การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร

โดย
นายวรรณชัย ธุระแพง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการ แบบ 2.1 ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง และนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร

โดย
นายวรรณชัย ธุระแพง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการ แบบ 2.1 ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

SMART FACTORY MANAGEMENT WITH LEAN AUTOMATION FOR A HIGH-PERFORMANCE AND SUSTAINABLE ORGANIZATION IN THE FOOD INDUSTRY

By

MR. Wannachai THURAPANG

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Doctor of Philosophy MANAGEMENT

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2022

Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ	การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร
โดย	นายวรรณชัย ธุระแพง
สาขาวิชา	การจัดการ แบบ 2.1 ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สันติธร ภูริภักดี
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. ธนินท์รัฐ รัตนพงศ์ภิญโญ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย (ผู้รักษาการแทน)
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิต นิรัติศัย)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กาญจน์นภา พงศ์พนรัตน์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สันติธร ภูริภักดี)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร. ธนินท์รัฐ รัตนพงศ์ภิญโญ)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(รองศาสตราจารย์ ดร. ประสพชัย พสุนนท์)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกิดศิริ เจริญวิศาล)

มหาวิทยาลัยศิลปากร

621230022 : การจัดการ แบบ 2.1 ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
คำสำคัญ : ลีนออโตเมชั่น, องค์กรแห่งความยั่งยืน, อุตสาหกรรมอาหาร

นาย วรรณชัย ธุระแพง: การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สันติธร ภูริภักดี

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาแนวทางการปฏิบัติและปัจจัยแห่งความสำเร็จในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อศึกษาเปรียบเทียบแนวทางการปฏิบัติกับการปฏิบัติงานจริงในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อศึกษาการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่มีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและความยั่งยืนขององค์กรในอุตสาหกรรมอาหาร การวิจัยเป็นแบบขั้นตอนเชิงสำรวจ โดยใช้เทคนิคการวิจัยแบบผสานวิธี ลำดับจากการวิจัยเชิงคุณภาพโดยการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ให้ข้อมูลหลัก จำนวน 25 คน ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้ระบบอัตโนมัติด้วยลีนออโตเมชั่นในอุตสาหกรรมอาหาร ผ่านการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา สู่แนวทางการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ด้วยแนวทางของลีนออโตเมชั่น และปัจจัยที่นำไปสู่ความยั่งยืนขององค์กร ผู้วิจัยนำแนวทางการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ด้วยแนวทางของลีนออโตเมชั่นที่ได้เปรียบเทียบกับกรณีศึกษาของโรงงานในอุตสาหกรรมอาหารด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงกลุ่ม จำนวน 10 คน เพื่อยืนยันขั้นตอนที่สามารถปฏิบัติได้จริง ส่วนของปัจจัยสู่ความยั่งยืนขององค์กรเก็บข้อมูลจากผู้เกี่ยวข้องกับการทำงานในระบบอัตโนมัติของโรงงานผลิตอาหารในประเทศไทย จำนวน 460 คนวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองสมการโครงสร้าง เพื่อทดสอบอิทธิพลของตัวแปรแฝง

ผลการศึกษาพบแนวทางการปฏิบัติด้วยขั้นตอนทั้งหมด 12 ขั้นตอนเพื่อนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ด้วยลีนออโตเมชั่นในอุตสาหกรรมอาหาร ยืนยันการนำไปปฏิบัติจริงได้ทุกขั้นตอนตามกรณีศึกษา การวิจัยทางด้านอิทธิพลแบ่งเป็น 2 กลุ่ม พบปัจจัยการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ด้วยแนวทางของลีนมีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงเฉพาะในกลุ่มที่ 1 ตัวแปรพันธมิตรทางธุรกิจไม่เป็นตัวแปรแทรกในทั้ง 2 กลุ่ม ตัวแปรความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงมีอิทธิพลต่อความเป็นโรงงานอัจฉริยะในทั้ง 2 กลุ่ม แต่มีอิทธิพลต่อความได้เปรียบทางการแข่งขัน มีอิทธิพลเฉพาะในกลุ่มที่ 2 ตัวแปรความเป็นโรงงานอัจฉริยะและตัวแปรความได้เปรียบทางการแข่งขันมีอิทธิพลต่อความยั่งยืนขององค์ในทั้ง 2 กลุ่ม การดำเนินงานตามแนวคิดแบบลีนออโตเมชั่นช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานด้วยระบบอัตโนมัติตามแนวคิดการปรับปรุงประสิทธิภาพแบบลีนและการลงทุนด้วยระบบอัตโนมัติที่เหมาะสมตามสถานะการณ์ สามารถช่วยองค์กรลดต้นทุนจากกระบวนการทำงานที่

ปราศจากความสูญเสีย ช่วยลดกำลังคนในการทำงานเพื่อแก้ไขปัญหาแรงงานที่ขาดแคลน นำไปสู่ประสิทธิภาพการทำงานที่สูงขึ้นตามกรณีศึกษา อีกทั้งองค์กรเข้าสู่ความเป็นองค์กรที่มีประสิทธิภาพสูงทั้งยังสามารถเปลี่ยนองค์กรเป็นองค์กรอัจฉริยะ และการสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขัน จะนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืน ด้วยการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและปฏิบัติตามแนวคิดลีนออโตเมชั่น

มหาวิทยาลัยศิลปากร

621230022 : Major MANAGEMENT
Keyword : Lean Automation, Sustainable Organization, Food industry

MR. WANNACHAI THURAPANG : SMART FACTORY MANAGEMENT WITH LEAN AUTOMATION FOR A HIGH-PERFORMANCE AND SUSTAINABLE ORGANIZATION IN THE FOOD INDUSTRY THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR SANTIDHORN POORIPAKDEE, Ph.D.

This research aimed to study the practical guidelines and success factors in managing smart factories, to study and compare the practice guidelines with the actual practice of managing smart factories, and to study smart factory management with lean automation that influences the high-efficiency organization and organizational sustainability in the food industry. The research was an exploratory sequential design using mixed methods research. It was a sequence of qualitative research by in-depth interviews with 25 key informants who were involved in the use of automation with lean automation in the food industry through content analysis. That led to the adoption of automation with the approach of Lean Automation and factors leading to the sustainability of the organization. The researcher applied the automation approach with lean automation compared to the case studies of factories in the food industry. The focus group interview with 10 people was conducted to confirm all steps practically. Besides, the factors for corporate sustainability were studied through data that were collected from 460 people involved in the automation of food factories in Thailand, and analyzed by Structural Equation Modeling (SEM) to test the influence of latent variables.

The results revealed a 12-step implementation of lean automation in the food industry and confirmed the implementation for practical usage of all steps in the case study. The influencing research could be divided into 2 groups. The automation-adapting factors with lean automation had an influence on the high-performance organization only in the first group. Factors of the business alliance were not interfering variables of both groups. Variables of a high-performance organization had influenced to smart factory in both groups, but to competitive advantage only in the first group. Factors of smart factory and competitive advantage

had influenced sustainability organization in both groups. The implementation of lean automation helped improve the efficiency of the automation system with lean performance improvement that made the organization reduce the costs from the loss-free work processes and the workforce to solve the labor shortage problem and lead to higher work efficiency from the case study. Moreover, the organization became a high-performance organization that transformed into a smart organization, and the competitive advantage led it to a sustainability organization. It would develop continuously and practically with the concept of lean automation.

กิตติกรรมประกาศ

ดุษฎีนิพนธ์เรื่องการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนของอุตสาหกรรมอาหาร ได้รับความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สันติธร ภูริภักดี และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร. ธนินท์รัฐ รัตนพงศ์ภิณโญ ที่ให้คำแนะนำตั้งแต่กระบวนการแรกของงานวิจัย คอยสนับสนุนในทุกด้านระหว่างการทำงานวิจัยนี้ ตลอดจนให้กำลังใจเพื่อให้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ ทั้งยังขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กาญจน์นภา พงศ์พนรัตน์ ประธานกรรมการ รองศาสตราจารย์ ดร.ประสพชัย พสุนนท์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยโทหญิง ดร.เกิดศิริ เจริญวิศาล กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิในการให้คำแนะนำ และข้อเสนอเพื่อให้งานดุษฎีนิพนธ์มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านในความกรุณาครั้งนี้เป็นอย่างสูง

ทั้งนี้ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ สังข์รักษา ศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ วิไลนุช และรองศาสตราจารย์ ดร.พิทักษ์ ศิริวงศ์ ที่ให้เกียรติเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในงานวิจัยเชิงคุณภาพ (แบบสอบถาม) รองศาสตราจารย์ ดร. ธีระวัฒน์ จันทึก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตพนธ์ ชุมเกตุ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิโรจน์ เจษฎาลักษณ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประพล เปรมทองสุข ดร.ฉัตรแก้ว ฮาตระวัง ดร.ธนกร ตันธนวัฒ และคุณศศิญดา วิไลพล ให้เกียรติเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในงานวิจัยเชิงปริมาณ (แบบสอบถาม)

ขอกราบขอบพระคุณ กรมโรงงานอุตสาหกรรม กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม (FIBO) สถาบันพัฒนาบุคลากรสาขาเทคโนโลยีการผลิตอัตโนมัติและหุ่นยนต์ (MARA) สถาบันไทย-เยอรมัน (TGI) Thai Automation and Robotics Association (TARA) สถาบันเสริมสร้างขีดความสามารถของมนุษย์ สถาบันวิจัยพัฒนาและนวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรม ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) บริษัท Denzo International Asia Co., LTD. บริษัท Tham Rich Corporation Co., LTD. บริษัท Nippon Kikai Engineering Co., LTD. บริษัท A.I. Technology Co., LTD. บริษัท ไทยซัมมิท ออโตโมทีฟ จำกัด New wave automation Co., LTD. Somboon Advance technology public Co., LTD. บริษัท เลิศวิลัย จำกัด บริษัท สุมิพล คอเปอเรชั่น จำกัด สถาบันพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (NIA) และบริษัทผลิตอาหารคนและอาหารสัตว์ที่ไม่สามารถเอ่ยนามได้ ที่ให้เกียรติส่งผู้เชี่ยวชาญเข้าให้ข้อมูลในการสัมภาษณ์ในงานวิจัยเชิงคุณภาพ

ขอกราบขอบพระคุณผู้ตอบแบบสอบถามจากโรงงานผลิตอาหารทุกท่านทั้งในส่วนผู้บริหาร ส่วนงานการผลิต ช่างระบบและช่างประจำเครื่อง ผู้ปรับปรุงประสิทธิภาพ คลังสินค้า ที่สละเวลาทำ

แบบสอบถามทั้งแบบออนไลน์ผ่านอุปกรณ์ส่วนตัว และออฟไลน์ผ่านทางจดหมายจากไปรษณีย์ ช่วยให้ได้ข้อมูลของงานวิจัยเชิงปริมาณที่สมบูรณ์

ผู้วิจัยนำเสนอแนวทางขั้นตอนการปฏิบัติแบบลีนออโตเมชั่น ในเชิงการจัดการ รวมทั้งเทียบการดำเนินการตามขั้นตอนกับกรณีศึกษา และนำเสนอรูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปร หวังเป็นอย่างยิ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ และการประยุกต์ใช้ทั้งทางด้านองค์กรทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ รวมถึงในแง่มุมของการศึกษาตามตัวแปรของการจัดการให้ได้มาซึ่งผลเชิงประจักษ์ หรือแง่มุมที่แตกต่างเพื่อการนำไปใช้จริงในองค์กร อันเป็นการอุตสาหกรรมภายในประเทศให้เจริญก้าวหน้าอย่างต่อเนื่อง

นาย วรรณชัย ธุระแพง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ
กิตติกรรมประกาศ ..... ซ
สารบัญ ..... ญ
สารบัญตาราง ..... ด
สารบัญภาพ ..... ถ
บทที่ 1 บทนำ 1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
2. คำถามการวิจัย 6
3. วัตถุประสงค์งานวิจัย 6
4. ขอบเขตของการวิจัย 7
5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 8
6. นิยามศัพท์ 9
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 11
1. ทฤษฎีระบบ (System Theory) 11
2. แนวคิดพัฒนาองค์กรเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization) 14
3. แนวคิดการทำงานด้วยระบบอัตโนมัติ (Automation) 19
4. แนวคิดแบบลีน (Lean) 25
4.1 การทบทวนวรรณกรรมแนวคิดลีน (Lean Review) 35
5. องค์กรประสิทธิภาพสูง (High Performance Organization) 58

6. พันธมิตรทางธุรกิจ (Business Alliance) ในมุมของนักบูรณาการระบบการผลิต (System Integrater) 67
7. ความได้เปรียบทางการแข่งขัน (Competitive Advantage) 76
8. โรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory) ในอุตสาหกรรม 4.0 (Industrial 4.0) 84
9. ความยั่งยืนขององค์กร (Sustainability) 94
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย 111
1. การดำเนินงานวิจัยแบบผสานวิธี ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน 111
1.1 รวบรวมข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรม 112
1.2 การวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) 113
1.3 รวบรวมกลุ่มตัวแปรที่ได้จากงานวิจัยเชิงคุณภาพ 114
1.4 การวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) 114
1.5 การสรุปผลและเผยแพร่ 115
2. การคัดเลือกตัวอย่างในงานวิจัย 115
2.1 ตัวอย่างในงานวิจัยเชิงคุณภาพ (การสัมภาษณ์เชิงลึก) 115
2.2 ตัวอย่างในงานวิจัยเชิงคุณภาพ (การสัมภาษณ์เชิงกลุ่ม) 118
2.3 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเชิงปริมาณ 118
2.4 ประชากรในงานวิจัยเชิงปริมาณ 118
2.5 การหาขนาดตัวอย่างในงานวิจัยเชิงปริมาณ 119
3. เครื่องมือในงานวิจัยและการเก็บข้อมูล 119
3.1 งานวิจัยเชิงคุณภาพ 119
3.1.1 การเก็บข้อมูลในงานวิจัยเชิงคุณภาพ (การสัมภาษณ์เชิงลึก) 119
3.1.2 การเก็บข้อมูลในงานวิจัยเชิงคุณภาพ (การสัมภาษณ์เชิงกลุ่ม) 120
3.1.3 การสังเกตและจดบันทึก 120
3.2 งานวิจัยเชิงปริมาณ 120

3.2.1 ใช้แบบสอบถาม (Questionnaire)..... 120
4. การตรวจสอบความน่าเชื่อถือและจริยธรรมในการวิจัย 122
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์..... 123
5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยเชิงคุณภาพ 123
5.1.1. การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 123
5.1.2. การแตกข้อมูล..... 123
5.1.3. การใส่รหัสข้อมูล 123
5.1.4. การจัดหมวดหมู่ข้อมูล..... 124
5.1.5. การหาประเด็นหลักของข้อมูล..... 124
5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยเชิงปริมาณ..... 125
5.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป ด้วยสถิติพื้นฐานที่ใช้มีดังนี้..... 125
5.2.2 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย 126
5.2.3 ความเที่ยงของเครื่องมือ (Reliability)..... 126
5.2.4 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน..... 127
5.2.5 การทดสอบการแจกของข้อมูลความเบ้ ความโด่ง 127
5.2.6 วิเคราะห์แบบพหุกลุ่ม (Multi-group Analysis) 127
5.2.7 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Model Fit Index) 128
6. สรุปวิธีดำเนินงานวิจัย 128
บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย..... 130
1. ผลการวิเคราะห์เนื้อหาของข้อมูล..... 130
1.1 ความเป็นมาของแนวคิดลีนออโตเมชั่นในประเทศไทย (Intro to Lean Automation) 131
1.2 คำนิยาม ความหมายของลีนออโตเมชั่น (Definition and Meaning of the Concept of Lean Automation)..... 134

1.3 ขั้นตอนของการทำลีนออโตเมชั่นในอุตสาหกรรมอาหาร (Steps of Lean Automation in Food Industry) 135
1.3.1 รู้จักตนเองโดยการหา Process Flow (Identify Yourself by Finding Process Flow) 135
1.3.2 วิเคราะห์ปัญหาจากข้อมูลที่มี (Analyze the problem from the available data) 137
1.3.3 การประเมินจุดที่ต้องการปรับปรุง (Assessment of Areas that Need Improvement) 139
1.3.4 การใช้เครื่องมือที่มีอยู่ในการแก้ไขปัญหา (Using the tools available to Troubleshoot) 141
1.3.5 การออกแบบหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ (Robot or Automation Design) 143
1.3.6 การจำลองรูปแบบและกำหนดสเปก (Model simulation and specification) 146
1.3.7 วิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุน (Return on Investment) 148
1.3.8 ดำเนินการสร้าง (Proceed to build) 151
1.3.9 ตรวจรับเครื่องโดยการจำลองสถานะการณ์จริง (Check the machine by the real situation) 152
1.3.10 เข้าติดตั้งสถานที่จริง (Enter the Actual Location) 153
1.3.11 เก็บข้อมูล (Collect information) 155
1.3.12 สร้าง Process flow ของกระบวนการใหม่ (Create a New Process Flow) 156
1.4 ปัจจัยสู่ความยั่งยืนขององค์กร 157
1.4.1 การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น (Lean Automation) . 157
1.4.2 ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง (High Performance Organization) 161
1.4.3 พันธมิตรทางธุรกิจ (Business Alliance) 176
1.4.4 โรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory) 181

1.4.5 ความได้เปรียบทางการแข่งขัน (Competitive Advantage)..... 183
1.4.6 องค์กรแห่งความยั่งยืน (Sustainability Organization)..... 185
1.5 หน่วยงานสนับสนุนการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในองค์กร (Agencies supporting the adoption of automation in the organization)..... 189
1.6 ปัญหา อุปสรรค คำแนะนำ ก่อนทำ Lean Automation (Problems, Obstacles, and Recommendations Before Lean Automation)..... 192
2. ผลวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน..... 198
2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป..... 198
2.2 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา..... 200
2.3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปร..... 203
2.4 ผลการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติ..... 216
2.5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝง..... 218
3. ผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างด้วย AMOS..... 219
4. ผลการทดสอบสมมติฐาน..... 223
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย..... 230
1. แนวทางการปฏิบัติและปัจจัยแห่งความสำเร็จในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร..... 232
1.1 รู้จักตนเองโดยการหา Process Flow (Identify Yourself by Finding Process Flow)..... 234
1.2 วิเคราะห์ปัญหาจากข้อมูลที่มี (Analyze the problem from the available data)237
1.3 การประเมินจุดที่ต้องการปรับปรุง (Assessment of Areas that Need Improvement)..... 238
1.4 การใช้เครื่องมือที่มีอยู่ในการแก้ไขปัญหา (Using the tools available to Troubleshoot)..... 240
1.5 การออกแบบหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ (Robot or Automation Design)..... 244

1.6 การจำลองรูปแบบและกำหนดสเปก (Model simulation and specification)..... 246
1.7 วิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุน (Return on Investment)..... 248
1.8 ดำเนินการสร้าง (Proceed to build)..... 251
1.9 ตรวจรับเครื่องโดยการจำลองสถานะการณ์จริง (Check the machine by the real situation)..... 252
1.10 เข้าติดตั้งสถานที่จริง (Enter the Actual Location)..... 253
1.11 เก็บข้อมูล (Collect information)..... 254
1.12 สร้าง Process flow ของกระบวนการใหม่ (Create a New Process Flow)..... 255
2. เปรียบเทียบแนวทางการปฏิบัติกับการปฏิบัติงานจริงในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นในอุตสาหกรรมอาหาร..... 257
2.1 การประเมินตนเอง (Self-assessment)..... 257
2.2 หาและตรวจสอบความสูญเสียในกระบวนการ (Muda finding)..... 259
2.3 วิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis)..... 260
2.4 ใช้ไคเซ็นต์ในการแก้ปัญหา (Operation Kaizen)..... 261
2.5 สร้างมาตรฐานการทำงาน (Work Instruction)..... 266
2.6. การออกแบบระบบอัตโนมัติ (Concept Automation)..... 267
2.7. การจำลองการทำงานของระบบอัตโนมัติ (Simulation)..... 268
2.8. จัดตั้งระบบอัตโนมัติและฝึกทักษะผู้ใช้งาน (Setting and Up Skill)..... 269
2.9. การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น (Lean Automation)..... 269
3. การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่มีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและความยั่งยืนขององค์กรในอุตสาหกรรมอาหาร..... 270
3.1 การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นกับความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง (Lean Automation and High Performance Organization)..... 271

3.2 พันธมิตรทางธุรกิจกับการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง (Business Alliance moderator between Lean Automation and High Performance Organization)..... 278

3.3 ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงกับความได้เปรียบทางการแข่งขัน (High Performance Organization and Competitive Advantage)..... 281

3.4 ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงกับโรงงานอัจฉริยะ (High Performance Organization and Industrial 4.0 ; I4.0)..... 284

3.5 โรงงานอัจฉริยะกับความยั่งยืนขององค์กร (Industrial 4.0 ; I4.0 and Sustainability Organization)..... 288

3.6 ความได้เปรียบทางการแข่งขันกับความยั่งยืนขององค์กร (Competitive Advantage and Sustainability Organization)..... 291

สรุปผลงานวิจัยโดยรวม..... 293

4. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต..... 296

รายการอ้างอิง..... 298

ภาคผนวก..... 337

ภาคผนวก ก..... 338

ภาคผนวก ข..... 349

ภาคผนวก ค..... 364

ประวัติผู้เขียน..... 372

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 บริบทงานวิจัยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ Lean เพื่อเชื่อมโยงสู่ Lean Automation 36

ตารางที่ 2 สรุปบริบทที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบของลีน 55

ตารางที่ 3 สรุปการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์กรประสิทธิภาพสูง 61

ตารางที่ 4 สรุปการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพันธมิตรทางธุรกิจ 71

ตารางที่ 5 สรุปการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความได้เปรียบทางการแข่งขัน ... 79

ตารางที่ 6 สรุปการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเป็นโรงงานอัจฉริยะ 87

ตารางที่ 7 สรุปการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความยั่งยืนขององค์กร 96

ตารางที่ 8 แสดงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรของ Lean (L), Lean Manufacturing (LM), Lean Practice (LP) 104

ตารางที่ 9 ตารางแสดงรายชื่อและสัญลักษณ์ของผู้ให้ข้อมูลหลัก 117

ตารางที่ 11 ค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบ Model Fit ในงานวิจัย 128

ตารางที่ 12 การสังเคราะห์ตัวแปรจากการทบทวนวรรณกรรมและการวิจัยเชิงคุณภาพ 187

ตารางที่ 13 ตารางสรุปการเปรียบเทียบขั้นตอนที่ได้จากงานวิจัยเชิงคุณภาพกับกรณีศึกษา 195

ตารางที่ 14 สัญลักษณ์ทางสถิติและความหมายของสัญลักษณ์ทางตัวแปร 196

ตารางที่ 15 ข้อมูลทั่วไป 198

ตารางที่ 16 ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรสังเกตได้ด้านการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ด้วยแนวทางของลีน (Lean Automation) 200

ตารางที่ 17 ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรสังเกตได้ด้านความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง (High Performance Organization) 200

ตารางที่ 18 ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรสังเกตได้ด้านพันธมิตรทางธุรกิจ (Business Alliance) 201

ตารางที่ 19 ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรสังเกตได้ด้านโรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory) 202

ตารางที่ 20 ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรสังเกตได้ด้านความได้เปรียบทางการแข่งขัน (Competitive Advantage) 202

ตารางที่ 21 ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรสังเกตได้ด้านความยั่งยืนขององค์กร (Sustainability Organization) 203

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ด้วยแนวทางของลีน (Lean Automation) 203

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ด้านความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง (High Performance Organization) 205

ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรของตัวแปรสังเกตได้ด้านพันธมิตรทางธุรกิจ (Business Alliance) 208

ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ด้านโรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory) 210

ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ด้านความได้เปรียบทางการแข่งขัน (Competitive Advantage) 212

ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ด้านความยั่งยืนขององค์กร (Sustainability Organization) 214

ตารางที่ 28 ค่าความเบ้และค่าความโด่งของตัวแปรแฝง 216

ตารางที่ 29 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 218

ตารางที่ 30 ค่าสถิติความสอดคล้องของโมเดลการวิจัยกับข้อมูลเชิงประจักษ์ 219

ตารางที่ 31 ค่าสถิติของตัวแปรแฝงจากการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างของตัวแปรที่ส่งผลต่อความยั่งยืนขององค์กร (Regression Weight และ STD. Regression Weight 1-5 Machine) ... 221

ตารางที่ 32 ค่าสถิติของตัวแปรแฝงจากการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างของตัวแปรที่ส่งผลต่อความยั่งยืนขององค์กร (Regression Weight และ STD. Regression Weight มากกว่า 5 Machine ขึ้นไป) 222

ตารางที่ 33 สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน 227

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 การพัฒนา 3 ด้านเพื่อการพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์แบบลีน (Liker and Morgan, 2006) 31

ภาพที่ 2 แสดงชื่อวารสารในบทความทั้ง 110 บทความ 35

ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดจากการศึกษาของ Onofrei et al. (2019) 57

ภาพที่ 4 กรอบแนวคิดจากการศึกษาของ Sahoo (2019) 57

ภาพที่ 5 ตัวแปร Lean Automation 58

ภาพที่ 6 ตัวแปรความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง 66

ภาพที่ 7 แสดงการพัฒนา AI ภายในองค์กร (มาเก็ทเทียร์, 2562) 70

ภาพที่ 8 ตัวแปรพันธมิตรทางธุรกิจ 75

ภาพที่ 9 ตัวแปรความได้เปรียบทางการแข่งขัน 83

ภาพที่ 10 ตัวแปรความเป็นโรงงานอัจฉริยะ 93

ภาพที่ 11 ตัวแปรความยั่งยืนขององค์กร 100

ภาพที่ 12 กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual Model) 103

ภาพที่ 13 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 112

ภาพที่ 14 โมเดลเส้นทางอิทธิพลของตัวแปรที่ศึกษาโดยแสดงค่า Standardized estimate 220

ภาพที่ 15 โมเดลเส้นทางอิทธิพลของตัวแปรที่ศึกษาโดยแสดงค่า Unstandardized estimate ... 220

ภาพที่ 16 ขั้นตอนของการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นในอุตสาหกรรมอาหาร 233

ภาพที่ 17 ตัวอย่างการทำ Process flow ของโรงงานแปรรูปสุกร (Fernandes Junior and Pinto, 2020) 236

ภาพที่ 18 ตัวอย่างการวิเคราะห์ Takt Time กับ Cycle Time ในกระบวนการ (Kumar et al., 2018) 240

ภาพที่ 19 ตัวอย่าง Value stream mapping ที่มีการจัดการด้วยระบบดึง (Kabadurmus and Durmusoglu, 2019)..... 243
ภาพที่ 20 แผนภาพใยแมงมุมวิเคราะห์สภาพความเป็นจริงขององค์กรกรณีศึกษา 257
ภาพที่ 21 กระบวนการของสินค้าตั้งแต่ต้นจนถึงการส่งมอบ 258
ภาพที่ 22 Flow Process โดยละเอียดของกระบวนการ Packing..... 258
ภาพที่ 23 แสดงความสูญเสียที่พบในกระบวนการ Packing..... 259
ภาพที่ 24 รายละเอียดการลงข้อมูลและแผนภาพแสดงผลของข้อมูล 260
ภาพที่ 25 แสดงจุดที่สามารถใช้ Kaizen ในการแก้ปัญหาการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ 261
ภาพที่ 26 ผังแสดงเวลาการทำงานของพนักงานทั้ง 5 คน ก่อนปรับปรุง และหลังปรับปรุง..... 262
ภาพที่ 27 แสดงการปรับปรุงเครื่องเป่าแห้ง 262
ภาพที่ 28 แสดงการปรับปรุงในเรื่องของการลดการแก้ไขผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพ 263
ภาพที่ 29 แสดงการแก้ไขเพื่อเพิ่มการควบคุมอุปกรณ์ 264
ภาพที่ 30 แสดงการทำงานของพนักงานในจุดปิดฝาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์การทำงาน..... 265
ภาพที่ 31 แสดงถึงการทดลอง ที่นำไปสู่การสร้างอุปกรณ์ที่มีความเหมาะสม 265
ภาพที่ 32 กราฟแสดงประสิทธิภาพการทำงานโดยเฉลี่ย 266
ภาพที่ 33 แผนผังแสดงจุดที่เลือกปรับปรุงโดยใช้หุ่นยนต์อัตโนมัติ 267
ภาพที่ 34 ภาพแสดงทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์..... 268
ภาพที่ 35 แผนภาพสรุปกรอบแนวคิดงานวิจัยตามผลการวิจัยเชิงปริมาณ (กลุ่มที่ 1)..... 270
ภาพที่ 36 แผนภาพสรุปกรอบแนวคิดงานวิจัยตามผลการวิจัยเชิงปริมาณ (กลุ่มที่ 2)..... 271
ภาพที่ 37 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA1..... 365
ภาพที่ 38 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA2..... 365
ภาพที่ 39 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA3..... 365
ภาพที่ 40 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA4..... 365
ภาพที่ 41 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA5..... 366

ภาพที่ 42 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA6 366
ภาพที่ 43 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA7 366
ภาพที่ 44 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA8 366
ภาพที่ 45 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA9 367
ภาพที่ 46 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA10 367
ภาพที่ 47 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA11 367
ภาพที่ 48 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA12 367
ภาพที่ 49 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA13 368
ภาพที่ 50 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA14 368
ภาพที่ 51 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA15 368
ภาพที่ 52 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA16 368
ภาพที่ 53 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA17 369
ภาพที่ 54 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA18 369
ภาพที่ 55 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA19 369
ภาพที่ 56 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA20 369
ภาพที่ 57 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA21 370
ภาพที่ 58 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA22 370
ภาพที่ 59 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA23 370
ภาพที่ 60 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA24 370
ภาพที่ 61 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA25 371

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยมุ่งสู่อุตสาหกรรม 4.0 (Thailand 4.0) ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมไทย ให้ความสำคัญกับเทคโนโลยี หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเพิ่มมากขึ้น เพื่อใช้ดำเนินธุกิจจากเทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัตินั้นที่มีการใช้งานเฉพาะผู้ประกอบการขนาดใหญ่ ปัจจุบันเทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติได้มีการเพิ่มประสิทธิภาพ ลดขนาด และราคาต่ำลง เพื่อผู้ประกอบการขนาดกลางและเล็กสามารถเข้าถึงได้ทั้งยังรวมถึง (สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล, 2561) การรักษาคุณภาพของสินค้า ผู้ประกอบการต้องปรับตัวภายใต้ความผันผวนของอุปสงค์ในตลาดโลก รวมทั้งค่าแรงที่พุ่งสูงขึ้น ปัญหาการขาดแคลนแรงงานทั่วไปและแรงงานที่มีทักษะ เทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติจึงเป็นปัจจัยหนึ่ง ที่จะเข้ามาช่วยผู้ประกอบการลดต้นทุน เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตให้เกิดความคุ้มค่าของการลงทุนในระยะยาว แรงงานไร้ฝีมือมีโอกาสถูกแทนที่ด้วยหุ่นยนต์อุตสาหกรรมในการทำงานซ้ำๆ เสี่ยงอันตราย สกปรก แรงงานต้องปรับตัวเรียนรู้ทักษะเพิ่มมากขึ้นเพื่อทำงานร่วมกับหุ่นยนต์อุตสาหกรรมในอนาคตอันใกล้ อันเป็นส่วนหนึ่งในการผลักดันประเทศไทยเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 อย่างสมบูรณ์ ทั้งผู้ประกอบการต้องพัฒนาทักษะของบุคลากรในแต่ละด้าน ให้มุ่งเน้นในเรื่องเทคโนโลยีและเครือข่ายการปรับปรุงระบบกระบวนการผลิตตามนโยบายอุตสาหกรรม 4.0 เพื่อรองรับเทคโนโลยีที่จะนำเข้ามาตามความเหมาะสมขององค์กร (ชาคริต อภินรเศรษฐ์, กมลพร กัลยาณมิตร, สถิตย์ นิยมญาติ และ ทัศนีย์ ลักขณาภิชนชัช, 2564) อย่างไรก็ตามพฤติกรรมของผู้บริโภคที่เน้นความสำคัญของมาตรฐานความปลอดภัยในอาหาร และกระบวนการผลิตที่มีคุณภาพ (เพลินพิศ เกิดวัฒนา, 2564) กับปัญหาการขาดแคลนของแรงงานที่สูงขึ้นส่งผลต่อความต้องการใช้หุ่นยนต์ในอุตสาหกรรม มีโอกาสจะเพิ่มขึ้นเกือบ 2 เท่าภายใน 2-3 ปีโดยเฉพาะอุตสาหกรรมอาหารที่เป็น 1 ใน 5 อุตสาหกรรมหลักของประเทศ (สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล, 2561) ประเทศไทยจึงก้าวเข้าสู่การปรับปรุงกระบวนการผลิตที่มีคุณภาพ ด้วยกระบวนการผสมผสานระหว่างคนกับเครื่องจักร เพื่อความยืดหยุ่นในกระบวนการ สอดคล้องกับความผันผวนในระบบเศรษฐกิจและมีการลงทุนต่ำจากการพัฒนากระบวนการแบบทีละขั้นตอน นำไปสู่การปรับตัวมากขึ้นในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและต้นทุนด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืนขององค์กรในท้ายที่สุด (Bag and Pretorius, 2020)

อุตสาหกรรมในประเทศไทยปัจจุบัน กิจกรรมทางเศรษฐกิจและอุปสงค์ในประเทศมีการชะลอตัว จากดัชนีความเชื่อมั่นภาคอุตสาหกรรมลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เดือนธันวาคม 2563 และเดือนมกราคม 2564 ต่ำที่สุดในรอบ 6 เดือน ความต้องการอาหารที่เก็บได้นานมากขึ้น ส่งผลกระตุ้นความต้องการทั้งในและต่างประเทศสูงขึ้น เนื่องจากในสหรัฐอเมริกาหันมาสั่งผลิตสินค้าจากไทยทดแทนคู่แข่ง เช่น อินโดนีเซีย จีน และฟิลิปปินส์ เนื่องจากมีการผลิตที่ได้มาตรฐานด้านชีวอนามัย รวมถึงสิทธิประโยชน์ด้านภาษีจากข้อตกลงการค้าเสรี (FTA) จากความต้องการของจากประเทศคู่ค้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการฟื้นตัวของเศรษฐกิจและการค้าโลก ประกอบได้พยายามประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ให้มีมูลค่ามากขึ้น คาดว่าปริมาณและมูลค่าการส่งออกจะเติบโตเฉลี่ย 3.0-5.0% และ 2.0–3.0% ต่อปี (Adrita, Brem, O'Sullivan, Allen and Bruton, 2021; ฝ่ายเศรษฐกิจและวิชาการสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2564) ประกอบกับการเกษตรและแปรรูปอาหารอยู่ในอุตสาหกรรมเป้าหมายเดิม (S-curve) และ ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์เป็นอุตสาหกรรมเป้าหมายใหม่ (New S-curve) ประเทศไทยสามารถปรับตัวโดยใช้โอกาสจากการเบี่ยงเบนทางการค้า (Trade diversion) นี้ให้เป็นแรงขับเคลื่อนในการพัฒนาอุตสาหกรรมทั้ง 2 ไปด้วยกัน (ฝ่ายเศรษฐกิจและวิชาการสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2564) จึงเป็นแนวคิดของการเสริมศักยภาพในการปรับปรุงการผลิตอาหารด้วยระบบอัตโนมัติ แผนปฏิบัติการด้านการพัฒนาอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารระยะที่ 1 (2562-2570) ของรัฐบาล ได้ตั้งวิสัยทัศน์ส่งเสริมให้ไทยเป็นศูนย์กลางการผลิตอาหารอนาคต (Future Food) ควบคู่ไปกับการขับเคลื่อนเศรษฐกิจฐานราก โดยยกระดับกลุ่มผู้ประกอบการเอสเอ็มอีและวิสาหกิจชุมชน ผลักดันให้เทคโนโลยีและนวัตกรรมสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้า โดยวางเป้าจะส่งเสริมกลุ่มผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมรับประทาน วัตถุดิบการเกษตรและอาหารยังเป็นที่ต้องการและมีโอกาสเพิ่มผลผลิตในการส่งออก ผู้ผลิตอาหารของไทยจึงควรหันมาลงทุนกับการใช้ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เพื่อยกระดับผลิตภัณฑ์ในกลุ่มอาหารสำเร็จรูป (ศูนย์วิจัยเทรนด์และคอนเซปต์แห่งอนาคต, 2564)

ความต้องการใช้หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติปี 2020 อุตสาหกรรมของไทยมีการติดตั้งหุ่นยนต์ในอุตสาหกรรมการผลิตไปคิดเป็นปริมาณเพียง 1% ของการติดตั้งหุ่นยนต์อุตสาหกรรมทั่วโลก และมีแนวโน้มสูงขึ้นตั้งแต่ปี 2016 อุตสาหกรรมของไทยที่มีการนำหุ่นยนต์มาใช้ใน 5 กลุ่ม ได้แก่ 1. Automotive 2. Plastic and Chemical 3. Metal 4. Electronics 5. Food and Beverages (เรียงลำดับจากการที่มีการใช้งานมากไปน้อย) ในอุตสาหกรรมอาหารพบว่ามีการใช้งานที่น้อยมากและไม่มีการเติบโตในการใช้หุ่นยนต์ในการผลิต ประเทศไทยยังขาดดุลการค้าในกลุ่มสินค้าหุ่นยนต์อุตสาหกรรมมาโดยตลอด และแนวโน้มอุตสาหกรรมหุ่นยนต์ แต่ระบบอัตโนมัติของไทยจะเป็นปัจจัยหลักในการช่วยฟื้นฟูเศรษฐกิจ (ศิโรรัตน์ สุภาษา, 2564) อุตสาหกรรมอาหารจึงเป็นอุตสาหกรรมที่ต้องทำการศึกษาเพื่อส่งเสริมการปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยการใช้หุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติเพื่อเป็น

การสนับสนุนอุตสาหกรรมหุ่นยนต์และอุตสาหกรรมการผลิตอาหารที่อยู่ในกลุ่ม New S-curve และกลุ่ม S-curve ตามลำดับเพื่อเป็นการช่วยฟื้นฟูเศรษฐกิจของประเทศไทยอีกช่องทางหนึ่ง

การขาดแคลนแรงงานเป็นปัญหาสำคัญในอุตสาหกรรมอาหาร เกิดขึ้นเมื่ออุปสงค์มากกว่าอุปทาน อันเกิดจากต้องการคัดสรรแรงงานที่เหมาะสม ความพร้อมที่จะเข้าทำงานในตำแหน่งนั้นๆ เมื่อนายจ้างเริ่มสรรหาแรงงานแต่มีผู้มาสมัครน้อย สืบเนื่องจากค่าตอบแทนที่ไม่เหมาะสม ไม่เป็นที่น่าสนใจ ในทางกลับกันนายจ้างต้องการผู้ที่มีความสามารถหรือประสบการณ์ที่เหมาะสม ปริมาณแรงงานที่มีอยู่ ไม่สามารถตอบสนองความต้องการนั้นได้ เป็นผลมาจากขาดความสามารถที่เหมาะสม เมื่อตลาดแรงงานตึงตัว ปริมาณพนักงานที่สมัครงานลดต่ำลง ทำให้นายจ้างเกิดความยากลำบากในการมองหาผู้สมัคร นายจ้างเลือกการจ่ายค่าตอบแทนที่สูงขึ้นเพื่อบรรเทาความตึงตัวในขณะนั้น (ปิยฉัตร บูระวัฒน์, 2554) ปัญหาแรงงานไทยในปัจจุบันเมื่อ มีการชะลอกิจกรรมทางเศรษฐกิจ ส่งผลให้มีผู้ว่างงานเพิ่มขึ้นจาก 4 แสนคน เป็น 7.5 แสนคนและมีแรงงานที่ทำงานต่ำกว่า 4 ชั่วโมงเพิ่มขึ้น จากเดิม 2-3 ล้านคน เป็น 5.4 ล้านคน เมื่อเศรษฐกิจเริ่มขับเคลื่อนจากการลดลงของการแพร่ระบาดภายในประเทศ ส่งผลให้แรงงานดังกล่าวไม่สามารถกลับเข้าสู่ตลาดแรงงานได้ทั้งหมด สาเหตุมาจากบางธุรกิจปิดตัวลง และในองค์กรหลายๆองค์กรหันหน้าเข้าไปใช้ระบบเทคโนโลยีที่ทันสมัย (Digitalization) และระบบอัตโนมัติ (Automation) เพื่อความอยู่รอดขององค์กร และลดความเสี่ยงจากการผันผวนของตลาดแรงงานที่สามารถควบคุมได้ยาก ทั้งในด้านการสรรหาแรงงาน การเลือกใช้แรงงานที่มีทักษะตรงตามความต้องการและการพัฒนาแรงงาน การแพร่ระบาดเป็นส่วนนึงในการเร่งให้ภาคธุรกิจเปลี่ยนแปลงระบบของตนเองไปในด้านเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว (Technology disruption) อันกระทบถึงทักษะที่มีความต้องการในปัจจุบัน (กองบรรณาธิการ, 2564) จึงปฏิเสธไม่ได้ว่าปัจจุบันประเทศไทยมีความต้องการแรงงานในปริมาณที่สูง จากตลาดแรงงานปัจจุบันประเทศไทยยังคงขาดแคลนแรงงานในทั้งด้านคุณภาพและปริมาณที่ไม่เพียงพอ ปัญหาเหล่านี้ทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ โครงสร้างการผลิตของไทยยังใช้แรงงานที่มีทักษะต่ำด้วยค่าจ้างราคาถูก และเป็นแรงงานนอกระบบมากถึง 2 ใน 3 ส่วนของแรงงานทั้งหมด อัตราการเกิดที่ลดลงทำให้ต้องพึงแรงงานต่างชาติเพิ่มมากขึ้นโดยเน้นใน 3 งานหลัก คืองานหนัก งานสกปรก และงานอันตราย แรงงานข้ามชาติส่วนใหญ่เป็นสัญชาติเมียนมาร์ กัมพูชา ลาว และอื่นๆ โดยมากที่สุดเป็นเมียนมาบทบาทต่อตลาดแรงงานไทยเป็นอย่างมากโดยเฉพาะในแรงงานทักษะต่ำ การที่รัฐมีนโยบายที่เข้มข้นในการให้แรงงานไปขึ้นทะเบียนแรงงานมากยิ่งขึ้น ประกอบกับการเปลี่ยนนายจ้างเมื่อถูกยกเลิกการจ้างงานจากที่เก่าไม่ได้ทำได้โดยง่าย แรงงานบางรายต้องชดใช้ค่าเสียหายให้กับนายจ้างเดิม และจะต้องหานายจ้างใหม่ภายใน 30 วันซึ่งเป็นไปได้ยากในสถานการณ์ปัจจุบัน ส่งผลให้แรงงานจำนวนหนึ่งไม่สามารถปฏิบัติตามนโยบายได้ จึงหลุดจากการจ้างงานโดยถูกกฎหมายของไทย (นภัสสรณ์ สุพัฒน์อัญพร, ณรงค์ กุลนิเทศ และ สุดาวรรณ สมใจ, 2561) แม้จะมีนโยบายผ่อนปรนในช่วงการระบาดแต่ยังไม่สามารถ

แก้ไขปัญหาส่วนใหญ่ได้ ทำให้มีแรงงานกว่า 600,000 คนในภาพรวมที่หายไปจากระบบการจ้างงาน (กองเศรษฐกิจการแรงงาน, 2564a)

สำหรับแรงงานในประเทศอัตราส่วนจำนวนแรงงานต่อผู้สูงอายุ (อายุ 60 ปีขึ้นไป) พบว่าในปี 2553-2564 อัตราส่วนผู้สูงอายุ 1 คนจะต่อแรงงาน 5 คน แต่จากปี 2565-2583 ผู้สูงอายุ 1 คนจะต่อแรงงาน 3-4 คนในอนาคต ทำให้ประเทศไทยในปัจจุบันมีความจำเป็นต้องดึงแรงงานผู้สูงอายุกลับเข้ามาในระบบแรงงาน เนื่องจากยังมีความสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจทั้งระดับภูมิภาค และระดับชุมชน โครงสร้างของประชากรที่เปลี่ยนไปทำให้ประชากรผู้สูงอายุมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลง (กองเศรษฐกิจการแรงงาน, 2564b) และเมื่อมองถึงการพัฒนาฝีมือแรงงาน พบแรงงานไทยทั้งที่เป็นแรงงานฝีมือและแรงงานกึ่งฝีมือ ที่มีทักษะต่ำกว่าความคาดหวังของผู้ประกอบการในด้านต่างๆ เช่น ภาษาต่างประเทศ การใช้คอมพิวเตอร์ คณิตศาสตร์ ทักษะการสื่อสาร การบริหารจัดการและความสามารถเฉพาะในวิชาชีพ แสดงให้เห็นว่าความต้องการแรงงานกับ คุณวุฒิหรือทักษะของแรงงานที่เข้าสู่ตลาดแรงงานยังไม่สอดคล้องเหมาะสมกัน เมื่อสถานการณ์มีการเปลี่ยนไปตามนโยบายประเทศไทย 4.0 กลไกการขับเคลื่อนการดำเนินการนโยบายประเทศไทย 4.0 กับการผลิตกำลังคนด้านอาชีวศึกษาอย่างเป็นรูปธรรมตามกรอบยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 การพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทุนมนุษย์ เพื่อเตรียมคนเพื่อรองรับอุตสาหกรรมเป้าหมายให้สอดคล้องกับการพัฒนาอุตสาหกรรม เพื่อการพัฒนาประเทศในอนาคตตามอุตสาหกรรมเป้าหมายหนึ่งในนั้นคืออุตสาหกรรมเกษตรและอาหาร ทั้งภาคการศึกษากำหนดนโยบายที่มุ่งเน้นการจัดการศึกษาอาชีวศึกษาอย่างชัดเจน มีความเป็นเอกภาพ เพื่อผลิตบุคลากรที่มีคุณภาพและมีทักษะวิชาชีพ ในสาขาอาชีพต่างๆ รวมทั้ง ผลักดันการจ้างงานอาชีวศึกษาสู่สถานประกอบการในภาคอุตสาหกรรม (พีรพล ไทยทอง, 2560) แรงงานที่พร้อมจะยกระดับการผลิตของไทยให้ก้าวขึ้นสู่อุตสาหกรรมที่เน้นการใช้เทคโนโลยีระดับสูงใช้แรงงานกึ่งฝีมือและฝีมือแทนการใช้แรงงานไร้ฝีมือจากต่างชาติเหมือนที่ผ่านมา เพื่อให้สามารถสร้างนวัตกรรมของตนเองได้ในอนาคต (ศิริพงษ์ ลดาวัลย์ ณ อยุธยา, 2559) นอกจากการเลือกหาแรงงานที่เหมาะสมกับองค์กรแล้ว การวางแผนการพัฒนาฝีมือแรงงานงานในอุตสาหกรรมมีความพร้อมสู่อุตสาหกรรมอาหารในปัจจุบัน จากการวัดระดับอุตสาหกรรมอาหารอยู่ในอุตสาหกรรม 2.0 (นฤกมล ภู่ขาว, 2564) ยังเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้กำลังคนจำนวนมากในการผลิต เพื่อคุณภาพและสนองความต้องการของลูกค้า จากปัญหาการขาดแคลนแรงงาน ผู้ประกอบส่วนใหญ่ต้องการเทคโนโลยี หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติที่สามารถเข้ามาช่วยในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว เพื่อการรักษาประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานในปัจจุบันให้คงอยู่ และเสริมสร้างกระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพให้มากขึ้น

องค์กรต้องมีนโยบายอย่างจริงจัง เพื่อสรรหากระบวนการที่เหมาะสมกับองค์กร ที่สามารถเพิ่มกำลังการผลิตให้มากขึ้น ในทางกลับกันใช้พนักงาน และทรัพยากรน้อยลง จึงไม่สามารถหลีกเลี่ยง

การใช้หุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติได้ การจะลงทุนในระบบอัตโนมัติที่มีค่าใช้จ่ายที่สูง และไม่ใช่ทุกครั้งจะประสบความสำเร็จ องค์กรต้องคิดให้รอบด้านและมองถึงความเหมาะสมของสถานะการณ์ เมื่อการลงทุนอยู่ในระดับที่เหมาะสมและมีการเลือกใช้หุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติที่ดี การจะนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ได้อย่างเหมาะสมนั้น ในเรื่องของจำนวนและลักษณะการผลิตที่จะนำมาใช้กับระบบอัตโนมัติ การผลิตสินค้าที่มีปริมาณน้อยแต่มีความหลากหลายสูง อาจไม่เหมาะกับการทำระบบอัตโนมัติ อาจเริ่มต้นด้วยการใช้ระบบอัตโนมัติโดยยึดหลัก 3 ประการ 1. เริ่มจากขั้นตอนการผลิตที่ไม่ยากจนเกินไป 2. ระบบอัตโนมัติเข้าถึงกระบวนการนั้นได้ง่ายมีการเชื่อมต่อกับระบบอื่นๆน้อย 3. เลือกจุดที่ลงทุนไม่สูงมาก เมื่อทำ 3 ประการนี้ได้เพื่อพยายามลดการพึ่งพาแรงงานลง เมื่อเห็นว่าเกิดความคุ้มค่าหรือคุ้มทุนก็ขยับไปทำจุดอื่นๆต่อไป (ธัญญลักษณ์ วีระสมบัติ, 2562) เป็นการสร้างผลกำไร และเพิ่มพูนผลประกอบการให้ดีขึ้นได้อย่างต่อเนื่อง อุตสาหกรรมอาหารจึงควรให้ความสำคัญในเรื่องของการปรับปรุงประสิทธิภาพในองค์กรอย่างต่อเนื่อง ผสานกับการใช้เทคโนโลยีหุ่นยนต์อัตโนมัติหรือระบบอัตโนมัติ การออกแบบหรือประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Artificial intelligence (AI) และ Big Dada เพื่อตอบโจทย์ความต้องการของลูกค้าอย่างตรงจุด เทคโนโลยีสมัยใหม่กำลังเข้ามาเปลี่ยนแปลงโครงสร้างอุตสาหกรรมอาหารให้สามารถพัฒนาอย่างก้าวกระโดด ความพร้อมในการติดตั้งระบบอัตโนมัติมีความสำคัญที่สุด เพราะในรายละเอียดความพร้อมเหล่านี้เกี่ยวข้องกับประโยชน์ที่ได้รับในแง่ความ คุ้มค่าการลงทุนจากการนำระบบอัตโนมัติมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ จากอุตสาหกรรมที่มีการพัฒนาไปก่อนหน้า เช่น การติดตั้งระบบอัตโนมัติในส่วนของการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ซึ่งนอกจากจะเพิ่มการแข่งขันด้านผลิตภาพแล้วยังเป็นไปตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงขนาดใหญ่ของโลก (Global Megatrend) อันเป็นส่วนนึงในการเริ่มพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารไทยที่อนาคตจะเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 เต็มรูปแบบ (จิรศักดิ์ เยาว์วัชสกุล, ศิรวิทย์ กุลโรจนภัทร และ นัทนิชา หาสุนทร, 2561)

เมื่อองค์กรมีนโยบายที่จะใช้หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติแล้วเพื่อแก้ปัญหาความขาดแคลนของแรงงาน ลดต้นทุน และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมขององค์กร แต่จะมีแนวทางอย่างไรที่จะนำไปสู่การใช้หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติที่ประสบความสำเร็จ การบริหารจัดการองค์กรด้วยแนวคิดแบบลีนดูจะสอดคล้องกับการบริหารคน และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในอุตสาหกรรมอาหารด้วยการใช้แนวคิดการแก้ไขปัญหาด้วยคาราคุริ ไคเซ็น มาปรับปรุงกลไลของเครื่องจักรและการทำงานของพนักงาน พนักงานสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วและสะดวกมากยิ่งขึ้น ประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มขึ้น รวมทั้งสามารถลดต้นทุนในด้านค่าแรงของพนักงาน (วารุณี ปืนฮวน, วงศ์พรรดิ์ บัณฑุกุล, จรัญญา วันแก้ว และ จินตวัฒน์ ไชยชนะวงศ์, 2556) แนวคิดแบบลีนนำไปสู่การใช้ระบบอัตโนมัติที่มีคำศัพท์เดิม “จิโดกะ” (Jidouka) เป็นการปรับปรุงกระบวนการไปสู่การใช้หุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ มีการศึกษาอย่างต่อเนื่องมาจนในบางการศึกษาใช้คำว่าลีนออโตเมชั่น (Lean

Automation) ที่เป็นแนวคิดที่เน้นในการปรับปรุงกระบวนการผลิต การวางแผนการไหลของวัสดุ การตรวจสอบ สู่การออกแบบระบบอัตโนมัติเพื่อการใช้งานที่เหมาะสมในองค์กร (Iyede, Fallon and Donnellan, 2018; Ali Ahmad Malik and Bilberg, 2019; Pantano, Regulin, Lutz and Lee, 2020) ลีนออโตเมชั่นเป็นแนวความคิดที่เป็นทางออกของอุตสาหกรรมอาหาร และเป็นทางออกให้กับแนวทางการพัฒนาบุคคลากรของประเทศ เนื่องจากลีนไม่ได้เกี่ยวข้องกับเครื่องมือเท่านั้น ยังรวมถึงการพัฒนาบุคคลากรและการเปลี่ยนแปลงของวัฒนธรรมในองค์กร อย่างไรก็ตามการศึกษาส่วนใหญ่ของลีนออโตเมชั่น ยังอยู่ในเชิงของการทบทวนวรรณกรรมที่อ้างถึงการปฏิบัติแบบลีน ในแต่ละแนวทางเพื่อหาความเชื่อมโยงในปัจจุบัน ประเด็นสำคัญที่แต่ละงานวิจัยแนะนำให้ศึกษาคือแนวคิดและแนวทางการปฏิบัติของลีนออโตเมชั่นที่สามารถตอบโจทย์ปัญหาของอุตสาหกรรมอาหารควรดำเนินการอย่างไร และตัวแปรที่เกี่ยวข้องมีอะไรบ้างในการศึกษาเชิงประจักษ์ จึงเป็นประเด็นที่ควรศึกษาให้ถ่องแท้ว่า ควรเริ่มต้นหรือมีแนวคิดการปฏิบัติอย่างไรเพื่อให้สอดคล้องกับองค์กรที่ต้องการพัฒนาตนเองให้ไปสู่การทำงานที่สอดคล้อง และช่วยเหลือกันระหว่างคนกับเครื่องจักร ในขณะเดียวกันสามารถใช้ทรัพยากรได้น้อยที่สุดเพื่อก้าวเข้าสู่ความยั่งยืนขององค์กรในอุตสาหกรรมอาหาร (Raweewan and Kojima, 2020; สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล, 2561)

2. คำถามการวิจัย

2.1 แนวทางการปฏิบัติและปัจจัยแห่งความสำเร็จในการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหารเป็นอย่างไร

2.2 แนวทางการปฏิบัติกับการปฏิบัติงานจริงเพื่อการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นในอุตสาหกรรมอาหารสอดคล้องหรือแตกต่างกันอย่างไร

2.3 การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่มีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและความยั่งยืนขององค์กรในอุตสาหกรรมอาหารเป็นอย่างไร

3. วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการปฏิบัติและปัจจัยแห่งความสำเร็จในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร

2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบแนวทางการปฏิบัติกับการปฏิบัติงานจริงในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นในอุตสาหกรรมอาหาร

3. เพื่อศึกษาการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่มีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและความยั่งยืนขององค์กรในอุตสาหกรรมอาหาร

4. ขอบเขตของการวิจัย

การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง และนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนของอุตสาหกรรมอาหาร ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการศึกษา ดังนี้

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

ผู้วิจัยศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงการทำงาน หรือการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานทั้งในแนวทางการปฏิบัติ และการนำเทคโนยีหรือระบบอัตโนมัติเข้ามาช่วยในกระบวนการทำงาน ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า พร้อมวิเคราะห์ข้อมูลเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยเสนอแนวคิดที่สำคัญตามลำดับรายละเอียดของแนวทฤษฎีระบบสู่การทำงานด้วยระบบอัตโนมัติ ที่ต้องใช้การเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้เพื่อช่วยขับเคลื่อนแนวทางการปฏิบัติแบบลีนไปสู่ลีนออโตเมชั่น ผู้วิจัยใช้การวิจัยเชิงเอกสารด้วยการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ ในการเสนอแนวคิดการปฏิบัติด้วยแนวทางของลีนด้วยคำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับลีนออโตเมชั่น และคัดเลือกตัวชี้วัดจากบริบทของลีนในงานวิจัยในช่วงเวลา 2015-2021 เพื่อค้นหาตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

2. ขอบเขตด้านผู้ให้ข้อมูลหลักและกลุ่มประชากรในงานวิจัย

ในงานวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยใช้การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-dept Interview) กับผู้ให้ข้อมูลหลักในงานวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อค้นหากระบวนการของระบบลีนออโตเมชั่นที่สามารถนำมาใช้ในการดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรมอาหาร ผู้ให้ข้อมูลหลักแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1. โรงงานผลิตอาหารที่มีการใช้ระบบหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ กลุ่มที่ 2. สถาบันการศึกษาที่มีการศึกษาให้ความรู้ พัฒนาบุคคลากรที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ กลุ่มที่ 3.หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการสนับสนุนวิธีการทำงานที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับองค์กรด้วยการทำงานของหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ และกลุ่มที่ 4. โรงงานจากอุตสาหกรรมอื่นที่มีการใช้งานหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ

ทั้งนี้ในแต่ละกลุ่มยังแยกทำการสัมภาษณ์ผู้บริหารทั้ง 3 ระดับ คือ 1. ผู้บริหารระดับสูง เป็นผู้ที่สามารถกำหนดนโยบายและกลยุทธ์ของบริษัทหรือหน่วยงานที่มีส่วนในการผลักดันการใช้งานระบบหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ 2. ผู้บริหารระดับกลาง เป็นผู้สานต่อนำนโยบาย มากำหนดโครงการ และการปฏิบัติงาน ที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานด้วยระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์อัตโนมัติ 3. ระดับหัวหน้างานและระดับปฏิบัติการ เป็นผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับการสนับสนุนวิธีการทำงานที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับองค์กรด้วยการทำงานของหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ โดยทั้ง 3 ระดับต้องเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการทำงานในสายงานของตนไม่น้อยกว่า 5 ปีการทำงาน

ลำดับถัดมาผู้ให้ข้อมูลในงานวิจัยเชิงคุณภาพส่วนกรณีศึกษาจากโรงงานผลิตอาหาร 1 บริษัท โดยขอให้ส่งตัวแทนเป็นผู้บริหาร 1 คน หัวหน้าช่างเทคนิคและช่างควบคุมเครื่อง 3 คน หัวหน้างานฝ่ายผลิตหรือคลังสินค้า 3 คน หัวหน้างานฝ่ายปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน 3 คน รวมทั้งหมด 10 คน ไม่รวมผู้ดำเนินการสัมภาษณ์เชิงกลุ่ม และผู้จดบันทึก

ผู้ให้ข้อมูลในงานวิจัยเชิงปริมาณ ได้แก่ หัวหน้างานที่ปฏิบัติงานในไลน์การผลิต หัวหน้างานวิศวะกรรมการผลิต หัวหน้างานวิศวะกรรมซ่อมบำรุง หัวหน้างานผู้ที่ควบคุมกระบวนการผลิต หัวหน้างานผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงประสิทธิภาพในโรงงาน หรือผู้บริหารที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้งานหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติในกระบวนการผลิตอาหาร

3. ขอบเขตด้านเวลา

ผู้วิจัยกำหนดระยะเวลาตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2564 ถึงเดือนพฤษภาคม 2565 เป็นระยะเวลา 1 ปี โดยศึกษาข้อมูลของการปรับปรุงประสิทธิภาพในอุตสาหกรรมอาหาร รวมถึงเทคโนโลยี วิทยาการ นวัตกรรมที่มีอยู่ในปัจจุบัน และสถานการณ์ในปัจจุบันของอุตสาหกรรมอาหาร จนนำไปสู่ขอบเขตด้านเนื้อหา จากนั้นนำไปสู่การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบของแนวปฏิบัติของการปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยแนวคิดของลีน และตัวแปรที่เกี่ยวข้อง จากนั้นเริ่มต้นงานวิจัยเชิงคุณภาพร่วมกับงานวิจัยเชิงปริมาณ กับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการใช้งานหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเป็นประโยชน์ต่อองค์กรที่ศึกษาระบบลีนออโตเมชั่น ในการนำแนวคิดของลีนออโตเมชั่นเข้าไปปรับปรุงใช้ในองค์กรที่ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพ ให้กับกระบวนการผลิตอาหารหรืออุตสาหกรรมอื่นในประเทศไทย หรือผู้ประกอบการรายย่อย SME ที่ต้องการใช้ระบบอัตมัติในระบบการผลิต

2. ช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถเข้าใจในภาพโดยรวมของการลงทุนตามแนวคิดลีนออโตเมชั่น และสามารถวางแผนตามแนวคิดในการนำเครื่องจักรระบบอัตโนมัติหรือระบบการทำงานของหุ่นยนต์เข้าสู่ระบบการผลิตได้ตามความเหมาะสมขององค์กร

3. ผลจากการรายงานอิทธิพลของตัวแปรสามารถชี้ให้เห็นแนวทางของแนวคิด แบบลีนออโตเมชั่นเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในองค์กรอย่างต่อเนื่องและเป็นแนวทางในการมุ่งสู่อุตสาหกรรม 4.0 ของอุตสาหกรรมอาหาร

6. นิยามศัพท์

ลีนออโตเมชั่น (Lean Automation) คือ การบูรณาการร่วมกันระหว่างการผลิตแบบลีนและเทคโนโลยีอัตโนมัติ ซึ่งก่อให้เกิดการผลิตที่มีทั้งความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพมากขึ้น ไม่ใช่การออกแบบที่เป็นการนำของใหม่มาแทนของเก่าซึ่งมีมูลค่ามหาศาล แต่เป็นการนำเสนอเป็นการปรับปรุงกระบวนการเดิมที่มีอยู่โดยมุ่งลดความสูญเปล่าซึ่งจะลดค่าใช้จ่ายลงในระหว่างการลงทุนในระบบอัตโนมัติ และสร้างวัฒนธรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องค่อยเป็นค่อยไป เริ่มจากจุดที่วิเคราะห์จากข้อมูลแล้วว่าเหมาะสมในการลงทุนเพื่อปรับปรุง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ลดเวลาการทำงาน ใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า และที่สำคัญลดความสูญเปล่าของกระบวนการผลิต

พันธมิตรทางธุรกิจ (Business Alliance) คือ องค์การตั้งแต่ 2 แห่งขึ้นไป ซึ่งมีขนาดองค์กรที่ใกล้เคียงหรือแตกต่างกัน เป็นองค์กรที่มีความเกี่ยวข้องกันทางใดทางหนึ่งอาจเป็นไปในทางตรงหรือทางอ้อม หรือเป็นองค์กรที่มีการสนับสนุนต่างๆ และมีความคิดเห็นที่ตรงกันที่จะร่วมมือกันกระทำกิจการ หรือสิ่งใดสิ่งหรือร่วมกัน อันอาจได้มาจากการแบ่งปันทรัพยากร การแลกเปลี่ยนข้อมูลเพื่อให้บรรลุเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ร่วมกัน หรือกำหนดแนวทางตามที่ได้ร่วมกันไว้อันนำมาซึ่งผลประโยชน์ที่เท่าเทียมกัน หรือสามารถตกลงร่วมกันได้ การที่องค์กรสามารถเผชิญหน้ากับการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา การเพิ่มขีดความสามารถ รวมถึงอำนาจในการต่อรองนั้น องค์กรจะดำเนินการหรือพัฒนาองค์กร ด้วยตัวคนเดียวนั้นเป็นเรื่องที่ยาก จึงควรหาผู้ร่วมธุรกิจทางพันธมิตรเข้ามาช่วยเสริมศักยภาพและข้อได้เปรียบทางการแข่งขัน

ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง (High Performance Organization) คือ ศักยภาพในการเปลี่ยนแปลงได้อย่างรอบด้าน ตอบสนอง สอดรับกับความต้องการในปัจจุบัน มีความพร้อมในการปรับเปลี่ยนที่มาอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ยังต้องให้ความสำคัญกับบุคคลากรในองค์กร ให้ทำงานสอดคล้องผสมผสาน สิ่งที่มีให้เกิดประโยชน์ เพื่อการบรรลุวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด รวมถึงองค์กรที่ผู้บริหาร ได้รับความไว้วางใจ อันเนื่องมาจากความมีคุณธรรม ซื่อสัตย์ สุจริต และยังมีการทำงานด้วยวิธีการตัดสินใจที่รวดเร็ว วิธีการชี้แนะการสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ที่ชัดเจน ยอมรับการเปลี่ยนแปลง สามารถนำพาองค์กรปรับเปลี่ยนไปได้ทันตามสถานะการณ์ ยอมรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่พนักงานทุกระดับนำมาเสนอ สร้างแรงบันดาลใจ และบริหารงานอย่างโปร่งใส บุคลากรภายใน มีวินัยและความรับผิดชอบ สร้างนวัตกรรมใหม่ๆได้ด้วยองค์ความรู้ภายในองค์กร มีความสัมพันธ์ที่ดีกับชุมชนและมีการพัฒนากระบวนการอย่างต่อเนื่อง

โรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory) คือ วิวัฒนาการทางด้านข้อมูลของโรงงานแบบใหม่ ซึ่งการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ เข้าด้วยกันผ่านทางเครือข่าย ขั้นตอนที่จะนำไปสู่โรงงานอัจฉริยะ ต้องมีการใช้งานอุปกรณ์และเครื่องจักรต่างๆที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตอิเล็กทรอนิกส์มีความหลากหลาย พัฒนาระบบที่สามารถเฝ้าติดตามสถานะของอุปกรณ์ต่างๆ การหาวิธีที่มีประสิทธิภาพในการเก็บ

รวบรวมข้อมูลสถานะการผลิตจากอุปกรณ์ ซึ่งใช้โปรโตคอลในการเชื่อมต่อที่แตกต่างกันเพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ในการวิเคราะห์สำหรับการเฝ้าติดตามจากระยะไกล ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงและปฏิบัติการ และเพิ่มประสิทธิภาพในการเฝ้าติดตามกระบวนการผลิต

ความได้เปรียบทางการแข่งขัน (Competitive Advantage) คือ ความสามารถขององค์กรในการสร้างหรือผลิตสินค้าหรือการให้บริการ ที่ลูกค้าต้องการด้วยประสิทธิภาพที่ดี หรือคุณภาพที่ดีเหนือกว่าพื้นฐาน การจะได้เปรียบคู่แข่งขัน ต้องประกอบด้วยประสิทธิภาพ คุณภาพ และนวัตกรรมที่ถูกพัฒนาและสร้างสรรค์ขึ้นนั้นทั้งด้านวิทยาศาสตร์ และการสร้างเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการผลิตเพื่อเพิ่มความเร็วหรือประสิทธิภาพการทำงานก็ดี หรือความสามารถขององค์กรในการสร้างหรือผลิตสินค้าหรือการให้บริการ ที่ลูกค้าต้องการด้วยประสิทธิภาพที่ดี หรือคุณภาพที่ดีเหนือกว่าพื้นฐาน การจะได้เปรียบคู่แข่งขัน ต้องประกอบด้วยประสิทธิภาพ คุณภาพ และนวัตกรรมที่ถูกพัฒนาและสร้างสรรค์ขึ้นนั้นทั้งด้านวิทยาศาสตร์ และการสร้างเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการผลิตเพื่อเพิ่มความเร็วหรือประสิทธิภาพการทำงาน

ความยั่งยืนขององค์กร (Sustainability) คือ ความสำเร็จในระยะยาว ความสำเร็จในการสร้างองค์กรที่ยั่งยืน เช่นเดียวกับการริเริ่มเชิงกลยุทธ์อื่น ต้องมีการใช้ส่วนประกอบกระบวนการกลยุทธ์หลัก รวมถึงความเป็นผู้นำ การสร้างวัฒนธรรม และการตั้งเป้าหมาย การสื่อสารที่ชัดเจนเกี่ยวกับเป้าหมายความยั่งยืน ความยั่งยืนเปรียบเสมือนการเดินทางที่ไม่จบสิ้นไปยังจุดหมายในอนาคต อย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ เป้าหมายของแต่ละองค์กร คือ การกระทำ กระบวนการ ผลผลิตและผลลัพธ์ความสามารถในการดำรงสภาพ ให้องค์กรอยู่รอดไปยังอนาคต ด้วยเงื่อนไขและข้อจำกัดที่มีในช่วงเวลาหนึ่ง ตามวงจรการเปลี่ยนแปลงทั้งภายในและภายนอก

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

การศึกษาเรื่อง การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนของอุตสาหกรรมอาหาร ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลงานที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาตามรายละเอียดและแนวคิดตามต่อไปนี้

1. ทฤษฎีระบบ
2. แนวคิดการการพัฒนาองค์กรเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้
3. แนวคิดการทำงานด้วยระบบอัตโนมัติ
4. แนวคิดแบบลีนและการทบทวนวรรณกรรมแนวคิดลีนอย่างมีระบบ
5. ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง
6. พันธมิตรทางธุรกิจ
7. โรงงานอัจฉริยะ
8. ความได้เปรียบทางการแข่งขัน
9. องค์กรแห่งความยั่งยืน

1. ทฤษฎีระบบ (System Theory)

ทฤษฎีระบบเป็นทฤษฎีสหวิทยาการเกี่ยวกับทุกระบบในธรรมชาติ สังคม และวิทยาศาสตร์ กรอบการทำงานที่เราสามารถตรวจสอบปรากฏการณ์จากแนวทางแบบองค์รวม เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจากการปฏิสัมพันธ์ที่มีความสำคัญมากส่งผลให้ “ระบบองค์ประกอบมีความเชื่อมโยงอย่างมีเหตุผล” ไปสู่จุดประสงค์ร่วมกัน การทำงานเริ่มจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเบื้องต้นของปรากฏการณ์ เพื่อให้เข้าใจถึงปรากฏการณ์อย่างครบถ้วน เราต้องสังเกตจากระดับมุมมองแบบองค์รวม ปี 1950 ศาสตราจารย์วิชาชีววิทยาชาวเวียนนา Karl Ludwig von Bertalanffy (1901-1972) ระบุลักษณะโครงสร้าง พฤติกรรม และพัฒนาการที่มักพบเห็นได้ทั่วไปประเภทของสิ่งมีชีวิต วิธีหนึ่งคือ แสวงหาแบบจำลองทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ เช่น การเติบโต สภาวะสมดุล วิวัฒนาการ อีกวิธีหนึ่งคือการจัดขอบเขตข้อมูลเชิงประจักษ์ ในลำดับชั้นของความซับซ้อนของการจัดระเบียบบุคคล พื้นฐานหรือหน่วยพฤติกรรมและพยายามพัฒนาด้วยนามธรรมที่เหมาะสมเกิดมุมมอง "ระบบของระบบ" ที่มีลำดับชั้นของโลกใบนี้สามารถกำหนดได้ว่าเป็นการรวมตัวของหลากหลายสิ่งที่รวมกันเป็นหนึ่ง โดยปฏิสัมพันธ์ปกติหรือการพึ่งพาอาศัยกันบางรูปแบบ ระบบสามารถเกิดขึ้นได้ตามธรรมชาติ (ทะเลสาบ) การสร้างขึ้น (ระบบราชการ) ทางกายภาพ (กระสวยอวกาศ) หรือแนวความคิด (แบบแปลน แบบแผน) แบบปิด (สารเคมีในขวดแบบปิดนิ่ง) แบบเปิด (ต้นไม้) แบบไดนามิก (มนุษย์)

ในแง่ขององค์ประกอบ ระบบสามารถให้รายละเอียดในแง่ขององค์ประกอบประกอบด้วยคน กระบวนการและผลิตภัณฑ์ (Capra, 1997; Mele, Pels and Polese, 2010; Tien, 2003; Von Bertalanffy, 1968)

คุณลักษณะของระบบประกอบด้วยการนำเข้า (In Put) กระบวนการ (Process) และผลลัพธ์ (Out put) ลักษณะเฉพาะของแต่ละองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ซึ่งประกอบด้วยปฏิสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบและลักษณะเฉพาะ เป็นการรับรู้รอบตัวเพื่อแยกแยะองค์ประกอบภายในภายนอก ทฤษฎีระบบจึงเป็นมุมมองเชิงทฤษฎีที่วิเคราะห์ปรากฏการณ์โดยรวมและไม่ใช่แค่ผลรวมขององค์ประกอบพื้นฐานเท่านั้น ยังเน้นที่ปฏิสัมพันธ์และความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่างๆ เพื่อให้เข้าใจถึงองค์กร การทำงาน และผลลัพธ์ของกิจการ ส่งเสริมระบบคิดในทุกสาขาวิชา เพื่อหาหลักการทั่วไปที่ใช้ได้กับทุกระบบ กระบวนทัศน์แบบใหม่ทางวิทยาศาสตร์ที่ตัดกันระหว่างกระบวนทัศน์เชิงวิเคราะห์กับเชิงกล หลักการสำคัญอีกประการหนึ่งคือความแตกต่างระหว่างระบบเปิด ปิด ระบบมีการแลกเปลี่ยนพลังงาน สสาร คน และข้อมูลกับสิ่งแวดล้อมภายนอก ในที่ปิด ระบบไม่มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลและสสาร มีเพียงการแลกเปลี่ยนพลังงาน จากทฤษฎีระบบทั่วไปได้พัฒนาวิธีการมากมาย นอกจากนี้ยังมีทฤษฎีระบบเปิด แบบจำลองระบบที่ทำงานได้และแนวทางระบบที่ทำงานได้ทฤษฎีระบบเปิด (Open System Theory: OST) ความสัมพันธ์ระหว่างองค์กรกับสิ่งแวดล้อมที่พวกเขามีส่วนร่วมสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถขององค์กรในการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม สององค์ประกอบหลักของบริษัทที่มองว่าเป็นระบบ ได้แก่ องค์ประกอบทางสังคม (คน) และเทคนิคส่วนประกอบ (เทคโนโลยีและเครื่องจักร) (Mele et al., 2010) เมื่อนำแนวคิดระบบเปิดมาใช้ในองค์กร องค์กรถูกมองว่าเป็นระบบสร้างขึ้นโดยอินพุต-เอาท์พุตที่มีพลัง โดยที่พลังงานที่มาจากเอาต์พุตจะกระตุ้นสังคมเนื่องจากมีการแลกเปลี่ยนวัสดุกับสิ่งแวดล้อม ในปี 1970 การสนับสนุนที่สำคัญในทฤษฎีระบบมาจากชุดหลักการใหม่ที่แตกต่างกัน เช่น การเรียนรู้อัตโนมัติ การจัดองค์กรอัตโนมัติ และการสร้างระบบอัตโนมัติ ความแตกต่างระหว่างตัวเองกับสิ่งแวดล้อม ไม่เพียงแต่สามารถจัดระเบียบความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่าง ๆ แต่ยังสร้างการลักษณะของระบบสิ่งมีชีวิตและแสดงให้เห็นกระบวนการของระบบที่สร้าง “ตัวเอง” ระบบอัตโนมัติถูกปิดโดยอ้างอิงถึงองค์กรเนื่องจากเป็นการแลกเปลี่ยนพลังงานกับสิ่งแวดล้อม ไม่ใช่ปรับตัวเองให้เข้ากับสภาพแวดล้อม แต่ระบบและสิ่งแวดล้อม วิวัฒนาการร่วมกันและกำหนดร่วมกันในข้อต่อโครงสร้าง (Beer, 1972) เพื่อดำเนินการพฤติกรรมที่ยั่งยืนที่สามารถตอบสนองความต้องการที่เกี่ยวข้องจึงเกิด "ระบบอัจฉริยะ" ที่มีความชาญฉลาดเพื่อตอบสนองผ่านเทคโนโลยีและแสวงหาการใช้ทรัพยากร ที่เกี่ยวข้องอย่างชาญฉลาดและมีประสิทธิภาพ ระบบอัจฉริยะส่งเสริมความสามารถในการแข่งขันและประสิทธิภาพของระบบได้ยาวนาน การประยุกต์ใช้ทฤษฎีระบบการจัดการส่วนนี้เกี่ยวกับวิธีการใช้ทฤษฎีระบบและการคิดเชิงระบบในการจัดการและการตลาดตลอดจนแนวคิดของวิศวกรรมระบบและการบริการ ในการ

หาความรู้ คุณค่า คุณภาพ สิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ การปรับตัว และความซับซ้อน ภายใต้วิสัยทัศน์ การสร้างข้อมูล และการกระตุ้นทักษะเพื่อผลิตความรู้อย่างต่อเนื่องในทุกกระบวนการ ความรู้เป็นแกนหลักของกระบวนการสร้างทรัพยากรโดยอัตโนมัติ การสร้างวัฏจักรของทรัพยากร พฤติกรรม และมนุษย์ที่สามารถวางแผนคิดทั้งระบบให้สามารถทำงานได้ วิเคราะห์ว่าวิธีคิดเชิงระบบช่วยให้บริษัทเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ได้อย่างไร ระบบการคิด ความเชี่ยวชาญส่วนบุคคล แบบจำลองทางจิต การสร้างวิสัยทัศน์ร่วมกัน และการเรียนรู้ของทีมเป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้การทำความเข้าใจความซับซ้อนเพื่อจัดการกับการสร้างมูลค่าผู้บริหารควรทำความคุ้นเคยกับแนวคิดของระบบและสิ่งที่เกี่ยวข้อง ต้องวางแผนการปรับโครงสร้างเพื่อความอยู่รอดของทั้งระบบตีความสถานการณ์ทางธุรกิจใหม่ๆอย่างต่อเนื่องเพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมการดำเนินการ ช่วงเวลาของการปรับเปลี่ยน การเปลี่ยนแปลง และการกำหนดโครงสร้างองค์กรใหม่ พฤติกรรมเชิงปรับตัวและเชิงรุกนี้ควรอยู่บนพื้นฐานของหลักแนวคิดทฤษฎีระบบเพื่อที่จะส่งเสริมประสิทธิภาพที่ยั่งยืนและยาวนาน ด้วยความซับซ้อนในโลกแห่งความเป็นจริง (Mele et al., 2010) ทฤษฎีระบบเป้าหมายผลผลิตที่ตั้งใจไว้อาจไม่สำเร็จเสมอไปเนื่องจากความผันแปรของกระบวนการทางธรรมชาติ ในทำนองเดียวกัน ระดับเอาต์พุตในการทำงานจริงอาจไม่สามารถมีประสิทธิภาพทางเทคนิคอย่างเต็มที่ ต้องมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ทั้งความผันแปรของกระบวนการและประสิทธิภาพในทางเทคนิคจะลดลงอย่างต่อเนื่อง (D. Troutt, J. Ambrose and Kin Chan, 2001) การประยุกต์ใช้หลักการทฤษฎีระบบในกระบวนการอื่นๆ เช่นใน หน่วยงานการให้คำปรึกษาด้านอาชีพสามารถอำนวยความสะดวกผ่านกรอบทฤษฎีระบบ กรอบการทำงานนี้สามารถมั่นใจได้ว่าอิทธิพลมากมายที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการให้คำปรึกษาด้านอาชีพในสหัสวรรษใหม่จะได้รับความสนใจอย่างเหมาะสม (Patton and McMahon, 2006)

ทฤษฎีระบบเป็นทฤษฎีที่แสดงถึงความต่อเนื่องในการพัฒนาระบบงานในภาคอุตสาหกรรมแบบเก่าและแบบใหม่ อุตสาหกรรมแบบเก่าจะมีปัจจัยนำเข้า กระบวนการ และผลลัพธ์แบบหนึ่ง ในขณะที่อุตสาหกรรมการผลิตแบบใหม่จะมีปัจจัยนำเข้าที่แตกต่างรวมทั้งกระบวนการและผลลัพธ์ที่ต่างออกไป สิ่งที่เหมือนกันสิ่งหนึ่งคือเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าและผู้บริโภคในขณะนั้น อุตสาหกรรมการผลิตแบบใหม่จึงประกอบด้วยเทคโนโลยีที่แตกต่างจากเดิม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและหากระบวนการการผลิตที่เหมาะสมให้กับองค์กรของตน อันจะก่อให้เกิดการพัฒนาที่ต่อเนื่อง งานวิจัยนี้เน้นถึงการปรับปรุงกระบวนการผลิตในปัจจุบัน และการวิเคราะห์ปัจจัยนำเข้ากระบวนการ ผลลัพธ์เพื่อจะพัฒนากระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมอาหารไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 ตามแผนการพัฒนาประเทศของไทย กระบวนการการผลิตของอุตสาหกรรมในปัจจุบันเริ่มที่การใช้ระบบอัตโนมัติเข้ามาช่วยในกระบวนการทำงานตามแนวคิดของลีนออโตเมชั่น งานวิจัยนี้ใช้ทฤษฎีระบบเพื่อเป็นฐานในการศึกษากระบวนการ และสภาพแวดล้อมโดยรวมเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และ

