ่านกิจกรรมประจำวันที่เกี่ยวข้องกับพนักงานทั้งหมด (Bhadury, 2000) โดยการบำรุงรักษาแบบทวีผล หรือ TPM แบ่งออกเป็น 16 Big Loss โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งเน้นไปที่ Machining Loss ซึ่งมีองค์ประกอบ ดังนี้

เครื่องจักร หรือ Machine Loss จะเกี่ยวข้องกับความสูญเสียต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักร มี 8 ส่วน ดังนี้

I. Shutdown Loss ความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเครื่องจักร

II. Breakdown Loss ความสูญเสียที่เกิดจากการเสียของเครื่องจักร

III. Set up & Adjustment Loss ความสูญเสียที่เกิดจากการตั้งค่าเครื่องจักร

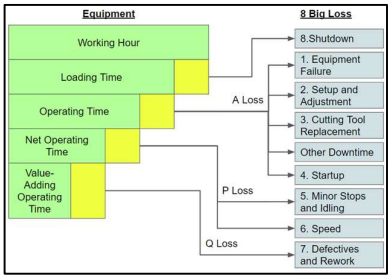
IV. Cutting tool replacement Loss ความสูญเสียที่เกิดจากการเปลี่ยนเครื่องมือ ใบมีดของเครื่องจักร

V. Start-up Loss ความสูญเสียที่เกิดจากการเริ่มการทำงานเครื่องจักร

VI. Minor stop & Idling Loss ความสูญเสียเนื่องจากการหยุดการทำงานบ่อยครั้งของเครื่องจักร

VII. Speed Reduction Loss ความสูญเสียเนื่องจากการลดความเร็วของเครื่องจักร

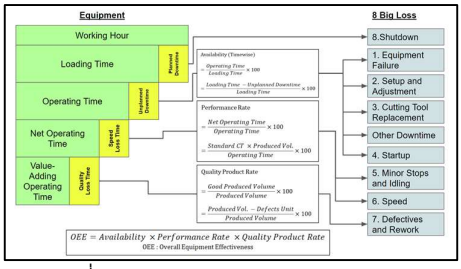
VIII. Defect & Rework ความสูญเสียเนื่องจากของเสียและการทำใหม่ของเครื่องจักร



ภาพที่ II. I แผนภาพแสดง Machining Loss (TPM)

ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)

ความคิดริเริ่มของการบำรุงรักษาทวีผลหรือ TPM มุ่งเน้นไปที่การจัดการกับความสูญเสียที่สำคัญและของเสียที่เกี่ยวข้องกับระบบการผลิตโดยส่งผลต่อการประเมินระบบการผลิตอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบซึ่งส่งผลต่อการปรับปรุงที่สำคัญในโรงงานผลิต (Ravishankar et al., 1992; Gupta et al., 2001, Juric et al., 2006) การประเมินประสิทธิภาพของ TPM สามารถช่วยเพิ่มขีดความสามารถขององค์กรได้อย่างมีนัยสำคัญในหลากหลายมิติ (Wang, 2006) TPM ใช้ ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรหรือ OEE เป็นตัวชี้วัดเชิงปริมาณสำหรับการวัดประสิทธิภาพของระบบการผลิต OEE เป็นระบบวัดหลักหลักในการวัดความสำเร็จของการใช้งานแนวคิด TPM (Jeong and Phillips, 2001) ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรหรือ OEE คำนวณโดยการนำค่า อัตราการเดินเครื่องจักร ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรต่อผลผลิต และอัตราคุณภาพของเครื่องจักร (Dal et al., 2000; Ljungberg, 1998)



ภาพที่ II. II แผนภาพแสดงการคำนวณ (OEE)

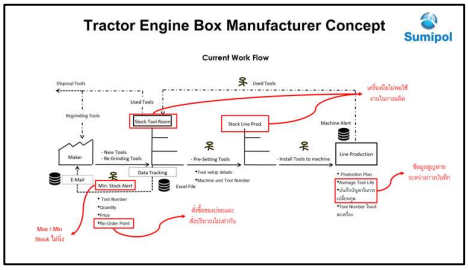
วิธีการคำนวนการวัดนี้ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่าเป็นเครื่องมือเชิงปริมาณที่จำเป็นสำหรับการวัดประสิทธิผลในการดำเนินการผลิต (Samuel et al., 2002) การวัดค่า OEE เป็นหัวใจสำคัญในการกำหนดและดำเนินการตามกลยุทธ์การปรับปรุง TPM (Ljungberg, 1998) TPM มีมาตรฐาน ด้านอัตราการเดินเครื่องจักรอยู่ที่ 90 เปอร์เซ็นต์ ค่าประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรอยู่ที่ 95 เปอร์เซ็นต์ และอัตราคุณภาพ 99 เปอร์เซ็นต์ (Levitt, 1996) โดยค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรหรือ OEE มีค่ามาตรฐานอยู่ที่ 85 เปอร์เซ็นต์ซึ่งถือเป็นมาตรฐานระดับ World Class (Blanchard, 1997; McKone et al., 1999)

III. วิธีการดำเนินงาน

วิจัยเรื่องการออกแบบระบบ Factory IoT เพื่อเพิ่มผลิตภาพการผลิตและการบริหารคลังเครื่องมือสำหรับสายการผลิตกระบอกสูบรถไถเดินตามจะอธิบายตามหัวข้อต่อไปนี้

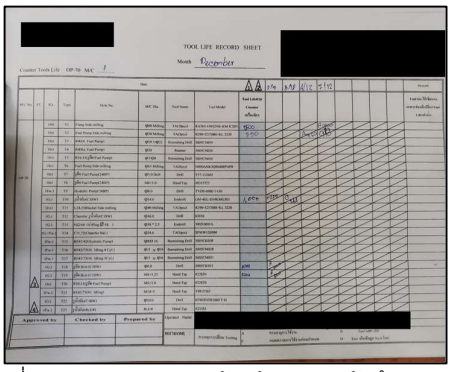
III.I Define กำหนดหัวข้อ

- เก็บข้อมูลสภาพปัจจุบันของการดำเนินงาน
- วิเคราะห์ข้อมูลและสาเหตุของปัญหา
- เก็บข้อมูลความต้องการของลูกค้า



ภาพที่ III. I แผนภาพแสดงสภาพปัจจุบันของการทำงาน

จากภาพ III.I จะแสดงถึงสภาพปัจจุบันของการทำงานของแผนก Tool Room และ Production Line ที่จะมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์เครื่องมือ และการเบิกอุปกรณ์ไปใช้งานในสายการผลิต โดยจากภาพ III.I จะแสดงถึงปัญหาของ Tool Stockout ซึ่งก่อให้เกิดปัญหา Tool ไม่เพียงพอต่อการใช้งานในสายการผลิต ซึ่งทำให้เกิดการหยุดชะงักของการผลิต จากปัญหาเหล่านั้นมีสาเหตุมาจาก การที่พนักงานหน้าสายการผลิตไม่มีการแจ้งเตือนปัญหาของ Tool มาอย่างสำเสมอทำให้การติดตามปัญหาของ Tool เป็นไปอย่างยากลำบากและไม่ต่อเนื่อง ส่งผลต่อการทำ Tool Inventory Level ซึ่งคิดจาก Tool Life Balancing เฉลี่ยของการผลิตทั้งหมดในสายผลิต



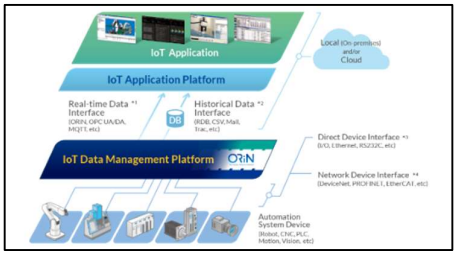
ภาพที่ III. II ภาพแสดงสภาพปัจจุบันของการบันทึก Tool Life

จากภาพที่ III.III จะเป็นการบันทึกข้อมูลแบบ Manual ซึ่งหลังจากบันทึกแล้วพนักงานต้องนำข้อมูลเหล่านั้นมาผ่านกระบวนการคำนวณอีกครั้งผ่านโปรแกรมซึ่งมีความผิดพลาดจากการอ่านข้อมูลบนกระดาษ

III.II Data Collecting เก็บรวบรวมข้อมูล

จากข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมมาจะใช้ในการออกแบบกระบวนการดังต่อไปนี้

- กำหนด Primary Key ที่จะใช้ในการเก็บข้อมูล
- ออกแบบ System Architecture
- เลือก Sensor ที่จะใช้สำหรับเก็บข้อมูล



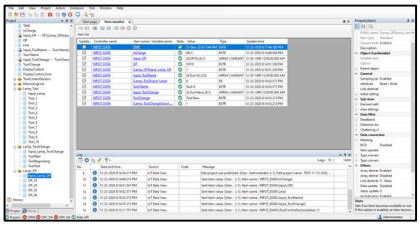
ภาพที่ III. III แผนภาพแสดง System Architecture

โดยจะเลือกเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดเครื่องมือและอุปกรณ์ รวมถึงรับค่าปริมาณสินค้าที่ผลิตต่อเครื่องจักร จากนั้นส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลของระบบผ่านเครือข่ายไร้สาย ด้วยอุปกรณ์สื่อสารอย่าง Smartphone, Laptop หรือ Tablet และแสดงผลข้อมูลผ่านโปรแกรม Middle Ware

III.III Data Transfer เส้นทางการสื่อสารส่งข้อมูล

- ออกแบบ Information Flow
- Link Sensor กับ Software ผ่าน โปรแกรม Middle Ware
- Link Network กับ Hardware ผ่าน โปรแกรม Middle Ware

หลังจากออกแบบโครงสร้างระบบเสร็จสิ้น จากนั้นจะดำเนินการสร้างระบบสำหรับเชื่อมโยงรับค่าจากเซนเซอร์และส่งข้อมูลไปเก็บไว้ยังฐานข้อมูลระบบเพื่อนำไปประมวลผลต่อไป

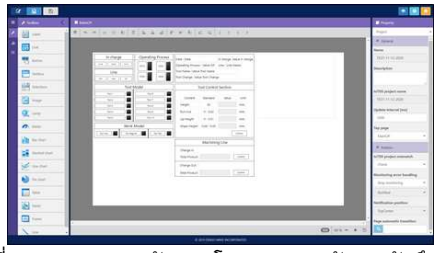


ภาพที่ III. IV ภาพแสดงตัวอย่างการ Link ข้อมูลเพื่อรับค่าจาก Sensor

III.VI Data Visualize จัดทำรูปแบบการแสดงผลข้อมูล

- จัดทำ Data Visualize ที่แสดงผลข้อมูล
- ความถี่ของการเปลี่ยนอุปกรณ์
- อัตราการผลิตต่อเครื่องมือที่ใช้
- จัดรูปแบบการบันทึกข้อมูล

หลังจากเชื่อมต่อโปรแกรมเพื่อรับค่าข้อมูลจากเซนเซอร์เสร็จสิ้นแล้ว ถัดมาคือออกแบบโปรแกรมสำหรับการบันทึกข้อมูลเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล



ภาพที่ III. V ภาพแสดงตัวอย่างโปรแกรมสำหรับการบันทึกข้อมูล

III.V Data Analytic วิเคราะห์ข้อมูล

- ดึงข้อมูลออกมาจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล ในรูปแบบ CSV
- จัดทำ Business Intelligent (BI) ผ่านโปรแกรม Power BI

สุดท้ายคือการดึงข้อมูลที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลออกมาในรูปแบบของไฟล์ CSV เพื่อใช้ในการทำ Business Intelligent (BI) ผ่านโปรแกรม Middle Ware อย่าง Power BI หรือ IoT Data View ตามภาพ III.VIII



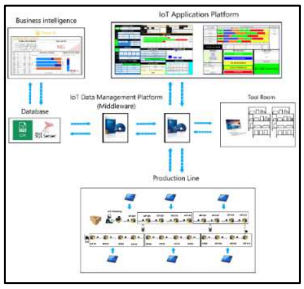
ภาพที่ III. VI ภาพแสดงตัวอย่าง Business Intelligent

IV. ผลการดำเนินงาน

ในบทนี้จะแสดงผลการออกแบบหลังจากวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

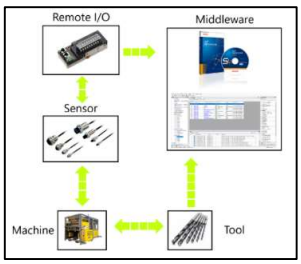
IV.I การออกแบบ System Architecture

Data Collecting เก็บรวบรวมข้อมูล โดยจะเชื่อมต่อการสื่อสารจากสารการผลิตและส่งข้อมูลกลับไปยังฐานข้อมูลใน Tool Room ผ่านระบบ Digital Data Recording



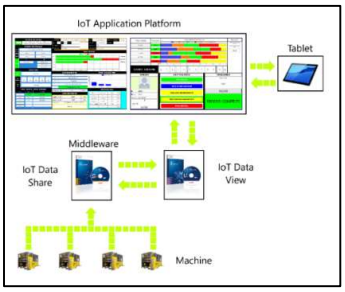
ภาพที่ IV. I Digital Data Recording System Architecture

Data Transfer เส้นทางการสื่อสารข้อมูล โดยจะมีการออกแบบระบบการเชื่อมโยงข้อมูลจาก Sensor และส่งข้อมูลผ่าน Remote I/O เพื่อส่งข้อมูลเข้า Middleware และประมวลผลผ่านโปรแกรม Middleware

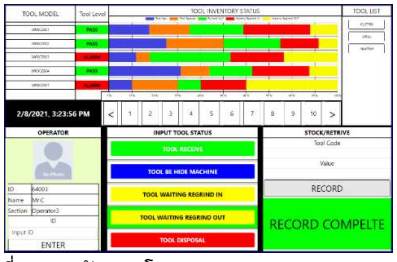


ภาพที่ IV. II แผนภาพแสดง Data Transfer System Architecture

Data Visualize จัดทำรูปแบบการแสดงผลข้อมูล โดยจะจัดทำการแสดงผลข้อมูลผ่าน Web Application ของโปรแกรม Middleware

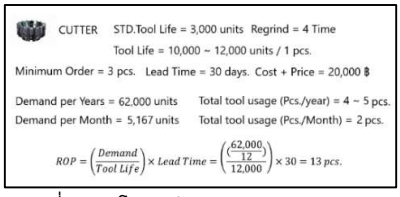


ภาพที่ IV. III แผนภาพแสดง Data Visualize System Architecture

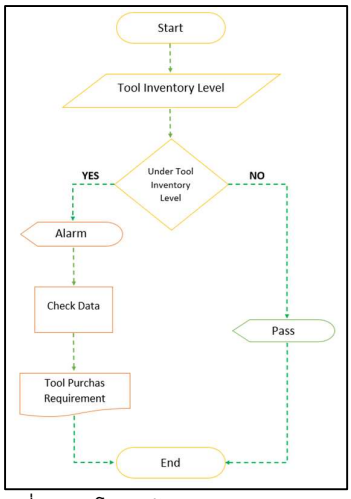


ภาพที่ IV. IV ตัวอย่างโปรแกรมแสดง Data Visualization

โดยในโปรแกรมจะมีการแจ้งเตือนเมื่อระดับ Tool Inventory ลดลงต่ำกว่าระดับ Minimum Stock ที่กำหนดไว้

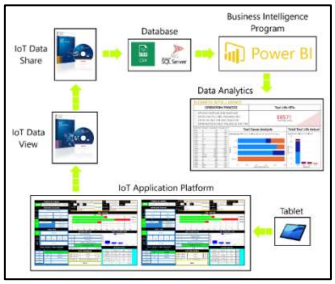


ภาพที่ IV. V โครงสร้างการคำนวณ ROP Tool

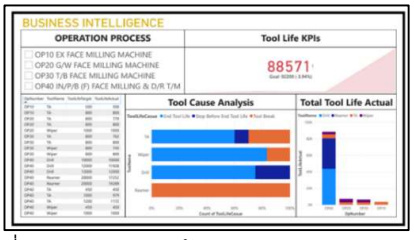


ภาพที่ IV. VI โครงสร้างการคำนวณ ROP Tool

Data Analytic วิเคราะห์ข้อมูล โดยจะมีการดึงข้อมูลจากโปรแกรม Middleware เข้าสู่ฐานข้อมูล และดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลเข้าประมวลผลเพื่อแสดงข้อมูลเชิงวิเคราะห์ผ่านโปรแกรม Power BI



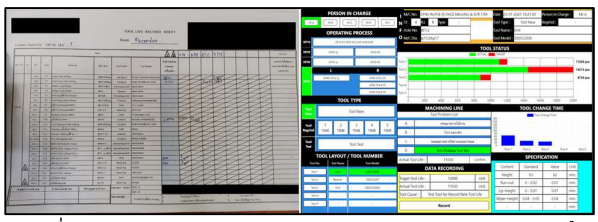
ภาพที่ IV. VII แผนภาพแสดง Data Analytic System Architecture



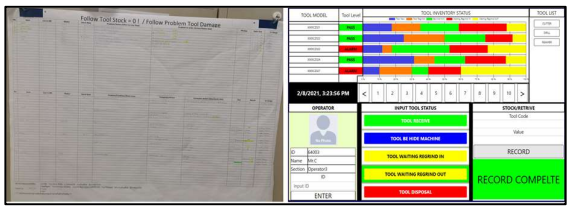
ภาพที่ IV. VIII ภาพแสดงตัวอย่าง Data Analytic Program

V. สรุปผลการดำเนินการ

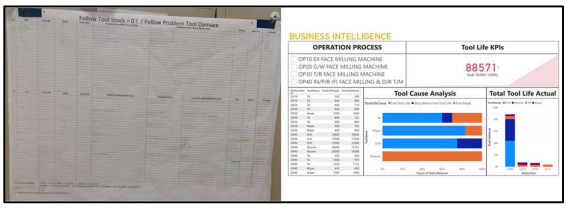
ผลหลังการออกแบบ สามารถออกแบบระบบ IoT สำหรับการควบคุมและติดตามข้อมูล Tool Life ของ Tool ที่ใช้งานในแต่ละเครื่องจักรได้ผ่าน IoT Application Platform และติดตามวิเคราะห์ผลข้อมูล Tool Life แต่ละรหัสได้ผ่าน Software Power BI โดยสามารถควบคุม Tool Inventory Level ได้แบบ Real-Time ซึ่งสามารถลดอัตราการเกิด Tool Stockout ส่งผลให้ Production Line สามารถทำได้งานอย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 6.25% จากเดิม OEE เท่ากับ 80% เป็น 85% โดยอัตราเดินเครื่องเพิ่มขึ้น 6.33% จาก 89% เป็น 95% โดยส่งผลให้ความสามารถในการผลิตต่อความต้องการเพิ่มขึ้น โดยความต้องการต่อปีอยู่ที่ 60,000 หน่วย และความต้องการต่อเดือนเฉลี่ยอยู่ที่ 5,000 หน่วย เพราะฉะนั้นแผนการผลิตต่อวันจะอยู่ที่ 200 หน่วย โดยเดิมสามารถผลิตได้จริงเฉลี่ยอยู่ที่ 96 หน่วย โดยมี WIP อยู่ในกระบวนการที่ 52% และมี Defect/Rework เฉลี่ยอยู่ที่ 7% ของผลผลิตทั้งหมดต่อวัน จากสาเหตุ Tool Break และผลหลังการออกแบบทำให้สามารถควบคุมอัตราการเกิด Tool Break ส่งผลให้ลดอัตราการเกิด Defect/Rework เหลือ 5% ของผลผลิตทั้งหมดต่อวัน และเพิ่มอัตราการผลิตเป็น 103 หน่วย โดย WIP ในกระบวนการอยู่ที่ 48.5%



ภาพที่ V. I ภาพแสดงตัวอย่างหลังการปรับปรุงนำระบบ IoT มาช่วยในการบันทึกข้อมูล



ภาพที่ V. II ภาพแสดงตัวอย่างหลังการปรับปรุงนำระบบ IoT เข้ามาช่วยในการจัดการ Tool Inventory



ภาพที่ V. III ภาพแสดงตัวอย่างหลังปรับปรุงนำระบบ IoT เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล Tool Life Balance

VI. อภิปรายผลเปรียบเทียบงานวิจัย

จากงานวิจัยของ ผศ.เพ็ญศรี พงษ์ประภาพันธ์, อ.ทิพาพรรณ เดียวประเสริฐ และ อ.อาภากร เปรี้ยวนิ่ม (2559) ซึ่งได้ทำการวิจัยศึกษากระบวนการและขั้นตอนการวิเคราะห์ความเสี่ยงโดยใช้ KJ technique โดยในงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการทำ KJ Method มาวิเคราะห์เพื่อหาปัญหาและสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา ผ่านการ Brainstorm ของทั้งผู้ปฏิบัติงานและหัวหน้าผลทำให้สามารถเข้าถึงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาได้ และผู้ปฏิบัติงานและหัวหน้างานได้สามารถปรับความเข้าใจถึงหน้าที่และขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกันในหน้าที่ที่รับผิดชอบทั้งหน้างานและการวางแผนในแต่ละ เพื่อกำหนดนโยบาย แผนปฏิบัติงาน ระเบียบต่างๆ เพื่อให้งานสามารถดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่องและเกิดข้อผิดพลาดน้อยที่สุด

จากงานวิจัยของ ธนาทิพย์ สิงหลปุระ (2549) ซึ่งได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ การวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการวัตถุดิบคงคลังของธุรกิจทอเสื้อผ้ากรณีศึกษา โดยผู้วิจัยได้มีการนำกระบวนการขั้นตอนในการออกแบบสารสนเทศในกระบวนการผลิตกระบอกสูบรถไถเดินตาม ซึ่งเกี่ยวข้องกับการควบคุม Tool Inventory สำหรับการผลิต โดยได้มีการนำระบบ Factory IoT System เป็น Platform ในการไหลของสารสนเทศในระบบโดยปัจจุบันด้วยเทคโนโลยี IoT ทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้แบบ Real-Time ทำให้สามารถควบคุมและกำหนดแผนการทำงานได้อย่างแม่นยำ ร่วมถึงการควบคุมความเสี่ยงต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นในการสั่งซื้อสินค้าที่มากหรือน้อยกว่าความต้องการ ซึ่งผลการนำมาใช้งานนั้นสามารถลดอัตรา Stockout Rate ให้เหลือ 0 ได้และสามารถกำหนด ROP ได้จากการ Monitoring ข้อมูล

จากงานวิจัยของ Abhishek Jain, Rajbir Bhatti และ Harwinder Singh (2014) ซึ่งได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำการบำรุงรักษาแบบทวีผล (TPM) เพื่อนำเสนอภาพรวมของแนวทางปฏิบัติในการนำ TPM ไปใช้โดยองค์กรการผลิตต่างๆและแนะนำช่องว่างที่เป็นไปได้จากมุมมองของนักวิจัยและผู้ปฏิบัติงาน การศึกษานี้พยายามระบุแนวทางที่ดีที่สุดในการปรับปรุงความสามารถในการแข่งขันของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ในตลาดโลกาภิวัตน์ โดยผู้วิจัยได้นำขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์เกี่ยวกับ 8 Big Loss ใน TPM ที่เกี่ยวข้องกับ Equipment Loss ซึ่งนำมาใช้ในการคำนวณประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ซึ่งสามารถวัดผลประสิทธิของสายการผลิตได้ โดยได้นำมาประยุกต์ใช้งานและออกแบบเป็นระบบการติดตามประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรผ่าน IoT Application Platform ผู้วิจัยสามารถออกแบบระบบซึ่งสามารถติดตามประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรได้แบบ Real-Time ผ่าน IoT Application Platform ซึ่งช่วยให้สามารถวิเคราะห์วางแผนการบำรุงรักษาเพื่อทำให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและผลิตสินค้าตามแผนที่วางเอาไว้ โดยผลหลังออกแบบที่ประยุกต์ใช้งาน Factory IoT System กับ Total Productive Maintenance ส่งผลให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 6.25% จากเดิม OEE เท่ากับ 80% เป็น 85% โดยอัตราเดินเครื่องเพิ่มขึ้น 6.33% จาก 89% เป็น 95%

VI. ข้อเสนอแนะ

จากโครงสร้างการทำงานในภาพ III.I หลังจากการปรับปรุงด้วยการเปลี่ยนระบบการทำงานมาเป็นการบันทึกข้อมูลด้วยดิจิทัลช่วยลดข้อผิดพลาดและการสูญหายของข้อมูล แต่เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพควรมีการฝึกอบรมพนักงานและผู้เกี่ยวข้องเพื่อรับรู้และร่วมใช้งานระบบการทำงานนี้ได้อย่างราบรื่นและเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับตอนที่กำหนดถึงเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของระบบ

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจ ณ บริษัท สุมิพล คอร์ปอเรชั่น จำกัด ทำให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้ และประสบการณ์การทำงานร่วมกับผู้อื่นอันเป็นประโยชน์ต่อวิชาชีพของข้าพเจ้า บทความวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ สุรเดช ภัทรวิเชียร และขอขอบคุณผู้บริหาร บริษัท สุมิพล คอร์ปอเรชั่น จำกัด ที่ให้โอกาสข้าพเจ้ามาปฏิบัติงานและได้รับความกรุณาและทางคณะทีมงานแผนกวิศวกรรมบริการ และบุคลากรท่านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษาชี้แนะโดยตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงาน การจัดทำวิจัยฉบับนี้ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล และเป็นที่ปรึกษาในการทำวิจัยฉบับนี้จนสำเร็จ ตลอดจนให้การดูแล และให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตการทำงานจริง ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

Jain A.Bhatti R.Singh H. Total productive maintenance (TPM) implementation practice, International Journal of Lean Six Sigma (2014)

Denso Wave, 2006, Introducing IoT, [Online], Available: https://www.denso-wave.com สืบค้น [6 ธันวาคม 2563]

Thai-German Institute. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการกิจกรรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัยเพื่อการบริหารจัดการและการดำเนินงานด้าน Lean IoT. Lean IoT Plat Management and Execution : LIPE)

ผศ.เพ็ญศรี พงษ์ประภาพันธ์ และคณะผู้จัดทำ. กระบวนการและขั้นตอนการวิเคราะห์ความเสี่ยงโดยใช้ KJ technique กรณีศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี. งานวิจัยเชิงคุณภาพ. คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

Track 4: Education, Language, and Social Science

Modern Teaching and Learning Methodologies, Education System Management, Language Efficiency Improvement Strategy, Social Sciences, Other related topics.

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

The Learning Management through Using Google Classroom to Promote the Science Achievement of the Seventh Grade Students

อรอุมา พันธ์เกตุ[1st]
Onuma Phankhat[1st]
อาจารย์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม)
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
Lecturer, The Demonstration School of Ramkhamhaeng University,
Faculty of Education, Ramkhamhaeng University
Bangkok, Thailand
E-mail: khrupook@hotmail.com

สัจจพร รัตนะ[2nd]
Satjaphon Rattana[2nd]
อาจารย์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม)
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
Lecturer, The Demonstration School of Ramkhamhaeng University,
Faculty of Education, Ramkhamhaeng University
Bangkok, Thailand
E-mail: Satjaphons@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) พัฒนาห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom และ 3) ศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom ในระยะเวลา 1 ภาคการศึกษา กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 52 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) ห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom มีประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) เท่ากับ 83.14/82.38 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 2 ชุด และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์ Google classroom ข้อมูลวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ Paired Sample t-Test ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom อยู่ในระดับมาก

***คำสำคัญ*: ห้องเรียนออนไลน์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์, ระดับความพึงพอใจ**

Abstract

The purposes of this research were 1) to develop the quality and efficacy of Google Classroom on Basic Science 1 subject for the seventh-grade students, 2) to compare the science achievement before and after using Google Classroom, 3) to study the satisfaction level of learning management using Google Classroom for 1 semester. The research participants were 52 the seventh-grade students. The research instruments consisted of 1) The Google Classroom, the efficiency (E_1/E_2) was 83.14/ 82.38, 2) the 2-science achievement tests and 3) the satisfaction questionnaire. The data were analyzed by using mean, standard deviation and paired sample t-test. The results of this research were as follows: the science achievement scores after using Google Classroom was statistically significant higher than at the .05 level and higher Satisfaction level of learning management using Google Classroom.

Keywords: Google Classroom, science achievement, satisfaction level

I. บทนำ

ปัจจุบันนี้มีการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะเทคโนโลยีทางด้านดิจิทัล มีการใช้เครื่องมือที่ใช้ในการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต ไอแพด เข้าถึงข้อมูลข่าวสารต่าง ๆในรูปแบบดิจิทัลทั้งในเชิงวิชาการ บันเทิง สังคม และอื่นๆ ได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น ส่งผลให้ทุกคนต้องเรียนรู้และก้าวทันกับความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น [1] ดังนั้นเทคโนโลยีจึงเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันในทุกด้าน [2] และเข้ามามีบทบาทอย่างมากในวงการศึกษา การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน [3] รวมถึงเป็นสื่อการสอนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และความเข้าใจของผู้เรียน ได้แก่ การใช้งานโปรแกรม Word processor, Spreadsheet [4] การใช้งานระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ LMS เช่น Moodle การใช้สื่อการเรียนการสอนทดแทนสื่อของจริง เช่น YouTube, ความเป็นจริงเสมือน (Augmented Reality), บทเรียนผ่าน

เครือข่ายอินเทอร์เน็ต และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน [5] รวมถึงการสื่อสารและการสร้างปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างผู้สอนและผู้เรียนผ่านระบบสื่อสังคมออนไลน์ต่าง ๆ ได้แก่ การใช้งาน Web 2.0 เช่น Blog, Wikis และ Facebook การใช้งานเครื่องมือสื่อสารทางอินเตอร์เน็ต (web-based communication tool) เช่น IM, MSN messenger, ICQ, E-mail และ Skype [6] รวมถึงการใช้เทคโนโลยี Google Application for Education ส่งผลให้วิถีการปฏิบัติงานทางวิชาชีพครูตามแบบเดิมที่เคยดำเนินการผ่านมานั้นไม่สามารถนำไปสู่ทักษะที่จำเป็นต่อการปฏิบัติการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ได้ [7] ดังนั้นครูในศตวรรษที่ 21 จึงต้องปรับตัวให้เข้ากับการเรียนรู้ให้เท่าทันกับยุคสมัยที่มีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและรู้จักนำเทคโนโลยีที่มีอยู่มาปรับใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอน เช่น การสืบค้นเนื้อหาสาระ หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน การพัฒนาสื่อการเรียนการสอน เป็นต้น นอกจากนี้ต้องมีความกระตือรือร้นที่จะพัฒนาความรู้ และทักษะของตนเองอยู่เสมอ โดยอาศัยเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือช่วยในการพัฒนาตนเอง เรียนรู้เทคนิค รูปแบบ และวิธีการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียน [8]

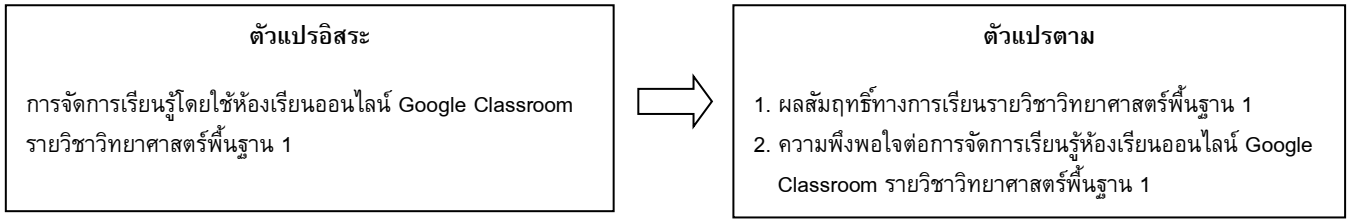
จากการแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 (COVID-19) ส่งผลให้มีการปิดสถานศึกษา ทำให้ไม่สามารถจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนปกติได้ ดังนั้นผู้วิจัยในฐานะผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้นำเทคโนโลยี Google Application for Education มาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้ โดยการออกแบบและสร้างห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนนรู้ เนื่องจากผู้สอนสามารถออกแบบเนื้อหาทั้งในรูปแบบไฟล์เอกสาร ไฟล์นำเสนอ PowerPoint วิดีทัศน์และสื่อแอนิเมชัน การมอบหมายงานให้กับผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว รวมถึงการให้ข้อเสนอแนะได้อย่างมีประสิทธิภาพส่งผลให้เกิดการติดต่อสื่อสาร การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน [9,10] มีการจัดเก็บงานของผู้เรียนแต่ละคนได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งระบบจะสร้างโฟลเดอร์ของไดร์สำหรับแต่ละงานและผู้เรียนแต่ละคน เพื่อช่วยจัดระเบียบให้ผู้เรียนสามารถติดตามว่ามีอะไรครบกำหนดบ้างในหน้างาน และตรวจสอบการส่งงาน รวมถึงสามารถแสดงความคิดเห็นและให้คะแนนงานโดยตรงได้แบบเรียลไทม์ในห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom อีกทั้งผู้สอนสามารถออกแบบการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเตอร์เน็ต หรือแหล่งการเรียนรู้อื่น ๆ การทำใบกิจกรรม การทำแบบฝึกหัด หรือการทำแบบทดสอบ นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหาได้ เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดเวลาอย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น

II. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อพัฒนาห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

III. กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1 ดังรูปที่ I.



รูปที่ I. กรอบแนวคิดการวิจัย

IV.วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental Research) ดำเนินการวิจัยตามแบบแผนวิจัย One Group Pretest-Posttest Design โดยผู้วิจัยมุ่งส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ผ่านการเรียนรู้ด้วยห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom และศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

V. กลุ่มเป้าหมาย

ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม) ปีการศึกษา 2563 โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) แบ่งออกเป็น กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่หาประสิทธิภาพของห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1 จำนวน 29 คน และกลุ่มที่ 2 กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1 จำนวน 52 คน จำนวน 2 ห้องเรียน โดยการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากเป็นชั้นเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบในการสอนจึงดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง และนักเรียนมีความสามารถคละกันทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน

VI. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 5 หน่วย ดังตารางที่ I. ผู้วิจัยหาประสิทธิภาพของห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom ดังนี้ การหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) กำหนดเกณฑ์ไม่ต่ำกว่า 80/80 [11]

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 2 ชุด (ใช้เวลาในการทำ 60 นาที) คุณภาพของแบบทดสอบสะท้อนจากการตรวจสอบความเที่ยงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 คน (IOC อยู่ในช่วง 0.67-1.00) ประกอบด้วย ชุดที่ 1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สมบัติของสารบริสุทธิ์ และการจำแนกและองค์ประกอบของสารบริสุทธิ์ จำนวน 30 ข้อ คุณภาพของแบบทดสอบ ได้แก่ ค่าความยากง่ายตั้งแต่ .20-.67 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .38-.68 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .92 และชุดที่ 2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืช จำนวน 30 ข้อ คุณภาพของแบบทดสอบ ได้แก่ ค่าความยากง่ายตั้งแต่ .20-.73 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .37-.77 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .93 ผลการทดสอบนำเสนอในรูปแบบค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom สถิติที่ใช้ทดสอบคือ Paired Sample t-Test

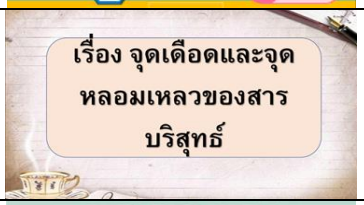
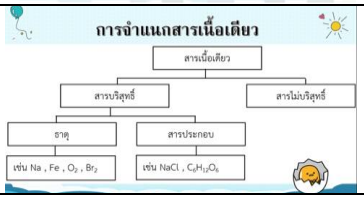
3. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์ Google classroom ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (จาก 1 = น้อยที่สุด ถึง 5 = มากที่สุด) จำนวน 21 ข้อ (ใช้เวลาในทำ 30 นาที) [12]

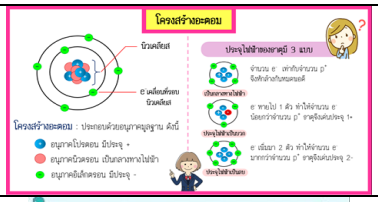
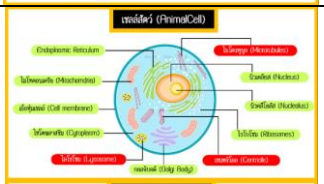
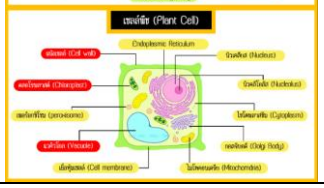
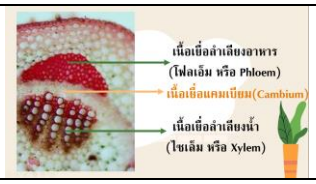
VII. การทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ 1 จำนวน 29 คน โดยให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ ทำใบงานและแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบระหว่างเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาเนื้อหาครบจึงให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

2. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ 2 จำนวน 52 คน โดยให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาจากห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยออกแบบ ดังตารางที่ I. จากนั้นให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ชุด และให้นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์ Google classroom

ตารางที่ I. ห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 5 หน่วย

สัปดาห์	ชื่อหน่วยการเรียนรู้/สาระการเรียนรู้	สื่อการสอน	ห้องเรียนออนไลน์ Google classroom
1	**หน่วยที่ 1 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์**	- Power Point - อุปกรณ์การทดลอง -วีดิทัศน์ เรื่องการเคลื่อนที่น้ำสี	
2	**หน่วยที่ 2 สมบัติของสารบริสุทธิ์** 1.จุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์	- Power Point - หนังสือเรียน - เอกสารประกอบการสอน - อุปกรณ์การทดลอง -วีดิทัศน์ เรื่องจุดเดือด	
3	**หน่วยที่ 2 สมบัติของสารบริสุทธิ์** 1.ความหนาแน่นของสารบริสุทธิ์	- Power Point - หนังสือเรียน - เอกสารประกอบการสอน - อุปกรณ์การทดลอง -วีดิทัศน์ เรื่องความหนาแน่น	
4	**หน่วยที่ 3 การจำแนกและ** องค์ประกอบของสารบริสุทธิ์ 1.การจำแนกสารบริสุทธิ์ 2.ธาตุ - สัญลักษณ์ของธาตุ	Power Point - หนังสือเรียน - เอกสารประกอบการสอน -วีดิทัศน์ เรื่องสารบริสุทธิ์มีองค์ประกอบอะไรบ้าง	

5	**หน่วยที่ 3 การจำแนกและองค์ประกอบของสารบริสุทธิ์** 2.ธาตุ - โครงสร้างอะตอมของธาตุ - สัญลักษณ์นิวเคลียร์	- Power Point - หนังสือเรียน - เอกสารประกอบการสอน	
6	**หน่วยที่ 3 การจำแนกและองค์ประกอบของสารบริสุทธิ์** 2.ธาตุ - การจำแนกธาตุตามสมบัติของธาตุ	- Power Point - หนังสือเรียน - เอกสารประกอบการสอน	
7	**หน่วยที่ 3 การจำแนกและองค์ประกอบของสารบริสุทธิ์** 2.ธาตุ - ประโยชน์ของธาตุและการเลือกใช้ธาตุให้ปลอดภัยและยั่งยืน 3.สารประกอบ 4. สารละลาย	- Power Point - หนังสือเรียน - เอกสารประกอบการสอน - อุปกรณ์การทดลอง	
8	**หน่วยที่ 4 หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต** 1.เรียนรู้และใช้งานกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง 2.เซลล์สิ่งมีชีวิต - ชนิดของสิ่งมีชีวิต	- Power Point - หนังสือเรียน - กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง - วีดิทัศน์ เรื่องกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง	 
9	**หน่วยที่ 4 หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต** 2.เซลล์ของสิ่งมีชีวิต - โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ - การจัดระบบเซลล์	- Power Point - หนังสือเรียน - เอกสารประกอบการสอน - อุปกรณ์การทดลอง - วีดิทัศน์ เรื่อง เซลล์พืช เซลล์สัตว์มีรูปร่างอย่างไร และมีส่วนประกอบอะไรบ้าง	 
10	**หน่วยที่ 4 หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต** 3.การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์	- Power Point - หนังสือเรียน - เอกสารประกอบการสอน - อุปกรณ์การทดลอง -วีดิทัศน์ เรื่องการเคลื่อนที่ของอนภาคของสาร	
11	**หน่วยที่ 5 การดำรงชีวิตของพืช** 1.การลำเลียงน้ำและอาหารของพืช	- การบรรยาย - การทดลอง - การสืบค้น - การอภิปรายกลุ่ม	
12	**หน่วยที่ 5 การดำรงชีวิตของพืช** 2.การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	- Power Point - หนังสือเรียน - เอกสารประกอบการสอน - อุปกรณ์การทดลอง วีดิทัศน์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	

13	**หน่วยที่ 5 การดำรงชีวิตของพืช** 3.การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของพืช	- Power Point - หนังสือเรียน - เอกสารประกอบการสอน - อุปกรณ์การทดลอง	
14	**หน่วยที่ 5 การดำรงชีวิตของพืช** 4.เทคโนโลยีชีวภาพในการขยายพันธุ์พืช	- Power Point - หนังสือเรียน - เอกสารประกอบการสอน	
15	**สอบปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563**		

VIII. ผลการวิจัย

VIII.I. ผลการพัฒนาห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จากข้อมูลการหาประสิทธิภาพของห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom พบว่ามีประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) เท่ากับ 83.14/82.38 สอดคล้องตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ ไม่ต่ำกว่า 80/80 โดยค่าประสิทธิภาพ (E_1) สูงกว่า (E_2) เนื่องจากระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม ใบงาน หรือแบบฝึกหัด ผู้สอนมีการเสนอแนะและแก้ไขหลังจากที่นักเรียนส่งงานเพื่อปรับปรุงแก้ไขความเข้าใจคลาดเคลื่อนของนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน อีกทั้งผู้สอนได้ทำการวัดและประเมินผลตามสภาพจริงหลังจากที่นักเรียนได้เรียนจบเนื้อหาแต่ละหน่วย ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา และมีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับนักเรียนอีกด้วย แสดงดังตารางที่ II.