พิจารณาแก้ปัญหาจากต้นเหตุ ทั้งนี้ยังนำไปใช้ในการสร้างแบบสอบถามในงานวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อหากระบวนการนำเข้าที่ส่งผลหลักต่อกระบวนการผลิตที่ครอบคลุมให้ประเด็นโดยรอบ เพื่อศึกษาแนวทางการปฏิบัติและปัจจัยแห่งความสำเร็จในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหารและศึกษาแนวทางของผลลัพธ์ที่ได้ ตามกระบวนการเชิงระบบ ไม่ว่าจะเป็นงานหลักในกระบวนการ รวมถึงสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรภายนอกที่ส่งผลต่อกระบวนการผลิต

2. แนวคิดพัฒนาองค์กรเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization)

การพัฒนาองค์กรเป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ทางพฤติกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี การใช้ความรู้และทักษะของผู้นำการเปลี่ยนแปลง การสร้างพลวัติการเรียนรู้ซึ่งต้องมีการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานร่วมกัน และการมีส่วนร่วมของสมาชิกในองค์กร เพื่อสร้างแรงจูงใจให้สมาชิกในองค์การ เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เพิ่มคุณภาพของงาน ได้รับการปรับปรุงให้ดี การพัฒนาเทคนิคและความรู้ในการพัฒนาองค์การ การพัฒนาความรู้เป็นทฤษฎีและการปฏิบัติขององค์กรมาอย่างยาวนานเน้นที่การเปลี่ยนแปลงทางด้านคน การพัฒนาองค์การช่วยให้ผู้บริหารและองค์กรมีมุมมองเป็นระบบของสิ่งมีชีวิตไม่ใช่เป็นกลไกหรือเครื่องจักรและมีความไว้วางใจกันมากขึ้น เหตุผลที่ต้องพัฒนาองค์กรเพราะองค์กรต้องปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นไปอย่างรวดเร็วสลับซับซ้อน การพัฒนาองค์กรเป็นการนำทฤษฎีไปปฏิบัติ ในทางกลับกันก็เป็นโอกาสทดสอบทฤษฎีและนำความรู้จากการปฏิบัติกลับมาปรับปรุง (Marquardt, 2002; ธีรพันธ์ เชิญรัมย์, 2563) เพื่อให้มีความถูกต้องและมีอำนาจอธิบายมากยิ่งขึ้น ดึงเอาความรู้ทางพฤติกรรมมาใช้ในการวางแผนพัฒนาปรับปรุงเสริมสร้างด้วยกลยุทธ์โครงสร้างและกระบวนการที่นำไปสู่องค์การที่มีประสิทธิภาพ เกิดความพึงพอใจในงาน พัฒนาการทำงานเป็นทีม แก้ไข ปัญหาข้อขัดแย้ง หากไม่มีความรอบรู้ทางด้านพฤติกรรมศาสตร์ และการพัฒนาองค์กร ทำให้เกิดการต่อต้านการเปลี่ยนแปลง เพราะเกรงว่าเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงจะกระทบกระเทือนถึงสถานภาพ ผลประโยชน์ และอำนาจของตน การเปลี่ยนแปลงผู้บริหารบ่อยครั้ง ทำให้การพัฒนาองค์กรไม่ต่อเนื่องและอาจหยุดชะงัก ผู้บริหารระดับสูงไม่ยอมรับความจริงที่ได้จากผู้บังคับบัญชาสะท้อนให้เห็นปัญหาต่าง ๆ ที่ควรปรับปรุงแก้ไข ค่านิยมบางอย่างในองค์กรที่ไม่เอื้อต่อการพัฒนา องค์กร เช่น ระบบพวกพ้อง ระบบการทำงานโดยยึดมั่นในตัวบุคคลมากว่ายึดมั่นในหลักการ ระบบการทำงานที่ยึดมั่นในกฎระเบียบมากเกินไปจนยืดหยุ่นไม่ได้ เป็นต้น องค์กรที่มีระบบการให้แรงจูงใจต่ำ ทำให้คนไม่พร้อมที่จะสนับสนุนการเปลี่ยนแปลง สมาชิกขาดความร่วมมือร่วมใจ มีความรู้สึกว่าถูกบังคับ สมาชิกขาดความไว้เนื้อเชื่อใจรีบเร่งแก้ปัญหาเร็วจนเกินไป โดยปราศจากการตรวจวินิจฉัย จึงไม่ให้การสนับสนุนในด้านงบประมาณเพื่อการพัฒนา

องค์กร เปลี่ยนแปลงที่เป็นรูปธรรมมากว่านามธรรม ต้องการผลผลิตมากกว่าการพัฒนาคนและองค์กรและต้องการเห็นผลทันตา จึงไม่ให้ความช่วยเหลือตามแผนระยะยาวที่องค์การวางไว้ (พระมหาสุวัฒนาชิน เยียวยา และคณะ, 2559)

การพัฒนาองค์กรจึงมีความสำคัญอย่างมาก เพราะการพัฒนาองค์กรจะเป็นกระบวนการในการวินิจฉัยถึงสาเหตุของ อุปสรรคต่าง ๆ เพื่อให้ได้แนวทางในการดำเนินการบริหารจัดการแก้ไขอุปสรรคและปัญหา รวมถึงการประเมินผล การดำเนินงานได้อย่างเหมาะสม ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะเป็นการสร้างสมรรถนะให้กับองค์การอย่างยั่งยืน อีกทั้งบทบาทของนักบริหารการพัฒนาองค์กรจะเป็นพลังผลักดันที่จะทำให้องค์การผ่านวิกฤตการณ์ต่าง ๆ จาก สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง (วีรวิชญ์ ปิยนนทศิลป์, 2560) การยอมรับความต้องการในการเปลี่ยนแปลง การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างที่ปรึกษาและองค์กร การวินิจฉัยองค์กร การนำเทคนิคการพัฒนาองค์กรมาใช้ และการประเมิน ผล เฝ้าระวัง และรักษาเสถียรภาพ การเลือกใช้เทคนิคการพัฒนาองค์กรด้วยความตระหนักก็ไม่ได้หมายความว่าการพัฒนาองค์กรจะประสบความสำเร็จ ตามที่ตั้งเป้าหมายไว้เสมอไป ทั้งสาเหตุจากข้อจำกัดของเทคนิคการพัฒนาองค์กรและ ข้อบกพร่องในการนำไปใช้งาน การพัฒนาองค์กรมีพัฒนาการไปตามสถานการณ์โดยมีมุมมองต่อการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกัน จึงทำให้ตัวแบบการกำหนด กลยุทธ์มีความแตกต่างกัน อนาคตของการพัฒนาองค์กรขึ้นอยู่กับคน งานวิจัยและการถกเถียงในประเด็นที่เกี่ยวข้อง วาทกรรมองค์กรเป็นเครื่องมือในการจัดการที่ทำให้เกิดการตั้งคำถามใหม่ในประเด็นการพัฒนาองค์การและการพัฒนาองค์การสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการได้ (อุทัย ปริญญาสุทธินันท์, 2561)

การเปลี่ยนแปลงเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ในองค์การ การจัดการกระบวนการที่ทำให้องค์การมีประสิทธิภาพมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงส่วนต่างๆขององค์การจากสภาพแวดล้อมภายในและภายนอกส่งผลให้องค์กรจนเกิดการเปลี่ยนแปลงในเชิงบวกได้สำเร็จนำไปสู่การพัฒนาองค์กร ต้องใช้ศาสตร์และศิลป์ในการพัฒนาองค์กร เมื่อเกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง บุคคลากรร่วมกันสร้างองค์กรแห่งการเรียนรู้ โดยใช้ทัศนะการมองแบบองค์รวม เป็นแนวคิดในการพัฒนาองค์กร โดยเน้นการพัฒนาการเรียนรู้สภาวะของการเป็นผู้นำในองค์กร และการเรียนรู้ร่วมกันของคนในองค์กร เพื่อให้เกิดการถ่ายทอดแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ ประสบการณ์ และทักษะร่วมกัน การปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์ของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในองค์กรทุกระดับ ไม่ว่าจะเป็นระดับบุคคล ระดับกลุ่มและระดับองค์กรให้เกิดขึ้น พร้อมๆกัน โดยให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ตลอดชีวิตของการทำงานของบุคคลและพัฒนาองค์การอย่างต่อเนื่องทันต่อสภาวะ การเปลี่ยนแปลงและการแข่งขันการมีองค์การแห่งการเรียนรู้นี้จะทำให้องค์การและบุคลากร มีกระบวนการทำงานที่มีประสิทธิภาพและมีผลการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิผล โดยสร้างกระบวนการในการเรียนรู้ มีการเชื่อมโยงรูปแบบของการทำงานเป็นทีม และสร้างความเข้าใจเตรียมรับกับความเปลี่ยนแปลง ทั้งยังเปิดโอกาสให้ทีมทำงานอย่างเป็นอิสระและมี

การให้อำนาจในการตัดสินใจ เป็นการส่งเสริมให้เกิดบรรยากาศของการคิดริเริ่มและการสร้างนวัตกรรม เป็นรากฐานที่สามารถนำองค์กรไปสู่ความสำเร็จ ท่ามกลางการแข่งขันของโลกในยุคโลกาภิวัตน์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและความล้ำสมัยของเทคโนโลยี องค์กรที่จะอยู่รอดและสามารถแข่งขันได้ จะต้องเป็นองค์กรที่สร้างความสามารถของพนักงานให้มีการเรียนรู้ ได้อย่างต่อเนื่องในองค์กรนั่นก็คือ “การสร้างองค์รไปสู่การเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้” การที่จะไปสู่องค์กรแห่งการเรียนรู้ จะต้องเริ่มต้นที่บุคลากรในองค์กรนั้นเป็นอันดับแรกบุคคลที่มีความต้องการจะเรียนรู้เพื่อยกระดับความสามารถของตนเอง มีแรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ มั่นใจในตัวเอง มุ่งมั่นในหลักการของเหตุและผลเพื่อผลักดันให้ตนเองพัฒนาเนื้อหาในหน้าที่ความรับผิดชอบและขยายขอบเขตความรู้ออกไปยังระดับที่สูงขึ้นและสร้างความเชื่อมโยงในระบบที่กว้างมากขึ้น (Cuel, 2020; Hansen, Jensen and Nguyen, 2020) ตามที่ Senge (1990) ได้อธิบายแนวคิดกฎ 5 ข้อที่ใช้ในการพัฒนาองค์กรเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ ได้แก่ ทักษะที่ต้องพัฒนา

1. ตนเองเพื่อบรรลุเป้าหมาย (Personal Mastery) การเรียนรู้ของคนในองค์กรสะท้อนให้เห็นถึงการเรียนรู้ขององค์กร สมาชิกขององค์กรที่เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้นั้นมีลักษณะสนใจและใฝ่หาที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่มีความปรารถนาที่จะเรียนรู้เพื่อเพิ่ม ศักยภาพ ของตน มุ่งสู่จุดหมาย และความสำเร็จ

2. โลกทัศน์ (Mental Models) แผนทางจิตสำนึกของคนในองค์กรซึ่งสะท้อนถึงพฤติกรรมของคนในองค์กรแห่งการเรียนรู้ สมาชิกในองค์กรที่มีแบบแผนทางจิตสำนึกหรือความมีสติที่เอื้อต่อการสะท้อนภาพที่ถูกต้องชัดเจน และมีการจำแนกแยกแยะโดยมุ่งหวังที่จะปรับปรุงความถูกต้องในการมองโลกและปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นรวมทั้งการทำความเข้าใจในวิธีการที่จะสร้างความกระจ่างชัด เพื่อการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องหรือมีวิธีการที่จะตอบสนองความเปลี่ยนแปลงที่ปรากฏอยู่ได้อย่างเหมาะสม

3. วิสัยทัศน์ร่วม (Shared Vision) การมีวิสัยทัศน์ร่วมกันของคนทั้งองค์กร สมาชิกทุกคนพัฒนาวิสัยทัศน์ของตนให้สอดคล้องกับวิสัยทัศน์รวมขององค์กรซึ่งจะสนับสนุนให้เกิดการรวมพลังของสมาชิกที่มีความคาดหวังต่อความเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าภายใต้จุดมุ่งหมายเดียวกันของคนทั้งองค์กร วิสัยทัศน์ร่วมกันมาจากการการรับฟังซึ่งกันและกัน แลกเปลี่ยนวิสัยทัศน์ส่วนบุคคล ถ้าวิสัยทัศน์นั้นไม่เป็นที่ยอมรับหรือขัดแย้งกับค่านิยม หรือวัฒนธรรมขององค์กร บุคลากรทุกคนในองค์กรจะต้องได้รับการพัฒนาให้สามารถทำความ เข้าใจและมองภาพรวมของวิสัยทัศน์รวมถึงวัตถุประสงค์ขององค์กร

4. การเรียนรู้ของทีม (Team Learning) การเรียนรู้ร่วมกันของสมาชิกในองค์กรอาศัยความรู้ความคิดของสมาชิกในการแลกเปลี่ยนและพัฒนาความรอบรู้ ความสามารถของทีมให้บังเกิดผลยิ่งขึ้น อาศัยความสามารถของสมาชิกแต่ละบุคคล องค์กรแห่งการเรียนรู้จะเกิดได้เมื่อมีการ

รวมพลังของกลุ่มภายในองค์กรเป็นการรวมตัวของทีมงานที่มีประสิทธิภาพสูงซึ่งเกิดจากการที่สมาชิกในทีมมีการเรียนรู้ร่วมกันมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ

5. การคิดเชิงระบบ (System Thinking) กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบเป็นกระบวนการในการหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเห็นแบบแผนเห็นขั้นตอนของการพัฒนา

แนวทางการพัฒนาองค์กรไปสู่องค์กรแห่งการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 ด้าน 1. ด้านการเป็นบุคคลที่รอบรู้ บริษัทควรมีการจัดกิจกรรมอบรมและสัมมนาให้กับบุคลากร จัดประชุมเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันของบุคลากรอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งจัดประชุมเชิงปฏิบัติการ ศึกษาดูงานในองค์กรที่ประสบความสำเร็จด้านการพัฒนาองค์กรไปสู่องค์กรแห่งการเรียนรู้แก่บุคลากร เช่น ระบบการจัดการความรู้ 2. ด้านการมีแบบแผนความคิด บริษัทควรมีการสนับสนุนให้พนักงานมีส่วนร่วมในการนำเสนอแนวคิดในการทำงานการจัดระบบการวางแผนโครงสร้างและรูปแบบงานที่ชัดเจน มีการทำกิจกรรมสร้างการวางแผนความคิด 3. ด้านการสร้างวิสัยทัศน์ร่วมกัน เสริมสร้างการมีส่วนร่วมของพนักงานในการกำหนดวิสัยทัศน์โดยการเปิดช่องทางในการสร้างการมีส่วนร่วมที่หลากหลาย 4. ด้านการเรียนรู้ร่วมกันเป็นทีม ส่งเสริมหรือจูงใจให้บุคลากรในการทำงานร่วมกันเป็นทีมและสร้างบรรยากาศการทำงานเป็นทีมอย่างสร้างสรรค์ โดยมีบุคลากรผู้อาวุโสเป็นพี่เลี้ยงสร้างและถ่ายทอดวัฒนธรรม เอกลักษณ์การทำงานของบริษัท 5. ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ ควรส่งเสริมให้บุคลากรมีการวางแผนการทำงานร่วมกันสร้างขั้นตอนและรูปแบบการทำงานแนวใหม่ ที่สามารถนำมาปรับใช้ได้ (สุรศักดิ์ รัตนมังสังค์, อภิชาติ ใจอารีย์ และ ประสงค์ ตันพิชัย, 2557)

การเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้พิจารณาได้จากกลยุทธ์ขององค์กรองค์กร ว่าต้องการสร้างองค์กรแห่งการเรียนรู้ สู่การพัฒนาศักยภาพเพียงใดมีหน่วยงานภายในองค์กรที่ทำหน้าที่บริหารและจัดการความรู้และพัฒนาคุณภาพเพื่อติดตาม และขับเคลื่อนองค์กรให้มีการจัดการความรู้ที่สามารถนำมาใช้ รวมถึงมีการพัฒนางานวิจัยและกระบวนการทำงานต่างๆภายในองค์กร เพื่อหวังให้เกิดการพัฒนางานและความเป็นเลิศให้เกิดขึ้นในองค์กร การบริหารลักษณะรวมศูนย์ผู้บริหารหรือหัวหน้างานเพื่อให้เกิดผลการดำเนินงานตามเป้าหมาย และโครงสร้างองค์กรมีลักษณะของการปิดกั้นการประสานงานในแนวระนาบภายในองค์กรอย่างไม่ทั่วถึงเนื่องจากความซับซ้อนของตัวองค์กร ระบบการทำงานที่เน้นความอาวุโส ส่งผลให้บรรยากาศในการทำางานของบุคลากรรู้สึกอึดอัดและถูกปิดกั้นเนื่องจากความเห็นที่เสนอไปอาจไม่ได้รับการสนับสนุน รวมถึงการสื่อสารในองค์กรที่สื่อสารจากบนลงล่างมีกระบวนการสื่อสารหลายขั้นตอนทำให้ขาดความชัดเจนและไม่ทั่วถึง การถ่ายทอดหรือส่งต่อข้อมูลตามช่องทางการสื่อสารที่มีอยู่ เกิดความเข้าใจผิดและความคลาดเคลื่อน ช่องทางการสื่อสารยังมีน้อยและไม่หลากหลายส่งผลให้บุคลากรไม่ให้ความสำคัญและขาดการมีส่วนร่วมภายใน ทั้งนี้การพัฒนาบุคลากร แม้มีการพัฒนากระบวนการทำงานที่นำระบบเทคโนโลยีมาใช้แต่บุคลากรยังคงต้องทำงานตามวัฒนธรรมองค์กรที่เน้นการทำงานตามระบบอาวุโส ไม่สามารถปรับตนเองให้เข้ากับระบบ

ใหม่ได้ ส่งผลให้ภาวะผู้นำและการใช้อำนาจในองค์กรไม่อาจสัมฤทธิ์ผลได้ เนื่องจากสภาพแวดล้อมภายในการทำงานขององค์กร (มณฑล สรไกรกิติกูล, 2562)

ในองค์กรรัฐวิสาหกิจที่มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมากกว่า พบว่าภาวะผู้นำของผู้บริหารที่มากกว่าส่งผลให้ระดับการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ สูงกว่าองค์กรรัฐวิสาหกิจที่มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศน้อยกว่า ดังนั้นเทคโนโลยีจึงเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะผู้นำเทคโนโลยีทำให้ผู้นำสามารถเอาชนะความท้าทายและข้อจำกัดแบบเดิม การกระตุ้นให้เกิดภาวะผู้นำเชิงปฏิบัติที่เปิดกว้างมากขึ้น การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมากกว่ามีวัฒนธรรมองค์กรที่ดีกว่าส่ง ผลให้เกิดเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ได้มากกว่าองค์กรรัฐวิสาหกิจที่มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศน้อยกว่า เทคโนโลยีถือเป็นปัจจัยที่มีส่วนในการสร้างวัฒนธรรมขององค์กร โดยสร้างผลกระทบในเชิงลึกต่อวัฒนธรรม การพัฒนาระบบการจัดการความรู้ให้ประสบผลสำเร็จได้นั้น ต้องอาศัยเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสนับสนุน เพื่อให้การจัดการข้อมูลสารสนเทศ และองค์ความรู้ก่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็วและง่ายต่อการใช้งาน ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศโดยเฉพาะอินเทอร์เน็ตเป็นแรงผลักดันสำคัญ เทคโนโลยีและนวัตกรรมถือว่ามีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกัน เนื่องจากเทคโนโลยีเป็นการนำหลักการและวิธีการมาประยุกต์ใช้ให้ได้ประโยชน์สูงสุด (วรธรรม พงษ์สีชมพู, อรจรีย์ ณ ตะกั่วทุ่ง และ วรรณี แกมเกตุ, 2558) การดำเนินงานองค์กรแห่งการเรียนรู้มีอิทธิพลเชิงบวกต่อระดับประสิทธิผลขององค์กรด้านกระบวนการภายใน เมื่อองค์กรพร้อมที่จะเรียนรู้จากการมีบรรยากาศที่กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ มีการสอนวิธีเรียนรู้ มีสิ่งอำนวยความสะดวก เปิดโอกาสให้แก่พนักงานได้มีช่องทางในการ พบปะพูดคุยวิเคราะห์สถานการณ์แลกเปลี่ยนประสบการณ์ รับรู้ข้อมูลข่าวสารจากองค์การหรือบุคคลภายนอก การพัฒนาองค์การจะต้องเน้นไปที่การเป็นองค์การแห่งการเรียนรู้ให้มากกว่า มุ่งเน้นไปที่การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ เพราะว่าการการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์แต่เพียงอย่างเดียวคงไม่พอและไม่ทันต่อการเปลี่ยนแปลง แนวคิดแบบเดิมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของบุคลากร และเพื่อแก้ปัญหาการปฏิบัติงาน ด้วยการฝึกอบรมเป็นครั้งคราวกำลังถูกแนวคิดใหม่ของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ ที่ยั่งยืนด้วยการพัฒนาองค์การให้เป็น “องค์การแห่งการเรียนรู้” เข้ามาแทนที่ในที่สุดเพื่อความยั่งยืนในอนาคต การดำเนินงานองค์การแห่งการเรียนรู้มีอิทธิพลเชิงบวกต่อระดับประสิทธิผลขององค์การด้านเป้าหมายเชิงเหตุผล เมื่อองค์กรพร้อมที่จะเรียนรู้ มีบรรยากาศที่กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ มีการสอนวิธีเรียนรู้มีสิ่งอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ และเปิดโอกาสให้แก่พนักงานได้มีช่องทางในการพบปะพูดคุย วิเคราะห์สถานการณ์แลกเปลี่ยนประสบการณ์รับรู้ข้อมูลข่าวสารจากองค์กรหรือบุคคลภายนอกทั้ง คนภายนอก สถาบันการศึกษาหรือลูกค้าอีกทั้งพนักงานด้วยกันเอง ก่อให้เกิดความร่วมมือ และการเรียนรู้ร่วมกันเป็นที่เป็นไปอย่างต่อเนื่อง (อนันต์ บุญสนอง, 2555)

เพศที่ต่างกันมีผลต่อการสร้างองค์กรแห่งการเรียนรู้โดย พบว่าเพศหญิงมีความคิดเห็น ต่อการสร้างองค์กรแห่งการเรียนรู้มากกว่าเพศชาย สำหรับอายุต่างกันมีผลต่อสร้างองค์กรแห่งการเรียนรู้

ระดับการศึกษาที่ต่างกันไม่มีผลต่อสร้างองค์กรแห่งการเรียนรู้ และระดับตำแหน่งงานต่างกันไม่มีผลต่อสร้างองค์กรแห่งการเรียนรู้ ท้ายที่สุดประสบการณ์ทำงานแตกต่างกันมีผลต่อการสร้างองค์กรแห่งการเรียนรู้ ในปัจจุบันเทคโนโลยีก้าวล้ำหน้าไปมาก ทั้งส่วนของเครื่องมือเครื่องจักรที่สามารถเชื่อมโยงผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ทำให้ต้องมีการพัฒนาองค์กร และสร้างองค์กรแห่งการเรียนรู้ให้ทันเก็บเทคโนโลยีที่เป็นอัตโนมัติในปัจจุบัน และเพื่อเตรียมกำลังคนให้พร้อมกับสถานะการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาในปัจจุบัน (อนุกูล ปิลวาสน์, 2558)

การผลิตแบบลีนเป็นกระบวนการที่อาศัยการทดลองและการเรียนรู้การมีส่วนร่วมพนักงานและผู้บริหารการผลิตแบบลีนถือเป็น กิจกรรมการตรวจหาปัญหาและการแก้ปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการเพิ่มมูลค่าการเรียนรู้และการแบ่งปันความรู้เป็นแกนหลัก ในกระบวนการแก้ปัญหาตามการเรียนรู้และการเรียนรู้อาจเกิดขึ้นได้ แนวทางนี้ได้รับแรงบันดาลใจจากพฤติกรรมและแนวทางในการการเรียนรู้ ความขัดแย้งระหว่างรุ่นสามารถขัดขวางการเรียนรู้ ยังรวมถึงการแลกเปลี่ยนและถ่ายทอดความรู้ ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อองค์กร ทั้งการอยู่รอดและความก้าวหน้า เนื่องจากการดำเนินธุรกิจสมัยใหม่ กระบวนการขึ้นอยู่กับบริบทการเรียนรู้ที่ดีซึ่งกระตุ้นความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลที่ดีและความสัมพันธ์ในการทำงาน ส่งเสริมการสนทนาและวิพากษ์วิจารณ์ที่สะท้อนกลับได้อย่างเท่าเทียม กล่าวอีกนัยหนึ่งการดำเนินการตามหลักการผลิตแบบลีนถือเป็นการพัฒนาการเรียนรู้ ลักษณะองค์กรที่สามารถเข้าใจและคงอยู่ได้แตกต่างกันไปตามความแตกต่างของพนักงาน การสะท้อนของความคิดที่เพิ่มขึ้นและเป็นระบบเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสำหรับบุคคลรุ่นต่างๆ ยกเว้นมิติเกี่ยวกับระบบเทคโนโลยีที่สามารถขับเคลื่อนและแบ่งปันความรู้และบูรณาการกับงาน (Rupčić, 2020)

3. แนวคิดการทำงานด้วยระบบอัตโนมัติ (Automation)

ระบบการทำงานแบบอัตโนมัติไม่สามารถหาซื้อจากชั้นวางขายหรือในสมุดขายสินค้าทั่วไป การทำงานของระบบอัตโนมัติมาจาก การประกอบชุดของเทคโนโลยีเข้าด้วยกันด้วยการออกแบบสถาปัตยกรรมที่สร้างขึ้นอย่างพิถีพิถัน โดยมีส่วนประกอบพื้นทั้งหมดเพื่อทำให้กระบวนการผลิตดีขึ้นเร็วขึ้น ใช้ต้นทุนให้ต่ำลง ไม่ว่าจะประกอบด้วย AI ที่สามารถช่วยในการตัดสินใจหรืออุปกรณ์ทันสมัยอื่นๆ นักคิดและนักประดิษฐ์ที่ยิ่งใหญ่ที่สุดในยุคหนึ่ง Ben Franklin, Steve Jobs, Richard Feynman ทุกคนมีความสามารถพิเศษด้วยการใช้องค์ความรู้ที่ซับซ้อนเป็นชุดแนวคิดที่เรียบง่ายแต่ทรงพลังของออกแบบ “คนฉลาดสร้างเครื่องจักรที่ซับซ้อน ขณะที่อัจฉริยะสร้างเครื่องจักรที่ทำหน้าที่ซับซ้อน โดยใช้ชิ้นส่วนที่มีในตัวของมันเอง” เมื่อพนักงานในองค์กรเป็นผู้ปฏิบัติงานด้านระบบอัตโนมัติอย่างแท้จริง สามารถมองโลกแตกต่างออกไป ทั้งการวิเคราะห์การทำงานด้วยมุมมองที่แตกต่างและชัดเจนยิ่งขึ้น มองเห็นสิ่งต่างๆ ที่ไม่เคยเห็นมาก่อน สามารถสังเกตเห็นได้ทันที ถึงความ

แตกต่างจากคนรอบข้าง เมื่อพูดถึงระบบและในรูปของระบบ ทั้งยังสร้างเพื่อนร่วมงานให้ยกระดับการสนทนา เกิดเป็นภาพรวมของการทำงานที่เด่นชัดขึ้น เมื่อพูดถึงการทำงานประจำของพนักงาน สมองกำลังจินตนาการถึงระบบอัตโนมัติอยู่แทนการจ้างงานเสมอ มันคือคุณภาพแห่งการคิดนั่นเอง เป้าหมายขององค์กรต้องการให้พนักงานปฏิบัติเช่นนั้น อย่างซ้ำไปซ้ำมาเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด การวางแผนการทำงานด้วยระบบอัตโนมัติ การสนับสนุนจากผู้ทำงานกับระบบ IT แต่ผู้ทำงานระบบ IT อาจไม่มีความรู้เกี่ยวกับการทำงานของพนักงาน จึงเป็นอีกข้อหนึ่งที่ต้องผสานให้ตรงกันเพื่อเป้าหมายขององค์กร สิ่งที่องค์กรปรารถนาคือการเติบโตอย่างยั่งยืน ไม่ใช่ความเหมาะสมและการเริ่มต้นความคิดริเริ่มแบบครั้งเดียวกระจัดกระจาย ระบบอัตโนมัติไม่ใช่ยาครอบจักรวาล แต่แน่นอนที่สุด เป็นแนวปฏิบัติที่อยากให้เกิดขึ้นทั่วทั้งองค์กร เพื่อให้เกิดความยั่งยืน เพื่อให้ระบบอัตโนมัติเติบโต องค์กรต้องขจัดสิ่งกีดขวาง และอุปสรรคไปสู่การทดลองแบบ end-to-end อันหมายถึงการสนับสนุน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของการทำงานด้วยระบบอัตโนมัติ เพื่อสร้างบรรทัดฐานของบริษัท ดังคำว่า “ทำมากขึ้นโดยใช้น้อยลง” ในการช่วยขับเคลื่อนองค์กร ยุคโซเชียลมีเดียและอินเทอร์เน็ตที่รวดเร็วองค์กรอาจถูกครอบงำโดยมุมมองเชิงลบทั้งหมดของระบบการทำงานแบบอัตโนมัติ เป้าหมายของการลดพนักงานและใช้ระบบการทำงานแบบอันโนมัติองค์กรต้องเริ่มศึกษาอย่างจริงจัง และอาจต้องเริ่มจากการที่ต้องคิดเสมอว่าองค์กรไม่รู้อะไรเลย ดีกว่านำความรู้ที่ไม่ถ่องแท้มาอธิบายให้กัน การรวมเทคโนโลยีระบบอัตโนมัติแบบดิจิทัลเข้ากับการดำเนินการตามแนวทางปฏิบัติของ Lean Production (LP) แนวคิดเกิดขึ้นในช่วงปี 1990 แต่ในเวลานั้นการใช้งานถูก จำกัด ด้วยความสามารถของเทคโนโลยี (Danner, 2019; Jackson, Hedelind, Hellstorm, Granlund and Friedler, 2011; Kolberg and Zuhlke, 2015)

การวิจัยได้รับการพัฒนาเพื่อตรวจสอบว่าการบูรณาการนี้ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้อย่างไร ผลการวิจัยระบุว่าเทคโนโลยี Industrial 4.0 (I4.0) มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกและเชิงบวกอย่างมากกับแนวทางปฏิบัติของ LP คำว่า I4.0 ตามที่รัฐบาลเยอรมันแนะนำหมายถึงความก้าวหน้าไปยังโรงงานอัจฉริยะ ความคืบหน้านี้ขับเคลื่อนโดยระบบทางกายภาพที่เชื่อมต่อกันผ่านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารแบบใหม่เพื่อให้บรรลุระดับประสิทธิภาพที่โดดเด่น (Liao, Deschamps, oures and Ramos, 2017; Xu, Xu and Li, 2018) Toyota แสดงระบบอัตโนมัติต้นทุนต่ำหรือที่เรียกว่า เทคโนโลยีคาราคุริ (Coffey and Thornley, 2006; Katayama, Sawa, Hwang, Ishiwatari and Hayashi, 2014) “คาราคุริ” (Karakuri) มุ่งเป้าไปที่การใช้ประโยชน์จากปรากฏการณ์ทางกายภาพตามธรรมชาติ เช่น แรงโน้มถ่วงลม อำนาจแม่เหล็กไฟฟ้า หรือได้รับความช่วยเหลือจากกลไก เช่น กลไกคันโยก รอก ทำให้ผลสัมฤทธิ์ของการปฏิบัติงาน ที่ได้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ลดภาระงาน ลดความซับซ้อนในการปฏิบัติงานเพิ่มความสะดวก และง่ายต่อการบำรุงรักษา (Murata and Katayama, 2010) นอกจากนี้การใช้ประโยชน์ประเภทนี้เป็นแบบต้นทุน

ต่ำเทคโนโลยีสอดคล้องกับแนวคิดของ Jidoka ซึ่งหมายถึงอุปกรณ์หรือกระบวนการที่มีความ "ฉลาด" เพียงพอที่จะระบุสภาวะผิดปกติ หรือสิ่งที่ไม่ต้องการ จนสามารถหยุดการผลิตเพื่อไม่ให้เกิดผลิตภัณฑ์หรือข้อมูลที่มีข้อบกพร่อง (Baudin, 2007) ด้วยเหตุนี้อุปกรณ์จึงกลายเป็นระบบทางกายภาพที่ประกอบกับการทำงานเป็นระบบ เนื่องจากมีการควบคุมตนเองในระดับหนึ่ง Jidoka เป็นส่วนสำคัญของระบบการจัดการ เนื่องจากช่วยให้สามารถมองเห็นสถานะปัจจุบันของการผลิตและการระบุปัญหาเมื่อใดก็ตามที่เกิดขึ้น (G. Tortorella and Fettermann, 2018b)

ระบบอัตโนมัติถูกมองว่าเป็นวิธีแก้ปัญหาหลักในเรื่องกระบวนการทำงาน การปรับปรุงประสิทธิภาพและคุณภาพผลผลิตและลดต้นทุน ระบบอัตโนมัติช่วยให้มีความยืดหยุ่นในการผลิตมากขึ้น กล่าวคือผลิตภัณฑ์มีปริมาณมากขึ้นในรอบการผลิต หรือลดความรู้สึกอึดอัดตามหลักสรีรศาสตร์จากงานที่ยากปรับให้เป็นงานที่ทำได้โดยง่าย กลยุทธ์การทำงานอัตโนมัติถูกมองว่าเป็นปัญหาทางวิศวกรรมของมนุษย์ จึงควรให้ความสำคัญกับระดับของระบบอัตโนมัติระหว่างมนุษย์กับอุปกรณ์ประกอบกับเครื่องจักรอเนกประสงค์ที่เรียบง่าย ระบบอัตโนมัติที่เหมาะสมสำหรับพนักงาน ทำให้พนักงานมีเวลาทำงานมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นรวดเร็วและความยืดหยุ่น เป็นสิ่งสำคัญเพื่อแข่งขันในตลาดโลก ระบบอัตโนมัติไม่ควรคำนึงถึงการออกแบบเครื่องจักรเพียงเพราะขึ้นอยู่กับความต้องการที่คาดการณ์ในอนาคต เนื่องจากการคาดการณ์ไม่ใช่น่าจะถูกต้องและอาจมีการเปลี่ยนแปลง (Harris and Harris, 2008) ขั้นตอนในกระบวนการนำโคบอทไปใช้ในการพัฒนาระบบการทำงานร่วมกันของหุ่นยนต์มนุษย์ อาศัยการวิเคราะห์กระบวนการองค์ประกอบ รวมถึงการวิเคราะห์การออกแบบผลิตภัณฑ์สำหรับระบบอัตโนมัติแบบลีนไฮบริด เป้าหมายพื้นฐานของระบบการผลิต คือ การผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการในเวลาที่ต้องการ โดยยึดต้นทุนคุณภาพและความยืดหยุ่นให้ได้มากที่สุด ดังนั้นข้อกำหนดของระบบอัตโนมัติของมนุษย์กับหุ่นยนต์ กำหนดในการจัดการผลิตภัณฑ์ข้อกำหนดของกระบวนการและข้อกำหนดในการผลิต (A.A. Malik and Bilberg, 2017) โครงสร้างการดำเนินงานของ Lean Automation (LA) เป็น "กระบวนการควบคุมแบบดิจิทัล" มีจุดมุ่งหมายเพื่อรับประกันว่ากระบวนการการผลิต โดยปราศจากข้อบกพร่องใดๆ กับกระบวนการที่ตามมา การใช้เทคโนโลยีใน Industrial 4.0 (I4.0) ด้วยอุปกรณ์ เช่น เซ็นเซอร์ อินเทอร์เฟซดิจิทัลและการควบคุมระยะไกลของการผลิตที่รวมเข้ากับระบบวิศวกรรมการทำงานร่วมกันได้รับการส่งเสริม เพื่ออำนวยความสะดวกและตรวจสอบสภาพการใช้งานที่ผิดปกติ นอกจากนี้ IoT ยังสามารถใช้เป็นกลไกสนับสนุนรับประกันความเชื่อมโยงระหว่างผลิตภัณฑ์และกระบวนการ เทคโนโลยีดังกล่าวไม่เพียงมีส่วนสำคัญในกระบวนการยังสามารถเพิ่มขีดความสามารถของแรงงาน ระหว่างกิจกรรมที่มีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานในเชิงบวกในด้านประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม แนวทางปฏิบัติของ Lean Production (LP) และเทคโนโลยี I4.0 ที่มีความสัมพันธ์แบบมี

ความสัมพันธ์กัน จึงไม่สามารถมองข้ามได้ LA นี้สร้างขึ้นจากความเข้าใจและประสบการณ์ในปัจจุบันของผู้ผลิต เป็นไปได้ว่ายังมีความสัมพันธ์แบบอื่นๆที่ควรศึกษาต่อไป (Guilherme et al., 2019)

การศึกษาที่น่าสนใจเรื่องความสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมใน I4.0 เกิดขึ้นเมื่อการรับรู้ของผู้ผลิตเพิ่มขึ้น เมื่อผู้ผลิตก้าวเข้ามาการใช้มาตรการต่างๆของ LA ในกรอบการทำงาน มาตรการดังกล่าวขึ้นอยู่กับระดับประสบการณ์ของผู้ทำงานที่เกี่ยวข้องกับการรวม I4.0 ประยุกต์เข้ากับ LP การดำเนินขั้นตอนก่อนจะเป็นระบบอัตโนมัติ สังเกตได้จากการปรับปรุงกระบวนการการทำงานแบบแมนนวล (Mannual) ที่ลดลง รอบเวลาการทำงานที่ลดลง แต่ทำให้ผลการผลิตเพิ่มขึ้น อันเกิดจากการปรับปรุงประสิทธิภาพ การศึกษายังขาดข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพที่ควรมีการวิจัยอย่างต่อเนื่อง การวิเคราะห์ความสามารถ ข้อบกพร่อง และกระบวนการเสถียรภาพจากเครื่องมือและการตั้งค่าเครื่องจักรได้ด้วยการฝึกอบรมที่ดี ผ่านระบบผู้เชี่ยวชาญ และกำหนดมาตรฐานกระบวนการ ผู้ปฏิบัติงานบางคนรู้สึกมีประสิทธิผลมากขึ้นด้วยการโต้ตอบแบบแมนนวลมากกว่า แต่เมื่อผู้ปฏิบัติงานพบวิธีการที่ไม่มีประสิทธิภาพสามารถขจัดกระบวนการนั้นออก ทำให้ได้มาตรฐานและระบบอัตโนมัติ (Robotic Process Automation; RPA) ที่ดี ขั้นตอนต่อไปควรพิจารณากระบวนการซ้ำๆ และลดขั้นตอนแบบระบบแมนนวลลง ซึ่งจะช่วยปรับปรุงระบบอัตโนมัติโดยรวมของกระบวนการ และได้ผังงาน วิธีการใหม่ ในการเลือกกลยุทธ์ที่เหมาะสมเพื่อแก้ไขปัญหาระบบอัตโนมัติที่ไม่ได้มาตรฐานในโรงงาน นอกเหนือจากเทคนิคการปรับปรุงกระบวนการ Six Sigma แบบดั้งเดิม การศึกษายังแสดงถึงการวิเคราะห์ที่มีไม่มีประสิทธิภาพ หากข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งอื่นที่ไม่ได้มาจากหน้างานของผู้ปฏิบัติงาน ควรเน้นการสร้างมาตรฐานของขั้นตอนในกระบวนการ สร้างการไหลของขั้นตอน ให้เข้ากันได้ดีด้วยวิธีการแบบผสมผสาน ด้วยวิธีการขยายกลุ่มเครื่องมือในการใช้งาน การปรับปรุงทำให้เกิดการทำงานร่วมกัน ผสานช่องว่างในวิธีการและช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์หลักของการผลิตในแต่ละกระบวนการ เป็นการ "การเตรียมการก่อนใช้ระบบการทำงานแบบอัตโนมัติ" เพื่อประเมินความสำเร็จ เพื่อลดปัญหาด้วยระบบอัตโนมัติ จากนั้นจึงนำโซลูชันไปใช้และควบคุมสำหรับกระบวนการผลิตที่ปรับปรุงกำจัดขั้นตอนที่ต้องทำด้วยตนเองเพื่อให้ได้มาตรฐานและระบบอัตโนมัติ (Adrita et al., 2021)

งานที่กระทำโดยมนุษย์ซ้ำๆสามารถดำเนินการในลักษณะระบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบสมมติฐานนี้มีข้อจำกัด ความเป็นจริงระบบอัตโนมัตินำไปพัฒนาจนสำเร็จได้สำหรับบางกรณี ไม่ใช่ทุกกรณี ระบบอัตโนมัติอาจเป็นเพียงบางส่วนในงานปัจจุบันเท่านั้น ความท้าทายหลักคือวิธีการค้นหาระบบอัตโนมัติทดแทนงานประจำที่ทำซ้ำเดิม (Routine) ปัจจุบันมีข้อขัดแย้งของผลกระทบของระบบอัตโนมัติต่อประชากรในวัยทำงาน ทั้งนโยบายของรัฐ ระบบเศรษฐกิจ การผลิตอาจ โดยไม่ได้คำนึงถึงกำลังคนเพราะทำได้ด้วยระบบอัตโนมัติ ทั้งนี้ความสำเร็จยังเกี่ยวกับประสิทธิภาพของบอทหรือระบบอัตโนมัติ ในทุกครั้งเราควรกำหนดเป้าหมาย “ความสำเร็จคืออะไร” หรือ “อัตรา

ข้อบกพร่องของหุ่นยนต์เมื่อทำกิจวัตรที่กำหนด” และสุดท้ายต้องมีระบบการการตรวจสอบและแก้ไขด้วยตนเองหรือทำให้ผู้ควบคุมทราบถึงความผิดปกติ หุ่นยนต์จะไม่ได้เข้าแทนที่มนุษย์แต่จะคอยช่วยมนุษย์ ในการขยายอิสระของการทำงาน และประสิทธิภาพการทำงาน ความท้าทายในการทำงานวิจัยในอนาคต (Leno, Polyvyanyy, Dumas, Rosa and Maggi, 2020; Matthews and Greenspan, 2020)

เมื่อมีการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในวงกว้างนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงอย่างลึกซึ้งในการทำงานขององค์กร อุตสาหกรรมนี้เรียกว่าการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัล ระบบอัตโนมัติของกระบวนการทางธุรกิจเป็นส่วนสำคัญของการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัล เช่น การธนาคาร การประกันภัย โทรคมนาคม การใช้เครื่องมือไอทีที่จัดอยู่ในประเภท Robotic Process Automation (RPA) กำลังเกิดขึ้นในปัจจุบันผ่านหุ่นยนต์ เป็นส่วนหนึ่งใช้การทำงานเป็นซอฟต์แวร์เฉพาะ ไม่ได้ใช้อุปกรณ์ กระบวนการอัตโนมัติของกระบวนการหุ่นยนต์เป็นส่วนหนึ่งของงานไอที มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเทคนิค ควบคู่ไปกับการเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจของหุ่นยนต์ในกระบวนการอัตโนมัติ ผลกระทบของเทคโนโลยีดิจิทัลที่มีต่อพนักงานและงานของพวกเขา แม้จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วใน เทคโนโลยีในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ผลกระทบของวิทยาการหุ่นยนต์ ข้อสังเกตหลักเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์และระบบอัตโนมัติ คือ การใช้เทคโนโลยีในการทำงานให้เร็วขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้น นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงอย่างลึกซึ้งในตลาดแรงงาน ความต้องการกำลังคนลดลงเนื่องจากความก้าวหน้าในกระบวนการอัตโนมัติที่เป็นไปได้โดยการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและโทรคมนาคมที่ซับซ้อนมากขึ้น (Eikebrokk and Olsen, 2020; Sobczak, 2021)

การสร้างกระบวนการทำงานของหุ่นยนต์แบบอัตโนมัติมีการเติบโตอย่างรวดเร็วเป็นพิเศษในมุมของแอปพลิเคชั่นตลอดจนระบบคอลเซ็นเตอร์ และโรงงานขนาดใหญ่ใช้ RPA เพื่อให้เกิดการนำไปใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้น ทั้งต้องการพัฒนาระบบให้ “ฉลาดขึ้น” ว่าด้วยการใช้ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence : AI) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning : ML) เทคนิคงานที่ซับซ้อนมากขึ้น เป็นการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning : DL) ระหว่างการเรียนรู้ของเครื่องจักรมักใช้กับข้อมูลขนาดใหญ่ (Big data) ที่เปลี่ยนแปลงรวดเร็ว จนเกินกำลังการประเมินที่มีอยู่ การเรียนรู้เชิงลึกทำงานด้วยการกรองข้อมูลเป็นลำดับชั้นในโครงข่ายขนาดใหญ่ของข้อมูลเมื่อมีการนำข้อมูลเข้าระบบ เช่น การใช้ข้อมูลเป็นอินพุต ลำดับที่ 1 และภาพที่เกี่ยวข้องกันเป็นอินพุตลำดับที่ 2 เพื่อความรวดเร็วในการเรียกใช้ข้อมูลในภายหลัง (Matthews and Greenspan, 2020) งานที่ปรับปรุงได้รับการสนับสนุนในรูปแบบต่างๆทำให้มนุษย์เรียนรู้จากการทำงาน เรียนรู้จากโค้ช เป้าหมายคือเครื่องมือ RPA เรียนรู้ในลักษณะของการตัดสินใจสามารถปรับและจัดการได้ กรณีที่พบการทำงานไม่ได้มาตรฐาน หรือพบสิ่งอื่นนอกเหนือจากสภาวะปกติ (Aguirre and Rodriguez, 2017) นอกจากนี้การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแทน RPA และมนุษย์เป็นสิ่งที่น่าสนใจการวิจัยแนวคิดนี้ถูกมองในสองวิธีที่

แตกต่างกัน จากมุมมองการศึกษาที่ผ่านมา มุมมองแรกแบบแคบ หมายถึง กลุ่มของเครื่องมือเทคโนโลยีสารสนเทศที่ใช้งาน ออกแบบทำให้เป็นอัตโนมัติในกระบวนการทางธุรกิจโดยใช้ซอฟต์แวร์โรบ็อต ซอฟต์แวร์โรบ็อตคือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ทำงานบนพื้นฐานอัลกอริธึมที่กำหนดไว้ล่วงหน้าเพื่อตอบสนองผู้ใช้งานในกระบวนการทางธุรกิจ เพื่อทดแทนแรงงานมนุษย์ที่ส่วนใหญ่มักจะทำซ้ำ จึงใช้กระบวนการของหุ่นยนต์ประกอบกับอัลกอลิทึม เพื่อให้งานที่ได้มามีความคล้ายคลึงกับของมนุษย์มากที่สุด นอกเหนือจากการทำซ้ำและเลียนแบบให้ได้งานเหมือนที่มนุษย์ทำ ยังมีการเสริมองค์ประกอบเข้าไปในส่วนของปัญญาประดิษฐ์ (AI) ให้ระบบและหุ่นยนต์สามารถตัดสินใจในเรื่องที่ซับซ้อนได้มากยิ่งขึ้น (Lacity and Willcocks, 2018) อีกมุมมองแบบกว้าง คือ การเปลี่ยนแปลงองค์กรอย่างเป็นธรรมชาติ ปรับใช้ซอฟแวร์ที่พัฒนาได้ ทำให้เกิดการทำงานระหว่างมนุษย์ ซอฟแวร์เครื่องจักร ร่วมกันเป็นระบบนิเวศที่สอดคล้องกันจนเกิดเป็นพนักงานที่มีทักษะ ความสามารถเฉพาะในการดำเนินธุรกิจ ประมวลผลที่เกิดขึ้นและสามารถปรับแก้ไข การใช้งานได้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด การพัฒนาระบบอัตโนมัติจึงใช้ทั้งมุมของสภาพปัจจุบันขององค์กรและวัฒนธรรมขององค์กรด้วย (Lacity and Willcocks, 2018; Sobczak, 2021)

จากตัวอย่างงานวิจัยพบการทำงานด้วยระบบอัตโนมัติที่ควบคุมจากส่วนงานไอทีและจากหน่วยงานนอก โดยใช้หลักการของความรวดเร็วในการใช้งานผสมผสานในงานที่ทำระหว่างระบบเก่าและระบบใหม่ จนเกิดเป็นกระบวนการเฉพาะของหุ่นยนต์หรือกระบวนการทำงานแบบเจาะจง อีก 3 ปีข้างหน้าหุ่นยนต์ อาจเป็นส่วนในการโต้ตอบกับลูกค้าและมีสัดส่วนสำคัญถึง 30% ในการใช้งานกับองค์กรที่ใช้ในการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูล ส่วนปัจจัยในการประสบความสำเร็จ 1. องค์กรต้องมีผู้ประสานงานรับผิดชอบตลอดโรงการการจัดทำกระบวนการอัตโนมัติ 2. การใช้หลักการ และเลือกกระบวนการที่เหมาะสมและเตรียมกระบวนการให้เป็นอัตโนมัติที่แท้จริง 3. การสร้างความสามารถให้กับพนักงานที่เกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติ และปรับวัฒนธรรมองค์กรให้สอดคล้องกับการทำงานแบบดิจิตอล (Sobczak, 2021) ตัวอย่างเช่น การบริการตู้เติมน้ำมันอัตโนมัติทำให้เกิดประโยชน์หลายด้าน 1. ประหยัดเวลาจากการเติมปกติถึง 1-3 นาทีโดยเฉลี่ย 2. สร้างความปลอดภัยในพื้นที่ที่หนาวมาก ฝนตก ลมแรง มีหิมะ อาจทำให้คนเติมเกิดอุบัติเหตุได้ 3. หลีกเลี่ยงการสัมผัสกับสารเคมีที่หัวจ่ายและฝาถัง หรือในช่วงการระบาดของโรค Covid-19 สามารถหลีกเลี่ยงการสัมผัสโดยใช้ระบบอัตโนมัติ 4. ช่วยเหลือผู้พิการและผู้สูงอายุ จากการศึกษาระบบการเติมน้ำมันแบบไม่ใช้คนดูมีแนวโน้มที่สูงขึ้น แต่ต้องใช้เงินลงทุนที่สูงในการสร้างกระบวนการทำงานแบอัตโนมัติ ระยะเวลาการคืนทุนอย่างน้อย 5 ปี อย่างไรก็ตามไม่อาจปฏิเสธได้ว่าระบบการเติมแบบอัตโนมัติสามารถเข้ามาร่วมแข่งขันในธุรกิจการเติมน้ำมันได้อย่าง มีความได้เปรียบเนื่องจากมีผู้คนสนใจเป็นจำนวนมาก ทั้งนี้ควรมีการพัฒนาการเติมน้ำมันในรถอื่น เพื่อต่อยอด (Bi, Luo, Miao, Zhang and Zhang, 2021) อีกส่วนหนึ่งของการศึกษาเน้นถึง การรับมือกับสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นจากการพัฒนาระบบอัตโนมัติ

ตัวอย่างเช่น การเข้ามาแย่งงานของคนงานในระบบการทำงานของระบบอัตโนมัติ เราใช้เทคโนโลยีในชีวิตเพิ่มมากขึ้นและเทคโนโลยีช่วยให้คนทั้งโลก สามารถดำเนินชีวิตมาได้อย่างไม่มีใครจิตนาการได้ถึงเริ่มในศตวรรษที่ 19 การทำเกษตรเพื่อยังชีพส่งผลให้เกิดชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นอันนำไปสู่การยกเลิกการผูกมัดแบบทาส เทคโนโลยีเข้ามาช่วยทุ่นแรงในศตวรรษที่ 20 การผลิตจำนวนมากกระจายความมั่นคงทางสังคม และประชาธิปไตยการพัฒนาเกิดขึ้นทั่วโลก ความยุติธรรม เนื่องจากมีการสื่อสารที่พัฒนา และระบบที่ติดต่อกันได้เร็วขึ้นและครั้งนี้ศตวรรษที่ 21 เมื่อเรากำลังปฏิวัติครั้งต่อไป การปฏิวัติครั้งนี้จะเร็วกว่าครั้งก่อน การสื่อสาร ธุรกิจ เทคโนโลยีเพียงปลายนิ้วสัมผัส ระบบอัตโนมัติ จะทำให้เกิดความยุติธรรมที่เป็นสากล เมื่อศึกษาการเกิดขึ้นของการพัฒนาระบบอัตโนมัติ ระบบอัตโนมัติไม่ได้เริ่มขึ้นก่อนสิ่งอื่นใด ระบบอัตโนมัติไม่ได้เป็นตัวกำหนดงานของมนุษย์อย่างที่เข้าใจ หากแต่งานนั้นถูกกำหนดโดยการศึกษา ความรู้ที่มนุษย์ต้องพัฒนาตนเอง การจ้างงานยังคงอยู่ตลอดไปเมื่อมนุษย์มีการพัฒนา (Mc Gaughey, 2018)

4. แนวคิดแบบลีน (Lean)

ระบบการผลิตแบบลีนเป็นระบบที่ต้องการใช้วัตถุดิบให้ได้ประโยชน์ หรือคุ้มค่ามากที่สุดและเป็นความต้องให้การเก็บวัตถุดิบหรือบริการที่มีสินค้าคงคลังน้อยมากตามไปด้วย รวมทั้งมีของเสียน้อยที่สุด การปฏิบัติแบบลีนมีวัตถุประสงค์หลัก สองประการคือ 1. กำจัดของเสีย 2. สร้างมูลค่าให้กับลูกค้าปลายทาง หลักการพื้นฐานประการหนึ่งของการผลิตแบบลีนคือการหลีกเลี่ยงการเกิดของเสีย หรือกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า (ORR, 1997) ความคิดที่สำคัญที่สุดเบื้องหลังการผลิตแบบลีนคือการหลีกเลี่ยง และขจัดของเสียที่เรียกว่า “มูดะ” (Muda) ซึ่งเป็นคำภาษาญี่ปุ่นหมายความถึงกิจกรรมใด ๆ ของมนุษย์ที่การใช้ทรัพยากรไปในการผลิต แต่ไม่สร้างคุณค่าใดออกมา (Jackson et al., 2011; Ribeiro and Barata, 2011) แนวคิดแบบลีนมุ่งเน้นไปที่การกำจัดของเสีย (เช่น เจ็ดรูปแบบของของเสียจากการผลิตในกระบวนการผลิต) ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิต เพื่อให้ประสบความสำเร็จในแง่ของการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพ บริษัทผู้ผลิตต้องได้รับการสนับสนุนจากแนวปฏิบัติด้านการผลิตที่ดี เช่น Total Quality Management (TQM), Total Productive Maintenance (TPM), Just-in-time (JIT) และแนวทางปฏิบัติด้านการจัดตารางการผลิตและการจัดระบบ Product Service System (PSS) องค์ประกอบเหล่านี้ของการปฏิบัติแบบลีนอย่างหนักมีผลกระทบอย่างลึกซึ้งต่อประสิทธิภาพขององค์กร TQM, TPM, JIT และ PSS นำเสนอแนวทางทางเลือกในการปรับปรุงประสิทธิภาพและประสิทธิภาพของฟังก์ชันการปฏิบัติงานขององค์กร ผู้ผลิตที่ทันสมัยในปัจจุบันได้ใช้ความเชื่อมโยงที่ชัดเจนระหว่างกันเพื่อให้เกิดการทำงานร่วมกัน การสร้างระบบการจัดการคุณภาพ กลยุทธ์การไปให้ถึงคุณภาพสูง เน้นไปที่การปรับปรุงองค์ประกอบที่สำคัญและกิจกรรมในกระบวนการผลิต โดยใช้วิธีการปฏิบัติงาน เช่น การวิเคราะห์และการรายงานข้อมูล

คุณภาพ การควบคุมกระบวนการทางสถิติ การจัดการเทคโนโลยี วิธีการแก้ปัญหา การวิจัยและพัฒนาและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ เป้าหมายสูงสุดของ TPM คือไม่มีอุปกรณ์หยุดทำงานและไม่มีข้อบกพร่องโดยการกำจัดข้อผิดพลาดของอุปกรณ์ JIT เป็นวิธีการปฏิบัติงานที่มุ่งลดเวลาการไหลภายในระบบการผลิตเป็นหลัก เช่น เดียวกับเวลาตอบสนองจากซัพพลายเออร์ถึงลูกค้า JIT จัดการกับของเสียสองรูปแบบหลักๆ ด้วยวิธีปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกัน ได้แก่ สินค้าคงคลังระหว่างดำเนินการ และความล่าช้าที่ไม่จำเป็นของเวลาในการไหล JIT เป็นวิธีการที่ระบุว่าองค์กรควรผลิตรายการที่ต้องการในเวลาที่เหมาะสม เพื่อช่วยลดสินค้าคงคลัง การใช้พื้นที่ และของเสียที่เป็นไปได้ JIT เป็นหนึ่งในองค์ประกอบหลักของระบบการผลิตแบบลีน ชุดแนวทางปฏิบัติและเทคนิคเฉพาะ เช่น การผลิตแบบดึง (หรือระบบ Kanban) แม้ว่าหลักการผลิตแบบลีนและระบบอัตโนมัติสามารถอยู่ร่วมกันได้ แต่ผู้พิถีพิถันแบบลีนหลายคนโต้แย้งว่าเป้าหมายแบบลีนนั้นขัดแย้งกับการใช้ระบบอัตโนมัติ ระบบอัตโนมัติที่ชาญฉลาดได้กลายเป็นหนึ่งในเสาหลักของระบบการผลิตแบบลีนที่ทันสมัย ซึ่งช่วยให้ผู้ผลิตสามารถแข่งขันในตลาดโลกได้ (Sahoo, 2019) ระบบลีนห้าประการที่เสนอโดย Womack and Jones (1996) จากมุมมองของการผลิต หลักการเหล่านี้ คือ

1. การเพิ่มมูลค่าต้นทุนของผลิตภัณฑ์
2. กำหนดห่วงโซ่คุณค่าสำหรับแต่ละผลิตภัณฑ์และกำจัดของเสีย
3. สร้างกระบวนการที่ไหลผ่านห่วงโซ่
4. ขับเคลื่อนการผลิตและการจัดการสู่ความสมบูรณ์แบบ
5. ขจัดการผลิตมากเกินไป การรอคอย การขนส่ง กระบวนการที่ไม่จำเป็น การเคลื่อนไหว

รูปแบบของเสียเหล่านี้เป็นอาการ ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา แต่สามารถแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบของปัญหากระบวนการในระดับของห่วงโซ่ หรือกระบวนการนั้นๆ อันนำไปสู่การต้องลดความสูญเสียลงและเมื่อมีกระบวนการที่เหมาะสมควรกำจัดออก

คำจำกัดความของความสูญเสีย 10 ลักษณะ

1. ความสูญเสียจากการผลิตมากเกินไป (Waste from overproduction) การผลิตมากกว่าจำเป็นหรือร้องขอ ในการผลิตผลิตภัณฑ์รวมทั้งกระบวนการพัฒนา เมื่อมีความไม่สมดุลของกระบวนการ ตัวอย่างของความสูญเสียนี้คือ การสร้างข้อมูล เอกสารจำนวนมาก

2. ความสูญเสียจากการรอ (Waste from waiting) เกิดขึ้นเมื่อมีการรออะไรบางอย่าง ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลหรือการจัดส่งที่ล่าช้า เมื่อข้อมูลส่งเร็วเกินไปแต่รอสื่อการในการติดต่อ หรือเมื่อคนมีงานมากจนเกินกำลัง ปัจจัยด้านพฤติกรรมที่มีอิทธิพล คือต้องสร้างพฤติกรรมที่ไม่มีการส่งของกลับคืนหรือส่งของล่าช้า

3. ความสูญเสียจากการขนส่ง (Transportation waste) เกี่ยวข้องกับการไม่มีประสิทธิภาพในการรับ-ส่งข้อมูล การรับส่งข้อมูลที่ไม่จำเป็น ถ่ายโอนความรับผิดชอบระหว่างบุคคลหรือหน่วยงาน

หลายหน่วยงานจนมากเกินความจำเป็น ต้องหาวิธีลดระยะทาง วิธีในการสื่อสาร ทั้งมีการปรับทิศทางใหม่ เพื่อแก้ปัญหาในการดำเนินการงานที่คล้ายคลึง

4. ความสูญเสียจากกระบวนการที่ไม่จำเป็น (Waste from unnecessary processes) สามารถเข้าใจได้ผ่านกระบวนการที่ไม่ได้เพิ่มประสิทธิภาพ รวมทั้งกิจกรรมหรือฟังก์ชันที่ไม่เพิ่มคุณค่า เช่น ต้องการการอนุมัติมากเกินไป เกี่ยวข้องกับการใช้งานอย่างไม่เหมาะสม ความสามารถ เครื่องมือหรือวิธีการและการโต้ตอบมากมาย

5. ความสูญเสียจากการเคลื่อนไหว (Waste from Movement) เมื่อผู้คนต้องไปที่ไหนสักแห่งเพื่อค้นหาข้อมูลเข้าถึงเครื่องมือกระทั่งการแสวงหาข้อมูลไม่ว่าจะเป็นทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือสื่อคู่มือ รวมทั้งการโยกย้ายสินค้า ผลิตภัณฑ์ ไปมาโดยไม่เกิดประโยชน์ กระทั่งเกิดของเสีย จากการเคลื่อนไหว ผลที่ตามมาคือ วิกฤตการณ์การจัดการ การหมุนเวียนคน ความผิดพลาดซ้ำ เป็นต้น

6. ความสูญเสียจากความบกพร่อง (Waste from Defects) ปรากฏในรูปแบบของข้อมูลที่ไม่ถูกต้องหรือข้อมูลในข้อมูลจำเพาะ หรือฟังก์ชันของผลิตภัณฑ์ ตัวผลิตภัณฑ์ที่เป็นข้อบกพร่องในคุณลักษณะของคุณภาพ หรือของข้อมูล ทั้งการเข้าถึง ความเกี่ยวข้อง โอกาส และความง่ายในการตีความและยังรวมถึงการวิจารณ์ การทดสอบที่ไม่ดี การตรวจสอบปัจจัยที่เน้นเรื่องความสูญเสียเหล่านี้ ได้แก่ การขาด ความรู้ข้อเสนอแนะเล็กน้อยสำหรับการปรับปรุง ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่ไม่พอใจ และงานที่รีบเร่ง

7. ความสูญเสียจากสต็อกในปริมาณมาก (Waste from Stock) ความแตกต่างกันของข้อมูลกับของที่มีอยู่ในคลังสินค้าที่มีความไม่สอดคล้อง หรือสินค้าที่รอดำเนินการหรือควรได้รับการจัดการขจัดทิ้ง แต่ไม่ได้รับการดำเนินการ ได้แก่ อุปกรณ์ต่างๆ และต้นแบบผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุ การจัดเก็บที่ไม่ได้มาตรฐานทำให้ ความแปรปรวนของระบบสูง การขาดควบคุม ข้อมูลเก่าและล้าสมัย

8. ความสูญเสียจากการคิดค้นสิ่งใหม่ (Waste from Reinvention) สามารถเข้าใจได้ถึง การคิดไม่รอบคอบเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์สูงสุดกับการคิดค้นใหม่ รวมถึงความล้มเหลวในการใช้โซลูชันที่มีอยู่ และประสบการณ์ที่ได้รับจากการพัฒนาครั้งก่อน ส่งผลต่อคุณภาพและประสิทธิภาพของการพัฒนา เมื่อความสูญเสียเกิดจากการคิดค้นใหม่ หรือในกระบวนการแก้ปัญหาผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่แล้ว การปรับเปลี่ยนเล็กเพียงน้อยเพื่อให้เหมาะสมกับปัญหาที่เกิดขึ้น แสดงถึงการคิดไม่ถี่ถ้วนของวิศวกรรมหรือผู้เกี่ยวข้อง

9. ความสูญเสียวินัยในกระบวนการรวมถึงปัจจัยพื้นฐาน (Waste from Lack of Discipline) ที่หากไม่ปฏิบัติตามจะทำให้เกิดความสับสนในการพัฒนางาน เช่น เป้าหมายไม่มีความชัดเจน ขาดวินัยในการวางแผน จะทำให้ร่วมมือไม่เพียงพอ การขาดความสามารถและการฝึกอบรมที่ไม่ดี การขาดระเบียบวินัยทำให้เกิดปัจจัยด้านพฤติกรรมขัดแย้ง ความสามารถที่บกพร่องในการทำงาน อันได้รับผลตอบรับเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีเลย

10. ความสูญเสียจากส่วนประกอบเทคโนโลยีสารสนเทศ (Waste from Lack of IT integration) ฮาร์ดแวร์ซอฟต์แวร์เครือข่าย ความท้าทายในการวางแผนทั้งหมดให้ทำงานร่วมกันได้อย่างเหมาะสม กระบวนการพัฒนาในลักษณะบูรณาการที่ทำให้ใช้งานได้จริงของเครื่องมือในปัจจุบันและอนาคต เมื่อเกิดความไม่ลงรอยกันระหว่างซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ หรือไม่สามารถปฏิบัติตามข้อกำหนดและข้อมูลจำเพาะในแง่ของความเร็ว ความน่าเชื่อถือ การยศาสตร์ การปรับปรุง ก่อให้เกิดความสูญเปล่าจากการขาดการบูรณาการด้านไอที (Bauch, 2004; Oehmen, 2010; Oppenheim, Murman and Secor, 2010; Pessôa, Seering, Rebentisch and Bauch, 2009)

การพัฒนาหรือการปรับปรุงการทำงานด้วยระบบลีน ประกอบด้วยหลายปัจจัย

1. การสื่อสาร (Communication) คือ ความสัมพันธ์ระหว่างแผนก รวมถึงการเสนอสิ่งจูงใจให้การคิดเชิงวิพากษ์และสหสาขาวิชาชีพด้วยภาษากลาง

2. การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง โดยการสนับสนุนหลักการไคเซ็น ในการพัฒนางาน

3. การประยุกต์ใช้แนวปฏิบัติที่ดีที่สุด โดยการระบุกระบวนการเครื่องมือที่ทันสมัยและเหมาะสมกับงาน ใช้หลักการสากล

4. คุณค่าของความรู้ การบันทึกบทเรียนที่ได้รับให้เป็นแนวทางการปฏิบัติที่ถูกต้อง และการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับผู้เชี่ยวชาญ

5. กำหนดมาตรฐาน คิดค้นวิธีการที่กำหนดไว้เพื่อการขับเคลื่อนงานโดยทำให้สิ่งต่าง ๆ ง่ายขึ้น

6. มุ่งเน้นไปที่ความต้องการของลูกค้า เป็นผู้กระตุ้นให้เกิดการเริ่มต้นดำเนินการซึ่งนำไปสู่ความได้เปรียบในการแข่งขัน

7. การกล้าคิดกล้าแสดงออกในความเห็น การมีส่วนร่วมของพนักงานในฐานะส่วนหนึ่งของกระบวนการจัดหาสิ่งจูงใจให้กับแนวคิดและข้อเสนอแนะของพวกเขาและการลงทุนในการฝึกอบรม (Dal Forno, Forcellini, Kipper and Pereira, 2016)

การผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) คิดค้นโดยศาสตราจารย์ด็อก เตอร์ เจมส์ วอแม็ก (James P. Womack) ปี ค.ศ. 1990 ศึกษาโรงงานผลิตรถยนต์โตโยต้า มีการสร้างรถยนต์หลายรูปแบบ นำไปสู่การพัฒนารูปแบบการผลิตที่เน้นต้นทุนการผลิตต่ำ ออกแบบระบบเพื่อลดความสูญเปล่าทั้งยังเน้นประสิทธิภาพสูงด้วยต้นทุนที่ต่ำ และมีความหยืดหยุ่นเป็นต้นแบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in Time) การผลิตแบบลีน (Lean) ซึ่งมีรากฐานมาจากระบบการผลิตโตโยต้า (Toyota Production System) (พฤทธิพงศ์ โพธิวราพรรณ, 2548) แนวคิดลีนเป็นแนวคิดเรื่องการลดความสูญเสียและสูญเปล่าของกระบวนการผลิต (Dennis, 2015; LASI Trainers, 2020) เพื่อให้ได้เน้นคุณค่าของผลิตภัณฑ์โดยพยายามกำจัดองค์ประกอบที่ไม่ทำให้เกิดคุณค่าออกไป ในขณะเดียวกันก็

พัฒนากระบวนการที่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มที่ลูกค้าต้องการตลอดห่วงโซ่ โดยไม่เน้นการลงทุนในเทคโนโลยีชั้นสูง แต่จะมุ่งเน้นไปที่ตัวพนักงานและการไหลของงานเป็นสำคัญ (Nilubon, 2019)

คุณลักษณะการผลิตแบบลีน เป็นการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just-In-Time) เป็นการผลิตหรือส่งมอบสินค้าที่ต้องการตามเวลาที่ต้องการด้วยจำนวนที่ต้องการ ประกอบด้วย

1.คุณลักษณะแบบลีน

1.1 การไหลของวัสดุเป็นแบบดึง (Pull Method) การผลิตสินค้าเมื่อต้องการเพื่อให้สินค้าคงคลังคลังต่ำ

1.2 สั่งผลิตจำนวนน้อยในแต่ละครั้ง (Small Lot Size Production) กำหนดขนาดจำนวนการผลิตเพื่อให้สินค้าคงคลังต่ำ

1.3 ขจัดความสูญเปล่า (Waste; Muda) 7 ประการ ได้แก่ การผลิตมากเกินไป การรอคอย การขนส่ง ระยะทาง กระบวนการที่ขาดประสิทธิภาพ สินค้าคงคลังมากเกินจำเป็น การเคลื่นไหวที่ไม่จำเป็น และของเสียในกระบวนการผลิต

1.4 จัดสมดุลการไหลในสายการผลิต ให้ภาระงานเท่าๆกันในทุกสถานีงาน

1.5 จัดให้เป็นกระบวนการที่มีการไหลอย่างต่อเนื่อง

1.6 มีกิจกรรมปรุงปรุงเพื่อลดความสูญเปล่าอย่างต่อเนื่อง ที่เรียกว่ากิจกรรมไคเซ็น

2. กระบวนการผลิตแบบเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการผลิตที่สามารถหยุดการทำงานได้ด้วยตนเอง (Automatic stop function) เพื่อรักษาคุณภาพของสินค้าในทุกขั้นตอน แนวคิดลีนมีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มคุณค่าจากมุมมองของลูกค้าภายในและภายนอก โดยสามารถใช้เครื่อง เทคนิค ได้หลากหลาย เพื่อกำจัดความสูญเปล่า (Ward, 2007; Womack, Jones and Roos, 1990) การดำเนินกิจกรรมลีนแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับบริบทและผลลัพธ์ที่องค์การแต่ละต้องการ (Lewis, 2000)

โดยแนวคิดลีนมีหลักการ 5 ประการของลีน (5 Leans Principles)

1. การนิยามคุณค่า (Value Definition) กำหนดคุณค่าของสินค้าตามความต้องการของลูกค้าภายในและภายนอก

2. การแสดงสายธารคุณค่า (Identify Value Stream) การเขียนแผนภาพกระแสคุณค่า เริ่มตั้งแต่การออกแบบ การวางแผนการผลิต การจำหน่าย เพื่อแสดงการสร้างคุณค่าในขั้นตอนการดำเนินงานทุกขั้นตอน ทำให้เห็นภาพรวมของความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตได้ชัดเจน

3. การไหล (Flow) การสร้างการไหลของกระบวนการแบบมีคุณค่าให้สินค้า กระบวนการเป็นไปอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ไม่มีเส้นทางย้อนกลับการรอคอย

4. การดึง/ทันเวลาพอดี (Pull) การสร้างสมดุลแลความสัมพันธ์ของปริมาณการผลิตตามความต้องการของลูกค้า

5. ความสมบูรณ์แบบ (Perfection) การเพิ่มคุณค่าและการกำจัดความสูญเปล่า โดยค้นหาความสูญแปล่าที่ถูกซ้อนไว้ และกำจัดออกอย่างต่อเนื่อง (อติชา วัชรานุรักษ์, 2552)

กิจกรรมการผลิตแบบลีนได้ถูกนำมาเรียบเรียงและใช้งานในทุกๆอุตสาหกรรม (Dennis, 2015) ตั้งแต่อุตสาหกรรมยุค 3.0 เป็นพื้นฐานให้กับการปรับปรุงด้วยกิจกรรมการผลิตแบบลีนในยุคอุตสาหกรรม 4.0 ระบบอัตโนมัติ (Automation system) ถูกพูดถึงหลักจากทำกิจกรรมปรับปรุงกระบวนการผลิตแบบลีน (Kloawnamtai Lawton, 2007) ลีนออโตเมชั่น (Lean Automation) (Kolberg and Zuhlke, 2015) เป็นการบูรณาการร่วมกันระหว่างกระบวนการผลิตแบบลีนและเทคโนโลยีอัตโนมัติ รวมถึงการใช้อินเตอร์เน็ตเชื่อมโยงกัน เพื่อมองหากิจกรรมที่ไม่มีคุณค่าและกำจัดออกด้วยกิจกรรมไคเซ็นอย่างต่อเนื่อง ท้ายสุดจนเป็นการผลิตที่มีพนักงานน้อยที่สุดและสามารถติดตามกระบวนการได้อย่างรวดเร็ว องค์ประกอบสำหรับการบูรณาการการผลิตแบบอัตโนมัติ

1. ความสูญเสีย (Loss) ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักร ดัชนีชี้วัดที่นิยมใช้คือประสิทธิภาพผลโดยรวมของเครื่องจักร (Over Equipment Effective; OEE) มีความสูญเสีย 3 ประการ

1.1 ความสูญเสียที่เกี่ยวกับเวลาปฏิบัติงาน (Availability)

1.2 ความสูญเสียที่เกี่ยวกับประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance rate)

1.3 ความสูญเสียที่เกี่ยวกับอัตราคุณภาพ (Quality rate)

2. อุปกรณ์ เครื่องจักร อุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์ เซ็นเซอร์ แผงควบคุม หน้าจอแสดงผล

3. อินเตอร์เน็ต อุปกรณ์ต่างๆที่เชื่อมโยงหรือส่งข้อมูลถึงกันได้ด้วยอินเตอร์เน็ต ข้อมูลกระบวนการผลิตทั้งหมด ถูกเก็บในฐานข้อมูล (Data Storage) ซึ่งสามารถประมวลผลออกมาเป็นแผนภูมิทางสถิติ แสดงออกมาเป็นภาพ (Visualization) ให้เห็นได้ตลอด ทำให้สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดหรือปรับปรุงแก้ไขได้ทันที

การพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์แบบลีน (Lean Product Development : LPD) การพัฒนาผลิตภัณฑ์และประยุกต์ใช้สิ่งต่างๆ เพื่อให้ได้ตรงตามความต้องการของลูกค้า หลักการและแนวทางปฏิบัติของ LPD ในอุตสาหกรรมการผลิต อุตสาหกรรมจำเป็นต้องมีกรอบของการพัฒนาผลิตภัณฑ์แบบลีน เพื่อพัฒนากิจกรรม การทำงานที่มีความเกี่ยวข้องกับความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นภายในองค์กรอันเป็นการช่วยเติมเต็มให้กับวัตถุประสงค์ขององค์กร และขจัดความสูญเสียออกจากองค์กรจากการปรับปรุงกิจกรรมต่างๆ (Vamsi, Jasti and Kodali, 2014) โดยทั่วไปองค์กรพัฒนาผลิตภัณฑ์มีหลายแง่มุมเนื่องจากความซับซ้อนของผู้ผลิต และความต้องการสินค้าของลูกค้า มุมมองที่เป็นระบบจึงมีความสำคัญยิ่ง (Liker and Morgan, 2006) ตัวบ่งชี้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทั่วไป ได้แก่ ต้นทุน คุณภาพ การส่งมอบ และความรวดเร็วสู่ตลาด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการปรับปรุง รวมถึงระดับความพึงพอใจของลูกค้า องค์กรแบบเดิมๆ มุ่งเน้นการวัดผลตอบแทนจากการลงทุนเท่านั้น การจัดทำโครงการต้นทุนและกำไรต่อผลิตภัณฑ์ ในขณะที่ LPD ให้ผลตอบแทนจากการลงทุนกับตลาด แบ่งปันเพื่อ

จัดการการพัฒนา คำนวณเวลา เพิ่มมูลค่าให้กับนักออกแบบ ทั้งยังสามารถประมาณการความน่าจะเป็นของความล้มเหลว เวลาการเรียนรู้ รอบการเรียนรู้ต้นทุน และระยะเวลารอคอย อันจะเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงความคิดสร้างสรรค์ขององค์กรด้วย (Ward, 2007) มีการศึกษาระหว่าง LPD กับ Six Sigma ผลปรากฏว่าการควบรวมการออกแบบสำหรับ Six Sigma และ LPD ช่วยให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้นในการกำจัดต้นทุนและของเสียในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Gremyr and Fouquet, 2012) การปรับปรุงและคุณภาพอย่างต่อเนื่องด้วยการลดของเสีย และบูรณาการกระบวนการต้นน้ำและปลายน้ำอย่างเป็นระบบ เป็นส่วนหนึ่งของห่วงโซ่คุณค่าแบบลีน องค์กรผู้ผลิตส่วนใหญ่ได้ปรับปรุงกระบวนการบางประเภทจนเกิด “ความคิดริเริ่มแบบลีน” แพร่กระจายไปยังอุตสาหกรรมบริการ การแก้ไขอย่างรวดเร็วเพื่อลดเวลาในการผลิตและต้นทุน และเพิ่มคุณภาพ อาจไม่ได้สร้างวัฒนธรรมการเรียนรู้ที่แท้จริง หลักการจัดการของ Toyota Production System (TPS) ที่นำไปใช้ได้นอกเหนือจากการผลิตไปจนถึงกระบวนการทางเทคนิคหรือบริการใดๆ เป็นแนวทางระบบจริงที่มีประสิทธิภาพรวมผู้คน กระบวนการ และเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน เป็นสิ่งที่ต้องนำมาใช้อย่างต่อเนื่อง ครอบคลุมและประสานความพยายามเพื่อการเปลี่ยนแปลงและการเรียนรู้ทั่วทั้งองค์กร

Process Subsystem	People Subsystem	Tools and Technology
1. Establish Customer-Defined Value to Separate Value-Added from Waste. 2. Front-Load the Product Development Process to Explore Thoroughly Alternative Solutions while there is Maximum Design Space. 3. Create a Leveled Product Development Process Flow. 4. Utilize Rigorous Standardization to Reduce Variation, and Create Flexibility and Predictable Outcomes.	5. Develop a Chief Engineer System to Integrate Development from Start to Finish. 6. Organize to Balance Functional Expertise and Cross-functional Integration 7. Develop Towering Technical Competence in all engineers. 8. Fully Integrate Suppliers into the Product Development System. 9. Build in Learning and Continuous Improvement. 10. Build a Culture to Support Excellence and Relentless Improvement.	11. Adapt Technology to Fit your People and Process. 12. Align your Organization through Simple, Visual Communication. 13. Use Powerful Tools for Standardization and Organizational Learning.