ตารางที่ II. การหาประสิทธิภาพของห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ประสิทธิภาพของห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1	**n**	**คะแนนเต็ม**	$\bar{X}$	**ค่าเฉลี่ยร้อยละ**	**ประสิทธิภาพของห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom E_1/E_2**
ระหว่างเรียน	29	50	41.57	83.14	83.14/82.38
หลังเรียน		30	24.71	82.38	

VIII.II. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

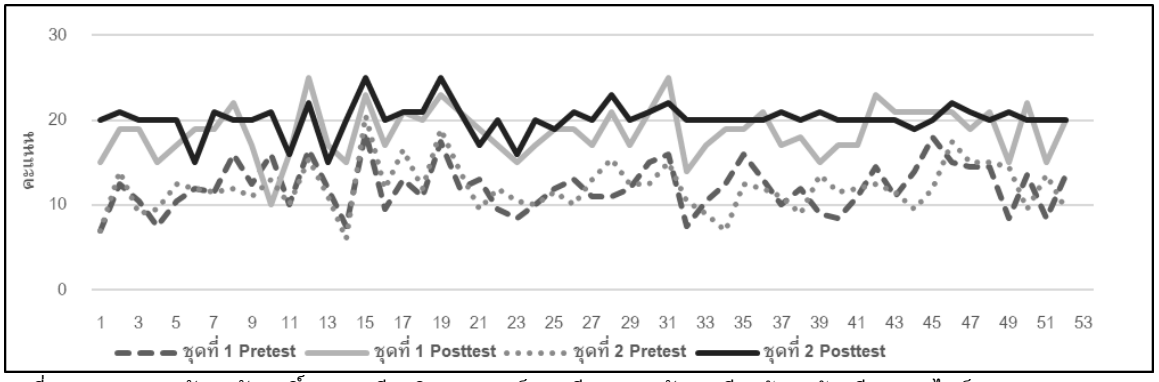
ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์จำนวน 2 ชุด พบว่าหลังการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 52 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงดังตารางที่ III.

ตารางที่ III. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 52 คน

แบบทดสอบ	**n**	**คะแนนเต็ม**	**ก่อนเรียน**		**หลังเรียน**		**t**	***p*-value**
			$\bar{X}$	**SD**	$\bar{X}$	**SD**		
ชุดที่ 1	52	30	12.18	2.89	18.90	2.77	-33.59*	.00
ชุดที่ 2			12.08	2.83	20.15	1.85	-25.05*	.00

$p < .05$

จากตารางที่ III. พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 52 คน ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1 ผ่านห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom มีคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบชุดที่ 1 เท่ากับ 18.90 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.77 และคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบชุดที่ 2 เท่ากับ 20.15 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.85 โดยนักเรียนทุกคนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน ดังรูปที่ II. จากข้อมูลการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 16 คน พบว่า นักเรียนระบุว่าการจัดการเรียนรู้ผ่านห้องเรียนออนไลน์มีความน่าสนใจ เนื่องจากมีวิดีทัศน์ สื่อแอนิเมชันที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนทำให้ตนเองเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น ตนเองสามารถเรียนเวลาไหน ที่ไหนก็ได้ หากเกิดข้อสงสัยหรือมีปัญหาไม่เข้าใจสามารถสื่อสารและติดต่อผู้สอนได้ทันที และไม่ต้องกังวลเรื่องการส่งงานเนื่องจากห้องเรียนออนไลน์จัดเก็บไฟล์งานของตนเองไว้อัตโนมัติ



รูปที่ II. คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังการเรียนรู้ผ่านห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom รายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 52 คน

VIII.III. ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จากข้อมูลการศึกษาความพึงพอใจ ในภาพรวม พบว่านักเรียนมีระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนแบบออนไลน์อยู่ในระดับมาก และมีค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจด้านการดำเนินการและออกแบบการเรียนการสอนของผู้สอนผ่านระบบ Google classroom สูงที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.06 ± SD .15) แสดงดังตารางที่ VI.

ตารางที่ VI. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 52 คน

ข้อความ	ความพึงพอใจ		
	$\overline{X}$	S.D.	การแปลผล
ด้านที่ 1 ระบบการใช้งาน			
1.ระบบสามารถใช้งานได้ง่าย	3.90	.77	มาก
2.การใช้งานของตำแหน่งเมนูเข้าใจง่าย	4.15	.78	มาก
3.ขนาดตัวอักษร รูปแบบของโปรแกรม ใช้งานง่ายและสะดวก	3.76	.81	มาก
4.ความรวดเร็วของการตอบสนองการใช้งานระบบ	3.78	.83	มาก
5.ภาพรวมผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้ง่าย สะดวก และรวดเร็ว	4.13	.82	มาก
ด้านที่ 2 การจัดการเรียนการสอนผ่านระบบ Google Classroom			
6.เอกสารประกอบการเรียนการสอน	3.82	.86	มาก
7.การมอบหมายงาน (ใบงาน แบบฝึกหัด)	3.88	.81	มาก
8.การทำแบบทดสอบ (ข้อสอบ สอบย่อย สอบปลายภาค)	3.96	.82	มาก
9.ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.11	.81	มาก
10.สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับมาตรฐาน/ตัวชี้วัด และคำอธิบายรายวิชา	3.76	1.1	มาก
11.ประหยัดเวลาในการเรียน	4.15	1.0	มาก
12. สามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา	3.78	.90	มาก
ด้านที่ 3 การดำเนินการและออกแบบการเรียนการสอนของครูผู้สอนผ่านระบบ Google Classroom			
13.ผู้สอนส่งเสริมให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้จากห้องสมุดหรือแหล่งอื่น ๆ	4.05	.90	มาก
14.ผู้สอนสามารถประยุกต์สิ่งที่สอนเข้ากับสภาพสังคมและสิ่งแวดล้อม	4.19	.74	มาก
15.ผู้สอนมีการเตรียมสื่อการเรียนการสอน (ใบงาน ใบความรู้ แบบทดสอบ)	3.86	.93	มาก
16.ผู้สอนจัดกิจกรรมให้เรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ภายนอกห้องเรียน	3.88	.86	มาก
17.ผู้สอนมีการทำแบบทดสอบ (ข้อสอบ ข้อสอบย่อย ข้อสอบปลายภาค)	4.13	.77	มาก
18.ผู้สอนตรวจงานและการทดสอบ	4.05	.80	มาก
19.ผู้สอนมีการติดตามผู้ใช้งาน	4.28	.85	มาก
20.ผู้สอนตั้งใจสอน ให้คำแนะนำผู้เรียนในการทำกิจกรรม	3.98	.78	มาก
ด้านที่ 4 ภาพรวม			
21.ภาพรวมความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ห้องเรียนออนไลน์	3.98	.78	มาก

IX.สรุปและอภิปรายผล

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom จัดเป็นเครื่องมือที่เปรียบเสมือนการเรียนรู้เชิงรุก ปรับเปลี่ยนจากการจัดการเรียนรู้แบบเดิมที่ครูเป็นศูนย์กลาง สู่การจัดการเรียรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางถือเครื่องมือวิธีการสอน หรือเครื่องมือที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ ช่วยส่งเสริมทักษะการคิดของผู้เรียนให้สูงขึ้น รวมถึงพัฒนาและส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา [10] ผู้สอนจึงมีการนำการจัดการเรียนรู้ผ่านห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom มาใช้จัดการเรียนรู้ในหลายสาขาวิชา อีกทั้งยังนำมาใช้เป็นวิธีการสอนที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้นทั้งระดับมัธยมศึกษา และระดับอุดมศึกษา [13,14] นอกจากนี้นักเรียนสามารถใช้ห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom ได้ทุกที่ทุกเวลา กับอุปกรณ์ที่หลากหลายทั้งสมาร์ทโฟน แท็บเล็ต และไอแพด อีกทั้งผู้สอนสามารถเก็บงาน แบ่งปันข้อมูลกับนักเรียนผ่านทางอีเมล์ของนักเรียนรายบุคคล หรือกับนักเรียนทุกคนที่อยู่ในห้องเรียนได้ [15] อีกทั้งผู้สอนสามารถออกแบบและสร้างห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom ได้ง่ายไม่ยุ่งยาก และยังสามารถนำใบงาน แบบฝึกหัด แบบทดสอบ และสื่อเทคโนโลยีที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่สอนใส่ไว้ในห้องเรียนออนไลน์ของตนเอง ช่วยประหยัดเวลาในการสร้างแผนการสอนให้ครูผู้สอนได้เป็นอย่างดี เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ที่ไม่จำกัดว่าต้องอยู่ในห้องเรียน นักเรียนสามารถใช้เวลาว่างเข้าไปทบทวนหรือศึกษาได้ด้วยตนเอง เหมาะสมกับสถานศึกษาทุกระดับโดยเฉพาะในสถานการณ์ปัจจุบันที่มีการแพร่ระบาดของไวรัสโคโรน่าสายพันธุ์ 2019 ที่ไม่สามารถจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนปกติได้ โดยนักเรียนมีระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom อยู่ในระดับมาก

X.ข้อเสนอแนะ

X.I. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลวิจัยไปใช้

1. ก่อนการจัดการเรียนรู้ด้วยห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom ผู้สอนควรอธิบายและชี้แจงทำความเข้าใจกับนักเรียนให้เข้าใจถึงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ รวมถึงรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเอง นักเรียนสามารถสื่อสารกับผู้สอนได้ทันทีหากเกิดข้อสงสัยระหว่างที่ใช้งานห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom ผู้สอนมีบทบาทคอยอำนวนความสะดวก พร้อมทั้งแนะนำกรณีที่นักเรียนเกิดปัญหา

2. ผู้สอนควรยืดหยุ่นระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom ตามความเหมาะสม

X.II. ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยต่อไป

1. ผู้สอนควรใช้เทคนิค หรือวิธีการสอนรูปแบบอื่น ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการเรียนรู้ผ่านห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] เบญจวรรณ ถนอมชยธวัช, ผ่องศรี วาณิชย์ศุภวงศ์, วุฒิชัย เนียมเทศ และ ณัฐวิทย์ พจนตันติ. “ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21: ความท้าทายในการพัฒนานักศึกษา,” *วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้,* ปีที่ 3, ฉบับที่ 2, หน้า 208-222, พฤษภาคม-สิงหาคม. 2559.

[2] เอกภูมิ จันทรขันตี "มุมมองของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ต่อการนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ไปใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์," *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์,* ปีที่ 9, ฉบับที่ 1, หน้า 55-67, มกราคม – เมษายน. 2015.

[3] Garrison, D.R., & Anderson, T. *E-learning in the 21st century: A framework for research and practice.* London: Routledge, 2002.

[4] Mishra, P., and M. J. Koehler, “Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating teachology in teacher knowledge,” *Teachers College Record*, vol. 108, no. 6, pp. 1017-1054, 2006.

[5] ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. “ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพ,” *e-jodil.stou.ac.th*, ปีที่ 6, ฉบับที่ 1, หน้า 159-173, 2559.

[6] Liang, J. C., Chai, C. S., Koh, J. H. L., Yang, C-J., & Tsai, “C-C. Surveying in-service preschool teachers’ technological pedagogical content knowledge,” *Australasian Journal of Educational Technology,* vol. 29, no. 4, pp. 581-94, 2013.

[7] นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์, “ความรู้ในการสอนจำเพาะเนื้อหาโดยใช้เทคโนโลยีในวิชาชีพครูศึกษา,” *วารสารสภาคณบดีคณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์แห่งประเทศไทย*, ปีที่ 4, ฉบับที่ 2, หน้า 20-37, 2555.

[8] ภาสกร เรืองรอง, ประหยัด จิระวงพงศ์, วณิชชา แม่นยำ, วิลาวัลย์ สมยาโรน, ศรันยู หมื่นเดช และชไมพร ศรีสุราช, “เทคโนโลยีการศึกษากับครูไทยในศตวรรษที่ 21,” *วารสารปัญญาภิวัฒน์*, ปีที่ 5, ฉบับพิเศษ ประจำเดือนพฤษภาคม, หน้า 195–207,.2557.

[9] Q. Wang, H. L. Woo, C. L. Quek, Y. Yang, and M. Liu, “Using the Facebook group as a learning management system: An exploratory study,” *Br. J. Educ. Technol*, vol. 43, no. 3, pp. 428–438, 2012.

[10] Shaharanee, I. N. M., Jamil, J. M. & Rodzi, S. S. M, “Google classroom as a tool for active learning,” *Proceedings of the International Conference on Applied Science and Technology,* (ICAST’16), doi: 10. 1063/1. 4960909, 2016.

[11] Chaiyong Promwong, “Test of media efficiency or teaching package,” *Fine Arts Journal Education Science*, vol. 5, no. 1, pp. 7-20. Bangkok: Chulalongkorn Printing House, 2013.

[12] มณเฑียร นันทะศรี, “วิจัยในชั้นเรียน เรื่อง ศึกษาระดับความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์ (Google Classroom),” กศน.อำเภอห้างฉัตร, 2562.

[13] ซีตีอัยเซาะห์ ปูเตะ, ซูไฮซัน มาฮะ, ซอแลฮะ แดเบาะ, ลุตฟี หะยีมะสา และ, อัสมานี ดาเซะบิง, มัฮดี แวดราแม, “การใช้ Google Classroom ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมความรับผิดชอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ห้อง 10 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ ปัตตานี,” ในการประชุมวิชาการระดับชาติ การเรียนรู้เชิงรุก ครั้งที่ 6, “Active Learning ตอบโจทย์ Thailand 4.0 อย่างไร”, ณ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, หน้า 421-430, 2561.

[14] สุพัตรา ตะเพียนทอง, ฐิยาพร กันตาธนวัฒน์ และสุวรรณา อินทร์น้อย, “การจัดการเรียนรู้ด้วย Google Application for Education ร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ เรื่อง การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนองานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, ปีที่ 19, ฉบับที่ 1, หน้า 15-24, เดือนมกราคม-เมษายน. 2563.

[15] Shahinaz Abdelrahman, Osman Basher, “The impact of Google Classroom application on the teaching efficiency of pre-teachers,” *In International Journal Social Sciences and Education*, pp. 45-54, November. 2017.

การยอมรับเทคโนโลยีและพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ที่ส่งผลต่อความตั้งใจที่จะใช้งานกูเกิลมีทในการเรียนออนไลน์ของนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

The Acceptance of Technology and Online Consumer Behavior Affecting Intention to Use Google Meet Online Education System of Thai-Nichi Institute of Technology Students

1st ยุรนันท์ มูซอ
Yuranan Musor
คณะบริหารธุรกิจ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Business Administration Thai-Nichi Institute of Technology
กรุงเทพฯ ประเทศไทย
Bangkok Thailand
yuranan@tni.ac.th

2st ธันยมัย เจียรกุล
Tanyamai Chiarakul
คณะบริหารธุรกิจ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Business Administration Thai-Nichi Institute of Technology
กรุงเทพฯ ประเทศไทย
Bangkok Thailand
tanyamai@tni.ac.th

บทคัดย่อ **— การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับการยอมรับเทคโนโลยีที่มีผลต่อความตั้งใจที่จะใช้ระบบการเรียนออนไลน์ และศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ที่มีผลต่อความตั้งใจที่จะใช้ระบบการเรียนออนไลน์ เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับหน่วยงานที่รับผิดชอบในการกำหนดนโยบายและพัฒนาคุณภาพของระบบการเรียนออนไลน์ให้ตอบสนองกับความต้องการของผู้เรียน โดยได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี การรับรู้ถึงความเสี่ยง และพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ เป็นกรอบในการศึกษาวิจัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ นักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นที่เคยเรียนผ่านระบบออนไลน์ จำนวน 250 กลุ่มตัวอย่าง ใช้แบบสอบถามออนไลน์ในการจัดเก็บข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลด้วยโปรแปรมสำเร็จรูปทางสถิติ ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความตั้งใจที่จะใช้ระบบการเรียนออนไลน์ได้แก่ ทัศนคติต่อการใช้งาน, และการรับรู้ความเสี่ยง ผลการศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความตั้งใจที่จะใช้ระบบการเรียนออนไลน์ได้แก่ ด้านอารมณ์ทางออนไลน์ ด้านความบันเทิงทางออนไลน์ ด้านความต่อเนื่อง และด้านทัศนคติออนไลน์**

คำสำคัญ ***— ระบบการเรียนออนไลน์, การยอมรับเทคโนโลยี, พฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์, ความตั้งใจที่จะใช้***

ABSTRACT —

This research had purpose to identify the effect of technology acceptance factor and online consumer behavior affect factor on attitude to use online learning of students Thai-Nichi Institute of technology. To set policies and improve the quality of the online learning system for the needs of learners. Apply the Technology acceptance model (TAM), Perceived Risk and Online Consumer Behavior was adopted as a framework for the research. A total of 250 questionnaires were collected. The frequency, percentage, Mean, Standard deviation, and multiple regression statistics were applied to analyze the impact of factors according to the research framework and the hypothesis set. The result of hypothesis Technology acceptance model the intention of using online learning systems including Attitude toward using and Perceived Risk. The result of hypothesis online consumer behavior intention to use online learning systems including Online emotions, Online entertainment, Flow and Online attitudes.

Keywords — Online Education System, Technology Acceptance Model, Online Consumer Behavior, Intention to use.

1. บทนำ

จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 (COVID-19) ทำให้ทางรัฐบาลออกคำสั่งให้สถานศึกษารวมถึงมหาวิทยาลัยต้องปิดทำการและงดการเรียนการสอนโดยใช้ห้องเรียน เพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ในกลุ่มนักเรียนนักศึกษา ส่งผลทำให้มหาวิทยาลัยทั่วประเทศไทย ต้องยกเลิกการเรียนระบบการเรียนการสอนแบบบรรยายภายในห้องเรียน และนำระบบการเรียนการสอนแบบออนไลน์เข้ามาใช้ในการเรียนการสอนในช่วงภาคการศึกษาที่ 3/2562 แบบทันทีเพื่อให้การเรียนการสอนยังคงดำเนินต่อไปได้ ส่งผลให้ซอฟต์แวร์การประชุมวิดีโอทางออนไลน์ได้ถูกนำมาทดสอบประยุกต์ใช้จัดทำระบบการ

เรียนออนไลน์ (Online Education) เพื่อใช้แทนการเรียนการสอนแบบบรรยายในห้องเรียน สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ได้มีประกาศคำสั่งให้คณาจารย์ปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนการสอนเป็นระบบออนไลน์ทุกหลักสูตรทันที โดยให้บริหารจัดการให้สามารถเรียนและปฏิบัติการที่บ้านให้ได้มากที่สุด และปรับเปลี่ยนรูปแบบการทดสอบและการประเมินผลที่มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ทางสถาบันได้มีการจัดเตรียมรวบรวมเครื่องมือ Platform และโปรแกรม เพื่อรองรับการสอนแบบออนไลน์โดยได้แบ่งเครื่องมือออกเป็น 2 ระบบได้แก่ ระบบ Google Suit for Education เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการสร้างห้องเรียนออนไลน์เพื่อให้นักศึกษาได้เข้ามามีส่วนร่วมในห้องเรียน ซึ่งห้องเรียนออนไลน์จะถูกควบคุมและจัดการโดยอาจารย์ผู้สอนประจำวิชา และระบบ Live video casting and recording ในการบรรยายสอน โดยผู้สอนสามารถเลือกใช้โปรแกรม Video call ตามความถนัดของผู้สอนอาทิ Zoom, Google Hangout Meet, Microsoft Teams, Cisco Webex, OBS, Facebook, YouTube

ดังนั้นเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพและประสิทธิผลด้านเทคโนโลยีการเรียนออนไลน์จากนักศึกษาผู้ใช้งานระบบ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นจึงควรทราบถึงระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อความตั้งใจที่จะใช้ระบบการเรียนออนไลน์ด้วยโปรแกรม วีดีโอคอลของกูเกิลมีท (Google meet) ที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานกับการเรียนการสอนกับนักศึกษา เพื่อที่จะให้การเรียนผ่านระบบออนไลน์มีประสิทธิภาพสูงที่สุด

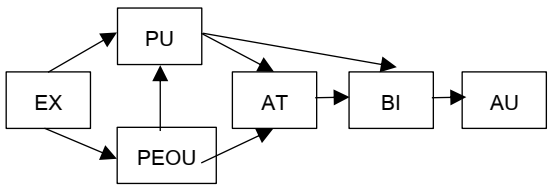
II. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- เพื่อศึกษาระดับการยอมรับเทคโนโลยีที่มีผลต่อความตั้งใจจะใช้ระบบการเรียนออนไลน์
- เพื่อศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ที่มีผลต่อความตั้งใจจะใช้ระบบการเรียนออนไลน์

III. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี Technology acceptance model (TAM) [1] [2] เป็นทฤษฎีที่กล่าวถึงการทำอย่างไรให้ผู้ใช้งานระบบสารสนเทศยอมรับและใช้เทคโนโลยีโดยตัวแปรภายนอก (External Variables : EX) จะสร้างการรับรู้ถึงประโยชน์ที่เกิดจากการใช้ (Perceived Usefulness : PU) จะส่งผลต่อทัศนคติต่อการใช้งาน (Attitude Toward Using : AT) ส่งผลทำให้เกิดพฤติการการยอมรับเทคโนโลยี ส่งผลต่อความตั้งใจที่ใช้ระบบ และการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use : PEOU) เป็นปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงกับพฤติกรรมของผู้ใช้เทคโนโลยี (Behavioral Intention : BI) ส่งผลทำให้เกิดการยอมรับเทคโนโลยีและใช้งานจริง (Actual Use : AU) ดังแสดงในรูปที่ I.