ภาพที่ 1 การพัฒนา 3 ด้านเพื่อการพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์แบบลีน (Liker and Morgan, 2006)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แบบลีนตั้งอยู่บนพื้นฐานของการคิดแบบลีนและหลักการแบบลีนซึ่งเดิมได้รับการพัฒนาในการผลิตแบบลีน หมายถึงวิธีคิดและการปฏิบัติที่เฉพาะเจาะจงโดยเน้นทุกอย่างน้อยลง การใช้ทรัพยากรน้อยลง รวมถึงการทำงานในกระบวนการน้อยลง เวลาน้อยลงและต้นทุน

น้อยลง การผลิตแบบลีนเป็นการผลิตที่ใช้วัตถุดิบในการผลิตน้อยที่สุด มีการใช้ตั้งแต่ ค.ศ. 1903 จากการผลิตรถยนต์ในอเมริกา จากการผลิตทีละคัน เพิ่มขึ้นเป็นการผลิตแบบจำนวนมาก โดยมีการไหลของชิ้นงานอย่างต่อเนื่อง บริษัทรถยนต์ในญี่ปุ่น ปรับปรุงกระบวนการโดยลดความสูญเปล่าในปี ค.ศ. 1970 โดยยึดหลักการของลีน การผลิตที่หลีกเลี่ยงต้นทุนที่สูงของอดีตและความเข้มงวดในการลดต้นทุน ผู้ผลิตแบบลีนและผู้บริหารทีม ต้องมีทักษะหลายอย่าง ทั้งยังต้องเพิ่มความสามารถให้กับคนงานในทุกระดับขององค์กรและเพิ่มความยืดหยุ่นที่สูงขึ้นในงานและการบริหาร เครื่องจักรอัตโนมัติที่มากขึ้นเพื่อผลิตสินค้าจำนวนมาก ในอีกแง่มุมหนึ่งของลีน การผลิตดังกล่าวเป็นวิธีการจัดระเบียบสายการผลิต โดยพนักงานได้รับการกระตุ้นให้มีส่วนร่วมพร้อมข้อเสนอแนะในการปรับปรุงกระบวนการทำงานอย่างต่อเนื่อง (Kaizenในภาษาญี่ปุ่น) ซึ่งจะได้รับความร่วมมือกับวิศวกรอุตสาหกรรมที่มีจำนวนน้อยมาก กลยุทธ์การปรับปรุงอย่างต่อเนื่องสามารถมีประสิทธิผลได้เนื่องจากพนักงานที่มีความใส่ใจและสามารถมีส่วนร่วมได้หากมีแรงจูงใจอย่างเหมาะสมอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากพวกเขาเป็นคนที่เชี่ยวชาญกระบวนการอย่างแท้จริง ที่เป็นผู้คลุคลีกับกระบวนการที่แท้จริง (Ribeiro and Barata, 2011) การผลิตแบบลีนมีส่วนช่วยให้เกิดศักยภาพการแข่งขันที่สูงขึ้นและจากการศึกษาที่ผ่านมามีอิทธิพลทางบวกต่อศักยภาพการแข่งขัน และการใช้เทคโนโลยีในการผลิตเป็นส่วนหนึ่งของคุณลักษณะที่เอื้ออำนวย ไปถึงศักยภาพด้านการแข่งขันโดยตรงมากกว่าการบำรุงรักษาผลผลิตรวม การควบคุมคุณภาพโดยรวม และการผลิตแบบลีน (Womack et al., 1990; พลเทพ พันธุ์ธนากุล, 2558) หลักการคิดแบบลีน 5 ประการ

1. ลูกค้าเป็นสำคัญ

1.1 ลูกค้าให้ข้อมูลเพื่อทำความเข้าใจความต้องการของลูกค้าและสิ่งที่ลูกค้าให้ความสำคัญ ตลอดการพัฒนาสิ่งสำคัญคือต้องมุ่งเน้นที่สิ่งที่มีคุณค่าต่อลูกค้า

1.2 การปรับใช้ฟังก์ชันคุณภาพเปลี่ยนความต้องการของลูกค้าให้เป็นข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์และแผนงานที่มุ่งเน้นเพื่อเพิ่มคุณค่าของลูกค้าให้สูงสุด

1.3 ช่วยลดของเสีย (ต้นทุนสูงและคุณภาพไม่ดี) และเพิ่มมูลค่าสูงสุดในการออกแบบผลิตภัณฑ์ การออกแบบแบบลีนขึ้นอยู่กับการกำหนดต้นทุนเป้าหมายการออกแบบตามต้นทุนการออกแบบสำหรับความสามารถในการผลิต / การประกอบและปัจจัยการออกแบบอื่น ๆ เพื่อความเป็นเลิศ ที่มีความสำคัญต่อการส่งมอบสิ่งที่ลูกค้าให้ความสำคัญและสิ่งที่จะช่วยเพิ่มความสามารถในการทำกำไรของบริษัท

1.4 แพลตฟอร์มและการออกแบบใช้ซ้ำเพื่อลดต้นทุนการพัฒนาที่ไม่เกิดขึ้นประจำ เพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์และเปิดใช้งานขนาดชุดงานที่เล็กลง (ความพยายามในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ไม่เกิดขึ้นซ้ำน้อยลง)

1.5 การสำรวจทางเลือกอย่างรวดเร็วเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาโซลูชันที่เหมาะสมยิ่งขึ้นเพื่อเพิ่มมูลค่าสูงสุดให้กับลูกค้า การออกแบบตามชุดจะสำรวจทางเลือกควบคู่กันไปค่อยๆ จำกัด ทางเลือกให้แคบลงจนได้โซลูชั่น

2. ระบุกระแสแห่งคุณค่าและลดความสูญเปล่า

2.1 การพัฒนาปรับปรุงกระบวน เพื่อหลีกเลี่ยงขั้นตอนกระบวนการและลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็น กำจัดระบบที่เกิดความล่าช้า และทำแผนงานเพื่อกำจัดขยะ

2.2 จัดสถานที่ทำงาน 5 ส และข้อมูลเพื่อลดเวลาที่ต้องใช้ในการค้นหาข้อมูลและดำเนินกิจกรรมการพัฒนา เครื่องมือต่างๆเช่นการจัดการวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ ช่วยจัดระเบียบข้อมูลผลิตภัณฑ์ควบคุมการเข้าถึงและจัดการสนับสนุนข้อมูลทั้งหมดได้ง่ายขึ้น

2.3 กำหนดมาตรฐานวิธีการทำสิ่งต่างๆ เช่น กระบวนการมาตรฐาน ฟอร์มเอกสารรายการรวมถึงแบบตรวจสอบและอื่น ๆ

2.4 การรวมเครื่องมือและออกแบบเพื่ออำนวยความสะดวกในการแลกเปลี่ยนข้อมูลปรับปรุงกระบวนการและลดเวลาในการทำงาน

3. การสร้างกระบวนการทำงานที่เป็นระบบ

3.1 การจัดการกระบวนการทำงานให้สามารถควบคุมได้ และไม่ปล่อยให้มีกระบวนการที่มากเกินไป ป้องกันการสะสมของงานระหว่างกระบวนการและเวลาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

3.2 Flow Process และ Pull Scheduling ดึงการทำงานอย่างต่อเนื่องเมื่อทรัพยากรพร้อมใช้งาน (Kanban) การวางแผนทีมและการจัดการภาพช่วยให้เข้าใจสถานะการพัฒนาและการดำเนินการที่จำเป็นได้ดีขึ้น เรียนรู้การทำงานกับข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ซึ่งทำให้สามารถเริ่มงานได้เร็วขึ้นและต้องทำกิจกรรมควบคู่กันไป

3.3 ลดขนาดการผลิตผ่านการกำหนดมาตรฐานและการพัฒนาแพลตฟอร์มซึ่งช่วยให้การทำงานราบรื่นขึ้นและมีพนักงานที่มีระดับมากขึ้น

3.4 ปรับกิจกรรมกับสมาชิกในทีมโครงการบ่อยๆและใช้เครื่องมือเช่นเมทริกซ์โครงสร้างการออกแบบเพื่อทำความเข้าใจการโต้ตอบและเทคนิคการจัดการภาพเพื่อกำหนดสถานะและปัญหา

3.5 เลื่อนความมุ่งมั่นตามความเหมาะสมเพื่อให้ตัวเลือกเปิดกว้างและตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงหลีกเลี่ยงการตัดสินใจก่อนเวลาอันควรและสร้างมูลค่าให้กับลูกค้ามากขึ้น

4. เสริมพลังให้กับทีม

4.1 Cross-Functional Team เป็นวิธีการสร้างเซลล์ทำงานที่มีสาขาวิชาที่จำเป็นเพื่อดำเนินกิจกรรมการพัฒนาที่รวดเร็วยิ่งขึ้น ทีมปรับปรุงการสื่อสารการประสานงานและการทำงานร่วมกันโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อจัดวางร่วมกันเหมือนในเซลล์ทำงาน

4.2 การเพิ่มขีดความสามารถของบุคลากรช่วยให้ทีมสามารถวางแผนโครงการของตนเองและกำหนดวิธีที่จะมอบคุณค่าให้กับลูกค้าได้ดีที่สุด สมาชิกในทีมควรมีความใกล้ชิดกับความเข้าใจลูกค้าเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตมากที่สุดเพื่อให้อยู่ในตำแหน่งที่ดีที่สุดในการตัดสินว่าจะส่งมอบคุณค่าให้กับลูกค้าและ บริษัท อย่างไร (เช่น ความสามารถในการทำกำไร)

4.3 ทรัพยากรที่เหมาะสมในแง่ของจำนวนคนที่เหมาะสมในเวลาที่เหมาะสมและด้วยทักษะและประสบการณ์ที่เหมาะสมช่วยให้สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์แบบลีน

5. เรียนรู้และปรับปรุง

ขยายการเรียนรู้โดยการรวบรวมความรู้จัดระเบียบความรู้และข้อมูลและทำให้ผู้อื่นพร้อมใช้งานเพื่อหลีกเลี่ยงการเรียนซ้ำที่เสียค่าใช้จ่ายและใช้เวลานาน สร้างฐานความรู้แนวทางการออกแบบตารางต้นทุนเส้นโค้งประสิทธิภาพ ฯลฯ รวบรวมบทเรียนที่ได้รับ ดำเนินการตรวจสอบผลิตภัณฑ์และกระบวนการที่คล้ายกันเพื่อระบุปัญหาและเรียนรู้ในช่วงต้นของโครงการ (Solutions, 2019)

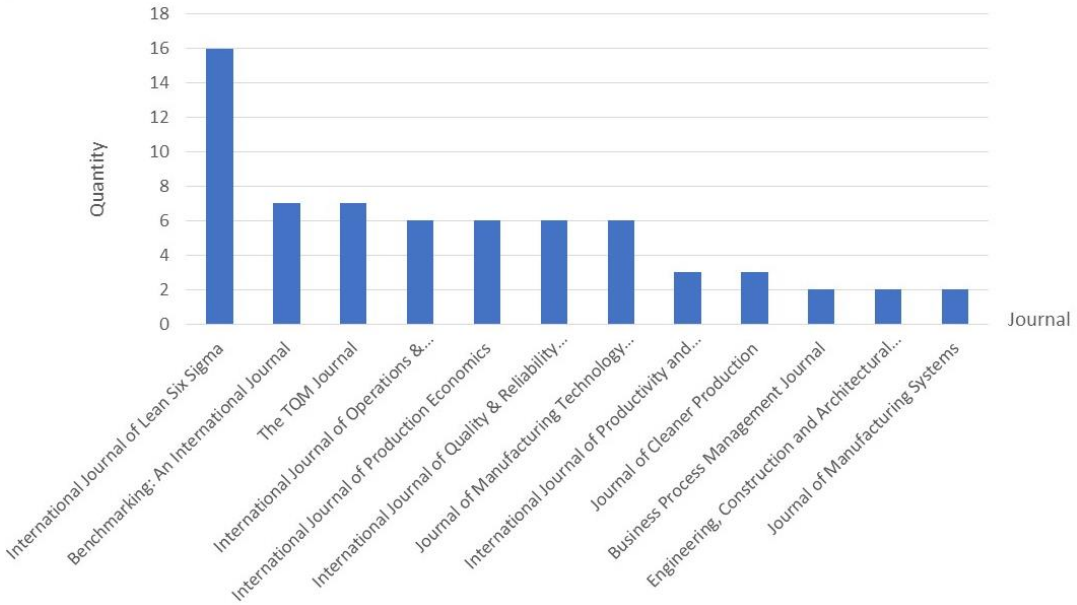
การเพิ่มระดับความสำเร็จในการดำเนินงานแบบลีน ควรมีการให้ความรู้กับพนักงาน ถึงการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง โดยภาษาต้องเข้าใจง่าย และมีการทบทวนเป็นประจำ ควรเน้นให้มีการยอมรับในการเปลี่ยนแปลง ให้พนักงานได้มีสิทธิออกความคิดเห็นอย่างต่อเนื่อง รวมถึงเสนอข้อควรปรับปรุงในงานของตนเอง ทั้งควรส่งเสริมการทำงานเป็นทีมเพื่อให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทั้งมีการกำหนดเป้าหมายเพื่อเพิ่มความท้าทาย โดยเป้าหมายนั้นต้องชัดเจน วัดได้ และสามารถปฏิบัติได้จริง อยู่บนพื้นฐานความเป็นจริง รวมทั้งสามารถกำหนดเวลาได้อย่างแน่นอน มีระบบการจูงใจด้วยการให้รางวัล หรือค่าตอบแทนในการปฏิบัติงานแบบลีนเพื่อลดปริมาณการรองานระหว่างการผลิตสุดท้ายต้องได้รับการสนับสนุนเป็นนโยบายจากผู้บริหารองค์กร การดำเนินงานบริหารต้องสอดรับกับการกำหนดข้อปฏิบัติงาน (อรดี พฤติศรัณยนนท์, 2560) การปรับปรุงกระบวนการผลิตแบบลีน และด้วยความสามารถของการปรับปรุงกระบวนการโดยการใช้ ซิกส์ซิกมา เมื่อมีการปรับปรุงลีนในกระบวนการมากขึ้นเท่าไร จะส่งผลให้การออกแบบระบบอัตโนมัติมีรายละเอียดและขั้นตอนของการออกแบบแบบบูรณาการมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้การปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตในปัจจุบันเพื่อให้ไปถึงการใช้ระบบกึ่งอัตโนมัติหรือการใช้อัตโนมัติเต็มรูปแบบ มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง และจะเป็นประโยชน์อย่างมากกับผลิตภัณฑ์ที่มีการสั่งซื้อเป็นลักษณะที่คงที่ ทั้งนี้การใช้ระบบอัตโนมัติ ผู้ควบคุมเครื่องและระบบต้องมีความพร้อมในด้านเทคนิคและความรู้อย่างมาก (ประภัสสร ตันติพันธุ์วดี และคณะ, 2563)

4.1 การทบทวนวรรณกรรมแนวคิดลีน (Lean Review)

การค้นหาจากฐานข้อมูลที่มีชื่อเสียงต่างๆ ด้วยคำว่า Lean Automation โดยกำหนดช่วงปี 2015-2021 จากการศึกษาพบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบลีนมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นอยู่ใช้ช่วงปีดังกล่าว (Psomas, 2021; Teixeira et al., 2021) ทำการทบทวนวรรณกรรมจาก 3 วารสาร ได้แก่ Emerald, Elservier, Springerlink และ 1 การค้นคว้า Online ได้แก่ google scholar คัดเลือกเฉพาะงานตีพิมพ์ที่เป็นงาน Review และงานวิจัย Research Paper แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนหลัก

1. วางแผนการทบทวน จากวัตถุประสงค์งานวิจัย และกำหนดคำพื้นฐานจากการค้นหาด้วย Key word : Lean Automation, Robotic, Robotic Process Automation, Lean, Sig sigma, Kaizen, TQM พบวารสารที่เกี่ยวข้องมากกว่า 2,000 รายการแต่ไม่พบบริบทการศึกษาของ Lean Automation ในเชิงประจักษ์ พบบางรายการเป็นการ Review และเชื่อมโยงถึงลักษณะการทำงานใน Hard Lean และ Soft Lean ผู้วิจัยจึงคัดเลือกงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับลีนและระบบอัตโนมัติบางรายการมาเพื่อใช้ในงานทบทวนวรรณกรรมก่อนหน้าเพื่อทำความเข้าใจในบริบทของลีน และระบบอัตโนมัติ

2. ดำเนินการตรวจสอบ เมื่อทำความเข้าใจในบริบทของลีน จึงคัดเลือกเกณฑ์ที่ใช้ในการศึกษาโดยใช้ Keyword : Automation, Lean, Empirical, Food Industrial โดยกำหนดช่วงปี 2015-2021 ได้งานวิจัยมาทั้งหมด 860 เรื่องผู้วิจัยสกัดงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากการอ่านชื่อเรื่องและบทนำเพื่อคัดเลือกงานวิจัยให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์งานวิจัย ได้งานวิจัยที่เกี่ยวข้องหลักทั้งหมด 110 เรื่อง ผู้วิจัยศึกษาในบริบทและผลของงานวิจัยพบงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องในเชิงลึกกับการศึกษาบริบทของ Lean Automation ทั้งหมด 30 งานบทความ



ภาพที่ 2 แสดงชื่อวารสารในบทความทั้ง 110 บทความ

จากบทความที่มีความเกี่ยวข้องกับลีนทั้งหมด 110 บทความ มีการตีพิมพ์ในวารสาร International Journal of Lean Six Sigma มากที่สุดจำนวน 16 ความ ทำให้มีวารสารที่ตีพิมพ์ 2 บทความทั้งหมด 12 วารสารรวม 66 บทความและมีวารสารที่มีบทความเพียง 1 บทความจำนวน 44 วารสาร

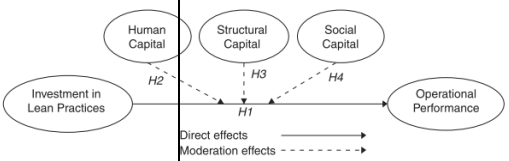
3. รายงานและการเผยแพร่ ตารางบริบทที่เกี่ยวข้องตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 บริบทงานวิจัยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ Lean เพื่อเชื่อมโยงสู่ Lean Automation

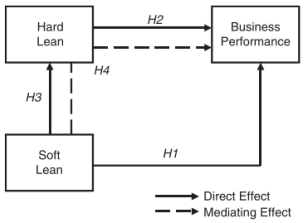
ลำดับ	รายละเอียดบทความ	สาเหตุของการศึกษา	ผลงานวิจัย	ตัวแปรที่พบ
1.	(Psomas and Antony, 2019) **Listerature Revirw** **(Emerald)**	ระบุช่องว่างการวิจัยจำนวนมากใน LM และมีการเปิดเผยประเด็นสำคัญของช่องว่างเหล่านี้ด้วยอะไรคือช่องว่างการวิจัยในที่มีอยู่เกี่ยวกับ LM	การเพิ่มขึ้นของบทความ LM ประเด็นแบบลีนก็เพิ่มขึ้น LM จะได้รับการพัฒนาต่อไปในวงกว้างทั่วทั้งภาคการผลิต การวิจัยและให้ข้อมูลนี้เพื่อประโยชน์ของชุมชนวิชาการ หรือที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนก่อนการดำเนินการ (เช่น ทฤษฎีลีน คำจำกัดความ กลยุทธ์ อุปสรรค ปัจจัยความสำเร็จที่สำคัญ การเรียนรู้ กรอบแนวทางการนำไปปฏิบัติ และปัจจัยมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับแบบลีน ระยะการดำเนินการเอง (เช่น การจัดการของเสีย ประเด็นการดำเนินการแบบ Lean การประเมินการดำเนินการแบบ Lean และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบแบบ Lean)	lean manufacturing (LM)
2.	(Åhlström et al., 2021) **Listerature Revirw** **(Emerald)**	(1) การศึกษาในองค์กรชั้นนำหลายกรณีการปฏิบัติยังล้ำหน้าทฤษฎี (2) Enterprise Excellence และ Enterprise of the Future คืออะไร มีขอบเขตอย่างไร และจะนำไปปฏิบัติ จัดการ และยั่งยืนได้อย่างไร	คิดเห็นแบบลีน เป็นเพียงการผลิตที่โตโยต้าใช้เป็นเทคนิคที่ครอบคลุมหลายแง่มุมของบริษัท ลีนคือคำอธิบายถึงแม้จะยังไม่สมบูรณ์ว่าระบบทำงานอย่างไร ในประเทศที่แตกต่างกัน การใช้งานแบบลีนนั้นส่วนใหญ่จำกัดเฉพาะในโรงงานผลิต เน้นที่องค์ประกอบ	Lean Digital Sustainable

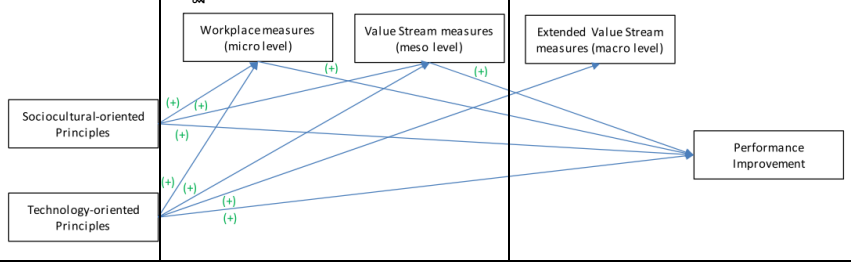
		(3) การบูรณาการด้านบุคลากรเพิ่มเติม เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานแบบลีนส่วนใหญ่ยังคงมาจากการปฏิบัติงานหรือภูมิหลังทางวิศวกรรม	ทางเทคนิคเป็นหลักโดยไม่สนใจองค์ประกอบทางสังคม ความสำคัญของทฤษฎีลีนที่จะก้าวหน้าอย่างเป็นระบบและเป็นวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญหลายคนแนะนำให้ใช้ทฤษฎีที่มีอยู่จากสาขาวิชาอื่นเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ลีนที่สังเกตพบและเสนอทางเลือกที่ดี หลายคนเน้นย้ำถึงอุปสรรคในการสร้างทฤษฎีแบบลีน และขอคำจำกัดความที่ดีกว่าแม่นยำยิ่งขึ้น ให้ความสำคัญกับระดับของการวิเคราะห์มากขึ้นภายใต้การแปลงเป็นดิจิทัลที่เพิ่มขึ้น และในบริบทด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน	
3.	(Psomas, 2021) **Listerature Revirw** **(Emerald)**	1.วิธีการวิจัยในอนาคตที่แนะนำ 2. เอกสารที่มีอยู่เกี่ยวกับ LM คืออะไร *3.* หลักของวิธีการวิจัยในอนาคตของ LM คืออะไร	วิธีการวิจัย LM อนาคตจำแนกเป็นธีม ขนาดของตัวอย่างการวิจัยและองค์ประกอบของตัวอย่าง การศึกษาระยะยาวและการใช้การวิเคราะห์ทางสถิติขั้นสูงและเทคนิคการสร้างแบบจำลองเหล่านี้ควรได้รับความสำคัญสูงเมื่อออกแบบวิธีการวิจัย ควรเพิ่มความพยายามในการรวบรวมบริษัทตัวอย่างขนาดใหญ่ บุคคลในโรงงานอื่นๆ ผู้เชี่ยวชาญระบบลีนใน อุตสาหกรรม วิชาการและผู้นำ ผู้มีอำนาจตัดสินใจ ศึกษานอกเหนือจากการสำรวจ เช่น กรณีศึกษา ชาติพันธุ์วิทยา ประเด็นสำคัญ กลุ่มตัวอย่าง การทดลอง การเปรียบเทียบ และการศึกษาเชิงคุณภาพ ควรวิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติขั้นสูง	Lean Lean manufacturing

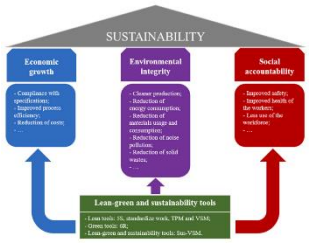
			เช่น การสร้างแบบจำลองสมการโครงสร้าง แบบจำลองการปรับให้เหมาะสม	
4.	(Sanjay Bhasin and Found, 2020) **Listerature Revirw** **(Emerald)**	จุดประสงค์ของบทความนี้คือเพื่อสำรวจส่วนต่อประสานระหว่างกลยุทธ์แบบลีนและการเปลี่ยนแปลงองค์กรโดยพิจารณาจากเอกสารว่าเหตุใดจึงไม่สามารถนำกลยุทธ์แบบลีนไปใช้และ/หรือคงอยู่ต่อไป จาก 1. ความคิด การตัดสินใจ และพฤติกรรมของผู้คน 2. วิธีที่บุคคลสามารถพัฒนาความคิดและการตัดสินใจ 3. การจัดการการเปลี่ยนแปลง 4. สิ่งเร้าที่ขัดขวางบุคคล	Lean เป็นชุดกระบวนการที่ซับซ้อนและเชื่อมต่อถึงกันซึ่งต้องการการเปลี่ยนแปลงระดับกลยุทธ์ควบคู่ไปกับการกำหนดค่าการปฏิบัติงาน ความล้มเหลวแบบลีนส่วนใหญ่เกิดจากวัฒนธรรมที่มีอยู่ การใช้งานต้องเหมาะสมและทันเวลา องค์กรต่างๆ จำเป็นต้องถือว่า Lean เป็นปรากฏการณ์ที่มีพลวัตและมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งหมายความว่า Lean ถูกมองว่าเป็นความมุ่งมั่นระยะยาวที่ไม่มีวันสิ้นสุด การคิดแบบลีนมักจะมีความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือและเทคนิค แต่มักจะล้มเหลวในด้านทิศทาง การวางแผน และการจัดลำดับโครงการที่เพียงพอ มีปัญหาและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ค้นหาแนวทางแก้ไขของตนเองเพื่อให้บรรลุความสำเร็จ จำเป็นต้องจัดกระบวนการที่มีอยู่ใหม่และปรับโครงสร้างผลผลิต กระบวนการประกอบ ห่วงโซ่อุปทานใน สิ่งนี้ช่วยให้ก้าวไปสู่ความสามารถในการแข่งขันที่ดีขึ้นผ่านประสิทธิภาพโดยรวมที่สมบูรณ์แบบ พบว่าเมื่อองค์ประกอบเหล่านี้เข้าที่และ Lean นำมาใช้ด้วยค่านิยมและหลักการที่เหมาะสม ประสิทธิภาพขององค์กรโดยรวมก็ดีขึ้น	Performance Stragy Lean Competitive Advantage

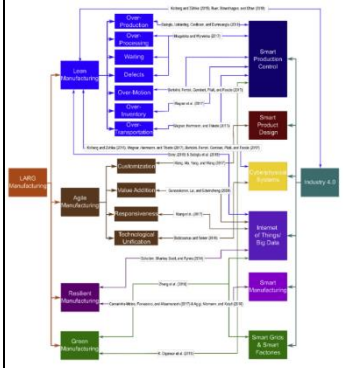
5.	(Onofrei, Prester, Fynes, Humphreys and Wiengarten, 2019) **Research paper** (**Emerald)**	ขาดการศึกษาเชิงประจักษ์ ของผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงานร่วมกันระหว่าง OIC ในฐานะทรัพยากรบนฐานความรู้ และ ILP ประสิทธิภาพของ ILP สามารถเพิ่มขึ้นผ่าน OIC ได้หรือไม่? 1. ILP ส่งผลดีต่อผลการดำเนินงาน 2.โรงงานผลิตที่มีระดับ HUC สูงจะได้รับประโยชน์จากประสิทธิภาพการปฏิบัติงานที่สูงขึ้นจาก ILP เมื่อเทียบกับโรงงานที่มี HUC ในระดับต่ำ 3. โรงงานผลิตที่มีระดับ HUC สูงจะได้รับประโยชน์จากประสิทธิภาพการปฏิบัติงานที่สูงขึ้นจาก ILP เมื่อเทียบกับโรงงานที่มี HUC ในระดับต่ำ  	ประสิทธิภาพอาจเสริมด้วยมิติหรือแนวปฏิบัติอื่นๆ ขององค์กร ส่งผลให้เกิดความสัมพันธ์ที่เสริมประสิทธิภาพการทำงานเสริม การจัดการแบบลีนในการนำ KBV ของบริษัทมาใช้ ความสำคัญของเราสนับสนุนการลงทุนแบบปฏิบัติแบบลีนนำไปสู่ประสิทธิภาพการดำเนินงานที่สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแง่ของต้นทุน คุณภาพ ความยืดหยุ่น และมิติการส่งมอบ ILP ช่วยให้บริษัทต่างๆ สามารถทำผลงานได้ดีกว่าคู่แข่งในมิติประสิทธิภาพการดำเนินงานที่หลากหลาย เป็นนวัตกรรมใหม่ OIC ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการเรียนรู้ขององค์กร และสามารถปรับปรุง ILP HUC และ ILP นอกจากนี้ เราพบว่า STC และ SOC มีผลกระทบเชิงบวกต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานและเพิ่มประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพของ ILP บริษัทที่แบ่งปันความรู้อันมีค่าและส่งเสริมการเรียนรู้ภายในจะบรรลุผลการปฏิบัติงานที่สูงขึ้น STC ทำให้พนักงานสามารถเข้าถึงความเชี่ยวชาญเสริมที่มีคุณค่า ซึ่งนำไปสู่ความสำเร็จของ ILP เพื่อพัฒนาวัฒนธรรมการเรียนรู้แบบเปิด ซึ่งพนักงานสามารถเข้าถึงความรู้ข้ามแผนกตลอดจนความรู้จากพันธมิตรภายนอก (ซัพพลายเออร์และลูกค้า) ความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างประเภทนี้นำไปสู่การ	Investment Lean Practices (ILP) Human Capital (HUC) Structual Capital (STC) Social Capital (SOC) Operational Performance (OIC) H1 (+) H2 (+) H3 (+) H4 (+) Alliance Supplier

			ประสานงานที่ดีขึ้นและการดำเนินการตามแนวทางปฏิบัติแบบลีนเอกสารที่มีอยู่เกี่ยวกับแนวทางปฏิบัติแบบลีนไม่ได้กล่าวถึงความสร้างสรรค์ของแนวทางปฏิบัติแบบลีนและวิธีที่แนวทางปฏิบัติเหล่านี้ควรได้รับการจัดการ	
6.	(Raghuram and Arjunan, 2021) **Research paper** **(Emerald)**	เพื่อพัฒนากรอบการทำงานง่ายๆ สำหรับการออกแบบคลังสินค้าโดยใช้หลักการแบบลีน พิจารณาวัตถุประสงค์หลายประการ เช่น การวางแผนทรัพยากร การจัดการวัสดุ การจัดเก็บ การจัดการสินค้าคงคลัง รวมถึงการขนส่งภายในและภายนอก	สร้างแผนภาพเพื่อตรวจสอบการเคลื่อนไหวของตัวเลือกชุดอุปกรณ์ก่อนและหลังการใช้งาน สิ่งนี้ช่วยปรับปรุงความสามารถในการทำซ้ำและประสิทธิภาพการทำงาน ระยะทางที่เดินทางก่อนและหลังการทำงานแบบลีน ช่วยให้ระยะทางที่เดินทางลดลง 88% เมื่อรวมการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดข้างต้น โมเดลนี้สามารถอยู่ระหว่าง man-to-stock (การเลือกแบบดั้งเดิม) และ stock-to-man สายพานลำเลียง, ASRS ข้อจำกัดที่สำคัญคือสามารถรู้ได้ว่าหลักการแบบลีนที่นำไปใช้ในการดำเนินการ และปรับแต่งให้เหมาะกับแต่ละสถานการณ์ ด้วยเหตุนี้จึงต้องอาศัยความเชี่ยวชาญอย่างมากในเครื่องมือแบบลีนและการจัดการการดำเนินงาน ระยะทางการเดินทางทั้งหมดลดลง 88% สิ่งนี้ได้เปลี่ยนมุมมองของบริษัทอย่างมีนัยสำคัญ และกระตุ้นให้มีการใช้งานที่คล้ายกัน	Lean ASRS Warehouse Performance

7.	(Sahoo, 2019) **Research paper** **(Emerald)**	เพื่อสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างแง่มุมทางสังคมและทางเทคนิคของแนวทางปฏิบัติด้านการผลิตแบบลีนและผลกระทบต่อผลลัพธ์การดำเนินธุรกิจ H1: แนวทางปฏิบัติแบบลีนทางสังคมนั้นสัมพันธ์ในเชิงบวกกับผลการดำเนินธุรกิจ H2: แนวทางปฏิบัติลีนแบบที่ใช้เทคนิคมีความเกี่ยวข้องในเชิงบวกกับผลการดำเนินธุรกิจ H3: การปฏิบัติแบบลีนทางสังคมมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับแนวทางปฏิบัติแบบลีนอย่างเข้มข้น H4: แนวทางปฏิบัติลีนแบบใช้เทคนิคเป็นสื่อกลาง ในความสัมพันธ์ระหว่างแนวทางปฏิบัติแบบลีนทางสังคมและประสิทธิภาพทางธุรกิจ	 ปัจจัยทางสังคมแบบลีนสามารถและด้านเทคนิคช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินธุรกิจได้ และหากมีการเพิ่มปัจจัยทางเทคนิคแบบลีนเข้ามาเป็นตัวกลางเกิดความสัมพันธ์เชิงบวกให้กับประสิทธิภาพแต่มีค่าน้อยกว่า แนวทางปฏิบัติทางสังคมแบบลีนมีอิทธิพลทางอ้อมต่อการดำเนินธุรกิจโดยมีอิทธิพลต่อแนวทางปฏิบัติด้านเทคนิคแบบลีน ดังนั้นปัจจัยเหล่านี้จึงมีความสัมพันธ์และการทำงานร่วมกันที่สำคัญและสิ่งเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของระบบการจัดการแบบลีน	Hard Lean ได้แก่การใช้เทคนิควิธีเพื่อให้บรรลุผลตามแนวทางของลีนอย่างจริงจัง เช่น JIT, TQM, PSS, TPM เป็นต้น Soft Lean ได้แก่การศึกษาความเป็นผู้นำการทำงานเป็นทีม การเสริมอำนาจ เป็นต้น H1 (+) H2 (+) H3 (+) H4 (+)
8.	(G. L. Tortorella, Giglio and van Dun, 2019) **Research paper** **(Emerald)**	เพื่อตรวจสอบบทบาทการเป็นตัวแปรแทรกของเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0 เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการผลิตแบบลีน (LP) และการปรับปรุงประสิทธิภาพการปฏิบัติงานภายในบราซิล	การบูรณาการเทคโนโลยีอัจฉริยะเข้ากับการนำ LP ไปใช้ การปฏิบัติแบบลีนมีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบมากกว่า เนื่องจากอุตสาหกรรม 4.0 ช่วยให้เข้าใจความต้องการของลูกค้าได้ดีขึ้นและเร่งกระบวนการแบ่งปันข้อมูลให้เร็วขึ้น สิ่งนี้ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของพนักงานซึ่งเป็นกุญแจสำคัญใน LP ระดับประสิทธิภาพการศึกษาของเราแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์สำหรับการเชื่อมโยงและการเพิ่มประสิทธิภาพดังกล่าว	lean production (LP) Industry 4.0 Competitive Advantage

			จึงเป็นการเพิ่มความเข้าใจในการนำเทคโนโลยีการผลิตขั้นสูงมาใช้ LP ช่วยสร้างนิสัยและความคิดขององค์กรที่สนับสนุนการปรับปรุงกระบวนการอย่างเป็นระบบ แม้ว่าอุตสาหกรรม 4.0 อาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานในระดับหนึ่ง การเปลี่ยนแปลงขององค์กรทางสังคมและเทคนิคที่ตรงกับ LP ส่งเสริมแนวปฏิบัติและพฤติกรรม ซึ่งเมื่อผสมผสานอย่างเหมาะสมกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในปัจจุบัน ทำให้บริษัทสามารถแข่งขันได้สำเร็จ	
9.	(G. L. Tortorella, Saurin, Filho, Samson and Kumar, 2021) **Research paper** **(Science direct)**	H1: การนำหลักการของ LA มาใช้ส่งผลในทางบวกต่อผลการปฏิบัติงาน H:2 การดำเนินการตามแนวทางปฏิบัติของ LA ส่งผลดีต่อการปรับปรุงประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน H:3 การดำเนินการตามแนวทางปฏิบัติของ LA จะเป็นสื่อกลางเชิงบวกต่อผลกระทบของการนำหลักการของ LA ไปใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน 	**หลักการ**ของ LA สามารถจัดกลุ่มเป็นสองกลุ่มแยกกัน **แนวทางปฏิบัติ**ของ LA สามารถรวมกันเป็นสามกลุ่ม แนวปฏิบัติและหลักการของ LA เหล่านี้มีความสัมพันธ์เชิงบวกและมีนัยสำคัญกับผลการปฏิบัติงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การปฏิบัติของ LA ดูเหมือนช่วยผลกระทบของหลักการของ LA ซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงาน	Lean Automation (LA) Lean Production (LP) Industry 4.0 Performance

10.	(V. Yadav, Jain, Mittal, Panwar and Lyons, 2019) **Research paper** **(Emerald)**	เพื่อทำความเข้าใจการรับรู้ของลีนใน SMEs และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างการปรับใช้แบบลีนและประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน H1: SMEs ใช้แนวทางปฏิบัติแบบลีนในจำนวนที่ จำกัด H2: แบบลีนมีผลกระทบเชิงบวกต่อผลการปฏิบัติงาน	ผลการปฏิบัติงานของบริษัทพบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการนำไปปฏิบัติแบบลีน การนำแนวทางปฏิบัติแบบลีนไปใช้นั้นมีความเกี่ยวข้องในทางบวกกับผลการปฏิบัติงานของ SMEs การศึกษานี้สนับสนุนการรับรู้ทั่วไปของนักวิจัยว่าการยอมรับลีนมีผลกระทบเชิงบวกต่อผลการปฏิบัติงานขององค์กร ลักษณะเหล่านี้สร้างสภาพแวดล้อมที่ดีสำหรับการใช้งานแบบลีน ผลที่ตามมาของลักษณะดังกล่าวคือ SMEs กำลังดำเนินการแบบลีนและได้รับผลประโยชน์จากการทำเช่นนั้น แม้ว่าจะมีข้อจำกัดด้านการเงิน ทรัพยากร การฝึกอบรมและทักษะ	Performance Lean practices Lean
11.	(Teixeira et al., 2021) **Systematic Review** **(Science direct)**	 ประเมินผลการวิจัยในสาขาประยุกต์และวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์นี้ช่วยให้ได้ภาพรวมของวรรณกรรมจำนวนมาก วิธีนี้ยังใช้การวิเคราะห์เชิงปริมาณเพื่อ	แนวคิดของ LG เข้ากันได้ในหัวข้อ LS หลายภาคส่วนได้รับการกล่าวถึงมากที่สุด และวรรณกรรมเห็นพ้องกันว่าลีนช่วยปรับปรุงผลลัพธ์ด้านความยั่งยืน โดยที่ส่วนทางสังคมยังขาดหลักฐานอย่างชัดเจน LGS พื้นที่ทางทฤษฎีได้รับการกล่าวถึงมากที่สุด และแม้ว่าวรรณกรรมส่วนใหญ่จะรายงานว่าการรวม LGS นำไปสู่ผลลัพธ์เชิงบวกสำหรับ	Lean (L) Green (G) Sustainability (S) Lean tools Triple

		แสดงรูปแบบการกระจายเอกสารในหัวข้อ ประเทศ หรือสถาบันเฉพาะ ช่วยในการพัฒนาความรู้	TBL แต่องค์ประกอบทางสังคมไม่ได้เกิดขึ้นเช่นเดียวกัน	bottom line (TBL)
12.	(Agarwal, Bajada, Brown and Green, 2021) **Research paper** **(Springerlink)**	PMP ใดถูกเลือกโดยบริษัทขนาดต่างๆ เพื่อเสริมกลยุทธ์และแนวทางปฏิบัติในการจัดการแบบลีน เกิดการสร้างแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้างแรงจูงใจในการนำแนวทางปฏิบัติแบบลีนมาใช้ (LMS) นั้นเกี่ยวข้องกับ PMP หรือไม่ (2) ไม่ว่า PMP หรือการรวมกันของ PMP จะได้รับอิทธิพลจากลักษณะเฉพาะและโครงสร้างตลาด และ (3) ขอบเขตที่ PMP และ LMS บางอย่างเกี่ยวข้องกับระดับต่างๆ ของการนำ LMP มาใช้	LMS เกี่ยวข้องกับ PMP ทั้งหมด ผลลัพธ์นี้เน้นถึงความซับซ้อนของการพยายามแก้การเชื่อมโยงระหว่าง PMP และแนวทางปฏิบัติแบบลีน แม้ว่าอาจเป็นเรื่องยากที่จะคาดเดาว่าทำไมจึงมีการนำ PMP หลักมาใช้น้อยลงสำหรับบริษัทเหล่านั้นที่ใช้ LMP มากกว่า ผลการวิจัยชี้ให้เห็นถึงโอกาสในการทำงานเชิงคุณภาพที่มีรายละเอียดมากขึ้นเพื่อทำความเข้าใจเหตุผลของ Lean และ PMP ทั้งหมดมีความสัมพันธ์กันอย่างมีการศึกษาการ LMP, LMS และ PMP ที่มีความสัมพันธ์ในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญ	people management practices (PMP) lean manufacturing practices (LMP) lean manufacturing strategy (LMS)
13.	*(*Amjad, Rafique, Hussain and Khan, 2020*)* **Research paper** **(Science direct)**	การสำรวจความเป็นไปได้ของการทำงานร่วมกันระหว่างองค์ประกอบของ LARG Manufacturing กับแง่มุมของ Industry-4.0 	การจัดการ LARG เป็นการบูรณาการด้านสังคมและเทคนิคในระบบการจัดการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสีย ตอบสนองต่อความต้องการที่ผันผวนอย่างรวดเร็ว แนวทางปฏิบัติที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และการนำแนวทางปฏิบัติที่ปราศจากความเสี่ยงมาใช้	Lean Agile Resilient Green Industrial4.0

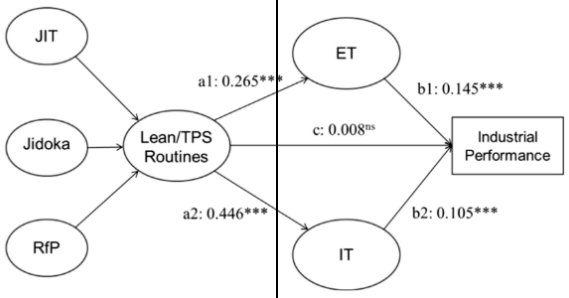
14.	(Amjad, Rafique and Khan, 2021) **Research paper** **(Emerald)**	พัฒนากรอบบูรณาการที่ครอบคลุมซึ่งแบ่งออกเป็น 11 ขั้นตอนและ 31 ขั้นตอนซึ่งแง่มุมต่างๆ ของ Industry 4.0 ได้เสริมกระบวนทัศน์แบบลีน คล่องตัว ยืดหยุ่น และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 	พัฒนาขั้นตอนของการวางแผน การนำไปปฏิบัติ และการรักษาเสถียรภาพสำหรับกระบวนทัศน์แบบลีน คล่องตัว และยืดหยุ่น แม้ว่ากรอบการทำงานจะสิ้นสุดลงที่การผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แต่ระยะการดำเนินการแนะนำว่าควรพยายามอย่างต่อเนื่องเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิต งานวิจัยนี้เติมเต็มช่องว่างทางวรรณกรรมของกรอบการทำงานที่ครอบคลุมซึ่งรวมการผลิต LARG เข้ากับเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0 โดยใช้วิธีการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและหลักการปรับปรุงกระบวนการ กรอบงานที่พัฒนาขึ้นนี้แบ่งออกเป็น 11 ขั้นตอน ได้แก่ 3 ขั้นตอนสำหรับการผลิตแบบลีน 3 สำหรับการผลิตแบบคล่องตัว 3 สำหรับการผลิตแบบยืดหยุ่น และ 2 สำหรับการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	Lean Agile Resilient Green Industrial4.0
15.	(Barbosa, Carvalho and Filho, 2014) **Research paper** **(Springerlink)**	กรอบงานที่เหมาะสมซึ่งใช้ข้อกำหนดและแนวคิดของการผลิตแบบลีนสำหรับการประยุกต์ใช้เฉพาะกับโครงการของกระบวนการผลิตที่มุ่งเป้าไปที่การผลิตแบบอัตโนมัติ	ผลลัพธ์ในบทความนี้ ทำให้มั่นใจได้ว่าการประยุกต์ใช้กรอบการทำงานที่เสนอการปรับปรุงงานด้วยการใช้ระบบอัตโนมัติ จะช่วยให้ระบบการผลิตแข่งขันได้มากขึ้นและเป็นไปตามตัวขับเคลื่อนของอุตสาหกรรมการบิน การพัฒนาเครื่องมือแนะนำให้มีโครงสร้างและวัตถุประสงค์เฉพาะ ส่งเสริมการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์และการลดต้นทุนด้วยเครื่องมือ	Lean manufacturing Automation Product development

16.	(Caldera, Desha and Dawes, 2019) **Research paper** **(Google scholar)**	วิเคราะห์กรณีศึกษาในภาคการผลิตในรัฐควีนส์แลนด์ ประเทศออสเตรเลีย เพื่อตรวจสอบว่า SMEs สามารถมีส่วนร่วมในกระบวนการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและไร้มลพิษได้อย่างไร เพื่อบรรลุการดำเนินธุรกิจอย่างยั่งยืนโดยคำนึงถึง '3P' ของ	ทรัพยากรของ SME ไปสู่เศรษฐกิจหมุนเวียน ลดความไม่แน่นอนและช่วยให้สามารถวางแผนล่วงหน้าได้ ผลการวิจัยนี้ชี้แนวทางปฏิบัติเพื่อช่วยให้ SMEs สามารถบรรลุการดำเนินธุรกิจอย่างยั่งยืนในขณะที่ชื่นชมแนวทาง "สามประการ" ผลการวิจัยยังมีผลโดยตรงต่อนโยบายและธรรมาภิบาลในภาครัฐและเอกชน โดยให้แนวทางในการบูรณาการแนวคิดแบบลีนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อก้าวจากการทำ 'ธุรกิจตามปกติ'	Planet Profit People lean and green practices
17.	(Cifone, Hoberg, Holweg and Staudacher, 2021) **Research paper** **(Science direct)**	ความเข้าใจเชิงทฤษฎีที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้นเกี่ยวกับกลไกพื้นฐานที่เทคโนโลยีดิจิทัลสามารถสนับสนุนการปรับปรุงกระบวนการโดยทั่วไป และแนวทางปฏิบัติแบบลีนที่เจาะจงมากขึ้น ในบทความนี้ ใช้การศึกษาเชิงคุณภาพ	การเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลดีขึ้นและทันเวลามากขึ้น ซึ่งจะทำให้สามารถลดของเสียได้หลายอย่าง จากกลุ่มสนทนาในงานวิจัยการวิเคราะห์ขั้นสูง IoT หุ่นยนต์ และเทคโนโลยี ถูกกล่าวถึงมาก การผลิตแบบเพิ่มเทคโนโลยีดิจิทัลเป็นโอกาสสำคัญในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์และกระบวนการที่มีอยู่ เมื่ออัตราการนำไปใช้งานเพิ่มขึ้น การทำความเข้าใจกลไกวิธีที่พวกเขาเพิ่มการดำเนินการตามการดำเนินงานจริง มีความสำคัญมาก สามารถสรุปได้ว่าเทคโนโลยีดิจิทัลมีผลกระทบเชิงบวกเท่าๆ กันต่อวิธีการปรับปรุงกระบวนการอื่นๆ เช่น Six Sigma ทฤษฎีข้อจำกัด หรือแม้แต่เรื่องทั่วๆ ไป แนวทางเช่นการรื้อปรับระบบกระบวนการทางธุรกิจ เราสามารถสนับสนุนมุมมองว่ามีการทำงานร่วมกันโดยผสานเข้ากับกลยุทธ์ 'Lean 4.0' ที่	Lean 4.0 Industry 4.0 Wastes digital technolog

			กว้างขึ้น	
18.	(Fragapane, Ivanov, Peron, Sgarbossa and Strandhagen, 2020) **Research paper** **(Springerlink)**	การศึกษานี้ เรามุ่งเน้นที่การถอดรหัสความเป็นไปได้ของการตอบสนองที่เพิ่มขึ้นในการผลิตโดยพิจารณาจากระบบการจัดการวัสดุที่สามารถปรับให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็วผ่าน AMR ความต้องการของตลาดที่แตกต่างกันในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ระบบการผลิตต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงจนถึงข้อกำหนดด้านความคุ้มค่าของการผลิตจำนวนมาก การแนะนำและการอภิปรายเกี่ยวกับสายการผลิตที่สมดุลและไม่สมดุล JIT ตาม "ระบบการผลิตของโตโยต้า" ซึ่งปรับการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการในการกำจัดของเสีย	อุตสาหกรรม 4.0 ย้ำถึงความสำคัญของการสร้างเครือข่ายและการกระจายอำนาจเพื่อเปลี่ยนภูมิทัศน์การผลิตและการผลิตให้เป็นเครือข่ายการทำงานร่วมกันที่สร้างสมดุลและรวมทรัพยากรการผลิตที่มี AMR มีความเหมาะสมสำหรับตอบสนองความต้องการที่เพิ่มขึ้นสำหรับส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ระดับสูงใน PI ผลลัพธ์ของแบบจำลองเชิงวิเคราะห์และ แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นแสดงให้เห็นถึงศักยภาพที่แฝงอยู่เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและความสามารถในการผลิตในอุตสาหกรรมที่มีความต้องการผลิตภัณฑ์เฉพาะบุคคลและอุปกรณ์เฉพาะที่มีอยู่มากขึ้นสำหรับการผลิตจำนวนมาก	Industry 4.0 Autonomous mobile robots (AMR) Performance Artificial Intelligence Production lines (PI) Just-in-time (JIT)
19.	(Garza-Reyes, Kumar, Chaikittisilp and Tan, 2018) **Research paper** **(Science direct)**	ศึกษาผลกระทบของวิธีการลีนที่จำเป็นห้าวิธี เช่น JIT, การทำงานอัตโนมัติ, การปรับปรุงไคเซ็น/อย่างต่อเนื่อง, การบำรุงรักษาที่มีประสิทธิผลโดยรวม (TPM) และการทำแผนที่สายธารคุณค่า (VSM) กับมาตรการที่ใช้กันทั่วไปสี่ประการสำหรับการปฏิบัติตามข้อกำหนดด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ วัสดุ การใช้งาน การใช้พลังงาน ผลผลิตที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ และการปล่อยมลพิษ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์จำลองความสัมพันธ์และผลกระทบของวิธีการแบบลีนเหล่านี้ที่มีต่อประสิทธิภาพ	ผลกระทบที่การดำเนินการผลิตแบบลีนมีต่อประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมขององค์กรการผลิต ระดับความแรงของผลกระทบของวิธีการแบบลีน JIT, TPM, การทำงานอัตโนมัติ VSM และไคเซ็นต่อการใช้วัสดุ การใช้พลังงาน การผลิตผลผลิตที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ และการปล่อยมลพิษ สิ่งนี้จะช่วยให้พวกเขามุ่งเป้าไปที่การปรับปรุงผลกำไร ประสิทธิภาพ การตอบสนอง คุณภาพ และความพึงพอใจของลูกค้าเท่านั้น แต่ยังสอดคล้องกับกฎระเบียบด้านสิ่งแวดล้อม	Total production maintenance *(TPM)* Value stream mapping *(VSM)* Autonomation Just-in-time (JIT)

		ด้านสิ่งแวดล้อมขององค์กรการผลิต 250 แห่งทั่วโลก		Kaizen Environment performance
20.	(Kroes, Manikas and Gattiker, 2018) **Research paper** **(Science direct)**	ศึกษาเชิงประจักษ์ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความบางและประสิทธิภาพที่มั่นคงในอุตสาหกรรมค้าปลีก ขั้นแรก เราจะตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างระดับความหย่อนในการปฏิบัติงานภายในบริษัทค้าปลีกและประสิทธิภาพในช่วง 35 ปี ตั้งแต่ปี 1980 ถึง 2014	ทฤษฎีแบบลีนนั้นทำได้ดีในอุตสาหกรรมค้าปลีก จากทั้งภาพรวมและมุมมองที่แตกต่างกันรายไตรมาส และไม่ว่าเราจะดูที่หย่อนความสามารถหรือลดสินค้าคงคลังก็ตาม การผลิตแบบลีนจะให้ผลตอบแทนที่เหนือกว่าและยั่งยืนสำหรับผู้ค้าปลีก การค้าปลีกนั้นอยู่ในขอบเขตของลีน มุมมองของผู้ปฏิบัติงาน กฎทั่วไปในการคิดแบบลีนคือการลดสินค้าคงคลังเป็นสิ่งไม่ดีดังนั้น การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติจึงแสดงให้เห็นว่าหลักการกว้างๆ นี้ไม่ได้จำกัดอยู่แค่การผลิตเท่านั้น แต่ยังให้ประโยชน์และส่งผลกับโลกการค้าปลีกได้เป็นอย่างดี	Market performance Lean Lean Management Inventory Slack Capacity Slack Market instability
21.	(Mohammadi Baneh, Navid and Kafashan, 2018) **Research paper** **(Springerlink)**	ศึกษานี้ ได้มีการทบทวนส่วนประกอบต่างๆ ของระบบตรวจสอบด้วยภาพจากคอมพิวเตอร์สำหรับการประเมินคุณภาพของแอปเปิ้ล เมื่อเร็วๆ นี้ ระบบสร้างภาพอินฟราเรด (IR), การถ่ายภาพหลายสเปกตรัม (MSI) และระบบภาพไฮเปอร์สเปกตรัม (HSI) ก็ถูกใช้เป็นเทคนิคขั้นสูงเช่นกัน ซึ่งอาจได้รับข้อมูลเชิงพื้นที่และสเปกตรัม	เครื่องตรวจสอบอัตโนมัติสำหรับการคัดแยกและคัดเกรดผลไม้โดยทั่วไปแล้วจะมีสี่ส่วนหลัก ได้แก่ ระบบลำเลียง ระบบภาพ ระบบแสง และการจดจำรูปแบบ อัตราการตรวจสอบและความถูกต้องเป็นสองปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบการตรวจสอบ ในการใช้งานแบบเรียลไทม์ การถ่ายภาพทุกพื้นผิวของผลไม้เป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้นจึง	Automate Food Industry Machine vision Online computer vision

		คุณภาพสูงสำหรับการตรวจสอบคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร	สามารถนำระบบลำเลียงชนิดพิเศษมาใช้ได้ นักวิจัยบางคนใช้ระบบลำเลียงแบบลูกกลิ้ง ในขณะที่บางคนออกแบบอุปกรณ์พิเศษที่หมุนแอปเปิ้ลไปด้านหน้ากล้อง ความซับซ้อนจำกัดการใช้การลำเลียงประเภทนี้ ตามวัตถุประสงค์พิเศษ กล้องสีหนึ่งตัวหรือกล้องสีร่วมกับกล้องโมโนโครม เช่น กล้อง NIR และ UV สามารถใช้สำหรับการถ่ายภาพได้โดยทั่วไป กล้อง NIR ใช้สำหรับการตรวจจับขอบเขตเพื่อระบุรูปร่างหรือขนาดของแอปเปิ้ลอย่างแท้จริง	
22.	(Mumani, Magableh and Mistarihi, 2021) **Review** **(Springerlink)**	กำหนดพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับเครื่องมือที่เลือก ผลลัพธ์ของการจัดหมวดหมู่นี้เป็นแพลตฟอร์มที่ให้ความเข้าใจอย่างครอบคลุมเกี่ยวกับการตัดสินใจแบบครบวงจรใน LI โดยทั่วไป ควรมีการรับรู้ถึงคุณภาพของการตัดสินใจที่เพียงพอในทุกระดับเพื่อให้มั่นใจว่า LI มีประสิทธิภาพ	ทบทวนอย่างเป็นระบบเพื่อแสวงหาความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทของ MCDM ในการใช้งาน LM โครงสร้างนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้เข้าใจกระบวนการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับ LI ผู้จัดการที่มีความรู้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับ LI สามารถนำความพยายามของ LI ไปสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการได้ ในการทำงานในอนาคต แบบจำลองการตัดสินใจจะถูกสร้างขึ้นเพื่อสนับสนุนการพิจารณากระบวนการตัดสินใจผ่านห่วงโซ่ทั้งหมดของ LI เพื่อให้สามารถประเมินข้อดีของกระบวนการตัดสินใจระหว่าง LI ได้	Lean manufacturing (LM) Lean implementation (LI) Multi-Criteria Decision Making (MCDM)
23.	(Purushothaman, Seadon and Moore, 2020)	การศึกษานี้ใช้การสัมภาษณ์ที่เน้นถึงผลกระทบเชิงบวกและเชิงลบที่เครื่องมือแบบลีนมีต่อของเสีย การศึกษาโดยทั่วไปพบว่ามี	การศึกษานี้สามารถนำไปใช้เพื่อระบุเครื่องมือแบบลีนเฉพาะที่เพิ่มประเภทของของเสียในกระบวนการผลิตแบบลีนและ	Lean manufacturing

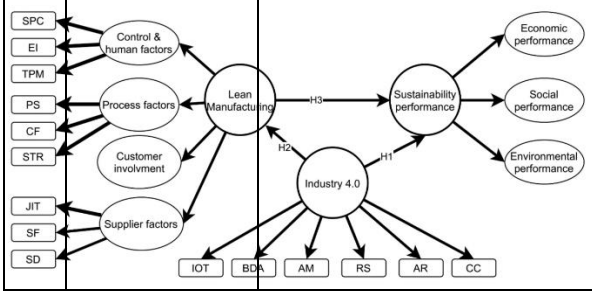
	Research paper **(Science direct)**	ความเชื่อมโยงที่แข็งแกร่งระหว่างเครื่องมือแบบลีนกับการลดของเสียจากการผลิต อย่างไรก็ตาม เครื่องมือชี้วัด	ดำเนินการแก้ไขที่เหมาะสม การศึกษาบรรลุวัตถุประสงค์เพื่อทำความเข้าใจความเชื่อมโยงระหว่างการลดของเสียและเครื่องมือแบบลีนในสภาพแวดล้อมที่มีความหลากหลายทางวัฒนธรรมผ่านแนวทางเชิงคุณภาพที่อาจปูทางให้เข้าใจถึงสาเหตุที่เครื่องมือแบบลีนเพิ่มของเสียบางประเภท	Waste Lean tools
24.	(Sartal, Llach, Vázquez and de Castro, 2017) **Research paper** **(Science direct)**	วิเคราะห์บทบาทของเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมและข้อมูล (ET&IT) ในด้านความสามารถของการผลิตแบบลีน (LM) เพื่อให้ได้รับการปรับปรุงประสิทธิภาพทางอุตสาหกรรม เทคโนโลยีในโรงงานเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเปลี่ยนกิจวัตรแบบลีนเป็นประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น เสนอแบบจำลองเส้นทางแนวคิดสำหรับการสำรวจความเชื่อมโยงระหว่างขั้นตอนการปฏิบัติงานแบบลีน (LR) และประสิทธิภาพทางอุตสาหกรรม (IP) โดยผ่านตัวแปรคั่นกลางของเทคโนโลยีด้านสิ่งแวดล้อม (ET) และเทคโนโลยีสารสนเทศ (IT)  	สมมติฐาน H1 และ H2 จึงได้รับการยืนยันอย่างไรก็ตาม อิทธิพลของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตามนั้นแตกต่างกัน เมื่อทั้งสองเทคโนโลยี (ET&IT) พิสูจน์ว่าอิทธิพลของรูทีนแบบลีนต่อ IP ถูกกระจายไปยัง ET และ IT กล่าวคือ ผ่านรูทีน Lean-ET และรูทีนแบบ Lean-IT แนวทางปฏิบัติแบบลีนในขั้นแรกจะกำหนดเงื่อนไขที่มีประสิทธิภาพในพื้นที่ปฏิบัติงานสำหรับการพัฒนาสภาพแวดล้อมที่เน้นเทคโนโลยีมาก จากนั้นจึงยกระดับความสามารถที่ใช้เทคโนโลยีที่ตามมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ	Lean Manufacturing (LM) Information technologies (IT) Environmental technologies (ET) Industrial performance (IP) Lean Routines (LR)

25.	(Sartal, Martinez-Senra and Cruz-Machado, 2018) **Research paper** **(Science direct)**	เสนอแบบจำลองที่โรงงานผลิตซึ่งช่วยให้เราสามารถตรวจสอบว่าหลักการแบบลีนแต่ละด้านตรงตามข้อกำหนดด้านสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันและเพื่อสร้างผลกระทบโดยรวมของ LM ต่อประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อม แม้ว่าในขั้นต้นวรรณกรรมแบบลีน-กรีนจะสนับสนุนผลกระทบเชิงบวกของการริเริ่มแบบลีนที่มีต่อประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมอย่างแท้จริงและสร้างสมดุลระหว่าง "ประสิทธิภาพ" และ "การพัฒนาที่ยั่งยืน	ผลลัพธ์จากมุมมอง *Leaner* หมายถึง Greener แต่แนวทางปฏิบัติแบบลีนไม่จำเป็นต้องเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมทั้งหมด เราทดสอบว่า Jidoka และ RfP มีผลกระทบเชิงบวกต่อประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้นอย่างไร ในขณะที่เครื่องมือและแนวทางปฏิบัติของ JIT มีผลกระทบด้านลบ ผลกระทบต่อประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมนั้นแตกต่างกันไปตามระดับความลีนที่บริษัททำได้ ลีนต่ำผลกระทบของการทำให้เป็นแบบลีนมากขึ้นมีผลในเชิงบวกอย่างมากต่อการปรับปรุงสิ่งแวดล้อม เมื่อมีสัดส่วนลีนที่ต่ำ พฤติกรรมนี้จะอยู่ในระดับปานกลางมากขึ้น การปรับปรุงใดๆ ในระดับลีนจะแทบไม่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้น ผลที่ตามมาของสถานการณ์ต่าง ๆ ลีนสูงการตัดสินใจว่าความคิดริเริ่มใดในการปรับใช้ JIT, Jidoka หรือ RfP กลายเป็นเรื่องสำคัญ เนื่องจากผลตอบแทนด้านสิ่งแวดล้อมที่ได้รับจะน้อย ผู้กำหนดนโยบายสามารถพลิกสถานการณ์นี้ได้ด้วยการสนับสนุนโซลูชันขององค์กร ที่เสริมการลงทุนในเทคโนโลยีทันสมัยมากในปัจจุบันสำหรับแนวคิด Industry 4.0	Lean Manufacturing Environmental Performance Eco-friendly Just-in-Time Respect for People (RfP) Jidoka Industrial 4.0
26.	(Solke, Shah, Sekhar and Singh, 2021)	แนวทางที่ชัดเจนสำหรับผู้จัดการบริษัทในการกำหนดเป้าหมายการบรรลุผลเชิงปริมาณของ	ความยืดหยุ่นของเครื่องจักรเป็นความยืดหยุ่นที่สำคัญที่สุดที่ส่งผลต่อความสำเร็จของการผลิตแบบ	Lean manufacturing

	Research paper **(Springerlink)**	พารามิเตอร์ความยืดหยุ่นของเครื่องจักรเฉพาะ เพื่อบรรลุระดับการผลิตแบบลีนที่ดีขึ้นในที่สุดในอุตสาหกรรมยานยนต์ การวิเคราะห์นี้ดำเนินการกับข้อมูลที่สำรวจโดยบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ 46 แห่งที่ตั้งอยู่ในภูมิภาคปูเน่ ประเทศอินเดีย	ลีน ตามมาด้วยความยืดหยุ่นของแรงงาน การกำหนดเส้นทางผลิตภัณฑ์ ปริมาณ และความยืดหยุ่นในการจัดการวัสดุ การวิเคราะห์เปรียบเทียบระดับความยืดหยุ่นในปัจจุบันกับระดับที่ต้องการตามที่กำหนดโดยตัวควบคุมเชิงคาดการณ์แบบจำลองแสดงให้เห็นว่าบริษัทที่ทำการสำรวจจำเป็นต้องปรับความพยายามและทรัพยากรของตนใหม่เพื่อปรับปรุงระดับความยืดหยุ่นของเครื่องจักรตามลำดับเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานแบบลีนโดยรวม	Manufacturing Flexibilities Machine Flexibility
27.	(M. Brito et al., 2021) **Research paper** **(Science direct)**	วัตถุประสงค์เพื่อใช้และปรับปรุงเครื่องมือประเมินเวิร์กสเตชันที่เรียกว่า ErgoSafeCI วิธีการและแนวทางการผลิตแบบลีน พร้อมด้วยความปลอดภัยและการยศาสตร์ การหาวิธีปรับปรุงสถานที่ทำงานโดยคำนึงถึงประสิทธิภาพและสวัสดิภาพของผู้ปฏิบัติงาน เครื่องมือการประเมินถูกนำไปใช้ในภาคส่วนบรรจุภัณฑ์พลาสติก ในกระบวนการที่อาศัยแนวคิดทั้งเชิงปฏิบัติและเชิงทฤษฎี เครื่องมือนี้มีต้นกำเนิดจากแนวคิดที่ว่าสำหรับการดำเนินการแบบ Lean ที่ประสบความสำเร็จ	เพื่อความสำเร็จในการใช้งานแบบลีน ควรเริ่มกระบวนการแบบ Lean ด้วยการประเมินสภาพการทำงานตามหลักสรีรศาสตร์ เนื่องจากเป็นส่วนที่ทำให้เกิดของเสีย การเปลี่ยนแปลงแบบลีนสามารถนำไปสู่การลดความเสี่ยงตามหลักสรีรศาสตร์ลดการบาดเจ็บจากการทำงานและทำให้การออกแบบเวิร์กสเตชันและเลย์เอาต์ดีขึ้น เช่น การยืดตัว การโค้งงอ ท่าทางที่ไม่ปกติ และการเอื้อมมือสุดโต่ง อาจไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยและสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในทางลบเท่านั้น แต่ในขณะเดียวกันก็ลดประสิทธิภาพและประสิทธิผล เครื่องมือ Ergo SafeCI สามารถส่งผลในการลดความเสี่ยงตามหลักสรีรศาสตร์ พิสูจน์ได้ว่าการใช้	Lean Manufacturing Process improvements Physiology

			เครื่องมือแบบลีนและการพิจารณาด้านสรีระศาสตร์ เพื่อลดความซับซ้อน กระบวนการดำเนินการประเมินในสถานที่ทำงานจะง่ายขึ้น และขจัดข้อผิดพลาดในการป้อนคำตอบที่อาจเกิดขึ้นในแบบสำรวจประเมินผล	
28.	(L. Wang, Ming, Kong, Li and Wang, 2011) **Research paper** **(Emerald)**	เพื่อแนะนำกรอบการใช้งานทีละขั้นตอนสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์แบบลีน (LPD) ตั้งแต่การวิจัยการตลาดเกี่ยวกับกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ การออกแบบผลิตภัณฑ์ ไปจนถึงการเปิดตัวการผลิตขั้นสุดท้าย	การนำ LPD ไปใช้ ประการแรกเริ่มต้นด้วยการกำหนดและค้นหาของเสียในกระบวนการ เครื่องมือ/เทคนิคต่างๆ ได้รับการเสนอโดยเน้นที่ของเสียและจัดตามแผนงาน ประการที่สองพิจารณาถึงวิธีการใช้กรอบงานนี้ในการเสริมสร้างความเข้มแข็งให้กับงาน PD ประการที่สาม ให้ความสำคัญกับผลลัพธ์ในการพัฒนา งานวิจัยในอนาคต การทดสอบแนวทางกรอบการทำงานในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันจำนวนหนึ่งเพื่อให้แน่ใจว่ามีความเหมาะสมในการการพัฒนาความได้เปรียบในการแข่งขัน	lean product development (LPD) Product development (PD) Eliminating waste
29.	(Albuquerque, Torres and Berssaneti, 2020) **Research paper** **(Emerald)**	ศึกษาแนวทางปฏิบัติ LPD และ APM เพียงเล็กน้อย ในแง่ของศักยภาพของการประยุกต์ใช้วิธีการใหม่เหล่านี้ การศึกษาได้ระบุหลักฐานเกี่ยวกับความคล้ายคลึงทางเทคนิคระหว่างกรณีที่รายงานกับกรณีอื่นๆ ที่กล่าวถึงในวรรณกรรม การรับแนวคิดเหล่านี้ของผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มองโลกในแง่ร้าย แสดง	LPD ไม่ได้รับความสนใจมากเท่ากับการผลิตแบบลีน เกี่ยวกับ APM ผู้ให้สัมภาษณ์บางคนแสดงให้เห็นว่าพวกเขามีความรู้พื้นฐานในเรื่องดังกล่าวผ่านการบรรยายข้อมูลที่ได้รับก็คือ APM เป็นวิธีการเฉพาะสำหรับการพัฒนาบริบทขององค์กร ผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคนชี้ให้เห็นอุปสรรคทางวัฒนธรรมที่แข็งแกร่งว่าเป็น	Lean product development (LPD) Agile project management (APM) Organization

		ให้เห็นการต่อต้านอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการปัจจุบันจึงได้มีการดำเนินการกรณีศึกษาเพื่อทำความเข้าใจว่าเครื่องมือและแนวทางปฏิบัติของ LPD และ APM ได้ถูกนำมาใช้แล้วหรือยัง และเพื่อประเมินศักยภาพการนำวิธีการใหม่เหล่านี้ไปประยุกต์ใช้ บริษัทบราซิล 3 แห่ง	อุปสรรคที่ใหญ่ที่สุดสำหรับการดำเนินการ อุปสรรคเหล่านี้มีอยู่หลายระดับ ทั้งภายใน (ภายในทีม) และภายนอกองค์กร (ลูกค้า/ซัพพลายเออร์)การเปลี่ยนแปลงควรเป็นก้าวแรกสู่การเปลี่ยนแปลงกระบวนทัศน์การจัดการ การแปลงวัฒนธรรมนี้จำเป็นก่อนการนำวิธีการใหม่มาใช้ในการจัดการ	Culture
30.	(Ghaithan, Khan, Mohammed and Hadidi, 2021) **Research paper** **(Google scholar)**	สำรวจผลกระทบบูรณาการของเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0 และการผลิตแบบลีนต่อประสิทธิภาพความยั่งยืนของอุตสาหกรรมพลาสติกและปิโตรเคมีในซาอุดิอาระเบีย การรวบรวมข้อมูลจากองค์กรพลาสติกและปิโตรเคมี 112 แห่ง ความสัมพันธ์ที่สมมุติฐานถูกกำหนดขึ้นแล้ววิเคราะห์โดยใช้วิธีการสร้างแบบจำลองสมการโครงสร้าง (SEM)	อุตสาหกรรมพลาสติกและปิโตรเคมีมีบทบาทสำคัญในการเติบโตทางเศรษฐกิจ ลดการว่างงาน และปรับปรุงสภาพความเป็นอยู่ในประเทศซาอุดีอาระเบีย แสดงให้เห็นว่าอุตสาหกรรม 4.0 และการผลิตแบบลีนมีผลกระทบเชิงบวกต่อประสิทธิภาพด้านความยั่งยืน การศึกษายังแสดงรายการโครงสร้างที่ถูกต้องสำหรับเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0 การผลิตแบบลีน และประสิทธิภาพด้านความยั่งยืน นอกจากนี้ ผลการศึกษายังแสดงให้เห็นว่าอุตสาหกรรมพลาสติกและปิโตรเคมีในซาอุดิอาระเบียยอมรับถึงประโยชน์ของเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0 และหลักการผลิตแบบลีนในการปกป้องสิ่งแวดล้อมในฐานะมิติของประสิทธิภาพด้านความยั่งยืน	Industry *4.0* sustainability performance lean manufacturing



ตารางที่ 2 สรุปบริบทที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบของลีน

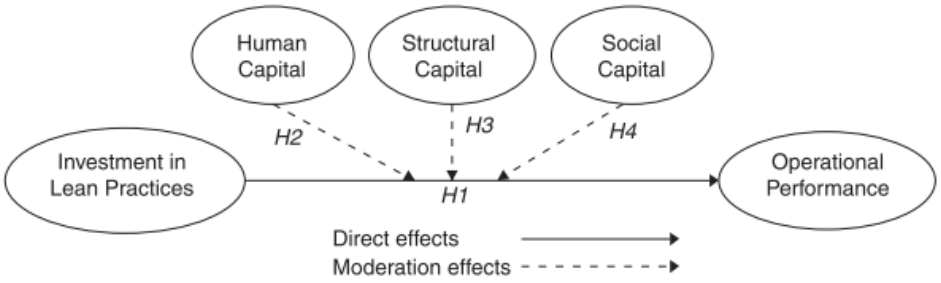
บริบท Lean ที่พบ	บริบทที่เกี่ยวข้อง
Lean Manufacturing Lean Lean Production **Lean Automation** Lean practices Lean Green Lean Tools Lean Manufacturing Practices Lean Manufacturing Strategy Lean And Green Practices Lean 4.0 Lean Management Lean Implementation Lean Product Development Lean Routines	**Alliance*** (Supplier) **Performance***(Environment performance Market performance Automate Industrial performance Process improvements Operational Performance) **Sustainable** *(Triple bottom line Planet Profit People Eco-friendly) **Stragy** (Manufacturing Flexibilities Machine Flexibility) **Competitive Advantage***
	Industry 4.0* Automation Autonomation Digital Technolog Autonomous mobile robots Artificial Intelligence Machine Vision Jidoka ASRS Multi-Criteria Decision Making Digital Online Computer Vision Information Technologies Environmental technologies Agile project management

บริบทที่เกี่ยวข้อง	บริบทที่เกี่ยวข้อง
Practices	**Organization**
ASRS	Investment Lean Practices
Hard Lean	Human Capital
Soft Lean	Organization Culture
people management practices	Human Capital
Agile	Structual Capital
Total production maintenance	Social Capital
Just-in-time	Eliminating waste
Value stream mapping	Wastes
Kaizen	Production lines
Resilient	
Inventory Slack	
Capacity Slack	
Market instability	
Physiology	
Respect for People	
Product development	

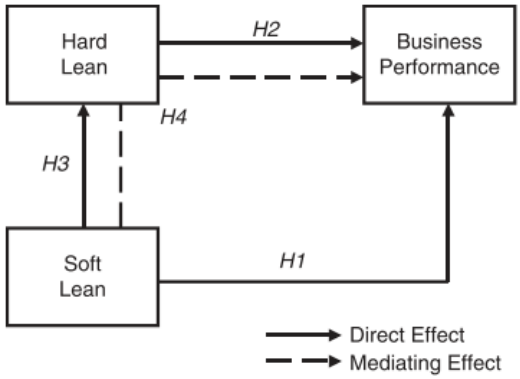
สรุปการเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนในการดำเนินการตามกระบวนการทางธุรกิจแบบลีน จากแนวคิดที่ได้เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลง กระบวนการลีนต้องใช้เวลาและความสามารถที่เหมาะสมในการวิเคราะห์และเลือกเครื่องมือ อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับกระบวนการต่างๆ เมื่อองค์กรได้รับความต้องการจากลูกค้า เพื่อสนองตอบความต้องการนั้น การทำงานด้วยระบบการทำงานที่สอดคล้องกับการดำเนินงานแบบลีนทำให้ได้มาซึ่งกระบวนการที่เหมาะสมตามความต้องการ สิ่งสำคัญต้องใช้ต้นทุนต่ำทั้งในด้านของทรัพยากรและกระบวนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตได้ การขจัดความสูญเสียที่ไม่จำเป็นในกระบวนการอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งการเสริมสร้างแนวความคิดในการใช้ต้นทุนที่ต่ำลง เพื่อให้การผลิตที่เป็นไปในแนวทางเดียวกันกับแนวคิดลีน ประกอบกับการวิเคราะห์เชิงลึกของแนวทางการประมวลผลอัตโนมัติและการใช้เครื่องมือ RPA เพื่อเป็นส่วนสนับสนุนในการออกแบบและใช้หุ่นยนต์ตามแบบลีน (Annette Stople, Heidi Steinsund, Jon Iden and Bendik Bygstad, 2017) องค์ความรู้จากระบบอัตโนมัติ สามารถวิเคราะห์ชุดข้อมูลขนาดใหญ่สำหรับกระบวนการเรียนรู้ของเครื่องจักร ระบบของหุ่นยนต์และเข้าถึงการประมวลผลขั้นสูง สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา ของผลิตภัณฑ์ที่กำลังผลิตในขณะนั้นๆ การใช้ระบบอัตโนมัติทางปัญญาร่วมกับเครื่องมือรวบรวมข้อมูล (Big data) และคลาวด์ (Cloud) นำไปสู่การเติบโตของ

นวัตกรรมดิจิทัลในองค์กร และเป็นการแก้ไขปัญหาที่ทันเวลาก่อนจะทำให้เกิดของเสียขึ้นในกระบวนการนั้นๆ จึงนำไปสู่การศึกษากระบวนการระบบลีนออโตเมชั่นเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการทำงานที่จะเกิดขึ้นกับองค์กรเมื่อปฏิบัติตามแนวทางแบบลีนออโตเมชั่น

ผู้วิจัยคัดเลือกบริบทของ Lean ที่พบและคัดเลือกตัวแปรในบริบทที่เกี่ยวข้องของ Lean เพื่อใช้ในการศึกษา Lean Automation ในครั้งนี้ จึงสร้างเป็นกรอบแนวคิดเบื้องต้นจากกรอบแนวคิดของ Onofrei et al. (2019) ที่มีการศึกษาศึกษาระหว่างการปฏิบัติแบบลีน ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานทั้งยังพบการศึกษาตัวแปรแทรกเพิ่มเติมระหว่างการปฏิบัติแบบลีนกับประสิทธิภาพการปฏิบัติงานอันจะนำไปเป็นกรอบแนวคิดที่มีตัวแปรแทรกต่อไป

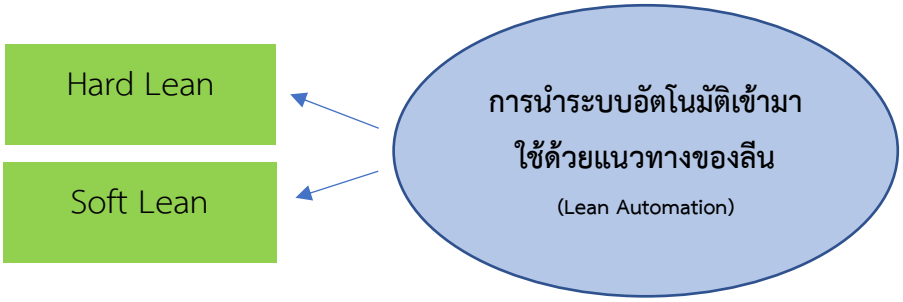


ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดจากการศึกษาของ Onofrei et al. (2019)



ภาพที่ 4 กรอบแนวคิดจากการศึกษาของ Sahoo (2019)

ผนวกกับการศึกษาของ Sahoo (2019) ที่มีการศึกษาถึงตัวแปร Hard Lean (เทคนิคการปฏิบัติแบบลีน), และ Soft Lean (วิธีการปฏิบัติแบบลีน) ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพทางธุรกิจในทำนองเดียวกันกับการปฏิบัติแบบลีน ผู้วิจัยจึงกำหนดตัวแปรทั้ง 2 ตัวได้แก่ Hard lean, Soft Lean เป็นตัวแปรสังเกตได้ในตัวแปรลีนออโตเมชั่น ของกรอบแนวคิดของงานวิจัย



ภาพที่ 5 ตัวแปร Lean Automation

จากการทบทวนวรรณกรรมในตารางที่ 2 พบว่างานวิจัยนี้มีความผสมผสานกับระบบอัตโนมัติและมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการของการผลิตเพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์ในงานวิจัยจากบริบทที่เกี่ยวข้องจากการทบทวนวรรณกรรม พบบริบทที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ Alliance, Performance, Sustainable, Competitive Advantage, Industry 4.0 และความเกี่ยวข้องกับ Lean Automation (จากตารางที่ 2) จึงเลือกให้เป็นตัวแปรในกรอบแนวคิด ส่วนในบริบท Practices, Organization, Stragy ผู้วิจัยใช้การอธิบายจากงานวิจัยเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาในบริบทที่มีความเชื่อมโยงต่อไป ผู้วิจัยจึงทบทวนวรรณกรรมในส่วนของประสิทธิภาพต่อไปโดยใช้ความองค์กรประสิทธิภาพสูงเพื่อเป็นตัวแปร

5. องค์กรประสิทธิภาพสูง (High Performance Organization)

นับจากคริสต์ศตวรรษ 21 เกิดการเปลี่ยนแปลงมากมายเกิดขึ้นในประเทศไทย ในประเทศอาเซียน ตลอดจนในโลกของเรา ทั้งด้านการเมือง เศรษฐกิจ และที่สำคัญการระบาดของเชื้อไวรัส Covid-19 แต่ในด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเอง (Information and Communication Technology: ICT) มีการพัฒนาจนกระทั่งสามารถเชื่อมโยง แก้ไขและช่วยในการปรับตัวระหว่างการระบาดของไวรัสนี้ เป็นอย่างดี หลายองค์กรพัฒนาขีดความสามารถให้เทียบเคียงสมรรถนะกับองค์กรอื่นเพื่อความได้เปรียบในการแข่งขัน องค์กรเหล่านั้นยึดยุทธศาสตร์ในการขับเคลื่อน เพื่อมุ่งไปสู่องค์กรสมรรถนะสูง (High Performance Organization : HPO) ผ่านกระบวนการพัฒนาคุณภาพการบริหารจัดการองค์กรอย่างต่อเนื่อง ทั้งยังประกอบกับการสร้างความสามารถทางการแข่งขัน โดยเน้นการช่วยเหลือสังคม มีความรับผิดชอบต่อสังคม สร้างความเชื่อถือในการทำงาน (ธนพร แย้มสุดา, 2561) คำจำกัดความทั่วไปของ HPO สัมพันธ์กับคู่แข่งระยะยาว เป็นองค์กรที่บรรลุผลลัพธ์ที่ดีกว่าของกลุ่มเพื่อนในระยะเวลานาน หากศึกษาถึง "ระยะเวลานาน" แสดงถึงองค์กรยังต้องดำเนินการให้ดีกว่าคู่แข่ง กลุ่มเพื่อนถึงจะเข้าในช่วงเวลาของการหยุดชะงัก เช่น วิกฤตเศรษฐกิจเป็นผลให้นำองค์กร ประกอบกิจการด้วยความยั่งยืนด้านประสิทธิภาพในองค์กร งานวิจัยล่าสุดเกี่ยวกับความยั่งยืน