รูปที่ I. แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี [1]

การรับรู้ถึงความเสี่ยง (Perceived Risk) [3] ความเสี่ยงมีความสำคัญที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการตัดสินใจของผู้บริโภค

พฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ (Online Consumer Behavior) [4] [5] คือรูปแบบสิ่งเร้า การกระตุ้น และการตอบสนอง ซึ่งพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ จะเกิดขึ้นจากปัจจัยแวดล้อมของเทคโนโลยีที่เข้ามามีส่วนสนับสนุนในการตัดสินใจเลือกซื้อหรือใช้งาน เนื่องจากมีความสะดวก มีประสิทธิภาพ และคุ้มค่า ซึ่งมีองค์ประกอบ 5 ตัวแปรที่สำคัญได้แก่ การรับรู้ทางออนไลน์ (Online Cognitions) อารมณ์ทางออนไลน์ (Online Emotions) ความบันเทิงออนไลน์ (Online Entertainment) ความต่อเนื่อง (Flow) และทัศนคติที่มีต่อสื่อออนไลน์ (Online Attitudes)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐฐา ถิรโสภี และชัยวัฒน์ อุตตมากร [6] ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความตั้งใจที่จะใช้เทคโนโลยีเว็บการเรียนการสอนในระบบเปิด Thai MOOC โดยใช้ทฤษฎีที่ใช้สำหรับประเมินประสิทธิภาพของเทคโนโลยี TTF และทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยี การบูรณาการร่วมระหว่าง TAM และ TTF ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปได้ว่า ความตั้งใจในการใช้เทคโนโลยีเว็บการเรียนในระบบเปิด Thai MOOC นั้น ระบบจะต้องมีความง่ายในการใช้งาน ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลมากที่สุด คือความเพลิดเพลินที่เกิดขึ้นจากการใช้เทคโนโลยี ด้านอิทธิพลต่อความตั้งใจเชิงพฤติกรรมในการใช้งานปัจจัยที่ส่งผลมากที่สุด การรับรู้ความง่ายในการใช้งานระบบ ด้านทัศนคติปัจจัยที่ส่งผลมากที่สุด คือการรับรู้ประโยชน์ในการใช้งาน ด้านความตั้งใจเชิงพฤติกรรมในการใช้งาน มีปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงมากที่สุด คือ ทัศนคติ ด้านความพึงพอใจ ปัจจัยที่ส่งผลคือ ความเพลิดเพลินที่จะเกิดจากการใช้งานระบบ

พิศพร แถบทอง และโกวิท รพีพิศาล [7] ได้ประเมินโครงสร้างการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ 8 ด้านของกองทัพบก จากนั้นประยุกต์ใช้ทฤษฎีแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี เพื่อทำการสำรวจระดับการยอมรับนวัตกรรมการเรียนการสอนแบบอิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียนและผู้สอนของกองทัพบก โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 270 นาย เพื่อนำผลการศึกษามาสร้างกรอบแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาระบบการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ของกองทัพบก ผลการประเมินโครงสร้างการเรียนการสอนแบบ e-Learning อยู่ในระดับปานกลาง มีส่วนดีในเรื่องของการประเมินผลด้านการออกแบบส่วนเชื่อมต่อ และด้านวิธีการสอน ผลการยอมรับนวัตกรรมการเรียนการสอนแบบ e-Learning อยู่ในระดับมาก

ชีวรัตน์ ชัยสำโรง [8] ได้ศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีการเรียนภาษาผ่านแอปพลิเคชันออนไลน์ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจำนวน 169 กลุ่มตัวอย่าง โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี ทฤษฎีการแพร่กระจายของนวัตกรรม (Diffusion of innovation theory : DOI) และแนวคิดการรับรู้ความเพลิดเพลิน (Perceived enjoyment : PE) สร้างเป็นแบบสอบถามออนไลน์ ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อความตั้งใจในการใช้แอปพลิเคชันออนไลน์เพื่อการเรียนภาษามากที่สุดประกอบด้วย การรับรู้ประโยชน์ การรับรู้ความสอดคล้อง และการรับรู้ความเพลิดเพลินตามลำดับ

นภาภรณ์ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ [9] ได้ศึกษาการยอมรับการเรียนการสอนอีเลิร์นนิงของอาจารย์จำนวน 15 คน และนิสิตจำนวน 369 คน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยประยุกต์แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี มาอธิบายความสัมพันธ์ของสาเหตุและผลลัพธ์ของการยอมรับหรือปฏิเสธการใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ ผลการวิเคราะห์ระดับการยอมรับการเรียนการสอนแบบอีเลิร์นนิงของนิสิต ภาพรวมอยู่ในระดับมาก

สรพรรค ภักดีศรี [10] ได้นำแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี ศึกษาพฤติกรรมและความพึงพอใจของผู้เรียน ระหว่างรูปแบบการเรียนรู้ในห้องเรียน (Face-to-Face Learning) และรูปแบบการเรียนรู้ผ่านเว็บ (Web-Based Learning) เพื่อนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้กับการเรียนรู้ผ่านเว็บไซต์ให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด

สักเมธ จตุรพรชัย [11] ได้นำแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี และแบบจำลองการศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ มาใช้ในการศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีและพฤติกรรมระบบกฎหมายและกฎออนไลน์ จากกลุ่มตัวอย่างพนักงานคดีปกครองที่สังกัดสำนักงานศาลปกครองกลาง และสำนักงานศาลปกครองสูงสุดจำนวน 207 คน ว่ามีอิทธิพลต่อการรับรู้คุณภาพการให้บริการหรือไม่ ผลการทดสอบสมมติฐานในส่วนของการศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีพบว่าตัวแปร ด้านความง่ายในการใช้งาน ด้านทัศนคติที่มีต่อการใช้ และด้านการนามาใช้งานจริง มีอิทธิพลต่อการรับรู้คุณภาพการให้บริการระบบกฎหมายและกฎออนไลน์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และในส่วนของการศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์พบว่า ด้านการรับรู้ทางออนไลน์ ด้านความต่อเนื่อง และด้านความบันเทิงทางออนไลน์ มีอิทธิพลต่อการรับรู้คุณภาพการให้บริการระบบกฎหมายและกฎออนไลน์อย่างมีนัยสาคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

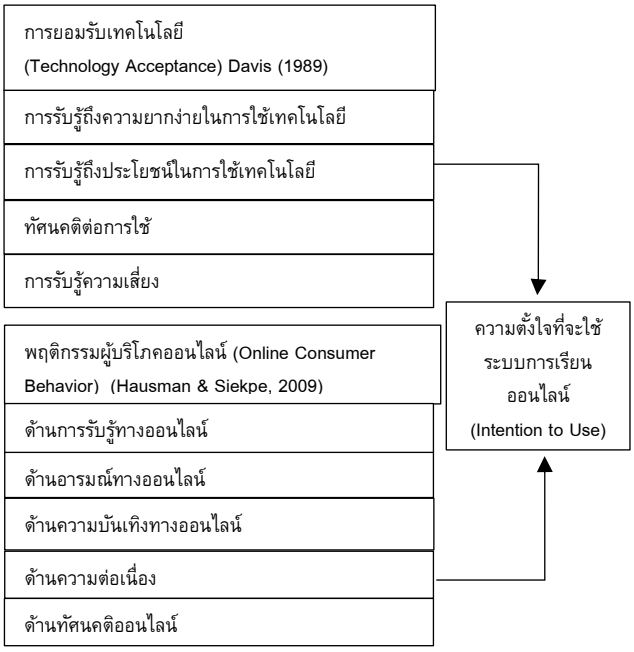
เกวรินทร์ ละเอียดดีนันท์ [12] ได้ศึกษาการยอมรับเทคโนโลยี และพฤติกรรมผู้บริโภคทางออนไลน์ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครโดยใช้จากกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคที่เคยซื้อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และพักอาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครจำนวน 260 ราย จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าตัวแปรการยอมรับเทคโนโลยี และพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้แก่ การยอมรับเทคโนโลยี ด้านความง่ายในการใช้งาน ด้านความตั้งใจที่จะใช้ และด้านการนำมาใช้งานจริง และพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ ด้านการรับรู้ทางออนไลน์ ด้านความบันเทิงทางออนไลน์ และด้านทัศนคติที่มีต่อสื่อออนไลน์

กนกวรรณ กลับวงศ์ [13] ได้ศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ การยอมรับเทคโนโลยี และส่วนประสมทางการตลาดส่งผลต่อการตัดสินใจซื้ออัญมณีเครื่องประดับผ่านสื่อออนไลน์ จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน ที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานครบริเวณภายในห้างสรรพสินค้า แผนกเครื่องประดับ และร้านสิริเจมส์ จากผลการศึกษาข้อสมมติฐานมีความสอดคล้องกันไปในทิศทางเดียวกัน จึงสรุปได้ว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีพฤติกรรมผู้บริโภคทางออนไลน์ที่จะให้ความสำคัญในเรื่องของอารมณ์ทางออนไลน์เป็นอย่างมาก ในส่วนของการยอมรับเทคโนโลยีในส่วนของการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งานก็เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเป็นอย่างมาก และผู้บริโภคยังให้ความสำคัญต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านช่องทางการจัดจาหน่าย

จากการทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและแบบจำลองโมเดลการยอมรับเทคโนโลยีทำให้เห็นถึงปัจจัยและตัวแปรภายนอกที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละเทคโนโลยีที่นำมาใช้ศึกษา และจากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยจึงเพิ่มปัจจัยที่เชื่อว่าจะส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีระบบการเรียนออนไลน์ คือ ทัศนคติต่อการใช้งาน การรับรู้ความเสี่ยง [2] และพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ [3] ดังแสดงในรูปที่ II.

กรอบแนวคิดงานวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัยเรื่องการยอมรับเทคโนโลยีและพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ที่ส่งผลต่อความตั้งใจที่จะใช้งานระบบการเรียนออนไลน์ของนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น



รูปที่ II. แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยีและพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ามีงานวิจัยที่ได้นำเสนอการนำโมเดลการยอมรับเทคโนโลยี และโมเดลพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ มาปรับใช้ในแบบจำลองเพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อความตั้งใจซื้อและความตั้งใจที่จะใช้งาน [11] [12] [13] ผู้วิจัยจึงนำโมเดลการยอมรับเทคโนโลยีและพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ มาปรับใช้ในงานวิจัยนี้ ซึ่งความสัมพันธ์ของโมเดลการยอมรับเทคโนโลยีและโมเดลพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ทำให้ทราบถึงการรับรู้ทางออนไลน์ทางด้านคุณภาพของเนื้อหาข้อมูลและความถูกต้องของข้อมูล อารมณ์ทางออนไลน์ผู้ใช้งานมีความยินดีเกิดการกระตุ้นอารมณ์ความสุขและการครอบงำ ความบันเทิงออนไลน์มีความเกี่ยวข้องกับความชอบของแต่ละบุคคล ความต่อเนื่องเป็นสภาพที่เกิดขึ้นในระหว่างการใช้งานระบบ ทัศนคติออนไลน์มีความเกี่ยวข้องกับทัศนคติที่มีต่อระบบการเรียนออนไลน์ ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดความตั้งใจที่จะใช้งานระบบการเรียนออนไลน์ผ่านกูเกิลมีทของผู้ใช้งาน

IV. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเชิงปริมาณโดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อให้ได้ข้อสรุปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มประชากรคือนักศึกษาของสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่ลงทะเบียนเรียนในภาคเรียนที่ 3 ประจำปี 2562 เนื่องจากเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้เรียนในรูปแบบออนไลน์ตลอดภาคการศึกษา โดยใช้วิธีการคำนวณหากลุ่มตัวอย่างด้วยสูตรของ (Weiers, 2005, p.350) ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและความคาดเคลื่อน โดยพิจารณาจากทางเลือกแบบลิเคิร์ท (Likert, 1967) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ความคลาดเคลื่อน 5% ผลจากการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างได้ 273 คนจึงจะสามารถประมาณค่าร้อยละโดยมีความผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 5 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่เนื่องจากมีแบบสอบถามที่เก็บมาได้ไม่สมบูรณ์จำนวน 23 ชุด ผู้วิจัยจึงใช้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้งานโปรแกรมวีดีโอคอลของกูเกิลมีท (Google meet) ในการเรียนออนไลน์จำนวน 250 คน ในการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนของตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดงานวิจัยที่ได้ออกแบบไว้จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาสร้างเป็นแบบสอบถามงานวิจัย เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยครั้งนี้

การทดสอบคุณภาพแบบสอบถามที่ใช้เป็นเครื่องมือในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบคุณภาพการตรวจสอบความตรง ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อทดสอบความตรงเชิงเนื้อหา ของคำถามในแต่ละข้อว่าตรงกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้หรือไม่ โดยใช้แบบประเมินความสอดคล้อง IOC เพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับประเด็นหลักของเนื้อหาข้อคำถามแต่ละข้อจะต้องมีค่า IOC เท่ากับหรือมากกว่า 0.60 จึงถือว่าข้อคำถามนั้นใช้ได้ ซึ่งแบบสอบถามของงานวิจัยนี้มีดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหาเท่ากับ 0.79 และไม่มีข้อคำถามใดที่มีคะแนนความสอดคล้องน้อยกว่า 0.60

การตรวจสอบความเชื่อมั่น (Reliability) ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถามโดยนำแบบสอบถามไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คนและทดสอบความเชื่อมั่น ของแบบสอบถามโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบัค (Cronbachs' alpha coefficient) แบบสอบถามมีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบัคเท่ากับ 0.927 ซึ่งมากกว่า 0.70 จึงถือว่าแบบสอบถามมีความน่าเชื่อถือสามารถนาไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการสุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random sampling) จากนั้นจึงทำการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตาราง I. กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนแยกตามคณะ

คณะ	จำนวน	สัดส่วน %	กลุ่มตัวอย่างจากการคำนวณ	กลุ่มตัวอย่างที่เก็บแบบสอบถาม
วิศวกรรมศาสตร์	439	47	128	118
เทคโนโลยีสารสนเทศ	119	12.74	35	32
บริหารธุรกิจ	376	40.26	110	100
รวมทั้งสิ้น	934	100	273	250

จากตาราง I. การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random sampling) โดยจำแนกประชากรออกเป็นกลุ่มย่อยพิจารณาจาก คณะของนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียน ได้แก่ คณะวิศวกรรมศาสตร์, คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ และคณะบริหารธุรกิจ จากการคำนวณหากลุ่มตัวอย่าง 273 แบบสอบถาม แต่เนื่องจากมีแบบสอบถามที่เก็บมาได้ไม่สมบูรณ์จำนวน 23 ชุดผู้วิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างจากการเก็บแบบสอบถามจำนวน 250 ตัวอย่างในการแบ่งสัดส่วนตามจำนวนนักศึกษาในแต่ละคณะ

ตารางที่ II.กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนแยกตามกลุ่มวิชาเรียน

กลุ่มวิชาที่เรียนออนไลน์	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	สัดส่วน
กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์ (HUM)	107	42.8%
กลุ่มวิชาสังคมศาสตร์ (SOC)	38	15.2%
กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (BUS, ENG, MSC)	79	31.6%
กลุ่มวิชาภาษา (ENL, JPN, THA, KOR, CHN)	13	5.2%
กลุ่มวิชาของนักศึกษาปริญญาโท	13	5.2%
รวม	250	100

จากตารางที่ II. การจำแนกประชากรออกเป็นชั้นภูมิตามคุณลักษณะของกลุ่มย่อยพิจารณาจากกลุ่มวิชาที่นักศึกษาได้ลงทะเบียนเรียน ได้แก่ กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์, กลุ่มวิชาสังคมศาสตร์, กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์, กลุ่มวิชาภาษา และกลุ่มวิชาของนักศึกษาปริญญาโท

การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) เนื่องจากทุกๆ สมาชิกในประชากรมีโอกาสจะถูกเลือกเท่าๆกัน ผู้วิจัยจึงเก็บแบบสอบถามเป็นจำนวน 250 ชุด และได้นำแบบสอบถามทั้งหมดมาใช้ในการวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยโปรแกรมคำนวนค่าทางสถิติ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) เพื่ออธิบายลักษณะของข้อมูล ได้แก่ การหาค่าร้อยละ (Percentage), การหาค่าเฉลี่ย (Mean), และการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.)