ของประสิทธิภาพที่เหนือกว่าพบว่าองค์กรที่มีความยั่งยืนสามารถรักษาความได้เปรียบด้านประสิทธิภาพไว้ได้อย่างน้อยห้าปี (Reeves, Whitaker and Deegan, 2020) เมื่อดูถึงรายละเอียดทางด้านการแข่งขัน ทั้งรัฐและเอกชนไม่สามารถปฏิเสธการแข่งในที่รุนแรงในยุคเทคโนโลยีขั้นสูง ในศตวรรษนี้ได้ องค์กรต้องมีการพัฒนา ปรับปรุงเสริมสร้างกลยุทธ์ และกระบวนการระดับองค์กรเพื่อไปสู่เป้าหมายและประสิทธิผล การเปลี่ยนแปลงที่พัฒนาไปก่อให้เกิดมุมมองด้านวัฒนธรรมที่หลายหลาย พร้อมกับการยอมรับที่มีมากขึ้น องค์กรที่พัฒนาอยู่ตลอดจะสามารถปรับตัวได้อย่างรวดเร็วและจะสร้างคุณลักษณะทางการแข่งขันที่มีลักษณะเฉพาะขององค์กรขึ้น หลักสำคัญในการดำรงอยู่ได้นั้นองค์กรต้องมีศักยภาพในการทำงานสูงอยู่เสมอ เพื่อให้สามารถตอบสนองการเปลี่ยนแปลงและความคาดหวังของลูกค้าได้ทันท่วงที จนสามารถแข่งขันในระดับที่สูงขึ้นได้ และยกระดับองค์กรไปแข่งขันในระดับโลกต่อไป แนวทางการพัฒนาองค์กรที่มีศักยภาพสูง ประกอบด้วย 7 คุณลักษณะ คือ

1. ผู้นำที่มีภาวะความเป็นผู้นำสูง (Leadership) ผู้นำเป็นจุดสำคัญในการพัฒนาเพื่อให้เกิดความสำเร็จในองค์กร ผู้นำประสาน สร้างความร่วมมือ ร่วมใจให้เกิดขึ้นในองค์กรเพื่อให้การปฏิบัติงานบรรลุวัตถุประสงค์ การสร้างผู้บริหารให้มีภาวะผู้นำเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาองค์กร

2. การใช้กลยุทธ์ในเชิงรุกในการบริหาร (Strategy Focused Organization) การบริหารจัดการหรือการวางแผนในระยะยาวโดยเน้นคุณภาพ ประสิทธิภาพ เพื่อบรรลุเป้าหมายองค์กรในสภาวะการแข่งขันสูง อาศัยการตัดสินใจที่รวดเร็วในการบริหาร ลดขั้นตอนที่ซับซ้อนลงเพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างรวดเร็วและคงไว้ซึ่งความถูกต้อง รวมถึง 1. การสร้างองค์กรให้รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง 2. เข้าถึงนวัตกรรม คิดค้นประดิษฐ์ ใช้สิ่งใหม่ การลงทุนในทรัพยากร 3. ระบบข้อมูลสารสนเทศมีความรวดเร็วและสามารถเข้าถึงได้

3. การทำงานเป็นทีม (Teamwork) การวางระบบงานในหน่วยงานย่อยแต่ละหน่วยปฏิบัติไปในแนวทางเดียวกัน วัตถุประสงค์เดียวกัน ไม่แบ่งแยกการทำงานร่วมกันในหลายฝ่าย แผนก มุ่งเน้นให้แต่ละคนในทีมมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ และสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างเหมาะสม การให้ผลตอบแทนเป็นทีมไม่แบ่งแยก ความร่วมมือของสมาชิกในทีมที่ดี จะเพิ่มประสิทธิภาพให้กับองค์กร

4. ความเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization) การถ่ายทอดความรู้ภายในองค์กร แบบไม่จำกัดการเข้าถึงความรู้ และผู้ที่มีความรู้มีเวทีหรือโอกาสในการแสดงความรู้นั้นให้ทุกคนเข้าถึงได้ ควบคู่จากการรับความรู้จากภายนอกองค์กร จุดประสงค์เพื่อหาแนวทางการปฏิบัติที่ดีที่สุด เพื่อให้เกิดการพัฒนาเป็นฐานความรู้ที่เข้มแข็งภายในองค์กร

5. ความเป็นองค์กรเชิงระบบ (System Organization) องค์กรมีการใช้ระบบเพื่อรวบรวมข้อมูล หรือใช้ในการจัดการสิ่งต่างๆในองค์กร ให้มีความสอดคล้อง สัมพันธ์กับการบริหารหรือการปฏิบัติงานขององค์กร ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ที่เชื่อมและสัมพันธ์กันอย่างแยกไม่ออก มีความเป็น

หนึ่งเดียวกัน ไม่มีการแยกมองเป็นฝ่าย หรือหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่ง เมื่อเกิดปัญหาเกิดขึ้นกับหน่วยงานใด การจัดการเชิงระบบจะถือเป็นปัญหาของทั้งองค์

6. การมีความยืดหยุ่นในองค์กร (Agile Organization) การที่องค์กรมีการลดทอนกฎระเบียบต่างๆ ที่ขัดต่อการดำเนินงานเพื่อทำให้บรรลุเป้าหมาย โดยยังคงยึดถือวัตถุประสงค์ของความมีประสิทธิภาพในการทำงาน เพื่อปรับเปลี่ยนตนเองให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วตลอดเวลา ทั้งนี้ก่อให้เกิดการมอบอำนาจให้พนักงานมากขึ้น

7. ความมีธรรมมาภิบาล (Good Governance Organization) องค์กรดำเนินและปรับเปลี่ยนตนเองอย่างรวดเร็ว ภายใต้การดำเนินกิจการด้วยความสุจริต เป็นธรรม โปร่งใส สามารถตรวจสอบได้ ต่อต้านการทุจริต คอรัปชั่นทุกรูปแบบ เป็นไปด้วยทางตรงและทางอ้อม (รัตติกาล โสวะภาสและคณะ, 2563)

องค์กรที่มีประสิทธิภาพสูงต้องมีศักยภาพในการเปลี่ยนแปลงได้อย่างรอบด้าน ตอบสนองสอดรับกับความต้องการในปัจจุบัน มีความพร้อมในการปรับเปลี่ยนที่มาอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ยังต้องให้ความสำคัญกับบุคคลากรในองค์กร ให้ทำงานสอดคล้องผสมผสานสิ่งที่มีให้เกิดประโยชน์ เพื่อการบรรลุวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (คมกริช นันทะโรจพงศ์และคณะ, 2560) องค์กรที่ผู้บริหาร ได้รับความไว้วางใจ อันเนื่องมาจากความมีคุณธรรม ซื่อสัตย์ สุจริต และยังมีการทำงานด้วยวิธีการตัดสินใจที่รวดเร็ว วิธีการชี้แนะ การสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ที่ชัดเจน ยอมรับการเปลี่ยนแปลง สามารถนำพาองค์กรปรับเปลี่ยนไปได้ทันตามสถานะการณ์ ยอมรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่พนักงานทุกระดับนำมาเสนอ สร้างแรงบันดาลใจ และบริหารงานอย่างโปร่งใส บุคลากรภายใน มีวินัยและความรับผิดชอบ สร้างนวัตกรรมใหม่ๆได้ด้วยองค์ความรู้ภายในองค์กร มีความสัมพันธ์ที่ดีกับชุมชนและมีการพัฒนากระบวนการอย่างต่อเนื่อง เป็นองค์กรที่ต้องเผชิญกับสภาพแวดล้อมภายใน และภายนอกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว จากการพัฒนาทางเทคโนโลยี ทำให้ข้อมูลข่าวสารไหลเวียนอยู่ภายในองค์กรอย่างทั่วถึงอยู่ตลอด มีการกระจายอำนาจมากขึ้น ประกอบกับโครงสร้างองค์กรที่เรียบง่ายไม่ซับซ้อน มีการสับเปลี่ยนตำแหน่งหน้าที่ในการทำงานอยู่เสมอ การทำงานไม่ยึดติดกับเวลาและสถานที่ บุคลากรมีการทำงานเชิงรุกอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้องค์กรพัฒนาได้อย่างมีศักยภาพ การบริหารทรัพยากรบุคคลล้วนมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทำให้องค์กรขับเคลื่อนไปข้างหน้าได้อย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้หน้าที่ในการบริหารจัดการบุคคลถือว่าเป็นภารกิจสำคัญอย่างยิ่งสำหรับผู้บริหาร ที่ช่วยให้บุคลากรสามารถดำเนินการทำงานตามหน้าที่ของตนให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด (มยุลี ปันทะโชติ และ ปริยาภรณ์ ตั้งคุณานันต์, 2564) HPO วัดผลเทียบกับคู่แข่งและควรอยู่บนพื้นฐานของการรับรู้ของผู้จัดการและพนักงานขององค์กร ความสามารถด้านการจัดการ ผู้ประกอบการ และด้านเทคนิคช่วยอำนวยความสะดวกในการสร้างสรรค์นวัตกรรม ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินธุรกิจ (Kunze, Boehm and Bruch, 2013; Kyrgidou and

Spyropoulou, 2013) เป็นไปได้ด้วยดีเพราะมีความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างการรับรู้ของประสิทธิภาพและผลงานจริงเมื่อเทียบกับคู่แข่งขัน เพื่อให้การวัดการรับรู้ของบริบท HPO เป็นอิสระ มีการประเมิน HPO โดยใช้ 1. ผลการปฏิบัติงานและกลยุทธ์ที่ใช้ 2. ตัวชี้วัดทางการเงิน 3. ตัวชี้วัดที่ไม่ใช่การเงิน 4. เกณฑ์อื่นๆ กรอบค่านิยม ค่านิยมองค์กร ปัจจัยความเป็นผู้นำ (Waal, 2021)

ตารางที่ 3 สรุปการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์กรประสิทธิภาพสูง

รายละเอียดบทความ	แนวทางการศึกษา	ตัวแปรที่พบ
1. (ภาวนา กิตติวิมลชัย และเสาวนี สิริสุขศิลป์, 2559)	1. ศึกษาคุณลักษณะองค์การสมรรถนะสูง 2. ศึกษาตัวบ่งชี้ในการพัฒนาสถาบันอุดมศึกษาสู่การเป็นองค์การสมรรถนะสูง 3. ศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการพัฒนาสถาบัน อุดมศึกษาสู่การเป็นองค์การสมรรถนะสูง	มี 7 ด้าน ด้านการบริหารทรัพยากรมนุษย์ให้มีศักยภาพสูง ด้านการจัดการข้อมูลและเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการออกแบบและปรับปรุง กระบวนการ ด้านการมุ่งเน้นผู้รับบริการ ด้านการสร้างนวัตกรรม ด้านการมุ่งเน้นผลลัพธ์การปฏิบัติงาน ด้านการเป็นองค์การแห่งการเรียนรู้
2. (สุรมงคล นิ่มจิตต์ และ ธีระวัฒน์ จันทึก, 2559)	เพื่ออภิปรายและแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการจัดการทรัพยากรมนุษย์ เชิงกลยุทธ์ การเป็นองค์การศักยภาพสูง	1. การปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง 2. เน้นที่การเปิดใจและการ กระทำ 3. คุณภาพของผู้บริหาร 4. คุณภาพของแรงงาน 5. การเน้นมีความสัมพันธ์ระยะยาว
3. (รัตติกาล โสวะภาส และคณะ, 2563)	นำเสนอเนื้อหาเกี่ยวกับการพัฒนาองค์การให้มีศักยภาพการทำงานสูง	1. ผู้นำขององค์การต้องมีประสิทธิภาพและมีภาวะผู้นำสูง 2.การบริหารองค์การเชิงกลยุทธ์โดยปฏิบัติการเชิงรุก 3. การทำงานเป็นทีม 4. การเป็นองค์การแห่งการเรียนรู้ 5. เป็นองค์การเชิงระบบ 6. การเป็นองค์การที่มีความยืดหยุ่นสูง 7. เป็นองค์การที่มีธรรมาภิบาล
4. (มยุลี ปันทะโชติ และ ปริยาภรณ์ ตั้งคุณานันต์, 2564*a*)	ศึกษาระดับความเป็นองค์กรสมรรถนะสูง 2) ศึกษาระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อความเป็นองค์กร	1. คุณภาพการบริหาร 2. การเปิดเผยและมุ่งเน้นการปฏิบัติ 3. ทิศทางระยะยาว

	สมรรถนะสูง 3) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเป็นองค์กรสมรรถนะสูงของโรงเรียน	4. การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง 5. บุคลากรมีคุณภาพ
5. (พรนิภา ธนาธรรมนันท์, จักรกฤษณ์ นรนิติผดุงการ และ อรรณพ โพธิสุข, 2562)	องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการเป็นองค์การสมรรถนะสูง	1. ด้านมุ่งเน้นการปฏิบัติการ 2. ด้านมุ่งเน้นบุคลากร 3. ด้านนำองค์การ 4. ด้านให้ความสำคัญกับผู้รับบริการ 5. ด้านโครงสร้างองค์การ 6. ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
6. (ไขแข สุวรรณ และ ตรีเนตร ตันตระกูล, 2563)	ศึกษา ปัจจัยสมรรถนะและกระบวนการพัฒนาสมรรถนะของบุคคลการระดับบริหารธุรกิจโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อมเพื่อเข้าสู่องค์กรสมรรถนะสูง และศึกษาความสัมพันธ์ ปัจจัยสมรรถนะ และกำหนดแนวทางพัฒนาบคคลากรระดับบริหาร	1. การบริหารทรัพยากรมนุษย์ให้มีศักยภาพสูง 2. การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการทำงาน 3. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ 4. การมุ่งเน้นผู้รับบริการ 5. การสร้างนวัตกรรม 6. มุ่งเน้นผลลัพธ์การปฏิบัติงาน
7. (คมกริช นันทะโรจพงศ์, เฉลิมชัย กิตติศักดิ์นาวิน และ นลินณัฐ ดีสวัสดิ์, 2560b)	เพื่ออธิบายเครื่องมือการพัฒนาองค์การในยุคเศรษฐกิจดิจิทัลเพื่อการเป็นองค์การที่มีขีดสมรรถนะสูง	1. ความไว้วางใจ 2. การสร้างองค์ความรู้ 3. การให้รางวัลเป็นทีม 4. สายบังคับบัญชาน้อย 5. โครงสร้างมีความยืดหยุ่น 6. เปิดรับโลกภายนอก 7. เปิดเผยข้อมูลการดำเนินงาน 8. ปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ
8. (ณัชญานุช สุดชาดี, ถนอมวรรณ ประเสริฐเจริญสุข และ ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)	เพื่อพัฒนาและตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างภาวะผู้นำของผู้บริหารสถานศึกษาและพฤติกรรมองค์การที่ส่งผลต่อองค์การสมรรถนะสูงที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์	การบริหารจัดการทุนมนุษย์ การพัฒนาความรู้ความสามารถของครูหรือบุคลากรในสถานศึกษาเพื่อให้เกิดการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุดจะส่งผลต่อการเป็นองค์การสมรรถนะสูง องค์การแห่งการเรียนรู้ ซึ่งเป็นตัวแปรคั่นกลางที่ได้รับอิทธพลจากตัวแปรสาเหตุทั้งอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมและยังส่งผ่านอิทธิพลไปยังองค์การสมรรถนะสูง

		วัฒนธรรมการทำงานในองค์การซึ่งในการวิจัยนี้ ส่งผลโดยตรงต่อองค์การสมรรถนะสูง
9. (ธนพร แย้มสุดา, 2561)	นำเสนอเกี่ยวกับแนวคิดในการจัดการความรู้ ความเชื่อมโยงระหว่างการจัด การความรู้กับความเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้และองค์กรสมรรถนะสูง	1. การนำองค์กร 2. การวางแผนเชิงยุทธศาสตร์ 3. การให้ความสำคัญกับผู้รับบริการ 4. การวัด วิเคราะห์ และการจัดการความรู้ 5. การมุ่งเน้นทรัพยากรบุคคล 6. การจัดการกระบวนการ 7. ผลลัพธ์การดำเนินการ
10. (Jirangkul, 2018)	6 ปัจจัย 1. วัฒนธรรมและการมีส่วนร่วม 2. ความเป็นผู้นำ 3. การจัดการการเปลี่ยนแปลงขององค์กร การวิวัฒนาการ 4. การจัดการทรพยากรมนุษย์ 5. การออกแบบงานตามโครงสร้างและการจัดสรรทรัพยากร 6. การมีส่วนร่วมและการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง	1. ผู้คนและจากการออกแบบงานมีอิทธิพลโดยตรงต่อองค์กรประสิทธิภาพสูง 2. ผู้คนและการออกแบบงานมีอิทธิพลต่อการจัดการองค์กรประสิทธิภาพสูง 3. วัฒนธรรมและการมีส่วนร่วมมีผลโดยตรงต่อการจัดการองค์กรประสิทธิภาพสูง 4. วัฒนธรรมและการมีส่วนร่วมมีผลกระทบทางอ้อมต่อองค์กรประสิทธิภาพสูง
11. (de Waal and Wang, 2017)	กรอบงานวิจัย HPO ได้รับการตรวจสอบสำหรับบริบทของประเทศจีน ได้ผลลัพธ์ที่มีคุณค่าคำแนะนำในการปรับปรุงสำหรับบริษัท ตามกรณีศึกษา	1. คุณภาพการจัดการ (Management quality) 2. การเปิดกว้างและการวางแนวทาง (Openness and action-orientation) 3. มุมมองต่ออนาคต (Long-term orientation) 4. การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous improvement and renewal) 5. คุณภาพของพนักงาน (Employee quality) ทั้ง 5 ปัจจัยส่งผลทางตรงเชิงบวกต่อประสิทธิภาพการแข่งขัน (Competitive Performance)
12. (Ateia, El Galaly and de Waal, 2021)	ใช้แบบสอบถามถามผู้จัดการของบริษัทในเครือเพื่อประเมินความน่าเชื่อถือและความสอดคล้อง	เพิ่มการศึกษาลงในวรรณกรรม ขององค์กรประสิทธิภาพสูง ที่กำลังเติบโตในประเทศกำลังพัฒนา และช่วยให้บริษัท ICT ของ

	ภายในของกรอบงานองค์กรประสิทธิภาพสูงการวิเคราะห์ปัจจัยยืนยันทำสองครั้ง หนึ่งครั้งสำหรับกรอบงาน 35 ลักษณะดั้งเดิม และอีกครั้งสำหรับกรอบงาน 26 ลักษณะตามที่เสนอโดยของบริษัท ICT ในท้องถิ่นของอียิปต์	อียิปต์นำแนวทางปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพสูงมาใช้เพื่อให้สามารถมีส่วนร่วมในการพัฒนาเศรษฐกิจของอียิปต์ โดยใช้ 1. คุณภาพการจัดการ 2. การเปิดกว้างและการวางแนวทาง 3. มุมมองต่ออนาคต 4. การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง 5. คุณภาพของพนักงาน
13. (de Waal, 2018)	องค์กรกลายเป็นองค์กรที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถเอาชนะองค์กรที่เป็นผู้แข่งขันได้เป็นระยะเวลานาน จึงมั่นใจได้ถึงความอยู่รอดในระยะยาว เพื่อตระหนักถึงปัจจัยที่จะช่วยให้การเปลี่ยนแปลงนี้ประสบความสำเร็จ สามารถค้นหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงในวงกว้าง	พบ 11 ปัจจัยความสำเร็จเชิงทฤษฎีและ8 เชิงปฏิบัติ โดยสิ่งสำคัญที่ทำให้เกิดความสำเร็จสู่ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงองค์กร 1. Active Top Management 2. Active Employee 3. Active HPO Champion and Coaches 4. HPO Education 5. Distinction between Hygiene and HPO Factors 6. Effective Interventions 7. Connected Company 8. High Performance Partnerships
14. (T. T. Do and N. K. Mai, 2020)	เพื่อทบทวนและสังเคราะห์วรรณกรรมที่โดดเด่นเกี่ยวกับองค์กรที่มีประสิทธิภาพสูง (HPO) ซึ่งจะสามารถแนะนำแนวทางการวิจัยในอนาคตได้	การทบทวนพบปัจจัย 1. Management Quality 2. Openness and Action orientation 3. Long-term Orientation 4. Continuous Improvement and renewal 5. Workforce Quality 6. Leadership Accountability 7. People 8. Execution Culture 9. Organization Change 10. Leadership Development 11. Learning 12. Performance management

		13. Employee engagement
1 5. (Mroueh and de Waal, 2018)	เพื่ออธิบายการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการบังคับใช้กรอบการทำงานขององค์กรที่มีประสิทธิภาพสูง (HPO) กับบริษัทประกันภัย Takaful และว่าจะสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน	1. Management Quality 2. Openness and Action-Orientation 3. Long-term Orientation 4. Continuous Improvement and Renewal 5. Employee Quality

จากการศึกษาตัวแปรในบริบทของความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงผู้วิจัยศึกษาจากวารสารทั้งในประเทศและต่างประเทศพบว่า มีการศึกษาในตัวแปรที่คล้ายคลึงกัน สรุปได้ทั้งหมด 7 ตัวแปร สังเกตได้ แต่จากชื่อตัวแปรที่มีความแตกต่างผู้วิจัยวิเคราะห์ตามบริบทที่คล้ายคลึงกันในองค์กร จากตารางที่ 3 พบการศึกษา 7 ด้านดังนี้

1. ด้านองค์การที่มีธรรมาภิบาล (Good Governance Organization) พบวารสารในประเทศที่มีการศึกษาตัวแปรที่คล้ายกันอยู่ 5 งานตีพิมพ์ในงานวิจัยลำดับที่ 1,5,6,7,9 เน้นการเปิดใจในการปฏิบัติงาน ทั้งให้ความสำคัญกับผู้รับบริการ และวารสารต่างประเทศ 1 วารสาร ลำดับที่ 13 เกี่ยวข้องในเชิงการเชื่อมต่อกับองค์กรอื่นๆ

2. ด้านการเป็นองค์การที่มีความยืดหยุ่นสูง (Agile Organization) พบได้จากวารสารในประเทศ 2 งานวิจัย ในลำดับที่ 2, 3 และ 7 ในส่วนของการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง วารสารต่างประเทศ 3 งานตีพิมพ์ ได้แก่ลำดับที่ 11, 12, 14 ในเรื่องการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เช่นเดียวกัน

3. ด้านผู้นำขององค์การต้องมีประสิทธิภาพและมีภาวะผู้นำสูง (Leadership) พบได้จากวารสารในประเทศ 4 งานวิจัยได้แก่ลำดับที่ 2, 3, 5, 9 เรื่องเกี่ยวกับผู้นำและภาวะผู้นำ รวมถึงประสิทธิภาพของผู้นำ ในวารสารต่างประเทศพบ 2 งานตีพิมพ์ได้แก่ลำดับที่ 13 และ 14 เรื่องของผู้นำระดับสูงและการปฏิบัติของผู้นำ

4. ด้านการเป็นองค์การแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization) พบจากงานตีพิมพ์ในประเทศ 4 งานได้แก่ลำดับที่ 3, 5, 7, 8 ศึกษาในด้านขององค์กรแห่งการเรียนรู้โดยตรงในองค์กรหรือสถานศึกษา และพบในวารสารต่างประเทศ ได้แก่ลำดับที่ 14 และ 15 ในเรื่องของการสร้างองค์กรแห่งการเรียนรู้ และการเรียนรู้ในระยะยาว

5. ด้านการบริหารองค์การเชิงกลยุทธ์โดยปฏิบัติการเชิงรุก (Strategy) พบจากงานตีพิมพ์ในประเทศ 5 งานได้แก่ลำดับที่ 3, 4 เป็นงานเกี่ยวกับเชิงกลยุทธ์ 5,6 เป็นทางด้านการส่งเสริมให้ใช้เทคโนโลยี และ 9 เป็นการวางแผนเชิงกลยุทธ์ ในวารสารต่างประเทศพบ 2 งานได้แก่ลำดับที่ 12 การเปิดกว้างและวางแนวทางขององค์กร 14 และ 15 เป็นการเปิดกว้างในองค์กรเพื่อรับสิ่งใหม่

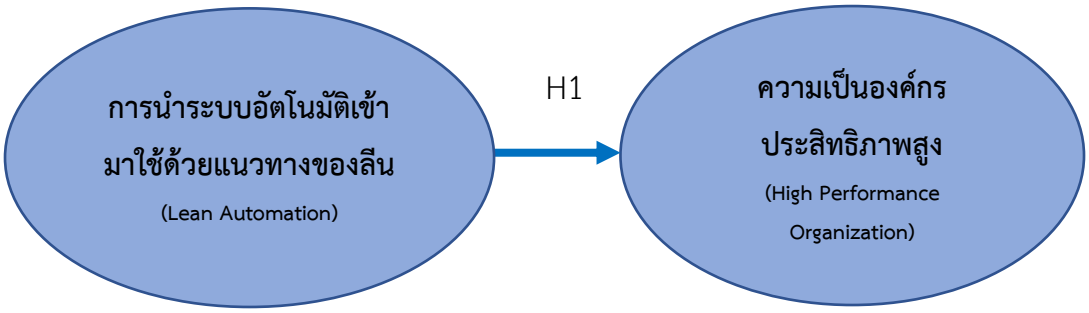
6. ด้านเป็นองค์กรเชิงระบบ (System Organization) พบจากงานตีพิมพ์ในประเทศ 3 งาน ได้แก่ลำดับที่ 3, 9 และ 10 เกี่ยวข้องกับการจัดการองค์กร และระบบภายในองค์กร ในวารสารต่างประเทศพบ 11, 12, 14 เกี่ยวข้องกับการจัดการคุณภาพของงานในองค์กรที่ส่งผลต่อระบบภายในขององค์กร

7. ด้านการทำงานเป็นทีม (Teamwork) พบจากงานตีพิมพ์ในประเทศ 6 งานได้แก่ลำดับที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6 เกี่ยวข้องกับคุณภาพของบุคลากรและการทำงานเป็นทีม 12, 13, 14, 15 เกี่ยวกับคุณภาพของบุคลากร และการสอนงานในทีม เช่นเดียวกัน จากข้อมูลการศึกษาของตัวแปร ผู้วิจัยจึงรวบรวมข้อมูลและสกัดเป็นตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงดังภาพที่ 6

ภาพที่ 6 ตัวแปรความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง

การศึกษาส่วนใหญ่ส่งผลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง เช่นเดียวกับงานวิจัยของ T. Do and N. Mai (2020) แนะนำงานวิจัยในอนาคต ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับ การยอมรับและการเปิดรับความคิดเห็นและการปฏิบัติแบบใหม่ การรับวัฒนธรรมแบบเปิด ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการมีส่วนร่วมของพนักงาน พนักงานมีส่วนร่วมในการอภิปราย การเรียนรู้ และการแบ่งปันความรู้ซึ่งจะช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของพวกเขา การปรับปรุงงานอย่างต่อเนื่องแสวงหาการปรับปรุงที่ดี จัดแนวกระบวนการและผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องด้วยนวัตกรรมตลอดจนวิธีการใหม่ในการเพิ่มประสิทธิภาพและความได้เปรียบในการแข่งขัน เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในการทำงานด้วยการผสมผสานความหลากหลาย ความกลมกลืนในระบบเก่าและใหม่ ทั้งยังวางแบบแผนให้พนักงานที่มีอยู่ได้พัฒนาความยืดหยุ่นและคล่องตัว พร้อมทักษะใหม่จนบรรลุความโดดเด่นในผลการดำเนินงาน จนเกิดเป็นองค์กรที่มีประสิทธิภาพสูง ผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญของการศึกษาต่อเนื่องในแง่มุมดังกล่าว จึงเป็นที่มาของการศึกษาตาม

สมมติฐานงานวิจัยที่ 1 ลีนออโตเมชั่นมีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง



6. พันธมิตรทางธุรกิจ (Business Alliance) ในมุมของนักบูรณาการระบบการผลิต (System Integrater)

การตกลงร่วมมือในธุรกิจ หรือองค์การตั้งแต่ 2 แห่งขึ้นไป ซึ่งมีขนาดองค์กรที่ใกล้เคียงหรือแตกต่างกัน เป็นองค์กรที่มีความเกี่ยวข้องกันทางใดทางหนึ่งอาจเป็นไปในทางตรงหรือทางอ้อม หรือเป็น หรือเป็นองค์กรที่มีการสนับสนุนต่างๆ และมีความคิดเห็นที่ตรงกันที่จะร่วมมือกันกระทำกิจการหรือสิ่งใดสิ่งหรือร่วมกัน อันอาจได้มาจากการแบ่งปันทรัพยากร การแลกเปลี่ยนข้อมูล เพื่อให้บรรลุเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ร่วมกัน หรือกำหนดแนวทางตามที่ได้ร่วมกันไว้อันนำมาซึ่งผลประโยชน์ที่เท่าเทียมกัน หรือสามารถตกลงร่วมกันได้ การที่องค์การจะสามารถเผชิญหน้ากับการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา การเพิ่มขีดความสามารถ รวมถึงอำนาจในการต่อรองนั้น องค์การจะดำเนินการหรือพัฒนาองค์กร ด้วยตัวคนเดียวนั้นเป็นเรื่องที่ยาก จึงควรหาผู้ร่วมธุรกิจทางพันธมิตรเข้ามาช่วยเสริมศักยภาพและข้อได้เปรียบทางการแข่งขันทั้งในด้านเครื่องมืออุปกรณ์ ทักษะการบริหารงาน ทรัพย์สินทางปัญญา การลงทุน เงินทุน และทรัพยากรบุคคล ทั้งยังสร้างความน่าเชื่อถือและความไว้วางใจให้กับลูกค้าหรือองค์กรอื่นๆในด้านความรู้ต่างๆของบุคลากรและผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง การพัฒนาเพียงลำพังอาจนำมาซึ่งความสูญเสียเงินลงทุนและเวลาค่อนข้างมาก และการดำเนินการนั้นทำไปได้โดยใช้เวลามาก ไม่ทันต่อตลาดการแข่งขัน พันธมิตรเชิงกลยุทธ์เป็นส่วนมาใช้เติมเต็มและเป็นส่วนช่วยพัฒนาองค์การที่มีความจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งในการช่วยให้องค์การสามารถประสบความสำเร็จ (นิศาชล รัตนมณี, เฉลิมชัย กิตติศักดิ์นาวิน และ นลินณัฐ ดีสวัสดิ์, 2561;Kale and Singh, 2007) และมีส่วนช่วยให้เกิดความได้เปรียบทางการแข่งขันเหนือคู่แข่ง (Anand and Khanna, 2000) การถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับองค์การพันธมิตรเป็นอีกหนึ่งบทบาทสำคัญในการร่วมมือในลักษณะของการถ่ายทอดเทคโนโลยี หรือการแบ่งปันความรู้อาจเป็นลักษณะของการร่วมมือแบบ บันทึกความเข้าใจระหว่างองค์กร

พันธมิตรทางธุรกิจสามารถใช้ต่อยอดธุรกิจเพื่อสร้างความแข็งแกร่งทางการแข่งขัน การต่อยอดหรือการขยายธุรกิจการสร้างพันธมิตรมีมุมมองที่หลากหลายไม่ได้จำกัดเพียงแค่การเป็นพันธมิตร

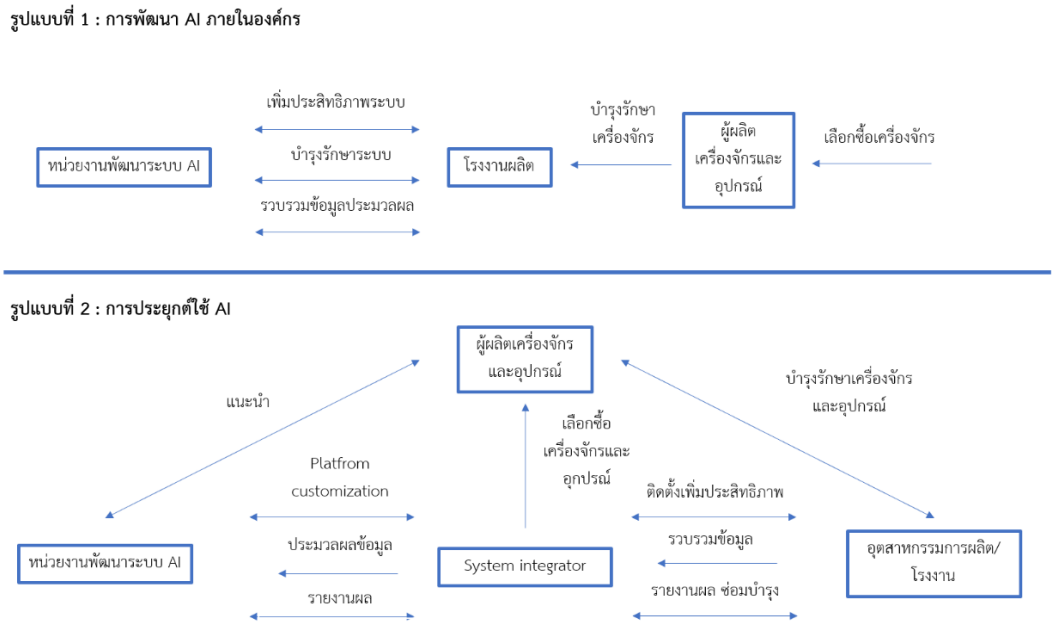
ระหว่างคู่ค้า ต่อให้เป็นคู่แข่งขันก็สามารถเป็นพันธมิตรทางธุรกิจได้ การจะประสบความสำเร็จในการเป็นพันธมิตรประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1. ความไว้วางใจ 2.ความผูกพันธ์ 3. ความร่วมมือ 4. ประสบการณ์ด้านพันธมิตร 5. หน้าที่ของพันธมิตรที่ต้องรักษาความสัมพันธ์ (รัตนา สีดี, 2559b) การสร้างกลยุทธ์ทางพันธมิตร จะนำมาซึ่งความได้เปรียบทางการแข่งขัน ด้านต้นทุนคุณภาพ นวัตกรรมโดยเน้นความสัมพันธ์ในระยะยาว และมีการร่วมแรงร่วมใจกันทำงานเพื่อเสริมสร้างความเป็นพันธมิตรจากการ ถ้อยทีถ้อยอาศัยกัน (Wong, Tjosvold and Zhang, 2005) การสร้างพันธมิตรทางธุรกิจเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ดีสำหรับธุรกิจนำไปสู่การยกระดับ ความสามารถขององค์กร การลดต้นทุน การแบ่งปันความเสี่ยงในการดำเนินงาน ความสามารถในการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ความสามารถในการเข้าสู่ตลาด การปรับปรุงอันนำมาซึ่งนวัตกรรมการบริการ (กัลยา สว่างคง และ วิโรจน์ เจษฎาลักษณ์, 2561) การสร้างพันธมิตรทางธุรกิจ ด้านการตลาด เทคโนโลยี เพื่อรักษาข้อได้เปรียบทางการแข่งขัน หัวใจสำคัญคือการเลือกพันธมิตรอย่างรอบคอบจะนำไปสู่ความสำเร็จที่มีมากยิ่งขึ้น การกรณีศึกษาการทำงานร่วมกันผ่านธุรกิจพันธมิตรสร้างความเข้าใจร่วมกันและ เกิดการใช้ทรัพยากรร่วมกัน ทำให้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดเป็นแนวทางการปฏิบัติที่ดีขององค์กร (พรวดี รักษาศรี, วีระกิตติ์ เสาร่ม และ นิศารัตน์ โชติเชย, 2562) การร่วมกันของพันธมิตรเกิดขึ้นจะเกิดความร่วมมือ ที่พร้อมในการแบ่งปันทรัพยากร และการยอมรับความเสี่ยงร่วมกันถึงเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในภายหน้า รวมถึงการพร้อมที่จะปรึกษาหารือหาทางออกร่วมกันอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้เกิดประสบการณ์และการเรียนรู้ระหว่างองค์กร นำไปสู่ประสิทธิภาพการทำงานที่ดีขึ้น และก่อให้เกิดความได้เปรียบ ในการวางแผนการผลิตสร้างความได้เปรียบในการดำเนินงานขององค์กร (คณบดี แย้มชุติ, ฉัตรธาร ลิ้มอุปถัมภ์ และ ฮิมานชู เค. ซี, 2561) จากการศึกษาผู้ประกอบการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ พบว่าพันธมิตรทางการค้า ไม่มีอิทธิพลต่อความได้เปรียบทางการแข่งขัน ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าผู้ประกอบการ ยังไม่มีกลุยทธ์ทางด้านการปรับปรุงกระบวนการอย่างแท้จริงในการผลิตผลิตภัณฑ์ เช่น การควบคุมการไหลของวัตถุดิบ การเน้นการกำจัดของเสีย ซึ่งเป็นการเน้นการผลิตแบบลีน (ชาญชัย พรมมิ และ สวัสดิ์ วรรณรัตน์, 2558) วัตถุประสงค์หลักของการเข้าร่วมเป็นพันธมิตรคือความได้เปรียบทางด้านต้นทุน และข้อมูลรวมทั้งการเพิ่มขีดความสามารถทางด้านการแข่งขัน จากข้อได้เปรียบทางด้านวัตถุดิบ และสินทรัพย์ต่างๆ (ณัฐพงศ์ ประกอบการดี, 2558) องค์ประกอบการสร้างพันธมิตรเป็นการสร้างกลยุมธ์ที่จะสามารถช่วยให้ธุรกิจประสบความสำเร็จเกิดจาก ความไว้วางใจ ความผูกพันธ์ หน้าที่ และประสบการณ์ด้านพันธมิตร ทั้งยังช่วยให้บรรลุเป้าหมายของประสิทธิภาพการดำเนินงานในส่วนของพันธมิตรทางธุรกิจได้ (รัตนา สีดี, 2559a) การได้รับผลตอบแทนของระบบอัตโนมัติ เมื่อองค์กรต้องการนวัตกรรมควรต้องมีซัพพลายเออร์เพื่อช่วยในการหาทางออกของปัญหาที่พบ รวมทั้งดัดแปลงแก้ไขระบบการทำงานให้เกิดประโยชน์และประสิทธิภาพสูงสุด ความรู้และความสามารถของซัพลายเออร์ถือเป็นทรัพยากรที่

สำคัญสำหรับระบบอัตโนมัติที่ประสบความสำเร็จ และช่วยให้สามารถเพิ่มผลตอบแทนจากการลงทุนในระบบอัตโนมัติ ซัพพลายเออร์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในกระบวนการอัตโนมัติเนื่องจากสิ่งที่ซับซ้อนในระบบอัตโนมัติอาจมีความรู้เฉพาะซัพพลายเออร์เท่านั้น (Nylund, Hernandez and Brem, 2017) ความรู้จากลูกค้าและคู่แข่งขันก็มีส่วนช่วยในการสร้างกระบวนการของนวัตกรรมและซัพพลายเออร์มีประโยชน์ในแง่นวัตกรรมของผลิตภัณฑ์ด้วย (Bogers, 2011) งานวิจัยเชิงประจักษ์แบบ QUAN-QUAL ผลศึกษาของพวกเขาตรวจสอบบทบาทของแหล่งข้อมูลความรู้เครือข่ายที่มีอิทธิพลต่อผลการดำเนินงานขององค์กร ตัวอย่างในงานวิจัยเป็นซัพพลายเออร์ยานยนต์ในสหรัฐฯ ที่ขายให้กับผู้ผลิตรถยนต์ เช่น โตโยต้าและสหรัฐอเมริกา ผลการวิจัย แสดงให้เห็นว่าทรัพยากรเครือข่ายมีอิทธิพลอย่างมากต่อองค์กรเพื่อก่อให้เกิดประสิทธิภาพ ยิ่งไปกว่านั้นทรัพยากรและความสามารถบางอย่างขององค์กร มีความสัมพันธ์เฉพาะ ไม่สามารถโอนให้กับผู้ซื้อหรือเครือข่ายรายอื่นได้โดยง่าย การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างการแบ่งปันความรู้ระหว่างลูกค้ากับซัพพลายเออร์ กิจกรรมและระดับของการปรับปรุงประสิทธิภาพรวมถึงเครือข่ายซัพพลายเออร์ สมมติฐานที่พิสูจน์ได้ คือ เมื่อผู้ซื้อการถ่ายโอนความรู้ หรือข้อมูลที่ต้องการพัฒนามากขึ้นไปยังเครือข่ายซัพพลายเออร์ จะพัฒนาความสามารถในการผลิตของซัพพลายเออร์ ในงานวิจัยคัดเลือกผู้จัดการของซัพพลายเออร์ ข้อค้นพบเชิงประจักษ์ ยืนยันว่าเครือข่ายซัพพลายเออร์ของโตโยต้า ผลิตชิ้นส่วนที่มีคุณภาพสูงกว่าและต้นทุนต่ำกว่าสำหรับโตโยต้า การศึกษาเชิงคุณภาพสำรวจว่าเหตุใดซัพพลายเออร์จึงทำงานได้ดีกว่าในฐานะสมาชิกของเครือข่ายเดียว Toyota มากกว่าเครือข่ายอื่น

นักบูรณาการระบบการผลิต (System Integrater) อุตสาหกรรมที่เริ่มนำหุ่นยนต์มาใช้ในทางปฏิบัติ มักมองเทคโนโลยีที่ล้ำหน้า ทันสมัย มาใช้ ซึ่งนับว่าเป็นสิ่งที่ดี แต่สิ่งที่สำคัญกว่าคือใช้เทคโนโลยีเหล่านั้นมีประสิทธิภาพมากที่สุด ไม่ว่าจะเป็น ระบบอัตโนมัติ (Automation), ปัญญาประดิษฐ์ (AI), หรือ IOT (สุมิพล, 2563) ซึ่งต้องอาศัย System Integration (SI) คือ ผู้วิเคราะห์และการผลิตที่ลูกค้าต้องการ ประเมินและแก้ไข เทคโนโลยีรวบรวมระบบเทคโนโลยีต่างๆที่ซับซ้อนให้เข้ากับเทคโนโลยีเดิม หรือติดตั้งเทคโนโลยีใหม่ให้กับลูกค้า (แวนอินเตอร์เทรด, 2564) โดยสิ่งที่สำคัญที่สุดของ SI คือ การออกแบบแนวคิดให้ได้โซลูชั่นที่เหมาะสมที่สุด ปัจจุบันอุตสาหกรรมนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุน ยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร ควบคุมคุณภาพ บริหารจัดการทั้งห่วงโซ่อุปทานมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี AI และ AI Application โดยทั่วไปมีอยู่ 2 รูปแบบ

1.การพัฒนาระบบ AI และ AI Application ขึ้นมาเองเพื่อใช้ในโรงงาน ส่วนใหญ่ถูกนำเข้าไปใช้ในองค์กรขนาดใหญ่ เนื่องจากเป็นองค์กรที่มีความรู้ด้านเทคโนโลยีสมัยใหม่ จึงสามารถพัฒนาเทคโนโลยีด้วยตัวเองได้

2.การประยุกต์ใช้ AI และ AI Application จะอยู่ในองค์กรที่ยังไม่มีความสามารถในการพัฒนาระบบ AI ด้วยตนเอง จึงจำเป็นต้องพึ่งพาระบบ AI และเทคโนโลยีจากบริษัทที่เป็นผู้สร้าง หรือนำเข้าเทคโนโลยีที่องค์การเลือกใช้ ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาการสื่อสารและการเชื่อมต่อของเครื่องจักรกับเทคโนโลยี AI



ภาพที่ 7 แสดงการพัฒนา AI ภายในองค์กร (มาเก็ทเทียร์, 2562)

System Integration (SI) จึงเริ่มเข้ามามีบทบาทสำคัญมากขึ้นจากการปรับตัวเข้าสู่ยุคดิจิทัลและ AI ระบบอัตโนมัติ (Automatic) มาใช้ในการองค์ขนาดใหญ่ประสบความสำเร็จมากกว่าองค์กรขนาดกลางและขนาดเล็ก (SMEs) ที่มีปริมาณต่ำในการนำระบบอัตโนมัติ เนื่องจากมองว่า ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องลงทุนเพิ่ม และผู้ผลิตหุ่นยนต์ได้ผลิตหุ่นยนต์ที่มีคุณภาพ มีการทำงานที่ซับซ้อนมากขึ้น ในขณะที่องค์การขนาดกลางและเล็กมองหาหุ่นยนต์ที่จัดหาได้ง่าย เงินลงทุนน้อย นำไปใช้กับงานที่มีความเสี่ยง ยกของมีน้ำหนักมาก หรือต้องการความแม่นยำสูง จะเห็นความต้องการที่แตกต่างกันของผู้ผลิตและผู้ใช้ ทำให้ SI ยิ่งมีความสำคัญมากขึ้นไปอีก สำหรับการเลือกใช้หุ่นยนต์ให้เหมาะสมกับงานในแต่ละกระบวนการหน้าที่ของ SI จะจับคู่ความต้องการของผู้ใช้งานกับหุ่นยนต์ให้เหมาะสม สามารถติดตั้งเครื่องจักรสามารถทำงานกับเทคโนโลยีเดิมได้โดยไม่ติดขัด (เอ็มรีพอร์ต, 2563) การทำงานของ SI จะเน้น 3 เรื่องหลัก ได้แก่

1.ประสิทธิภาพการผลิต กล่าวคือ วางแผนการผลิตสินค้าให้ออกมาได้ตามมาตรฐาน ลดความความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นให้น้อยที่สุด

2.ต้นทุนการผลิต วางระบบ Automation ที่มีการลงทุนสูง ประเมินการผลิตเบื้องต้นก่อนที่จะวางระบบ โดยไม่ให้ต้นทุนที่สูงเกินไป จะส่งผลให้ระยะเวลาคืนทุนที่ล่าช้า

3.เวลา การวางแผนที่มีคุณภาพทำให้การผลิตในองค์กร ทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ไม่ติดขัด และยืดหยุ่น การทำงานรวดเร็ว (สุมิพล, 2020)

ขั้นตอนของการทำจะมุ่งเน้นความต้องการลูกค้าเป็นสำคัญ เนื่องจากความแตกต่างของแต่ละองค์กรทำให้ได้ผลลัพธ์ในการออกแบบที่แตกต่างกัน เกิดเป็นกระบวนการตามขั้นตอนการทำงานของ SI คือ

1. การเก็บข้อมูล ก่อนเริ่มพัฒนาระบบ เราต้องเข้าใจองค์กรก่อนว่าองค์กรมีความวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาระบบ มีความต้องการใช้เทคโนโลยีแบบใด งบประมาทเท่าไหร่ ยิ่งมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องและเข้าใจความต้องการขององค์กรมาเท่าไร ระบบที่ออกแบบจะมีสมบูรณ์มากขึ้น

2. การออกแบบ การนำข้อมูลที่ได้ตรวจสอบกับองค์กร แล้วนำมาวางแผนในการสร้างระบบให้ตอบโจทย์วัตถุประสงค์ขององค์กร

3. การตรวจสอบ ตรวจสอบความถูกต้องระหว่างองค์กรและผู้จัดทำ เพื่อยืนยันว่าการออกแบบถูกต้องตามวัถตุประสงค์

4. การสร้าง การสร้างแบบจำลองของระบบ Automation เพื่อทดลองการทำงานก่อนไปใช้งานจริง การจำลองทำให้สามารถปรับเปลี่ยนระบบให้เหมาะสมกับองค์กรได้ทันที (แวนอินเตอร์เทรด, 2564)

ตารางที่ 4 สรุปการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพันธมิตรทางธุรกิจ

รายละเอียดบทความ	แนวทางการศึกษา	ตัวแปรที่พบ
1. (กัลยา สว่างคง และวิโรจน์ เจษฎาลักษณ์, 2562)	ศักยภาพกลยุทธ์พันธมิตรโดยการทบทวนวรรณกรรม นำเสนอ 6 Proposition	1. ผลลัพธ์ของศักยภาพกลยุทธ์พันธมิตรที่มีต่อประสิทธิภาพในการดำเนินงาน 2. ผลลัพธ์ของศักยภาพกลยุทธ์พันธมิตรที่มีต่อความเป็นเลิศในการบริการ 3. ผลลัพธ์ของศักยภาพกลยุทธ์พันธมิตรที่มีต่อผลการดำเนินงานขององค์กร
2. (พัทธ์ธีรา สมทรง, 2564)	ศึกษาบทบาทภาวะผู้นำเชิงกลยุทธ์ นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ พันธมิตรทางธุรกิจและความได้เปรียบในการแข่งขันของ *SMEs*	1. บทบาทภาวะผู้นำเชิงกลยุทธ์มีอิทธิพลต่อนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ 2. บทบาทภาวะผู้นำเชิงกลยุทธ์มีอิทธิพลต่อพันธมิตรทางธุรกิจ 3. บทบาทภาวะผู้นำเชิงกลยุทธ์มีอิทธิพลต่อความได้เปรียบทางการแข่งขัน

		4. นวัตกรรมผลิตภัณฑ์มีอิทธิพลต่อพันธมิตรทางธุรกิจ 5. นวัตกรรมผลิตภัณฑ์มีอิทธิพลต่อความได้เปรียบในการแข่งขัน 6. พันธมิตรทางธุรกิจมีอิทธิพลต่อความได้เปรียบทางการแข่งขัน
3. (รุจิรัตน์ พัฒนถาบุตร, วัลลภา อารีรัตน์, เสาวนี สิริสุขศิลป์ และ กนกอร สมปราชญ์, 2561)	การพัฒนาตัวบ่งชี้สัมฤทธิผลการเรียนรู้ของมหาบัณฑิตด้านบริหารธุรกิจในการเป็นผู้ประกอบการเชิงนวัตกรรม	การเสริมแรงเครือข่ายพันธมิตร เป็นคุณลักษณะ 1 ใน 10 ของการเป็นผู้ประกอบการเชิงนวัตกรรม
4. (เรืองระวี มะลิเจริญวงศ์, 2561)	ศึกษาบทบาทของภาครัฐและภาคเอกชนต่อการพัฒนาระบบการจัดการโลจิสติกส ของผู้ประกอบการ ขนส่งด้วยรถบรรทุกกลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในประเทศไทย	ความสามารถทางด้านเทคโนโลยีและการสร้างเครือขายด้วยการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใหใน ระบบโลจิสติกสของบริษัท เป็นหนึ่งในการกำหนดเป้าหมายทางกลยุทธ์เกี่ยวกับพันธมิตร
5. (สิริพร ทัตทวี, ธรินี มณีศรี และ วรพล วังฆนานนท์, 2561)	ศึกษาปัจจัยด้านแนวปฏิบัติในการจัดการโซ่อุปทาน ความร่วมมือของพันธมิตรธุรกิจ ความคล่องตัวในการดำเนินงาน คุณค่าที่ลูกค้าได้รับ ความได้เปรียบเชิงการแข่งขันอย่างสมดุลและยั่งยืน	ความร่วมมือของพันธมิตรธุรกิจมีอิทธิพลทางตรงต่อความได้เปรียบเชิงการแข่งขันอย่างสมดุลและยั่งยืน
6. (สุขกมล ทรัพย์ดีมงคล, 2558)	ศึกษาผลกระทบที่จะเกิดกับธุรกิจตัวแทนออกของในด้านของผู้ประกอบการ	ด้านผู้ประกอบการเมื่อผู้ประกอบการต้องเผชิญปัญหากับการแข่งขันที่รุนแรง การสร้างพันธมิตรทางการค้าและการลงทุน ช่วยลดจุดอ่อนที่มีอยู่
7. (สุดารัตน์ พิมลรัตนกานต์, 2562)	ศึกษาอิทธิพลของคุณลักษณะของผู้ประกอบการ ที่มีผลต่อการสร้างพันธมิตรทางธุรกิจและผลการดำเนินงานขององค์การ และศึกษาอิทธิพลของการสร้างพันธมิตรทางธุรกิจ ที่มีผลต่อการดำเนินงานขององค์การ	1. คุณลักษณะของผู้ประกอบการ มีอิทธิพลทางบวกกับการสร้างพันธมิตรทางธุรกิจ 2. การสร้างพันธมิตรทางธุรกิจมีอิทธิพลทางบวกกับผลการดำเนินงานขององค์การ 3. คุณลักษณะของผู้ประกอบการมีอิทธิพลทางบวกกับผลการดำเนินงานขององค์การ

8. (สุดารัตน์ พิมลรัตนกานต์ และ วิโรจน์ เจษฎาลักษณ์, 2562)	ศึกษาการพัฒนาทุนมนุษย์ คุณลักษณะของผู้ประกอบการ การจัดการการเปลี่ยนแปลง การสร้างพันธมิตรทางธุรกิจ ความสามารถในการจัดการนวัตกรรม การบรรลุสำเร็จทางการตลาด ความได้เปรียบทางการแข่งขันสำหรับผู้ประกอบการสินค้าเกษตรและผลการดำเนินงานขององค์การ	นำเสนอ P1-P9 P4 การสร้างพันธมิตรทางธุรกิจมีอิทธิพลต่อความสามารถในการจัดการนวัตกรรม
9. (พรวดี รักษาศรี, วีระกิตติ์ เสาร่ม และ นิศารัตน์ โชติเชย, 2562a)	ศึกษาอิทธิพลพันธมิตรทางธุรกิจต่อผลการดำเนินงานขององค์กร ทดสอบอิทธิพลพันธมิตรทางธุรกิจ การจัดการโซ่อุปทาน และผลการดำเนินงานขององค์กร	พันธมิตรทางธุรกิจ ประกอบด้วย เทคโนโลยี กลยุทธ์ และการวิจัยและพัฒนา มีอิทธิพลทางตรงต่อผลการดำเนินงานขององค์กร พันธมิตรทางธุรกิจ มีอิทธิพลทางตรงต่อความยั่งยืน
10. (Atalay, Dirlik and Sarvan, 2017)	การสำรวจการกำหนดค่าของความสัมพันธ์เครือข่ายที่จะส่งผลในเชิงบวกต่อผลลัพธ์ด้านประสิทธิภาพและทดสอบผลกระทบที่สันนิษฐานของพันธมิตรเชิงกลยุทธ์หลายระดับต่อนวัตกรรมและประสิทธิภาพที่มั่นคงในอุตสาหกรรมเฉพาะ	ศึกษาอิทธิพลต่อ 1. Innovation performance 2. Firm performance 3. Structure ofthe business networks ผ่านระดับความสัมพันธ์
11. (X. Bai and Li, 2020)	ตรวจสอบประเภทของความยุติธรรมที่ส่งผลต่อการได้มาซึ่งความรู้และโอกาสในพันธมิตรเชิงกลยุทธ์และการทำงานของกลไกความยุติธรรม	1. ขั้นตอนความยุติธรรมส่งผลต่อการได้มาซึ่งความรู้ และความรู้นำไปสู่ประสิทธิภาพของพันธมิตร 2. ความยุติธรรมแบบกระจายส่งผลต่อพฤติกรรมการแสดงออกนำไปสู่โอกาสในการเพิ่มประสิทธิภาพพันธมิตร
12. (Bamel, Pereira, Bamel and Cappiello, 2021)	ทบทวนการจัดการรู้ (KM) ในช่วง 30 ปีในบริบทของพันธมิตรเชิงกลยุทธ์เพื่อทำความเข้าใจทางประวัติศาสตร์ และสถานะปัจจุบัน	การจัดการความรู้ในบริบทของพันธมิตรเชิงกลยุทธ์ การจะได้มาซึ่งความรู้ต้องอาศัยการซึมซับ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ นวัตกรรมแบบเปิด ในส่วนประสิทธิภาพของพันธมิตร ผลงานวิจัยชี้ให้เห็นถึงการสร้างความรู้ และการถ่ายถอดความรู้

13. (W. Chen and Wang, 2020)	ตรวจสอบปัจจัยการเป็นผู้ประกอบการ ระดับผลลัพธ์ของพันธมิตร ความเข้มข้นในการแข่งขันและการพึ่งพาบริษัทที่มุ่งเน้นผู้ประกอบการในคู่ค้าความสัมพันธ์ระหว่างผู้ประกอบการและประสิทธิภาพของพันธมิตร	1. *Entrepreneurial orientation* (+) ต่อ *alliance performance* 2. Competitive intensity (-) Moderating Entrepreneurial orientation กับ Alliance performance *3*. Dependence on the partner (-) Moderating Entrepreneurial orientation กับ Alliance performance
14. (Y. S. Chen, Mardjono and Yang, 2022)	บริษัทตรวจสอบบัญชีได้จัดตั้งพันธมิตรเชิงกลยุทธ์กับบริษัทที่ปรึกษาเพื่อขยายขอบเขตการบริการเพื่อบรรเทาความบกพร่องของความเป็นอิสระของผู้ตรวจสอบบัญชี ไต้หวัน	1. ประสิทธิภาพสำหรับพันธมิตรที่เพิ่มมากขึ้นหลังจากมีกฎหมายที่ตราขึ้นบังคับใช้เพื่อป้องกันปัญหาด้านบัญชีการเงิน 2. บ่งชี้ว่า การให้คำปรึกษาด้านการจัดการ มีส่วนร่วมมากในพันธมิตรของบริษัทระดับชาติหลังจากมีกฎหมายที่ตราขึ้นบังคับใช้เพื่อป้องกันปัญหาด้านบัญชีการเงินดังนั้น H4 จึงได้รับการสนับสนุนในบริษัทระดับประเทศ
15. (Kim, Nobi, Lee and Milewicz, 2021)	คำถามวิจัยหลักสามข้อ 1.ประเภทพันธมิตรแบรนด์ ซึ่งกำหนดโดยสถานที่ตั้งของพันธมิตรและคุณภาพของแบรนด์ ส่งผลต่อการรับรู้คุณค่าทางอารมณ์ของผู้บริโภคเกี่ยวกับพันธมิตรแบรนด์ 2. การรับรู้ถึงแบรนด์เหมาะสมเป็นสื่อกลางในความสัมพันธ์ระหว่างประเภทพันธมิตรแบรนด์และการรับรู้คุณค่าทางอารมณ์ 3. ความแตกต่างในทัศนคติต่อโลกทำให้อิทธิพลของประเภทพันธมิตรแบรนด์มีต่อการรับรู้คุณค่าทางอารมณ์ ศึกษาในระดับอุดมศึกษา	1. ประเภทของพันธมิตรแบรนด์มีอิทธิพลต่อการรับรู้คุณค่าทางอารมณ์ของผู้บริโภคเกี่ยวกับพันธมิตร 2. ความเหมาะสมของแบรนด์เป็นตัวกลางอิทธิพลของประเภทพันธมิตรแบรนด์ที่มีต่อการรับรู้คุณค่าทางอารมณ์ของผู้บริโภคที่มีต่อพันธมิตร 3. ขอบเขตที่ความคิดของผู้บริโภคต่อโลกมีอิทธิพลต่อการรับรู้คุณค่าทางอารมณ์ของพันธมิตรแบรนด์การศึกษาระดับอุดมศึกษา
16. (D. Liu, Bao and Wang, 2022)	ศึกษานี้คือเพื่อตรวจสอบว่าสัญญาที่เป็นทางการส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของ	1.สัญญาที่เป็นทางการส่งผล (+) ต่อการเรียนรู้ความสัมพันธ์ ซึ่งเอื้อต่อประสิทธิภาพของนวัตกรรมของพันธมิตร

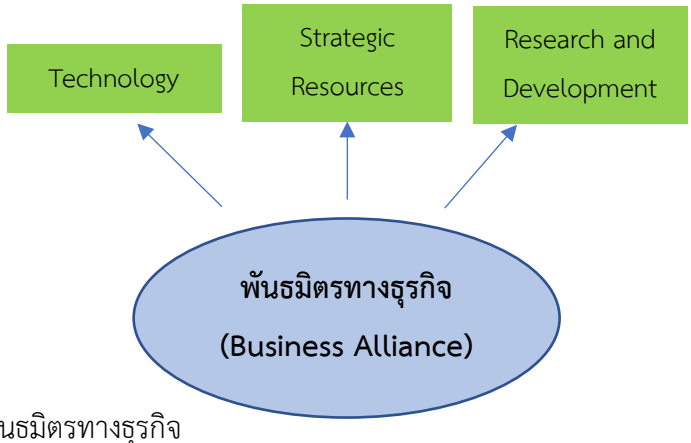
	นวัตกรรมพันธมิตรอย่างไร เพื่อทำความเข้าใจกลไกที่เป็นสาเหตุของผลกระทบ ทดสอบว่าการเรียนรู้ความสัมพันธ์เป็นสื่อกลางต่อผลกระทบของสัญญาที่เป็นทางการเกี่ยวกับประสิทธิภาพของนวัตกรรมพันธมิตรหรือไม่	2. การเรียนรู้ความสัมพันธ์ (+) ต่อประสิทธิภาพของนวัตกรรมของพันธมิตร 3. ผลกระทบของสัญญาอย่างเป็นทางการที่มีต่อประสิทธิภาพนวัตกรรมของพันธมิตร 4. สัญญาที่เป็นทางการ (+)ต่อการเรียนรู้ความสัมพันธ์เมื่อ *guanxi* สูง 5. สัญญาที่เป็นทางการ (+) ต่อประสิทธิภาพนวัตกรรมของพันธมิตรผ่านการเรียนรู้ เมื่อ *guanxi* สูง

จากตารางที่ 4 เป็นการทบทวนวรรณกรรมในตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับพันธมิตรทางธุรกิจ ผู้วิจัยวิเคราะห์และสกัดตัวแปรจากการทบทวนวรรณกรรมออกมาได้ 3 ด้านตามที่มีผู้วิจัยไว้ดังนี้

1.ด้านเทคโนโลยี พบจากงานวิจัยในประเทศ 2 งานตีพิมพ์ ในลำดับที่ 3, 8 พบการศึกษาเกี่ยวข้องกับพันธมิตรร่วมกับนวัตกรรมและเทคโนโลยี ในงานวิจัยต่างประเทศพบ 2 งานตีพิมพ์ในลำดับที่ 10, 16 ที่มีความเกี่ยวข้องกับนวัตกรรมและเทคโนโลยี

2. ด้านทรัพยากรเชิงกลยุทธ์พบจากงานวิจัยในประเทศ 5 งานตีพิมพ์ได้แก่ในลำดับที่ 2, 4, 6, 7, 9 เกี่ยวข้องกับการสร้างกลยุทธ์พันธมิตร เพื่อช่วยพัฒนาองค์กรในด้านต้นทุน ผลการดำเนินงานและการลดจุดอ่อนขององค์กร ในงานวิจัยต่างประเทศพบ 6 งานตีพิมพ์ ได้แก่ลำดับที่ 11 เพิ่มเติมในด้านของความยุติธรรมที่จำเป็นต่อพันธมิตร ลำดับที่ 12 13 การจัดความความรู้ของพันธมิตรและการเรียนรู้ของพันธมิตร ลำดับที่ 14 15 เกี่ยวข้องกับกฎหมายและตราพันธมิตรและลำดับที่ 16 สัญญาที่ช่วยในการจัดการพันธมิตร

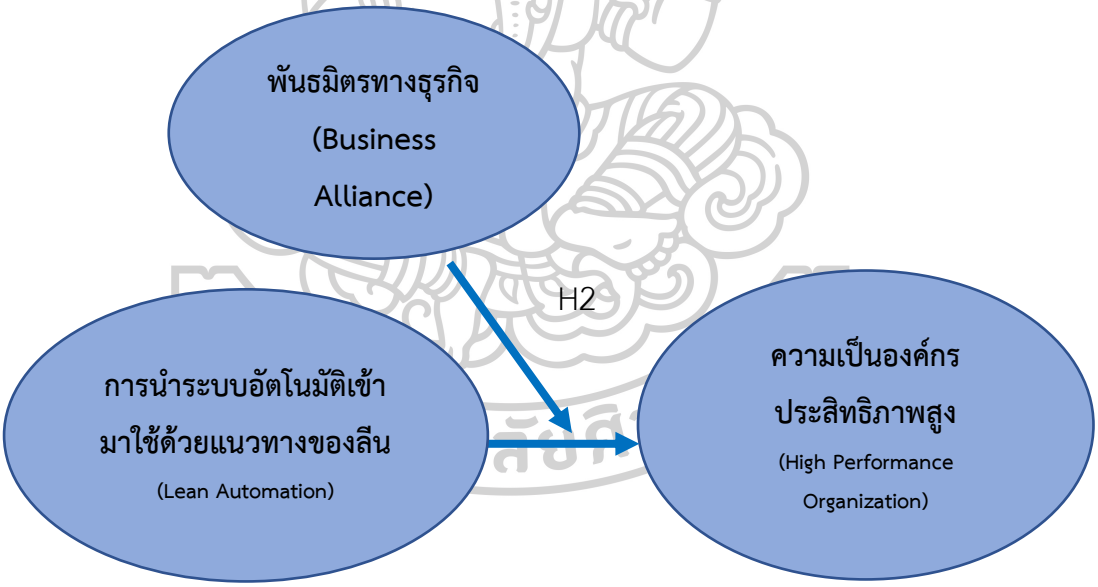
3. ด้านการวิจัยและพัฒนา 1 9 เกี่ยวข้องกับการวิจัยพัฒนาศักยภาพของพันธมิตร 5 4 ความร่วมมือและการนำเทคโนโลยีมาใช้รวมกับการสร้างพันธมิตร 13 การศึกษาตัวแปรแทรกที่มีผลเกี่ยวกับพันธมิตร จึงเป็นที่มีของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรพันธมิตรทางธุรกิจ ดังภาพที่



ภาพที่ 8 ตัวแปรพันธมิตรทางธุรกิจ

กัลยา สว่างคง และ วิโรจน์ เจษฎาลักษณ์ (2562) ศึกษาศักยภาพกลยุทธ์พันธมิตรที่มีต่อประสิทธิภาพในการดำเนินงาน และ พรวดี รักษาศรี, วีระกิตติ์ เสาร่ม และ นิศารัตน์ โชติเชย (2562) ได้ศึกษาถึงพันธมิตรทางธุรกิจที่มีอิทธิพลทางตรงต่อผลการดำเนินงานขององค์กร และ มีอิทธิพลทางตรงต่อความยั่งยืน ผู้วิจัยเล็งเห็นความสัมพันธ์ดังกล่าวของตัวแปรพันธมิตรจึงนำมาผสานใช้ในแง่มุมของนักบูรณาการระบบการผลิต การการทบทวนวรรณกรรมพบว่านักบูรณาการการผลิตมีส่วนช่วยในการออกแบบระบบอัตโนมัติ รวมทั้งการทำหน้าที่ของระบบต่างๆ มีการศึกษาข้อมูล เก็บข้อมูล ออกแบบระบบ จำลอง และแสดงผลความเป็นไปได้ให้กับองค์กรที่ต้องการพัฒนา เกิดแลกเปลี่ยนและเรียนรู้ร่วมกันกับองค์กร เรียกได้ว่าเป็นส่วนเชื่อมโยงเทคโนโลยีกับองค์กรเข้าด้วยกัน ผ่านโครงข่ายพันธมิตร ข้อมูลที่สื่อสารระหว่างกันทำให้เกิดการเชื่อมโยงนักบูรณาการกับองค์กรขึ้นเป็นพันธมิตรกัน ที่สามารถช่วยเหลือกัน เกื้อกูลกันในหลายมิติ จึงเป็นที่มาของ

สมมติฐานงานวิจัยที่ 2 พันธมิตรทางธุรกิจเป็นตัวแปรแทรกระหว่างลีนออโตเมชั่นกับความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง



7. ความได้เปรียบทางการแข่งขัน (Competitive Advantage)

การเติบโตอย่างมั่นคงอย่างยั่งยืนนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของ บริษัท เช่น ความสามารถในการจัดการ และการบริหารทรัพยากรอย่างคุ้มค่าจากความเชี่ยวชาญทางเทคโนโลยี Wanerfelt (1984) ความได้เปรียบในการแข่งขันที่ยั่งยืนนั้นมาจากทรัพยากรของบริษัท ที่แตกต่างกัน การใช้ทรัพยากรถือได้ว่าแทนที่ปรับประเภทการดำเนินงานของ บริษัท อย่างต่อเนื่องเพื่อให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงควรหันมาสนใจด้านสิ่งแวดล้อมกลยุทธ์ คือ เมื่อองค์กรสร้างทรัพยากรหลักอย่างยั่งยืน

องค์กรที่มีทรัพยากรมากมาย สามารถอยู่รอดและเติบโตได้เนื่องจากความได้เปรียบในการแข่งขันโดยไม่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมภายนอก ทรัพยากรหลักที่มีคุณค่าเชิงกลยุทธ์ควรมีความความซับซ้อนความเฉพาะตัวไม่สามารถสะสมได้อย่างรวดเร็วและลักษณะของการเป็น "ของมีค่าหายากและเลียนแบบไม่ได้" มีความเป็นไปได้มากกว่าในการที่องค์กรจะใช้ประโยชน์จากโอกาสภายนอกโดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในรูปแบบใหม่ แทนที่จะพยายามได้รับทักษะใหม่ ๆ สำหรับแต่ละโอกาสที่แตกต่างกัน เมื่อองค์ของใช้ทรัพยากรจนถึงระดับจุลภาคแล้วข้อจำกัดของทรัพยากรต่างๆ เช่น เวลาความรู้ต่างๆ อาจสร้างแรงกดดันให้กับพนักงานในองค์กร จึงควรหาทางแก้ไข เช่นการนำความรู้จากภายนอกเข้าสู่องค์กร หรือการนำทรัพยากรอื่นๆ มาเสริมเพื่อให้แน่ใจว่าการใช้ทรัพยากรจะถูกกระทำอย่างต่อเนื่อง จึงควรใส่ทรัพยากรอันมีค่าขององค์กรไว้ในกลยุทธ์ขององค์กร (Kelliher and Reinl, 2009) ทรัพยากรจะได้รับบทบาทสำคัญในการช่วย บริษัท ต่างๆให้บรรลุผลการดำเนินงานขององค์กรที่สูงขึ้น ทรัพยากรมีสองประเภท คือ จับต้องได้และจับต้องไม่ได้ ประกอบด้วยสองสมมติฐานที่สำคัญประการแรกทรัพยากรและความสามารถจะถูกจัดสรรค์อย่างแตกต่างกันในแต่ละบริษัท และรวมถึงความแตกต่างในทรัพยากรของแต่ละบริษัท ประการที่สองแหล่งของทรัพยากรและทรัพยากรที่มีอยู่ทั้งความสามารถในการจัดสรรค์และใช้ทรัพยากรนั้นๆ เป็นเงื่อนไขที่ช่วยให้ความแตกต่างเหล่านี้คงอยู่ตลอดเวลา (Barney, 1991) การใช้ประโยชน์จากฐานทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถบรรลุความได้เปรียบในการแข่งขันเหนือคู่แข่ง (Competitive Advantage) (Butler, 2001)

การดำเนินงานของบริษัทยอมรับได้ในการศึกษาตัวแปรตามในการวิจัยของทรัพยากรในขณะที่ตัวแปรต้องสะท้อนถึงระดับและทิศทางทางการแข่งขันของ โดยเทียบกับ "ผลตอบแทนที่สูงกว่าปกติ" (Barney, 1986; Peteraf, 1993) หรือ “ประสิทธิภาพที่เหนือกว่า” จะนำมาซึ่งปัญหาที่ต้องการการแก้ไข อันเป็นบททดสอบของผู้บริหาร (Thomas, 2011) ซึ่งมีความสำคัญเนื่องเพื่อช่วยให้ สามารถระบุได้ว่า บริษัท มีระดับหรือไม่ และหากมีระดับของการจัดการ การจัดการนั้นอยู่ระดับใด เพื่อบรรลุบรรลุข้อได้เปรียบด้านทรัพยากรเหนือคู่แข่ง (Barney, 2001; Richard, 2006)มีการศึกษาที่สามารถแยกศักยภาพได้ แหล่งที่มาของความได้เปรียบในการแข่งขันในระดับทรัพยากรคาดการณ์ว่าทรัพยากรภายในหน่วยธุรกิจสร้างมูลค่าเป็นสิ่งสำคัญ ที่สร้างขึ้นโดยทรัพยากรที่สำคัญและเฉพาะเจาะจง ผลกระทบเหล่านี้ ยังไม่ได้รับการวิเคราะห์โดยตรง อย่างแม่นยำเนื่องจากทรัพยากรที่น่าสนใจมีลักษณะเป็นของมีค่าหายากและเลียนแบบไม่ได้ วิธีการวิจัยจำเป็นต้องสามารถเข้าถึงระดับทรัพยากรเพื่อการวิเคราะห์ได้ (Rowe, Rouse and Riaz, 2005) มุมมองตามฐานข้อมูลมุมมองตามทรัพยากร Penrose (1959) การยอมรับและการประยุกต์ใช้มุมมองทางด้านทรัพยากรพื้นฐานขององค์กร (Wanerfelt, 1984) ความสำคัญเกิดจากหลักสองประการ 1. ช่วยในการอธิบายกลยุทธ์ขององค์กร ในเรื่องการกระจายความเสี่ยง 2. เน้นย้ำถึงบทบาททรัพยากรเฉพาะของ องค์กรในการ สร้างความได้เปรียบในการแข่งขันและอธิบายความแตกต่างในองค์กร ความมีประสิทธิภาพ

ของกระบวนการใช้งานทรัพยากร Barney (1991) องค์กรมีศักยภาพที่ สามารถสร้างข้อได้เปรียบในการแข่งขันที่ยั่งยืนและประสิทธิภาพที่เหนือกว่าจากทฤษฎีความเป็นพันธมิตรทางธุรกิจ (Bussiness Alliance) ด้วย Dyer and Hatch (2006) ความสามารถขององค์กรในการสร้างหรือผลิตสินค้าหรือการให้บริการ ที่ลูกค้าต้องการด้วยประสิทธิภาพที่ดี หรือคุณภาพที่ดีเหนือกว่าพื้นฐาน การจะได้เปรียบคู่แข่งขัน ต้องประกอบด้วยประสิทธิภาพ คุณภาพ และนวัตกรรมที่ถูกพัฒนาและสร้างสรรค์ขึ้นนั้นทั้งด้านวิทยาศาสตร์ และการสร้างเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการผลิตเพื่อเพิ่มความเร็วหรือประสิทธิภาพการทำงานก็ดี หรือความสามารถขององค์กรในการสร้างหรือผลิตสินค้าหรือการให้บริการ ที่ลูกค้าต้องการด้วยประสิทธิภาพที่ดี หรือคุณภาพที่ดีเหนือกว่าพื้นฐาน การจะได้เปรียบคู่แข่งขัน ต้องประกอบด้วยประสิทธิภาพ คุณภาพ และนวัตกรรมที่ถูกพัฒนาและสร้างสรรค์ขึ้นนั้นทั้งด้านวิทยาศาสตร์ และการสร้างเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการผลิตเพื่อเพิ่มความเร็วหรือประสิทธิภาพการทำงานก็ดี หรือสร้างมาเพื่อให้เกิดความปลอดภัยที่มีมากยิ่งขึ้น นวัตกรรมในธุรกิจที่ช่วยสร้างสิ่งใหม่ให้กับองค์กร รวมถึงนวัตกรรมด้านการบริหารที่ช่วยให้องค์มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลให้กับองค์กร เพื่อการพัฒนาและปรับปรุงให้ทันสมัย เป็นสิ่งจำเป็นในการแข่งขันทางธุรกิจที่ต้องมี (สันติ กระแจะจันทร์, 2562) ความได้เปรียบในการแข่งขันสามารถพิจารณาได้จากสองปัจจัย เช่น ทรัพยากร (Resoures) และความสามารถ (Capabilityes) (Lee, 2001) ความได้เปรียบทางการแข่งขัน ความสามารถขององค์กรที่แท้จริง คือการจัดสรรความสามารถที่มีอยู่หรือทรัพยากรเชิงกลยุทธ์ เพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันเหนือคู่แข่งที่สามารถตอบสนองการเปลี่ยนแปลงได้ทันในสภาพแวดล้อมต่างๆ (Kruasom, 2017) เพื่อการไปถึงประสิทธิภาพที่เหนือกว่า (Hoopes and Madsen, 2008) การวางแผน ออกแบบระบบ รวมไปถึงกระบวนการ การจัดสรรค์อุปกรณ์ให้ประสานเกี่ยวเนื่องกันและ สามารถใช้งานได้อย่างเต็มที่เพิ่มความสามารถทางด้านการแข่งขันขององค์กร เป็นตัวแปรส่งผ่านให้เกิดประสิทธิภาพของการดำเนินงาน (วัชรากร มยุรี และ เกิดศิริ เจริญวิศาล, 2561) กรณีศึกษาบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ พบว่าความได้เปรียบทางการแข่งขันมีอิทธิพลเชิงบวกต่อผลการดำเนินงาน อันเนื่องมากจากการแข่งขันที่รุนแรงในธุรกิจ ทำให้ต่างฝ่ายต่างต้องใช้กลยุทธ์ต่างๆผสานความสามารถภายในองค์กร เมื่อมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องในทางเทคโนโลยีทำให้เกิดวิธีใหม่ๆ และการเปลี่ยนแปลงแบบก้าวกระโดดในเทคโนโลยีจะส่งผลให้มีความได้เปรียบทางด้านการแข่งขัน เนื่องจากต้นทุนของปัจจัยพื้นฐานขององค์กรที่ลดลง ทำให้สามารถเผชิญหน้ากับการแข่งขันได้อยู่ตลอดเวลา

ตารางที่ 5 สรุปการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความได้เปรียบทางการแข่งขัน

รายละเอียดบทความ	แนวทางการศึกษา	ตัวแปรที่พบ
1. (ศีลจิต อินทรพงษ์, อัศวิทย์ อิทธิภูริพัฒน์, เสรี วงษ์มณฑา และ ภิญญุภา เปลี่ยนบางช้าง, 2559)	สภาวะแวดล้อมทางการแข่งขันของของธุรกิจร้านยาในปัจจุบัน และแนวโน้มของสภาวะแวดล้อมทางการแข่งขันในอนาคต	ปัจจัยที่ส่งผลต่อความได้เปรียบทางการแข่งขัน 1. อำนาจต่อรองผู้ซื้อ 2. อำนาจต่อรองผู้ขาย 3. การแข่งขันภายในอุตสาหกรรม 4. ผู้แข่งขันรายใหม่ 5. สินค้าทดแทน
2. (วิไล พึ่งผล, ดวงใจ จันทร์ดาแสง และ ประสพชัย พสุนนท์, 2562)	ศึกษาการพัฒนาประสิทธิภาพของการบริหารระบบคลังสินค้าเพื่อสราง ความไดเปรียบทางการแขงขัน	การเตรียมความพร้อมในการทำงานระบบ WMS มีอิทธิพลทางตรงต่อความได้เปรียบทางการแข่งขัน โดยมี 1. การจัดส่งด้วยต้นทุนต่ำตรงตามความต้องการ 2. มีการตรวจสอบเพื่อลดความผิดพลาด 3. เป็นผู้นำด้านความเร็วในการจัดการคลังสินค้า 4. การบริการที่มีการตอบรับจากลูกค้า 5. รักษาฐานลูกค้า 6. ระบบคลังสินค้าที่มีประสิทธิภาพ 7. ระบบคลังสินค้าที่สร้างผลกำไร 8. นโยบายที่สนับสนุนการใช้ระบบคลังสินค้า 9. มีบุคคลากรที่มีความรู้ความชำนาญ
3. (รวิษฎา ใจตรง, 2564)	ศึกษาแนวปฏิบัติด้านการจัดการโซ่อุปทานต่อความได้เปรียบทางการแข่งขัน รวมถึงแนวทางการสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันขององค์กร	1. การจัดการโซ่อุปทานมีอิทธิพลต่อความได้เปรียบทางการแข่งขัน 2. ความได้เปรียบทางการแข่งขันมีอิทธิพลต่อผลการดำเนินงานขององค์การผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์
4. (ชัยวัฒน์ สมศรี, บงกชกร หงษ์สาม และ นภาวรรณ เนตรประดิษฐ์, 2560)	เพื่อศึกษาระดับความสำคัญของกลยุทธธุรกิจ นวัตกรรมองคกร การมีสวนรวม การมุงเน	ปจจัยที่มีอิทธิพลตอความสามารถทางการแขงขันของวิสาหกิจชุมชน พบวา กลยุทธธุรกิจ นวัตกรรม และการมีสวนรวมมี

	นการตลาด และความสามารถในการแขงขันของวิสาหกิจชุมชน ตลอดจน ปจจัยที่มีอิทธิพลตอความสามารถทางการแขงขันของวิสาหกิจชุมชน	อิทธิพลตอ ความไดเปรียบในการแขงขัน
5. (ธนุตร์ เอี่ยมอร่าม, 2559)	แหล่งกำเนิดของความได้เปรียบในการแข่งขันภายในองค์การ	1. ค้นหาหน้าที่ และแนวทางของธุรกิจ 2. ให้ความสำคัญในการลงทุนปรับเปลี่ยนหน้าที่ทางธุรกิจ 3. ความเชี่ยวชาญของพนักงาน 4.การพัฒนา สนับสนุนบุคคลากร 5. การลงทุนของฝ่ายบริหาร
6. (เบญจวรรณ เบญจกรณ์ และ ภูมิพัฒณ์ มิ่งมาลัยรักษ์, 2562)	ศึกษาอิทธิพลเชิงโครงสร้างของปัจจัยความได้เปรียบทางการแข่งขันที่มีต่อความสำเร็จในการดำเนินงานของวิสาหกิจขนาดกลางและ ขนาดย่อมในกลุ่มธุรกิจบริการ	1. ด้านการตลาด 2. ด้านบุคลากร 3. ด้านเทคโนโลยี 4. ด้านบริหารจัดการ 5. ด้านต้นทุน
7. (ปรีชา วรารัตน์ไชย, 2562)	กลยุทธ์การตลาดธุรกิจเครื่องดื่มเพื่อสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขัน	การสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขัน 1. การนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้ 2. ตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่รวดเร็ว 3.มีประสิทธิภาพด้านการบริหารจัดการ 4.การผลิตสินค้าที่มีคุณภาพส่งผลให้ กลยุทธ์ การตลาดของธุรกิจเครื่องดื่มมีอิทธิพลทั้งทาง ตรงและทางอ้อมต่อความได้เปรียบทางการ แข่งขัน
8. (ผกามาศ บุตรสาลี และ ฐิตาภรณ์ สินจรูญศักดิ์, 2564)	อิทธิพลของการกำกับดูแลกิจการที่ส่งผลต่อความได้เปรียบทางการแข่งขันและผลการดำเนินงานของบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย	1. การกำกับดูแลกิจการมีอิทธิพลทางตรงใน ทิศทางบวกต่อความได้เปรียบทางการแข่งขัน 2. การกำกับดูแลกิจการมีอิทธิพลทางตรงในทิศทางลบต่อการดำเนินงาน 3. การกำกับดูแลกิจการมีอิทธิพลทางอ้อมต่อผลการดำเนินงานในเชิงลบผ่านความ

		ได้เปรียบทางการแข่งขัน
9. (เพ็ญสุข เกตุมณี, ชุติมา หวังเบ็ญหมัด, วรลักษณ์ ลลิตศศิวิมล และ กอแก้ว จันทร์กิ่งทอง, 2563)	ศึกษานวัตกรรมผลิตภัณฑ์ นวัตกรรมกระบวนการ นวัตกรรมการตลาดและนวัตกรรมองค์กรที่ส่งผลต่อความได้เปรียบทางการแข่งขัน ศึกษาอิทธิพลของนวัตกรรมเพื่อเชื่อมโยงระหว่างการบริหารเครือข่ายและ ความได้เปรียบในการแข่งขัน	1. การบริหารเครือข่ายมี อิทธิพลต่อนวัตกรรม 2. นวัตกรรมมีอิทธิพลต่อความ ได้เปรียบในการแข่งขัน 3. การบริหารเครือข่ายมีอิทธิพล ทางอ้อมในเชิงบวกต่อความได้เปรียบในการแข่งขันผ่านตัวแปรส่งผ่านคือนวัตกรรม
10. (ภัทริยา พรปาริษา, ชาคริต สกุลอิสริยาภรณ์ และ อรไท ชั้วเจริญ, 2562)	การพัฒนาศักยภาพของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมรองเท้าหนังเพื่อการสรางความไดเปรียบทางการแขงขันอยางยั่งยืน	1. การลดตนทุนมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความไดเปรียบทางการแขงขันอยางยั่งยืน 2. การตอบสนองตลาดและเครือขายมีอิทธิพลเชิงบวกตอความไดเปรียบทางการแขงขันอยางยั่งยืน
11. (ไพโรจน์ บุตรชีวัน, 2559)	ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่มีผลต่อการเป็นองค์กรแห่งนวัตกรรมของผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมเพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันอย่างยั่งยืน	1. การเป็นองค์กรแห่งนวัตกรรมมีอิทธิพลต่อความได้เปรียบในการแข่งขันอย่างยั่งยืน 2. ความสามารถในการจัดการความรู้มีอิทธิพลต่อความได้เปรียบในการแข่งขันอย่างยั่งยืน
12. (Agyabeng-Mensah, Ahenkorah, Afum and Owusu, 2020)	เพื่อพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์และความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อให้ได้ผลกำไรที่ดีขึ้น	ประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมและความได้เปรียบด้านคุณภาพการแข่งขันที่เป็นตัวกลางอิทธิพลของการจัดการแบบลีนและแนวทางปฏิบัติด้านสิ่งแวดล้อมที่มีต่อผลการดำเนินธุรกิจในเชิงบวก
13. (Aureli, Giampaoli, Ciambotti and Bontis, 2018)	ทดสอบเชิงประจักษ์ในกระบวนการที่เน้นความรู้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผลลัพธ์	การออกแบบงานและการฝึกอบรมมีผลเชิงบวกต่อกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ขณะที่วัฒนธรรมองค์กรมีผลกระทบเชิงบวกต่อทั้งกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ผลลัพธ์ในที่สุดกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ส่งผลกระทบโดยตรงอย่างมาก ต่อความสามารถในการแข่งขันของบริษัท

14. (Bilgihan and Wang, 2016)	ศึกษาความสามารถปรับใช้และจัดการทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศของตนได้ดีขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวม และใช้เป็นอาวุธในการแข่งขันในระดับต่างๆ จากมุมมองของการจัดการนักวิชาการและผู้ปฏิบัติงาน	ความได้เปรียบทางการแข่งขัน ที่เกิดจากไอทีเป็นไปได้ หากเลือกที่จะรวมเทคโนโลยีที่ไว้ในองค์กรด้วยความกลมกลืนที่สร้างการทำงานร่วมกัน ในการสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันที่เกิดจากไอที บริษัทยังต้องจัดสรรทรัพยากรมนุษย์ ความรู้ และทุน อย่างมีประสิทธิภาพ และลงทุนในเทคโนโลยีที่เป็นนวัตกรรมและเพิ่มความซับซ้อนมากขึ้น
15. (Horváth and Lafuente, 2020)	ประเมินและกำหนดค่าของหัวข้อในการแข่งขันที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการแข่งขันของธุรกิจด้วยวิธี Data envelopment anslysis (DEA)	ผลการวิจัยการกำหนดค่าของหลักในการแข่งขันมีนัยสำคัญสำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ด้านของทุนมนุษย์ กลยุทธ์ และนวัตกรรมมีส่วนเกี่ยวข้องมากที่สุดที่กำหนดประสิทธิภาพการแข่งขัน
16 . (Irfan and Wang, 2019)	ผลกระทบของการขับเคลื่อนด้วยข้อมูลต่อการบูรณาการห่วงโซ่อุปทานและประสิทธิภาพการแข่งขันของบริษัทในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มประเทศปากีสถาน	การบูรณาการภายในรวมกับภายนอกเป็นความสามารถที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศที่ยืดหยุ่นต่อประสิทธิภาพการแข่งขันของบริษัท นอกจากผลกระทบโดยตรงแล้ว ยังมีผลทางอ้อมต่อประสิทธิภาพการแข่งขันด้วย
17. (Sansone, Hilletofth and Eriksson, 2020)	เพื่อความอยู่รอดในสภาพแวดล้อมการแข่งขัน บริษัทต่างๆ จำเป็นต้องระบุ พัฒนา และปรับปรุงอย่างต่อเนื่องตามความสามารถในการปฏิบัติงานที่มีผลกระทบมากที่สุดต่อความสามารถในการแข่งขัน	ในสภาพแวดล้อมที่มีต้นทุนสูง แม้ว่าจะมีการเน้นที่แตกต่างกัน บริษัทที่ตั้งอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีต้นทุนสูงมักจะเน้นย้ำความสามารถที่หลากหลายที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพ ต้นทุน เวลา ความยืดหยุ่น และนวัตกรรม มากกว่าความสามารถที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนเท่านั้น

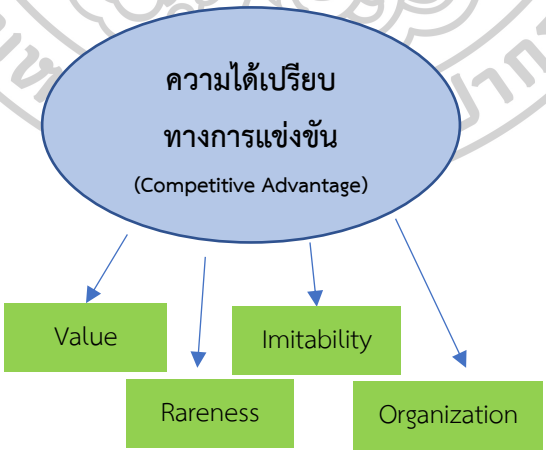
จากตารางที่ 5 เป็นการทบทวนวรรณกรรมในตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความได้เปรียบทางการแข่งขัน ผู้วิจัยวิเคราะห์และสกัดตัวแปรจากการทบทวนวรรณกรรมออกมาได้ 4 ด้านตาม Barney (1991) และ Wanerfelt (1984) ทั้งนี้ยังที่มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเชิงองค์กรวิจัยไว้ดังนี้

1. คุณค่า (Value) พบจากงานวิจัยในประเทศ 3 งานตีพิมพ์ได้แก่ลำดับที่ 5, 8, 9 เกี่ยวข้องกับการให้ความสำคัญในการลงทุน และหน้าที่ และแนวทางของธุรกิจ ตระหนักถึงความเชี่ยวชาญและการสนับสนุนทักษะของพนักงานในองค์กร พบจากงานวิจัยต่างประเทศ 1 งานตีพิมพ์ได้แก่ลำดับที่ 12 เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อม

2. ความหายาก (Rareness) พบจากงานวิจัยในประเทศ 3 งานตีพิมพ์ได้แก่ลำดับที่ 5, 10, 11 เกี่ยวข้องกับความเชี่ยวชาญของพนักงาน การพัฒนาและลงทุนของฝ่ายบริหาร พบงานวิจัยในต่างประเทศ 2 งานตีพิมพ์ในลำดับที่ 13, 15 เรื่องของการออกแบบ และแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ การให้ความสำคัญกับทุนมนุษย์ ที่มีความเกี่ยวข้องกับความได้เปรียบทางการแข่งขัน

3. ยากในการเลียนแบบ (Imitability) พบจากงานวิจัยในประเทศ 3 งานตีพิมพ์ได้แก่ลำดับที่ 1, 2, 7 เกี่ยวข้องกับการมีสินค้าทดแทน ผู้แข่งขันรายใหม่ อำนาจการต่อรอง ต้นทุน ความเร็วในการจัดการที่มีผลต่อการแข่งขันขององค์กร พบงานวิจัยในต่างประเทศ 2 งานตีพิมพ์ได้แก่ลำดับที่ 14, 16 เกี่ยวข้องกับการผสานเทคโนโลยีให้เข้ากับองค์กร การบูรณาการเพื่อการขับเคลื่อนด้วยข้อมูลขององค์กร

4. การจัดการองค์กร (Organization) พบจากงานวิจัยในประเทศ 3 งานตีพิมพ์ได้แก่ลำดับที่ 3, 4, 6 เกี่ยวข้องกับ การจัดการห่วงโซ่อุปทาน กลยุทธ์ธุรกิจ โครงสร้างองค์กรที่มีผลต่อความสามารถทางด้านการแข่งขัน พบงานวิจัยในต่างประเทศ 1 งานตีพิมพ์ได้แก่ลำดับที่ 17 การจัดการองค์กรให้อยู่รอดในสภาวะการแข่งขันสูง ผู้วิจัยจึงใช้ทั้ง 4 ด้านเป็นตัวแปรสังเกตได้ของความได้เปรียบทางการแข่งขันตาม ภาพที่ 9

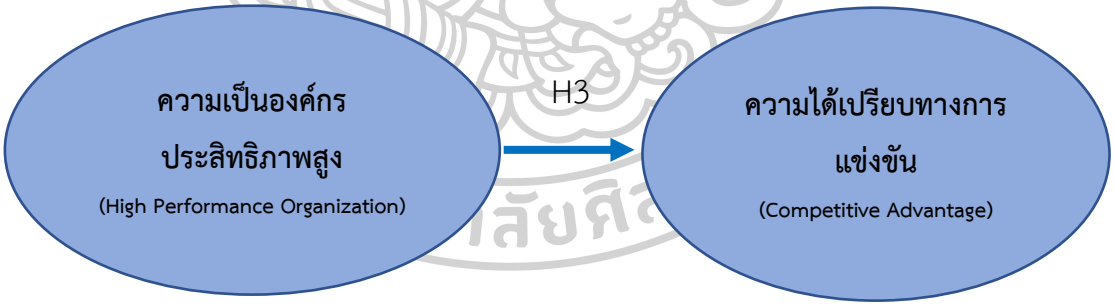


ภาพที่ 9 ตัวแปรความได้เปรียบทางการแข่งขัน

ความได้เปรียบในการแข่งขัน จำเป็นต้องมีประสิทธิภาพที่เหนือกว่า คำนวณจากต้นทุนของปัจจัยการผลิตสินค้าหรือการให้บริการ ยิ่งประสิทธิภาพของการทำงานสูงจะนำมาซึ่งต้นทุนที่ต่ำลง ยัง

รวมถึงประสิทธิภาพของบุคคลากร หากมีประสิทธิภาพสูงต้นทุนก็ต่ำลงเช่นเดียวกัน การควบคุมคุณภาพของสินค้าก็ต้องไม่ถูกลดลงไปในขณะที่มีการเพิ่มประสิทธิภาพ การผลิตต้องคงไว้ในคุณภาพที่สูงกว่าหรือตรงตามมาตราฐาน (Siguaw, Simpson and Enz, 2006; มงคล เอกพันธ์, 2562) จากข้อมูลงานวิจัยที่ผ่าน ตัวแปรในการบรรลุข้อได้เปรียบในการแข่งขันที่เกิดขึ้นในทศวรรษที่ 19 Barney, (1986) ได้ชี้ให้เห็นถึงทรัพยากรของบริษัทและความได้เปรียบในการแข่งขันที่ยั่งยืน และการสนับสนุนมุมมองนี้ด้วยเหตุผลว่าองค์กรควรมองเข้าไปในที่ของตนเอง เพื่อค้นหาแหล่งที่มาของความได้เปรียบในการแข่งขันแทนที่จะมองไปที่สภาพแวดล้อมการแข่งขัน เพื่อให้ได้มาซึ่งทรัพยากรที่มีต้นทุนต่ำ และสามารถนำมาใช้งานได้ระยะยาว จากรายงานโดยส่วนใหญ่เมื่อได้ทรัพยากรที่ดีก่อให้เกิดการได้เปรียบทางการแข่งขันขึ้นโดยประจักษ์ ผู้วิจัยเล็งเห็นถึง การพัฒนาประสิทธิภาพระดับสูงด้วยแนวคิดลีนออโตเมชั่นภายในองค์กรจากการรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของประสิทธิภาพระดับสูงในองค์กร สามารถช่วยขับเคลื่อนความได้เปรียบทางการแข่งขันด้วยแนวความคิดแบบลีนออโตเมชั่น จากทั้งกระบวนการผลิต เครื่องมือ บุคคลากร หรืออาจเรียกโดนรวมเป็นทรัพยากรที่สำคัญ ประสิทธิภาพองค์กร จึงมีส่วนทำให้องค์กรนั้นมีความได้เปรียบทางการแข่งขันหรือเสียเปรียบทางการแข่งขัน จึงเป็นที่มาของ

สมมติฐานงานวิจัยที่ 3 ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงมีอิทธิพลต่อความได้เปรียบทางการแข่งขัน



8. โรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory) ในอุตสาหกรรม 4.0 (Industrial 4.0)

การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 (Fourth Industrial Revolution) คือแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงครั้งใหม่ของอุตสาหกรรมการผลิต แปรรูปสินค้า ที่จะเข้าสู่ระบบของการทำงานในรูปแบบอัตโนมัติ (Automation) โดยการผสมผสานเทคโนโลยีที่ล้ำสมัย การเชื่อมโยงเทคโนโลยีการสื่อสารระหว่างเครื่องจักรกับเครื่องจักร (Machine-to-machine, M2M) (Moore, 2019) การเชื่อมโยงกันของเทคโนโลยีที่สามารถเชื่อมต่อระหว่างกันได้ เช่น หุ่นยนต์ ปัญญาประดิษฐ์ เทคโนโลยีนาโน คอมพิวเตอร์ควอนตัม ปัญญาประดิษฐ์ เทคโนโลยีไร้สาย การพิมพ์ 3 มิติ และยานพาหนะไร้

คนขับ รูปแบบอุตสาหกรรมที่ผ่านมาในอดีตจากภาคอุตสาหกรรมกำลังก้าวเข้าสู่ การเป็นโรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory) เพื่อเพิ่มศักยภาพให้กับลูกค้าและโรงงานอุตสาหกรรม เครื่องจักรที่สามารถคิดและตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างตรงเป้าหมายมากที่สุด เพื่อทดแทนอุตสาหกรรมรูปแบบเดิม (ชุติระ ระบอบ และคณะ, 2560)

ที่ผ่านมานักวิจัยหลายท่านได้กำหนดลักษณะของยุคอุตสาหกรรมไว้ อุตสาหกรรม 1.0 คือระบบอุตสาหกรรมที่ใช้งานเน้นพลังงานของน้ำหรือไอน้ำ อุตสาหกรรม 2.0 คือระบบการผลิตสินค้าครั้งละเป็นจำนวนมาก อุตสาหกรรม 3.0 ระบบที่มีการนำหุ่นยนต์หรือแขนกล เข้ามาใช้ตามโรงงานแทนแรงงานมนุษย์ และอุตสาหกรรม 4.0 ระบบการติดต่อสื่อสารของข้อมูลจากระบบอัตโนมัติ หรือหุ่นยนต์ และนำมาประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจของโปแปรแกรม หรือเครื่องมือต่างๆในการทำงานแบบไร้คนควบคุมโดยสิ้นเชิง (Schwab, 2017) การพัฒนาอุตสาหกรรม 4.0 ได้เปลี่ยนสถานที่ทำงาน (Changing workplaces) อย่างมาก กลายเป็นสถานที่ทำงานที่ยืดหยุ่นและคล่องลงตัว ผสมผสานลักษณะทางกายภาพและดิจิทัลของงาน สิ่งนี้ทำให้เกิดความท้าทายใหม่ๆ การจัดระเบียบการทำงานและความเป็นผู้นำ การรับรู้ถึงความเป็นจริงของแรงงานดิจิทัลที่ผสมผสานงานนับตั้งแต่การถือกำเนิดของอินเทอร์เน็ต ขณะที่ AI ลดการทำงานประจำและสร้างความชาญฉลาดให้กับกระบวนการทางธุรกิจ ซึ่งยังคงถูกมองว่าจะช่วยเหลือมนุษย์ในระยะยาวหรือไม่ มีความวิตกกังวลจากวิธีที่ผู้คนเห็นเครื่องจักรเรียนรู้และในลักษณะที่พวกเขาดำเนินการตามคำสั่ง อัลกอริทึมนั้น มักขาดความโปร่งใสและความรับผิดชอบในสายตาของผู้จัดการส่วนใหญ่ในองค์กร ระบบการทำงานของ AI ต้องแสดงให้เห็นทั้งความโปร่งใสและความรับผิดชอบอย่างชัดเจนเพื่อคลายปมที่ผ่านมา กระบวนการที่ขับเคลื่อนด้วย AI ยังต้องแสดงให้เห็นถึงการขาดอคติและสร้างความไว้วางใจให้กับผู้ใช้ เพื่อผสมผสานภูมิปัญญาจากมุมมองต่างๆ ของนักเทคโนโลยี ผู้ใช้ และผู้รับผลประโยชน์ และต้องช่วยให้องค์กรมีความโปร่งใสอดทน และยุติธรรมมากขึ้น การเติบโตของ AI ถือว่ามีข้อมูลที่ถูกต้องและมีการแบ่งปันโดยเพิ่มขึ้นในเวลาเดียวกัน ทำให้งานประจำถูกลดทอนบางส่วนออกไป แต่คาดว่าจะเพิ่มงานที่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ มนุษยชาติต้องเตรียมพร้อมกับการพัฒนากับสิ่งเหล่านี้ (Agrawal, Gans and Goldfarb, 2017) ทั่วไปแล้ว Industry 4.0 แสดงถึงการทำให้เป็นดิจิทัลต่อไปของโลกการผลิต ได้รับการยอมรับว่าเป็นการบรรจบกันของเทคโนโลยีต่างๆ แม้ว่าเทคโนโลยีส่วนใหญ่จะเป็นที่รู้จักกันดีในโลกของการผลิตก่อนที่จะมีคำจำกัดความที่ชัดเจนของ Industry 4.0 (Cifone et al., 2021) การผสานรวมของลีนและอุตสาหกรรม 4.0 เข้ากับแนวคิด "ลีน 4.0" มีมุมมองที่แตกต่างกันหลายประการเกี่ยวกับวิธีการบรรลุผล มุมมองหลักสองประการ มุมมองแรกอธิบายแบบลีนว่าเป็นพื้นฐานสำหรับการนำอุตสาหกรรม 4.0 ไปปฏิบัติ เนื่องจากแนวทางปฏิบัติแบบลีนมุ่งเป้าไปที่การลดของเสียตลอดกระบวนการ การมีกระบวนการที่คล่องตัวและอยู่ในการควบคุมอาจเป็นข้อกำหนดเบื้องต้นสำหรับกระบวนการดิจิทัลใดๆ ก็ตามบริษัทที่มีการใช้งานแบบลีนในระดับที่สูงกว่าจะได้รับประโยชน์สูงสุดใน

การเข้าสู่ Industry 4.0 การวิจัยกระแสที่สองอ้างถึงอุตสาหกรรม 4.0 ว่าเป็นส่วนเสริมที่จำเป็นสำหรับลีน 'ดั้งเดิม' ปัจจุบันมีความซับซ้อนโดยลูกค้าต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นส่วนตัวสูง ซึ่งอาจขัดขวางไม่ให้ลีนแบบดั้งเดิมยังคงมีประสิทธิภาพอย่างเต็มที่ Lean สามารถใช้ประโยชน์จากการปรับตัวให้เข้ากับแนวโน้มใหม่ในโลกการผลิต โดยคงไว้ซึ่งความแข็งแกร่งของกระบวนการ (Cifone et al., 2021) อุตสาหกรรม 4.0 เน้นย้ำถึงความสำคัญของการสร้างเครือข่ายและการกระจายอำนาจเพื่อเปลี่ยนภูมิทัศน์การผลิตและการผลิตให้เป็นเครือข่ายการทำงานร่วมกันที่สร้างสมดุลและรวมทรัพยากร เพื่อให้มีระบบการผลิตเชิงโต้ตอบ การไหลของวัสดุจะต้องถูกแปลงเป็นดิจิทัล เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบไดนามิกหลังจากการตัดสินใจแบบเรียลไทม์ (Fragapane et al., 2020)

เพื่อก้าวเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ต้องให้ความสำคัญกับพนักงานควบคู่กับการบริหารและตัวของพนักงานในหน่วยงานโดยยกระดับความรู้ เพื่อขับเคลื่อนการเติบโตของธุรกิจ การพัฒนาพนักงานให้มีความคิดสร้างสรรค์ ให้มีความสามารถ มีทักษะความชำนาญเฉพาะด้าน ก่อนการเลือกใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) การเรียนรู้เพื่อให้มีความพร้อมในการใช้งาน ควบคู่กันสามารถปรับตัวเข้าสู่ยุค 4.0 ได้อย่างดี การเปลี่ยนแปลงควรเริ่มแบบค่อยเป็นค่อยไป ที่สำคัญควรเน้นตั้งแต่ผู้บริหารระดับสูงไปจนถึงพนักงานระดับล่าง องค์การภาคเอกชน เน้นพัฒนาศักยภาพของพนักงานเพื่อปรับตัวให้ทันเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ต้องไม่ลืมปลูกฝังค่านิยมด้านคุณธรรมจริยธรรมในการทางานให้กับพนักงานทุกระดับ (ภาวิน ชินะโชติและคณะ, 2562) ทั้งสามารถลดต้นทุนได้มากกว่าร้อยละ 41 ในปี 2560 ยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพ (Increase Efficiency) มากกว่าร้อยละ 20 (Geissbauer, 2014) ด้วยมาตรฐานคุณภาพที่เพิ่มขึ้นและความรับผิดต่อผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น ความสามารถในการตรวจสอบย้อนกลับจึงมีความสำคัญมากขึ้นเรื่อยๆ ในอุตสาหกรรมการผลิตสำหรับการติดตามชิ้นส่วนแต่ละชิ้น ส่วนประกอบย่อย และผลิตภัณฑ์ในแบบเรียลไทม์ตลอดกระบวนการผลิต ตั้งแต่วัตถุดิบที่เข้าสู่โรงงานไปจนถึงผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายที่ส่งถึงมือลูกค้า ช่วยให้ผู้ผลิตมองเห็นการดำเนินงานได้แบบเรียลไทม์ เพื่ออำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์สาเหตุหลักของปัญหา (Root cause) และการปรับปรุงคุณภาพและประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง (Yao, Zhang, Li and Zhang, 2018)

โรงงานอัจฉริยะ (Smart factory) “Technology Initiative Smart Factories” ก่อตั้งขึ้นในปี 2548 ในประเทศเยอรมนี เพื่อพัฒนาและทดสอบเทคโนโลยีโรงงานในอนาคตโดยมีเป้าหมายเพื่อเร่งการออกแบบ วางแผน และตั้งค่าสำหรับการปรับตัวอย่างรวดเร็วต่อการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์และการดำเนินงาน (Detlef, 2010) เป็นวิวัฒนาการทางด้านข้อมูลของโรงงานแบบใหม่ ซึ่งการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ เข้าด้วยกันผ่านทางเครือข่าย เป็นขั้นตอนแรกที่จะนำไปสู่โรงงานอัจฉริยะ อย่างไรก็ดี อุปกรณ์และเครื่องจักรต่างๆที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตอิเล็กทรอนิกส์มีความหลากหลายและแตกต่างกัน การพัฒนาระบบที่สามารถเฝ้าติดตามสถานะของอุปกรณ์ต่างๆ จึงเป็นเรื่องที่ทำได้

ยากเป็นอย่างยิ่ง การหาวิธีที่มีประสิทธิภาพในการเก็บรวบรวมข้อมูลสถานะการผลิตจากอุปกรณ์แต่ละแบรนด์ซึ่งใช้โปรโตคอลในการเชื่อมต่อที่แตกต่างกันเพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ในการวิเคราะห์สำหรับการเฝ้าติดตามจากระยะไกล ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงและปฏิบัติการ และเพิ่มประสิทธิภาพในการเฝ้าติดตามกระบวนการผลิต จะเป็นปัญหาหลักในอนาคตที่ท้าทายของผู้จัดการโรงงานทุกคน (แอดวานเทค, 2559) ในสภาพแวดล้อมการผลิตที่ทันสมัย จำเป็นที่จะต้องใช้แนวคิดการผลิตแบบลีน คล่องตัว ยืดหยุ่น และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเรียกรวมกันว่า Lean, Agile, Resilient and Green (LARG) Manufacturing การผลิตที่คล่องตัวทำให้กระบวนการรวดเร็ว มีประสิทธิภาพ และยืดหยุ่น กระบวนทัศน์ที่ยืดหยุ่นได้จัดการกับการตอบโต้ความไม่แน่นอนในขณะที่การผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อม วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือการพัฒนากรอบการบูรณาการที่ประสานการผลิต LARG กับอุตสาหกรรม 4.0 (Amjad et al., 2021) การเป็นโรงงานอัจฉริยะช่วยส่งเสริมระบบอัตโนมัติของโรงงานให้ดำเนินการได้ งานประจำและลดการมีส่วนร่วมของมนุษย์ให้น้อยที่สุดเพื่อลดต้นทุนในขณะที่ปรับปรุงคุณภาพความน่าเชื่อถือ และผลผลิต หุ่นยนต์อัจฉริยะสามารถแทนที่มนุษย์ในงานที่เรียบง่ายและมีโครงสร้างภายในพื้นที่ปิด ในขณะที่ทำงานร่วมกับมนุษย์สำหรับงานที่ซับซ้อนมากขึ้นในพื้นที่เปิดโดยใช้เซ็นเซอร์อัจฉริยะอินเทอร์เฟซระหว่างมนุษย์และเครื่องจักรนอกจากนี้ สามารถใช้เครื่องมือวิเคราะห์ขั้นสูงเพื่อลดและหลีกเลี่ยงเวลาหยุดทำงานของเครื่องจักร ที่ไม่คาดคิดโดยการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมจากเซ็นเซอร์ ตรวจจับและคาดการณ์ข้อบกพร่องของเครื่อง ผ่านการตรวจสอบและควบคุมอุปกรณ์อุตสาหกรรม เครื่องจักร และกระบวนการทางไกล (J. Wang and Hsu, 2020)

ตารางที่ 6 สรุปการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเป็นโรงงานอัจฉริยะ

รายละเอียดบทความ	แนวทางการศึกษา	ตัวแปรที่พบ
1. (ชินภัทร อิงคะประดิษฐ์ และ สิริชัย ดีเลิศ, 2564)	รูปแบบการประยุกต์ผลลัพธ์ และปัจจัยความสำเร็จของการใช้ข้อมูลขนาดใหญ่จากโรงงานที่ดำเนินการพัฒนาเป็นโรงงานอัจฉริยะในประเทศไทย	1. ปัจจัยมุ่งเน้นด้านองค์กร 2. ปัจจัยมุ่งเน้นด้านระบบ 3. ปัจจัยมุ่งเน้นด้านทรัพยากร 4. ปัจจัยมุ่งเน้นด้านข้อมูล
2. (คำนาย อภิปรัชญาสกุล และกัญญามน กาญจนาทวีกูล, 2562)	ลักษณะตัวชี้วัด ศักยภาพในการรองรับเป็นอุตสาหกรรม 4.0 ในการพัฒนาศักยภาพการแข่งขันสู่ความสำเร็จของผู้ประกอบการธุรกิจให้บริการโลจิสติกส์ไทย	1. กลยุทธ์และการจัดการองค์กร 2. โรงงานอัจฉริยะ 3. การดำเนินงานหรือการผลิตอัจฉริยะ 4. ผลิตภัณฑ์อัจฉริยะ 5. การบริการการใช้ข้อมูลเพื่อตัดสินใจ
3. (Piphop and	ศึกษาแนวทางการพัฒนาพฤติกรรม	ผลการดำเนินงานของ *SMEs* ประกอบเพื่อ

Kusalasaiyanon, 2019)	การสร้างสรรค์นวัตกรรมของพนักงานที่มีต่อผลการดำเนินงานของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม โดยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยและพัฒนา	รองรับไทยแลนด์ 4.0 1. กลยุทธ์และการจัดการองค์กร 2. โรงงานอัจฉริยะ 3. การดำเนินงานหรือการผลิตอัจฉริยะ 4. ผลิตภัณฑ์อัจฉริยะ 5. การบริการขับเคลื่อนข้อมูล 6. พนักงาน
4. (Yildiz and Møller, 2021)	1. สนับสนุนการใช้เทคโนโลยีในการออกแบบกระบวนการ 2. โมเดลผลิตภัณฑ์เสมือนสามารถเชื่อมโยงกับกระบวนการผลิตได้อย่างไร 3. อะไรคือกรณีการใช้งานที่เป็นไปได้ที่มีประสิทธิภาพสูงในอุตสาหกรรมการผลิตสำหรับการใช้เทคโนโลยีเสมือน	การพัฒนาโรงงานอัจฉริยะด้วยการใช้ VF (Virtual Factory) เพื่อออกแบบโรงงานส่งผลต่อ 1. การวางแผนกระบวนการ 2. ปรับปรุงการออกแบบกระบวนการ 3. ประสิทธิภาพ 4. ความสามารถในการทำงานร่วมกันในแง่การถ่ายทอดความรู้ การสื่อสาร 5. ลดเวลาในการออกแบบผลิตภัณฑ์
5. (J. Wang and Hsu, 2020)	ระบุเทคโนโลยีการผลิตด้วย โรงงานอัจฉริยะ โดยใช้ข้อมูลสิทธิบัตร เพื่อศึกษาเทคโนโลยีและความเป็นไปได้	เทคโนโลยีมที่ใช้ในโรงงานอัจฉริยะ 1. เทคโนโลยีการเชื่อมต่ออัจฉริยะ 2. เทคโนโลยีการตรวจสอบย้อนกลับการผลิต 3. เทคโนโลยีการตรวจจับอัจฉริยะ 4. เทคโนโลยีการผลิตไซเบอร์กายภาพ 5. การตรวจจับและจำแนกข้อผิดพลาด 6. การวิเคราะห์ข้อมูลการผลิต 7. ระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรมและหุ่นยนต์ 8. การตรวจสอบและควบคุมระยะไกล 9. เทคโนโลยีบริการบนคลาวด์ 10. การจัดการเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอุตสาหกรรม 11. เทคโนโลยีผสมผสานพลังงาน 12. เทคโนโลยีการอัดรีดวัสดุ 13. ผลิตภัณฑ์และอุปกรณ์ที่ผลิต

		14. การเสริมด้วยเครื่องมือ
6 . (Jang, Chung and Son, 2022)	ตรวจสอบประเภทอุตสาหกรรม ที่มีการใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้ และปัจจัยด้านทรัพยากรมนุษย์ (เช่น สัดส่วนของคนงานในการผลิตต่อคนงานทั้งหมดอย่างไร เนื่องจากส่งผลต่อผลกระทบของระบบการผลิตอัจฉริยะ	ค้นพบเชิงประจักษ์ 1. ระบบการผลิตอัจฉริยะมีระดับสูงเท่าใด ประสิทธิภาพทางการเงินของ *SMEs* ก็จะยิ่งมากขึ้นเท่านั้น (ผลสนับสนุน) 2. ระบบการผลิตอัจฉริยะมีระดับสูงเท่าใด ประสิทธิภาพในการดำเนินงานของ *SMEs* ก็จะยิ่งมากขึ้นเท่านั้น (ผลไม่สนับสนุน) 3.ผลกระทบเชิงบวกของระดับของระบบการผลิตอัจฉริยะที่มีต่อประสิทธิภาพทางการเงินนั้นสูงกว่าสำหรับ *SMEs* ในกลุ่มเทคโนโลยีต่ำ มากกว่าในอุตสาหกรรมที่มีเทคโนโลยีสูง (ผลสนับสนุน) 4.ผลกระทบเชิงบวกของระดับของระบบการผลิตอัจฉริยะต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานนั้นสูงกว่าสำหรับ *SMEs* ในกลุ่มเทคโนโลยีต่ำ มากกว่าในอุตสาหกรรมที่มีเทคโนโลยีสูง (ผลสนับสนุน) 5.ผลกระทบเชิงบวกของระดับในระบบการผลิตอัจฉริยะที่มีต่อประสิทธิภาพทางการเงินนั้นสูงขึ้นใน SMEs เมื่อสัดส่วนของพนักงานฝ่ายผลิตที่สูงกว่าใน SMEs ที่มีสัดส่วนของพนักงานฝ่ายผลิตต่ำกว่า (ผลสนับสนุน) 6.ผลกระทบเชิงบวกของระดับในระบบการผลิตอัจฉริยะที่มีต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานนั้นสูงขึ้นใน SMEs เมื่อสัดส่วนพนักงานฝ่ายผลิตที่สูงกว่าใน SMEs ที่มีสัดส่วนของพนักงานฝ่ายผลิตต่ำกว่า (หักล้าง)
7 . (Lobo Mesquita, Lizarelli, Duarte and Oprime, 2021)	การบูรณาการที่มีข้อสนับสนุนระหว่างเทคโนโลยี I4.0 และแนวทางปฏิบัติแบบลีนสำหรับการเข้าถึง ความยั่งยืนระบุองค์ประกอบหลักที่อนุญาตให้รวมระบบ เช่น	สร้างกรอบแนวคิด และ Proposal P1. การจัดการและปรับปรุงกระบวนการสามารถสร้างขึ้นได้โดยการบูรณาการเทคโนโลยี I4.0 และแนวทางปฏิบัติแบบลีน ทำให้เกิดประโยชน์ในการปฏิบัติงาน

	เทคโนโลยี I4.0, Big Data, IOT และแนวทางปฏิบัติแบบลีน เช่น การลดของเสียและความต้องการของลูกค้า	และสิ่งแวดล้อม P2. บิ๊กดาต้าในกระบวนการทางอุตสาหกรรมส่งเสริมข้อมูลแบบเรียลไทม์และช่วยลดของเสียและจัดสรรทรัพยากรได้ดีขึ้น นอกจากจะให้ประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมแล้ว P3. IoT ในกระบวนการทางอุตสาหกรรมส่งเสริมการบูรณาการระบบและช่วยลดของเสียและใช้ทรัพยากรได้ดีขึ้น นอกจากจะให้ประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมแล้ว P4. IoT และ Big Data ที่ผสานเข้ากับประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในกระบวนการทางอุตสาหกรรมสามารถช่วยลดของเสียและใช้ทรัพยากรได้ดีขึ้น
8. (Buer, Strandhagen and Chan, 2018)	ความเชื่อมโยงระหว่างอุตสาหกรรม 4.0 กับการผลิตแบบลีน และมีการเสนอวาระการวิจัยสำหรับการศึกษาในอนาคต	การผสมผสานรวมกันระหว่าง Lean กับอุตสาหกรรม 4.0 ส่งผลต่อการปฏิบัติงานของบริษัท 1. ความยืดหยุ่น 2. ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น 3. การลดต้นทุน 4. เวลาการส่งมอบลดลง 5. คุณภาพเพิ่มขึ้น
9. (Torres, Pimentel and Duarte, 2019)	เพื่อสร้างลักษณะเฉพาะของระบบการจัดการพื้นที่ร้านค้าในบริบทของการผลิตอัจฉริยะ ผ่านเทคโนโลยีอัจฉริยะและคุณสมบัติร้านค้าดิจิทัล	1. การใช้เครื่องมือสร้างภาพดิจิทัลแบบเรียลไทม์ 2. การวิเคราะห์ข้อมูล 3. การสร้างรายงานและการแจ้งเตือนอัตโนมัติ 4. การตรวจสอบและการเข้าถึงตามเวลาจริง 5. การใช้อุปกรณ์มือถือและแอพพลิเคชั่น
10. (Agostini and Filippini, 2019)	แนวทางปฏิบัติขององค์กรและการจัดการมีความเกี่ยวข้องกับการนำเทคโนโลยี I4.0 ในระดับต่างๆ ไปใช้หรือไม่และอย่างไรกับการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่สี่	บริษัทสองกลุ่มตามระดับการนำเทคโนโลยี I4.0 เข้ามาใช้ พบว่าแนวการปฏิบัติระดับองค์กรและการจัดการมีนัยสำคัญทางสถิติสำหรับบริษัทที่มีการใช้เทคโนโลยี I4.0 ในระดับที่สูงขึ้น
11. (Bag and Pretorius, 2020)	ทบทวนบทความด้านอุตสาหกรรม 4.0 การผลิตที่ยั่งยืน และเศรษฐกิจหมุนเวียน เพื่อพัฒนากรอบการวิจัย	P1. แรงกดดันสามารถกระตุ้นการใช้ทรัพยากรที่จับต้องได้ P2. แรงกดดันสามารถกระตุ้นการพัฒนา

		ทักษะด้านแรงงาน P3. ทรัพยากรที่จับต้องได้มีความสัมพันธ์กับการนำ AI ที่ขับเคลื่อนมาใช้ P4. ทักษะด้านแรงงานมีความสัมพันธ์กับการนำ AI มาใช้ P5. การนำ AI มาใช้มีความสัมพันธ์กับการผลิตที่ยั่งยืน P6. การนำ AI มาใช้มีความสัมพันธ์กับการเศรษฐกิจหมุนเวียน P7. แนวทางปฏิบัติด้านการผลิตที่ยั่งยืนมีความสัมพันธ์กับความสามารถด้านเศรษฐกิจหมุนเวียน
12. (Heideman Lassen and Waehrens, 2021)	กำหนดวิธีที่บริษัทต่างๆ พัฒนาและรับความสามารถเพื่อรับประโยชน์ของเทคโนโลยี Industry 4.0 (I4.0) สำหรับการเปลี่ยนแปลงทางอุตสาหกรรม	พบความสัมพันธ์ระหว่างแนวทางการพัฒนาความสามารถเฉพาะความซับซ้อนเฉพาะของเทคโนโลยี แอฟพลิเคชั่น และผลลัพธ์ของกระบวนการ เพื่อเสนอกรอบการพัฒนาความสามารถขององค์กร
13. (Narula, Prakash, Dwivedy, Talwar and Tiwari, 2020)	ปัจจัยสำคัญที่รับผิดชอบต่อการประยุกต์ใช้อุตสาหกรรม 4.0 (I4.0) ในอุตสาหกรรม และสร้างแบบจำลองการแบ่งชั้นปัจจัย	การนำ I4.0 ไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิต กลยุทธ์ ความเป็นผู้นำ และวัฒนธรรมพบองค์ประกอบสำคัญในการเปลี่ยนแปลงสู่ I4.0 การออกแบบและการพัฒนาดิจิทัล การทดสอบเสมือนจริงและการจำลองยังเป็นปัจจัยสำคัญที่บริษัทผู้ผลิต
14. (Pagliosa, Tortorella and Ferreira, 2019)	ระบุความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยี Industry 4.0 (I4.0) และแนวทางปฏิบัติด้านการผลิตแบบ Lean Manufacturing (LM)	ปฏิสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างการปฏิบัติแบบลีนกับเทคโนโลยี I4.0 ต่อความสำเร็จในการปฏิบัติงานที่สูงขึ้น
15. (Salam, 2019)	ตรวจสอบผลกระทบของกลยุทธ์การผลิตที่มีต่อประสิทธิภาพของซัพพลายเออร์ในอุตสาหกรรม 4.0 ซัพพลายเออร์มีบทบาทสำคัญในการผลิตซัพพลายเชน และบริษัทต่างๆ จะต้องพึ่งพากัน	คุณภาพและความยืดหยุ่นในการผลิตส่งผลในเชิงบวกต่อประสิทธิภาพของซัพพลายเออ อัตราการส่งมอบและการลดต้นทุนไม่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของซัพพลายเออร์ในอุตสาหกรรม 4.0

16. (Szász, Demeter, Rácz and Losonci, 2020)	การตรวจสอบเชิงประจักษ์ที่เข้าใจได้ทั่วไปมากขึ้นเกี่ยวกับ ผลกระทบด้านประสิทธิภาพของการนำอุตสาหกรรม 4.0 ไปใช้	Industry 4.0 มีผลกระทบเชิงบวกต่อประสิทธิภาพการดำเนินงาน ซึ่งรวมถึงต้นทุน คุณภาพ การส่งมอบ และประสิทธิภาพที่ยืดหยุ่น

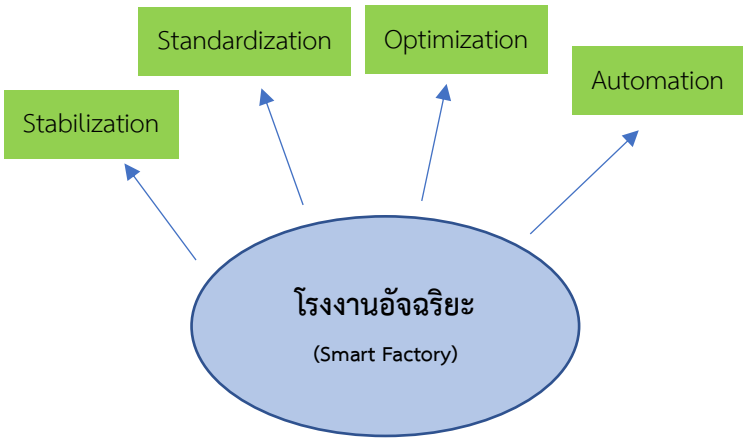
จากตารางที่ 6 เป็นการทบทวนวรรณกรรมในตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความเป็นโรงงานอัจฉริยะ ผู้วิจัยวิเคราะห์และสกัดตัวแปรจากการทบทวนวรรณกรรมออกมาได้ 4 ด้านตาม Adrita (2021) ทั้งนี้ยังที่มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเชิงตัวแปรทั้ง 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความมีเสถียรภาพ ผู้วิจัยไม่พบจากงานวิจัยในประเทศในการศึกษาเกี่ยวข้องกับตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความเป็นโรงงานอัจฉริยะ พบในงานวิจัยต่างประเทศ 2 งานตีพิมพ์ในลำดับที่ 6, 10, 14, 15 มีความเกี่ยวข้องกับระดับของระบบอัจฉริยะ คุณภาพ ความยืดหยุ่น และการปฏิบัติที่มีการนำ I4.0 เข้าไปใช้ในระดับต่างๆ

2. ด้านมาตรฐาน พบจากงานวิจัยในประเทศ 1 งานตีพิมพ์ในลำดับที่ 1 เกี่ยวข้องกับการการหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงานองค์กรให้เป็นแบบ I4.0 พบจากงานวิจัยต่างประเทศ งานตีพิมพ์ในลำดับที่ 12, 13 เกี่ยวข้องกับการกำหนดวิธีการ การออกแบบและการพัฒนาไปสู่ I4.0

3. ด้านการเพิ่มประสิทธิภาพ พบจากงานวิจัยในประเทศ 2 งานตีพิมพ์ในลำดับที่ 2, 3 เกี่ยวข้องกับการพัฒนาศักยภาพการดำเนินงานด้วยระบบอัจฉริยะ การใช้ข้อมูลเพื่อดำเนินการผลิตอัจฉริยะที่มีผลต่อการดำเนินการ พบจากงานวิจัยต่างประเทศ 2 งานตีพิมพ์ในลำดับที่ 4, 8, 16 เกี่ยวข้องกับ การวางแผนออกแบบกระบวนการผลิตที่ เน้นประสิทธิภาพ และการปรับปรุงกระบวนการ

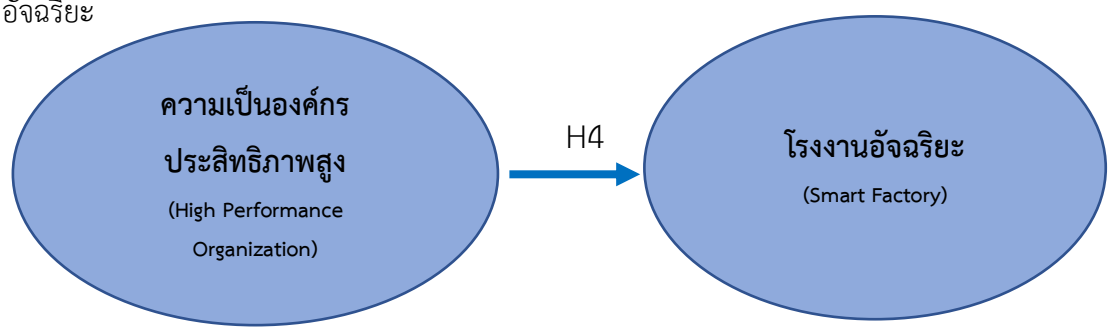
4. ด้านการใช้ระบบอัตโนมัติพบจากงานวิจัยในประเทศ 1 งานตีพิมพ์ในลำดับที่ 2 เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานที่เป็นอัตโนมัติ เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์อัจฉริยะ พบจากงานวิจัยต่างประเทศ 3 งานตีพิมพ์ในลำดับที่ 5, 7, 9, 11 เกี่ยวข้องกับการบูรณาการระบบอัตโนมัติ ทั้งการปฏิบัติและเก็บข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในองค์กร จึงเป็นที่มาของตัวแปรสังเกตได้ของความเป็นโรงงานอัจฉริยะในงานวิจัยตามภาพที่ 10



ภาพที่ 10 ตัวแปรความเป็นโรงงานอัจฉริยะ

จากตารางที่ 6 โรงงานอัจฉริยะแสดงถึงความก้าวหน้าของการผลิต เพื่อนำไปสู่ประสิทธิภาพผ่านระบบดิจิทัลด้วยระบบข้อมูลสำหรับการวางแผนและการจัดการการผลิต โครงสร้างและกลยุทธ์ที่ยืดหยุ่น และระบบอัตโนมัติและการแลกเปลี่ยนข้อมูลอัตโนมัติ ระบบการผลิตจะยกระดับขึ้นไปอีกขั้น (Hajrizi, 2016) ข้อกำหนดสำหรับการออกแบบ การติดตั้ง และการดำเนินงานของโรงงานกลายเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการวางระบบงาน เครื่องจักรไม่ได้ผลิตเพียงแค่ผลิตภัณฑ์ การเลือกใช้เครื่องมือ วัสดุ ยานพาหนะและอาคาร ที่สามารถสื่อสารซึ่งกันและกันแบบเรียลไทม์ เทคโนโลยีช่วยให้สถานการณ์นี้เร็วขึ้น ปรับให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์อย่างรวดเร็วระหว่างการทำงาน และลดเวลาในการวางแผน สภาพแวดล้อมการผลิตจะปรับเปลี่ยนได้ตามต้องการ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการวางแผนการผลิตและการควบคุมกระบวนการผลิตได้รวดเร็ว (Torres et al., 2019) จากงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้จากการทบทวน โรงงานอัจฉริยะจะส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพ ในทางตรงกันข้ามองค์กรที่มีการปรับปรุงกระบวนการให้มีประสิทธิภาพ จะสามารถเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดการใช้เทคโนโลยี จนกลายเป็นโรงงานอัจฉริยะได้หรือไม่ จึงเป็นที่มาของสมมติฐาน

สมมติฐานงานวิจัยที่ 4 ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงมีอิทธิพลต่อความเป็นโรงงานอัจฉริยะ



9. ความยั่งยืนขององค์กร (Sustainability)

ความยั่งยืนไม่ใช่แค่ "ดีที่จะทำ" แต่ "จำเป็นต้องทำ" เมื่อเห็นว่าเป้าหมายและกลยุทธ์เกี่ยวกับความยั่งยืนคือความสำเร็จในระยะยาว ตรรกะพื้นฐานสะท้อนให้เห็นถึงความเชื่อที่ว่าธุรกิจไม่สามารถอยู่รอดได้ในสังคมที่ล้มเหลว ความสำเร็จในการสร้างองค์กรที่ยั่งยืน เช่นเดียวกับการริเริ่มเชิงกลยุทธ์อื่น ต้องมีการใช้ส่วนประกอบกระบวนการกลยุทธ์หลัก รวมถึงความเป็นผู้นำ การสร้างวัฒนธรรม และการตั้งเป้าหมาย จุดเน้นของบทความนี้อยู่ที่ส่วนที่สามของสิ่งเหล่านี้องค์ประกอบที่ดี ในการสร้างความยั่งยืน การตั้งเป้าหมาย การได้รับการสนับสนุนจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จำเป็นต่อการระดมทรัพยากร การสื่อสารที่ชัดเจนเกี่ยวกับเป้าหมายความยั่งยืน และรายงานล่าสุดเกี่ยวกับความรับผิดชอบต่อสังคมขององค์กร ความพยายามในการพัฒนาอย่างยั่งยืนของบริษัทในด้านต่างๆ เช่น ชุมชนเป็นหลัก อาสาสมัคร การลดก๊าซเรือนกระจก การฝึกอบรมความหลากหลายและการรวมและมนุษย์ การวิจัยได้เริ่มสร้างฐานความคิดที่สำคัญเกี่ยวกับบทบาทของความยั่งยืน การวิจัยมุ่งเน้นไปที่การขยายรูปแบบธุรกิจเพื่อบูรณาการและดำเนินการอย่างยั่งยืน สู่กลยุทธ์และการตั้งเป้าหมาย การรายงานความยั่งยืนของตนเององค์กรต่างๆ งานวิจัยของเราเติมเต็มความต้องการโดยการวิเคราะห์เนื้อหาเป้าหมายความยั่งยืนของบริษัท (Palmer and Flanagan, 2016)

ความยั่งยืน เป้าหายของแต่ละองค์กรประกอบไปด้วย การกระทำ กระบวนการ ผลผลิตและผลลัพธ์ ความสามารถในการดำรงสภาพ ให้องค์กรอยู่รอดไปยังอนาคต ด้วยเงื่อนไขและข้อจำกัดที่มีในช่วงเวลาหนึ่ง ตามวงจรการเปลี่ยนแปลงทั้งภายในและภายนอก อาจแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ 1. การเผชิญ ให้รอดพ้นผ่านการดำเนินงาน การแข่งขันต่อสู้เอาเปรียบ การทดสอบยอมรับของสังคม รวมถึงภัยอันตรายวิกฤตการณ์ จนผ่านกระบวนการประเมิน คือรับกับเหตุการณ์หรือปัจจัยภายนอก ในวิถีทางที่ถูกที่ชอบจะช่วยนำทางต่อไปสู่ความเจริญ 2. ความเจริญ การพัฒนาองค์กรผ่านการทบทวนฝึกฝนเรียนรู้ปรับปรุงให้ดีขึ้นตามความเหมาะสมในแต่ละกระบวนการ รวมถึงการเลือกใช้เทคโนโลยี ลดการใช้พลังงาน ทรัพยากร แต่หากเป็นวิถีทางที่ไม่ถูกไม่ควรแล้ว จะถือเป็นความยั่งยืนไม่แท้จริง ผลลัพธ์อาจจะไม่คงทนถาวร 3. ความสำเร็จ ประกอบด้วยผลงานและผลที่ตามมาเมื่อเทียบกับเป้าหมาย ความคาดหวัง กระบวนการที่ผ่านการประยุกต์ปรับใช้ปัจจัยภายในและภายนอกที่ต่างไป ให้สัมฤทธิ์ผลทั้งรูปธรรมและนามธรรมในการปฏิบัติ การปรับเปลี่ยนเพื่อความอยู่รอด อาจช่วยนำไปสู่ความยั่งยืน รวมถึงการควบรวมกิจการ แยกขายกิจการ เลิกจ้างพนักงาน การใช้กลยุทธ์ ต่างๆ ในการบริหาร เป็นต้น ความยั่งยืนไม่จำเป็นจะต้องเติบโตขยายตัวในปัจจัยเชิงปริมาณเสมอไป ปัจจัยเชิงคุณภาพสำคัญมากยิ่งกว่า การกระทำ การสนับสนุนส่งเสริมผู้อื่นในสิ่งดี การรักษาดุลยภาพในทุกกิจกรรมทุกปัจจัย ทั้งเรื่องส่วนตัวและส่วนรวมในระดับบุคคลและกลุ่มสังคมต่างสัมพันธ์กันและต้องพึ่งพาอาศัยกัน กรอบพื้นฐานความยั่งยืน Triple bottom line ของ Elkington (1997) คือ 1. ผลลัพธ์ทางเศรษฐกิจ 2. ผลลัพธ์ทางสังคม 3. ผลลัพธ์ทางสิ่งแวดล้อม เพื่อให้องค์กรเติบโตอย่าง

เข้มแข็งและมั่นคงมีการดำเนินการอย่างมีกำไร ทั้งสามารถพัฒนาแก้ไขปัญหาและพัฒนาสังคม พัฒนาสิ่งแวดล้อมให้เกิดความสมดุลทั้ง 3 ด้าน เมื่อเกิดความสมดุลในทางเศรษฐกิจ ส่วนนึงเกิดจากการจ้างงานของชุมชนบริเวณโดยรอบองค์กร การสนับสนุนจากชุมชนช่วยให้กิจการขององค์กรสามารถดำเนินไปอย่างราบรื่น เมื่อองค์กรกับชุมชนสามารถอยู่ร่วมกันได้ ชุมชนและองค์กรร่วมกันรักษาสิ่งแวดล้อม ลดการใช้ทรัพยากรและใช้ทรัพยากรที่มีอย่างคุ้มค่ามากที่สุด เกิดการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติอย่างต่อเนื่อง เกื้อหนุนกันไปอย่างยั่งยืน จนเกิดเป็น การพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable development) อันเป็นการพัฒนาที่ไม่เพียงมุ่งเติบโต เฉพาะด้านเศรษฐกิจ ยังรวมถึงความรับผิดชอบต่อสังคม สิ่งแวดล้อม บรรษัทภิบาลอีกด้วย (ศักดิ์ดา ศิริภัทรโสภณ, 2558) วัตถุประสงค์ในการดำเนินกิจการเน้นผลลัพธ์ 3 มิติ ของ Schalttegger and Burritt (2014) ประกอบด้วย มิติทางเศรษฐกิจ (Profit) มิติทางสังคม (People) มิติด้านสิ่งแวดล้อม (Planet) เมื่อองค์กรรายงานความยั่งยืนและการกำหนดเป้าหมายกลยุทธ์ของบริษัทผสมผสานความยั่งยืนเข้าไว้ด้วยกันมากขึ้น ผลการศึกษาล่าสุดพบว่า 43 เปอร์เซ็นต์ของผู้บริหารกล่าวว่าพวกเขากำลังปรับความยั่งยืนให้สอดคล้องกับเป้าหมายทางธุรกิจโดยรวมของบริษัท ภารกิจหรือค่านิยมเพิ่มขึ้นร้อยละ 13 ในสองปี (Martin, 2014) เนื้อหาของรายงานความยั่งยืนกำลังพัฒนา ในขั้นต้น รายงานส่วนใหญ่เน้นที่การปกป้องสิ่งแวดล้อมและการดูแล การจัดทำรายงานความยั่งยืนโดยใช้มาตรฐาน Global Reporting Initiative (GRI) ซึ่งใช้องค์ประกอบสามประการของสังคม สิ่งแวดล้อม และเศรษฐกิจ

การสนับสนุนให้เกิดความยั่งยืน คือ การกระทำในเชิงลด เช่น การห้ามปราม ต่อต้าน กำจัด ขัดขวางและประนามในสิ่งที่ไม่ดี คือรากฐานทางพฤติกรรมที่สำคัญมาก ทั้งสำหรับองค์กรต้องอาศัยความเก่งกล้ามุ่งมั่นแน่วแน่ของบุคคล ตลอดจนค่านิยมและวัฒนธรรม ความยั่งยืนเปรียบเสมือนการเดินทางที่ไม่จบสิ้นไปยังจุดหมายในอนาคตเช่นนี้ อย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ ความยั่งยืนยังเป็นวัตถุประสงค์โดยตรงของการบริหารความเสี่ยง การบริหารการเปลี่ยนแปลง จำต้องมีอยู่ในทุกส่วนทุกกิจกรรมขององค์กร ทั้งคิดพูดทำ ทั้งในวิสัยทัศน์ แผน เป้าหมาย กระบวนการ และผลงานผลิตภัณฑ์บริการ ต้องอยู่ในจิตสำนึก ถึงจะรับและปรับตัวได้เร็วพอหรือทันเหตุการณ์ความยั่งยืนเป็นคุณสมบัติในการดำรงรักษาสภาพขององค์กร จากภายในและนอกให้สอดคล้องกับความไม่แน่นอนของธรรมชาติ สภาพแวดล้อม วงจรการเปลี่ยนแปลงได้อย่างเพียงพอเหมาะสม ครอบคลุมทุกมิติ ทั้งส่วนบุคคล ธุรกิจ เศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ ความยั่งยืนจึงเป็นพื้นฐานเบื้องต้นสู่ความยั่งยืนในการดำรงชีวิตบนทางสายกลางอย่างพากเพียร ด้วยสติปัญญารู้จักพอประมาณ ท่ามกลางความเปลี่ยนแปลง (ปิยะพันธ์ ทยานิธิ, 2559)

ตารางที่ 7 สรุปการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความยั่งยืนขององค์กร

รายละเอียดบทความ	แนวทางการศึกษา	ตัวแปรที่พบ
1. (เฉลิมพร ทองบุญชู, 2561)	การจัดการคุณภาพทั่วทั้งองค์กร และหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงที่ทำ ให้องค์กรไปสู่ความยั่งยืนขององค์กร สร้างและทดสอบความสอดคล้องขององค์กรที่ยั่งยืน	1. หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมีอิทธิพลต่อการนำองค์กรสู่ความยั่งยืน 2. การจัดการคุณภาพทั่วทั้งองค์กรมีอิทธิพลต่อการนำองค์กรสู่ความยั่งยืน
2. (พัชรพงษ์ แพงไพรรี และนริศ เพ็ญโภไคย, 2563)	องค์ประกอบ ความสัมพันธ์ และรูปแบบโมเดลของปัจจัยคุณภาพการให้บริการ ทักษะผู้ประกอบการ ประสิทธิภาพการทำงาน นวัตกรรมการบริการ ความสามารถในการแข่งขันสู่องค์กรแห่งความยั่งยืน	1.คุณภาพการบริการมีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแข่งขันสู่องค์กรแห่งความยั่งยืน 2.ทักษะผู้ประกอบการมีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการ แข่งขันสู่องค์กรแห่งความยั่งยืน 3.ประสิทธิภาพการทำงานมีอิทธิพล ทางตรงต่อความ สามารถในการ แข่งขันสู่องค์กรแห่งความยั่งยืน ความ 4.นวัตกรรมการบริการมีอิทธิพล ทางตรงต่อความสามารถในการ แข่งขันสู่องค์กรแห่งความยั่งยืน
3. (พัฒนกิจ ศักดิ์บูลยมาลย์ และ วินัย หอมสมบัติ, 2559)	ความยั่งยืนของบริษัทจดทะเบียนที่ย้ายการซื้อขายจากตลาดหลักทรัพย์ไปสู่การซื้อขายในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย	1. ด้านผลการดำเนินงาน 2. ด้านธรรมมาภิบาล 3. ความรับผิดชอบต่อสังคม
4. (รสสคุนธ์ ชัยแก้ว, 2559)	แนวทางการสร้างความยั่งยืนในการผลิตก๊าซชีวภาพทั้งในระดับครัวเรือนและชุมชน	1. ด้านนโยบายและแผนการผลิต 2. ด้านวัสดุนำเข้า 3. ด้านกระบวนการในการผลิต 4. ด้านผลผลิต 5. ผลกระทบเชิงบวกและเชิงลบ
5. (ลลิต ถนอมสิงห์, 2557)	ศึกษาแนวคิด ความสัมพันธ์ เสนอแนวทางที่มีความเกี่ยวข้องกับการนำองค์กรไปสู่ความยั่งยืนในภาคธุรกิจ	องค์กรแห่งความยั่งยืน 1. ความสมดุลด้านองค์กร 2. ความสมดุลด้านธุรกิจ 3. ความสมดุลด้านสังคม 4. ความสมดุลด้านสิ่งแวดล้อม ผล 1. หลักการทรงงานในพระบาทสมเด็จ

		พระเจ้าอยู่หัวมีอิทธิพลทางบวกโดยตรงต่อองค์กรแห่งการเรียนรู้และปัจจัยความสำเร็จขององค์กรแห่งความยั่งยืน 2. องค์กรแห่งการเรียนรู้มีอิทธิพลทางบวกโดยตรงต่อปัจจัยความสำเร็จขององค์กรแห่งความยั่งยืน
6. (ศุทธา แพรสี, กังสดาล กนกหงษ์, พหล ศักดิ์คะทัศน์, สายสกุล ฟองมูล และนรินทร์ชัย พัฒนพงศา, 2560)	ศึกษาการจัดการความรู้ ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ พัฒนารูปแบบการจัดการความรู้ของตำบลต้นแบบสู่ความยั่งยืน	1. ปัจจัยด้านผู้นำ 2. ปัจจัยการสร้างแรงบันดาลใจและต้นแบบ 3. ปัจจัยการถ่ายทอดความรู้ 4. ปัจจัยการสร้างกิจกรรมเพื่อสนับสนุน และ หลักทุนทางสังคมและศักยภาพของพื้นที่ หลักการแนวคิดการจัดการตนเอง หลักการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ หลักความสัมพันธ์ และเชื่อมโยงเครือข่าย
7. (ก้องภพ ขันติพงศ์พันธุ์, 2561)	ศึกษาระดับ ความสัมพันธ์ อำนาจการทำนาย ในภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงและองค์การแห่งความยั่งยืน	องค์กรแห่งความยั่งยืน ด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม 1. ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงโดยรวมมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับพฤติกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรม 2. การเป็นองค์กรแห่งความยั่งยืนโดยรวมมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับพฤติกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรม
8. (บุญฑวรรณ วิงวอน และชัยยุทธ เลิศพาชิน, 2555)	น้ำเสนอกลยุทธ์น่านน้ำสีรุ้งแนวทางสู่ความยั่งยืนของธุรกิจผ่านบริบทของผู้ประกอบการยุคใหม่	สู่ความยั่งยืนด้วยองค์ประกอบ 7 มิติ 1. น่านน้ำสีแดง มุ่งเน้นความได้เปรียบในเชิงการแข่งขัน 2. น่านน้ำสีคราม มุ่งเน้นการพัฒนานวัตกรรม 3. น่านน้ำสีขาว มุ่งเน้นความรับผิดชอบต่อสังคม 4. น่านน้ำสีชมพู มุ่งเน้นความสมดุล ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย 5. น่านน้ำสีเหลือง มุ่งเน้นกระบวนการสารสนเทศและมาตรวัด หรือวิเคราะห์ผลการดำเนินการ 6. น่านน้ำสีเขียว มุ่งเน้นการจัดการองค์

		ความรู้และการเรียนรู้ 7. น่านน้ำสีแสด มุ่งเน้นจัดการความเสี่ยงองค์กร
9. (ดวงใจ พานิชเจริญกิจ, 2562)	การบริหารจัดการเทศบาลอย่างยั่งยืน	1. การเป็นผู้นำที่ดี 2. การมีส่วนร่วม 3.การบริหารจัดการอย่างมีระบบ 4. สร้างความสามัคคี 5. ยึดหลักธรรมาภิบาล
10. (Acioli, Scavarda and Reis, 2021)	นวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่สำคัญของ Industry 4.0 มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างโลกแห่งความจริงและโลกเสมือนจริง และถูกนำไปใช้ในกระบวนการซัพพลายเชนที่ยั่งยืน เพื่อหาโอกาส ความท้าทาย และช่องว่างที่จะสนับสนุนการศึกษาวิจัยวิเคราะห์ผลกระทบของเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0 ต่อประสิทธิภาพของห่วงโซ่อุปทานที่ยั่งยืนในการระบาดของโคโรนาไวรัส	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0 ส่งผลต่อการดำเนินงานอย่างยั่งยืนของห่วงโซ่อุปทาน ในสถานะการณ์การแพร่ระบาดของ COVID-19 ในห่วงโซ่อุปทานที่ยั่งยืนและสามารถส่งเสริมการพัฒนางานวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์ เครื่องจักร และแรงงานในการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่สี่
11. (Br, Agarwal and Sharma, 2016)	ระบุปัจจัยสำคัญที่นำไปสู่วิวัฒนาการของกรอบความคิดริเริ่มของ Green Supply Chain (GSC) อันเป็นผลมาจากกลยุทธ์แบบลีนที่ยั่งยืน	ปัจจัยสำคัญในการสร้างห่วงโซ่อุปทานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม กรอบการทำงานเพื่อสร้างสิ่งที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยอาศัยการจัดการแบบลีนเพื่อไม่ให้เกิดความสูญเสีย ให้มุมมองการจัดการการปฏิบัติงาน
12. (Nantee and Sureeyatanapas, 2021)	ผลกระทบของความคิดริเริ่มด้านโลจิสติกส์ 4.0 ที่มีต่อมิติทางเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และสังคมของประสิทธิภาพความยั่งยืนของบริษัท (สำหรับการประเมินคลังสินค้าที่ยั่งยืนในยุค 4.0)	ประสิทธิภาพด้านความยั่งยืนของบริษัทส่วนใหญ่ได้รับการปรับปรุงด้าน ผลผลิต ความแม่นยำ ความปลอดภัยของคนงาน อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์สำหรับเกณฑ์บางอย่างอาจแย่ลงหรือดีขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโซลูชันและกลยุทธ์ของแต่ละบริษัท ที่มีความเกี่ยวข้องกับต้นทุน ค่าบำรุงรักษา และค่าความสูญเสียในงาน
13. (Pasi, Mahajan and Rane, 2020)	เพื่อสำรวจความเข้าใจในแนวคิด Industry 4.0 (I4.0) ในอุตสาหกรรมการผลิตของอินเดีย	เซ็นเซอร์อัจฉริยะและแขนหุ่นยนต์มีความยั่งยืนสูง ในขณะที่ระบบกายภาพในโลกไซเบอร์และการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่มี

	เพื่อกำหนดปัจจัยจูงใจสำหรับการนำ I4.0 ไปใช้	ความยั่งยืนต่ำ ในระหว่างการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ พบว่าการนำแนวคิด I4.0 มาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตของอินเดียกำลังสร้างความกลัวในการตกงานให้กับพนักงาน
14. (R. Sharma, Jabbour and Lopes de Sousa Jabbour, 2020)	Industry 4.0 และการใช้งานในภาคการผลิตได้นำไปสู่ยุคสมัยใหม่สำหรับองค์กรธุรกิจ ไม่เพียงแต่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน แต่ยังขยายแนวทางปฏิบัติในการดำเนินงานที่ยั่งยืน	วิวัฒนาการของงานวิจัยในช่วงที่ผ่าน และระบุประเด็นที่น่าสนใจในการวิจัยในปัจจุบันและทิศทางที่เป็นไปได้สำหรับการวิจัยในอนาคต ข้อค้นพบนี้เป็นแผนงานที่แข็งแกร่งสำหรับการทำแผนที่อาณาเขตการวิจัยในด้านอุตสาหกรรม 4.0 และความยั่งยืน
15. (Sivathanu and Pillai, 2019)	ศึกษาเชิงประจักษ์เกี่ยวกับบทบาทผู้ประกอบการ การวางแนวเทคโนโลยี การวางแนวความยั่งยืน และความน่าเชื่อถือ ในประสิทธิภาพองค์กรที่ยั่งยืน ของเทคโนโลยี สตาร์ทอัพในอินเดีย	ผู้ประกอบการและเทคโนโลยี มีอิทธิพลอย่างมากต่อความยั่งยืน และ ความไว้วางใจไม่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อประสิทธิภาพองค์กรที่ยั่งยืน ในบริบทของการเริ่มต้นเทคโนโลยีในอินเดีย
16. (Soosay et al., 2016)	นำเสนอการผลิตที่ยั่งยืนในท้องถิ่นในออสเตรเลียและสวีเดน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจปัจจัยที่เอื้อต่อการอยู่รอดและความสามารถในการแข่งขันของบริษัทผู้ผลิต	เพื่อการผลิตที่ยั่งยืน อิทธิพลของนโยบายด้านอุปทานที่มุ่งเน้นทรัพยากรหรือตลาดในด้านการผลิต ทั้งปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายในจะต้องได้รับการพิจารณาเพื่อการนำกลยุทธ์ไปใช้ ให้สอดคล้องกับเป้าหมายขององค์กร เพื่อบรรลุความสามารถในการแข่งขันด้านการผลิต

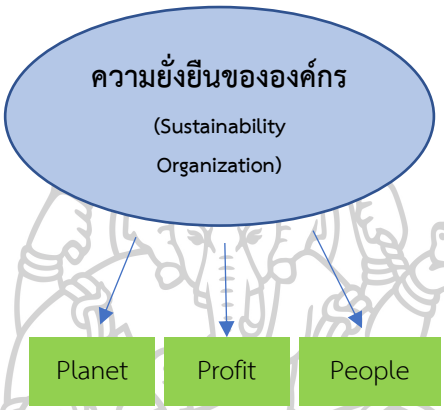
จากตารางที่ 7 เป็นการทบทวนวรรณกรรมในตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความยั่งยืนขององค์กร ผู้วิจัยวิเคราะห์และสกัดตัวแปรจากการทบทวนวรรณกรรมออกมาได้ 3 ด้านตาม Elkington (1997) และ Schalttegger & Burritt (2014) ทั้งนี้ยังที่มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเชิงตัวแปรทั้ง 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านสิ่งแวดล้อม พบจากงานวิจัยในประเทศ 5 งานตีพิมพ์ในลำดับที่ 3, 4, 5, 8, 9, เกี่ยวข้องกับการมีธรรมาภิบาล และรับผิดชอบต่อสังคม ในด้านนโยบายและกระบวนการผลิตอย่างมีระบบ พบจากงานวิจัยต่างประเทศ 2 งานตีพิมพ์ในลำดับที่ 11, 16 เกี่ยวข้องกับการผลิตบนห่วงโซ่อุปทาน และทรัพยากรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

2. ด้านกำไร พบจากงานวิจัยในประเทศ 4 งานตีพิมพ์ในลำดับที่ 5, 7, 8, 9 เกี่ยวข้องกับการมีส่วนร่วม ความสมดุลด้านองค์กร ธุรกิจ และสังคม ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย พบจากงานวิจัยต่างประเทศ

3 งานตีพิมพ์ในลำดับที่ 12, 14, 15 เกี่ยวข้องกับ การศึกษาต้นทุนกับการเพิ่มประสิทธิภาพงาน และการใช้เทคโนโลยีในการผสานเพื่อนำไปสู่ความยั่งยืน

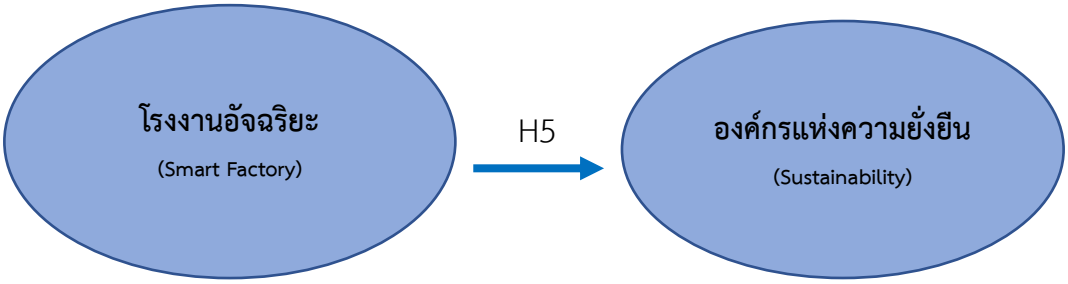
3. ด้านพนักงาน พบจากงานวิจัยในประเทศ 4 งานตีพิมพ์ในลำดับที่ 1, 2, 6, 8 เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติของพนักงาน ทักษะ คุณภาพของผู้ปฏิบัติงานที่นำไปสู่ผลลัพธ์ขององค์กรที่ยั่งยืน พบจากงานวิจัยต่างประเทศ 10 12 13 เกี่ยวข้องกับ ความสัมพันธ์ของแรงงานและ เครื่องจักร ความปลอดภัยในการทำงาน และความเข้าใจที่ระบบอัตโนมัติไม่ได้เข้ามาแย่งงานคน จึงเป็นที่มาของตัวแปรสังเกตได้ของความยั่งยืนขององค์กร ตามภาพที่ 11



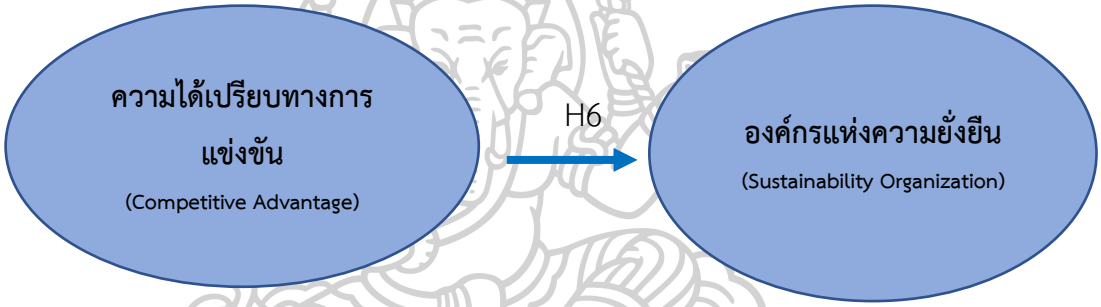
ภาพที่ 11 ตัวแปรความยั่งยืนขององค์กร

จากตารางที่ 7 ผลการศึกษาในสามเส้าของความยั่งยืน มิติของกำไร (Profit) เป็นสิ่งเสริมของการอนุรักษ์ในมิติของสิ่งแวดล้อม (Planet) อันมีส่วนจะช่วยลดการปล่อยของเสีย เมื่อองค์กรมีผลกำไรส่วนนึงจะสามารถ ปรับกระบวนการผลิต การใช้พลังงานลดลงได้เพราะมีส่วนในการช่วยลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการอันเป็นการช่วยลดการใช้ทรัพยากรลงได้ เมื่อกระบวนการพัฒนา พนักงาน (People) จะได้รับการพัฒนาทักษะ หลักสูตรต่างๆมากขึ้น ได้รับความปลอดภัยที่เพิ่มมากขึ้นการตั้งเป้าหมายแม้จะมีความสำคัญ หากองค์กรกำหนดเป้าหมายด้านความยั่งยืนยังต้องมุ่งมั่นที่จะพัฒนากลยุทธ์เพื่อให้บรรลุดำเนินการตามกลยุทธ์ ความพยายามที่แน่วแน่ บริษัทจะสามารถเป็นแรงผลักดันอย่างแท้จริงสำหรับโลกที่ยั่งยืน (Palmer and Flanagan, 2016) กรอบงานจะต้องมีการปรับขนาดสำหรับการตรวจสอบเพิ่มเติมการวิจัยจำเป็นต้องขยายไปสู่ผลกระทบด้านความยั่งยืนทางสังคมและเศรษฐกิจของอุตสาหกรรม 4.0 และเทคนิคต่างๆ เช่น Triple Bottom Line สามารถใช้ในบริบทนี้ได้ (Amjad et al., 2020) จึงเป็นที่มาของการศึกษา

สมมติฐานงานวิจัยที่ 5 ความเป็นโรงงานอัจฉริยะมีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กรแห่งความยั่งยืน



สมมติฐานงานวิจัยที่ 6 ความได้เปรียบทางการแข่งขันมีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กรแห่งการยั่งยืน



สรุปสมมติฐานงานวิจัย

การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น เพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนของอุตสาหกรรมอาหาร ผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐาน 6 สมมติฐานไว้ดังนี้

1.ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานเพื่อศึกษาอิทธิพลระหว่างลีนออโตเมชั่น กับความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงไว้ดังนี้

H0 หมายถึง ลีนออโตเมชั่นไม่มีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง

H1 หมายถึง ลีนออโตเมชั่นมีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง

2. ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานเพื่อศึกษาอิทธิพลของพันธมิตรทางธุรกิจที่มีระหว่างลีนออเมชั่นและความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงไว้ดังนี้

H0 หมายถึง พันธมิตรทางธุรกิจไม่เป็นตัวแปรแทรกระหว่างลีนออโตเมชั่นกับความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง

H1 หมายถึง พันธมิตรทางธุรกิจเป็นตัวแปรแทรกระหว่างลีนออโตเมชั่นกับความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง

3. ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานเพื่อศึกษาอิทธิพลของความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงกับความเป็นโรงงานอัจฉริยะ

H0 หมายถึง ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงไม่มีอิทธิพลต่อความเป็นโรงงานอัจฉริยะ

H1 หมายถึง ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงมีอิทธิพลต่อความเป็นโรงงานอัจฉริยะ

4. ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานเพื่อศึกษาอิทธิพลของความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงกับความได้เปรียบทางการแข่งขัน

H0 หมายถึง ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงไม่มีอิทธิพลต่อความได้เปรียบทางการแข่งขัน

H1 หมายถึง ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงมีอิทธิพลต่อความได้เปรียบทางการแข่งขัน

5. ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานเพื่อศึกษาอิทธิพลของความเป็นโรงงานอัจฉริยะกับความยั่งยืนขององค์กร

H0 หมายถึง ความเป็นโรงงานอัจฉริยะไม่มีอิทธิพลต่อความยั่งยืนขององค์กร

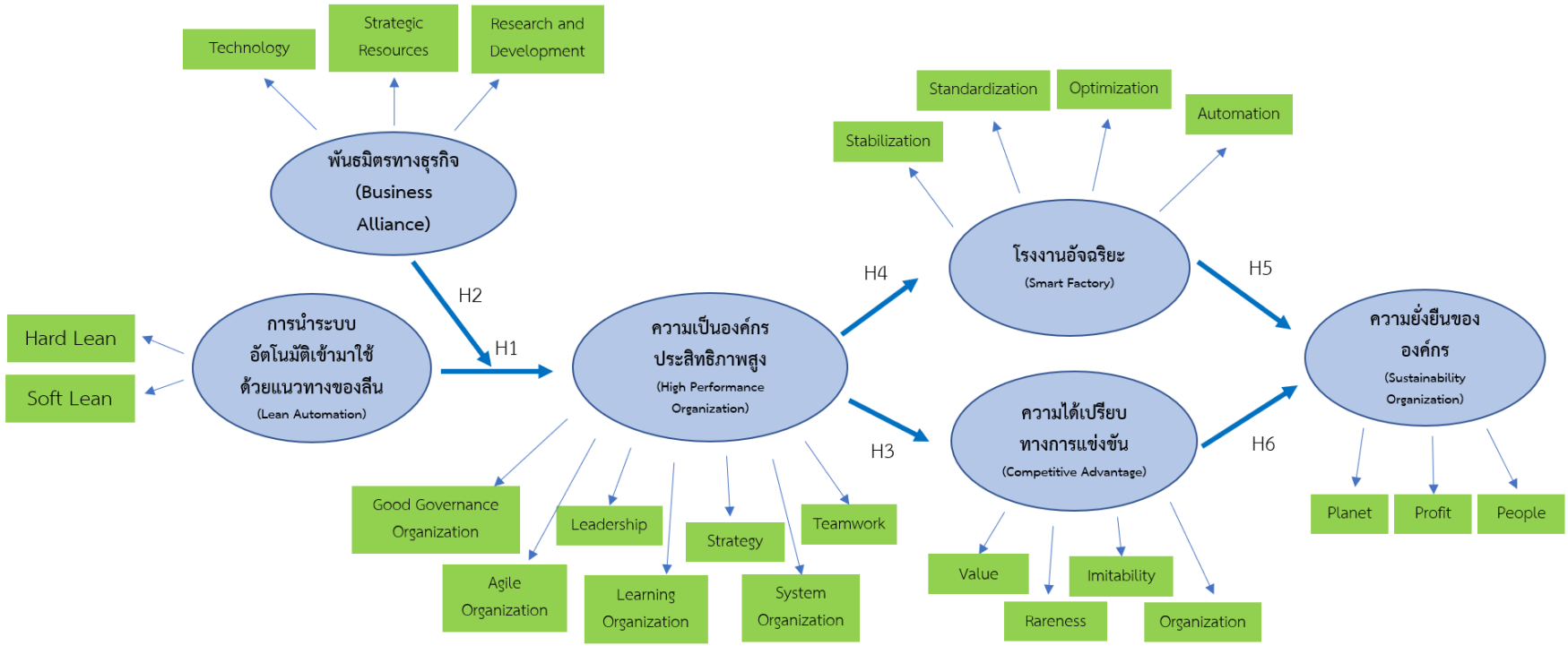
H1 หมายถึง ความเป็นโรงงานอัจฉริยะมีอิทธิพลต่อความยั่งยืนขององค์กร

6. ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานเพื่อศึกษาอิทธิพลของความได้เปรียบทางการแข่งขันกับความยั่งยืนขององค์กร

H0 หมายถึง ความได้เปรียบทางการแข่งขันไม่มีอิทธิพลต่อความยั่งยืนขององค์กร

H1 หมายถึง ความได้เปรียบทางการแข่งขันมีอิทธิพลต่อความยั่งยืนขององค์กร

จากสมมติฐานประกอบกับตัวแปรแฝงและตัวแปรสังเกตที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม ผู้วิจัยสรุปเป็นภาพกรอบแนวคิดงานวิจัยได้ดังภาพที่12



ภาพที่ 12 กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual Model)

ตารางที่ 8 แสดงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรของ Lean (L), Lean Manufacturing (LM), Lean Practice (LP)

ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง/ผู้วิจัย	Agile Manufacturing	Operational Performance	Financial Performance	Business Performance	Firm Value	Investment R&D	Process and Equipment	Planing and Control	Supplier	Human or People	Customer	Scale Efficiency	Productivity	Aggregate Performance	Market Performance	Flexible Manufacturing	Culture	Advance Technology	Environment
(Khalfallah and Lakhal, 2020) LM, LP	⁄	⁄	⁄																
(Zhu and Lin, 2017) LM					⁄	⁄													
(Zahraee, 2016) LM							⁄	⁄	⁄	⁄	⁄								
(Shi, Wang and Zhu, 2019) LM						⁄						⁄	⁄						
(Iqbal, Jajja, Bhutta and Qureshi, 2020)		⁄	⁄											⁄	⁄				

LM																		
(El-Khalil, 2018) LM			⁄												⁄			
(Ong, Koo, Tan and Goh, 2021) LM												⁄						
(Maware and Adetunji, 2019) LM		⁄																
(Shrafat and Ismail, 2019) LM		⁄		⁄														
(Bashar, Hasin and Adnan, 2021) LM		⁄	⁄	⁄														
(Ghobakhloo and Azar, 2018) LM	⁄	⁄	⁄											⁄			⁄	
(AL-Shboul, Garza-Reyes and Kumar, 2018) LP			⁄											⁄				

(Manikas and Kroes, 2018) L			⁄															⁄
(Ghobakhloo, Fathi, Fontes and Tan Ching, 2018) LM			⁄				⁄			⁄							⁄	⁄	
(Guilherme Luz Tortorella, Gopalakrishnan Narayanamurthy and Matthias Thurer, 2021) LM		⁄																	
(Hernandez-Matias, Ocampo, Hidalgo and Vizan, 2020) LM		⁄											⁄				⁄		
(Masood Nawaz Kalyar, Imran Shafique and			⁄																⁄

Ammar Abid, 2019) LM																		
(Nawanir, Lim and Othman, 2016) LM				⁄														
(Nawanir et al., 2016) LM				⁄														
(Pu, Chen, Chong and Tan, 2021) LM			⁄														⁄	
(Sartal et al., 2017) LM																		⁄
(Susilawati, 2021) LM			⁄			⁄		⁄	⁄	⁄								
(Onofrei and Fynes, 2019) L												⁄						
(Qamar and Hall, 2018) L	⁄																	
(Rajagopalan and												⁄						

Solaimani, 2019) LM																		
(Sahoo, 2020b) L											⁄		⁄					
(Vaishnavi and Suresh, 2020)									⁄								⁄		
(Valente, Sousa and Moreira, 2019) LM		⁄	⁄												⁄				
(Zhu and Lin, 2017) LP			⁄																⁄

ตัวแปรที่ เกี่ยวข้อง/ผู้วิจัย	IOT	Waste Reduction	Sustainability Performances	Competitive	Industrial Performance	Information Technology	Routing Flexibility	Volume Flexibility	Machine Flexibility	Product Flexibility	Material handling Flexibility	Labour Flexibility	Digitalizing supply chains	Quality	Hight Performance	Management	Strategy		
(Anosike et al., 2021) LM	/																		
(Hernandez-Matias et al., 2020) LM		/																	
(Sajan and Shalij, 2021) LM			/	/															
(Sartal et al., 2017) LM					/	/													
(Solke and Singh, 2018) LM							/	/	/	/	/	/							
(Haddud and Khare, 2020) L													/				/		

(Onofrei and Fynes, 2019) L														⁄				
(Rajagopalan and Solaimani, 2019) LM															⁄			
(Sahoo, 2020b)		⁄												⁄				
(V. Sharma, Dixit and Qadri, 2015) L				⁄										⁄				
(Vaishnavi and Suresh, 2020)		⁄														⁄		
(W. Yu, Chavez, Jacobs and Wong, 2020) LM						⁄												

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยมีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อศึกษาแนวทางการปฏิบัติและปัจจัยแห่งความสำเร็จในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่องค์กร แห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร 2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบแนวทางการปฏิบัติกับการปฏิบัติงานจริงในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นในอุตสาหกรรมอาหาร 3. เพื่อศึกษาการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่มีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง และความยั่งยืนขององค์กรในอุตสาหกรรมอาหาร ผู้วิจัยได้คัดเลือกผู้เชี่ยวชาญจากส่วนงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้ การผลิต และผู้ให้คำแนะนำการใช้ระบบอัตโมติในบริบทของประเทศไทยรวมทั้งบริษัทผลิตอาหารในประเทศไทยที่มีการใช้ระบบอัตโนมัติเพื่อเป็นผู้ให้ข้อมูลหลักในการศึกษางานวิจัยเชิงคุณภาพ และบริษัทผลิตอาหารที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ในประเทศไทยมาทดสอบกับตัวชี้วัดที่พัฒนาขึ้นในส่วนของตัวชี้วัดเชิงปริมาณ

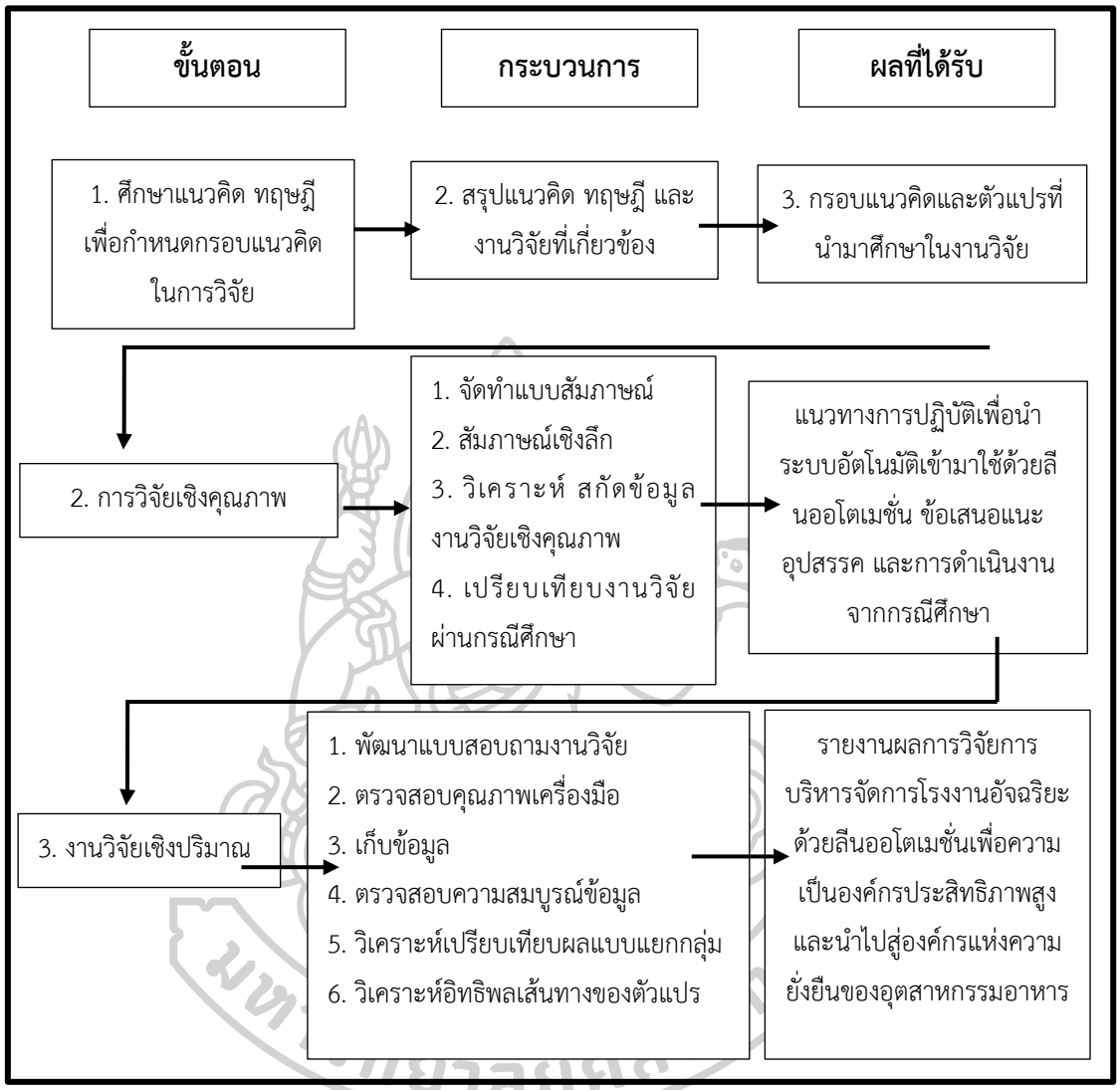
การดำเนินงานวิจัยให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยใช้การค้นคว้าอย่างเป็นระบบโดยการประยุกต์ใช้แนวคิด หลักการที่มีอยู่เพื่อให้ได้กระบวนการการทำงานด้วยแนวคิดแบบลีนออโตเมชั่นและองค์ความรู้ใหม่ โดยแบ่งวิธีการดำเนินงานวิจัยออกเป็น 6 ตอน ได้แก่

1. การดำเนินงานวิจัยแบบผสานวิธี ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน
2. รวบรวมข้อมูลและการเลือกตัวอย่าง
3. เครื่องมือในการวิจัย
4. การตรวจสอบความน่าเชื่อถือและจริยธรรมในการวิจัย
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์
6. การสรุปผลการวิจัย

1. การดำเนินงานวิจัยแบบผสานวิธี ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน

การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนของอุตสาหกรรมอาหาร เป็นการวิจัยแบบแบบขั้นตอนเชิงสำรวจ (Exploratory Sequential Design) โดยใช้เทคนิคการวิจัยแบบผสานวิธี (Mixed Methods Research) แบ่งเป็น 2 ส่วนหลักในการวิจัย ส่วนแรกเป็นการวิจัยเพื่อสำรวจข้อมูลโดยใช้การวิจัยเชิง

คุณภาพ (Qualitative Research) และนำผลมาต่อด้วยด้วยการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research)



ภาพที่ 13 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1.1 รวบรวมข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรม

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารในรูปแบบต่างๆ ที่มีนักวิชาหรือบุคคลทั่วไปบันทึกและตีพิมพ์เผยแพร่เป็นข้อมูลระดับทุติยภูมิ (Secondary Data) เกี่ยวกับแนวคิดทฤษฎีระบบ การพัฒนาเพื่อเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้จนพบแนวคิดของลีนที่จะสามารถพัฒนากระบวนการของงานและคนไปพร้อมกันได้ ประกอบกับสถานการณ์ในปัจจุบันผู้วิจัยจึงเพิ่มการค้นหา วิเคราะห์ข้อมูลของการใช้ระบบอัตโนมัติ นำมาซึ่งแนวคิดแบบลีนออโตเมชั่นประกอบกับแนวคิดของการสร้างประสิทธิภาพองค์กรระดับสูง ความเป็นโรงงานอัจฉริยะ ความได้เปรียทางการแข่งขัน และการเป็นองค์กรแห่ง

ความยั่งยืน ซึ่งมีขั้นตอนมีการดำเนินการ ดังนี้ 1. การรวบรวมเอกสาร เป็นกระบวนการแรกของการวิจัย โดยผู้วิจัยเริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูลจากหนังสือ ผลงานวิจัย บทความทางวิชาการทั้งในประเทศและต่างประเทศ 2. การคัดเลือกเอกสาร คัดเลือกเอกสารแต่ละประเภทโดยอาศัยหลักการพิจารณาจากชื่อเรื่องงานวิจัย บทนำ วัตถุประสงค์ของงานวิจัย รวมถึงหน่วยงานที่เผยแพร่ต้องมีความน่าเชื่อถือ (Creditability) สามารถเป็นตัวแทนของเอกสาร (Representativeness) ด้วยวิธีการคัดเลือกแบบเจาะจงและ 3. การวิเคราะห์เอกสาร คัดเลือกเอกสารที่เหลือจากขั้นตอนที่ 2 โดยสกัดจากแนวคิดทฤษฎี ผลการศึกษา ที่ได้เผยแพร่ไว้ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากเอกสารมาสังเคราะห์วิเคราะห์และตีความโดยใช้แนวคิดเรื่อง ลีนออโตเมชั่น ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง ความเป็นองค์กรอัจฉริยะ ความได้เปรียบทางการแข่งขัน และการเป็นองค์กรแห่งความยั่งยืนที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยอาศัยการวิเคราะห์ นำเสนอวิธีการเทียบเคียงรูปแบบ (Pattern Matching) ได้แก่

(1) การลดข้อมูล (Data Reduction) เป็นวิธีการลดจำนวนเอกสาร งานวิจัยที่ปรากฏและเลือกหามาได้ ซึ่งจะต้องคัดเลือกเฉพาะข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

(2) การจัดรูปแบบข้อมูล (Data Display) สร้างรูปแบบหรือจัดกลุ่มของตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย เพื่อพิจารณาข้อมูลที่มีความเหมือนกัน เพื่อยืนยันความถูกต้องและพิจารณาถึงความแตกต่างกันของข้อมูลดังกล่าวกลับมาวิเคราะห์ข้อสรุปการวิจัย

(3) การร่างข้อสรุปและการยืนยัน (Conclusion Drawing and Verification) ตีความและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ถูกรวบรวม แนวความและคิดในทิศทางที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย (Yin, 2003)

1.2 การวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research)

ทำการวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยเลือกการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ของลีนออโตเมชั่น ศึกษากระบวนการทำงานของลีนออโตเมชั่น แนวทางการปฏิบัติ ศึกษาปัญหา อุปสรรค และประโยชน์ของระบบลีนออโตเมชั่น ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารของประเทศไทย โดยเน้นการตีความผ่านการวิจัยเชิงคุณภาพ จากการวิเคราะห์ VDO ที่บันทึกไว้ของผู้ให้ข้อมูลหลัก เพื่อศึกษาแนวทางการปฏิบัติและปัจจัยแห่งความสำเร็จในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร ใช้วิธีอุปนัยให้ได้มาซึ่งความหมายของความสัมพันธ์จากข้อมูลที่ศึกษา จากการคิดอย่างเป็นระบบ อาศัยการตีความ (Interpretation) และการสร้างแนวคิด (Constructivism) ผู้วิจัยทำการทบทวนวรรณกรรมเพื่อหาช่องว่างในองค์ความรู้ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตั้งคำถาม จากนั้นใช้กระบวนการลงรหัส (Coding) ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ ตีความและสร้างเป็น

กระบวนการ และตัวแปรที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น เพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนของอุตสาหกรรมอาหาร โดยเน้นการตีความเกี่ยวกับแนวทางการปฏิบัติและปัจจัยแห่งความสำเร็จในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร จากนั้นนำผลของแนวทางการปฏิบัติในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหารสรุปเป็นขั้นตอนในการดำเนินงานการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นไปเปรียบเทียบกับผลของการศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติด้วยลีนออเมชั่นของบริษัทผลิตอาหารที่นำมาเป็นกรณีศึกษา เพื่อศึกษาเปรียบเทียบแนวทางการปฏิบัติกับการปฏิบัติงานจริงในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นในอุตสาหกรรมอาหาร นำมาเป็นข้อสรุปแนวทางการเตรียมพร้อมในการลงทุนในระบบอัตโนมัติ ถึงการต่อยอดการใช้งานในระบบอัตโนมัติอย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตจนสามารถปรับกระบวนการสู่การพัฒนาเป็นโรงงานอัจฉริยะที่มีความได้เปรียบทางการแข่งขันที่สูงขึ้นและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในท้ายที่สุด นำผลที่ได้มาอภิปรายในขั้นตอนสุดท้าย

1.3 รวบรวมกลุ่มตัวแปรที่ได้จากงานวิจัยเชิงคุณภาพ

นำผลที่ได้ในส่วนของปัจจัยแห่งความสำเร็จในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหารจากการวิเคราะห์เนื้อหา คัดเลือกข้อความที่แสดงถึงความเกี่ยวข้องกับการศึกษาตัวแปรไว้ก่อนหน้าที่จากขั้นตอนที่ 1 ทั้งส่วนของลีน ลีนออโตเมชั่น รวมกลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องหรือองค์ประกอบ (Component) จากการถอดคำสัมภาษณ์ เพื่อค้นหาตัวแปรที่มีความเกี่ยวข้องกับลีนและลีนออเมชั่น จากนั้นนำตัวแปรที่ได้ยืนยันการศึกษาตามกรอบแนวคิด หรือปรับปรุงกรอบแนวคิดตามข้อมูลที่ได้รับเพิ่มเติม เมื่อได้ข้อสรุปแล้วนำข้อมูลไปสร้างแบบสอบถามในงานวิจัย เพื่อศึกษากับประชากรตัวอย่างขนาดใหญ่ในอุตสาหกรรมอาหาร

1.4 การวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research)

การวิจัยและการวิเคราะห์โดยใช้ซอฟต์แวร์ วิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Model ; SEM) ด้วย Amos เพื่อแสดงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (Causal Relationship) ระหว่างตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรแทรกที่มีอิทธิพลระหว่างกัน ในการศึกษาการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่มีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและความยั่งยืนขององค์กรในอุตสาหกรรมอาหาร เป็นการทดสอบอิทธิพลของตัวแปรแฝง (Latent Variable) ในลีนออโตเมชั่น ตัวแปรแทรกและตัวแปรตามที่ศึกษา เพื่อการทดสอบกรอบแนวคิดการวิจัยตามสมมติฐานที่

เกี่ยวข้องกับอิทธิพลของตัวแปรแฝง กับตัวแปรแทรก และตัวแปรตามในกรอบแนวคิด รูปแบบของการทดสอบสมมุติฐานของความสัมพันธ์ทั้งหมดวิเคราะห์โดยอาศัยการวิเคราะห์สมการโครงสร้าง เพื่อการค้นพบและการยืนยันความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตัว เป็นการพัฒนาแนวคิดและทฤษฎี ตลอดจนการทดสอบสมมติฐานของการวิจัยเชิงประจักษ์ จากการสร้างแบบจำลองโครงสร้าง โดยเฉพาะผลกระทบจากทิศทางในคู่ตัวแปร และยืนยันสมมติฐานในกรอบแนวคิดของงานวิจัยนี้ (Joe F. Hair, Howard and Nitzl, 2020; Sarstedt, Ringle, Smith, Reams and Hair, 2014)

1.5 การสรุปผลและเผยแพร่

นำเสนอทำแนวทางในการสร้างกระบวนการทำงานของลีนออโตเมชั่น และแสดงผลการศึกษาวิจัยเชิงประจักษ์ โดยลงตีพิมพ์และนำเข้าสื่ออิเล็กทรอนิกเพื่อให้ผู้สนใจในอุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมอื่นๆ ได้นำไปใช้เพื่อปรับปรุงการผลิต หรือเพื่อเปรียบเทียบเพื่อหากระบวนในการทำงานร่วมกับระบบอัตโนมัติที่ดีที่สุด เพื่อให้สามารถนำองค์กรไปสู่ความยั่งยืนในท้ายที่สุด และสามารถนำผลงานวิจัยไปใช้ในวงกว้าง (Generalization) ทางการศึกษา

2. การคัดเลือกตัวอย่างในงานวิจัย

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) จากการทบทวนวรรณกรรม นำมาพัฒนาเป็นแบบสอบถามในงานวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อให้ตอบวัตถุประสงค์ของแนวทางการปฏิบัติและปัจจัยแห่งความสำเร็จในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร

2.1 ตัวอย่างในงานวิจัยเชิงคุณภาพ (การสัมภาษณ์เชิงลึก)

ผู้ให้ข้อมูลหลักในการวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยเลือกผู้ให้ข้อมูลหลักในครั้งนี้แบบเจาะจง (Purpose Sampling) โดยพิจารณาจากความรู้ ความชำนาญ และประสบการณ์ทำงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงกระบวนการ และการสร้างกระบวนการทำงานของหุ่นยนต์อัตโนมัติในอุตสาหกรรมของประเทศไทยโดยการใช้แนวคิดแบบลีนออโตเมชั่น โดยมีประสบการณ์การทำงานไม่น้อยกว่า 5 ปี แยกเป็น 4 กลุ่มที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้ลีนออโตเมชั่น ดังนี้

1. โรงงานผลิตอาหารที่มีการใช้ระบบหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ
2. สถาบันการศึกษาที่มีให้ความรู้ การพัฒนาบุคคลากรที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ

3.หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการสนับสนุนวิธีการทำงานแบบลีนออโตเมชั่น ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับองค์กรด้วยการทำงานของหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ

4. โรงงานจากอุตสาหกรรมผลิตอื่นที่นอกเหนือจากอาหาร ที่มีการใช้งานหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ

การสัมภาษณ์จะแบ่งผู้ให้ข้อมูลหลักเป็น 3 ระดับในแต่ละกลุ่มเพื่อให้การสัมภาษณ์ครอบคลุมถึงผู้บริหารทุกระดับ โดยแบ่งเป็น

1. ผู้บริหารระดับสูง เป็นผู้ที่สามารถกำหนดนโยบายและกลยุทธ์ของบริษัทหรือหน่วยงานที่มีส่วนในการผลักดันการใช้งานระบบหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ

2. ผู้บริหารระดับกลาง เป็นผู้สานงานนำนโยบาย มากำหนดโครงการ และการปฏิบัติงาน ที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานด้วยระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์อัตโนมัติ

3. ผู้บริหารระดับต้น (ระดับหัวหน้างาน) เป็นผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับการสนับสนุนวิธีการทำงานที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ให้กับองค์กรด้วยการทำงานของหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ รวมถึงมีความชำนาญในการติดตั้ง ซ่อมบำรุงระบบดังกล่าว

จากการแบ่งกลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลักทั้ง 4 กลุ่ม ประกอบกับแต่ละกลุ่มต้องมีผู้บริหารทั้งหมด 3 ระดับ ผู้วิจัยส่งหนังสือขออนุญาตเข้าสัมภาษณ์ไปยังหน่วยงานต่างๆ ตามข้อมูลรายชื่อที่ผู้วิจัยเก็บข้อมูลรายชื่อมาจากงานประชุมสัมมนาและการอบรมระดับชาติที่มีความเกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์และระบบอัตโมมัติที่ผู้วิจัยได้สมัครเข้าไปมีส่วนร่วมอบรม ตั้งแต่ เดือนมิถุนายน 2021 ถึง มกราคม 2022 ผู้วิจัยส่งหนังสือไปทั้งสิ้น 30 ฉบับ และได้รับการตอบรับและให้เวลาการสัมภาษณ์มาทั้งสิ้น 25 ฉบับ รายละเอียดตามตารางที่ 9 จึงมีผู้ให้ข้อมูลหลักทั้งสิ้น 25 ท่านในงานวิจัยเชิงคุณภาพ โดยความคลาดเคลื่อนของข้อมูลอยู่ที่ 0.48-0.46 และอัตราการลดลงของความคลาดเคลื่อนคงไว้ที่ 0.02 อ้างอิงจาก Macmillan (1971)

ตารางที่ 9 ตารางแสดงรายชื่อและสัญลักษณ์ของผู้ให้ข้อมูลหลัก

ลำดับที่	รายชื่อองค์กร	สัญลักษณ์	ระดับผู้ให้สัมภาษณ์
1.	กรมโรงงานอุตสาหกรรม	LA1	1
2.	กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน	LA2	1
3.	สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม (FIBO)	LA3	1
4.	สถาบันพัฒนาบุคลากรสาขาเทคโนโลยีการผลิตอัตโนมัติและหุ่นยนต์ (MARA)	LA4	1
5.	สถาบันไทย-เยอรมัน (TGI)	LA5, LA6	1, 2
6.	Thai Automation and Robotics Association (TARA)	LA7	1
7.	สถาบันเสริมสร้างขีดความสามารถของมนุษย์	LA8	1
8.	สถาบันวิจัยพัฒนาและนวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรม	LA9	1
9.	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC)	LA10, LA11	3, 3
10.	Denzo International Asia Co., LTD.	LA12, LA13	1, 3
11.	Tham Rich Corporation Co., LTD.	LA14	1
12.	Nippon Kikai Engineering Co., LTD.	LA15	1
13.	A.I. Technology Co., LTD.	LA16	3
14.	บริษัทผลิตอาหารคนและอาหารสัตว์ (โรงงานที่ 1)	LA17	2
15.	บริษัทผลิตอาหารคนและอาหารสัตว์ (โรงงานที่ 2)	LA18	2
16.	บริษัท ไทยซัมมิท ออโตโมทีฟ จำกัด	LA19	1
17.	New wave automation Co., LTD.	LA20	3
18.	สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (NIA)	LA21	2
19.	Somboon Advance technology public Co., LTD.	LA22	1
20.	บริษัท เลิศวิลัย จำกัด	LA23	2
21.	บริษัท สุมิพล คอเปอเรชั่น จำกัด	LA24	2
22.	สถาบันพัฒนาทรัพยากรมนุษย์	LA25	1

การเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยเชิงคุณภาพ โดยการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-Depth Interview) การสัมภาษณ์ในงานวิจัยนี้ใช้การสัมภาษณ์ ผ่านระบบออนไลน์เป็นหลัก ด้วยโปรแกรม Zoom application เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลการสังเกตุแบบไม่มีส่วนร่วมด้วย (Non-Participate Observation) และการบันทึกใส่ไฟล์ข้อมูลที่มีการล็อครหัสในการเปิดดูเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลการสังเกตุแบบไม่มีส่วนร่วมด้วย (Non-Participate Observation)

2.2 ตัวอย่างในงานวิจัยเชิงคุณภาพ (การสัมภาษณ์เชิงกลุ่ม)

ผู้วิจัยคัดเลือกองค์กรเป็นบริษัทผลิตอาหารที่มีการดำเนินงานแบบลีนออโตเมชั่น และประสบความสำเร็จตามข้อมูลของสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ, 2560) และยังดำเนินการอยู่อย่างต่อเนื่องเพื่อรักษาแนวความคิดและการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นเพื่อพัฒไปสู่ความยั่งยืนขององค์กร 1 บริษัท และทำหนังสือขอเข้าสัมภาษณ์แบบกลุ่มโดยขอสัมภาษณ์เชิงกลุ่มแบบเจาะจง (Focus Group Interviews) กับคณะผู้จัดทำและดำเนินการจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น ได้คำตอบรับอนุญาตให้สัมภาษณ์เป็นตัวแทนผู้บริหาร 1 ท่าน หัวหน้าช่างเทคนิคและช่างควบคุมเครื่องจักร 3 ท่าน หัวหน้างานฝ่ายผลิตและคลังสินค้า 3 ท่าน หัวหน้างานปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน 3 ท่าน รวมผู้ให้ข้อมูลหลักในการสัมภาษณ์เชิงกลุ่มทั้งสิ้น 10 ท่าน

2.3 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเชิงปริมาณ

องค์กรในอุตสาหกรรมอาหารที่มีการใช้งานหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติในการผลิตหรือการดำเนินการขององค์กร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมขององค์กร

2.4 ประชากรในงานวิจัยเชิงปริมาณ

องค์กรที่เป็นโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร หาข้อมูลจากกรมโรงงานอุตสาหกรรมเผยแพร่จากเว็บไซต์ของกรมโรงงานอุตสาหกรรมจากนั้นเข้าไปที่ “บริการข้อมูล” เลือก “ข้อมูลโรงงาน” ต่อด้วย “ค้นหาโรงงาน” ในช่องประกอบกิจการใช้คำว่า “อาหาร” และกำหนดแรงม้ามากกว่า 75 HP (เลือกเฉพาะองค์กรที่มีการใช้เครื่องจักร) จะได้จำนวนโรงงานทั้งหมด 1519 โรงงาน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2021) จำนวนประชากรที่มีทั้งหมดจึงเท่ากับ 1519 โรงงาน ทั้งนี้เพื่อให้เข้าถึงจำนวนของโรงงานที่มีการใช้ระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์อัตโนมัติ ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลประชากรทั้งหมด 1519 โรงงานมาเรียงตามลำดับเงินลงทุนโดยให้โรงงานที่มีทุนสูงสุดเป็นอันดับที่ 1 จากนั้นทำการไล่ลำดับลงมาเพื่อแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม 1. เป็นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติจำนวน 1-5

เครื่อง และ 2. เป็นผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติมากกว่า 5 เครื่อง (องค์กรที่เป็นบริษัทในเครือเดียวกันจะส่งเพียง 1 บริษัทเท่านั้นและพิจารณาเลือกบริษัทในลำดับถัดไปขึ้นมา) เมื่อได้รายชื่อครบกลุ่มละ 50 บริษัทจึงส่งแบบสอบถามไปให้องค์กรละ 10 ฉบับพร้อมหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลกับหัวหน้างานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ หัวหน้างานที่ปฏิบัติงานในไลน์การผลิต หัวหน้างานวิศวะกรรมการผลิต หัวหน้างานวิศวะกรรมซ่อมบำรุง หัวหน้างานผู้ที่ควบคุม (Hallavo, Kuula and Putkiranta, 2018) กระบวนการผลิต หัวหน้างานผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงประสิทธิภาพในโรงงาน หรือผู้บริหารที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้งานหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติในกระบวนการผลิตอาหาร

2.5 การหาขนาดตัวอย่างในงานวิจัยเชิงปริมาณ

ขนาดตัวอย่างในงานวิจัยนี้จะพิจารณาจากตัวแปรสังเกตได้ จำนวนตัวอย่างจะต้องมากกว่าจำนวนค่าแปรปรวน ค่าแปรปรวนร่วมของตัวแปรสังเกตได้ซึ่งมีจำนวน $\frac{p(p+1)}{2}$ นั่นคือ $n > \frac{p(p+1)}{2}$ ขนาดตัวอย่างจะเป็น 10-20 เท่าของจำนวนตัวแปรสังเกตได้ (ในงานวิจัยนี้ใช้ 20 เท่า) จากกรอบแนวคิดจะพบว่ามีตัวแปรสังเกตได้จำนวน 23 ตัว ปริมาณ 20 เท่า จึงเท่ากับ 460 ดังนั้นจะได้ขนาดตัวอย่างในการเก็บข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้เท่ากับ 460 คน (J.F. Hair, Black, Babin and Anderson, 2010; กัลยา วานิชย์บัญชา, 2562)

3. เครื่องมือในงานวิจัยและการเก็บข้อมูล

3.1 งานวิจัยเชิงคุณภาพ

3.1.1 การเก็บข้อมูลในงานวิจัยเชิงคุณภาพ (การสัมภาษณ์เชิงลึก)

ใช้การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) และคำถามที่เตรียมมา (Interview Guild) จากการทบทวนวรรณกรรมก่อนหน้า เป็นไปในลักษณะของคำถามปลายเปิด (Open-ended Questions) ปรับปรุงจาก Hallavo et al. (2018) และ Rajagopalan and Solaimani (2019) โดยผู้วิจัยเป็นหลักในการเก็บข้อมูล คำถามที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพความเหมาะสมของเครื่องมือโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน (ผลการวิเคราะห์ข้อคำถาม IOC ผู้วิจัยเลือกข้อคำถามที่มีค่ามากกว่า 0.67 ในแต่ละข้อคำถาม) เพื่อศึกษาแนวทางการปฏิบัติและปัจจัยแห่งความสำเร็จในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร ข้อมูลที่ได้จากผู้ให้ข้อมูลหลักในงานวิจัยเชิงคุณภาพทั้ง 25 ท่าน คัดเลือกข้อความที่แสดงถึงแนวทางการปฏิบัติและปัจจัยแห่งความสำเร็จในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืน

ในอุตสาหกรรมอาหาร จากนั้นนำไปเรียบเรียงเป็นขั้นตอนและปัจจัย(Creswell, 1998) ในรายละเอียดนำมาสร้างเป็นแบบสอบถามในงานวิจัยเชิงปริมาณต่อไป

3.1.2 การเก็บข้อมูลในงานวิจัยเชิงคุณภาพ (การสัมภาษณ์เชิงกลุ่ม)

การรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยเชิงคุณภาพด้วยกรณีศึกษากับการสนทนาโดยผู้ให้ข้อมูลแบบกลุ่ม ในประเด็นของการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น ผู้ดำเนินการสนทนา (Modelator) ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้รับเกียรติจาก คุณศิริพร สุชาชาติ เป็นผู้ทราบเป้าหมายของการทำลีนออโตเมชั่นเป็นอย่างดี มีมนุษย์สัมพันธ์ดี เป็นผู้จุดประเด็นในการสนทนา เพื่อชักจูงให้กลุ่มเกิดแนวคิดและแสดงประเด็น หรือแนวทางการสนทนาที่กว้างขวาง การตั้งคำถามประกอบการขอตัวอย่างการปฏิบัติที่เคยเกิดขึ้นจนก่อให้เกิดผลสำเร็จ เริ่มจากคำถามนำ คำถามหลักที่มุ่งตอบคำถามงานวิจัย และคำถามสรุป ไปเรื่อยๆจนแสดงถึงข้อมูลการสนทนาที่อิ่มตัว ผู้วิจัยเป็นผู้จดบันทึก (Note Taker) การสนทนาโดยการสังเกต ตั้งใจฟัง เพื่อนำไปวิเคราะห์และเปรียบเทียบการดำเนินการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น

3.1.3 การสังเกตและจดบันทึก

ผู้วิจัยอัด VDO เพื่อสังเกตพฤติกรรมแบบไม่มีส่วนร่วม โดยขอนุญาตผู้ให้สัมภาษณ์ในการบันทึกทั้งภาพและเสียงในการสนทนาในการสัมภาษณ์เชิงลึก โดยให้ความสำคัญกับท่าทางที่แสดงออกมา พฤติกรรม น้ำเสียงและถ้อยคำ แววตาที่ใช้ในการให้สัมภาษณ์แต่ละคำถาม เพื่อประกอบการตีความ และการวิเคราะห์อย่างลุ่มลึก ในข้อความที่มีความสำคัญกับการสร้างทฤษฎี ส่วนของการสัมภาษณ์เชิงกลุ่มใช้การวิเคราะห์ข้อมูลจากการจดบันทึก

3.2 งานวิจัยเชิงปริมาณ

3.2.1 ใช้แบบสอบถาม (Questionnaire)

ในการเก็บข้อมูลงานวิจัยเชิงปริมาณกับองค์กรที่มีการใช้หุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติในการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในองค์กร แบบสอบถามได้มากจาการทบทวนวรรณกรรม แนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยเชิงคุณภาพลำดับก่อนหน้า ประกอบด้วยตัวแปรแฝง ตัวแปรแทรก และตัวแปรตาม ในขอบเขตของการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น พันธมิตรทางธุรกิจ ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง ความได้เปรียบทางการแข่งขัน โรงงานอัจฉริยะ และความยั่งยืนขององค์กร โดยสามารถแบ่งแบบสอบถามได้ทั้งหมด 8 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 การนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ด้วยแนวทางของลีน

ตอนที่ 3 ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง

ตอนที่ 4 พันธมิตรทางธุรกิจ

ตอนที่ 5 โรงงานอัจฉริยะ

ตอนที่ 6 ความได้เปรียบทางการแข่งขัน

ตอนที่ 7 องค์กรแห่งความยั่งยืน

ตอนที่ 8 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่พัฒนามาจากการทบทวนวรรณกรรมก่อนหน้า โดยแบบสอบถามในตอนที่ 2 การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นปรับปรุงจาก Hallavo et al. (2018), Sahoo and Yadav (2018), V. Sharma et al. (2015), Vaishnavi and Suresh (2020) และ Onofrei and Fynes (2019) ตอนที่ 3 ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง ปรับปรุงจาก de Waal, Peters and Broekhuizen (2017), Mroueh and de Waal (2018) และ Ateia et al. (2021) ตอนที่ 4 พันธมิตรทางธุรกิจปรับปรุงจาก Atalay et al. (2017) และ X. Bai and Li (2020) ตอนที่ 5 โรงงานอัจฉริยะปรับปรุงจาก Agostini and Filippini (2019), Heideman Lassen and Waehrens (2021) และ Narula et al. (2020) ตอนที่ 6 ความได้เปรียบทางการแข่งขันปรับปรุงจาก Agyabeng-Mensah et al. (2020) และตอนที่ 7 องค์กรแห่งความยั่งยืนปรับปรุงจาก Sivathanu and Pillai (2019) ประกอบกับการวิเคราะห์เนื้อหาในรายละเอียดของงานวิจัยเชิงคุณภาพ เมื่อได้โครงสร้างแบบสอบถาม นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อรับคำแนะนำ และนำมาปรับปรุงให้เกิดความสมบูรณ์ของข้อคำถาม เมื่อปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว ส่งให้กับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย เพื่อความถูกต้อง สอดคล้องกับเนื้อหา และครอบคลุมในทุกประเด็นที่ศึกษา ผู้วิจัยได้รับเกียรติจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาเครื่องมือในการวิจัย จำนวน 7 ท่าน เมื่อแต่ละท่านส่งแบบสอบถามกลับมา ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ได้รับกลับมาจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 มาหาค่า IOC (Index of Item Object Congruence) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่จะนำไปใช้ในงานวิจัยเชิงปริมาณ โดยทดสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความเที่ยงของเครื่องมือ (Reliability) การเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยเชิงปริมาณ เริ่มจากการทำหนังสือขอความอนุเคราะห์เข้าไปในแต่ละโรงงานเพื่อขอเก็บข้อมูล โดยใช้รายชื่อ ที่อยู่ของแต่ละโรงงานตามข้อมูลของกรมโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อแยกการเก็บข้อมูลเป็น 2 กลุ่มได้แก่กลุ่มที่ 1. เป็นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติจำนวน 1-5 เครื่อง และ 2. เป็นผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติมากกว่า 5 เครื่อง พร้อมชุดแบบสอบถาม ซองเปล่าจ่าหน้าพร้อมส่งกลับผ่านทางระบบขนส่งเอกสารที่มีในปัจจุบัน ไปยังในแต่ละโรงงาน โรงงานที่ได้รับแบบสอบถาม สามารถส่งกลับเอกสาร

กลับมายังผู้วิจัยโดยนำใส่ซองส่งกลับด้านใน ปิดผนึก และส่งผ่านตู้ไปรษณีย์ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แนบลิ้งของแบบสอบถามที่เป็นอิเล็กทรอนิกส์ ผ่าน QR code ไว้ด้วยเพื่อเพิ่มความสะดวกในการทำแบบสอบถาม (โรงงานเลือกทำเฉพาะทางใดทางหนึ่ง) ผู้วิจัยเลือกลงพื้นที่ในองค์กรที่อยู่ในเขตจังหวัดสมุทรสาคร เพื่อเก็บข้อมูลเองโดยใช้แบบสอบถามด้วยอีกทางหนึ่ง

4. การตรวจสอบความน่าเชื่อถือและจริยธรรมในการวิจัย

จริยธรรมการวิจัยในงานวิจัยเชิงคุณภาพเป็นเรื่องที่นักวิจัยพึงยึดถือปฏิบัติอย่างเคร่งครัด โดยเฉพาะการตรวจสอบความถูกต้องของผลการศึกษาที่ผ่านการตีความข้อมูลจากนักวิจัย ในงานวิจัยเชิงคุณภาพผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์ด้วยบริบทที่ผ่อนคลาย พยายามลดความตึงเครียดในข้อคำถามที่เป็นเชิงลึก พยายามให้เกิดความกดดันในการตอบคำถามอย่างน้อยที่สุด ผู้วิจัยมีความเข้าใจถึงบริบทและสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมอาหารอย่างดี ไม่มีอคติ วางตนเป็นกลางและไม่ยึดประสบการณ์ของตนเองเป็นสำคัญ ไม่มีการแสดงความเห็นอกเห็นใจจนเกินควร และไม่วิพากษ์วิจารย์ หรือสั่งสอนศีลธรรม จรรยาระหว่างการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยให้อิสระในประเด็นการตอบคำถามในเชิงวิชาการ การอภิปรายในประเด็นเกี่ยวข้อง รวมถึงแนวคิด ความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์ การแนะนำในกรณีศึกษาตามประสบการณ์ แต่งดเว้นไว้ซึ่งการแสดงความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับผมประโยชน์ทางการเมือง ผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์ด้วยความเคร่งครัดตามหลัก 5 ประการ 1. เคารพความเป็นส่วนตัว 2. รักษาความลับ 3. ความยินยอมเข้าร่วมวิจัย 4. การอธิบายโครงการวิจัย 5. ผลประโยชน์ การแลกเปลี่ยนและการแบ่งปัน (เจษฎา นกน้อย, 2554) สอดคล้องกับหลักจริยธรรมงานวิจัย 8 ข้อ 1. มีความซื่อสัตย์ทางวิชาการ 2. ตระหนักถึงพันธกรณีในการทำวิจัย 3. มีพื้นฐานความรู้ในสาขาวิชาการที่ศึกษา 4. เคารพศักดิ์ศรี สิทธิความเป็นมนุษย์ 5. มีความรับผิดชอบต่อสิ่งที่ศึกษาวิจัย 6. มีอิสระทางความคิดและปราศจากอคติในการศึกษา 6. นำผลงานวิจัยไปใช้ในทางที่ถูกต้อง 7. การเคารพความคิดเห็นทางวิชาการของผู้อื่น และ 8. ความรับผิดชอบต่อสังคมหากมีข้อพิพาทย์เกิดขึ้นตามแต่กรณีที่เกี่ยวข้อง (สมศักดิ์ อมรสิริพงศ์ และ ภัทร์ พลอยแหวน, 2559) รวมถึงการเก็บข้อมูลผู้วิจัยรักษาและเก็บข้อมูลโดยมีการกำหนดการเข้าถึงข้อมูลผ่านรหัส และการกำหนดระยะเวลาการเก็บทั้งสิ้น 3 ปีก่อนนำไปทำลาย งานวิจัยเรื่อง การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมในงานวิจัยเลขที่โครงการ REC 65.0411-063-3284 โดยส่งเอกสารการขอรับรองจริยธรรมในมนุษย์ 1. แบบเสนอเพื่อขอรับพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ 2. แบบเสนอโครงการวิจัยเพื่อการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ กรอกรายละเอียดตามเอกสารให้ครบถ้วน จากนั้นส่งอีเมล์ไปที่สำนักงานบริหารการวิจัย นวัตกรรมและการสร้างสรรค์ มหาวิทยาลัย

ศิลปากร จากนั้นรอการตอบกลับ 3 วันทำการ เนื่องจากอาจมีการแก้ไขในประเด็นที่ไม่ชัดเจนเพิ่มเติมก่อนการเข้าพิจารณา เมื่อแก้ไขแล้วเสร็จรอคำตอบการพิจารณาอีกครั้ง เมื่อโครงการผ่านการพิจารณาจะมีหนังสือตอบกลับและหนังสือรับรองการผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศิลปากร โดยยึดเกณฑ์ตามคำประกาศ เฮลซิงกิ และมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมายข้อบังคับและข้อกำหนดภายในประเทศ หมายเลขใบรับรองของงานวิจัยนี้คือ COE 65.0412-069

5. การวิเคราะห์ข้อมูลและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยเชิงคุณภาพ

5.1.1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลจากเนื้อหาในไฟล์ VDO ที่บันทึกการสนทนา จากการสัมภาษณ์กลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลัก (Key Informant) ด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) โดยการหาข้อมูล เขียนโครงร่างงานวิจัย เก็บข้อมูล สรุปผลงานวิจัย ในงานวิจัยนี้อยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2564 – มิถุนายน 2565 นำการสัมภาษณ์มาถอดคำสัมภาษณ์แบบคำต่อคำ (Transcribe verbatim) โดยไม่แสดงคำพูดเพียงอย่างเดียว มีการใส่องค์ประกอบอื่นๆของคำลงไป เพื่อนำไปวิเคราะห์ถึงความรู้สึก ผู้ให้ข้อมูลหลักเป็นผู้ที่มีคุณสมบัติตรงกับวัตถุประสงค์งานวิจัย ตามเกณฑ์ที่กำหนด (Inclusion Criteria) ได้แก่ ขั้นตอนและปัจจัยแห่งความสำเร็จในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร

5.1.2. การแตกข้อมูล

เมื่อผู้วิจัยเตรียมข้อมูลได้ทั้งหมด นำข้อมูลที่ได้จากข้อ 5.1.1 มาจัดระเบียบ (Organize) ด้วยการจัดวรรคตอนด้วยการทำแถบสี แยกสีและย่อหน้า ตามหน่วยแต่ละหน่วยที่ผู้วิจัยอ่านและพบความสอดคล้อง เพื่อแยกข้อมูลของผู้ให้ข้อมูลหลักเพื่อให้สามารถเรียกดู อ่านทบทวนได้อย่างสะดวกรวดเร็ว ง่ายในการตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อจะได้ทำขั้นตอนต่อไปได้อย่างสะดวกมากขึ้น ผู้วิจัยกำหนดตัวย่อยตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ได้แก่ส่วนย่อยของตัวแปร การบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง พันธมิตรทางธุรกิจ โรงงานอัจฉริยะ ความได้เปรียบทางการแข่งขัน องค์กรแห่งความยั่งยืน

5.1.3. การใส่รหัสข้อมูล

เมื่อแตกข้อมูลขนาดใหญ่เป็นหน่วยย่อยแล้ว ผู้วิจัยเลือกหน่วยที่มีความหมายตรงกับวัตถุประสงค์มาลงมาบันทึกลงรหัสโดยจากขั้นตอนการบริหารจัดการ ใช้การใส่รหัสแบบ A1-Aลำดับขั้นตอนสุดท้าย สำหรับขั้นตอนและ B1 เป็นการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น และหน่วย

ย่อย เริ่มต้นที่B1.1... ถึง B1.สุดท้าย B2 เป็นความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง หน่วยย่อยเริ่มต้นที่ B2.1... ถึง B2สุดท้าย B3 เป็นพันธมิตรทางธุรกิจ หน่วยย่อยเริ่มต้นที่เริ่มต้นที่ B3.1... ถึง B3สุดท้าย B4 เป็นโรงงานอัจฉริยะ หน่วยย่อยเริ่มต้นที่เริ่มต้นที่ B4.1... ถึง B4สุดท้าย B5 เป็นความได้เปรียบทางการแข่งขัน หน่วยย่อยเริ่มต้นที่เริ่มต้นที่ B5.1... ถึง B5สุดท้าย B6 เป็นความได้เปรียบทางการแข่งขัน หน่วยย่อยเริ่มต้นที่เริ่มต้นที่ B6.1... ถึง B6สุดท้าย B7 เป็นองค์กรแห่งความยั่งยืน หน่วยย่อยเริ่มต้นที่เริ่มต้นที่ B7.1 ถึง B7สุดท้าย และ B8, B9 ... สำหรับปัจจัยในการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา อาศัยการกำหนดรหัสคัดแยกข้อมูล (Open Coding) การระบุรหัสกว้างๆข้างต้น เพื่อแยกข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่ย่อย แต่ละหน่วยมีความหมายในเชิงของตัวเองกับการจัดกลุ่มประเภท (Categorization) ทำให้ข้อมูล มีขนาดเล็กลง ประโยคในแต่ละย่อหน้าสั้นลงอันเป็นการลดทอนข้อมูล (Data reduction) เพื่อให้พร้อมในการทำการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป การใส่รหัสข้อมูลในงานวิจัยเป็นไปด้วยวิธีอุปนัย (Inductive approch)

5.1.4. การจัดหมวดหมู่ข้อมูล

สร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลผ่านรหัส (Axial Coding) เชื่อมโยงข้อมูล จากคำ วลี หรือประโยคจากการคัดแยกข้อมูล (รอบที่ 1) รวมกลุ่มข้อมูลจากการตีความโดยผู้วิจัย จากนั้นเชื่อมโยงความหมายเข้าด้วยกัน โดยพิจารณาถึงเนื้อหาสาระประเภทเดียวกัน เหตุการณ์ ช่วงเวลา แนวคิด หรือมโนทัศน์ ที่มาจากการรวมกลุ่มของข้อมูลกัน บูรณาการข้อมูลให้เกิดโครงสร้างทางภาษา (Selective Coding) เมื่อสามารถสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลผ่านรหัส (รอบที่ 2) ร้อยเรียงเป็นเรื่องราวจากความสัมพันธ์ และอธิบาย ลำดับสิ่งที่เกิดขึ้นจากเรื่องที่ศึกษาการอธิบายต้องอาศัยความถูกต้องของข้อมูล โดยใช้การตรวจสอบแบบสามเส้า (Triangulation) จากการทบทวนวรรณกรรมจากผลการวิจัยเชิงคุณภาพ และจากการศึกษาในกรณีศึกษา การสร้างรูปแบบของข้อมูลที่สามารถสื่อสารได้กับผู้อ่าน เมื่อใส่รหัสข้อมูลทั้งหมดแล้ว ผู้วิจัยพิจารณาลดทอนรหัสของข้อมูลที่มีความซับซ้อนของรหัสข้อมูล และนำข้อมูลที่แตกเป็นหน่อยย่อยที่ลงรหัสแล้ว กลับมารวบรวมใหม่เพื่อทำเป็นกลุ่ม (Cluster) ตามลักษณะความสัมพันธ์ที่ข้อมูลในหน่วยย่อยมีต่อกัน จากนั้นรวบรวมบันทึกความคิดจากการอ่านแสดงข้อมูลด้วยถ้อยคำ

5.1.5. การหาประเด็นหลักของข้อมูล

ผู้วิจัยใช้ข้อมูลในกลุ่มจากข้อ 5.1.4 มาตีความ ทำความเข้าใจถึงรูปแบบความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงของข้อมูลที่ได้รวบรวมมา สรุปข้อมูลออกมาตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย แนวทางการปฏิบัติและปัจจัยแห่งความสำเร็จ รวมถึงตัวแปรที่เกี่ยวข้องการแสดงข้อมูลแสดงผลของการรวบรวมถอดความ ตีความ และยกข้อความสำคัญ นำเสนอในรูปแบบการจัดหมวดหมู่ของข้อมูล การหาข้อสรุป ตรวจสอบประเด็นที่ศึกษา เพื่อให้สามารถตอบวัตถุประสงค์ของงานวิจัยศึกษาแนวทางการปฏิบัติและ

ปัจจัยแห่งความสำเร็จในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร ตลอดจนตัวแปรที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างกรอบแนวคิดงานวิจัยที่สามารถนำไปศึกษาวิจัยต่อได้ การวิเคราะห์ตีความมีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือ ผู้วิจัยใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ความรอบคอบ ความไวเชิงทฤษฎี และเพิ่มประสบการณ์ความชำนาญในการทำวิจัย เพื่อให้ได้แนวทางการปฏิบัติและปัจจัยตามวัตถุประสงค์การศึกษา

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยเชิงปริมาณ

5.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป ด้วยสถิติพื้นฐานที่ใช้มีดังนี้

ค่าร้อยละ (Frequency) การคำนวณสัดส่วนของข้อมูลที่เก็บมาได้ โดยนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลโดยรวมนำข้อมูลที่เก็บมาได้แสดงเป็นจำนวนและร้อยละ (%) เช่น จำนวนของนักศึกษา วุฒิการศึกษา เพศทั้งหมดตามสูตรคำนวณ

$$\text{ร้อยละ } (\%) = \frac{X * 100}{N}$$

ค่าเฉลี่ย (Mean) สัญลักษณ์ X สำหรับค่าเฉลี่ยที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง และสัญลักษณ์ μ สำหรับค่าเฉลี่ยที่ได้มาจากประชากรทั้งหมด การคำนวณทำได้จากการคำนวณค่าเฉลี่ยนของข้อมูลที่ไม่อยู่ในรูปตารางแจกแจงความถี่ และคำนวณจากข้อมูลที่อยู่ในรูปตารางแจกแจงความถี่ คำนวณได้จากสูตรคำนวณ

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{N} Xi}{N}$$

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ค่ารากที่สองของผลรวมความต่างระหว่างข้อมูลดิบกับค่าเฉลี่ยยกกำลังสองหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด มีการใช้สัญลักษณ์แทน คือ

σ ใช้กับข้อมูลที่เก็บมาจากประชากรทั้งหมด

S ใช้กับข้อมูลที่เก็บมาจากกลุ่มตัวอย่าง

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากข้อมูลดิบที่ไม่อยู่ในรูปของตารางแจกแจงความถี่หาจากสูตร

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X-\mu)^2}{N}}$$

สำหรับข้อมูลที่ได้จากประชากร

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{N-1}}$$

5.2.2 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

ค่าความตรงเชิงเนื้อหา IOC (Index of Item Objective Congruence) ทดสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นจากการทบทวนวรรณกรรมและจากงานวิจัยเชิงคุณภาพส่งให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่านตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย โดยนำข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญประมวลค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามต้องมีค่า 0.5 ขึ้นในไปรายข้อ จึงสามารถอ้างถึงความสอดคล้องตามคำนิยามและวัตถุประสงค์ของข้อคำถามข้อนั้นๆ ผู้วิจัยสามารถนำมาใช้ในการศึกษาการประเมินความสอดคล้องระหว่างรายการและทดสอบอิทธิพลตามวัตถุประสงค์ การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา หากมีหลักฐานไม่เพียงพอว่ารายการที่กำลังวัดมีความสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการวัด การศึกษาวิเคราะห์จะไม่มีประโยชน์และประสิทธิภาพสำหรับผลที่ได้ในงานวิจัย จึงต้องอาศัยการประเมินรายการของผู้เชี่ยวชาญ (Rovinelli and Hambleton, 1976) เกณฑ์คะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่าน

+1 หมายถึง ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามและวัตถุประสงค์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์และวัตถุประสงค์ในงานวิจัย

-1 หมายถึง ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับนิยามและวัตถุประสงค์

จากการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาของข้อมูลผู้วิจัยปรับปรุงข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ รวมถึงตัดข้อคำถามที่มีความหมายคล้ายคลึงกันออก คงไว้ซึ่งข้อคำถามที่มีค่าค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับคุณลักษณะตามวัตถุประสงค์งานวิจัย สามารถหาค่า IOC จากสูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

$\sum R$ = ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ทั้งนี้คะแนนที่ได้จากการรวบรวมและประมวลผลของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด คำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ของข้อคำถามทั้งหมด (77 ข้อคำถาม) ผู้วิจัยจึงนำข้อคำถามทั้ง 77 ไปทดสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือต่อไป

5.2.3 ความเที่ยงของเครื่องมือ (Reliability)

การทดสอบความเที่ยงของเครื่องมือ ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ผ่านเกณฑ์ไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแต่มีลักษณะของความเป็นองค์กรใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง (Try Out) กับตัวแทนขององค์กรจำนวน 30 คน เพื่อวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ด้วยวิธี

Cronbach (1970) ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทุกข้อต้องมีค่ามากกว่า 0.7 จึงถือว่ายอมรับได้ (Hair Jr, Gabriel and Patel, 2014) จากการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือโดยใช้วิธีการหาความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในพบว่ามีค่ามากกว่า 0.8 มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 0.7 ถือว่าข้อคำถามในแบบสอบถามมีความเชื่อมั่นและยอมรับได้

5.2.4 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการยืนยันสมมติฐานในงานวิจัย ซึ่งมาจาการทบทวนวรรณกรรม งานวิจัยก่อนหน้าหรือเนื้อหาเชิงทฤษฎี ทั้งอิทธิพลทางตรงและทางอ้อม โดยจะช่วยแปลงสมมติฐานงานวิจัยที่อยู่ในรูปแบบโมเดลงานคณิตศาสตร์ และสามารถแสดงความสัมพันธ์ที่คาดไว้ตามทฤษฎีของกลุ่มตัวแปร (Cudeck, Toit and Sorbom, 2001) องค์ประกอบที่สำคัญของโมเดลสมการโครงสร้าง คือ ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Model) ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (Causal Relationship) ระหว่างตัวแปรภายนอกและตัวแปรภายใน (หรือระหว่างตัวแปรแฝง) ซึ่งอาจเป็นแบบทางเดียวและแบบเส้นเชิงบวก (Recursive and Linear Additive) หรือแบบสองทางและแบบเส้นเชิงบวก (Non- Recursive and Linear Additive) และโมเดลการวัด (Measurement Model) แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงกับตัวแปรสังเกตได้ ผู้วิจัยพิจารณาถึงการกำหนดขนาดตัวอย่าง 460 ตัวอย่างตามการคำนวณขนาดตัวอย่าง ให้เหมาะสมกับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคโมเดลสมการโครงสร้างซึ่งสอดคล้องกับ J.F. Hair et al. (2010) แนะนำขนาดตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยควรมีขนาดตัวอย่าง 20 เท่าของตัวแปรสังเกตได้ในงานวิจัย

5.2.5 การทดสอบการแจกของข้อมูลความเบ้ ความโด่ง

ความเบ้ (Skewness) คือความไม่สมมาตรของลักษณะการแจกแจงค่าตัวแปร สามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ การแจกแจงแบบเบ้ซ้าย และการแจกแจงแบบเบ้ขวา ความโด่ง (Kurtosis) เป็นค่าสถิติที่อธิบายรูปร่างของลักษณะการแจกแจงอีกค่าหนึ่ง ที่แสดงถึงความหนาของปลายหางทั้ง 2 ข้างของโค้งการแจกแจงข้อมูล

5.2.6 วิเคราะห์แบบพหุกลุ่ม (Multi-group Analysis)

การวิเคราะห์แบบแยกกลุ่ม ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มของตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม เพื่อเปรียบเทียบในลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่มีการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชันที่เพิ่งเริ่มต้นให้เป็นกลุ่มที่ 1 (เกี่ยวข้องกับเครื่องจักร 1-5 เครื่อง) กับการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะที่มีประสบการณ์

ให้เป็นกลุ่มที่ 2 (เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรมากกว่า 5 เครื่องขึ้นไป) (Hoffman, 1999) ในขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบจากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มโดยใช้การวิเคราะห์พหุกลุ่ม เปรียบเทียบกันโดยใช้กรอบแนวคิดเดียวกัน เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรในแต่ละกลุ่มประชากรแยกกัน เพื่อทดสอบโมเดลสมการโครงสร้างสำหรับประชากรในกลุ่มนั้น และศึกษาความกลมกลืนกันในข้อมูลเชิงประจักษ์ ของผลการวิจัย

5.2.7 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Model Fit Index)

แสดงค่าสถิติต่างๆเพื่อพิจารณาโมเดลเพื่ออ้างอิงเกณฑ์ในการวัด เพื่อทดสอบความสอดคล้องของโมเดลตามสมมติฐานและข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อชี้ให้เห็นถึงความน่าเชื่อถือ ด้วยดัชนีทดสอบความเหมาะสมดังตาราง

ตารางที่ 10 ค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบ Model Fit ในงานวิจัย

ลำดับ	สถิติ	เกณฑ์	การพิจารณา
1.	GFI	$\geq$ 0.90	Goodness of fit Index ค่าที่ได้อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 หากมีค่าเข้าใกล้ 1 โดย GFI > 0.95 ถือว่าโมเดล fit
2.	AGFI	$\geq$ 0.80	Adjusted Goodness of Fit Index เป็นค่าปรับจาก GFI ปกติ หากพิจารณา AGFI ควร > 0.8
3.	RMSEA	$\leq$ 0.10	Root Mean Square Error of Approximation มีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1 ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ ควรมีค่าเข้าใกล้ 0
4.	Chi-square/DF	$\leq$ 5.00	ค่าที่ได้ควรมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5.0
5.	CFI	$\geq$ 0.90	Comparative Fit Index ควรมีค่ามากกว่า 0.95

ที่มา ดัดแปลงจาก (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2562)

6. สรุปวิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้เลือกใช้เทคนิคการวิจัยวิจัยแบบผสานวิธี (Mixed Methods Research) ระหว่างการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) และการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน สมบูรณ์ รวมไปถึงการสกัดตัวแปรจากการทบทวนวรรณกรรม และเปรียบเทียบความสอดคล้องกับงานวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อให้ได้ตัวแปรที่เหมาะสมผ่านการวิเคราะห์เชิง

เนื้อหา ผู้วิจัยผสมผสานความรู้ที่มีรวมถึงเชื่อมโยงศาสตร์แขนงต่างๆ เช่น ด้านการจัดการ การดำเนินการ การจัดการกระบวนการ เทคโนโลยี เพื่อประกอบเป็นกรอบแนวคิดการวิจัย รายละเอียดของผลงานวิจัยเชิงคุณภาพสามารถนำไปสร้างแบบสอบถามเพื่อนำไปเก็บข้อมูลในงานวิจัยเชิงปริมาณได้อย่างสมบูรณ์ แปรผลในรูปแบบต่างๆ นำมาซึ่งข้อมูล รายงานผลการวิจัยและข้อเสนอแนะของการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร ผ่านการวิเคราะห์สมการโครงสร้าง ผลของงานวิจัยผู้วิจัยนำไปเผยแพร่เป็นแนวทางการปฏิบัติและปัจจัยแห่งความสำเร็จในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อนำไปสู่ความมีประสิทธิภาพสูง ทั้งสามารถพัฒนาองค์กรไปสู่ I4.0 และเพิ่มความได้เปรียบทางการแข่งขัน เพื่อเป็นองค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหารได้สำเร็จ ทั้งนำแสดงผลเป็นสาธารณะในการประชุมสัมมนาหรือเผยแพร่ตีพิมพ์ผ่านระบบ TCI ในวัตถุประสงค์การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่มีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและความยั่งยืนขององค์กรในอุตสาหกรรมอาหาร

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 4
ผลการดำเนินการวิจัย

การศึกษาเรื่อง การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยังยืนในอุตสาหกรรมอาหาร มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อศึกษาแนวทางการปฏิบัติและปัจจัยแห่งความสำเร็จในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร 2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบแนวทางการปฏิบัติกับการปฏิบัติงานจริงในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นในอุตสาหกรรมอาหาร 3. เพื่อศึกษาการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่มีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กประสิทธิภาพสูงและความยั่งยืนขององค์กรในอุตสาหกรรมอาหาร ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์เนื้อหาของข้อมูล
2. ผลวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน
3. ผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง
4. ผลการทดสอบสมมติฐาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอข้อมูลเชิงประจักษ์ ประกอบด้วย ผลความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของข้อมูล ผลของข้อมูลเชิงพรรณนา ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ผลการทดสอบโมเดลสมการโครงสร้าง และสรุปผลการวิจัย รวมถึงอิทธิผลความสอดคล้องของแต่ละตัวแปรในกรอบแนวคิดการวิจัย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผลการวิเคราะห์เนื้อหาของข้อมูล

ข้อมูลการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล แตกข้อมูล การใส่รหัสข้อมูล การจัดหมวดหมู่ข้อมูล การหาประเด็นหลักของข้อมูล เมื่อผ่านขั้นตอนผู้วิจัยนำเสนอข้อมูลแบ่งเป็น

1.1 ความเป็นมาของแนวคิดลีนออโตเมชั่นในประเทศไทย

1.2 คำนิยามความหมายของลีนออโตเมชั่น

1.3 ขั้นตอนของการทำลีนออโตเมชั่นในอุตสาหกรรมอาหาร

1.4 ปัจจัยสู่ความยั่งยืนขององค์กร

1.5 หน่วยงานสนับสนุนการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในองค์กร

1.6 ปัญหา อุปสรรค คำแนะนำ ในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร

1.1 ความเป็นมาของแนวคิดลีนออโตเมชั่นในประเทศไทย (Intro to Lean Automation)

"อุตสาหกรรมอาหารเนี่ยนะครับ เป็นอุตสาหกรรมที่มีต้นน้ำอยู่ในบ้านเราเยอะมาก เพราะงั้นเนี่ยการที่เรายกระดับอุตสาหกรรมอาหารให้แข็งแรงถึงรากหญ้าได้ เพราะโรงงานอุตสาหกรรมมาจากพวกอินทรีย์ พวกข้าว พวกปลา พืช แป้ง มาจากสินค้าเกษตรบ้านเราทั้งสิ้น ควรจะต้องเข้าไปยกระดับอย่างจริงจัง เพราะมันเป็นงานที่ยากนะครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA6, 2565) สอดคล้องกับ"ปัญหาของโรงงานอาหารหลักๆคือเรื่องของแรงงาน คนที่เราขาดแรงงานคน เราจะลดกระบวนการไหนที่มีแรงงานคน เยอะๆ แล้วเราสามารถที่จะลดงานส่วนนั้นได้แล้วก็จะมองกระบวนการหรือโพรเซส (Process) นั้นเป็นหลักก่อนและขยายผล" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA17, 2565) สอดคล้องกับ"อุตสาหกรรมอาหารตอนนี้เป็นธุรกิจที่กำลังเติบโต สิ่งที่เกิดขึ้นคือ Capacity ในการผลิตเนี่ยนะครับไม่พอ ไม่พอในที่นี้คือขาดแรงงานคนถูกไหมครับ ก็บอกอยากเอาระบบอัตโนมัติเข้าไป" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA24, 2565) สอดคล้องกับ "โรงงานอาหาร เป็นโรงงานที่ส่วนน้อยมากที่จะเอาระบบ Automation เพราะส่วนมากเค้าใช้แรงงานคนเป็นหลัก เราใช้แรงงานคนเป็นหลักเราก็อยู่แต่กับคนมาตลอด" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA18, 2565) สอดคล้องกับ "ประเทศเราไม่พอ ไม่พอทั้งในเรื่องของการที่จะเอาไปใช้ เอาคนไปใช้บริษัทและ SI ไม่พอต้องเอาคนไปใช้ในบริษัทอุตสาหกรรม มันไม่พอไปหมดอะ ถ้าคนสาย engineering มันไม่พอไปหมด" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA8, 2565) สอดคล้องกับ "เทคโนโลยีที่มันเปลี่ยนอย่างรวดเร็วกับ เพื่อนเราบางทีก็ตามไม่ทันเจอทั้งสังคมผู้สูงอายุหลายๆอย่างจะเข้ามาสถานประกอบการต้องวิเคราะห์แยกแยะออกมาให้ได้นะครับว่า กลุ่มพนักงานกลุ่มไหนยังจะไปต่อได้กลุ่มไหนไปต่อไม่ได้ เราถึงสามารถที่จะเตรียมคน พัฒนาคน มารองรับสิ่งเหล่านี้ได้นะครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA2, 2565) สอดคล้องกับ "ผมไปโรงงานที่เป็นอุตสาหกรรมอาหาร ที่เจออย่างเอากระป๋องลงลังใช้คนเยอะมากๆ ผมเจอทุกที่เลยก็ยังเป็นแมนนวลน่ะ ทุกวันนี้ก็ไม่ได้เดือนร้อนอะไร ทุกวันนี้ก็งานก็ผลิตได้ปกติไม่ได้เดือนร้อนอะไร ถ้าบริษัทบอกว่าผมต้องการอัพสปีคอัพแคปขึ้นมาจากวันนี้ 1000 พรุ่งนี้อยากจะ 2000 งี้ต้องดูและว่าจะทำอย่างไร" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA23, 2565) สอดคล้องกับ "Food Industry มันเป็นการที่แบบเอาคนมารวมๆกันบน Conveyor แล้วก็ทำงานกัน การที่เรามา Process ดีไซน์ เราต้องเข้าใจจริงๆว่า Process แบบไหนมันจะเริ่มจากตรงไหน Process ไหนจะจบตรงไหน เมืองไทยควรจะทำ Automation แล้วก็ Research Center ต่างๆ เพื่อที่จะสร้าง Competitiveness แล้วหรือว่าต้องทำ Automation ขึ้นมาอะไรอย่างนี้ การที่ไปแนวโรบอทหรือสร้างโรบอทขึ้นมาให้มันไม่น่าจะใช่คำตอบ ก็เลยมีการคิดตัว LASI ขึ้นมา Lean Automation คอนเซป Automation มันมีอยู่แล้วในญี่ปุ่น มีมานานแต่ว่าเป็นการเหมือนกับเข้าเรียกว่าเป็นการถ่ายทอดรุ่นต่อรุ่นๆ คนต่อคน รวบรวม Know-how ตรงนี้ของญี่ปุ่นมาจัดทำโครงสร้าง Step by step สเตปบายสเตปแล้วก็ใส่ชื่อว่า Lean Automation เป็นครั้งแรก" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA12, 2565) สอดคล้องกับ "ลูกค้าเรามีไลน์ผลิตอยู่แล้วนะครับ Automation ที่เรานำเข้าไปก็คือ โจทย์ทั้งหมดก็คือเอาไปแทนแรงงานคนนะครับ ออกแบบระบบหุ่นยนต์หรือเป็นแขนกลเอาเข้าไปติดตั้งนะครับ เกือบ

ทั้งหมดเป็นแบบนี้ โดยเริ่มต้นจะเป็นแบบนี้ Lean Automation ที่อยู่ในกระบวนการผลิตที่ต้องการ Productivity” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA15, 2565) สอดคล้องกับ “Lean Automation Project ที่มีอยู่ในประเทศไทยนะครับ ก็คือเราได้เริ่ม..คิด คิดเกี่ยวกับ ตั้งแต่ที่อยู่ที่ประเทศญี่ปุ่นนะครับ เมื่อปี 2017 รัฐบาลไทยกับรัฐบาลญี่ปุ่นด้วย การพัฒนาอุตสาหกรรมประเทศไทยให้ไประดับอุตสาหกรรม 4.0 นะครับ โดยผ่านตัวแทนก็คือบริษัท Denso เริ่มที่จะมี Automation เล็กๆเข้ามานะครับ ในการพัฒนาขึ้นมาเองใน ใน Denso ถูกพัฒนาออกมาจนมีโนเลท know-how ที่เป็น Process Design ที่เราทำการ Integreat หรือแม้แต่ในเรื่องของตัว Thinking way ในการพัฒนาปรับปรุงที่เป็น Step by step ถูกจัดทำออกมาเป็นหลักสูตร Lean Automation ที่ ที่ทำแล้วก็เอามาใช้ในประเทศไทยเป็นที่ก็คือพัฒนาบุคลากรด้าน Automation ในประเทศไทยนะครับ นั่นก็คือกลุ่มหลักๆ ก็คือ System Integrator” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA13, 2565) สอดคล้องกับ “การเซ็ตมาตรฐานอาชีพ System Integrator เรื่องของการพัฒนาบุคลากรในภาพใหญ่” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA8, 2565) สอดคล้องกับ “Automation เนี่ยเข้ามาในส่วนของของอุตสาหกรรมอะทุกๆอุตสาหกรรม การ Turn over ของคนมันเยอะมาก” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA14, 2565) สอดคล้องกับ “ระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรมอาหารมีใช้อยู่แล้วนะฮะ ของ Production มีเรื่องของการ Packing นะครับ มีเรื่องของคลังสินค้า Labour incentive อุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานเข้มข้น โรงงานที่จะทำต้องรู้ตัวเองก่อนว่าคุณอยู่ระดับไหน 1.0 1.5 หรือ 2.0 ถ้าคุณเป็นโรงงานแค่นี้ SME คุณต้องเน้น Food Safety Quality ให้หนัก” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA4, 2565) สอดคล้องกับ “ประเด็นสำคัญก็เป็นเรื่องของการจัดการไม่ใช่เครื่องจักรอย่างเดียวครับ งานด้านการจัดการพอสมควรทีเดียวไม่ใช่แค่เครื่องจักร เราไม่อยากให้ไม่ ไม่อยาก ไม่อยากมองว่าเอา Automation หรือโรบอทเข้ามาแล้วก็ แล้วก็ทำให้คนตกงาน” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA10, 2565) สอดคล้องกับ “ผมเข้าว่ามันน่าจะเป็นเรื่องของแรงงาน เป็นเปอร์เซนต์สูงกว่าทุกๆอย่างเลยนะครับ ของการทดแทนด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติก็จะมีเป้าหมายเรื่องของคนเป็นหลักประมาณ 70-80%” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA6, 2565)

“เทรนของโลกแล้วอะนะ ออโตเมชั่น เราทราบรู้แล้วการที่งานซ้ำๆ งานที่มันต้องเสี่ยงอันตรายต่างๆ ในการยกของหนัก การทำงานซ้ำต่างๆเนี่ย ก็ใช้และก็ทำงานให้มันเที่ยงตรง พอเอาหุ่นยนต์เข้าไปด้วยเนี่ยเพราะหัวข้อที่ถามคือมันมีโรบอทเข้ามาด้วยเนี่ย ได้สิ่งที่จะมาช่วยในเรื่องลีนออโตเมชั่นได้คือเรื่องของ Customization ถ้าเกิดจินตการ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA3, 2565) สอดคล้องกับ “อุตสาหกรรมอาหารเนี่ย คือการ Track and Trace เพราะฉะนั้นเนี่ยคุณจะต้องมีวิธีในการจัดเก็บข้อมูลที่ค่อนข้าง ครอบคลุมตั้งแต่ ของที่เข้าไปแล้วก็ออกไปแล้วดีไม่ดีเนี่ยมันต้องเชื่อมไปเลยด้วยซ้ำว่ามันไปที่ไหนนะครับถ้า” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA11, 2565) Automate Process การทำงานใช้แรงงานคนไปชักพักนึงเนี่ยมันจะเจอปัญหาว่ามันเกิดความไม่สม่ำเสมอขึ้น ทำผิดเยอะทำไม่สม่ำเสมอ เดี๋ยวไม่มาทำงาน เดี๋ยวนู่น เดี๋ยวนี่ เดี๋ยวนั่น ก็จนพบว่าสุดท้ายเนี่ยมันก็แรงงานคนก็จะมีขีดจำกัดอยู่ระดับนึงก็ต้องทำ Process ที่เป็น Automatic มากขึ้น พวกของ AGV พวกของอะไรต่ออะไรเข้ามาแล้วก็ท้ายไลน์ก็อยากจะเอา Automation ในส่วนของ Final Packing ไปที่ตัว Automatic Storage อะไรต่ออะไรเนี่ยมันก็

จะเป็น Develop มันเป็นพัฒนาการของ ของกระบวนการผลิตของประเทศ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA16, 2565) สอดคล้องกับ “ลีนมันก็จะเป็นความรู้ในด้านการบริหารจัดการทางด้าน IE นะครับซึ่งก็เรียนรู้กันมานานแล้ว Automation ก็เป็นทางด้านเทคโนโลยีก็เรียนรู้มานานแล้ว” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA5, 2565) สอดคล้องกับ อุตสาหกรรมอาหารส่วนใหญ่ยังใช้คนตรวจสอบคุณภาพ ใช้สายตา สามารถปรับใช้เป็น Vision, Auto Reject ควบคุมคุณถาพด้วยระบบออโตเมชั่นแต่ก็ยังมีใช้กันไม่มากครับ หรือไม่มีคนอยากทำ เช่น คนขับโฟร์คลิฟ ไม่มีความภูมิใจในงาน (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA7, 2565) อุตสาหกรรมอาหารอยู่ที่ 2.0 จาก 1,335 กิจการในภาคอุตสาหกรรมการผลิต ช่วยอุตสาหกรรมปรับมาตรฐานการผลิต (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA9, 2565)

สรุปความเป็นมาของลีนออโตเมชั่นในประเทศไทย อุตสาหกรรมอาหารของประเทศไทยเป็นอุตสาหกรรมที่ต้องพึ่งพาแรงงานคนเป็นหลักในการผลิต ตรวจสอบ แพ็คสินค้า ส่งออก หรือรวมทั้งที่ขายในประเทศจากวิกฤตปัญหาต่างๆที่เกิดในปัจจุบัน ทั้งการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส การเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วของเทคโนโลยีส่งผลให้อุตสาหกรรมอาหารมีการเติบโตอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญในการดำรงชีวิต แต่ปัจจุบันแรงงานของประเทศไทยได้ปรับเป็นผู้สูงอายุมากขึ้น ทั้งแรงงานที่ใช้ทักษะในประเทศยังมีปริมาณน้อย ทั้งแรงงานทักษะต่ำในประเทศเองยังต้องพึ่งพาแรงงานต่างชาติเป็นสำคัญทำให้แรงงานในปัจจุบันมีไม่เพียงพอต่องานในงานของอุตสาหกรรมอาหารในปัจจุบัน จึงเริ่มหันมาใช้ระบบอัตโนมัติแทนกำลังคนที่มีความผันผวนสูง ทำให้ปัจจุบันมีการใช้ระบบอัตโนมัติเพิ่มมากขึ้น เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันและประสิทธิภาพในการทำงานให้ดีขึ้น โดยมีการใช้งานในระบบอัตโนมัติที่เป็นระบบลำเลียง การบรรจุ แพ็คสินค้า การขนส่ง ฯลฯ ระบบอัตโนมัติจึงมีส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมอาหารในอนาคต จากการสนับสนุนของรัฐบาล ร่วมกับสภาอุตสาหกรรม ประเทศไทยจึงมีหลักสูตร Lean Automation System Integrator (LASI) ขึ้นเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมประเทศไทยทั้งในด้านการพัฒนากำลังคนและการให้ความรู้ในการจัดการในส่วนของระบบอัตโนมัติในทุกอุตสาหกรรมของไทย การจัดการแบบ Lean เริ่มจากแนวคิด และการปฏิบัติจากประเทศญี่ปุ่น แต่มีการใช้แพร่หลายไปทั่วโลก เนื่องจากเป็นการพัฒนาการบวนการที่เน้นในเรื่องของการลดความสูญเสียของกระบวนการให้เหลือน้อยที่สุดโดยเลือกแนวทางการแก้ไขที่มีความเป็นไปได้ และทำแบบค่อยเป็นค่อยไปทีละขั้นตอน จนประสบความสำเร็จในการลดความสูญเสียจึงอาจเป็นส่วนที่จะสามารถช่วยลดกำลังคนในการทำงาน หรือลดกระบวนการในการทำงานลงได้ เมื่อรวมเป็น Lean Automation จึงมีความจำเป็นที่แต่ละองค์กรต้องทำความเข้าใจในบริบทของตนเองเพื่อประเมินและเจาะจงในกระบวนการของตนเองให้แน่ชัดเพื่อกำหนดกลุยทธ์และวางแผนในการดำเนินธุรกิจด้วยระบบอัตโนมัติหรือการใช้หุ่นยนต์ในการผลิตอาหารต่อไปอย่างไรให้เกิดความคุ้มค่ามากที่สุด โดยใช้ทรัพยากรน้อยที่สุด และเกิดของเสียน้อยที่สุด

1.2 คำนิยาม ความหมายของลีนออโตเมชั่น (Definition and Meaning of the Concept of Lean Automation)