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) ได้แก่ สถิติ T-test แบบ independent, การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (1-way ANOVA) และสมการพยากรณ์โดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุของตัวแปร (Multiple Regression Analysis) ในการทดสอบสมมติฐานความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้โปรแกรมวีดีโอคอลของกูเกิลมีท Google meet ในการเรียนออนไลน์และใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีจำนวน 250 ตัวอย่าง มีปัจจัยบุคคลด้านประชากรศาสตร์ดังนี้ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชายร้อยละ 66.4 อายุระหว่าง 21-25 ปีร้อยละ 62.8 และเป็นนักศึกษาในระดับปริญญาตรีร้อยละ 97.2

ตารางที่ III. ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการยอมรับเทคโนโลยีปัจจัยย่อยด้านการรับรู้ความยากง่ายในการใช้เทคโนโลยีระบบการเรียนออนไลน์

การรับรู้ถึงความยากง่ายในการใช้เทคโนโลยีระบบการเรียนออนไลน์	จำนวน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
ระบบการเรียนออนไลน์ใช้งานได้ง่าย	250	3.84	0.82	มาก
ระบบการเรียนออนไลน์มีขั้นตอนการใช้งานไม่ยุ่งยาก	250	3.73	0.89	มาก
ระบบการเรียนออนไลน์ง่ายต่อการค้นหาข้อมูลภายในห้องเรียนออนไลน์	250	3.62	0.96	มาก
รวมปัจจัยด้านการรับรู้ความง่ายในการใช้งาน	**250**	**3.72**	**0.90**	**มาก**

จากตารางที่ III. แสดงให้เห็นว่าปัจจัยการรับรู้ถึงความยากง่ายในการใช้เทคโนโลยีระบบการเรียนออนไลน์ มีความสำคัญในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.72 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.90) โดยพบว่ามีปัจจัยย่อยด้านระบบการเรียนผ่านออนไลน์เข้าใช้งานได้ง่ายอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 3.84

ตารางที่ IV. ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการยอมรับเทคโนโลยี ปัจจัยย่อยด้านการรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้เทคโนโลยีระบบการเรียนออนไลน์

การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้เทคโนโลยีการเรียนออนไลน์	จำนวน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
ระบบการเรียนออนไลน์ช่วยทำให้การเรียนของท่านมีความทันสมัยมากยิ่งขึ้น	250	3.63	0.97	มาก
ระบบการเรียนออนไลน์สามารถย้อนกลับไปดูวีดีโอการสอนและเนื้อหาการสอนได้	250	3.65	1.11	มาก
ท่านคิดว่าระบบการเรียนออนไลน์มีประโยชน์ต่อท่านในการเรียนแบบออนไลน์	250	3.53	1.03	มาก
รวมปัจจัยด้านการรับรู้ประโยชน์ของระบบ	**250**	**3.53**	**1.03**	**มาก**

จากตารางที่ IV. แสดงให้เห็นว่าปัจจัยการรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้เทคโนโลยีระบบการเรียนออนไลน์ มีความสำคัญในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.03) โดยพบว่ามีปัจจัยย่อยระบบการเรียนออนไลน์สามารถย้อนกลับไปดูวีดีโอการสอนและเนื้อหาการสอนได้อยู่ในระดับมากมีค่าเฉลี่ย 3.65

ตารางที่ V. ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทัศนคติต่อระบบการเรียนออนไลน์

ปัจจัยด้านทัศนคติต่อระบบการเรียนออนไลน์	จำนวน	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
ระบบการเรียนออนไลน์ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนให้แก่ผู้เรียน	250	3.58	1.04	มาก
ระบบการเรียนออนไลน์ทำให้ท่านรู้สึกพึงพอใจ	250	3.21	1.12	ปานกลาง
รวมปัจจัยด้านทัศนคติต่อระบบ	**250**	**3.39**	**1.08**	**ปานกลาง**

จากตารางที่ V. พบว่าปัจจัยด้านทัศนคติต่อระบบการเรียนออนไลน์มีความสำคัญในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.08) โดยพบว่ามีปัจจัยย่อยด้านระบบการเรียนออนไลน์ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนให้แก่ผู้เรียนอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย 3.58

ตารางที่ VI. ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการรับรู้ความเสี่ยงในการใช้งานระบบการเรียนออนไลน์

การรับรู้ถึงความเสี่ยงในการใช้งานระบบการเรียนออนไลน์	จำนวน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
ท่านยอมรับถึงความเสี่ยง หากข้อมูลส่วนตัวถูกเปิดเผย	250	2.90	1.09	ปานกลาง
ท่านยอมรับถึงความเสี่ยงหากเกิดการคุกคามของไวรัส	250	2.76	1.21	ปานกลาง
ท่านยอมรับถึงความเสี่ยงหากเกิดปัญหาทางด้านอินเทอร์เน็ต	250	3.01	1.25	ปานกลาง
รวมปัจจัยด้านการรับรู้ความสี่ยง	**250**	**2.89**	**1.18**	**ปานกลาง**

จากตารางที่ VI. แสดงให้เห็นว่าปัจจัยการรับรู้ถึงความเสี่ยงในการใช้เทคโนโลยีระบบการเรียนออนไลน์ มีความสำคัญในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.18) โดยพบว่ามีปัจจัยย่อยด้านท่านยอมรับถึงความเสี่ยง หากเกิดปัญหาทางด้านอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย 3.01

ตารางที่ VII. ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ด้านการรับรู้ทางออนไลน์

พฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ด้านการรับรู้ทางออนไลน์	จำนวน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
สื่อออนไลน์ เช่น Website, Facebook, Line, E-mail เป็นต้น สามารถให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อท่านในการใช้งานระบบการเรียนออนไลน์	250	3.84	1.19	มาก
ท่านสามารถรับรู้ข้อมูลบทเรียนใหม่ที่อาจารย์ส่งให้ได้ทันทีผ่านระบบการเรียนออนไลน์ได้ทุกที่ ทุกเวลา ก่อนถึงเวลาเข้าเรียน	250	3.80	0.87	มาก
ท่านนิยมการเรียนออนไลน์ เพราะรูปแบบการเรียนในระบบการเรียนออนไลน์มีความหลากหลาย	250	3.23	1.15	ปานกลาง
รวมปัจจัยพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ด้านการรับรู้ทางออนไลน์	**250**	**3.65**	**1.16**	**มาก**

จากตารางที่ VII. แสดงให้เห็นว่าปัจจัยพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ด้านการรับรู้ทางออนไลน์ มีความสำคัญในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.65 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.16) โดยพบว่ามีปัจจัยย่อยด้านสื่อออนไลน์ เช่น Website, Facebook, Line, E-mail เป็นต้น สามารถให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อท่านในการใช้งานระบบการเรียนออนไลน์ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 3.84

ตารางที่ VIII. ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ด้านอารมณ์ทางออนไลน์

พฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ด้านอารมณ์ทางออนไลน์	จำนวน	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
ท่านเลือกเรียนแบบออนไลน์วิชานี้เนื่องจากชื่นชอบในตัวผู้สอน	250	3.24	1.00	ปานกลาง
ท่านเลือกเรียนแบบออนไลน์วิชานี้ตามหมวดหมู่รายวิชาที่ท่านสนใจ	250	3.73	0.96	มาก
การเรียนออนไลน์ทำให้ท่านเหมือนไม่รู้สึกว่าเหนื่อยหรือง่วงนอน เหมือนตอนเรียนในห้องเรียน	250	2.98	1.29	ปานกลาง
รวมปัจจัยพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ด้านอารมณ์ทางออนไลน์	**250**	**3.31**	**1.08**	**ปานกลาง**

จากตารางที่ VIII. แสดงให้เห็นว่าปัจจัยด้านพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ด้านอารมณ์ทางออนไลน์ มีความสำคัญในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.31 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.08) โดยพบว่ามีปัจจัยย่อยด้านท่านเลือกเรียนแบบออนไลน์วิชานี้ตามหมวดหมู่รายวิชาที่ท่านสนใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 3.73

ตารางที่ IX. ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ด้านความบันเทิงทางออนไลน์

พฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ด้านความบันเทิงทางออนไลน์	จำนวน	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
การเรียนออนไลน์ทำให้ท่านรู้สึกผ่อนคลายไม่เครียดเหมือนการเรียนในห้องเรียนแบบปกติ	250	3.34	1.19	ปานกลาง
การเรียนออนไลน์ทำให้ท่านรู้สึกเพลิดเพลินกว่าการเรียนในห้องเรียนแบบปกติ	250	3.18	1.20	ปานกลาง
การเรียนออนไลน์ทำให้ท่านมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำรายงานที่ได้รับมอบหมาย	250	3.19	1.14	ปานกลาง
รวมปัจจัยพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ด้านความบันเทิงทางออนไลน์	**250**	**3.23**	**1.14**	**ปานกลาง**

จากตารางที่ IX. แสดงให้เห็นว่าปัจจัยด้านพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ด้านความบันเทิงทางออนไลน์ มีความสำคัญในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.23 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.14) โดยพบว่ามีปัจจัยย่อยด้านการเรียนออนไลน์ทำให้ท่านรู้สึกผ่อนคลายไม่เครียดเหมือนการเรียนในห้องเรียนแบบปกติอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย 3.34

ตารางที่ X. ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ด้านความต่อเนื่อง

พฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ด้านความต่อเนื่อง	จำนวน	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
การเรียนออนไลน์ทำให้ท่านสามารถเรียนได้อย่างต่อเนื่อง	250	3.29	1.14	ปานกลาง
การเรียนออนไลน์ทำให้ท่านเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้อย่างต่อเนื่อง	250	3.17	1.09	ปานกลาง
ท่านรู้สึกไม่เสียดายเวลาที่ได้เข้ามาเรียนผ่านระบบการเรียนออนไลน์	250	3.32	1.15	ปานกลาง
รวมปัจจัยพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ด้านความต่อเนื่อง	**250**	**3.26**	**1.15**	**ปานกลาง**

จากตารางที่ X. แสดงให้เห็นว่าปัจจัยพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ด้านความต่อเนื่อง มีความสำคัญในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.26 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.15) โดยพบว่ามีปัจจัยย่อยด้านท่านรู้สึกไม่เสียดายเวลาที่ได้เข้ามาเรียนผ่านระบบการเรียนออนไลน์ในครั้งนี้ หากมีการเปิดการเรียนแบบออนไลน์ต่อ ท่านก็จะกลับมาเรียนแบบออนไลน์ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 3.32

ตารางที่ XI. ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ด้านทัศนคติออนไลน์

พฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ด้านทัศนคติออนไลน์	จำนวน	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
การเรียนออนไลน์ทำให้ท่านสามารถเรียนได้อย่างต่อเนื่อง	250	3.42	1.01	ปานกลาง
การเรียนออนไลน์ทำให้ท่านเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้อย่างต่อเนื่อง	250	3.17	1.09	ปานกลาง
ท่านรู้สึกไม่เสียดายเวลาที่ได้เข้ามาเรียนผ่านระบบการเรียนออนไลน์ในครั้งนี้ หากมีการเปิดการเรียนแบบออนไลน์ต่อ ท่านก็จะกลับมาเรียนแบบออนไลน์	250	2.98	1.13	ปานกลาง
รวมปัจจัยพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ด้านด้านทัศนคติออนไลน์	**250**	**3.19**	**1.07**	**ปานกลาง**

จากตารางที่ XI. แสดงให้เห็นว่าปัจจัยด้านพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ด้านทัศนคติออนไลน์ มีความสำคัญในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.19 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.07) โดยพบว่ามีปัจจัยย่อยด้านการเรียนออนไลน์ทำให้ท่านสามารถเรียนได้อย่างต่อเนื่องอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 3.42

V. ผลการวิจัย

การทดสอบสมมติฐานความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความง่าย ประโยชน์ทัศนคติความเสี่ยงในการใช้งานระบบการเรียนออนไลน์และพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ต่อความตั้งใจในการใช้งานระบบการเรียนออนไลน์ให้มีความสมบูรณ์ผู้วิจัยเลือกใช้สถิติเชิงอนุมาน (Inference Statistics) การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุของตัวแปร (Multiple Regression) และจากการทดสอบ

<u>สมมติฐานที่ 1</u>

H_0: การยอมรับเทคโนโลยีไม่มีผลต่อความตั้งใจที่จะใช้ระบบการเรียนออนไลน์สำหรับนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

H_1: การยอมรับเทคโนโลยีมีผลต่อความตั้งใจที่จะใช้ระบบการเรียนออนไลน์สำหรับนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ตารางที่ XII. การวิเคราะห์สถิติถดถอยเชิงพหุคูณของตัวแปรด้านระดับการยอมรับเทคโนโลยีกับความตั้งใจที่จะใช้ระบบการเรียนออนไลน์

ตัวแปรต้น	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
(Constant)	0.282	0.235		1.201	0.231		
การรับรู้ถึงความยากง่ายในการใช้เทคโนโลยี	-0.038	0.087	-0.029	-0.437	0.663	0.465	2.149
การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้เทคโนโลยี	0.111	0.086	0.093	1.287	0.199	0.390	2.562
ทัศนคติต่อการใช้	0.565	0.069	0.559	8.182	.000*	0.435	2.297
การรับรู้ความเสี่ยง	0.187	0.05	0.191	3.773	.000*	0.769	1.256
R = .709, R^2 = .503, Adjusted R^2 = .494							

หมายเหตุ : *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ XII. ผู้วิจัยเลือกใช้เทคนิค Enter ในการทดสอบความมีนัยสำคัญพบว่า ตัวแปรทัศนคติต่อการใช้งาน และการรับรู้ความเสี่ยง มีผลต่อความตั้งใจที่จะใช้ระบบการเรียนออนไลน์อย่างมีนัยสำคัญ ค่า Sig. ของตัวแปรดังกล่าวมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ (Alpha = 0.05) ดังนั้นผู้วิจัยจึงปฏิเสธ H_0 แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยการยอมรับเทคโนโลยีมีผลต่อความตั้งใจที่จะใช้ระบบการเรียนออนไลน์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ ค่า VIF มีค่าน้อยกว่า 10 และค่า Tolerance เข้าใกล้ 1 ชี้ให้เห็นว่าตัวแปรต้นแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน และไม่เกิดปัญหา Multicollinearity จากการวิเคราะห์ผลการวิจัยสามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

ความตั้งใจที่จะใช้ระบบการเรียนออนไลน์ = 0.282+0.565 (ทัศนคติต่อการใช้) + 0.187 (การรับรู้ความเสี่ยง)

สามารถอธิบายสมการได้ดังนี้ หากทัศนคติต่อการใช้งาน และการรับรู้ความเสี่ยง ในการใช้งานระบบการเรียนออนไลน์มีค่าเพิ่มขึ้น 1 หน่วย จะส่งผลต่อความตั้งใจในการใช้งานระบบการเรียนออนไลน์เพิ่มขึ้น 0.612 และ 0.191 หน่วย

<u>สมมติฐานที่ 2</u>

H_0: พฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ไม่มีผลต่อความตั้งใจที่จะใช้ระบบการเรียนออนไลน์สำหรับนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

H_1: พฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์มีผลต่อความตั้งใจที่จะใช้ระบบการเรียนออนไลน์สำหรับนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ตารางที่ XIII. การวิเคราะห์สถิติถดถอยเชิงพหุของตัวแปรพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์และความตั้งใจที่จะใช้ระบบการเรียนออนไลน์

ตัวแปรต้น	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
(Constant)	0.033	0.205		0.159	0.874		
ด้านการรับรู้ทางออนไลน์	0.015	0.077	0.011	0.189	0.85	0.465	2.152
ด้านทัศนคติออนไลน์	0.144	0.071	0.118	2.031	.043*	0.476	2.100
ด้านความบันเทิงทางออนไลน์	0.274	0.068	0.286	4.061	.000*	0.324	3.089
ด้านความต่อเนื่อง	0.185	0.079	0.181	2.349	.020*	0.270	3.698
ด้านอารมณ์ทางออนไลน์	0.296	0.078	0.276	3.799	.000*	0.305	3.28
R = .779, R^2 = .608, Adjusted R^2 = .600							

หมายเหตุ : *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ XIII. ผู้วิจัยเลือกใช้เทคนิค Enter ในการทดสอบความมีนัยสำคัญพบว่า ตัวแปรด้านด้านทัศนคติออนไลน์ ด้านความบันเทิงทางออนไลน์ ด้านความต่อเนื่อง และด้านอารมณ์ทางออนไลน์ มีผลต่อความตั้งใจที่จะใช้ระบบการเรียนออนไลน์อย่างมีนัยสำคัญ โดยค่า Sig. ของตัวแปรดังกล่าวมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ (Alpha = 0.05) ดังนั้นผู้วิจัยจึงปฏิเสธ H_0 แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์มีผลต่อความตั้งใจที่จะใช้ระบบการเรียนออนไลน์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ ค่า VIF มีค่าน้อยกว่า 10 และค่า Tolerance เข้าใกล้ 1 ชี้ให้เห็นว่าตัวแปรต้นแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน และไม่เกิดปัญหา Multicollinearity จากการวิเคราะห์ผลการวิจัยสามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

ความตั้งใจที่จะใช้ระบบการเรียนออนไลน์ = 0.033+0.144 (ด้านทัศนคติออนไลน์) + 0.274 (ด้านความบันเทิงทางออนไลน์) + 0.185 (ด้านความต่อเนื่อง) + 0.296 (ด้านอารมณ์ทางออนไลน์)

สามารถอธิบายสมการได้ดังนี้ หากทัศนคติออนไลน์ ความบันเทิงทางออนไลน์ ความต่อเนื่อง และด้านอารมณ์ทางออนไลน์ในการใช้งานระบบการเรียนออนไลน์มีค่าเพิ่มขึ้น 1 หน่วย จะส่งผลต่อความตั้งใจในการใช้งานระบบการเรียนออนไลน์เพิ่มขึ้น 0.144 0.274 0.185 และ 0.296 หน่วย

VI. สรุปและข้อเสนอแนะ

การยอมรับเทคโนโลยีด้านทัศนคติต่อการใช้มีอิทธิพลต่อความตั้งใจที่จะใช้งานระบบการเรียนออนไลน์ สถาบันควรนำระบบการเรียนออนไลน์ผ่านกูเกิลมีทมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียน ซึ่งจะทำ ให้ผู้เรียนรู้สึกพึงพอใจกับการเรียน

การยอมรับเทคโนโลยีด้านการรับรู้ความเสี่ยงมีอิทธิพลต่อความตั้งใจที่จะใช้งานระบบการเรียนออนไลน์ นักศึกษายอมรับถึงความเสี่ยงหากข้อมูลส่วนตัวของท่านจะถูกเปิดเผยเมื่อใช้บริการโปรแกรมหรือระบบการเรียนออนไลน์ และยอมรับถึงความเสี่ยงหากไฟล์เอกสารการเรียนรูปแบบดิจิทัลอาจสูญหายออกจากระบบเนื่องจากเกิดการคุกคามของไวรัส รวมถึงความเสี่ยง หากว่าในขณะที่กำลังเรียนผ่านระบบออนไลน์แล้วเกิดปัญหาทางด้านอินเทอร์เน็ตทำให้ภาพหรือเสียงค้างสะดุดระหว่างเรียน สถาบันควรให้ความสำคัญในเรื่องนโยบายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลในขณะใช้งานระบบการเรียนออนไลน์ของผู้เรียน รวมถึงช่องโหว่ของระบบการเรียนออนไลน์ที่เลือกนำมาใช้งานอาจเป็นสาเหตุทำให้แฮกเกอร์สามารถลักลอบเข้ามาในเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้เรียนด้วยเทคนิค Malware ทั้งนี้ควรสนับสนุนให้ผู้เรียนได้ติดตั้งโปรแกรมป้องกันไวรัส และอัพเดทโปรแกรมอยู่สม่ำเสมอ

พฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ด้านทัศนคติออนไลน์มีอิทธิต่อความตั้งใจที่จะใช้ระบบการเรียนออนไลน์ การเรียนออนไลน์ทำให้รู้สึกว่าเป็นคนทันสมัย ทันโลก และการเรียนออนไลน์ทำ ให้มีความสนใจในการเรียนมากยิ่งขึ้น อีกทั้งการเรียนออนไลน์ทำให้ดูเป็นคนฉลาด และได้รับความรู้เสมือนนั่ง เรียนอยู่ในห้องเรียนจริง สถาบันควรสร้างภาพลักษณ์ที่น่าจดจำเกี่ยวกับระบบการเรียนออนไลน์ เช่นการถ่ายทอดสดการเรียนออนไลน์ผ่านทางสื่อโซเชียลมีเดียเพื่อให้ผู้เรียนได้รู้สึกเชื่อมั่น ในรูปแบบการเรียนการสอนแบบออนไลน์จะสามารถได้รับความรู้เหมือนเรียนในห้องเรียนแบบปกติ นอกจากนี้ยังทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าเป็นคนที่ได้ใช้ระบบการเรียนที่ทันสมัย

พฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ด้านความบันเทิงออนไลน์มีอิทธิต่อความตั้งใจที่จะใช้ระบบการเรียนออนไลน์ การเรียนออนไลน์ทำให้นักศึกษารู้สึก

ผ่อนคลายไม่เครียดเหมือนการเรียนในห้องเรียนแบบปกติ อาจารย์ผู้สอนสามารถออกแบบการสอนออนไลน์ให้ผู้เรียน ได้มีส่วนร่วมในการเรียนได้มากขึ้น สถาบันควรจัดหาเครื่องมือโปรแกรมที่เหมาะกับการทำงานหรือกิจกรรมร่วมกันของผู้เรียนเช่น ไวท์บอร์ดแบบโต้ตอบออนไลน์ เพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกผ่อนคลาย เพลิดเพลินกว่าการเรียนในห้องเรียนแบบปติ และทำให้มีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ในการทำรายงานหรืองานที่ได้รับมอบหมายร่วมกัน

พฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ด้านความต่อเนื่องมีอิทธิต่อความตั้งใจที่จะใช้ระบบการเรียนออนไลน์ นักศึกษาที่เรียนออนไลน์สามารถเรียนได้อย่างต่อเนื่อง การเรียนออนไลน์จึงทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้อย่างต่อเนื่อง และทำให้รู้สึกไม่เสียดายเวลาที่ได้เข้ามาเรียนผ่านระบบการเรียนออนไลน์ในครั้งนี้ หากมีการเปิดการเรียนแบบออนไลน์ต่อ ก็จะกลับมาเรียนแบบออนไลน์ สถาบันควรปรับเวลาในการเรียนออนไลน์เพิ่มขึ้น เนื่องจากระหว่างการเรียนออนไลน์ จะมีการพูดคุยโต้ตอบและกิจกรรมที่ให้นักศึกษาได้ใช้ความคิดทำ งานร่วมกัน จึงทำให้ใช้เวลาในการเรียนมากกว่าการเรียนแบบปกติในห้องเรียน

พฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ด้านอารมณ์ทางออนไลน์มีอิทธิต่อความตั้งใจที่จะใช้ระบบการเรียนออนไลน์ นักศึกษาเลือกเรียนแบบออนไลน์วิชานี้เนื่องจากชื่นชอบในตัวผู้สอนและเลือกเรียนแบบออนไลน์วิชานี้ตามหมวดหมู่รายวิชาที่ท่านสนใจ รวมถึงการเรียนออนไลน์ทำ ให้เหมือนไม่รู้สึกว่าเหนื่อยหรือง่วงนอน เหมือนตอนเรียนในห้องเรียน สถาบันควรเลือกวิชาที่เหมาะสมกับการเรียนออนไลน์เช่นวิชาพื้นฐาน รวมถึงอาจารย์ผู้สอนก็ควรมีประสบการณ์และเทคนิคที่ใช้ในการสอนแบบออนไลน์ เนื่องจากในรายวิชาที่ยากต่อทำความเข้าใจเนื้อหาจะทำให้นักศึกษาไม่อยากเรียนออนไลน์

VII. ข้อเสนอแนะการทำวิจัยครั้งต่อไป

ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษากลุ่มตัวอย่างจากภายนอกเพิ่มเติม และควรเพิ่มปัจจัยทางด้านอื่นๆเช่น ทักษะความสามารถในการใช้งานคอมพิวเตอร์ ที่มีผลต่อความตั้งใจใช้งานระบบการเรียนออนไลน์ เพื่อให้ทราบถึงความต้องการของผู้เรียนและควรมีการศึกษาในเชิงลึก เช่นการสัมภาษณ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. ธันยมัย เจียรกุล ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ที่ได้ให้คำชี้แนะและแก้ไขข้อบกพร่องจนทำให้บทความวิชาการฉบับนี้ได้สำเร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

[1] Davis, F.D., (1985), “A Technology Acceptance Model for Empirically Testing New End-user Information System : Theory and Results”, Unpublished Ph.D. Dissertation, MIT Sloan School of Management, Cambridge, MA.

[2] Davis, F.D., (1989), “Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology”, MIS Quarterly, 13 (3), pp. 319-339.

[3] Bauer, R.A. (1960). Consumer behavior as risk taking. In R. S. Hancock (Ed), Proceedings of the 43rd Conference of the American Marketing Association: Dynamic Marketing for a Changing World (pp. 389-398). Chicago: America Marketing Association.

[4] Hausman, A. V., & Siekpe, J. S. (2009). “The effect of web interface features on consumer online purchase intentions” [Electronics version]. Journal of Business Research, 62(1), 5–13.

[5] Richard, M. O., & Chebat, J. C. (2016). “Modeling online consumer behavior: Preeminence of emotions and moderating influences of need for cognition and optimal stimulation level” [Electronics version]. Journal of Business Research, 69, 541–553.

[6] ณัฐฐา ถิรโสภี และชัยวัฒน์ อุตตมากร, “ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความตั้งใจเชิงพฤติกรรมในการใช้เทคโนโลยีเว็บพอร์ทัลของการเรียนการสอนในระบบเปิด Thai MOOC”, วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร, Vol.39, No.5, ISSN Online 2586-8489, pp. 96-116, 2019

[7] พิศพร แถบทอง และโกวิท รพีพิศาล, “แนวทางในการปรับปรุงระบบการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ของกองทัพบก : ศึกษาเฉพาะกรณีกำลังพลเหล่าทหารสารบรรณและเหล่าทหารปืนใหญ่”, วารสารวิชาการบรรณารักษศาสตร์และสารนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต, Vol.22, Issue.2, ISSN 0859-1814, pp. 35-59, 2016

[8] ชีวรัตน์ ชัยสำโรง, “การยอมรับเทคโนโลยีการเรียนภาษาผ่านแอปพลิเคชั่นออนไลน์ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล”, วารสารอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, Vol.5, No.2, ISSN 1906-3431, pp. 388-402, 2019

[9] นภาภรณ์ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ, “การศึกษาการยอมรับการจัดการเรียนรู้แบบอีเลิร์นนิงของอาจารย์และนิสิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน”, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, Vol.6, Issue.2, ISSN 2287-0083, pp. 53-66, 2018

[10] สรพรรค ภักดีศรี, “การศึกษาความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ผ่านเว็บของผู้เรียน”, วารสารนักบริหาร มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, Vol.33, Issue.4, ISSN 0125-4960, pp. 26-33, 2013

[11] สักเมธ จตุรพรชัย, “การยอมรับเทคโนโลยีและพฤติกรรมของพนักงานคดีปกครอง ที่มีอิทธิพลต่อการรับรู้คุณภาพการให้บริการ ระบบกฎหมายและกฎออนไลน์”, วารสารรัฐศาสตร์ปริทรรศน์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, Vol.6, No. 2, ISSN 2286-7244, pp. 317-340, 2019

[12] เกวรินทร์ ละเอียดดีนันท์, (2557) “การยอมรับเทคโนโลยีและพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร”, การค้นคว้าอิสระปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

[13] กนกวรรณ กลับวงศ์, (2561) “พฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ การยอมรับเทคโนโลยี และส่วนประสมทางการตลาดที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้ออัญมณีเครื่องประดับผ่านสื่อออนไลน์”, การค้นคว้าอิสระปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่บางนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก

The factor affecting the student' decision in Grade 12 to study in the bachelor's degree In Bangna District, Bangkok: the case study Southeastern Bangkok College

1st ว่าที่ร้อยตรีธนา ทัศนะธาร
Thana Thasanatanบริหารธุรกิจ
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการผู้บริหารระดับสูง
(Ex – MBA) มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัด
ชลบุรี

2nd ผศ.ดร.สุชนนี เมธิโยธิน
บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการ
ผู้บริหารระดับสูง (Ex – MBA) มหาวิทยาลัย
บูรพา จังหวัดชลบุรี

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และการพัฒนาแผนการพัฒนาหลักสูตรและสื่อประชาสัมพันธ์ของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอกต่อไป ผลการวิจัย พบว่า คุณภาพของหลักสูตรทุกด้านและข้อมูลสื่อประชาสัมพันธ์ โดยรวม และข้อมูลการตัดสินใจศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี อยู่ในระดับมากที่สุด

ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคลจำแนกตามอายุ รวมถึงปัจจัยด้านคุณภาพหลักสูตร เกี่ยวกับอาคารเรียนที่สวยงามกว้างขวาง ห้องเรียนมีเครื่องปรับอากาศทุกห้อง และห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ส่งผลต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี ในระดับมากที่สุด ส่วนปัจจัยด้านสื่อประชาสัมพันธ์ กับการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี มีความสัมพันธ์กันในระดับค่อนข้างต่ำ

การพัฒนาแผนการพัฒนาหลักสูตรและสื่อประชาสัมพันธ์ เห็นว่า ควรทำการโฆษณาประชาสัมพันธ์หลักสูตรโดยใช้ช่องทางสื่อที่หลากหลาย ควรพัฒนาปรับปรุงเว็บไซต์ให้มีรูปแบบที่สวยงามและทันสมัยอยู่ตลอดเวลา ควรให้มีการผ่อนชำระค่าเทอม และการปรับปรุงหลักสูตรให้ทันสมัยสอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานและสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

คำสำคัญ: **ความสัมพันธ์, การตัดสินใจ, การศึกษาต่อ, ระดับปริญญาตรี**

Abstract

This study aimed 1) to find out the factor affecting the decision of the students in Grade12, 2) to improve the curriculum development plan and the public relations media of Southeastern Bangkok College, to summarize the qualitative research, it indicated that the curriculum's quality and public relations information affecting to decision making to study at the bachelor' degree overall was at the highest level.

The hypothesis test's result showed that a personal factor following the age, including the quality factor about the beautiful and vast buildings, air conditions in the classroom, and other laboratories mostly impacted their decision; however, the public relations factor barely involved with the decision making.

To conclude the qualitative research, it indicated that they should make more advertisement for people's approaching via channels steadily develop websites to have a modern and colourful form. The factor that affects the student's decision to study at Southeastern Bangkok College was comfortable transportation, a tuition fee instalment, and improving the curriculum to conform to the student needs.

Keyword: **effect, the student's decision, study, the bachelor's degree**

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ธุรกิจการศึกษา เป็นการประกอบธุรกิจเพื่อสร้างคนให้มีการพัฒนาด้านการศึกษา โดยลูกค้าของธุรกิจศึกษานั้น ต้องชำระเงินให้กับสถานศึกษาก่อนเข้ารับบริการการศึกษา สำหรับธุรกิจการศึกษา ในระดับอุดมศึกษา เป็นการประกอบธุรกิจในระดับชั้นเรียนหลักสูตรปริญญาตรี ซึ่งมีหลักสำคัญในการบริหารคือ การพัฒนาด้านการศึกษา

อย่างต่อเนื่อง เพื่อมุ่งเน้นไปสู่เป้าหมายคือผลิตบัณฑิต ที่มีคุณภาพ สามารถปฏิบัติงานได้เมื่อสำเร็จการศึกษา ดังนั้นการลงทุนในธุรกิจการศึกษา เป็นการลงทุนระยะยาว ในหลักสูตรปริญญาตรีตามปกติใช้เวลา 4 ปี ในการสร้างคน จึงต้องมีการลงทุนด้านการจ้างอาจารย์ผู้สอนดีย่อมนำชื่อเสียงมาสู่สถาบัน ด้วยเหตุนี้ธุรกิจการศึกษาจำเป็นต้องลงทุนเพื่อสรรหาอาจารย์ที่มีคุณภาพมารับผิดชอบรายวิชาต่าง ๆ ตามหลักสูตร (วัลลภา เทพหัสดิน ณ อยุธยา, 2551)

สภาพการแข่งขันในธุรกิจการศึกษา ในประเทศไทย พบว่า มีอุปทานส่วนเกิน (Over supply) หมายถึง จำนวนผู้ต้องการเข้าศึกษาต่อในมหาวิทยาลัยของเอกชน มีน้อยกว่าความต้องการในการรับสมัครผู้เข้าเรียน ดังนั้นมหาวิทยาลัยของเอกชน ต้องมีการจัดการให้สามารถพึ่งพาตนเองได้ มีรายได้พอที่จะใช้จ่ายและดำรงธุรกิจให้ก้าวต่อไปอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามธุรกิจการศึกษา จำเป็นต้องเน้นเป้าหมายสำคัญคือ ผลิตบัณฑิต ที่มีคุณภาพ สามารถปฏิบัติงานได้เมื่อสำเร็จการศึกษา เป็นมนุษย์ที่ดี ฉะนั้นการลงทุนในธุรกิจการศึกษา เป็นการลงทุนระยะยาว ในหลักสูตรปริญญาตรีตามปกติใช้เวลา 4 ปี ในการสร้างคน จึงต้องมีการลงทุนด้านการจ้างอาจารย์ผู้สอนซึ่งโดยหลักการจัดการศึกษา ผู้สอนที่ดีย่อมมีผลกระทบต่อการสร้างบัณฑิตอย่างยิ่ง สถาบันใดมีผู้สอนที่มีฝีมือถ่ายทอดเก่งความรู้ดี มีคุณธรรมเป็นแบบอย่างที่ดี ย่อมทำให้สร้างบัณฑิตได้ดีและเมื่อมีบัณฑิตดีย่อมนำชื่อเสียงมาสู่สถาบัน ด้วยเหตุนี้ธุรกิจการศึกษาจำเป็นต้องลงทุนเพื่อสรรหาอาจารย์ที่มีคุณภาพมารับผิดชอบรายวิชาต่าง ๆ ตามหลักสูตร (วัลลภา เทพหัสดิน ณ อยุธยา, 2551)

สภาพปัญหาในปัจจุบัน พบว่ามหาวิทยาลัยของเอกชนหลายแห่ง ในประเทศไทย ประสบปัญหารายได้ลดลงอย่างมาก ส่งผลให้มหาวิทยาลัยหลายแห่ง ต้องลดมาตรฐานในการคัดเลือกนักศึกษาลงไป เมื่อลดมาตรฐานการคัดเลือกนักศึกษาลงไปเพราะไม่มีตัวเลือกที่ดีให้คัดเลือกก็ส่งผลให้คุณภาพการศึกษาตกต่ำลงไปด้วย เมื่อปริมาณนักศึกษาลดลงรายได้ของมหาวิทยาลัยก็ลดลงไปด้วยตามลำดับ แม้กระทั่งปริญญาโททางบริหารธุรกิจที่มหาวิทยาลัยดังแห่งหนึ่งซึ่งเปิดหลักสูตรสำหรับผู้บริหารและเคยมีชื่อเสียงโด่งดังมาก แต่กลับรับนักศึกษาได้น้อย เพียงปีละสิบกว่าคน ส่งผลให้ประสบปัญหาขาดทุน (อานนท์ ศักดิ์วรวิชญ์, 2559)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยได้ตระหนักถึงการแข่งขัน ของธุรกิจการศึกษาที่มีความรุนแรงมากขึ้นเนื่องจากในปัจจุบันนั้น สถานศึกษาเอกชน นำเอากลยุทธ์ต่าง ๆมาใช้ของแต่ละสถานศึกษาของตนเพื่อทำให้นักศึกษาเพิ่มขึ้น แต่ส่วนมากนั้นนักเรียนในสายมัธยมจะมองหามหาลัยวิทยาลัยของภาครัฐ มีส่วนน้อยที่จะมองสถานศึกษาเอกชนเป็นที่แรก สืบเนื่องมาจากเศรษฐกิจในยุคปัจจุบันนั้นมีความซบเซาตั้งแต่ปี 2559 ซึ่งยังไม่มีท่าทีที่จะฟื้นตัวทำให้มีผลกระทบต่อธุรกิจการศึกษา และในการเปิดภาคเรียน ในแบบอาเซียนนั้นทำให้สถานศึกษาเอกชนสูญเสียรายได้ สถานศึกษาเอกชนในรูปแบบอุดมศึกษาไม่ได้งบประมาณสนับสนุนจากกระทรวงศึกษาธิการ สถานศึกษาของผู้วิจัยก็ประสบปัญหาที่มีช่วงปิดเทอมที่ยาวนานจึงทำให้รายได้ของสถานศึกษาลดลง จึงได้ทำการเปิดภาคเรียนตามปกติ ปัญหาต่อมาก็คือมีผู้ที่มาสมัครเรียนน้อยกว่าปีที่ผ่านมาอย่างมาก มองหามหาลัยวิทยาลัยของภาครัฐ มีส่วนน้อยที่จะมองสถานศึกษาเอกชนเป็นที่แรก สืบเนื่องมาจากเศรษฐกิจในยุคปัจจุบันนั้นมีความซบเซาตั้งแต่ปี 2559 ซึ่งยังไม่มีท่าทีที่จะฟื้นตัวทำให้มีผลกระทบต่อธุรกิจการศึกษา และในการเปิดภาคเรียน ในแบบอาเซียนนั้นทำให้สถานศึกษาเอกชนสูญเสียรายได้ สถานศึกษาเอกชนในรูปแบบอุดมศึกษาไม่ได้งบประมาณสนับสนุน

จากกระทรวงศึกษาธิการ สถานศึกษาของผู้วิจัยก็ประสบปัญหาที่มีช่วงปิดเทอมที่ยาวนานจึงทำให้รายได้ของสถานศึกษาลดลง จึงได้ทำการเปิดภาคเรียนตามปกติ ปัญหาต่อมาก็คือมีผู้ที่มาสมัครเรียนน้อยกว่าปีที่ผ่านมาอย่างมาก

จากการศึกษาสภาพปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงเกิดข้อสงสัยในการบริหารธุรกิจในมหาวิทยาลัยของเอกชน ให้คงอยู่ได้ ทั้งนี้ผู้วิจัยสนใจศึกษาเฉพาะกรณีของ วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอกต้องพัฒนาไปในทิศทางด้านใด ที่สามารถดึงดูดผู้ที่สนใจให้มาสมัครเรียนในระดับปริญญาตรี ที่วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก โดยสนใจศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่บางนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่ข้อเสนอแนะให้กับวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอกและแนวทางการแข่งขันในธุรกิจการศึกษาเอกชน และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเพื่อความอยู่รอดของธุรกิจการศึกษาเอกชน และเกิดประโยชน์แก่กิจการในการประกอบธุรกิจการศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัยในการศึกษาต่อ

เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่บางนา จังหวัดกรุงเทพมหานครกรณีศึกษา วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก

กรอบดำเนินการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหา

มัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้งของภาครัฐและเอกชนใน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ซึ่งได้กำหนดตัวแปรที่ศึกษาในงานวิจัย ดังนี้

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variables X) ดังนี้

1.1 ปัจจัยส่วนบุคคลของผู้เรียน จำแนกตามเพศ อายุ เกรดเฉลี่ยนสะสม อาชีพของผู้ปกครอง การศึกษาของผู้ปกครอง รายได้ของผู้ปกครอง และจำนวนพี่น้อง

1.2 คุณภาพหลักสูตร แบ่งปัจจัยที่ศึกษา ดังนี้คือ อาจารย์ผู้สอน สิ่งสนับสนุนทางการศึกษา สิ่งอำนวยความสะดวกแก่นักศึกษา คณะและสาขา และสิ่งแวดล้อมภายใน

1.3 สื่อประชาสัมพันธ์ของวิทยาลัยฯ แบ่งปัจจัยที่ศึกษา ดังนี้คือ Social Networking สื่อสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือพิมพ์ โบรชัวร์แผ่นพับป้ายประชาสัมพันธ์ (คัทเอาท์)โปสเตอร์และสำนักประชาสัมพันธ์ (ฝ่ายแนะแนว)

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่ การตัดสินใจศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี

2. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยในครั้งนี้ใช้การวิจัยเชิงปริมาณ การเก็บแบบสอบถามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตบางนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่ทราบจำนวนประชากร จึงเลือกใช้สูตรคำนวนกรณีไม่ทราบกลุ่มประชากรของ W.G.cochran, (1953) โดยกำหนดค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และระดับความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5 ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ชี้ในการแจกแบบสอบถาม จำนวน 385 ชุด ในการสุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยเลือกวิธีการสุ่มตัวอย่าง แบบหลายขั้นตอนดังนี้ 1) การใช้วิจารณญาณ (Judgement Sampling) โดยสุ่มตัวอย่างจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 6 โรงเรียน 2) นำมาสุ่มแบบโควต้า (Quota Sampling) โดยกำหนดให้มีตัวอย่างโรงเรียนละ 67 คน กลุ่มตัวอย่างจากการคำนวณเทียบบัญญัติไตรยาง 402 คน ผู้วิจัย ได้เก็บตัวอย่างโดยแจกแบบสอบถามจำนวน 402 ฉบับ คิดเป็น 100 เปอร์เซนต์ ได้รับการตอบกลับทั้งสิ้น 401 ฉบับ คิดเป็น 99.75 เปอร์เซนต์ โดยผู้วิจัยได้แจกแบบสอบถามด้วยตนเองและรอเก็บแบบสอบถามจากผู้ตอบทันที แบบสอบถามมีความสมบูรณ์ทั้งสิ้น 401 ฉบับ 3) วิธีการสุ่มตัวอย่างในแต่ละสถานที่ (Convenience Sampling) แบบสะดวก

การสร้างเครื่องมือและการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. การวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research) มีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือซึ่งเป็นแบบสอบถาม(Questionnaire) ดังนี้

1.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ศึกษาเพื่อนำผลการศึกษามาสร้างแบบสอบถาม

1.2 กำหนดกรอบเนื้อหาที่ศึกษา นิยามศัพท์เฉพาะ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถาม

1.3 สร้างแบบสอบถามให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ และนำแบบสอบถามเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบแนะนำความถูกต้องของภาษาที่ใช้ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.4 นำแบบสอบถามที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว เสนอ ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content validity) จากนั้นนำมาประมวลความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมดที่ได้พิจารณาแบบสอบถามรายข้อ โดยเลือกเฉพาะข้อที่มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป มาใช้ในการศึกษาในแบบสอบถาม

1.5 นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาปรับปรุงแก้ไข

1.6 นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตบางนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความเสี่ยง(Reliability) โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (ภูษิต วงศ์เล็ก, 2550 อ้างใน Cronbach 1970:106) จากการทดสอบได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.86

1.7 นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งเพื่อให้สมบูรณ์ที่สุด และจัดพิมพ์ นำไปเก็บรวบรวมเพื่อใช้ในวิจัยครั้งต่อไป

สมมติฐาน

1. อิทธิพลของปัจจัยคุณภาพหลักสูตร ที่มีต่อการตัดสินใจศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่บางนา จังหวัดกรุงเทพมหานครกรณีศึกษา วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก

2. อิทธิพลของสื่อประชาสัมพันธ์ของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก ที่มีผลต่อการตัดสินใจศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่บางนา จังหวัดกรุงเทพมหานครกรณีศึกษา วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก”

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ข้อมูลจากงานวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการนำผลงานไปใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจในการกำหนดแผนยุทธ์ศาสตร์ทั้งระยะสั้น ระยะยาว ของสถานบัน วิทยาลัย และมหาลัย เพื่อให้เป็นไปในทิศทางที่สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2. นำผลการศึกษาไปเป็นแนวทาง ส่งเสริมพัฒนา และข้อมูลในการดำเนินการกำหนดนโยบาย ต่าง ๆ ของสถาบันอุดมศึกษาเพื่อดึงดูดกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังจะจบการศึกษา ในปีนั้น ๆ ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์ SPSS คำนวณค่าทางสถิติดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ใช้สถิติการวิเคราะห์หาค่าความถี่และค่าร้อยละ

2. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่บางนา จังหวัดกรุงเทพมหานครกรณีศึกษา วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก ใช้สถิติวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

3. การทดสอบสมมติฐานหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นความถี่ มีดังนี้

3.1 สมมติฐานที่ 1 ปัจจัยด้านคุณภาพหลักสูตรที่มีผลต่อการต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่บางนา จังหวัดกรุงเทพมหานครกรณีศึกษา วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก วิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุถดถอย (Multiple regression analysis: MRA) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (Coefficient of determination: R2) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2 สมมติฐานที่ 2 ปัจจัยด้านสื่อประชาสัมพันธ์ของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอกที่มีผลต่อการต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่บางนา จังหวัดกรุงเทพมหานครกรณีศึกษา วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก วิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุถดถอย (Multiple regression analysis: MRA) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (Coefficient of determination: R2) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ปัจจัยส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 50.9 อายุ 17 – 18 ปี คิดเป็นร้อยละ 63.1 มีเกรดเฉลี่ยสะสม คิดเป็นร้อยละ 47.6 มีอาชีพเป็นพนักงาน/ลูกจ้างบริษัทเอกชน คิดเป็นร้อยละ 27.7 มีการศึกษาระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 40.4 มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 20001-30000 บาท คิดเป็นร้อยละ 49.4 และจำนวนพี่น้องที่กำลังศึกษาอยู่ (ไม่รวมผู้ที่ตอบแบบสอบถาม) ไม่มี คิดเป็นร้อยละ 60.8 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ตอบแบบสอบถามด้านคุณภาพหลักสูตร ของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก โดยภาพรวมทุกด้าน

คุณภาพหลักสูตรฯ โดยภาพรวม	$\overline{X}$	SD	การแปรผล	ลำดับ
ด้านอาจารย์ผู้สอน	4.51	.549	มากที่สุด	5
ด้านสิ่งสนับสนุนทางการศึกษา	4.66	.516	มากที่สุด	2
ด้านสิ่งอำนวยความสะดวกแก่นักศึกษา	4.70	.453	มากที่สุด	1
ด้านคณะสาขาวิชา	4.58	.512	มากที่สุด	4
ด้านสิ่งแวดล้อมภายใน	4.60	.571	มากที่สุด	3
รวม	4.61	.375	มากที่สุด	-

จากตารางที่ 1 คุณภาพหลักสูตร ของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก พบว่า ทุกด้าน โดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด ดังนี้ อันดับแรก ด้านสิ่งอำนวยความสะดวกแก่นักศึกษา รองลงมาด้านสิ่งสนับสนุนทางการศึกษา ด้านคณะสาขาวิชา ด้านสิ่งแวดล้อมภายใน และอันดับสุดท้าย ด้านอาจารย์ผู้สอน ตามลำดับ โดยอธิบายรายละเอียดในแต่ละด้าน ดังนี้

1. ด้านอาจารย์ผู้สอนอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.45 และเมื่อพิจารณาในรายละเอียดพบว่าค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 4.57 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีตัวบ่งชี้ คือ วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก มีคณาจารย์ ที่มีความรู้ความชำนาญในแต่ละสาขาวิชา

2. ด้านสิ่งสนับสนุนทางการศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.64 และเมื่อพิจารณาในรายละเอียดพบว่าค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 4.68ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีตัวบ่งชี้ คือ วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอกมีการปรับปรุงอาคารและห้องเรียนให้มีความทันสมัย สามารถสร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้

3. ด้านสิ่งอำนวยความสะดวกแก่นักศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.69 และเมื่อพิจารณาในรายละเอียดพบว่าค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 4.75ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีตัวบ่งชี้ คือ สถานที่ตั้งของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก มีการคมนาคมสะดวก อยู่ใกล้ที่พักอาศัยของท่าน

4. ด้านปัจจัยด้านคณะ สาขาวิชาอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.58 และเมื่อพิจารณาในรายละเอียดพบว่าค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 4.60ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีตัวบ่งชี้ คือ วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก มีสาขาวิชาที่ทันสมัย

5. ด้านปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมภายใน สาขาวิชาอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.59 และเมื่อพิจารณาในรายละเอียดพบว่าค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 4.61ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีตัวบ่งชี้ คือ วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก มีศูนย์ภาษา ศูนย์คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีที่ทันสมัย

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์สื่อประชาสัมพันธ์ของวิทยาลัย เซาธ์อีสท์บางกอก โดยภาพรวมทุกด้าน

สื่อประชาสัมพันธ์	$\overline{X}$	SD	การแปรผล	ลำดับ
ด้าน Social Networking	4.50	.508	มากที่สุด	3
ด้านสื่อสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือพิมพ์ โบรชัวร์	4.49	.549	มากที่สุด	4
ด้านป้ายประชาสัมพันธ์ โปสเตอร์	4.65	.484	มากที่สุด	2
ด้านสำนักประชาสัมพันธ์(ฝ่ายแนะแนว)	4.70	.424	มากที่สุด	1
รวม	4.58	.365	มากที่สุด	-

จากตารางที่ 2 ข้อมูลสื่อประชาสัมพันธ์ของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก พบว่า ทุกรายการอยู่ในระดับมากที่สุด ดังนี้ อันดับแรก ด้านสำนักประชาสัมพันธ์(ฝ่ายแนะแนว) รองลงมา ด้านป้ายประชาสัมพันธ์ และค่าเฉลี่ยเท่ากัน 2 ด้าน ได้แก่ ด้าน Social Networking และด้านสื่อสิ่งพิมพ์ ตามลำดับ โดยอธิบายรายละเอียดในแต่ละด้าน ดังนี้

1. ด้านปัจจัยด้าน Social Networking อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.49 และเมื่อพิจารณาในรายละเอียดพบว่าค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 4.57ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีตัวบ่งชี้ คือ ท่านรับรู้ข่าวสารของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก จากทาง Facebook Fanpage วิทยาลัย

2. ด้านสื่อสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือพิมพ์ โบรชัวร์อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.49 และเมื่อพิจารณาในรายละเอียดพบว่าค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 4.52ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีตัวบ่งชี้ คือ ท่านรับรู้ข่าวสารของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก จากทาง หนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ วิทยุ เป็นต้น

3. ด้านป้ายประชาสัมพันธ์ โปสเตอร์อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.65 และเมื่อพิจารณาในรายละเอียดพบว่าค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 4.66ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีตัวบ่งชี้ คือ สถานที่ติดตั้งบอร์ดประชาสัมพันธ์มีจำนวนมากเพียงพอและหลากหลาย

4. ด้านสำนักประชาสัมพันธ์(ฝ่ายแนะแนว)อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.69 และเมื่อพิจารณาในรายละเอียดพบว่าค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 4.71ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีตัวบ่งชี้ 2 ตัว คือ

สำนักประชาสัมพันธ์ วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก มีการติดตามผลหลังจากที่เสร็จสิ้นการแนะแนวการศึกษาต่อและสำนักประชาสัมพันธ์สนับสนุนให้นักเรียนรุ่นพี่ชักชวนรุ่นน้องเข้ามาเรียน

การตัดสินใจศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.53

ตารางที่ 3 สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน

สมมติฐาน	ระดับนัยสำคัญ	ผลการทดสอบ
สมมติฐานที่ 1 อิทธิพลของปัจจัยคุณภาพหลักสูตร ที่มีต่อการตัดสินใจศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่บางนา จังหวัดกรุงเทพมหานครกรณีศึกษา วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก		
การทดสอบสมการถดถอย อิทธิพลของคุณภาพหลักสูตร ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี		
$\hat{Y} = 0.309^{*} (X_{1\text{-}5}$ คุณภาพของหลักสูตร)		
เมื่อ $\hat{Y}$ = การตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี		
$X_{1\text{-}5}$ = คุณภาพหลักสูตร		
ด้านอาจารย์ผู้สอน	0.579	ไม่ส่งผล
ด้านสิ่งสนับสนุนทางการศึกษา	0.444	ไม่ส่งผล
ด้านสิ่งอำนวยความสะดวกแก่นักศึกษา	0.003*	ส่งผล
ด้านคณะสาขาวิชา	0.130	ไม่ส่งผล
ด้านสิ่งแวดล้อมภายใน	0.000*	ส่งผล
(R Square = 0.231)		ค่อนข้างต่ำ

$\hat{Y} = 2.483^{*} - 0.039$ ด้านอาจารย์ผู้สอน $+ 0.066$ ด้านสิ่งสนับสนุนทางการศึกษา -0.261^{*} ด้านสิ่งอำนวยความสะดวกแก่นักศึกษา $+ 0.123$ ด้านคณะสาขาวิชา $+ 0.563^{*}$ ด้านสิ่งแวดล้อมภายใน

ผลการศึกษาจากการวิเคราะห์ความถดถอยแบบพหุ พบว่า คุณภาพหลักสูตร ด้านอาจารย์ผู้สอน ด้านสิ่งสนับสนุนทางการศึกษา และด้านคณะสาขาวิชา ไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี ส่วนคุณภาพหลักสูตร ด้านสิ่งอำนวยความสะดวกแก่นักศึกษา และด้านสิ่งแวดล้อมภายใน ส่งผลต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่บางนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก

หากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้รับรู้ ด้านอาจารย์ผู้สอน เพิ่มขึ้น 1 หน่วย จะมีผลทำให้ การตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่บางนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก ลดลง 0.039 หน่วย ในส่วนของด้านคุณภาพหลักสูตร ของ วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก อีก 5 ด้าน มีค่าคงที่ ทั้งนี้หากพิจารณาค่าเบต้าที่ติดลบแสดงให้เห็นถึงการส่งผลต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เป็นไปในทางตรงกันข้ามกัน หมายความว่า การมุ่งเน้นคุณภาพหลักสูตร อาจารย์ผู้สอนที่สถาบันการศึกษาในระดับอุดมศึกษาทุกแห่ง ได้คัดเลือกอาจารย์ผู้สอนให้ตรงตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิของอาจารย์ผู้สอนในระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2552 จึงทำให้มหาวิทยาลัยทุกแห่งพิจารณาคัดเลือกอาจารย์ผู้สอนให้สอดคล้องกับตัวบ่งชี้เชิงปริมาณ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับคุณวุฒิ ตำแหน่ง ทางวิชาการ และผลงานทางวิชาการของอาจารย์ จึงอาจทำให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เห็นว่าคุณสมบัติของอาจารย์ผู้สอนในมหาวิทยาลัยทุกแห่งมีความเหมาะสมทั้งในด้านวุฒิการศึกษาและ ตำแหน่งทางวิชาการ ที่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตร แต่นอกเหนือจากความรู้ความสามารถของอาจารย์ผู้สอนในด้านวิชาการแล้ว อีกสิ่งหนึ่งที่ผู้เรียนและการสอนที่ต้องเท่าทันโลกยุค New Normal คือยึด Learning outcome เป็นหลัก

$\hat{Y}$ = การตัดสินใจศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี

สมมติฐานที่ 2 อิทธิพลของสื่อประชาสัมพันธ์ของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก ที่มีผลต่อการตัดสินใจศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่บางนา จังหวัดกรุงเทพมหานครกรณีศึกษา วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก

ตารางที่ 3 (ต่อ)

สมมติฐาน	ระดับนัยสำคัญ	ผลการทดสอบ
สมมติฐานที่ 2 (ต่อ)		
การทดสอบสมการถดถอยอิทธิพล		
Standardized $\hat{Y} = 0.467$ ($X_{1\text{-}4}$ สื่อประชาสัมพันธ์)*		
เมื่อ $\hat{Y}$ = การตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี		
$X_{1\text{-}4}$ = สื่อประชาสัมพันธ์		
ด้านSocial Networking	.002*	ส่งผล
ด้านสื่อสิ่งพิมพ์	.000*	ส่งผล
ด้านป้ายประชาสัมพันธ์	.000*	ส่งผล
ด้านสำนักประชาสัมพันธ์	.038*	ส่งผล
(R Square = 0.353)		ค่อนข้างต่ำ

$\hat{Y} = 1.572^{*} - 0.185^{*}$ ด้าน Social Networking $+ 0.565^{*}$ ด้านสื่อสิ่งพิมพ์ $+ -0.487^{*}$ ด้านป้ายประชาสัมพันธ์ $- 0.215^{*}$ ด้านสำนักประชาสัมพันธ์

ผลการศึกษาจากการวิเคราะห์ความถดถอยแบบพหุ พบว่า สื่อประชาสัมพันธ์ทุกด้าน ได้แก่ ด้าน Social Networking ด้านสื่อสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสื่อพิมพ์ โบรชัวร์ ด้านป้ายประชาสัมพันธ์ โปสเตอร์ และด้านสำนักประชาสัมพันธ์(ฝ่ายแนะแนว ส่งผลต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่บางนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา วิทยาลัยเซาธ์อีสท์

บางกอก

หากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้รับข้อมูลข่าวสารผ่าน Social Networking เพิ่มขึ้น 1หน่วย จะมีผลทำให้ การตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่บางนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก ลดลง 0.185 หน่วย ทั้งนี้เมื่อกำหนดให้ สื่อประชาสัมพันธ์ ของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก อีก 3 ด้าน มีค่าคงที่

หากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้รับข้อมูลข่าวสารผ่านสื่อสิงพิมพ์ เพิ่มขึ้น 1หน่วย จะมีผลทำให้ การตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่บางนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร มหาวิทยาลัยเอกชนแห่งหนึ่ง เพิ่มขึ้น 0.565 หน่วย ทั้งนี้เมื่อกำหนดให้ สื่อประชาสัมพันธ์ ของ วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก อีก 3 ด้าน มีค่าคงที่ หากพิจารณาค่าเบต้าที่ติดลบแสดงให้เห็นถึงการส่งผลต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เป็นไปในทางตรงกันข้ามกัน หมายความว่า หากนำเสนอด้านการรับข้อมูลข่าวสารผ่านสื่อสิ่งพิมพ์มาก จะมีผลต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อ หรืออธิบายได้ว่า การมุ่งเน้นคุณภาพหลักสูตร ด้านการรับรู้ข้อมูลข่าวสารผ่านสื่อสิ่งพิมพ์ ควรเสนอข้อมูลที่ทำให้ผู้เรียนรับรู้ ถึงความต้องการของผู้เรียน เช่น มีงานทำ มีเครือข่าย ทั้งข้อความสื่อทางออนไลน์

*ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

จากตารางที่ 3 สามารถสรุปผลการทดสอบสมมติฐาน ได้ดังนี้

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 1 อิทธิพลของปัจจัยคุณภาพหลักสูตร ที่มีต่อการตัดสินใจศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่บางนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก พบว่า คุณภาพของหลักสูตรของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก ด้านอาจารย์ผู้สอน ด้านสิ่งสนับสนุนทางการศึกษา และด้านคณะสาขาวิชา ไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี ส่วนคุณภาพหลักสูตร ด้านสิ่งอำนวยความสะดวกแก่นักศึกษา และด้านสิ่งแวดล้อมภายใน ส่งผลต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่บางนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 2 อิทธิพลของสื่อประชาสัมพันธ์ของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก ที่มีผลต่อการตัดสินใจศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่บางนา จังหวัดกรุงเทพมหานครกรณีศึกษา วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก พบว่า สื่อประชาสัมพันธ์ทุกด้าน ได้แก่ ด้าน Social Networking ด้านสื่อสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสื่อพิมพ์ โบรชัวร์ ด้านป้ายประชาสัมพันธ์ โปสเตอร์ และด้านสำนักประชาสัมพันธ์ (ฝ่ายแนะแนว) ส่งผลต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่บางนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

การอภิปรายผล

สมมติฐานที่1 ปัจจัยด้านคุณภาพหลักสูตรที่มีผลต่อการต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่บางนา จังหวัดกรุงเทพมหานครกรณีศึกษา วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก พบว่า ปัจจัยด้านคุณภาพหลักสูตรที่มีส่งผลต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่บางนา จังหวัดกรุงเทพมหานครกรณีศึกษา วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัชชา สุวรรณวงศ์ (2560) ได้ศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา (ระบบโควตา)ประจำปีการศึกษา 2560 งานวิจัยดังกล่าวมีวัตถุประสงค์มุ่งเน้นการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานนครราชสีมา (ระบบโควตา) ประจำปีการศึกษา 2560 โดยผลการวิจัยพบว่า มีนักเรียน นักศึกษาจากสถานศึกษาต่าง ๆ ทุกภาคของประเทศที่สมัครสอบคัดเลือกระบบโควตาผ่านระบบอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา ระดับปริญญาตรี ประจำปีการศึกษา 2560 ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อาศัยอยู่จังหวัดนครราชสีมา กำลังศึกษาอยู่ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มีเกรดเฉลี่ยสะสม 3.50 ขึ้นไป มีรายได้รวมของครอบครัวอยู่ระหว่าง 10,001-15,000 บาท มีความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา (ระบบโควตา) ประจำปี การศึกษา 2560 พบว่า ด้านหลักสูตร มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อค่าเฉลี่ยรายข้อในอันดับที่ 1 คือ มีระบบรับนักเรียนแบบโควตาหรือรับตรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา หลักสูตรที่เปิดสอนเน้นทางด้านสาขาวิชาชีพ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด และหลักสูตรที่เปิดสอนตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด และมีความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา (ระบบโควตา)ประจำปีการศึกษา 2560 ด้านเหตุผลส่วนตัว มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อค่าเฉลี่ยรายข้อในอันดับที่ 1 คือ มีหลักสูตรและสาขาวิชาตรงตามความต้องการของนักเรียน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด

สมติฐานที่ 2 ปัจจัยด้านสื่อประชาสัมพันธ์ของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอกที่มีผลต่อการต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่บางนา จังหวัดกรุงเทพมหานครกรณีศึกษา วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก พบว่า ปัจจัยด้านสื่อประชาสัมพันธ์ของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก กับการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่บางนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก มีความสัมพันธ์กันในระดับค่อนข้างต่ำ โดยมีค่า R Square เท่ากับ ร้อยละ 21.80 และพบว่า ปัจจัยด้านสื่อประชาสัมพันธ์ของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก ทั้ง 4 ด้าน คือ ด้าน Social Networking (X_1) ด้านสื่อสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสื่อพิมพ์ โบรชัวร์ (X_2) ด้านป้ายประชาสัมพันธ์ โปสเตอร์ (X_3) และด้านสำนักประชาสัมพันธ์(ฝ่ายแนะแนว) (X_4) มีผลต่อการต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี

ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่บางนา จังหวัดกรุงเทพมหานครกรณีศึกษา วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย ละอองดาว แก้วดี (2557) พบว่า สื่อสารการตลาดมีผลต่อการตัดสินใจเลือกศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษาโดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมากเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ด้านการโฆษณา ด้านการขายโดยบุคคล ด้านการประชาสัมพันธ์ ด้านการตลาดทางตรง และด้านการส่งเสริมการขาย และยังพบว่าการสื่อสารการตลาด ได้แก่ ด้านการโฆษณา การประชาสัมพันธ์ การส่งเสริมการขาย การขายโดยบุคคล และด้านการตลาดทางตรง มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจเลือกศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การประชาสัมพันธ์หลักสูตรในปัจจุบันของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก ควรทำการโฆษณาให้คนรับรู้เพิ่มมากขึ้น ใช้ช่องทางสื่อออนไลน์ต่างๆ และการประชาสัมพันธ์แบบการบอกต่อ จากรุ่นพี่สู่รุ่นน้อง การประชาสัมพันธ์เพิ่มเติม ควรเพิ่มทางวิทยุ โทรทัศน์ การปรับปรุงเวปไซต์ให้มีรูปแบบที่สวยงามและทันสมัยอยู่ตลอดเวลา และเน้นการบอกต่อแบบปากต่อปาก ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเข้ามาเรียนที่วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก คือเรื่องของการเดินทางสะดวก เรื่องของค่าเทอมที่สามารถผ่อนชำระ และหลักสูตรที่สอดคล้องกับผู้เรียน และการพัฒนาหลักสูตร ควรมีการปรับปรุงหลักสูตรให้ทันสมัย สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานและสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน สอดคล้องกับ Kotler (2003) ที่กล่าวว่า แนวคิดทฤษฎีทางการตลาดของผู้บริโภคสินค้าและบริการนั้น เป็นการตลาดที่มุ่งขายสินค้าและบริการ แต่ที่จริงแล้วการตลาดไม่จำเป็นต้องมุ่งไปทางทำกำไรเพียงอย่างเดียว แต่ต้องเกี่ยวข้องกับสาธารณะด้วย ดังนั้น การตลาดจึงเกี่ยวข้องกับการเผยแพร่อะไรก็ได้ นับตั้งแต่สินค้าไปจนถึงความคิด ซึ่งแนวคิดการขาย(The Sellingc) ของKotler (2003)มุ่งไปที่การขายเชิงรุก และความพยายามในการส่งเสริมการตลาด โดยตั้งข้อสันนิฐานว่า ลูกค้ามีความเฉื่อยในการซื้อ หรือบางครั้งอาจรู้สึกต่อต้านการซื้อ ดังนั้นฝ่ายการตลาดจึงมีหน้าที่ต้องเกลี้ยงกล่อมให้ซื้อ และเชื่อว่าบริษัท มีเครื่องมือการส่งเสริมการตลาดที่สามารถใช้กระตุ้นให้เกิดการซื้อ มากกว่านั้น Kotler (2003) ยังบอกว่า แนวคิดมุ่งตลาด (The Marketing concept) จะยึดหลักการ มุ่งเน้นลูกค้าและแสวงหากำไรจากความพึงพอใจของลูกค้า มิใช่เป็นการตามล่าหาลูกค้า หรือการหาลูกค้าให้เหมาะกับผลิตภัณฑ์ และ Kotler (2003) ยังให้ความเห็นเพิ่มเติมว่า การวางแผนการตลาดเชิงกลยุทธ์เป็นกระบวนการพัฒนา และการรักษาความเหมาะสมสอดคล่องระหว่างวัตถุประสงค์ทักษะความสามารถ และทรัพยากรขององค์กรกับโอกาสทางธุรกิจที่เปลี่ยนแปลงไป การวางแผนเชิงกลยุทธ์มีเป้าหมาย เพื่อปรับการดำเนินกิจการ และผลิตภัณฑ์ของบริษัทเพื่อบรรลุถึงเป้าหมายในการทำกำไรและการเติบโตของธุรกิจ