"Lean ชื่อก็บอกว่าไม่เอาส่วนเกินอะไร อะไรที่เป็นส่วนเกินของกระบวนการผลิตของธุรกิจน่ะ เอาตรงนั้นออกไปเนี่ยเกิดกำไรขึ้นทดแทนในทันที เพราะว่าขายลดต้นทุนผลิตทีนี้ส่วนที่มันเป็นต้นทุนส่วนเกินเนี่ยถ้าไม่ใช้มัน มันก็กลายเป็นว่าเกิดกำไรขึ้นในทันทีอันนี้คือๆ ชัดเจนตอบได้อย่างมั่นใจครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA16, 2565) สอดคล้องกับ "Lean Automation เป็นเรื่องใหม่ เป็นเรื่องใหม่ ใหม่มาก จากญี่ปุ่นมาครับ ผ่านทางเด่นโซ่มา ญี่ปุ่นมาเนี่ยเขาถ่ายทอดมาให้ Lean Automation เนี่ย ผมว่าคุณต้องทำ Lean Manufacturing ก่อน การทำโรงงานอาหารทุกโรงงานต้องว่าคุณทำ Lean รึยัง Lean Manufacturing" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA4, 2565) สอดคล้องกับ "การทำ Lean Automation อะครับ มันต้องทำเป็น Automation ที่ไม่มีความสูญเสียใดๆเกิดขึ้นเลย Lean Automation มันคือแนวคิดเมื่อไหร่ก็ตามที่เราจะทำ Improvement เป็น Step by Step เราจะมองยังไงว่า Automation ที่เราลงไปอะครับมันเป็น lean Automation จริงๆ เลยการทำงานในแต่ละส่วนของเครื่องจักร Process ที่เรามีนะครับ ที่เราใช้คนอยู่ ณ ปัจจุบันนะครับที่มี Standard พอเปลี่ยนมาเป็น Automation เนี่ยมันเปลี่ยนเป็นสิ่งใหม่ไปเลยโดยที่ไม่ได้แบบสอดคล้องอะไรกับสิ่งที่เรามีอยู่นะครับ ตรงนี้เองเนี่ยเราก็ไม่ได้มองว่าเป็น Lean Automation Lean automation เนี่ย เราจะต้อง Transfer Human Skill ไปให้ Machine" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA13, 2565) สอดคล้องกับ "แนวคิดเพิ่มประสิทธิภาพนะครับ เพิ่ม Productivity นะครับ โดยที่เราเอาเรื่อง Automation เข้ามาเกี่ยวด้วยนะครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA15, 2565) สอดคล้องกับ "เป็นทั้งคอนเซปเป็นทั้งวิธีการทำ หลักการ วิธีการทำมีทั้งหลักการ วิธีการทำและก็ในทั้งในตัวสื่อการเรียนการสอนด้วย โดยเรียนรู้หลักการนั้นเพื่อให้เข้าใจได้จริงอย่างนี้" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA12, 2565) สอดคล้องกับ "ใช้หลักการของ Lean Management ไม่ใช่อยู่ดีๆเอา Automation ไปลงทั้งไลน์ผลิตแต่มันจะมีการวางแผนก่อนอันแรกก็คือในเรื่องของการดูเรื่องตัว Reject ของเสียมันๆมีเยอะมั้ยถ้าเกิดมีเยอะคุณลด reject ก่อนมั้ยลดของเสียก่อน ลดของเสียเสร็จคุณต้องไปดูว่าส่วนไหนที่ Automation มันไปแทนได้แล้วมันเป็นคอขวดหรือมันมีประสิทธิภาพคุณทำตรงนั้นก่อน" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA21, 2565) สอดคล้องกับ "ต้องลดต้นทุน ต้องการทำกำไร โรงงานผลิตเนี่ยกำไรก็คือ จะต้องไปดู Productivity ประสิทธิภาพ ทำให้ ประสิทธิภาพ มันเพิ่มมากขึ้นได้ยังไงประสิทธิภาพ นะครับก็อาจลดต้นทุนลดของเสียนะครับใช้ทรัพยากรน้อยลง Lean Automation มุ่งไปที่จุดเนี่ยทำยังไงให้ไลน์ผลิตมันลีนก่อนนะครับในการทำลีน Automation หรือในเลื่องของบาลานซ์ไลน์นะครับ (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA5, 2565) ช่วงลดความสูญเสียเปล่า ในกระบวนการ ลดต้นทุน และก่อให้เกิดรายได้ โดยมี Lean Manufacturing ปรับปรุงกระบวนการลดคนงาน ในสมัยปัจจุบันต้องมีการใช้ระบบอัตโนมัติเข้ามาให้มีความกระชับขึ้นในการผลิตของ ให้ใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ก่อให้เกิดความประหยัด และการใช้ระบบ Lean Automation ไม่ใช่การซื้อเครื่องจักรเข้าไปแทนคน" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA1, 2565)

สรุปนิยาม ความหมายของลีนออโตเมชั่น การพัฒนาปรับปรุงกระบวนการผลิตแบบเดิมที่เน้นการใช้คนจำนวนมากไปสู่การผลิตด้วยการใช้หุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ หรือการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการผลิตที่มีการใช้หุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพสูงสุดในการผลิตจากปัจจัยทางด้านข้อมูล เทคโนโลยี และความสามารถในการลงทุน ณ ขณะหนึ่ง การผลิตโดยใช้หุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติในการทำงาน อาศัยการออกแบบหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติจากกระบวนการที่มีความสูญเปล่าน้อยที่สุด และเน้นการปรับปรุงที่มาจากกระบวนการเดิมที่มีอยู่โดยมุ่งลดความสูญเปล่าจากกระบวนการเดิมจนไปสู่การวางแผนปรับปรุงด้วยหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ ลีนออโตเมชั่นไม่ใช่การซื้อเครื่องจักร หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเข้าแทนที่แต่ละจุดของการทำงาน แต่ต้องรักษา และคงกระบวนการลดความสูญเปล่าของกระบวนการให้ได้มากที่สุดก่อน จึงพิจาณาเพิ่มและลดหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ โดยพิจารณาการลงทุนในจุดที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพ ใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า เหมาะสมกับการลงทุน และมีโอกาสประสบความสำเร็จสูงที่สุด

1.3 ขั้นตอนของการทำลีนออโตเมชั่นในอุตสาหกรรมอาหาร (Steps of Lean Automation in Food Industry)

1.3.1 รู้จักตนเองโดยการหา Process Flow (Identify Yourself by Finding Process Flow)

“พัฒนาอุตสาหกรรมวิสัยทัศน์ต้องมาก่อน นโยบายต้องมาก่อนเลย ผู้บริหารมองไม่เห็นเรื่องของโอกาสในการใช้หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติต่อให้คิดจะทำเท่าไหร่ก็ไม่มีทางเกิด ทรัพยากรต้องมา ทรัพยากรมีอะไรบ้าง คน เงิน การจัดการทั้งหมดที่ใส่ลงไป ข้อมูลให้ไม่ตรงก็ไม่ได้นะอันนี้ไม่ยอมเลยเค้าก็จะรู้ทันทีเลย” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA8, 2565) “จากนั้นเริ่มที่กระบวนการเราต้องเข้าใจจริงๆว่า Process แบบไหนมันจะเริ่มจากตรงไหน Process ไหนจะจบตรงไหน เริ่มยังไง เพื่อที่จะดีไซน์ Automation ที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถดูอาการของ Machine แบบ Real Time แล้วก็ Build 4.0 บนเบจออน 3.0 ครับ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA12, 2565) สอดคล้องกับ “Plant ที่มีอยู่ปัจจุบันโดยโครงสร้างอาคาร และฟาซิลิตี้ต่างๆ ไม่เอื้ออำนวยในการที่จะทำระบบ Automation แต่เราก็มีความพยายามที่จะเริ่มจากการทำ เป็น SEMI-Automation ก่อนคืออาจจะเริ่มแค่บางส่วน” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA17, 2565) สอดคล้องกับ “ผู้ประกอบการน่ะ ขาดการวิเคราะห์ก่อน สมมติว่าผมจะเอา Automation หน่วยงานที่เป็นเจ้าของโปรเจคจะทำข้อมูลอย่างไร ปัญหาที่เค้าอยากจะทำ Automation ตรงเนี้ยเค้าเองมีปัญหาอะไรก่อน Flow การทำงานที่มันไม่คล่องตัวบวกกับของที่ผิดพลาดรวมกันคือปัญหา” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA14, 2565) สอดคล้องกับ “คุณอยู่ตรงไหน แล้วคุณจะเอาลีนเข้าไปใช้ให้ถูกให้ได้คุณเอา Automation Robot ที่ใช้ในการผลิต และคุณทำ Lean Manufacturing ทำสอง

เรื่องนี้ก่อน ทำสองเรื่องนี้สำเร็จค่อยทำ Lean Automation” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA4, 2565) สอดคล้องกับ “รวบรวมข้อมูลนะ คือทำความเข้าใจ Flow ของเค้ามากขึ้นแล้วก็แชร์ระหว่างพนักงาน ข้อมูลระหว่าง Process เป็นยังไง Material เป็นยังไงนะครับ Material Flow เห็นภาพหลักๆซึ่งก็จะเกี่ยวกับ Lay Out เราก็ดูเรื่องของ Standardize Work คนทำงานอย่างไรนะครับมีกี่คน คนนึ่งมาตรฐานงานที่ชัดเจนนะครับ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA10, 2565) สอดคล้องกับ “ประสิทธิภาพอย่างไรเบสิคพื้นฐานในเบื้องต้น กระบวนการไหลตั้งแต่ตัวเรารับ Process มันไหลไปยังไง เวลาเราวัดจับ Cycle Time แต่ละขั้นตอนมันใช้เวลาเท่าไหร่ๆ ถึงจะไปเลือกว่า Automation ที่คุณเอาเครื่องจักรมาใช้เนี่ยมันเกิดประสิทธิภาพเกิดประสิทธิผลเนี่ยถึง 80 90% มั้ย” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565) สอดคล้องกับ “ไทยอินเด็กส์ประเมินปุ๊บแล้วเราก็จะรู้ว่าสถานะเราอยู่ที่ไหน ต้องโฟกัสเมื่อเทียบกับแผนต้นทุนแล้วก็ระดับของเราแล้วก็เทียบกับคนในอุตสาหกรรม Automation และคุณจะทำโปรเจคออกมาเป็นอะไร” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA11, 2565) สอดคล้องกับ “การกำหนดสเปคตั้งต้น เนี่ยส่วนใหญ่พื้นฐานข้อมูลของ Shop Floor ของโรงงานเนี่ยจะไม่ค่อยชัดเจน จะไม่ถูกกำหนดเก็บมาอย่างเป็นระบบ องค์ความรู้ของทีมงานเนี่ยก็จะมีความแตกต่างกันเพราะว่าการผลิตเนี่ยที่ไม่ได้มีความซับซ้อน” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA16, 2565) สอดคล้องกับ “เริ่มกระบวนการ เค้าบอกเค้าจะดู Process ไลน์ทั้งหมด เลยว่าไลน์เนี้ยกระบวนการผลิตเป็นยังไง Process มันเป็นยังไงแล้วเค้าก็มีการจับเวลาดูนั่นดูนี่หลายอย่าง” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA18, 2565) สอดคล้องกับ “สิ่งที่เกิดขึ้นคือโรบอทอยู่กับที่ แล้วก็สิ่งที่เกิดขึ้นคือ OEE ของการใช้ระบบออโตเมชั่น อัตโนมัติได้ไม่ดีเท่าที่ควร เพราะงั้นบ้างครั้งลงระบบอัตโนมัติไปแล้วเนี่ย OEE ต่ำลงก็ยังมีเลย” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA24, 2565) สอดคล้องกับ “คุณรู้หรือยังจากข้อมูลคุณแสดงให้องค์กรคุณเป็นเท่าไร 2.0 2.5 คุณต้องดูก่อน” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA7, 2565) สอดคล้องกับ “ประเทศเรามีตัว ID4 Quick Scan เพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถประเมินตัวเองทราบว่าตัวเองอยู่ตรงไหนwww.id4connect.com มีทั้งผู้เชี่ยวชาญ และผู้ให้บริการเทคโนโลยี ขั้นตอนการปรับจากสมมติเป็น 2.7 ไป 3.0 ได้อย่างไรต้องเตรียมตัวอย่างไร วางกลยุทธ์แบบแผนอย่างไร” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA9, 2565)

ขั้นตอนที่ 1 ลำดับแรกก่อนการเริ่มทำ Lean Automation องค์กรควรมีประเมินตนเองว่าปัจจุบันตนเองมีนโยบาย อย่างไรในการดำเนินการในระบบอัตโนมัติ และการดำเนินในปัจจุบันเป็นอย่างไร โดยองค์กรต้องเข้าใจในกระบวนการการแก้ไขปัญหาในกระบวนการผลิตของตนเองในปัจจุบัน อาจใช้การประเมินจากตัว ID4 Quick Scan ที่ www.id4connect.com ของสภาอุตสาหกรรม เพื่อทราบขอมูลเบื้องต้นจากการประเมินตัวเองหรือ อีกตัวนึงของประเทศไทย คือ Thailandi4.0 Index โดยจะมีผู้เชี่ยวชาญเข้าไปประเมินองค์กรเพื่อการเตรียมตัว เตรียมข้อมูลเข้าสู่การพัฒนาตนเองสู่ 4.0 และเป็นข้อมูลที่จะสามารถนำมาใช้กับการดำเนินการแบบ Lean Automation การศึกษาข้อมูลในปัจจุบันขององค์กรรวมถึง โครงสร้างของอาคาร พื้นที่ อุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการผลิต และที่สำคัญรายละเอียดของกระบวนการผลิต (

Flow Process, Flow Chart) ตามข้อมูลในปัจจุบันที่มี การประเมินตนเองในอุตสาหกรรมช่วยในการประเมินให้ทราบถึงระดับขององค์กรของท่าน เมื่อทราบความสามารถในปัจจุบันขององค์กรแล้ว การประชุมร่วมกันในทุกฝ่ายเพื่อหาข้อสรุปในทิศทางขององค์กร เพื่อวางนโยบายและวางแผนการลงทุนในอนาคต เมื่อได้ทิศทางในการดำเนินการเกี่ยวกับระบบอัตโนมัติ ฝ่ายบริหารเป็นผู้เริ่มต้นในการเริ่มกระบวนการ Lean Automation เพราะหลังจากนี้ จะมีการพูดคุยและส่งข้อมูลขององค์กรในหลายรูปแบบ จนสุดท้ายเข้าไปถึงในเรื่องของอนุมัติการลงทุนเพื่อดำเนินการ หากผู้บริหารเห็นชอบแล้ว ฝ่ายที่เกี่ยวข้องตัวอย่าง เช่น ฝ่ายผลิต ฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายปรับปรุงประสิทธิภาพ ฝ่ายเพิ่มประสิทธิผล เป็นต้น หรือหน่วยงานที่ได้รับมอบหมายในโครงการเริ่มวิเคราะห์ กระบวนการของการผลิตของทั้งองค์กร เพื่อสร้างกระบวนการผลิตที่มีรายละเอียดในเรื่องของเวลา การผลิต ณ จุดต่างๆ อาจประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ Process และ Material เพื่อพิจารณาการไหลของกระบวนการ (Flow Process) และสต๊อกของวัตถุดิบ (Inventory) ในแต่ละกระบวนการเพื่อสร้าง Lay Out ขององค์กร จากนั้นจึงนำจำนวนคนและเวลาของการผลิตเข้ามาใส่ในกระบวนการ (Takt time, Cycle time, Lead time) บางองค์กรอาจเรียกเป็น Standardize Work

1.3.2 วิเคราะห์ปัญหาจากข้อมูลที่มี (Analyze the problem from the available data)

“ไลน์การผลิตของคุณอะประสิทธิภาพการทำงานของไลน์นี้เป็นอย่างไรอยู่ปัจจุบันเป็นอย่างไรการผลิตเป็นเท่าไหร่ การใช้เวลาในการผลิตผลผลิตเรื่องของการที่จะกระบวนการในผลิตมีกี่ขั้นตอนแล้ว อะไรที่เป็นคอขวดของคุณ แล้วก็หลังผลิตให้มันสามารถที่จะผลิตได้ทันเวลาส่งมอบทันเวลา ส่งมอบตรงเวลางานมีคุณภาพ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA8, 2565) สอดคล้องกับ “เช่นตอนนี้ใช้คนเยอะ ตอนนี้ใช้ ใช้ๆเวลาในการหาของเยอะ อันนี้ของไม่พอเก็บอันนี้คือปัญหาถูกมั้ยฮะ 1 ใช้คนเยอะ..หาของไม่เจอ ของไม่พอเก็บนี่คือปัญหา” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA14, 2565) สอดคล้องกับ “โดยวัตถุประสงค์แท้ๆจริงๆก็คือ เรื่องของการทำกำไร ไม่ใช่ต้องการเอาเทคโนโลยีมาน่ะ ไม่ต้องการมีเทคโนโลยีแต่ต้องการทำกำไร” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA5, 2565) “เกี่ยวกับ Lean Automation เพียงแต่ว่ามันคือ แต่ว่ามันก็เป็นเครื่องมือที่ทำให้ลดต้นทุนได้สำคัญนะครับ ไม่ได้สำคัญตัว Automation แต่สำคัญที่ต้องเก็บข้อมูลมา Lean ให้ได้” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA4, 2565) สอดคล้องกับ “เรามีการ Record ทั้งหมดแล้วว่าเรามีการศึกษาไลน์ไหนบ้าง เอาสายพานเข้าไปทดแทนรึยัง หรือว่ามีเครื่องจักรเครื่องเล็กๆเข้าไปทดแทนรึยัง อะไรต่างๆอะครับ (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA20, 2565) สอดคล้องกับ “ผมเสริมให้ผู้ประกอบอุตสาหกรรมยานยนต์อะเขา 2.5 3.0 กัน ผู้ประกอบการอาหารอะยัง 1.0 1.5 ซะส่วนใหญ่ นี่และคือเหตุผลที่ลีนมันยังไม่แพร่หลาย” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA4, 2565) “บางคนไม่รู้ว่าเอ๊ะ มันจำเป็น มันควรจะต้องวางอย่างงี้รึป่าว คือลูกค้าบอกมาก็จัดให้ตามลูกค้า บางที บางทีก็ บางทีราคาก็เรียกว่าจัดระบบให้เต็มแล้วมาก มากเกินไปด้วยซ้ำจนลูกค้าไม่สามารถลงทุนไหวอย่างเงี้ย” (ผู้ให้ข้อมูล

หลัก LA10, 2565) สอดคล้องกับ “สิ่งที่เกิดขึ้นขณะนั้นที่เรายืนจับเวลาอยู่เนี่ย คนก็จะตั้งใจทำงาน คนที่มันมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้นเนี่ยเราไปจับเวลาเนี่ยก็ทำให้มันช้าๆไว้ก่อน ทำให้เกิดความ Error ตั้งแต่กระบวนการแรก (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA24, 2565) สอดคล้องกับ “คือสิ่งที่เป็นแมนนวลเก็บเนี่ย มีจุดอ่อนจุดแข็งก็คือ คือความสม่ำเสมอของวินัยของบุคคลากรในการ คนจด คนทำ คนเก็บ ก็จะ จะไปทำมั้ย อันที่สองคือว่าความแม่นยำของมันก็คือว่าเห็นอะไรจดอะไรน่ะมีความแตกต่างเห็นสิบอาจจะจดหนึ่งก็ได้ บ้างใส่เซนเซอร์เข้าไปช่วยจัดแล้วก็เก็บข้อมูลเบื้องต้นมาก่อนพอได้ข้อมูลก็ไปวิเคราะห์” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA16, 2565) สอดคล้องกับ “โรงงานต้องมีการจัดบันทึกดั้งเดิมก่อนฮะ มีปัญหาอะไรอยู่ รากเหง้าปัญหาคืออะไร ประเมินแล้วเนี่ยมีวิธีใดบ้างที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา Eco System ของกระบวนการก่อน อะไรที่ยังใช้ได้บ้าง เราไม่ได้เปลี่ยนทั้งกระบวนการ เลือกกระบวนการที่เราอยากจะทำ ซึ่งเป็น Process นึงใน Process ใหญ่” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA7, 2565) “บางทีก็มี มีมุมมองนะทำไม ทำไมเค้าเรื่องเยอะจัง ทำไมต้องการข้อมูลเยอะจัง ทำไมเค้าต้องอย่างงั้นอย่างงี้จัง” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA18, 2565) สอดคล้องกับ “ทำอยู่และระบบอัตโนมัติ ลูกค้าก็กลับไปเก็บข้อมูลพวกนี้และเก็บให้เรียบร้อย และ โอเคระบบเดิมที่เป็นแมนนวลน่ะใช้เวลาอยู่เท่านี้ ใช้คนอยู่เท่านี้ วันนึงผลิตเท่าไร ซึ่งข้อมูลพวกนี้ถามว่าสำคัญไหมสำคัญมากเพราะว่ามันใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างแมนนวลกับออโต้ เราจะทำให้ดูกัน” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA23, 2565) สอดคล้องกับ “ลด Cycle Time ลงให้ได้นะครับอะไรต่างๆเนี่ยนะ มันต้องพิสูจน์กันด้วยข้อมูลน่ะนะ ข้อมูล ตัดสินใจตรงข้อมูล อะไรๆเป็นยังไง ข้อมูลจะเป็นเก็บด้วยมือหรือว่าจะเป็นเรื่องของ 4.0 มากขึ้นเพื่อให้มีข้อมูลมาวิเคราะห์ได้ (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA5, 2565) สอดคล้องกับ “โดยส่วนใหญ่นะเค้าจะมีข้อมูลเทคนิคข้อมูลเนี่ยมาพอสมควรแต่ก็จะมีการโครงการที่ต้องการ Verify ข้อมูล แล้วในๆสิ่งที่เค้าทำเนี่ยมันสเกลไม่ได้หมายถึงว่ามันทำแล้ว Customize กับแค่บางคนไง ถ้าเกิดเค้าทำแบบ Common หมายถึงว่าไปอีกโรงงานนึงเนี่ยเค้าไปใช้ได้จัดนิดหน่อยใช้ได้เลย” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA21, 2565)

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อเรามีข้อมูลแล้วจากการทำ Flow Chart ขึ้นมาของกระบวนการก่อนหน้าองค์กรหรือผู้ปฏิบัติงานนำข้อมูลมูลที่ได้ไม่ว่าจะเก็บจากการจดด้วยพนักงานหรือการเก็บจากเซ็นต์เซอร์ประกอบกับอุปกรณ์บันทึก ควรนำมาวิเคราะห์ในเรื่องของความถูกต้องและความแม่นยำของข้อมูลก่อน เช่น การจับเวลาที่ทำให้พนักงานรู้สึกเครียดจนเกินไป หรือการบันทึกเป็นครั้งคราวขาดความต่อเนื่อง เป็นต้น จัดตั้งทีมเพื่อวิเคราะห์หาวิธีการแก้ไขปัญหาในกระบวนการผลิตแบบเดิม นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าที่จะนำไปเปรียบเทียบระหว่างการใช้งานในระบบเดิมและการใช้งานในระบบอัตโนมัติที่กำลังจะลงไปในภายหน้า รวมไปถึงการวิเคราะห์ถึงรากเหง้าของปัญหาของวิธีการแบบเดิมเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนต่อ และความเสี่ยงที่จะเป็นต้องยอมรับหากมีสถานการณ์ใดเกิดขึ้นในภายหลัง การวิเคราะห์ปัญหาอาจแตกต่างกันในกระบวนการและองค์กร อาจวิเคราะห์จากจุดที่ใช้คนจำนวนมากก่อน พื้นที่ไม่เพียงพอ หรือการต้องการนำเทคโนโลยีมาใช้งานแต่ในท้ายที่สุดก็เพื่อการทำกำไรให้กับองค์กรเป็นสำคัญ ข้อมูลที่นำมาใช้ในตอนแรกๆการเก็บรวบรวมอาจทำได้ยาก

จึงเริ่มจากการสร้างระบบ และวินัย ด้วยการทำ 5 ส. ในพื้นที่ คือ สะสาง สะดวก สะอาด สุขลักษณะ และสร้างนิสัย หรือการทำ Lean ในอุตสาหกรรม ที่เรียกว่า Lean Manufacturing เพื่อให้ทุกคนได้เข้าใจในระบบการทำงาน การวิเคราะห์จากข้อมูลต้องอาศัยคนรวบรวม จัดเก็บ เมื่อเริ่มกระบวนการ Lean Automation ควรต้องมีตัววัดที่ชัดเจน ว่าองค์กรต้องการเปรียบเทียบอะไร เช่น กระบวนการที่ลดลง จำนวนคน Cycle Time คุณภาพ หรือจำนวนของเสียที่ลดลง เป็นต้น เพื่อจะได้นำไปตัดสินใจในกระบวนการถัดไปได้อย่างถูกต้อง สามารถเลือกใช้ในสิ่งที่จำเป็นต่อกระบวนการที่เป็นอัตโนมัติได้

1.3.3 การประเมินจุดที่ต้องการปรับปรุง (Assessment of Areas that Need Improvement)

“มองเป็นการพัฒนาที่เป็นสเตปเล็กๆก็ทำไปเรื่อยๆ นะครับ ก็คือ ก็คือคอนเซปของไคเซนนั่นเองอะนะครับ พัฒนาโดยการมองว่าพัฒนายังไงเพื่อให้เกิด Automation นะครับ มันก็คือพื้นฐานของ Lean Automation นั่นเองอะครับ Automation ที่ไม่มีความสูญเสียใดๆ เกิดขึ้นเลย ผมต้องทำไงก็ได้ให้เป็น Standardized Work ให้คนอื่นเข้ามาแล้วก็สามารถทำงานต่อได้นะครับ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA13, 2565) สอดคล้องกับ “ต้องเป็นปัญหาก่อน แต่ถ้าไม่เป็นปัญหาเค้าก็ยังไม่เอาก่อนน่ะ เอาผลิตก่อน เพราะอะไร เพราะผลิตเราสร้างรายได้ ผลิตได้มากสร้างรายได้มากนะครับ มันเลยทำให้อุตสาหกรรมบางทีอย่างอุตสาหกรรมอาหารเนี่ย พอจะก้าวเข้าไประบบ Automation แบบเต็มๆตัวเนี่ย มันเลยยังต้องใช้เวลานิดนึง” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA14, 2565) สอดคล้องกับ “สต็อคเยอะเกินไปขาดทุนด้วย เพราะสินทรัพย์มันจมอยู่ตรงนี้ สิ่งที่เกิดขึ้นกระบวนการเขาไม่ได้มีการปรับปรุงพอไม่ได้ปรับปรุงเกิดอะไรขึ้น Flow มันก็ไม่ดี พอ Flow ไม่ดีเนี่ยก็ทำให้ต้องเป็นสต็อคพวกนี้เยอะ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA24, 2565) สอดคล้องกับ “เพราะว่าคุณไม่สามารถวิเคราะห์เป็นเชิงระบบได้ใช่มั้ยฮะ เพราะคือระบบคุณไม่มีข้อมูลที่เป็นมาตรฐานอ้างอิงได้ดังนั้นคุณได้แค่คร่าวๆ พอเจอปัญหาเล็กๆน้อยที่มันเกิดขึ้นบ่อยๆ คุณก็ต้องไปหน้างานตรงนั้นแหละ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA10, 2565) สอดคล้องกับ “ดูหน้างานเรามองได้ 360 มากกว่า 360 องศามากกว่า อย่างนี้ครับเบื้องผมต้องเข้าไปเก็บข้อมูลก่อน ข้อมูลหน้างานมัน 100% จริงไหม ซึ่งคนที่นั่งเขาอาจจะหลับตาอยู่หรืออาจจะบางทีมันอาจจะหลุดไปเขามองไม่ทันนะครับ เราก็เอาระบบวิชั่น เข้ามาใช้ก็ได้จริงๆแล้ว ซึ่งมันก็ทำให้หนึ่งลดคนไปและแล้วได้ประสิทธิภาพที่ดีกว่า” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA23, 2565) สอดคล้องกับ “ข้อมูลต้อง ต้องเป็นตัวบ่งชี้จุดวัดตามระยะเวลาบ่งชี้ก็พอได้ข้อมูลนี้เนี่ยถึงจะไปวิเคราะห์ได้ว่า Cycle Time Plain point หรือว่าสิ่งที่เราอยากจะแก้มันมีอะไรมาซัพพอท ได้ข้อมูลอะไรไปใช้แก้ปัญหาอะไรต้องเก็บที่ไหนกระบวนการออกแบบข้อมูลการเก็บข้อมูลเนี้ยยากยากกว่า” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA16, 2565) สอดคล้องกับ “คือวิเคราะห์ว่าหนึ่งในเรื่อง CT ลูกค้าต้องการเท่าไรริไควเมนส์มานะครับแล้วก็ของที่เราคาดไม่ถึงอะครับ เราไม่รู้ไม่ตั้งแต่แรก บางทีบางอันประสบการณ์เราอาจจะไม่มากพอหรือเราอาจจะคาดไม่ถึง” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA23, 2565) สอดคล้องกับ “ซื้อของ

เยอรมันมา 10 ล้าน ไปเอาของจีนมา 4 ล้าน เมื่อก่อนไม่มี SI ก็ใช้วิธีสั่งตรงไงถูกไหมฮะ พอสั่งตรงเสร็จปุ๊ปก็ ก็เอาชีวิตไปแขวนเมคเกอร์หรือดีลเลอร์อะ ถ้าเสียมาก็คิดเอาเอง แต่เขาสอนใช้เครื่องนะสอนแค่นั้น" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA4, 2565) สอดคล้องกับ "เรื่องของระบบการจัดการ เรื่องของการที่ทำให้มีประสิทธิภาพมันไม่เคยปิดประตูเรื่องของเทคโนโลยี แต่กลับกันนะ ถ้าเราไปยึดกับตัวเทคโนโลยี ผมกลัวว่าตรงนั้นแหละจะเป็นปัญหา พอเทคโนโลยีนำปี๊บเนี่ยโดยที่ขาดหลักของ Management ที่ดีเนี่ยส่งผลปัญหาตามมาคือลงทุนไปแล้วก็ไม่ได้ใช้ประโยชน์แล้ว" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA10, 2565) สอดคล้องกับ "ถ้าคุณจะเอาเทคโนโลยีเข้าไปเนี่ยสิ่งแรกที่คุณน่าจะต้องทำก่อนก็คือจัดการระบบด้วยแมนนวลด้วยอะไรของคุณที่คุณทำอยู่ระบบอัตโนมัติอะไรเนี่ยให้เรียบร้อยก่อนนะครับ ให้มันเวิร์คเรียบร้อยก่อนแล้วค่อยเอาเทคโนโลยีเข้าไปช่วย" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA2, 2565) สอดคล้องกับ "ถ้าเป็นญี่ปุ่นก็จะเรียกว่ากำจัด Muda ออกไปนะครับ Muda ออกไปก่อนมันถึงจะลีน เพราะงั้นถ้าหากว่าในไลน์ยังไม่ลีนเราเอา Automation ใส่ไปนะครับ ของเสียหรืออะไรต่างๆที่มันยังเป็นสิ่งสูญเปล่าเนี่ยมันก็จะเพิ่มมากขึ้น" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA5, 2565) สอดคล้องกับ "ทำออโตเมชั่นนั้นนั้นอ่ะครับ เรื่องการพยายาม เราต้องทำในสิ่งที่เราเอาเท่าที่จำเป็นอะเนอะ การที่เราอยู่ๆเห็นสภาพเดิมๆของโรงงานอุตสาหกรรมเนี่ยนะครับ เราก็บอกว่าเห้ยเราเข้าไปเราก็ขีดวงเราว่าตรงเนี้ยเราจะเปลี่ยนเป็นระบบอัตโนมัติ โดยไม่สนใจก่อนและหลังเนี่ยนะครับมันคือการลงทุนที่ทำไปแล้วมันเหมือนไม่จบน่ะ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA6, 2565) สอดคล้องกับ "ออโต้เมชั่นเพียวอาจไม่ใช้ทางออก แต่หากมาจนสุดทางแล้วแก้ไม่ได้ด้วยวิธีทั่วไปก็ต้องใช้ระบบอัตโนมัติ องค์กรรัฐ สถาบันต่างๆ กลุ่ม Core มีการประสานงานกันอยู่เราจะทำจุดใดจุดหนึ่งเราสามารถเข้าไปคุย ปรึกษาพาไปดูรายงาน หน้างาน การเก็บข้อมูลต่างๆ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA7, 2565)

ขั้นตอนที่ 3 ข้อมูลที่ดีนำไปสู่การวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาอย่างถูกต้อง ข้อมูลที่ดีมาจากการลงไปสำรวจพื้นที่หน้างานเพื่อหาข้อมูลรายละเอียดให้ได้เยอะมากที่สุด ทั้งเครื่องมือ อุปกรณ์ สภาพแวดล้อม เครื่องมือที่ช่วยกำจัดความสูญเสียมีด้วยกันหลายแบบ ในการทำ Lean Automation เป็นการพัฒนากระบวนอย่างเป็นลำดับขั้น ทำไปอย่างต่อเนื่องด้วยคอนเซ็ปของการใช้ไคเซ็น การวิเคราะห์กระบวนการจากข้อมูลที่องค์กรมีอยู่ หรือเก็บมาได้ด้วยการจดบันทึก ในปัจจุบัน ใช้ IOT เข้ามาช่วยในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ ข้อมูลเพื่อการพัฒนาการผลิตอย่างแพร่หลาย จากข้อมูลทำให้ทราบถึงความผิดปกติของแต่ละกระบวนการ เวลาการรอคอย ของเสียที่เกิดขึ้น เมื่อเทียบกับสภาวะหรือสถานะการณ์ปกติ (Standardized Work) องค์กรต้องสร้างทีมเพื่อวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นเหล่านี้ เมื่อทีมงานวิเคราะห์พบเจอความผิดปกติต้องคัดเลือกจุด หรือกระบวนการที่ต้องการปรับปรุงเพื่อให้ประสิทธิภาพการผลิตดีขึ้น เพื่อลด Stock ของวัตถุดิบและ Stock ของสินค้าสำเร็จรูป ให้มีปริมาณที่พอเหมาะไม่ก่อให้เกิดต้นทุนที่ไม่จำเป็น การคัดเลือกกระบวนการต้องอาศัยความเข้าใจของทีมงานให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน การลงไปหน้างานจริงทำให้ผู้ประเมิน สามารถเข้าใจในบริบทที่

ต้องการปรับปรุง รวมถึงสาเหตุที่แท้จริงของการเกิดความสูญเสียในแง่มุมต่างๆ การวิเคราะห์จากข้อมูลที่เก็บมาได้ จะชี้ให้เห็นความผิดปกติ แต่การไปสำรวจหน้างานจะทำให้ทีมงานเข้าใจในบริบทที่เราต้องการแก้ไขร่วมกัน บางกระบวนการต้องสร้างวิธีการเก็บข้อมูลใหม่ เพื่อความชัดเจนในการแก้ปัญหา เนื่องจากข้อมูลเก่ามีความไม่ชัดเจนหรือ เก็บไว้คนละส่วนกับที่ทีมต้องการ การเลือกจุดที่จะปรับปรุงต้องอาศัยการระดมความคิดเห็น และไม่ไปยึดกับเทคโนโลยีมากจนกลายเป็นการซื้อเครื่องจักรเข้าทดแทนการทำงานเดิม ทีมวิเคราะห์ยังต้องดูภาพรวมของกระบวนการทั้งหมด ว่าหากปรับส่วนใดไปแล้วจะเกิดผลกระทบในกระบวนการใดบ้าง ในกระบวนการก่อนหน้า และกระบวนการต่อจากกระบวนการที่ปรับปรุง การประเมินในขั้นตอนนี้องค์กรสามารถตั้งทีมงานเพื่อประเมินตนเองได้โดยใช้แบบประเมินที่สร้างขึ้นเอง หรือขอให้ผู้เชี่ยวชาญเข้ามาทำการประเมิน เมื่อได้จุดที่ต้องการปรับปรุง ผู้จัดการโครงการหรือทีมต้องวิเคราะห์และหาเครื่องมือที่มีอยู่เพื่อจัดการแก้ไขกระบวนการให้ดีขึ้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.3.4 การใช้เครื่องมือที่มีอยู่ในการแก้ไขปัญหา (Using the tools available to Troubleshoot)

“Lean เข้าไปจับก่อน Lean Manufacturing เรื่องการกำจัด Lost ลดของเสีย Muda เพื่อที่จะให้ลดของเสียหรือลดกระบวนการที่ไม่ทำให้เกิดประโยชน์ก่อน ก็คือ Lean ไปที่ละพ้อยๆ Lean ไปที่ละพ้อยๆ Lean ไปที่ละจุด นะครับ แล้วสุดท้ายแล้วเนี่ยค่อยเอา Automation มาใส่ กระบวนการที่เราคิดในการ Lean เราจะเพิ่มเครื่องมือ เราต้องคิดเผื่อไว้เลยว่าเนี่ยต่อไปมันต้องมี Automation การปรับดีไซส์แบบหนึ่งเพื่อให้ Lean อันหนึ่ง อาจจะคัดแย่งกับ Automation เราต้องตั้งโจทย์ว่าสุดท้ายเราจะไป Automation” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA15, 2565) สอดคล้องกับ “ข้อมูลทุกวันพอกลับมาปุ๊บเนี่ยมันทำไมไม่ได้ ต้องกลับไปหา ไปหาสาเหตุของปัญหา เริ่มตั้งแต่เรื่องของการวินิจฉัยเรื่องของการที่จะสำรวจโรงงาน เรื่องของการออกแผนปรับปรุงมันจะมี ไคเซนมันจะมีการใช้ในกระบวนการต่างๆ อันนี้ยกตัวอย่างแค่การปรับปรุงไลน์เท่านั้นนะคะ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA8, 2565) สอดคล้องกับ “เน้นเป็นเรื่องของไคเซ็นต์มากกว่าที่มีการจัดงานไคเซ็นต์เป็นประจำ ฝ่ายแต่ละแผนกเข้าไปเป็นเป้า เราพัฒนาปรับปรุงมากกว่าเดิม ไคเซ็นต์ที่มาจากระดับหัวหน้างาน เค้าจะนำมาต่อยอดได้ เค้าก็จะมองเห็นออโตเมชั่น เอามาช่วยได้เยอะกว่านี้” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA17, 2565) สอดคล้องกับ “พอทำปั๊บไอสิ่งที่ทำวันนี้คือเราต้องตั้งก่อนว่าโอเค มี before กะ after มันต้องเปรียบเทียบกัน มันต้องเปรียบเทียบ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565) สอดคล้องกับ “Lean เนี่ยเราจะเห็นกระบวนการของในโรงงาน มีการวิเคราะห์ปัญหา เขามีการเก็บข้อมูลพวกนี้ไหม มูดะ มูละ มูริ นะครับ 5ส. เช่นพวกไคเซ็น 7QC tools พวกนี้เป็นเครื่องมือ มีกัมบังบอร์ดไหม Pull System เป็นการผลิตแบบดึง Just in Time ผลิตแบบทันเวลา การผลิตแบบทันเวลาจะทำได้ก็ต้องมีพวกจิโดกะนะครับ มีพวกไฮจูกะนะครับ Tag นัมเบอร์ PDCA แอดออนออโตเมชั่น คารากุรินะครับ เขามาช่วย

ในการขนส่ง หรือใช้พวกคานงัดดีดเข้ามาช่วย อันนี้คือระบบอัตโนมัติเพื่อให้เกิดการลดต้นทุน” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA4, 2565) สอดคล้องกับ “TPS แล้วก็นำมาใช้ที่โรงงานนะครับมันก็เริ่มจากมีขั้นตอนก็เริ่มจาก Work Side Control ก็คือดูทั่วไปนะครับ ดู 5ส ดูการจัดการเรื่องของเรื่องป้ายบ่งชี้ต่างๆ การจัดเก็บ ว่าดีมั้ยเอาง่ายๆว่า การควบคุมพนักงานเป็นอย่างไรอันนี้คือเบื้องต้นที่เค้าต้องดู” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA10, 2565) สอดคล้องกับ “ความสูญเสียของกระบวนการนั้นอะ นะเป็นอันดับแรกเลยนะครับ ทำความสูญเสียนั้นมันให้น้อยลงก่อนน้อยที่สุดอะ จากนั้นค่อยเริ่มออกแบบระบบอัตโนมัติเข้าไปช่วยในกิจกรรมนั้นๆ ใน Process นั้นๆนะครับ มุ่งเน้นให้มองเห็นความสูญเปล่า โดยใช้ Lean Manufacturing ลักษณะของ IoT เข้าไปก่อน ลด 7West นะครับ 16 big loss เอา IoT ไปจับเพื่อให้เห็นถึงความสูญเปล่าตรงนั้น ความสูญเสียตรงนั้น” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA24, 2565) สอดคล้องกับ “lean ของเราก่อน lean process ในไลน์ผลิตเราเราทำแบบว่าจุดไหนเป็นลอทจุดไหนเป็นเนเจอร์เป็นไมเนอร์ จุดไหนเป็นมันทำให้สูญเสียจุดไหนที่เป็น bottom neck” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA18, 2565) สอดคล้องกับ “พยายามเข้ามาดูว่าพอปรับปรุงตรงนี้จุดที่มันจะเป็นปัญหาต่อไปคือจุดไหนเค้าก็จะเริ่มไล่ไปทีละจุด ทีละจุดๆ step by step ครับจนถึงจุดๆนึงที่บอกว่า อ๋อ..ตรงนี้นะมันเป็นสเต็ปที่ต้องใช้ระบบ Automation ใช้โรบอทหรือใช้อะไรก็ตามที่เป็นแมคคานิคกลไล” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA18, 2565) สอดคล้องกับ “แผนกอันไหนที่มันจะเป็นปัญหาอันไหนที่มันเป็นจุดเสียเวลาสูญเสียตรงไหนยังไงเค้าก็เริ่มที่จะทำเป็น เป็นกราฟ เป็นแพทเทิล ตรงนี้มันเป็นพวกไคเซนด้วยนะ ตรงนี้มันแก้ได้นะ โดยที่เอากระบวนการหรือเอาแนวคิดเปลี่ยนวิธีการในการทำงานมาแนะนำเรา เหมือนคาราคุริ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA18, 2565) TPS เนี่ยมันไม่ได้ใช้เฉพาะในยายนยนต์อ่ะนะมันใช้ได้กับทุกอุตสาหกรรม ระบบ ISO ระบบ TPM ระบบ PQM ไรต่างๆเนี่ยน่ะครับ อาจจะไม่จำเป็นต้องลีนหรอกอาจจะเป็นชิกชิกม่า แล้วค่อย เป็นๆ Automation เป็นอย่างอื่นน่ะครับ อย่างที่บอกมันมันทำยังไงให้ไลน์เนี่ยมัน มีประสิทธิภาพก่อนเนี่ย แล้วค่อย แล้วค่อยใส่ Automation” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA5, 2565) สอดคล้องกับ “ทำไมคอนเวเยอต้องสั้นแค่เนี่ย ทำไมต้องทำแค่เนี่ยแล้วคุณจะเอาเครื่องไปตั้งห่างกันทำไมต้อง 4-5 เมตร ขณะที่มันไม่จำเป็นต้องตั้งห่างกันขนาดนั้น อะไรอย่างเนี่ย คุณคิดกันไปชิดได้ อะไรอย่างเนี่ยอะครับ บางที่เนี่ยมันก็เป็นเรื่องที่จำเป็นแน่ๆครับ แต่มันเป็นเรื่องจำเป็นที่จะต้องรู้จักการนำเสนออย่างมีท่าที West เนี่ยต้องอยู่ในใจเลย 7West ต้องอยู่ในใจเลย” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA6, 2565) ปรับปรุงงานเนี่ยไม่มีที่สิ้นสุด เวลานั้นเราบอกว่ามัน มันแมช เนื่องจากว่ามันมีวอลลุ่มเห็นผลผลิตเห็นสิ่งที่ได้ การเปลี่ยนแปลงเพราะว่าลูกค้าเข้ามาเกี่ยวข้อง เราต้องปรับ เราต้องปรับปรุงอีก มันต้อง Lean อีก มันต้อง Lean เข้าไปอีก มันต้องหรือว่าหรือถ้าภาษาเค้าเรียกว่า Improvement น่ะ ไคเซน ไคเซนมันก็ Improvement ก็แปลว่าไคอะเซนก็ Improvement ทำไปเรื่อยๆทั้งงานเดิมและงานใหม่” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565)

ขั้นตอนที่ 4 การทำ Lean Automation ไม่มีการจำกัดเครื่องมือในการใช้หรือการเรียกทุกเครื่องมือในแต่ละองค์กรที่มุ่งเน้นในเรื่องของการกำจัดของเสีย ลดของเสีย ความสูญเสียต่างๆ

(7Waste, 16 Major loss) ลดกระบวนการที่ไม่เกิดประโยชน์ หรือในศัพท์ที่ทางญี่ปุ่นเรียกว่า “มูดะ” (MUDA) ให้ลดลง ตัวอย่างเครื่องมือ เช่น QCC KAIZEN 5ส. TPS Kanban การบริหารคุณภาพด้วย 7 QC Tools เป็นต้นสามารถนำมาใช้ในกระบวนการได้ทั้งสิ้นเน้นให้การปรับปรุงเป็น ระบบดึง (Pull System) เริ่มจากการลดความสูญเสียไปทีละจุดทีละกระบวนการ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงาน เน้นการออกแบบการใช้เครื่องมือในการผลิตและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างเช่น การใช้ไคเซ็น (Kaizen) ปรับปรุงกระบวนการ หรือการปรับปรุงอุปกรณ์โดยใช้ คาราคุริ (Karakuri) เมื่อองค์กรมีวัตถุประสงค์หลักในการใส่ระบบอัตโนมัติ (Jidoka) หรือหุ่นยนต์เข้าไปในกระบวนการ และเพื่อลดความไม่ต่อเนื่องกันระหว่างการลดความสูญเสียของกระบวนการ การแก้ไขปัญหาของแต่ละเครื่องมือควรวางให้สอดคล้องกันกับวัตถุประสงค์หลัก เมื่อเราใช้เครื่องมือในการปรับปรุงกระบวนการต้องมองไปถึงวัตถุประสงค์ท้ายสุดเพื่อให้เกิดการสนับสนุนกัน สิ่งที่สำคัญคือการปรับปรุงเมื่อนำเครื่องมือเข้ามาใช้ต้องเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างก่อนและหลังทำ เพื่อพัฒนาต่อหรือเปลี่ยนการแก้ไขในกระบวนการนั้นๆ องค์กรจึงปฏิเสธไม่ได้ว่าควรต้องมีทีมงานเข้ามาช่วยวิเคราะห์ในแต่ละกระบวนการที่กำลังศึกษา หากพบข้อมูลหรือความสูญเสียมากขึ้น ต้องหาสาเหตุของปัญหา (Root Cause Analysis : RCA) ให้พบพร้อมทั้งหาวิธีการป้องกันความผิดพลาดด้วย โปกะ โยเกะ (Poka-Yoke) ก่อนดำเนินการขั้นต่อไป

1.3.5 การออกแบบหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ (Robot or Automation Design)

“Food Processing เนี่ยหัวใจเขานะครับอาหารแปรรูปมีการแปรรูปอาหารเนี่ย เรื่องแรกเลยสำคัญที่สุดคือ Food Safety คนอยู่ในวงการอาหารเนี่ย Safety สำคัญมาก เรามีระบบ GMP ถูกไหมครับ เรามี HACCP เราพูดถึงอาหารแปรรูปนะครับ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA4, 2565) สอดคล้องกับ “เบื้องต้นของอุตสาหกรรมอาหารเบื้องต้น ผมมองว่าที่มันสามารถเข้าไปได้ สามารถทำได้เลยใช้ได้เลย พวกทำงานทำซ้ำๆซากๆ งานเก็บ ตามยก เพราะว่าอันนี้คือใช้คนคนอยู่ลงระบบอัตโนมัติเข้าไปแทนเลยคุณเอาไปแทนได้เลยคุ้มแน่นอน” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565) สอดคล้องกับ “เวลาการเราจะมาออกแบบคิดออกแบบอะไรที่พยายามใช้ให้มันมีประสิทธิภาพ เราก็เลย เราทำได้ ตรงนี้เราทำได้ เราก็ เราก็ทำออกแบบ ทำยังไงให้มันสามารถใช้ให้มันมีประสิทธิภาพ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565) สอดคล้องกับ “เป็นแบบแมนนวลคนร้อยเปอร์เซ็นต์ทุกวันเหมือนอดีตที่ผ่านมา อย่างน้อยนะอย่างน้อยเลยอ่ะ เป็นเซมิก็ได้ เซมิก่อนก็ยังได้” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA17, 2565) สอดคล้องกับ “เคลียร์ดีเทลให้ชัดเจนคำว่าเคลียร์ดีเทลให้ชัดเจนหมายความว่าข้อมูลอะไรก็ตามที่เป็นข้อมูลที่จำเป็นต้องรู้ในการออกแบบ จะต้องได้จากลูกค้าเป็นลายลักษณ์อักษร เป็นลายลักษณ์อักษรไม่ใช่หมายความว่าเราไม่เชื่อใจกันนะ เป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อทาง Engineer บ่งบอกว่า Automation มันอยู่ที่จุดไหน Automation มีความหลากหลาย ถามไม่หมดมันจะมีเกรย์แอเรียอยู่ ตรงนี้เนี่ยก็จะเป็นคีย์ที่ Success” (ผู้ให้

ข้อมูลหลัก LA14, 2565) สอดคล้องกับ “มันสั้นที่สุดมันดีที่สุดมันใช้พื้นที่ที่จำกัด พื้นที่ก็ยัดอะไรลงมาต่างๆนะ การวางมันไหลมันยาวไปมั้ยมีพื้นที่ต้นทุนมันเท่าไหร่ มันก็กลับไปคำนวนในส่วนของ Cost ใช่มั้ย Cost ที่จะตั้งต้นมันเป็นเท่าไหร่ถ้ามอง ตรงเนี้ยมันเหมาะสมละก็เราก็เลือก Automation” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565) สอดคล้องกับ “ก่อนที่จะไปหา Automation มาเติม เราหาเองก็ได้แต่หาเองเนี่ยมันจะมีจุดอ่อนตรงนึงตรงที่ว่าเราไม่สามารถนำมาประกอบและรวมระบบได้ เอาอย่างมา เอาทุกอย่างมาต่อกันน่ะมันไม่ได้ แล้วยิ่งตอนนี้ถึง IOT ด้วยเนี่ยนะ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA8, 2565) สอดคล้องกับ “ฝั่งผู้ผลิตเครื่องเรารับ Requirements จากหน้างานนะครับ เพื่อที่จะคิดเครื่องจักร Conceptual ต่างๆว่า เครื่องจักรมันควรออกมาแบบไหน เราควรมีการวิเคราะห์เรื่องของการมูฟเม้นของคนก่อนเพื่อให้มันถูกลดลงที่สุด บางที่เป็นโรงงานที่ใหญ่ก็จริง แต่พื้นที่ทุกพื้นที่ผมว่าอย่างมันมีค่ายิ่งกว่าทอง ครับหาเครื่องจักรที่เล็กที่สุดเพื่อไปลงและให้มัน Simple ที่สุด ไม่ควรลงทุนเป็นเครื่องจักรใหญ่ตั้งแต่แรกอะครับ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA20, 2565) สอดคล้องกับ “ทำอย่างไรก็ได้ให้เขาลีนก่อนแล้วค่อยวางแบบ เขียนแบบเป็นระบบอัตโนมัตินะครับ เราจะทำอย่างไร เพื่อแทคกิ้งในเรื่องของความสูญเสียความสูญเปล่าของมาจากนั้นพอเห็นความสูญเสียความสูญเปล่าแล้ว รีบทำการอิมพลูเม้นก่อน ซึ่งความหมายเขาจะเกิดการทรานต์ฟอมอะครับ ในกระบวนการแรกนะครับ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA24, 2565) สอดคล้องกับ “การเลือกระบบออโตเมชั่น ที่จะนำมาใช้ให้เหมาะสมกับโรงงานเนี่ยมันก็สำคัญว่าไอสิ่งที่เราเลือกเนี่ยมันเหมาะสม เทคโนโลยีตัวโรบอทที่มันหยิบและวางชาวบ้านทำได้ จริงแล้วมันอาจจะไม่ใช่อาจจะมีระบบอื่นๆ ควรจะศึกษา ข้อดีข้อเสียของแต่ละระบบให้ชัดเจน มันอาจจะไม่ได้ลดต้นทุนตามที่เราคำนวณไว้จริงๆก็ได้ อันนี้เป็นสิ่งที่อยากจะให้เลือกและก็พิจารณาหลายๆด้านหลายๆ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA17, 2565) สอดคล้องกับ “คนที่ดีไซด์ระบบอัตโนมัติเนี่ยเขาดีไซด์ได้ โรบอททำได้เร็วขึ้นเลยแล้วทำแบบไม่หยุดเลย แต่สิ่งที่เกิดขึ้นปัจจัยที่ Process ก่อนหน้าเนี่ยบางที่มันเป็นปัจจัยจากแมนฮาวอะ รอ เพราะงั้นเนี่ยก็คือ Waiting Time ประสิทธิภาพ OEE ก็ไม่ดีเท่าที่ควรอะครับ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA24, 2565) สอดคล้องกับ “ลักษณะไลน์เราเป็นอย่างงี้ สินค้าเราเป็นอย่างงี้ เราต้องเอาข้อมูลทั้งหมดให้เค้าครับให้กับคนที่จะดีไซน์ไลน์เค้ามาคิดมาอะไรเราก็บอกว่าผมต้องการงี้ ต้องแบบไหน คุณๆ ทำเลย ถ้างั้นเอานะคุณลองทำในๆๆเงื่อนไขที่คุณบอกคุณโพสราคามาเท่านี้นะ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA18, 2565) สอดคล้องกับ “ความละเอียดสูงๆเนี่ยคนมันมันมองไม่ค่อยเห็นแล้วความเที่ยงตรงมันลำบากแล้ว ก็เอาเทคโนโลยีเข้าไปช่วยให้เกิดความเที่ยงตรงให้มันทำได้มากขึ้นเร็วขึ้นนะครับ ก็พัฒนาไปที่ละตัวๆ จนกว่าไปถึงจุดนึงเราจำเป็นแล้วล่ะที่จะต้องเอาเทคโนโลยีเหล่าเนี้ยเอาเอไอ เอาหุ่นยนต์อะไรต่างๆเหล่าเนี้ยเข้าไปทดแทนนะครับ ความคุ้มทุนน่าจะมากกว่า” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA2, 2565) สอดคล้องกับ “ข้อแรกก็คือเราจะต้องรู้ก่อนว่าเค้าอะเก่งอะไรมันแมชกะเรามั้ยขอดูผลงานเค้าเวลาเค้าเก็บเอาข้อมูลเราไปแล้วอะค่ะ เวลาเค้าวิเคราะห์ออกแบบมาให้เราดูอะน่าเชื่อหรือเปล่าเป็นไปได้หรือเปล่าทำได้จริงหรือเปล่า service เราดีแค่ไหนเค้า” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA8, 2565) สอดคล้องกับ “ก่อนที่จะทำเนี่ยเราก็ดูว่ามันยังลีนไหมลีนจากคนไหมน่ะครับคนทำงาน Over load อันนี้ก็ถือว่าเป็นสิ่งสูญเปล่าอันนึงที่ต้องกำจัดก็จะเอาหุ่นยนต์หรือระบบ

มาใช้นะครับก็ต้องดูทั้งหมดก่อนก่อนที่จะพิจารณาเลือกใช้น่ะครับระบบ Automation อันนี้ก็คือหลักการ SI เค้าก็นึกว่าเราต้องการแค่ automation ทำฟังก์ชั่นต่างๆนี้ได้เค้าสร้างให้เราเค้าออกแบบให้เราได้นะครับแต่ว่ามันๆ ไม่ตอบโจทย์อะเรื่อง Productivity เพิ่มมั้ย" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA5, 2565) สอดคล้องกับ "ออโตเมชั่นมาใช้เป็นสิ่งที่ดีเพราะว่าต้นทุนเรื่องคนของคุณสูงตอนนี้อาจารย์ไม่รู้ว่าเรื่องคุณภาพน่ะมีส่วนด้วยไหม มันมีส่วนด้วยไหมถูกรีเจ็คบ้างไหม หรือไปค้นพบหรือ Defect หรืออะไรบ้างไหม" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA25, 2565) สอดคล้องกับ "ยิ่งอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับอาหารนะครับมันมีเรื่องมาตราฐานความปลอดภัย หลายๆเรื่องมาเกี่ยวข้องด้วย อันนี้ก็ยิ่งความสำคัญมากขึ้นในการที่จะใช้เครื่องจักรแทนคน การคุมเรื่องของสิ่งปลอมปน เจือปนต่างๆ เพราะงั้นเนี่ยการใช้ระบบอัตโนมัติผมว่าปัจจุบันเนี่ย 80% วัตถุประสงค์ก็เอาไปแทนคนครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA6, 2565) สอดคล้องกับ "การผลิต อาหารต้องทำในระบบปิด ความสะอาดต้องมาก่อน คนงานในการผลิตต้องใส่ถุงทือ ล้างมือ อาจควบคุมได้ยากกว่าการใช้เครื่องจักรในปัจจุบันและอนาคต" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA1, 2565) สอดคล้องกับ "จาก In put, Out put และ Process เพื่อให้ดีกว่าหรือได้เท่าเดิม บางกระบวนการสามารถทดแทนได้บางกระบวนการยังครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA7, 2565) สอดคล้องกับ "ส่วนไหนบ้างที่จะทำเป็นเอาอัตโนมัติมาช่วย แต่อาจารย์ไม่ได้หมายความว่าต้องทำทั้งหมดน่ะก็อาจจะเป็นส่วนๆ เพราะว่าบ้างอย่าง ออโตเมชั่นก็ทำให้ต้นทุนสูงขึ้น สูงมากในส่วนที่ต้องวางแผนค่ะ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA25, 2565)

ขั้นตอนที่ 5 การผลิตอาหารมีหลักสำคัญที่ไม่สามารถมองข้ามไปได้ คือเรื่องของความปลอดภัยในอาหาร (Food Safety) ในระบบการผลิตที่ดีจึงต้องมีการปฏิบัติตามหลักการปฏิบัติที่ดี (Good Manufacturing Practice :GMP) และยังต้องมีการควบคุมในจุดวิกฤตในกระบวนการผลิต (Hazard Analysis Critical Control Point : HACCP) การออกแบบระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์เข้ามาใช้งานในการออกแบบจำเป็นต้องใส่ในรายละเอียดเรื่องสุขลักษณะและการปฏิบัติที่ดีเข้าไปด้วย หากองค์กรมีฝ่ายออกแบบเองเป็นส่วนความรับผิดชอบขององค์กรจะมีความเข้าใจในส่วนนี้ มากกว่าที่เราจ้างคนออกแบบ การออกแบบต้องลงในรายละเอียดผ่านโปรแกรมการออกแบบ เพื่อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะ (Specification) ทั้งทางด้านส่วนประกอบ คุณสมบัติการใช้งาน ยี่ห้อ ความสามารถในการทำงาน และที่สำคัญขอบเขตงาน ด้วยสัญญาที่เป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อความสะดวก รวดเร็วในการติดตามงาน และกำหนดผู้รับผิดชอบอย่างชัดเจน ยิ่งรายละเอียดงานมากเท่าไรจะทำให้งานสามารถมีโอกาสสำเร็จได้มากยิ่งขึ้น เรื่องของพื้นที่การติดตั้งผู้ออกแบบต้องเข้าไปดูสภาพแวดล้อมก่อนการออกแบบ เพื่อดูให้ชัดเจนถึงพื้นที่ที่มีและพื้นที่ที่ใช้ได้จริง เนื่องจากพื้นที่ที่มีอยู่อาจใช้ร่วมกับการสัญจรของรถ หรือวางสินค้าประเภทอื่นๆอยู่ จึงต้องชัดเจนในเรื่องของขอบเขตพื้นที่ที่ใช้ติดตั้ง การออกแบบวางระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ที่ได้มีการปรับปรุงจากไคเซ็นต์มาแล้ว จะช่วยให้ไลน์มีประสิทธิภาพ ระดับหนึ่งเพื่อส่งต่อการใช้สกิลของคนลงไปสู่การออกแบบระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ที่

มีประสิทธิภาพด้วย ข้อสำคัญต่อมาคือเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ต้องคัดเลือกให้มีความเหมาะสมกับองค์กร การออกไปดูระบบที่ทำงานได้จริงจะช่วยในการเปิดโลกกว้างในความคิดของการออกแบบและการเลือกใช้อุปกรณ์ ผู้ออกแบบต้องประเมินข้อดีข้อเสียให้ชัดเจน ในเรื่องของ กำลังผลิตของหุ่นยนต์ (Capacity) ให้สอดคล้องกับกระบวนการโดยรวม ไม่ให้เกิดการรอคอย (Waiting Time) หรือการผลิตเกินจำเป็น (Over Stock) ต่อกระบวนการอื่น ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพโดยรวมของกระบวนการผลิต (Overall Equipment Effectiveness :OEE) เนื่องจากการทำ Lean Automation เป็นการค่อยๆปรับปรุงไปทีละจุดจึงยังต้องมีการทำงานร่วมกับคนและการจับ ยก ย้าย ที่เป็นกระบวนการเดิม นอกจากนี้ข้อมูลของสินค้าที่ผลิตมีความจำเป็นในการออกแบบเช่นกัน ทั้งขนาด น้ำหนัก รูปทรง ภาชนะที่ใส่ ฯลฯ ผู้ออกแบบต้องเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับสินค้า ต้องวิเคราะห์ถึงความเร็วที่สามารถหยิบจับสินค้านั้นๆได้ และลักษณะของการจับ ยก ย้าย ต้องทำแบบใดเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด การออกแบบจาก Lean Automation จะช่วยให้ประหยัดงบการลงทุนในแต่ละครั้ง และเลือกยอมรับในความเสี่ยงของกระบวนการแต่ละจุดที่เราจะทำการลงทุนกับระบบอัตโนมัติและเครื่องจักรได้ ทั้งนี้หากองค์กรใช้ผู้ออกแบบจากภายนอก จึงมีความจำเป็นต้องทำความเข้าใจ และสร้างการสื่อสารที่ดีระหว่างองค์กรกับผู้ออกแบบ เพื่อความเข้าใจในกระบวนการที่แท้จริง และลดการเสียเวลาในการแก้ไขแบบดังกล่าว

1.3.6 การจำลองรูปแบบและกำหนดสเปก (Model simulation and specification)

“ถ้ามันมีเครื่องที่สำเร็จแล้วก็ดีไปอย่าง ไม่มีเลยเป็นเครื่องที่เราต้องมานั่ง คุยกับซัพพลายเออ ดีวัลลอปกันไป อะไรกันด้วย เทคธามกันนาน ซึ่งๆอันนี้มันก็จะเป็น อย่างที่บอกตอนต้นเนอะมันมีทั้งสำเร็จและไม่สำเร็จ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA17, 2565) สอดคล้องกับ “บริษัทยักษ์ใหญ่เนี่ยที่เค้านำหน้าไปมากแล้วเค้าก็ยังมี Simulation เรื่องความพร้อมสามารถลงทุนได้แล้ว อาจเป็นแชร์คอสนะ หรือเช่าก็แล้วแต่เพื่อเอามาให้เกิดงาน ช่วยให้วิเคราะห์ แล้วก็ลดไซเคิลในการลองผิดลองถูกนะครับ ยังไงก็ตามวงล้อในการทำ Continue of Improvement แต่ Simulation จะช่วยให้การหมุนนั้นมันลดจำนวนรอบลง” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA10, 2565) สอดคล้องกับ “คุณไปดีไซน์มาให้ครบกว่า Process ที่อยากจะได้เนี่ยมันเป็นยังไง มัน Lean มั้ย Simulate มั้ยแล้วอย่างที่สอง หลังๆ จากที่คิดว่ามัน Lean แล้วเนี่ยมันเวิร์กมั้ย สภาพแวดล้อมในการ Simulate ของคุณเช่น บางอย่างมันอาจจะต้องใส่ว่าวัสดุ วัสดุมันเป็นยังไงแบบขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ที่เราใส่ตรงกับของจริงขนาดไหน” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA11, 2565) สอดคล้องกับ “โมเดลหมายถึงว่าเป็นโมเดลเล็กๆนะครับ เค้ามาดูหน้างานกะเรา ปัญหาคือเราเค้าจะเวิร์ค พอเค้าจะเวิร์คงานออกมารูปแบบนี้ เวิร์คงานออกมารูปแบบนี้เพื่อให้มันสอดคล้องกับสินค้ากับ Product เราใช้มั้ยครับ เค้าก็จะกลับไปสร้างโมเดลของเค้าแล้วว่าทำเป็นโมเดลเพื่อมันจะติด

ตรงไหนมันมีอะไรเหมือนเขาย่อละกัน เค้าย่อให้มันเล็กลงเพื่อให้เค้าได้เห็น loop ในการทำงาน เห็น loop ของเครื่องจักรของอุปกรณ์เขาต่างๆ เค้าถึงมั่นใจว่าเค้าค่อยเสนอนะครับ ได้กี่เปอร์เซนต์ Cap ได้เท่านี้ Cycle Time ได้กี่สิบกี่วิเท่านี้" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA18, 2565) สอดคล้องกับ "คุย Information ต่างๆ ในส่วนเราก็จะไปดูในส่วนของคอนเซปๆที่จะทำให้กลับลูกค้า คอนเซปแบบไหนที่เหมาะกับงานของลูกค้าหล่ะกัน แล้วก็ในเรื่องซิมโมลูชั่นให้ลูกค้าเห็นภาพว่าการงานของเราเนี่ย เราเอาหุ่นยนต์มาใช้น่ะ เราเอาระบบกิฟเปอร์ ระบบคอนเวเยอ ระบบต่างๆที่มีอยู่ระบบมาใช้เนี่ย แล้วลูกค้าได้เก็ตเห็นภาพ Layout เป็นแบบนี้ โอกาสสำเร็จบางที 95%" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA23, 2565) ต้อง Simulate ให้ดูนะมันจะได้เห็นภาพจริงๆ เพราะว่าเราอะมันอ่อนด้านวิศวะพี่ก็เป็นคนนึงเหมือนกัน อธิบายอย่างเงี้ยถ้าเกิดเรามีพื้นหน่อย เรามีพื้นความรู้มันก็จะไปได้ไว เอาทักษะลงไปจรดปากกาออกแบบ 3D ไม่มีทางเป็นจริงได้ถ้าเพิ่งเริ่ม (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA8, 2565) งาน new model ตอนช่วงเราคิดแล้วว่า เบื้องต้นเรายังไม่เห็นงานจริงใช่มั้ย พอมันเห็นมันจาก Sim บอกว่ามันคาดการณ์ไว้เป็นงี้ จะรู้จักว่า Cycle time Takt Time เป็นยังไง เห็นว่าการเคลื่อนไหวของอุปกรณ์ ที่เชื่อมโยงเป็นอย่างไร (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565) สอดคล้องกับ "เราสามารถ Simulate ให้เห็นก่อนได้เรามีซอฟต์แวร์ที่สามารถเป็นจำลองการทำงานทั้งแพลนเลยก็ได้ เฉพาะไลน์ก็ได้ ครับจำลองออกมาแล้วบอกได้เลยว่าเนี่ยถ้าทำตามนี้ทั้งหมดมี ตามนี้ทั้งหมดเนี้ยมีหุ่นยนต์กี่ตัวเนี่ย Cycle time มันจะเป็นยังไงนะครับของเสียตรงไหนมันจะลด อะไรต่างๆนะครับลักษณะเช่นเนี้ยเราสามารถที่จะพิสูจน์ได้" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA5, 2565) สอดคล้องกับ "คุณจำลองทำสัก 2-3 แสนก่อนได้ไหม ถ้ามันไม่เวริคเราก็ไม่ต้องไปกันต่อ คุณก็ไม่เสียเราก็ไม่เสีย อะไรอย่างเนี่ย เรื่องพวกนี้เนี่ยตรงนี้คือจุดสำคัญนะครับ ที่ผมอยากให้โรงงานอุตสาหกรรมต้องคิด" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA6, 2565) สอดคล้องกับ "Digital twin ก็ทำให้เราไม่ต้องเข้าไปอยู่ในโรงงานที่จะพัฒนาตลอดเวลาเพิ่มความยืดหยุ่นให้คนออกแบบกับองค์กร" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA1, 2565) สอดคล้องกับ "หาความน่าเชื่อถือ Prove of concept ด้วยตัวทดลองซิมันทำได้มั้ย หรือเคยทำมาแล้วมีประสบการณ์แบบไหนมีอ้างอิงอย่างไร ต้องเข้าใจก่อนว่ามันมีการเริ่มลงทุนต้องมีการเสียเงินบางทีองค์กรคิดว่าไม่ได้ไม่ต้องจ่ายเลย แต่บางงานมันไม่เคยมีมาเลยต้อง Prove of concept ก่อนองค์กรต้องเข้าใจร่วมกัน" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA7, 2565) Simulation จะบอกคอนเซ็ปบางทีผู้บริหารไม่ได้อยู่กับเราตลอดโครงการไม่ได้เข้าประชุมทุกครั้ง Simulation ก็ช่วยให้ท่านเข้าใจได้ง่ายครับตัดสินใจได้ง่าย (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565)

ขั้นตอนที่ 6 บางองค์กรขนาดใหญ่มีการลดทุนในด้านการจำลองหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเพื่อดูถึงโอกาสของความสำเร็จในแต่ละกระบวนการก่อนการลงทุนที่แท้จริง แต่สำหรับองค์กรที่มีขนาดย่อมลงมาหรือองค์กรที่ไม่ต้องการลงทุนต้องหาคู่ค้าที่เป็นผู้ผลิตหรือผู้จัดทำระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ (Supplier) เพื่อที่สามารถขอใช้อุปกรณ์ทดลอง หรือเช่าเพื่อทดลอง เพื่อจำลองสถานการณ์ (Simulation) และคำนวณถึงความสำเร็จที่เป็นไปได้ การจำลองเป็นการลดขนาดอุปกรณ์ให้มีขนาด

เล็กลงโดยยึดตามสเกลขนาดเดิม จากนั้นใช้โมเดลขนาดเล็กทดลองการผลิตใหม่ที่ใช้ระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์หรือการจำลองในจุดที่สำคัญ ที่พบปัญหาและต้องการแก้ไข (Pain Point) โดยใช้หุ่นและอุปกรณ์จริงแต่สร้างเฉพาะส่วนเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหา ปัจจุบันมีการใช้โปรแกรมในการจำลองสถานะการณ์ได้เพื่อประกอบการตัดสินใจของทีมหรือผู้บริหารองค์กร ควบคู่กับแบบและสัญญาที่ตกลงกัน แต่การจำลองด้วยสถานะการณ์จริงก็เป็นตัวยืนยันได้ดีกว่าเนื่องจากในโปรแกรมมีบางค่าที่เราอยากควบคุมแต่โปรแกรมไม่มีและบางค่าที่โปรแกรมมีแต่องค์กรไม่มีข้อมูล จึงทำให้โปรแกรมทำงานได้ไม่ทุกสถานการณ์ ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายในการจำลองหรือทดลององค์กร ที่พัฒนาอาจต้องมีส่วนในการจ่ายเพื่อซื้ออุปกรณ์ เช่าเครื่องจักรทดลอง เนื่องจากเป็นสินค้าและการจำลองกระบวนการขององค์กรที่ต้องการพัฒนาหรือตามแต่ตกลง การจำลองรูปแบบสามารถแสดงให้เห็นโอกาสของการปนเปื้อน (Contamination) ของกระบวนการผลิตอาหารซึ่งจะส่งผลต่อความปลอดภัยในอาหาร องค์กรจะสามารถวิเคราะห์ผ่านรูปแบบจำลองเพื่อเลือกอุปกรณ์ และวัสดุ ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในกระบวนการ ในขั้นตอนนี้เองก็เพื่อจะสรุปแนวคิดให้ชัดเจนร่วมกันระหว่างผู้ออกแบบกับผู้ผลิตและองค์กร ให้ดำเนินการไปทิศทางเดียวกันและสร้างความเข้าใจร่วมกัน

1.3.7 วิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุน (Return on Investment)

“มองในเรื่องของฟังชั่นนอลมากกว่ายากหมายถึงว่าทำได้หลายๆอย่าง อย่างเช่นแบบสมมติว่าเครื่องก็ให้มันจบในหนึ่งเครื่องไปเลย จากสเต็ปที่เรามีอยู่ 5 6 โพรเซสเราสามารถให้มันจบในหนึ่งแมทชีนได้” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA17, 2565) สอดคล้องกับ “คนที่ไปทำโรบอทเค้าก็ไปทำปุ๊บ Drawing มาพร้อมราคาเลยสิบล้าน คุณทำแบบเดิมๆคุณจะใช้ Cost Operation เดือนนึงสามแสน สามปีคืนทุนเค้าก็จะเอาตัวนี้ไปเสนอกับทางผู้ใหญ่ ถ้าผมลงแบบนี้นะคุณสามปีพอได้คืนทุนที่เหลือคือกำไร แล้วผมบอกว่าถ้าผมลงเครื่องจักรเครื่องนึงลงทุนสามปี ยังไงผมก็ทำถูกมั้ยฮะ ส่วนใหญ่เนี่ยเวลาคนจะลงทุนอะไรก็ตามเนี่ยมันก็จะต้องมองแผนระยะยาวแล้วก็การคืนทุน” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA14, 2565) สอดคล้องกับ “1.Automation Robot คุณเอาเรื่องนี้ก่อน 2. ตามประกบมาด้วย Lean Manufacturing นะครับ 2 อันนี้ไม่มีเงื่อนไขครับ คุณจะเป็น S เป็น M เป็น E คุณทำได้หมด แล้วเมื่อคุณต้องการทำสองอันนี้ได้ดีระดับหนึ่งแล้วค่อยคิดถึง Lean Automation ไปทำเรื่องนี้ก่อนและการเตรียมความพร้อมก็คือ หนึ่งวิเคราะห์ตัวเองอยู่ตรงไหน สองทำแล้วคุ้มไหม ไม่ใช้ลง Lean Automation ใช้เงินมากมายแล้วก็ไม่คุ้มอะไร” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA4, 2565) สอดคล้องกับ “เปรียบเทียบ Cost อะครับ สมมุติเนี่ยเราเอาเครื่องเล็กๆเข้าไปช่วย แต่คนเท่าเดิม พนักงานทำไวขึ้นมีความสุขมากขึ้น กับเราเอาโรบอทเข้าไปช่วยจาก 3 คน เหลือ 5 คน แล้วก็เอา Cost มาเวสกันว่าต่างกันไหม ใช้งานกี่เปอร์เซนต์” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA20, 2565) สอดคล้องกับ “คุณลงทุนแบบนี้คุณจะได้คืนภายใน 3 ปี โปรเจคนั้นเกิดครับ เพราะหลังจากดูแล้วไม่นาน ข้อมูลคือถูกต้อง เพราะเค้าปฏิเสธไม่ได้เลยว่าปัจจุบันแบบนี้ นอกจากคืนทุนประสิทธิภาพยังเพิ่มหยิบผิดไม่มีเลย ความต้องการของลูกค้าเช่น เช่น ลูกค้า

บอกว่าถ้า product ไม่กรีน Carbon footprint เยอะฉันไม่ซื้อแล้วมันกลุ่มมันใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ คุณก็ต้องปรับตัว มันไม่ได้มี ROI วันนี้แต่ต้องทำ ถึงเวลาเนี่ยมันอาจจะบอกว่าวันนี้คุณทำเท่านี้แล้วคุณค่อยๆขยับก็ได้" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA11, 2565) สอดคล้องกับ "เห็นว่าดีก็เลยลงทุนไปคุ้มมันไม่คุ้ม แต่ในอีกข้างนึงอะถ้าไม่ทำน่ะจะตายมั้ยคือมุมกลับกันของบาง Process น่ะมันว่าเพราะว่าวิเคราะห์ให้ตายยังไงเนี่ยมันก็จะไม่คุ้ม ไม่คุ้ม แต่ว่าสิ่งที่มันต้อง มันต้องเปรียบเทียบกันระหว่าง Return of Investment กับเรียกว่า True Put ขององค์กรน่ะฮะ เพราะฉะนั้นเนี่ย ROI เป็นข้างนึงแต่อีกข้างนึงก็จะเป็นเรื่องนึงของ Throughput กับ Opatunity Growth ต้องต้องมองบาลานซ์สองหน้าบาง Process เนี่ยวิเคราะห์ให้ตายก็ ก็ไม่รีเทิร์น แต่ แต่ถามว่า...มันไม่มีคนทำงาน process เนี้ยมะร้อนเกินไป มันเย็นเกินไปมันหนักเกินไปเลยไม่เกิด True put เลยไม่เกิดยอดขายอย่างเงี้ยฮะมันก็มีหลายมุมที่ต้องดู" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA16, 2565) สอดคล้องกับ "ปัจจุบันที่นโยบายในการลงทุนที่ผมให้ทีมงานอยู่บางเครื่องอะ พวกเครื่องจ่งเครื่องจักร... ต้องอยู่ในไลน์ให้ได้เราจะอนุมัติอย่างโรบอทตัวหนึ่งตัวเนี่ยให้ประสิทธิภาพมันเท่าไหร่ที่มัน ทำงานอะทำงานด้วยการมันเป็น 80% 85% แต่ลักษณะนี้มันเร็วขึ้นแต่ว่าโอเคมันพร้อมที่จะรับออร์เดอร์ในการขยายในการตลาดของเรา เราก็ต้องมองอีกแบบ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565) สอดคล้องกับ "แต่กับคนนี่มันพอเริ่มเหนื่อย เริ่มล้าอะไรหลายๆอย่าง มันมีองค์ประกอบเยอะอะครับสู้ทางเครื่องจักรดีกว่าถามว่ามันคุ้มมั้ยผมกว่ามันคุ้มอะ คุ้มที่จะลงทุนน่ะคุ้มที่จะลงทุนในแผนระยะยาวนะครับ คนหายไป 6 คนกับโรบอทมาแทนตัวนึงแล้วกับงานภาระของช่างที่เพิ่มมากขึ้นมีมั้ย มีครับงานช่างต้องมีอยู่แล้ว แต่มันดีตรงที่ว่า คือเค้าคิดเป็นรูปแบบให้เราออกมาหมดแล้วว่าถึงเวลาเค้าก็จะมีทีมงานมาเปลี่ยน ถึงเวลาเค้าจะมีทีมงานเข้ามาทำ PM แต่ช่างผมต้องเข้าไปเรียนรู้" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA18, 2565) สอดคล้องกับ "อีกอันที่จะตอบโจทย์มากก็คือในเรื่องของเงินลงทุน Pay back กลับมาขนาดไหน กี่ปีถึงจะ Pay back 3 ปี 5 ปี ซึ่ง 3 ปี 5 ปีลูกค้ามองว่ายังโอเคเป็นไปได้" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA23, 2565) สอดคล้องกับ "จริงๆ เนี่ยมันอาจจะไม่ได้อยู่ที่ ROI ตัวเดียวนะครับ ROI เนี่ยเป็นเมตริกที่สำคัญมากอันดับหนึ่งนะครับแต่ว่าท้ายที่สุดเนี่ยมันอาจจะกลายเป็นว่ามันเป็นกฎหมาย" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA11, 2565) สอดคล้องกับ "จากปัญหาทั้งหมดที่คุณคุยเนี่ยแล้วก็จากที่เห็นมาในโรงงานเนี่ยมันมีอะไรบ้างที่ทำเรียงจากง่ายไปยากเพราะว่าหลายครั้งเนี่ยครับมันจะเป็น มันจะเป็นบางอย่างเนี่ยอิมแพ็คเยอะแต่มันยากมากแล้วมันใช้เวลานานก็จะต้องทำทีละนิดนะครับ บางครั้ง ROI แต่ละจุดมันค่อนข้างคืนทุนเร็วมาก แต่ก็ไม่เข้าใจเหมือนกันว่าทำไมถึงยังไม่ทำ มองว่าเขาคนที่ไม่เคยทำงี้หล่ะกัน เพราะไม่เคยทำปุ๊ปเนี่ยเขาก็จะลังเลและ ต้องลงทุนตั้งเท่านี้แน่จะได้จริงหรอ มันจะทำได้จริงหรอ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA23, 2565) สอดคล้องกับ "องค์กรจะได้อะไรกลับคืนมาก็ต้องย้อนกลับไปที่ตัวองค์กรอะครับว่าองค์กรต้องการอะไร องค์กรต้องการประสิทธิภาพ ต้องการการแข่งขันแน่นอนล่ะครับ ณ วันนี้คนทำอย่างเดียวเนี่ยมันมีข้อจำกัดเยอะนะครับคุณต้องหาอะไรมา มาช่วยคนก่อนสตาร์ทด้วยการเอาเทคโนโลยีไปช่วยคนก่อน" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA2, 2565) สอดคล้องกับ "ROI ของของบริษัทกับรับได้มั้ย ถูกมั้ยแต่ว่าถ้าเกิดในแง่ของ Developer อย่างเงี้ยเค้าก็ต้องหาอะไรที่มันคอมมอนอย่างเช่นตัวระบบ มันก็ขึ้นอยู่กับ กับ ROI กับ value