ข้อเสนอแนะการวิจัย

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งนี้ ประกอบไปด้วย 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 ด้านนโยบาย

1. คณะผู้บริหารวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก ควรกำหนดกลยุธท์ ด้านการตลาด ประกอบไปด้วยด้านสิ่งแวดล้อมภายใน ด้านสื่อสิ่งพิมพ์ ด้านป้ายประชาสัมพันธ์ โดยกำหนดให้เป็นกลยุธท์ทางการตลาดเพื่อการแข่งขัน

ส่วนที่ 2 ด้านการปฏิบัติ

1. ควรเลือกสื่อประชาสัมพันธ์หลักสูตรรวมถึงการนำเสนอภาพสภาพแวดล้อมโดยรอบบริเวณของวิทยาลัย โดยต้องถ่ายภาพที่สวยงาม การนำเสนอสื่อหรือการตกแต่งสถานที่ที่ทันสมัยโดยการปรับเปลี่ยนอยู่ตลอดเวลา ซึ่งควรเลือกใช้สื่อที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นสื่อสิ่งพิมพ์ โทรทัศน์ช่องท้องถิ่น

2. ควรกระตุ้นจูงใจให้รุ่นพี่บอกต่อรุ่นน้อง โดยอาจจะให้ผลตอบแทน หรือให้สิทธิพิเศษอย่างอื่นกับรุ่นพี่ เพื่อจูงใจให้รุ่นพี่บอกต่อ เมื่อได้บอกต่อกับรุ่นน้อง จะทำให้รุ่นน้องเกิดการรับรู้ และช่วยสร้างความเชื่อถือได้มาก เพื่อตัดสินใจให้มาเรียนมากขึ้น

3. ควรจัดเพิ่มหลักสูตรที่หลากหลาย รวมถึงการแนะนำอาชีพเมื่อจบหลักสูตรที่เลือกเรียนนั้น เพื่อให้เกิดความชัดเจน และสามารถมีตัวเลือกที่ตรงกับความต้องการของกลุ่มที่สนใจเรียนได้มากที่สุด ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนตัดสินใจเข้าศึกษาต่อได้ง่ายยิ่งขึ้น

4. ควรกำหนดให้มีการผ่อนชำระค่าเทอมได้

5. ควรจัดให้มีทุนการศึกษา เช่น ทุนเรียนดีประพฤติดี รวมถึงการให้บริการกับนักเรียนที่จะกู้ยืม กยศ. ซึ่งต้องมีเจ้าหน้าที่ที่ให้บริการกับนิสิตที่กู้ กยศ. โดยตรง โดยต้องให้บริการด้วยความเต็มใจ มีหน้าตาที่ยิ้มแย้มแจ่มใส มีการทักทายผู้ที่มาติดต่อ ด้วยความเป็นมิตร

6. ควรจัดให้มีการจัดนิทรรศการแสดง (Road Show) เพื่อแนะนำหลักสูตร โดยโฆษณาประชาสัมพันธ์ให้นักเรียนชั้น ม.6 เข้าร่วมงานนิทรรศการกับวิทยาลัย ซึ่งควรจูงใจด้วยการให้ของสมนาคุณ หรือการให้สิทธิ์ส่วนลดเมื่อจองเรียน เป็นต้น

7. ควรลดด้านปัจจัยสิ่งอำนวยความสะดวกแก่นักศึกษาให้น้อยลง และให้ความสัมพันธ์เพิ่มขึ้นในด้านสิ่งแวดล้อมภายใน ได้แก่ วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก มีบรรยากาศที่ร่มรื่น โดย ปลูกต้นใหม่เพิ่มขึ้น ปรับปรุงสิ่งต่างๆ ให้สวยงาม เช่น ทาสีอาคารเรียนให้ดูสวยงาม มีศูนย์ภาษา ศูนย์คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีที่ทันสมัย จัดเตรียมความพร้อมวัสดุอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และจัดซื้ออุปกรณให้มีความทันสมัย ห้องบรรยาย นอกจากนี้ห้องเรียนมีเครื่องปรับอากาศทุกห้องรวมถึงห้องปฏิบัติการต่างๆ ให้มีความพร้อมใช้งาน และเพียงพอต่อความต้องการของนักศึกษา

8. การประชาสัมพันธ์ข่าวสารผ่านช่องทาง หนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ วิทยุ รวมถึง แผ่นพับ และจดหมายข่าว (News Letter) เพื่อให้ นักศึกษา ผู้ปกครอง รับรู้และเข้าถึงข่าวสารของทางวิทยาลัยฯ

9. การทำป้ายประชาสัมพันธ์ ควรใช้ภาษาที่เข้าใจงาน และเป็นที่สะดุดตา ร่วมถึงสถานที่ติดตั้ง ควรจัดตั้ง ใน ชุมชน ในย่านธุรกิจ ที่มีผู้คนสัญจรหนาแน่น ให้มีจำนวนมากพอและครอบคลุมพื้นที่เป้าหมาย

ข้อเสนอแนะการทำวิจัยครั้งต่อไป

จากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบถึงวิธีการจัดหลักสูตร รวมถึงแผนที่จะนำไปใช้ในการประชาสัมพันธ์ที่จะสอดรับกับกลุ่มเป่าหมาย ทั้งนี้ควรพัฒนางานวิจัยในเรื่อง แนวทางการพัฒนาภาพลักษณ์ของสถานศึกษา และการพัฒนาหลักสูตรระดับปริญญาตรี ให้สอดรับกับตลาดแรงงานในอนาคต ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้รับไปใช้ในการสร้างภาพลักษณ์ และพัฒนาหลักสูตรระดับปริญญาตรีของสถานศึกษาให้เป็นที่ยอมรับและตรงกับความต้องการของตลาดแรงงานมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] ณัชชา สุวรรณวงศ์. (2560). ณัชชา สุวรรณวงศ์. (2560).ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล อีสาน นครราชสีมา (ระบบโควต้า) ประจำปีการศึกษา 2560. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

[2] ละอองดาว แก้วดี. (2557).กลยุทธ์การสื่อสารทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกศึกษาต่อ ระดับบัณฑิตศึกษาของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเขตภูมิศาสตร์ภาคใต้. วารสารพิชญทรรศน์. 9,(2), หน้า 45–52.

[3] วัลลภา เทพหัสดิน ณ อยุธยา. (2527). นิสิตนักศึกษาในสถาสบันอุดมศึกษา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[4] อานนท์ ศักดิ์วรวิชญ์. (2559). สีสะท้อนสี: ภาพในความคิด (Stereotype) ของคนไทยที่มีต่อกลุ่มการเมืองที่ต่างกัน. กรุงเทพฯ: สถาบันพระปกเกล้า

[5] P. Kotler. (2003). Marketing Management . 11th ed.Upper Saddle River,NJ: Prentice –Hall.

[6] W.G.cochran. (1953). Sampling Techiques. New York : John Wiley

ธนพล บรรดาศักดิ์ กนกอร ชาวเวียง และนฤมล จันทรเกษม. (2560). ความสุขในการเรียนรู้ของนักศึกษาพยาบาล. **วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร.** 5 (1) มกราคม - เมษายน, หน้า 357.

Author Index

Ekarat Rattagan IT-03
Keiki Kameshima BA--27
Mananya Thongbor BA--13
Pasit Leeniva ENG-26
Ploy Umpornpet BA--09
Pongpoj Putarungsi ENG-31
Prudsamon Kammasorn ENG-26
Rati Mhuentoei LA-01
Roongrojana Songprakorp ENG-34
Saksorn Chantarabut ENG-26
Sirichai Thepa ENG-34
Sozo Yamamoto BA--27
Winyoo Lerdkham ENG-34
กนกวรรณ ใจมีสุขมาก BA--23
กมลชนก ขลุ่ยศรีตระกูล BA--31
กฤตยา พาอิ่ม ENG-20
กฤษ วงษ์เกษม ENG-11, ENG-23, ENG-24
กองพล อารีรักษ์ ENG-32
กันตชาติ อ่อนประชู ENG-11
กิตติยุวา สุวรรณธาร BA--22
เก็จมณี กมลสุริยกล้า BA--17
ไกล้รุ่ง กระแสร์สินธุ์ BA--14
ไกรวุฒิ ม่วงน้อยเจริญ IT-05
ขนิษฐา สมรัตน BA--25
ขวัญชนก แผ่นผา ENG-29
คมพัชญ์ สิริถิระพิทักษ์ BA--14
จริยาภรณ์ ศรีสังวาลย์ BA--27
จักรพันธ์ อร่ามพงษ์พันธ์ ENG-03, ENG-05, ENG-11, ENG-14, ENG-23, ENG-24
จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน ENG-04
จารุภา วิภูภิญโญ BA--15
จิรัชญา ช่ำนิกุล BA--02
จิราพร คันชั่ง BA--14
เฉลิมชัย ภูริพัฒน์ IT-02
ชญานิน ชาญยิ่งสกุล BA--12
ชฎาภา กลิ่นชาติ BA--20
ชนะ รักษ์ศิริ ENG-03, ENG-05, ENG-20
ชนาธิป ศาสตร์ทยารัฐ ENG-21
ชยุดา สืบดี BA--06
ชวิศ ภูริพัฒน์ IT-01
ชวิศ ภูริพัฒน์ IT-02
ชัชวาล สิงหกันต์ ENG-27
ชัยพงศ์ โชติภัทร์เดชารัตน์ ENG-12
ชัยวัฒน์ หมื่นจำนงค์ BA--18
ชาติชาญ โพธิ์พาด BA--27
ชานน นนทฤทธิ์ ENG-22
ชินกฤต ละดาดก ENG-30
ชุตินันท์ เจียมจิระเศรษฐ์ BA--08
เชต ใจกัลยา ENG-28
โชติกา เกตุอู่ ENG-17
ฐิติชญา ธนมิตรสมบูรณ์ ENG-22

Author Index (Cont.)

ณัฐธิดา ศรีเมือง BA-01
ดวงกมล ณ ระนอง ENG-30
ดวงใจ ลือชัยลาม BA-05
ดวงรัตน์ อินทร ENG-29
ดอน แก้วดก ENG-21
ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน BA-23, ENG-12, ENG-16
ทวีทิพย์ อักษรศิริกุล BA-19
ทศพร ณรงค์ฤทธิ์ ENG-32, ENG-33
ทัฬหธร วรรณวุฒิกูล BA-12
ธนกฤต เนียมหอม ENG-27, ENG-28
ธนวัต รุจิพูนพงศ์ ENG-03
ธนัชชา สมณะ BA-02
ธนา ทัศนะธาร LA-04
ธนากร หอมมณี BA-22
ธวิน อุดมกิจปัญญา ENG-33
ธันยมัย เจียรกุล BA-11, LA-03
ธารทิพตย์ พจน์สุภาพ BA-14
ธีรพล ธนะสนธิ์ ENG-13
นนทินี กิจนิที ENG-07
นภัสนันท์ อึ้งวิฑูรสถิตย์ ENG-01
นราภรณ์ เภาประเสริฐ ENG-07
นเรนธร โรจนประดิษฐ ENG-18
เนติพงษ์ ตู้จินดา BA-12
บุญญาดา นาสมบูรณ์ BA-24, BA-25, BA-26
บุณยวีร์ โชคประเสริฐสม BA-14
ปณภา ดวงดาว ENG-01, ENG-13
ประภาส ผ่องสนาม IT-02
ประสิทธิ์ พงศ์ดำรง ENG-09
ปราณิสา อิศรเสนา ENG-25
ปรินทร ศิริเอี้ยวพิกูล BA-11
ปัณณทัต จอมจักร์ BA-01, BA-02, BA-12, BA-22, BA-31
ปาณิดา เกิดอุ่ม BA-19
ปานชนก ปิ่นมรกต BA-04
ปิยะ เฮงมีชัย BA-08
เปรมพันธ์ ดำนุ้ย ENG-16
ผุสดี พรผล BA-28
พงศ์ศรัณย์ วงศ์ชนเดช BA-20, BA-30
พงศ์ศักดิ์ สายธัญญา ENG-06
พรชัย นิเวศน์รังสรรค์ ENG-19
พรรณนภา ตาลกุล BA-15
พัชรี โตแก้ว ทองรัตนะ ENG-08
พัทธ์ธีรา เครือวงค์ศิริ BA-07

Author Index (Cont.)

พิกุล เวชชานุเคราะห์	IT-01
พิชิต งามจรัสศรีวิชัย	BA-05, BA-06, BA-07
พิชิต สุขเจริญพงษ์	ENG-08, ENG-15
พีรยา เศรษฐพัฒน์	BA-17
เพ็ญวิมล วิไลรัตน์	BA-04
ไพรัช กิจถาวรชัยสกุล	ENG-24
ภัคจีรา เนียมรัตน์	BA-20
ภัทรกร ศรีตรรกยานนท์	ENG-08
ภัทราภรณ์ แสงสุวรรณ	BA-18
ภูวดล ไวยเนตร	BA-29
มนัญณัฏฐ์ โภชนจันทร์	BA-29
มานิต ผงคำ	ENG-15
เมธาวี ธรรมรักษ์	ENG-04
ยุรนันท์ มูซอ	LA-03
รชนิศ เรืองศรี	ENG-10
รวิช วงศ์สวัสดิ์	ENG-02
รวินท์นิภา สุตันติวณิชย์กุล	ENG-23
รสริน โกมลโชติกุล	ENG-20
รังสรรค์ เลิศในสัตย์	BA-10
รัชภูมิ ธรฤทธิ์	ENG-14
รัตติกร วรากูลศิริพันธุ์	IT-01
รัตนาภร ยวงสวัสดิ์	ENG-30
รุ่งอรุณ กระแสร์สินธุ์	BA-14
รุจารินทร์ จิตต์แก้ว	BA-27
ลัพธ์พร สวราชย์	BA-15
วทัญญู รัศมิทัต	BA-14
วนิดา วาดีเจริญ	BA-10
วรศักดิ์ เลาศรีรัตนชัย	BA-26
วัชรินทร์ ทวีจินดา	ENG-05
วาวา ประเสริฐผล	BA-04
วาสนา ตรินันท์	BA-04
วิธิดา พัฒนอิสรานุกูล	ENG-27, ENG-28, ENG-29
วิลาสินี ตู้จินดา	BA03
วิสุทธิ์ สุพิทักษ์	ENG-10, ENG-17
วีรชัย เรืองโชติ	BA-30
ศรีสุดา ถุงสุวรรณ	BA-03
ศศิศ สร้อยสุวรรณ	ENG-30
ศุภกร เรืองรักษ์	BA-28
ศุภเจตน์ จันทร์สาส์น	BA-03
ศุภชัย ช่อทับทิม	ENG-19
ศุภสิน ขุมทองวัฒนกุล	BA-30
สถาพร ชาตาคม	ENG-18
สมยศ โอสนานนท์	BA-03
สัจจพร รัตนะ	LA-02
สันต์ทศน์ โกวิทยานนท์	BA-21
สาเรศ วันโสภา	BA-30
สิริกาญจน์ ทองไหม	ENG-28
สุชนนี เมธิโยธิน	LA-04

สุชานันท์ ลงสุวรรณ	IT-04
สุชีรา นวลทอง	BA-27
สุทธิณี ว่าวสูงเนิน	ENG-32
สุภาวดี ผลประเสริฐ	ENG-27, ENG-28, ENG-29
สุรเดช ภัทรวิเชียร	IT-04, IT-05
สุรสิทธิ์ อุดมธนวงส์	BA-14
สุวภิา ภาคภากร	BA-16
สุวิชภรณ์ วิชกูล	ENG-07
อนันต์สิทธิ์ ยงค์ศรี	ENG-27
อภิชญา ธารีวาสน์	BA-24
อรรณพ หมั่นสกุล	IT-01
อรวรรณ บุญบูชาไชย	ENG-01, ENG-13
อรอุมา พันธ์เกตุ	LA-02
อัครนันท์ พงศธรวิวัฒน์	BA-16
อัชญา กล้าเวช	BA-18, BA-19
อัยจิรา เต็งศิริ	ENG-06
อาจารีย์ ประจวบเหมาะ	BA-14
เอิบ พงบุหงอ	BA-10, BA-21, BA-27
ไอลดา ตรีรัตน์ตระกูล	ENG-04, ENG-15

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Thai-Nichi Institute of Technology
泰日工業大学
สร้างนักคิด พลิดนักปฏิบัติ สร้างนักประดิษฐ์ พลิดนักบริหาร

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

THAI-NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

คณะ และหลักสูตร

ปริญญาตรี ภาคปกติ และภาคพิเศษ*

คณะวิศวกรรมศาสตร์
+ วิศวกรรมยานยนต์ (AE)
+ วิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติแบบลีน (RE)
+ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ (CE)
+ วิศวกรรมอุตสาหการ (IE)
+ วิศวกรรมไฟฟ้า (EE)

คณะบริหารธุรกิจ
+ การจัดการเทคโนโลยี และนวัตกรรม (MI) *
+ บริหารธุรกิจญี่ปุ่น (BJ)
+ การจัดการธุรกิจระหว่างประเทศ (IB)
+ การบัญชี (AC)
+ การจัดการทรัพยากรมนุษย์แบบญี่ปุ่น (HR) *
+ การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน (LM) *
+ การตลาดเชิงสร้างสรรค์และดิจิทัล (CD)
+ การจัดการการท่องเที่ยวและการบริการเชิงนวัตกรรม (TH)

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
+ เทคโนโลยีสารสนเทศ (IT)
+ เทคโนโลยีมัลติมิเดีย (MT)
+ เทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ (BI)
+ เทคโนโลยีดิจิทัลทางสื่อสารมวลชน (DC)

ปริญญาตรี INTERNATIONAL PROGRAM

+ DIGITAL ENGINEERING (DGE)
+ GLOBAL BUSINESS MANAGEMENT (GBM)
+ DATA SCIENCE AND ANALYTICS (DSA)

ปริญญาโท

คณะวิศวกรรมศาสตร์
+ เทคโนโลยีวิศวกรรม (MET)

คณะบริหารธุรกิจ
+ นวัตกรรมการจัดการธุรกิจและอุตสาหกรรม (MBI)
+ บริหารธุรกิจญี่ปุ่น (MBJ)
+ การจัดการระบบการผลิตและโลจิสติกส์แบบลีน (LMS)

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
+ เทคโนโลยีสารสนเทศ (MIT)



THAI + ENGLISH + JAPANESE

Difference in Language, Excellence in Innovation

เรียนรู้ภาษาญี่ปุ่นทุกสาขาวิชา
เพิ่มโอกาสในการไปโครงการแลกเปลี่ยนต่างประเทศ
โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่น
กับมหาวิทยาลัย MOU กว่า 80 แห่ง

- Tel. 0-2763-2600
- Fax. 0-2763-2700
- E-mail: tniinfo@tni.ac.th
- Website: www.tni.ac.th
- Facebook: @ThaiNichi

สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น
1771/1 ซ.พัฒนาการ 37 ถนนพัฒนาการ
แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250