ที่บริษัทจะได้รับมากกว่าถ้าเป็นอุตสาหกรรมอาหารนะ ถ้าในแง่ของของๆคนทำของเพื่อไปขาย เค้าก็ต้องดูอะไรที่มันคอมมอนประมาณนั้นครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA21, 2565) สอดคล้องกับ "ROI ควรเป็นเท่าไหร่ถึงจะคุ้มนะครับ ญี่ปุ่นอาจจะทำปีนึงคุ้มกับการลงทุนของเราอาจจะเขยิบเป็นปีครึ่งสองปีแหละเงี้ยนะครับ นะครับหรือแม้แต่ว่าหุ่นยนต์หนึ่งตัวจะแทน ถ้าแทนแรงงานได้กี่คนเนี่ย" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA4, 2565) สอดคล้องกับ "การจะต้องลงทุนระบบอัตโนมัติในโรงงาน เมื่อเราวิเคราะห์อย่างสมเหตุสมผลแล้วเนี่ย ความเป็นระบบอัตโนมัติที่เหมาะสมกับธุรกิจอะครับ อาจจะต้องมองดูภาคใหญ่ กับธุรกิจของเขานั้นมีระดับของมันอยู่นะครับ อย่างไปคิดว่าคนมันต้องหายเป็น 0 เลยซะที่เดียว มันอาจจะลดคนลงมา จาก 12 คน เหลือซะ 6 คน ไอ้ 6 ที่เหลือเนี่ยก็เป็นคนที่ต้องมาการใช้สกิลอยู่พอสมควรนะครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA6, 2565) สอดคล้องกับ "การตัดสินใจลงทุนบางทียังไม่คุ้มกับค่าแรงเค้ายังใช้คนดีกว่ายังคุ้มกว่า บางทีเลือกไปตรวจด้วย Vision ต้องลงทุน ไม่ต่ำห้าแสน ล้านนึงแต่ตรวจได้ไม่เท่าคน คนตรวจที่มีอยู่ยังใช้ได้คุ้มกว่า ROI ก็ยังเป็นตัวตัดสินอยู่ดีนะครับ ว่าการผลิตของคุณมันมากพอหรือเปล่า" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA7, 2565) เป็นจุดขายนะในอุตสาหกรรมอาหาร ระบบอัตโนมัตินะจะช่วยรักษาคุณภาพให้อาหารนะ โดยหุ่นยนต์เข้ามาตรวจเช็ค เอากล่องมาอ่านค่า การันตีคุณภาพ นะ payback period ไม่ได้เป็นคำตอบเดียวเพื่อตัดสินใจครับ (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565)

ขั้นตอนที่ 7 ความคุ้มค่าในการลงทุนระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ สามารถวัดได้จากระบบที่สามารถทำได้หลายอย่าง หลายหน้าที่ในเครื่องเดียว สามารถรวบกระบวนการผลิต การตรวจสอบคุณภาพเข้าไว้ด้วยกัน จากการออกแบบที่ผสมผสานวิธีการเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเครื่องระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ที่ทำงานได้ด้วยเครื่องเดียว การคำนวณการลงทุนองค์กรที่เป็นโรงงานผลิตจะมีค่าดำเนินการ (Operation Cost) ของการผลิตในแต่ละกระบวนการ การหากการลงทุนของระบบอัตโนมัติสามารถลดต้นทุนส่วนนี้ลงได้ องค์กรจึงใช้การคำนวณระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) ให้กับการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการนั้นๆ หรือของโครงการนั้นๆได้ หรือการคำนวณผลตอบแทนของการลงทุน (Return on Investment: ROI) ทั้งนี้การลงทุนในระบบอัตโนมัติมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ในบางองค์กรใช้สถาบันการเงินเพื่อการลงทุนก็ต้องคำนวณในค่าดอกเบี้ยที่เกิดขึ้นเข้าไปด้วย อย่างไรก็ตามการลงทุนและการคำนวณความคุ้มทุนต้องอาศัยข้อมูลที่ถูกต้อง เพื่อลดความผิดพลาดในการบวนการตัดสินใจ เมื่อองค์กรรู้จักตัวเองจากขั้นตอนก่อนหน้าก็จะสามารถเลือกระบบ ออกแบบระบบและหุ่นยนต์อัตโนมัติที่มีความเหมาะสมกับองค์กรทั้งในด้านการใช้งานและการลงทุน การลงทุนสามารถแบ่งเป็นหลายตอนในแต่ละโครงการเพื่อกระจายความเสี่ยงในความผิดพลาดของโครงการ และลดความเสี่ยงในการลงทุนที่สูง ทีมและการประชุมร่วมกับในองค์กรสามารถช่วยลดความผิดพลาดในเรื่องของข้อมูล และการลงทุนในกระบวนการต่างๆได้ การลดกำลังคนเป็นส่วนนึงที่ทำให้ต้นทุนลดลง อย่างไรก็ตามระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ยังสามารถเข้ามาช่วยในส่วนของการเพิ่มความสุขให้กับพนักงานเนื่องจากงานที่รวดเร็วขึ้น ระยะเวลาคืนทุนโดยส่วน

ใหญ่ไม่มีข้อกำหนดที่ตายตัว แต่กำหนดโดยทั่วไปประมาณ 3 ปี บางโครงการเมื่อนำระบบอัตมัติหรือหุ่นยนต์เข้ามาใช้ ลดข้อมผิดพลาดได้มากกว่า 90% แต่ระยะเวลาการคืนทุนอาจมากกว่า 3 ปี จึงไม่สามารถนำตัวเลขจากการคำนวณมาเป็นตัวตัดสินการลงทุนเพียงอย่างเดียว ควรมีการจัดตั้งทีมเพื่อวิเคราะห์ในผลการตอบแทน ประกอบกับข้อมูลจริงที่สามารถเชื่อถือได้ ความต้องการของลูกค้ามีส่วนในการพัฒนาระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์เช่น เดียวกันหากลูกค้าต้องการลดการใช้ทรัพยากรหรือลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ตามแนวทางของระดับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Footprint) องค์กรจึงไม่อาจหลีกเลี่ยงการลงทุนนั้นๆได้ถึงระยะเวลาคืนทุนจะสูงก็ตาม สามารถแยกการเปรียบเทียบออกเป็น 2 ฝั่ง คือ ปริมาณงานที่ได้จากการลงทุน (Throughput) กับ การขยายโอกาสทางธุรกิจ (Opatunity Growth) เนื่องจากบางโครงการระยะเวลาคืนทุนเร็วมากในจุดที่ใช้พนักงานเยอะ แต่บางจุดพนักงานน้อยแต่มีความจำเป็นเร่งด่วนเพื่อลดการสูญเสียของสินค้าจากสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพ หรือเป็นโครงการสนับสนุนธุรกิจในอนาคตแต่ไม่ส่งเสริมการลดต้นทุนในปัจจุบัน องค์กรต้องมองในมุมของโอกาสอีกทางหนึ่งด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับทีมหรือคณะกรรมการนโยบายขององค์กรในการตัดสินใจลงทุนในโครงการต่างๆ ตามแนวทาง Lean Automation คัดเลือกขั้นตอนที่มีโอกาสสำเร็จ และระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ที่เข้ามาต้องเข้ามาช่วยคนทำงานก่อน ต้องช่วยให้พนักงานได้สะดวกสบายมากขึ้นก่อน เป็นการเลือกขั้นตอนที่ต้องทำในลำดับแรกๆ

1.3.8 ดำเนินการสร้าง (Proceed to build)

“เราตกลงติดตั้งให้เค้าทำถูกมั้ยครับ เค้าก็จะเริ่มสร้าง สร้างแล้วก็ระหว่างสร้างสองเดือนประมาณเกือบๆสองเดือนชุดอุปกรณ์ ไปเทสกับเครื่องเค้าที่ๆ ที่โรงงานเค้าน่ะครับ เทสระหว่างเทส เขาเทสโอเค พอเค้าเทสโอเค เค้าก็จะเชิญเราให้ไปตรวจที่โรงงานเค้าก่อน เป็นเรื่องดีเพราะเพื่อไม่ต้องการให้เป็นการเสียเวลาเหมือนเรามาทดลองเองเค้ายอมไปเทสที่นั่นว่าจับดูว่าโอเคตามนี้มั้ย ถ้าโอเคตามนี้มีอะไรที่จะคอมเม้นมั้ยมีอะไรที่จะ จะให้แก้ไขดัดแปลงเพิ่มมั้ยก็คุยกันตรงนั้นให้จบไปเลยแล้วเค้าก็ไม่ได้ เค้าก็มีก๊อกสองก่อนว่าพอเราโอเคตามนั้นก็มาติดตั้งระหว่างเดินงานถ้ามันติดปัญหาอะไรเค้าก็จะเวิร์คแก้ให้ตามที่ ตามที่เราร้องขอประมาณนั้นน่ะครับ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA18, 2565) สอดคล้องกับ “เราคือต้องให้โอกาส เขาอาจจะไม่ถนัดงานนี้ตั้งแต่แรกก็ได้ อืม หรือว่าคือ มันก็มีจากหลายเฟ็กเตอ เช่น เค้ารับงานไปแต่ เค้าไม่ได้เป็น เป็นทำคนเดียว อาจจะเป็นคนออกแบบ แล้วก็ไปตัดให้อีกซัพนึง อีกคนทำซึ่งมันอาจจะมีเฟ็กเตอร์หลายๆอย่าง” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA17, 2565) สอดคล้องกับ “อุตสาหกรรมอาหารไม่ใช่ มันกระจายไปทั่วประเทศของต้องใช้เป็น Food grade นะครับ อาหารไม่ได้น่ะน้ำมันรั่วในโรงงานอาหารนี้จบเลยน่ะ มันปนเปื้อนน่ะ ของเข้าปากอะครับ ของกินกับของใช้ไม่เหมือนกันน่ะ ของกินกับของใช้ Automation เนี่ย ขนาดหุ่นยนต์ที่คุณใช้ยังไม่เหมือนกันเลย หุ่นยนต์พวกนี้ต้องปลอดภัยสูงกว่าเยอะ หุ่นยนต์ที่เขาขายในอุตสาหกรรมอาหารเขาขายแพงกว่าพวกพาสชิ้นส่วนนะอาจารย์ คนละเรื่องกันเลยอะ เทียบไม่ได้พวกนี้” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA4, 2565) สอดคล้อง

กับ “ถ้าเราใช้หุ่นยนต์เยอะการลงทุนก็เยอะด้วย ในเรื่องของกระบวนการเหมือนหัน ในบางกระบวนการเรามองว่ามันตัดออกได้เราก็ตัด อะไรที่มันเป็นดับเบิ้ลจ๊อบ ที่เรามองว่าอะไรบางอย่างที่มันอันนี้ทำแล้วทำไมต้องทำอีกรอบหนึ่งเราก็ตัดมันออกน่ะ หรือบางงานเราอาจจะเอาระบบอัตโนมัติเข้ามาช่วย” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA23, 2565)

ขั้นตอนที่ 8 เมื่อมีการเซ็นต์สัญญาและออกใบสั่งซื้อ (Purchase Order :PO) ก็เข้าสู่การดำเนินการสร้าง เมื่ออุปกรณ์เข้ามาครบยังสถานที่ประกอบทางผู้ผลิตระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ที่ได้ PO หรือช่างของทางโรงงานที่ได้รับใบงานจะจัดงานประกอบขึ้น เมื่อประกอบได้เป็นรูปเป็นร่างแล้วตามแบบที่ได้มีการอนุมัติไว้ ทางทีมที่จ้างต้องเข้าไปตรวจเช็คตามคุณลักษณะและขอบเขตที่ได้ตกลงกันไว้ กระบวนการเข้า-ออกของสินค้า หากไม่เป็นไปตามที่ตกลง หรือมีการผิดพลาดของการประกอบที่ไม่ตรงตามแบบต้องแจ้งให้ทางผู้ผลิตแก้ไข รวมถึงการวิเคราะห์กระบวนการปนเปื้อนสู่อาหารอีกครั้งเพื่อป้องกันการปนเปื้อนที่อาจเกิดขึ้นได้ เช่น น้ำมันที่ใช้หล่อลื่นต้องเป็นเกรดที่ใช้กับอุตสาหกรรมอาหาร น๊อตกันคลาย การ์ดกำบังสิ่งที่สามารถจะหลุดหรือร่วงข้าไปในกระบวนการได้ จุดหมุนของมอเตอร์ต่างๆ สวิตเปิด-ปิด และปุ่มขอความช่วยเหลือหรือปุ่มฉุกเฉินเพื่อหยุดเครื่อง เป็นต้น เมื่อเป็นไปตามข้อตกลง ทางทีมผู้จ้างต้องกลับมาเตรียมพร้อมในส่วนของคนที่จะเข้ามาดูแลระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์เพื่อหลังจากนี้จะต้องส่งพนักงานของทางทีมเข้ามาเรียนรู้ระบบการทำงานกับทางผู้ผลิต หากยังพบข้อผิดพลาดควรให้เวลาในการแก้ไข เนื่องจากผู้ผลิตบางรายเองอาจไม่ได้เชี่ยวชาญในทุกสาขา การสร้างประกอบระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์จึงไม่ได้จบในบริษัทเดียวอาจมีความร่วมมือกันอยู่ระหว่างทางฝั่งของผู้ผลิต อย่างไรก็ตามควรคุยและวางแผนการปรับปรุงให้ชัดเจนมีกรอบเวลาและคอยรายงานความคืบหน้าอยู่เสมอ การทดสอบระบบ ต้องวัดประสิทธิภาพในแต่ละกระบวนการให้เป็นไปตามข้อตกลง

1.3.9 ตรวจรับเครื่องโดยการจำลองสถานะการณ์จริง (Check the machine by the real situation)

การทำงานแต่ละครั้งจะมีการสรุปว่าครั้งเนี้ยก้าวหน้าไปถึงไหนเดินหน้าไปอย่างไรถ้าเปรียบเทียบกับแผนแล้วกี่เปอร์เซนต์แล้ว Next Step คืออะไร โอกาสความสำเร็จถ้าจะ On plan อยู่หรือเปล่า ก่อนนำเข้าติดตั้งต้องจำลองและทดลองให้เครื่องจักรทำงานในสถานการณ์ใกล้เคียงกระบวนการจริง (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA8, 2565) สอดคล้องกับ “ก็คือปกติแล้วเครื่อง Stand Alone อะ OEE มันสูงอยู่แล้วอะครับ แต่เมื่อไหร่ก็ตามที่เครื่อง เครื่องๆนั้นเนี่ยเอาไปต่อเข้ากับระบบอื่นอะ OEE มันจะดรอปลง ต้องกลับไปดูสเปคแล้วก็กลับไปดูวิธีการ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA13, 2565) สอดคล้องกับ “ของเค้าเป็นไลน์ที่มันแห้งแต่พอมาอยู่ในบ้านเราเป็นไลน์ที่ มีความชื้นเป็นไลน์ที่ เปียกทั้งๆที่สินค้าจะคล้ายๆกัน วัสดุคล้ายๆกันแต่พออยู่กับเค้า ok แต่พออยู่กับเราอาจจะ ไม่ได้ร้อยเปอเซ็นต์ อันนี้ก็ต้องมาดู ก่อนเอาเข้ามาต้องลองเดินก่อนเข้ามาติดตั้ง”

(ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA17, 2565) สอดคล้องกับ “คำว่าไม่สำเร็จคือต้องบอกว่าในความรู้สึกคือมันเป็นโปรเจคที่ดูฝืนมาตั้งแต่แรก ฝืนอะไรบ้าง ฝืนเรื่องของฟาซิลิตี้ต่างๆ ในในแง่ของพื้นที่ที่มันไม่เอื้อต่อการวางออโตเมชั่น ซัพพลายเออเค้าถามว่าเค้า ในใจเค้าคงจะอาจไม่ได้เชียว่าเออให้ใช้เราก็ยังจะฝืนใช้ ด้วยความที่ ถูกบีบบังคับด้วยพื้นที่ แต่ก็อยากได้ด้วย และเราก็ฝืนลองดูไปสุดท้ายมันก็เลยไม่ได้ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA17, 2565) สอดคล้องกับ “เราก็คงต้องคุยกับซัพพลายเออ ตรงๆเลยว่า มัน มันสามารถจะทำสภาพแวดล้อมหรือว่ามาปรับในส่วนของโรงงานเราได้เต็มที่หรือยัง เครื่องที่เค้ารองรับได้ ถ้าเกิดมันปรับแบบไม่ได้จริงๆ ก็อาจจะต้องมาสมมติมันอยู่ไม่ได้จริงๆ ไม่เหมาะแล้วละ แคปตกหรือทำให้เกิด Defect อาจจะต้องขายให้กับหน่วยงานที่พอเอาไปใช้ได้” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA17, 2565) เบื้องต้นการลงทุนทำให้เราได้เรียนรู้ครับ คนพนักงานมีความรู้ก็จะต่อยอด เกิดองค์ความรู้ในองค์กรครับ จะก่อเกิดสิ่งใหม่ๆจากคนเหล่านี้ ถึงโครงการนั้นๆจะมีปัญหาไม่สำเร็จ ต้องเอาไปขยายผลและเรียนรู้ร่วมกันที่จะป้องกันไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดอีกครับ การเข้าไปติดตามโครงการ เขาไปทดสอบให้มั่นใจก็จะช่วยทีมลดความผิดพลาดไม่สำเร็จมีอยู่แล้วครับ หากสำเร็จอย่างเดียวตกมาเจ็บครับ (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565)

ขั้นตอนที่ 9 การตรวจรับเครื่องหลังจากมีการเข้าตรวจระหว่างการดำเนินงานสร้าง และสิ้นสุดการสร้าง ไปถึงการทดลองเบื้องต้นกับตัวอย่างสินค้า ที่ทางผู้ผลิตได้รับมาจากองค์กรที่ต้องการปรับปรุง การจำลองสถานการณ์ให้เสมือนจริงทั้งการส่งจำนวนการ In Put ของสินค้าใกล้เคียงจริง การใช้สินค้าจริงในการทดลอง เพื่อทดสอบประสิทธิภาพ และการทำงานของระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ เพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานกับการทำงานร่วมกับกระบวนการอื่นๆ และวัดประสิทธิภาพโดยรวม เนื่องจากเครื่องจักรที่ทำงานเครื่องเดียวจะมีประสิทธิภาพการทำงานที่มากกว่าเมื่อนำเข้าไปร่วมกับกระบวนการผลิตทั้งระบบ ประสิทธิภาพอาจจะน้อยลง จึงต้องหาสภาพแวดล้อมที่ส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุดก่อนการนำเข้าไปติดตั้งในสถานที่จริง หากไม่เป็นไปตามข้อตกลง ต้องทำการประชุมร่วมกับผู้ผลิตถึงแนวทางการแก้ไข และเวลาในการแก้ไข หากยังไม่สามารถแก้ไขได้ตามเวลา ผู้ผลิตและทีมฝั่งองค์กรต้องเข้ามาแก้ไขปัญหา เพื่อหาทางออกร่วมกันถึงการปรับการทำงานที่สอดคล้องมากยิ่งขึ้น ส่งผลถึงการปรับเปลี่ยนลักษณะท่าทาง การทำงาน การ In put หรือ out put ที่ได้อาจมีความแตกต่างจากกระบวนการเดิม

1.3.10 เข้าติดตั้งสถานที่จริง (Enter the Actual Location)

โรงงานต้องการแบบไหน เค้าก็ต้องไปดีไซน์ตามดาต้าชีทที่เราต้องการ สรุปเค้าก็อย่างที่บอก เค้าก็มาเก็บข้อมูล พอเค้าบอกว่าโอเค ก่อนที่เค้าจะมามูฟมาติดตั้งที่เราแต่เพื่อความ พอมาติดตั้งที่เราคือหน้างานจริงก็เอาดาต้าชีทตัวนี้ครับเข้ามากางกันดูเลยว่าเอ้าเริ่มงานแล้วนะเริ่มนี่แล้วนะได้ตามที่เราต้องการมั้ยตามที่โรงงานร้องขอมั้ยประมาณนั้น ทางเราก็เตรียม ลม เตรียม

น้ำ ไฟ สตีม สิ่งจำเป็นที่ต้องใช้กับเครื่องจักรนั้นๆให้พร้อม เพราะถ้าเป็นโรงงานแบบเก่าขนาดสายไฟจะเล็ก ท่อลม ท่อน้ำ สตีม ไม่พอหรอกครับสำหรับระบบอัตโนมัติ เป็นประมาณนั้นครับ (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA18, 2565) สอดคล้องกับ “สิ่งที่สำคัญก็คือนะครับตัว Pilot project นี่สำคัญ Pilot project เนี่ยสำคัญอย่างให้มันเกิดเฟลขึ้น ฉะนั้น Pilot Project เนี่ยทำไงให้มั่นใจว่ามันสำเร็จ มันสำเร็จนะครับ ดูองค์ประกอบของความสำเร็จทั้งหมดนะครับแล้วทำตรงนั้นให้ดีเพื่อให้มันเป็นเป็นต้นแบบต่อไป ทั้งการติดตั้งการเว้นระยะให้เหมาะสมต่อการทำงาน การซ่อมบำรุง” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA5, 2565) สอดคล้องกับ “ตั้งแต่ออกแบบคอนเซปต์ ตั้งแต่แรกมาตรวจงานระหว่างทาง มา Test Run แล้วก็ตอนที่ส่งมอบติดตั้ง ถอดประกอบยังไงองค์กรต้องเอาคนมาดู มาสังเกต กระบวนการมอนิเตอร์ Process กระบวนการสอนงานใน Process กระบวนการสอนการดูแลเนี่ยก็จะเกี่ยวข้องกันตลอด ฝึกงานเรียนรู้เป็นพ้อยท์ๆ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA16, 2565) สอดคล้องกับ “ติดตั้งที่โรงงานแล้ว ต้องกลับมาเช็คพื้นที่การทำงาน และอุปกรณ์ต่างๆ ที่เคยมี อันไหนเข้ากันไม่ได้ ต้องมีการปรับ พื้นที่ส่วนไหนเป็นส่วนรวมต้องปรับให้เกิดกระบวนการใหม่ คนต้องปรับตัว พื้นที่ก็ต้องปรับ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA17, 2565) โอกาสการสำเร็จตอนติดตั้งถ้าได้ 60-70% ถือว่าใช้ได้ครับ หน้าที่เราต้องไปเทรนต้องใช้เครื่องมือ ช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพต่อครับ ปรับปรุงไปเรื่อยๆ ก็จะได้ครับ 80% ขึ้นไปส่วนใหญ่ แต่ต้องต่อเนื่องครับ คนก็สำคัญนะครับ งานที่มาใหม่ควรใช้คนใหม่ หรือคนเก่าที่ได้มอบหมายงานใหม่ถ้าคนเก่ามีงานเก่าและเพิ่มงานใหม่เขาไม่อยากทำครับ (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565)

ขั้นตอนที่ 10 หลังจากเสร็จสิ้นขั้นตอนการตรวจสอบที่ฝั่งผู้ผลิต องค์กรจัดเตรียมสถานที่เพื่อการนำระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์เข้าติดตั้งตามแบบที่ระบุไว้ในสัญญา ตามที่ได้ทดลองไว้ ทางองค์กรจัดเตรียมทรัพยากร อุปกรณ์เพื่อความสะดวกในการติดตั้งให้กับผู้ผลิต ได้แก่ ไฟฟ้าที่ใช้ ลม น้ำ สตีม เป็นต้น ตามที่มีการตกลงกันไว้ในแบบ เมื่อเริ่มติดตั้งทางองค์กร ต้องจัดพนักงานที่จะควบคุมระบบช่างไฟฟ้า ช่างซ่อมบำรุง และอื่นๆที่เกี่ยวข้องเข้าไปดูการติดตั้งเพื่อให้ทราบขั้นตอน และอุปกรณ์ที่มีเบื้องต้น รวมถึงเข้าไปเรียนรู้การเชื่อมต่อระบบและการใช้งานระบบ ก่อนมีการเดินเครื่องจักรจริง รวมถึงการจัดสรรบุคคลากรที่จำเป็น เพื่อมอบหมายงานและกำหนดหน้าที่การทำงานให้ชัดเจน ไม่มอบมายงานใหม่ซับซ้อนกับการทำงานเก่า เพราะอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานและไม่อยากทำงานที่ได้รับมอบหมายเพิ่มในที่สุด ในส่วนประสิทธิภาพของเครื่องจักรเมื่อติดตั้งแล้วประสิทธิภาพที่ได้ส่วนใหญ่จะอยู่ที่ 60-70% ในส่วนที่จะเพิ่มประสิทธิภาพได้ต้องอาศัยทีมในองค์กรกับผู้ผลิตเครื่องจักรช่วยกันหาความสูญเสียเพื่อตามแนวทางของลีนออโตเมชั่น อย่างต่อเนื่องเพื่อลดความสูญเสียในกระบวนการโดยรวมและลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการอัตโนมัติ

1.3.11 เก็บข้อมูล (Collect information)

“มุ่งเน้นให้มองเห็นความสูญเปล่า แต่เราจะลงลักษณะของความเป็นลักษณะของลีน IoT เข้าไป คือทำให้สามารถมองเห็นปัญหาแบบ Virtualization ก่อน ลีน IoT เนี่ยนะครับ ที่สามารถเก็บข้อมูลเพื่อเห็นความสูญเสีย ความสูญเปล่าเป็นแบบ 100% นะครับ 100% ในที่นี้คือจับแบบเรียลไทม์แล้วมองเห็นถึงความสูญเปล่าตรงนั้นครับ ความสูญเสียตรงนั้น” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA24, 2565) สอดคล้องกับ “วัฏจักรการทำงานของคุณเนี่ยหรือ Cycle Time เนี่ยตอนนี้คุณเท่าไร ถูกไหมครับ คุณรู้ไหม 1 ชิ้นคุณผลิตได้เท่าไร ถูกไหมครับ Out Put ต่อชั่วโมงคุณทำได้เนี่ย ได้เท่าไร ซึ่งไอ้ตรงนั้นอะ ถ้าเขามีข้อมูลได้ดี บางครั้ง IoT อาจจะเป็นอีกสเต๊ปหนึ่งก็ได้ แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นถ้า ณ ปัจจุบันเนี่ยถ้าเขาไม่สามารถที่จะรู้ Cycle Time หรือไม่สามารถที่จะแตกในเรื่องของ Work Eliment ได้อย่างชัดเจนเนี่ย” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA24, 2565) สอดคล้องกับ “AI นะครับเรารู้ว่าข้อมูลเนี่ยเข้ามาจะต้องถูกเก็บประมาณไหนถึงจะถูกเอาไปใช้งานได้ง่าย ในอนาคตแล้วก็อาจจะออกมาช่วยออกแบบลักษณะการจัดเก็บข้อมูลอะไรเนี่ยครับ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA11, 2565) สอดคล้องกับ “ตอนแรกว่า ยังไม่รู้อะไรเก็บซักพันตำแหน่งละกันนะยกตัวอย่างพันตำแหน่งเก็บไปเรื่อยๆก็จะพบว่าพันตำแหน่งเนี่ยใช้อยู่ไม่ถึงร้อย อย่างน้อยๆขั้นตอนนี้ถือว่าตัดอันที่ไม่จำเป็นออกไปได้เนาะ ไอเก้าร้อยที่นั่นน่ะอย่าไปยุ่งกะมัน ทำอย่างงี้มาเรื่อยๆก็จะพบว่าสุดท้ายร้อยนึงก็ยังไม่ใช่อีก อาจจะมีมาซักสิบ สิบห้า ยี่สิบเท่านั้นเอง สร้างความมั่นใจในชุดข้อมูล ไม่ไปตัดทิ้งเนี่ยมันก็จะเยอะเกินครับผม” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA16, 2565) สอดคล้องกับ “หุ่นยนต์เองเนี่ย มีข้อมูลบอกอยู่แล้วว่ามันเดินมันทำงานไปกี่ชั่วโมงมันไปกี่นาทีโดยเท่าไหร่ๆ ประสิทธิภาพมันบอกอยู่แล้วครับซึ่งถามว่าประสิทธิภาพมันดรอปมั้ยมีโอกาสดร็อปมั้ยมี มีด้วยตัวหุ่นยนต์เองหรือเปล่า แต่ว่าเราต้องดูแลระบบ Utility หมายถึง ว่าลมพวกไฟระหว่างที่เราทำงานอยู่นั้นพวกนั้นมันสเถียรหรือเปล่ามาตามความต้องการของโรบอทได้มั้ย ประสิทธิภาพของโรบอทมันดรอปแต่ไม่ได้ดรอปด้วยตัวโรบอทนะ มันดรอปด้วยองค์ประกอบภายนอกที่ๆมาให้มัน” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA18, 2565) สอดคล้องกับ “ซื้อหุ่นยนต์มาตัวหนึ่งแล้วมันทำงานทีนึงแล้วก็หยุดคอยแล้วก็ทำงานอีกทีนึงนะครับ หยุดคอยมากกว่าทำงานมันก็ไม่ลีนนะ ใน Automation นั้นอ่ะ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA5, 2565) สอดคล้องกับ “บางอย่างหุ่นยนต์มีแขนเดียวเนอะคนมีสองแขน บางทีเขาทำงานเนี่ยสองมือ สองตาสองมือทำงานได้เร็วกว่าหุ่นยนต์อีก งานบางอย่างหุ่นยนต์ไม่สามารถทำแทนได้ทั้งหมดนะครับ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA23, 2565) สอดคล้องกับ “จับยังไงถึงจะถูกค่ะ แล้วเวลานั้นมาคิดวิเคราะห์ยังไงมันจะใช่ CT นี่ต้องจับ 30 ครั้งนะคะ จับครั้งสองครั้งไม่ได้นะคะ มองไม่เห็นกระบวนการค่ะทำไมต้องจับถึง 30 ครั้งอะ 10 ครั้งไม่ได้เหรอ แล้วเวลาเอาข้อมูลมาดูปุ๊บ ข้อมูลมาดูปุ๊บ เอ้าแล้วทำไมข้อมูลช่วงเวลานี้มันทำไมถึงโด่งไปอะ เวลาขั้นตอนนี้ทำไมมันถึงมากอะ มากเพราะอะไร” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA8, 2565) สอดคล้องกับ “สุดท้ายพอ พอเราปรับปรุงขึ้นไปสุดใส่ Innovation อะไรเข้าไปก็แล้วแต่ automation ต้องมาๆๆ อาจจะต้องมาจบด้วย IOT อยู่ดี คือตอนเนี้ยมันๆ มันต้องๆเชื่อม IOT เพราะว่าสุดท้ายแล้วเนี่ยสิ่งที่มันตามมาก็คือในเรื่องของตัว Productive” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA21, 2565) สอดคล้องกับ “ตัวที่ทำไม่สำเร็จ ส่วนใหญ่เป็น

เพราะปริมาณไม่มี เพิ่มไลน์แล้วต่อยอดแล้ว ปริมาณของผลิตภัณฑ์ไม่มีเข้ามา ไม่มียอดต้องผลิต เราจะปรับปรุงยังไงดีละครับ นอกจากต้องเปลี่ยนไป" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565)

ขั้นตอนที่ 11 การทดสอบเครื่องจักรเริ่มขึ้น เมื่อการติดตั้งสำเร็จ องค์กรต้องเตรียมพนักงาน จดข้อมูล อุปกรณ์ หรือระบบ IOT ในการเก็บข้อมูลเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับก่อนการใช้ระบบอัตโนมัติ และเพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนที่ยังมีข้อต้องแก้ไขปรับปรุง ในกระบวนการใหม่ช่วงแรกองค์กรอาจยังไม่ทราบว่าต้องเก็บข้อมูลจากจุดใดบ้าง ต้องอาศัยการประชุมร่วมกันและกำหนดสิ่งที่ต้องการโดยอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่เก่าเพื่อนำมาเปรียบเทียบ ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นมาพร้อมกระบวนการใหม่ต้องแก้ไขร่วมกับทีมผู้ผลิต ด้วยไคเซ็นต์หรือเครื่องมือต่างๆ จนได้ประสิทธิภาพที่ทั้ง 2 ฝั่งยอมรับได้หรือได้ตามเอกสารกำหนด จะเพิ่มประสิทธิภาพได้ต้องอาศัยทีมในองค์กรกับผู้ผลิตเครื่องจักรช่วยกันหาความสูญเสียเพื่อตามแนวทางของลีนออโตเมชั่น อย่างต่อเนื่องเพื่อลดความสูญเสียในกระบวนการโดยรวมและลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการอัตโนมัติ อย่างเข้มข้น เพราะกระบวนการที่เกิดจากระบบอัตโนมัติ ส่วนใหญ่มีการทำงานที่มีความละเอียดมากกว่ากระบวนการปกติ จึงต้องอาศัยการสังเกตและการเก็บข้อมูลที่ถูกต้อง เหมาะสมในการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงให้ประสพความสำเร็จ สิ่งที่ควรระวังคือเมื่อการออกแบบระบบอัตโนมัติเป็นกระบวนการที่เฉพาะเจาะจงสำหรับผลิตภัณฑ์ เมื่อสินค้าไม่มีออเดอร์หรือลูกค้าไม่มีคำสั่งซื้อผลิตภัณฑ์นั้นแล้วนำมาซึ่งความล้มเหลวในกระบวนการ

1.3.12 สร้าง Process flow ของกระบวนการใหม่ (Create a New Process Flow)

"พอเค้าได้ข้อมูลเยอะๆเนี่ยมันก็จะถูกเอามาใช้เพื่อที่จะ Develop AI ให้มันฉลาดขึ้น ที่สำคัญเนี่ยมันก็คือตัวเดต้าอีกอันนึงที่มันจะมาช่วยในเรื่องของๆกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพ หุ่นยนเข้ามา การเก็บดาต้าเข้ามาเป็นกระบวนการใหม่ ประสิทธิภาพใหม่ ดีไม่ดีต้องดูข้อมูล" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA21, 2565) สอดคล้องกับ "ตรงเนี้ยมันอยู่นอกเหนือความเชี่ยวชาญของ ของ SI ทั่วไปละ มันจะเป็น เป็นความเชี่ยวชาญใน Process ซึ่งจริงๆ ต้องใช้คนในองค์กร วิเคราะห์ ปรับปรุงตอนติดตั้งเสร็จใหม่ๆ ประสิทธิภาพอาจจะไม่สูง วนกลับไปอีกครั้ง ทำไคเซ็นต์อีกครั้ง ปรับสภาพแวดล้อม เพื่อสู่ประสิทธิภาพสูงสุด" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA11, 2565) สอดคล้องกับ "มันๆ ไม่สิ้นสุดหรอกครับเพราะว่าด้วยเทคโนโลยี ด้วยหลายๆอย่างที่เป็นที่แต่ละๆ พอผ่านปีนี้ไปอีกปีหน้าก็มีเทคโนโลยีตัวใหม่เข้ามาละ พอเทคโนโลยีตัวใหม่เข้ามาเค้าก็ต้องกลับมา Lean เอาใหม่ว่า เพราะไอตัวนี้มันเหมาะมั้ยหรือมันมีตัวที่อัพเกรดหรือดีกว่านี้ ประสิทธิภาพดีกว่านี้ ก็ต้องกลับมา Lean มันใหม่ประมาณนั้นครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA18, 2565) สอดคล้องกับ "ใน Automation เองเนี่ยถ้าพูดถึงลีนเนี่ย ใน Automation เองก็ต้องคิดลงไปอีกว่า ในส่วนของ Lean Automation เนี่ยมันลีนในลีนอีกทีนึงน่ะครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA5, 2565) สอดคล้องกับ "ในส่วนของลูกทีม ต้องให้กำลังใจ ไม่เป็นไรไม่สำเร็จ เรามาเรียนรู้

ร่วมกัน ให้โอกาสให้ทำใหม่ได้ ในส่วนที่สำเร็จโครงการนั้นทีมนั้นต้องได้โชว์ ได้สร้างกำลังใจให้เพื่อนร่วมงาน Engineering Day เรามีงาน QCC ให้ได้โชว์ผลงาน ให้เขาคิดโครงการจากงานของเขา ระดับสูงขึ้นให้โจทย์ที่ยากกว่าการทำ QCC มีงานโชว์ระดับผู้บริหารทั้งกรุ๊ป ให้เขาได้ภูมิใจ องค์กรเองก็จะสามารถพัฒนาต่อยอด เพิ่มความสามารถให้กับพนักงาน" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565)

ขั้นตอนที่ 12 หลังจากติดตั้งเครื่องจักร และมีการปรับปรุงกระบวนการจนได้ประสิทธิภาพที่องค์กรสามารถยอมรับได้ ทีมต้องกำหนดเป็นกระบวนการใหม่ขององค์กร หากข้อมูลที่เก็บเป็นการเก็บแบบ IOT สามารถใช้งานร่วมกับ AI ในการช่วยวิเคราะห์ข้อมูลให้หรือตัดสินใจแทนการออกเป็นรายงานในกระบวนการนั้นๆ เพื่อความต่อเนื่องของกระบวนการ เมื่อได้กระบวนการใหม่ ทีมงานขององค์กรก็ต้องกลับสู่กระบวนการ Lean Automation ของกระบวนการใหม่เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพให้มากขึ้นกว่าเดิมจนให้ใกล้ 100% มากที่สุด เป็นการพัฒนากระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง แบบไม่มีที่สิ้นสุดตามความผันแปรต่อ องค์กรควรพิจารณาการคัดสรรพนักงานเพื่อเข้าร่วมในการทำโครงการพัฒนาประสิทธิภาพจากงาน ที่ทำสำเร็จแล้ว พัฒนาทักษะให้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงเพื่อรองรับกับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีการพัฒนาอยู่ตลอด มีการให้รางวัลกับการมีส่วนร่วมในโครงการและที่สำคัญมีเวทีให้แสดงความคิดเห็น และแสดงผลงานต่อหน้าสาธารณะชนเพื่อความภาคภูมิใจกับการพัฒนางานและกระบวนการของตนเอง สำหรับการต่อยอดในการพัฒนาปรับปรุงประสิทธิภาพ เมื่อกระบวนการแรกสำเร็จ ทีมควรต่อยอดกระบวนการที่มีความใกล้เคียงกับกระบวนการเดิม จากนั้นต่อยอดในกระบวนการที่ยากมากขึ้น มีความซับซ้อนและมีความหลากหลายในผลิตภัณฑ์ต่อไป

1.4 ปัจจัยสู่ความยั่งยืนขององค์กร

1.4.1 การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น (Lean Automation)

"ถ้าประเทศไทยสามารถ Implement ตัว Automation ให้เป็นจริงให้ไม่มีความสูญเปล่าเนี่ย ก็เพื่อให้ทาง User เองที่นำตัว Automation ที่เข้ามาใช้เข้าใจอย่างท่องแท้ว่า Automation แบบไหนที่มีประสิทธิภาพกับตัว Production, IE เอ็นจิเนียเข้าใจตรงนี้ด้วย เกี่ยวกับ Motion, Time Study ของกระบวนการ VSM อะไรต่างๆของตรงนี้เข้ามา เพื่อที่จะให้กระบวนการ Lean ที่สุดก่อน แล้วสุดท้ายถึงค่อยเอา Automation เขามาใช้ นี้คือคอนเซปของ Lean Automation การบาลานซ์เรื่องแรงงานด้วยอะนะครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA12, 2565) สอดคล้องกับ "มันไม่ได้เอาพื้นฐานของสิ่งที่ Human มีอยู่อะครับ สิ่งที่เราดั้นด้นทำพัฒนาปรับปรุงมาเพื่อให้ได้ Standardize เนี่ยครับ จากนั้นพอเป็น Automation เป็นสิ่งใหม่เข้ามาเลยโดยที่เราไม่ได้เอาพื้นฐานตรงนี้มา ไม่ได้เรียกว่า Lean Automation" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA13, 2565) สอดคล้องกับ "โรงงานมี 100 คน คุณบอกเอาคนออกไป 50 คน เอาหุ่นยนต์มา

วางแทน เพื่อจะแทน 50 คน แค่คิดก็ผิดและผิดตั้งแต่ต้นเลย โรงงานมี 100 คน คุณต้องวิเคราะห์กก่อนว่าต้องลดความสูญเสีย ลดต้นทุนนะครับ ว่าคุณจะทำให้คุณมีกำไรเพิ่มขึ้นได้อย่างไร คนทำอย่างนี้อยู่ 100 คน คุณทำ Lean Manufacturing จนเหลือคน 70 และ 70 เนี่ย คุณบอกว่าคุณลดไม่ได้แล้วยังไงก็ไม่ได้ เขายังไงก็ต้องยืนอยู่ตรงนี้ ทำอยู่ตรงนี้ แล้วคุณค่อยเอา 70 อ่ะมาคิดว่าตรงไหนจะเอาหุ่นยนต์มาแทน Lean Automation เป็นสิ่งที่ดี แต่มันจะดีกับคนที่เข้าใจมัน" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA4, 2565) สอดคล้องกับ "การไหลของวัสดุยังค่อนข้างวกไปวนมาอยู่นะครับ มองคนแล้วก็น่าจะยังมีเรื่องของ Waste เรื่องของ เรียกว่าเห็นคน ยังไม่ได้ทำงานต่อเนื่อง ยังมีทำแล้วก็หยุด มันพื้นฐานเลยเนี่ยมันยังมีปัญหามันยังไม่ใช่ตัวเครื่องจักรอะครับ มันยังเป็นเบสิคพื้นฐานอยู่เลย ถ้าคุณมี Waste อยู่มีความสูญเปล่าในกระบวนการเนี่ย คุณเอาระบบอัตโนมัติเข้าไปหรือเอาหุ่นยนต์เข้าไปอะก็เอาไปเพิ่มไปไปช่วยทำขยะเหล่านั้น ไม่เอา Management ไม่ปรับก็ไม่สำเร็จไม่ช่วยอะไร" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA10, 2565) สอดคล้องกับ "ยังไงถ้าจะต้องไว้เพื่อช่วงชิงความเป็นผู้นำทางด้านเรื่องการผลิต การเพิ่ม Capacity ในการผลิตเนี่ย ยังไงต้องใช้ 2 ส่วนนี้เข้ามาใช้ครับ ทั้ง Lean IoT Lean Automation ต้องบอกแบบนี้เลยครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA24, 2565) "เรื่องของการผลิตได้มากแต่ว่าใช้ทรัพยากรน้อยก็คือ Productivity ผลิตมากแต่ใช้ทรัพยากรน้อย คือผลิตที่มีคุ้มค่าอะค่ะ Waste ก็น้อยลงอะค่ะ แล้วก็คุณอาจจะต้องเปลี่ยนวิธีการใช้พลังงานเป็นรูปแบบใหม่เป็นพลังงานสะอาด โกลโบเทรนอะนะคะ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA25, 2565) สอดคล้องกับ "ญี่ปุ่นเนี่ยก็จะมีจุดเด่นในภาคอุตสาหกรรมชัดเจน Shop Floor Management ก็คือจะมีโครงสร้างหลักๆ ก็คือ Daily Management ทำยังไงให้ได้การสื่อ Communication ระหว่างกันแล้วก็อีกอันนึงที่สำคัญคือ Problem Solving ก็คือของคิวซีซีอะครับ ก็คือการเก็บข้อมูลพื้นฐานการทำสถิติพื้นฐานการวิเคราะห์ปัญหาก้างปลาพื้นฐานค่อยๆไล่สเต็ปไปถึงการ Sol 4M อะไรต่ออะไรเงี้ยก็จะเป็นเบสิคพื้นๆที่ ทั้งขบวนการวิเคราะห์ กระบวนการสื่อสาร เรียกว่าพวก Industrial Engineer ที่เค้าทำการวิเคราะห์ Process การผลิตตาม ตาม Operation Research ทำ Flowbation research เรียกว่าไลน์บาลานซ์ ทำการวิเคราะห์พวกขบวนการ 7 waste ใน process อันนี้ก็คือพวกขบวนการ IE Industry Engineering ของญี่ปุ่น ค่อนข้างเก่ง เก่งมาก" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA16, 2565)

การสังเคราะห์ข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูลหลักสรุปได้ว่าก่อนที่จะนำระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์เข้าติดตั้งหรือใช้ในกับการบวนการเดิมการองค์กรต้อง "ลดความสูญเปล่า" ของกระบวนการเดิมตาม **"1.หลักการของ Lean" (Hard Lean)** ของกระบวนการเดิมด้วยการจัดการกับการเคลื่อนไหวของพนักงานให้เหลือน้อยที่สุด ให้ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ เพื่อลดความเมื่อล้าหรืออาจเกิดการป่วยในงานที่ทำ การศึกษาเวลาที่ใช้ในแต่ละกระบวนการเพื่อนำไปสู่การลดเวลาในแต่ละกระบวนการทำให้ได้ผลผลิตที่มากขึ้น และการจัดการคนและเครื่องมือให้เหมาะสม เพื่อให้การผลิตไม่มีการรอคอยหรือสต๊อกของระหว่างผลิตมากเกินความจำเป็น รวมถึงการไหลของวัสดุที่ยังวกวนไปมา ด้วยแนวคิดของ Lean Automation การซื้อเครื่องจักรใหม่ที่ไม่มีการศึกษากระบวนการเดิมเข้าทดแทนจึงไม่ใช่

คำตอบสำหรับการปฏิบัติ เนื่องจากเป็นการเปลี่ยนกระบวนการโดยสิ้นเชิง ไม่ได้เป็นการนำพื้นฐานจากที่เดิมเคยใช้มนุษย์ทำและปรับให้กลายมาเป็นระบบอัตโนมัติ หากคุณใช้ Lean เข้ามาช่วยในกระบวนการคุณจะลดคนไปได้ส่วนนึง และเมื่อสุดท้ายแล้วต้องใช้ระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์จึงเริ่มทำเป็นระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ เข้ามาปรับปรุงต่อเป็น Lean Automation การไม่ทำ Lean Automation แต่มุ่งเน้นเอง Automation โดยไม่อาศัยกระบวนการจะเกิดปัญหาตามมา การใช้เครื่องมือในการ Lean กระบวนการเดิมเป็นการเปิดโอกาสให้กับพนักงานในไลน์การผลิตมีส่วนร่วมในการปรับปรุงงาน เช่น การทำ 5ส. การควบคุมคุณภาพงานด้วย QC Tool การทำ QCC Kaizen และเครื่องมืออื่นๆ เครื่องมือเหล่านี้เน้นการทำงานเป็นทีม และการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างหน่วยงาน มีการประชุมสรุปงาน เพื่อเป็นการแสดงผลงานของหน่วยงานนำไปสู่การสื่อสารแลกเปลี่ยนความรู้ในองค์ ทั้งยังเน้นการปรับปรุงจากงานที่ทำอยู่จริง การสำรวจและจัดการกระบวนการผลิตเพื่อเน้นการแก้ปัญหาร่วมกันทั้ง ฝ่ายผลิต บริหาร ฝ่ายวิศวกรรม และส่วนงานที่เกี่ยวข้อง การเก็บข้อมูลและนำข้อมูลมาวิเคราะห์กระบวนการเพื่อแก้ไขปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง

> “เริ่มจากโปรเจ็คเล็กๆ แล้วก็คนข้างล่างก็เรียนต่อๆกัน เผยแพร่ในบริษัท เป็นเรื่องที่ปกติ เรื่องทั่วไป ไม่ใช่เรื่องใหม่ เป็นเรื่องที่พื้นฐานที่ทุกคนต้องทำ ในการที่จะนำ Automation เข้ามาใช้ในโรงงาน โรงงานผลิตบางโรงจริงๆเขา Lean มาตลอดเวลาอยู่แล้ว ไลน์การผลิตไม่ว่าจะ Sami Auto เขาใช้คนก็แค่ไปปลั๊ก Automation แล้วแรงงานคนที่ทดแทนไปอาจจะคุมทุนกี่ปี 3 ปี นั้นก็คือเป็นการ Invest อย่างนึง ROI มาเร็วก็ลงได้เลยครับผม” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA12, 2565) สอดคล้องกับ “เราขยายจาก 1 เป็น 2 จาก 2 เป็น 3 ได้ แล้วก็แทบจะเกือบประมาณ 80% แล้วที่เป็นออโตเมชั่นสำหรับจุดนี้ รวมทั้งการที่จะขยาย ไปถึงแพคเกจจิ้งตัวอื่นด้วย ถามว่าทำไมถึงสำเร็จ การที่เราได้ไปดูงานของจริงว่าเออ มันทำได้ ความแม่นยำหรือ แล้วก็การที่เราได้ไปเทสที่ซัพพลายเออ โดยเอาสินค้าของเราเนี่ยไปเทสเองด้วย เพราะดูแล้วมันมีความเป็นไปได้” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA17, 2565) สอดคล้องกับ “Flexible Automation เหมาะกับธุรกิจที่มีการปรับเปลี่ยนไลน์การผลิตบ่อย ต้องปรับต้องเปลี่ยนได้ตามลูกค้าต้องการ การออกแบบออโต้เมชั่นต้องออกแบบมาก่อนมาทำ Lean จึงสามารถออกแบบไลน์ที่ Lean ตั้งแต่แรกได้ในโครงการต่อๆไป Road to Automation ก่อน คนเพิ่งเริ่มจะให้ไป Lean Automation เลยมาถึงจะให้คนวิ่งหนักเลย ไม่น่าจะได้” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA7, 2565) สอดคล้องกับ “เทคโนโลยีที่จะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงในทุกอุตสาหกรรม Robot, 3D printing, 5G, โลกมีเทรนการติดตั้ง Robot ที่สูงขึ้น การพัฒนาองค์กรไม่จำเป็นต้องทำหรือเปลี่ยนแปลงทีเดียวเป็น 4.0 แต่ขอให้อยู่ใน Road map และพัฒนาอย่างต่อเนื่อง” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA9, 2565) สอดคล้องกับ “ต้องทำ Lean ไม่งั้นเขาไม่ขาย เขาไม่ให้โควต้ามาขาย คุณต้องทำ Lean ไม่ทำไม่รับ ถูกตัดโควต้าด้วย ไม่ขายด้วย บางส่วนอาจเป็นภาคบังคับ จากการส่งออก การร่วมทุน จากลูกค้า” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA4, 2565) สอดคล้องกับ “วัตถุประสงค์ KPI ต้องชัดเจนนะครับว่า Cycle

time เป็นเท่าไหร่" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA5, 2565) สอดคล้องกับ "ระบบอัตโนมัติมันก็ชัดเจนว่างานอะไรก็ตามที่มันเป็นงานซ้ำซาก จำเจ ควรจะชัดเจนเพื่อให้ว่าแนวทางการผลิตเราจะแบบยังไง เพราะงั้นการออกแบบระบบอัตโนมัตินั้นจะต้องมีความสอดคล้องกันโดยตรงกับ Business Model เวลาทำเราอาจจะต้องทำในจุดที่จำเป็นต้องทำ เราก็ถยอยทำไปเรื่อยๆ มันก็จะไม่เกิดกรณีที่เป็นโอเวอร์ดีไซส์ อันเดอร์ดีไซส์ นะครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA6, 2565) สอดคล้องกับ "เข้ามาเริ่มเรียนรู้ในเรื่องของ Lean Automation ตั้งแต่ Step แรกไปอะ เราอาจจะจำลองขึ้นมาว่าเราผลิตด้วยมือทั้งหมด เรียนรู้ดูว่าสิ่งที่เค้าทำอยู่อะเค้าคิดว่าอะไรมันคือความสูญเสียอะไรมันคือมูดะนะครับ อะไรบ้างที่มันเป็นมูดะนะครับ พอเมื่อได้รับ เมื่อเค้าเข้าใจเบื้องต้นก่อนว่าการทำงานที่ดีอะคืออะไรเค้าจะรู้อะครับว่าอยากปรับปรุงอะไรบ้างนะครับ ก็สามารถเริ่มปูพื้นฐานได้เลยครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA13, 2565) สอดคล้องกับ "มีความรู้ก่อนและหลัง 4 อย่างด้วยกัน ฮาร์แวร์ ซอฟแวร์ มีในส่วนของ Processดีไซส์ แล้วก็ส่วนที่สามในเรื่องของ SI ส่วนสุดท้ายความรู้ความเข้าใจ อันนี้เป็น 4 ด้านที่เป็นองค์ประกอบ น่าจะเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้สามารถวางระบบออโตเมชั่นในสายการผลิตได้นะครับ ก่อนที่จะวางระบบพวกนั้นอ่ะต้องตั้งโจทย์ก่อนว่าเราจะวางตรงนั้นไปเพื่ออะไรนะครับ วางระบบอัตโนมัติไปเพื่ออะไรนะครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA24, 2565) สอดคล้องกับ "ถ้าอย่างอุตสาหกรรมอาหารเนี่ยครับ เนี่ยมันจะมีหลายส่วนอย่างแรกเนี่ยคุณอาจจะไปดูสแตนดาร์ดทั้งหลายที่เกี่ยวข้องกับตัวอุตสาหกรรมนะครับ เพราะว่าบางสแตนดาร์ดเนี่ยจะมีคอนเซปต์ช่วยค่อนข้างดี แล้วก็อย่างที่สองเนี่ยคุณอาจจะต้องไปดูพวกดัชนีชี้วัดในการประเมินที่อย่าง" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA11, 2565) สอดคล้องกับ "โดยพื้นฐานของโรบอทเราไม่ได้เป็นคนเขียนโปรแกรม เราไม่ใช่คนเป็นคนสร้างโรบอท เราไม่จำเป็นต้องเอาคนที่จบสายแมคคาโทนิค หรือสายอิเล็กทรอนิกส์หรือไฟฟ้าเข้ามาขนาดนั้น คือเบื้องต้นอะคือโรบอทอะคือหมายถึงเป็นถ้าเราเปรียบเหมือนโอเปอร์เรตคนนึง" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA18, 2565) สอดคล้องกับ "ถามว่าเขาจะออกแบบเองได้ไหม ผมว่าเขาทำไม่ได้หรอกถ้าเขาไม่ได้เรียน เขาช่างก็ช่างเนอะเขาแค่ซ่อมอย่างเดียว เขาฝึกมาในเรื่องของการซ่อมแต่เขาไม่ได้ฝึกว่าในด้านการออกแบบในการทำ เพราะว่าของพวกนี้ลงทุนคอนข้างเยอะนะครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA23, 2565) สอดคล้องกับ "ต้องใช้เดต้าอะลาไนติก การปรับปรุงโครงสร้าง เพราะงั้นบริษัทไหนทรัพยากรบุคคลไม่ได้มองเห็นด้านนี้ แล้วก็ยังไม่มีแผนกไอที แผนกไอทียังไปแฝงตัวอย่างในฝ่ายบัญชี การเงิน อะไรเนี่ยนะคะ มันก็คงลำบาก" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA25, 2565) สอดคล้องกับ "จนตรอกแล้ว จนตรอกจริงๆ ออเดอมาแล้วคนเร่งไม่ได้ เจอในบริษัทเล็กครับ ทีนี้จะเร่งรีบแต่ก็เกิดโครงการครับ"

การสังเคราะห์ข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูลหลักสรุปได้ว่าการปฏิบัติตามแนวทางของ Lean เมื่อพนักงานมีความรู้ ความเข้าใจในหลักการของ Lean จากการอบรมจากทั้งภายในและนอกองค์กร ควรมีการส่งเสริมให้เกิดการคิดโครงการการแก้ไขปัญหาในไลน์ผลิตเพื่อนำความรู้ที่ได้ไปเป็น **"2.แนวทางการปฏิบัติแบบ Lean" (Soft Lean)** โดยเริ่มจากโครงการเล็กหรือการทำไคเซ็นต์ให้กลายเป็นเรื่องปกติที่พนักงานสามารถคิด นำเสนอการปรับปรุงไลน์ผลิตได้ตลอด มีการจัดตั้งทีมในการปฏิบัติ

ตามแนวทางของ Lean เพื่อเป็นทีมที่สามารถเริ่มทำ Lean Automation โดยใช้หลักการเดียวกันเริ่มจากทีละจุด รวมทั้งการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการให้สำเร็จก่อน จึงเข้าสู่กระบวนการการใช้ระบบและหุ่นยนต์อัตโนมัติ ทั้งการออกแบบการซ่อมบำรุง การอบรมผู้ใช้งานต้องมีการวางแผนงานเพื่อการติดตามอย่างใกล้ชิด ทำบางจุดจากระบบใช้คนทำให้เป็นระบบคนทำบ้างเครื่องจักรบ้างกึ่งอัตโนมัติก่อน (Semi-Automation) หากยังไม่สามารถลงทุนได้ องค์กรที่ทำ Lean มาอยู่แล้วก็จะสามารถปรับเป็น Lean Automation ได้เร็วกว่าเพราะจะข้ามในส่วนของการทำ Lean ในกระบวนการเดิม การจะนำระบบอัตโนมัติเข้ามาองค์กรต้องคำนึงถึงผลที่ได้รับจากการลงทุน ไม่ทางใดก็ทางนึง เพื่อเป็นเป้าหมายในโครงการที่ต้องพัฒนาไปให้ถึง การเลือกใช้ระบบออโตเมชั่นเป็นสิ่งที่ทีมต้องร่วมกัน แสดงความคิดเห็นเพราะสิ่งที่กำลังทำอาจไม่มีเคยมีองค์กรใดทำในการพัฒนาระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ในอุตสาหกรรมอาหารมาก่อน ทีมขององค์กรต้องหาความรู้ และประสบการณ์โดยองค์กรต้องเปิดโอกาสให้ทีมได้ติดต่อแลกเปลี่ยนความรู้กับองค์กรอื่นๆ ทั้งนี้การเลือกอุปกรณ์ที่ใช้จึงต้องคำนึงถึงความเหมาะสมขององค์กรและกระบวนการเป็นสำคัญ จึงต้องอาศัยข้อมูลจากองค์กรภายนอกในการช่วยตัดสินใจ ทีมจึงต้องมีวัตถุประสงค์การทำโครงการที่ชัดเจน การพัฒนานี้จะช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพอย่างไร เช่น ลดเวลาการทำงาน ลดของเสีย ทดแทนกำลังคน ฯลฯ ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับนโยบายขององค์กร ในทีมงานที่ทำ Lean Automation ไม่จำเป็นว่าต้องมีคนเก่งในเรื่องการเขียนแบบให้ได้ สร้างระบบอัตโนมัติให้ได้ สร้างหุ่นยนต์ให้ทำงานได้ ส่วนที่เราไม่ถนัดก็ส่งให้ทางผู้เชี่ยวชาญเข้ามาช่วยดูแล จึงเป็นที่มาของการนำ **“การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น” (Lean Automation)”**

1.4.2 ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง (High Performance Organization)

“ในอิมเนจสุดท้ายเนี่ยจะช่วยให้ประเทศไทยเพิ่มประสิทธิภาพและก็เพิ่มศักยภาพการแข่งขันและเพิ่ม Output และก็สามารถจะบอกว่ารับคนได้เพิ่มอะไรอย่างนี้ค่ะ แต่แกน่าจะหมายถึงว่าสามารถอัพสกิลคนที่เรามาอยู่ได้ที่ไปทำงานที่ยากๆขึ้น” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA12, 2565) สอดคล้องกับ “Lean Automation ตรงนั้นตอบโจทย์ Productivity ที่มากที่สุดจริงๆอะนะครับ Productivity คือเป้าหมาย ไม่ใช่ Automation คือ สุดท้ายเราต้องการ Productivity เราไม่ต้องการ Automation” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA15, 2565) สอดคล้องกับ “สิ่งที่สำคัญคือว่าการใช้ระบบหุ่นยนต์ เอา Automation มาใช้เยอะแยะเต็มไปหมด แต่ปรับยังไงใช้หลักอะไร ในการปรับปรุงให้เกิดประสิทธิภาพ (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565) สอดคล้องกับ “เรื่องของการลดเวลา ลดเวลาการรอคอยการสต๊าตอัพไลน์ ส่วนของออโตเมชั่น เรามีปลา เรามีวัตถุดิบเสริฟเข้าไปซึ่งก็สามารถทำงานได้ อันนี้ ซึ่งก็มองว่าเป็นเรื่องดี อีกเรื่องนึง การจัดการของตัวที่เป็น Over Production มันน้อยลงไป” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA17, 2565) สอดคล้องกับ “ลดคนในเรื่องของการทำงานนะครับ ลดเรื่องของคนลง เอาคนไปทำอย่างอื่นได้ ทำงานน้อยลงระยะเวลามันก็สั้นลงถูกมั้ยฮะ เป็นประโยชน์อันนึงละ ระบบคอนโทรล มันสามารถที่จะโปรแกรมมิ่งข้อมูลต่างๆ

เข้าไปในระบบคอนโทรลได้แทนที่เราจะไปถือเปเปอร์ อันนี้ก็คือเป็นการลดเรื่องของทรัพย์กร Interface Data ดูรีพอตได้เรียลไทม์ด้วย” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA14, 2565) สอดคล้องกับ “ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องจักรก็ได้ อันนี้เราพูดตรงๆก่อน เราอาจจะใช้ Movement ของคนในการลดการทำงาน เลือกเครื่องจักรที่มาจาก SI เนี่ย ผมมองว่ามันตอบโจทย์เรา หนึ่งมันดูแลรักษาง่าย ระบบมันไม่เยอะ สองเนี่ยผมมองว่าถ้าดูราคาดีๆหรือการบำรุงรักษาดีๆมันคอนข้างถูกว่าเครื่องจักรที่มาจากในโบชัวเยอะ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA20, 2565) สอดคล้องกับ “ช่วยทำให้มันเร็วขึ้น มีประสิทธิภาพมากขึ้นแทนคนนะครับ โอเคนี่คือโจทย์ตอนนั้นเราก็เลยดำเนินการไปแล้วก็ติดตั้งนะครับ ตอบโจทย์ ณ ตอนแรก ตอนหลังมันเปลี่ยน ดีมานมันเปลี่ยน Requirement ความต้องการในตัว Product เปลี่ยนทำให้กระบวนการของเครื่องจักรก็ยังไม่ตอบสนองอยู่ดีนะครับ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA10, 2565) สอดคล้องกับ “For Productivity แน่ๆ ก็คือไอ้เจ้าสร้างผลผลิต มีความปลอดภัย ไม่ว่าจะคนสามารถที่จะ Improve แล้วรู้เขาจะต้อง ถ้าเขาปรับเองไม่ได้เนี่ยเขาจะสามารถรู้ได้ว่าเขาจะร้องขออะไร อันเนี่ยเป็นสิ่งที่สำคัญ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA3, 2565) สอดคล้องกับ “บทเรียนเป็นบทเรียนสำหรับตัวเราเอง ทีมงานเราเหมือนกันครับ เพราะว่าคือไม่มีใครหรอกที่อยากสั่งของหรือซื้อเครื่องมาแล้วไม่ให้มันใช้ไม่ได้นะครับ มีแต่อยากสั่งมาให้มันเพิ่ม Cap ให้มัน ลดการสูญเสีย ให้มันลดจำนวนคนเพื่อที่จะตอบโจทย์สิ่งที่เราต้องการ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA18, 2565) สอดคล้องกับ “ได้ 2 อย่าง เรื่องของ Productivity กับ Marketing หมายถึงว่าบางทีเนี่ยลูกค้ามองว่าถ้าคุณใช้โรบอทหรือระบบออโตเมชั่นมาแทนคน หนึ่งคืองานคุณจะดีกว่าการที่ใช้แมนนวล ความมาตราฐานของการทำงานของโรบอทมี Keep ability ออกมา คุณภาพงานที่ออกมามันดีกว่า บางทีหุ่นยนต์ก็ไม่ได้ทำเร็วกว่าคน” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA23, 2565) สอดคล้องกับ “หากเขามีตลาดที่จะรองรับหลังการลงทุนแล้ว ผลิตได้ตามนี้นะ เขาก็ส่วนใหญ่จะบอกว่าไม่ค่อยจะมีปัญหาน่ะครับ เพียงแต่ว่าประสิทธิภาพที่เกิดขึ้นจริงๆเนี่ยมันเป็นไปตามที่เขาต้องการจริงหรือเปล่าเท่านั้นเอง” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA5, 2565) สอดคล้องกับ“มันจะบอกเรื่องของศักยภาพ ความสามารถของคนหรือของพนักงานของเรานะคะในการแก้ปัญหา กระบวนการเกิดอะไรขึ้นและสามารถที่จะเป็นเหตุเป็นผลและคิดได้ว่าอันนี้เป็นอันนี้เป็นเหตุหรือไม่ใช้เหตุอันนี้ฮะ ต้องคิดอย่างมีวิจารณญาน (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA25, 2565) ลดการพึ่งมาแรงงานคนและหันไปใช้หุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติมากยิ่งขึ้น อุตสาหกรรมที่ Imprement Digital Robot มีการเก็บตัวเลขมาว่ามีผลกระทบอย่างไรบ้างกับบริษัทเหล่านี้ ผลคือสามารถลด ของเสีย Cost ทางด้านการ Design การเก็บ Stock Inventory (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA9, 2565)

องค์กรที่มีผลผลิต (Productivity) ที่เกิดจากกระบวนการการพัฒนากระบวนการในเรื่องของการลดเวลา (Down Time) ลดการรอคอย (Waiting Time) การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) การผลิตเกิน (Over Production) การเคลื่อนไหว (Motion) เป็นต้น การลงทุนในแต่ละครั้งมีต้นทุนที่สูงในการลงทุนโดยใช้ระบบอัตโมมัติ ต้องศึกษาความต้องการของผู้ใช้ให้ละเอียด โดยอาศัยข้อมูลเป็นสำคัญ เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดผลผลิตที่ต่ำลงในกระบวนการ การใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ

หรือหุ่นยนต์เข้ามาแทนคนในกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้กับพนักงาน และประสิทธิภาพการทำงานที่สูงขึ้นกว่าความสามารถของมนุษย์ การใช้ระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ยังช่วยสร้างความเชื่อมั่นถึงคุณภาพในกระบวนการผลิตให้ลูกค้าได้มั่นใจว่าการผลิตจะถูกควบคุมด้วยสิ่งที่สามารถวัดและให้ข้อมูลได้ รักษาความมั่นคงในกระบวนการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง การรักษาประสิทธิภาพของระบบอัตโมมัติต้องอาศัยการดูแลและการซ่อมบำรุงที่ดี รวมถึงทีมที่ช่วยวิเคราะห์ข้อมูล ติดตามการทำงานอย่างต่อเนื่อง ทำให้องค์กรเหล่านั้น เป็น **“องค์กรประสิทธิภาพสูง” (High Performance Organization)**

> “ต้องเตรียมเรื่องคนก่อนครับ เรื่องคนก่อนเลย อุตสาหกรรมอาหารอุตสาหกรรมอื่นก็เหมือนกันและคือหนึ่งต้องคำนึงถึงความคุ้มค่า สองคือเรื่องของผลิตภาพ Productivity ก็จะเป็นตัวผลิตภาพในซับเซทของมันจะมี Labor Productivity นะครับ นั้นหัวใจนะ ไม่งั้นทำลีนไม่ถูก” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA4, 2565) สอดคล้องกับ “คือระบบอัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพ เพราะคำว่าประสิทธิภาพสุดท้ายไม่มีประสิทธิภาพมันก็ไม่ Lean OEE คือ ทุกๆ มิติเลยมันต้องมีทั้งคุณภาพด้วยการใช้เครื่องจักรสรุปแล้วก็คือตัว OEE” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565) สอดคล้องกับ “Lean Automation ถ้าดูจากทั้งระบบแล้วมันไม่ใช่เรื่องของคนทำระบบ Automation หลักๆคือ User เลย คือโรงงานเลยเพราะกระบวนการทั้งหมดมันอยู่ที่โรงงาน เราแค่อยู่ในทีมที่ต้องคิดร่วมกัน อุตสากรรมใหญ่ผมแนะนำว่าน่าจะต้องมีคนรับผิดชอบโดยตรงสักแผนกนึงเลยเป็นกลุ่มคนหนึ่งเลยที่บอกว่าโอเคเป็น ไคเซ็น เป็นปรับปรุง เป็น Improvements Layout, Lean Automation หนึ่งในๆ KPI ด้วยใน เป็นเป้าหมายหน้าที่เขาด้วย” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA15, 2565) สอดคล้องกับ “Lean มันดีอย่างนึงคือคุณไม่ได้ มันไม่ได้ออกมาจาก คณะ IE อย่างเดียว ฉะนั้นมันไม่ได้ออกมาจาก Department เดียวการปรับปรุง มันเป็นความร่วมไม้ร่วมมือของทุกๆฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ผู้บริหารอาจจะมีทีม Leader ที่ทำการปรับปรุงแน่นอนอยู่แล้วนะทีม IE แล้วก็มีผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องนะครับแล้วก็ทีมซัพพอตต่างๆที่เกี่ยวข้อง” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA10, 2565) สอดคล้องกับ “หน่วยงาน Process control ครับเก็บข้อมูลต่างๆอะครับ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลประสิทธิภาพของพนักงาน เรื่องการจัดวางไลน์ อะไรต่างๆครับ เพื่อที่จะให้มันสมดุลที่สุด แต่การสมดุลที่สุดมันต้องเกิดจากหลังจากที่เขาเริ่มงานแล้ว” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA20, 2565) สอดคล้องกับ “วันนี้ถ้าเขาไม่ปรับตัวในการศึกษากระบวนการหรือนำลีนเข้ามาใช้เนี่ยมันเกิดเป็นการลงทุนออโต้เมชั่นที่เกินความจำเป็นมากเกินไปนะครับ ในเรื่องของทีมงานเนี่ยเราควรจะมีการเตรียมพร้อมในเรื่องของการนำพนักงานไปเทรนนิ่ง รุ่นใหม่ๆมาทำงานกับรุ่นเก่า Automation ยังไม่เข้าไปในกลุ่มของอุตสาหกรรมอาหารมากนักอะไรอย่างเงี้ย เพราะว่าบางทีมันขาด ขาดทีม” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA14, 2565)

การสังเคราะห์ข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูลหลักสรุปได้ว่าองค์กรต้องเตรียมคนก่อนกระบวนการทั้งหมดอยู่ที่โรงงานที่องค์กรที่ต้องการพัฒนา “ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง (High Performance Organization) ต้องอาศัย **“1. การทำงานเป็นทีม” (Teamwork)** จากองค์กรใน

การร่วมกันพัฒนากระบวนการ และทีมมีความรู้เรื่อง Lean ก็จะสามารถเข้าใจการทำได้ง่ายขึ้น การทำ Lean Automation ไม่สามารถทำได้ด้วยแผนกหรือฝ่ายเดียวต้องรวมหลายหน่วยงานที่มีความเกี่ยวข้องในกระบวนการเข้าด้วยกัน ไม่ว่าจะฝ่ายผลิต ที่จัดไลน์ผลิต ฝ่ายวิศวะที่ต้องคอยดูแลเครื่องจักร ฝ่ายปรับปรุงประสิทธิภาพที่ต้องเก็บข้อมูล ฝ่ายซ่อมบำรุง ฝ่ายช่างระบบ ฯลฯ เพื่อร่วมกันออกแบบ ตรวจสอบ ทดสอบ และตรวจรับเครื่องก่อนนำมาใช้งานเพื่อลดความเสี่ยงในอันที่จะเกิดความล้มเหลวในโครงการ และหากทีมไม่ทำ Lean Automation อาจต้องใช้เงินลงทุนที่มาในแต่ละโครงการ องค์กรจึงควรให้ความสำคัญกับการสร้างทีม และการพัฒนาความรู้ในแง่ต่างๆที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนากระบวนการ อันจะนำไปสู่การพัฒนาประสิทธิภาพขององค์กร

> “การไป Lean อันดับแรกเนี่ยต้องมี Lean Thinking ก่อน คนของเราทุกคนจะต้องมี Lean Thinking ก่อนไม่ว่าจะเป็นระดับได้ ทำงานอยู่ตรงส่วนไหน ซัพพอร์ตหรือ Production วิเคราะห์ Process ไม่เป็นอะวางไลน์ไม่ได้อะ มันไปไม่ได้อะมันไม่รู้ว่าเราต้องการอะไรอะ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA8, 2565) สอดคล้องกับ “เค้าต้องเตรียม Flow ของตัวเองอ่ะเนอะ การทำงานปัจจุบันของตัวเอง เนี่ยมันเป็นยังไง เริ่มต้นกระบวนการเป็นยังไงแล้วไปเสต็ปๆ ต่ออันนี้คือสิ่งสำคัญเลย อันดับแรกคือ Flow ถ้า Flow มันไม่เคลียร์ตั้งแต่แรกอ่ะ มันก็จะนึกไม่ออกว่าจุดนี้มันสามารถ จะเอาออโตเมชั่นหรือว่าเราจะสามารถเอาลีนไปกำจัดพวก Weste ได้อย่างไร มันมีข้อจำกัดอะไรที่อยากจะเอาออโตเมชั่นเข้ามาช่วย” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA17, 2565) สอดคล้องกับ “กลายเป็นทำให้ Cap ของเครื่องจักรมันโอเวอร์สเปกเกินไป โดยที่เขาไม่ศึกษากระบวนการของเขาเลยว่าเขาทำได้จริงรึป่าว ครับประมาณนี้ครับ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA20, 2565) สอดคล้องกับ “ไม่ว่าจะเป็นอะไรก็แล้วแต่ต้องเข้าใจตัวเองก่อน ต้องรู้ Process ของตัวเอง กระบวนการตัวเอง คนของตัวเองก่อน ระดับอะไรต่างๆทุกอย่างของตัวเองแล้วก็และที่สำคัญก็คือ Budget ของตัวเองอยู่แล้วใช่ม่ะ แล้วก็เราต้องดูตรงนั้นแล้วดูทิศทางว่าการที่เราจะลงทุนเนี่ย มันคุ้มค่าอยู่ประมาณไหน บางครั้งอาจจะไม่จำเป็นออโตเมชั่นที่เป็นเครื่องจักรเต็มที่ก็ได้ หลายๆอย่างเริ่มจากการปรับลีนโดย Process ของตัวเองก่อน” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA3, 2565) สอดคล้องกับ “โดยๆที่ข้อมูลตั้งต้นที่เค้าให้เนี่ยก็อาจจะบอกแค่ว่า Process ทั้งหมดเค้า เค้าผลิตอะไรเค้าเล่าให้ฟังคร่าวๆว่า Process Flow เค้าเป็นอะไรมันมีตลาดมันเป็นยังไง Process มันมีข้อจำกัดอะไรยังไงบ้างนะครับ แล้วก็เค้าอาจจะบอกว่า Industrial Cloud IOT มันเอามาช่วยอะไร เค้าอยากให้เดต้าที่อยู่ในสายการผลิตทั้งหมดเนี่ยมันเข้ามาถูก Input เข้ามาโดยอัตโนมัติเข้ามารวมเพื่อที่จะมาจัดระเบียบเพื่อที่ในอนาคตเค้าจะทำเป็น Data Analytic ได้โดยง่าย” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA11, 2565) สอดคล้องกับ “เรื่องของคน เรื่องของตลาด เรื่องของอะไรๆเนี่ย มันต้องพิจารณา ให้หมดน่ะครับจะดูแล มันต่อไปยังไง มีช่างซ่อมบำรุงไหมอะไรอย่างเนี่ย ก็ต้องคิดภาพขององค์รวม ทั้งหมด คิดอย่างเป็นระบบมากหน่อย เพราะนั้นจาก Top Down ลงมาก็จะมีวิสัยทัศน์จะ พร้อมพร้อมที่จะเปลี่ยนพร้อมจะลงทุนแต่มันก็จะมีที่จะยากอีกหน่อยนึงก็คือจาก Bottom Up นะฮะ จากผู้บริหารระดับกลางเห็นว่าตรง

นี้ที่มันน่าจะเปลี่ยนเป็นอย่างเนี้ยนะอะไรต่างๆหรือจากพนักงานในไลน์เองนะครับว่าตรงเนี้ยผมไม่ไหวละมันน่าจะมีอะไรเนี่ยแล้วขึ้นไปให้กับทางผู้บริหารได้รับทราบ ดูนโยบายดูช่องทางของการสื่อสารจากล่างขึ้นบนหรือบนลงล่างเนี่ยเป็นยังไงนะครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA5, 2565) สอดคล้องกับ "คุณก็ไม่จำเป็นต้องเก็บเอกสารใดๆ เอกสารอะไรมากมาย ช่วยลงต้นทุนและที่หลายๆคนจะพูดเสมอในเรื่องของหุ่นยนต์ AI เนี่ยค่ะ จริงๆแล้วมันมาช่วยมนุษย์ทำงานให้เร็วขึ้น" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA25, 2565)

การสังเคราะห์ข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูลหลักสรุปได้ว่ากระบวนการในองค์กรต้องมีความคิดที่ขั้นตอนในการวางไลน์การผลิต และการเก็บข้อมูลจากวัตถุดิบเข้าถึงออกให้สามารถผลิตสินค้าได้ตามต้องการ มีการเก็บข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพ และปริมาณการผลิตรวมทั้งประสิทธิภาพการผลิต จึงสร้างผังกระบวนการในองค์กรโดยละเอียดเพื่อสร้าง **"2. องค์กรที่ปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบ" (System Organization)** ทั้งส่งเสริมแนวคิดแบบ Lean ให้พนักงานเพื่อการวิเคราะห์และสร้างผัง Process ที่แสดงรายละเอียดและสิ่งที่สำคัญในการแก้ปัญหาและใช้ระดมความคิดเห็น ให้ได้ผังกระบวนการปัจจุบัน ที่สะท้อนกระบวนการของไลน์ผลิตจริงลงกระบวนการไหลของงาน (Process Flow) เป็นส่วนสำคัญต่อการวิเคราะห์กระบวนการโดยรวม สามารถมองเห็นภาพรวมของความสูญเสียต่างๆได้อย่างรอบด้าน ทำให้การวางระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์เป็นการแก้ปัญหาที่ตรงจุด หากกระบวนการผิดไป การวิเคราะห์กระบวนการพัฒนาจะเกิดผลกระทบไปด้วย องค์กรสามารถเลือกใช้การเก็บข้อมูล อย่างเป็นระบบได้ตามงบการลุงทุนหรือตามนโยบายขององค์กร การเก็บข้อมูลแบบจดบันทึก มีการจัดเก็บเอกสารแบบแยกสัดส่วนชัดเจน กำหนดระยะเวลาที่เก็บ มีขั้นตอนและหน่วยงานในการรวบรวมข้อมูลนำมาคีย์ข้อมูล เพื่อการวิเคราะห์การทำงาน หรือการใช้เซ็นต์เซอร์เก็บข้อมูลและส่งไปรวบรวมไว้ที่คราว (Clound) เพื่อให้ข้อมูลรับเข้าเป็นอัตโนมัติ สิ่งที่ต้องระวังคือความถูกต้องและแม่นยำของข้อมูล ต้องมีการทวนสอบ เพื่อให้มั่นใจ เพราะการดำเนินงานตามระบบขององค์กรต้องมีแบบแผนชัดเจน ว่าจากวิสัยทัศน์องค์กร พันธกิจขององค์กร นโยบาย ต้องเตรียมคนอย่างไร ฝึกพนักงานอย่างไร เพื่อเตรียมพร้อมกับการปรับปรุงไลน์ผลิต มีการวางแผนเป็นขั้นตอน ให้สอดคล้องกับกระบวนการปรับปรุงไลน์ผลิตที่ตจะเกิดขึ้นในอนาคต และเพื่อสร้างทีมที่มีความเข้าใจการปรับปรุงไลน์ผลิตต้องอาศัยขั้นตอน เพื่อให้สามารถติดตามการทำงานในการพัฒนาได้ทันตามกำหนด และไม่เสียโอกาสในการทำธุรกิจ ด้วยแนวคิดแบบ Lean เน้นการแก้ปัญหาจากการทำงานระดับล่างขึ้นบน (Bottom Up) องค์กรต้องมีระบบการทำงานที่สนับสนุนแนวคิดของพนักงาน เมื่อมีการคิดแก้ไขปัญหาจะมีขั้นตอนการปฏิบัติอย่างไรที่จะสามารถสื่อไปถึงหัวหน้างานได้ หัวหน้างานสื่อไปถึงผู้บริหารระดับล่าง หากมีผลกระทบกับไลน์การผลิตและมีความสำคัญจะสื่อสารไปถึงผู้บริหารระดับกลางและระดับบนได้อย่างไรเพื่อให้ได้รับการสนับสนุนหรือการลงทุนในแนวคิดดังกล่าว จึงต้องเป็นระบบที่ทางองค์กรกำหนดขึ้นมาให้สอดคล้องกับวัฒนธรรมและนโยบายหลักขององค์กร

“ผมอยากให้มองว่ามันเป็นกระบวนการเรียนรู้อะครับ เป็นกระบวนการที่ไม่มีใครสำเร็จมาในการทำครั้งเดียวต้องปรับ Mine set นะครับยอมรับที่จะล้มแล้วก็พยายามลุกขึ้น ความล้มเหลวเป็นเรื่องที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อที่จะพัฒนานะครับ คิดมูลค่าที่เป็นสมองของตัวเอง ผมว่าเป็นสิ่งที่ดีนะ อยากให้คือขาย ขาย ขายความรู้ ความเข้าใจขาย ควรจะวางระบบยังไง มันมีมูลค่านะฮะ ไม่ใช่แค่ขายฮาร์ดแวร์ไปซื้ออุปกรณ์ยี่ห้อนู้น ยี่ห้อนี้มาใส่” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA10, 2565) สอดคล้องกับ “ต้องอาศัยการเรียนรู้ ไปพร้อมๆ กับเครื่องจักรพร้อมๆกับซัพพลายเออร์ที่เค้าเข้ามาเทรนนิ่งให้ในช่วงแรก ในส่วนของของช่างที่ดูแลรับผิดชอบเครื่องจักรโดยตรง ส่วนของ Operation ก็อาจจะเข้าไปมีส่วนร่วมเราก็จะเรียนรู้ไปพร้อมๆกัน สายตรงเข้ามาที่เป็นออโตเมชั่นมั้ย เตรียมไว้เหมือนกันก็ ก็และก็มีหน่วยงานที่เข้ามาเจาะเรื่องนี้โดยเฉพาะ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA11, 2565) สอดคล้องกับ “ส่วนสำคัญก็คือความรู้ในเชิง Industrial Engineering นะครับ จะมีผลต่อการออกแบบที่ดีได้อย่างไร เป็นส่วนสำคัญมากๆ สิ่งที่ผมพยายามคิดเนี่ยต้องมีความรู้ทาง Process Engineering ไปต่อยอดกับการใช้นวัตกรรมอะนะครับ การจัดการ คือ 3 เรื่องเนี่ยอะครับ People Process แล้วก็เทคโนโลยี People ต้องมีอะไรต้องมีโกสมายเซตถูกไหมครับ เราต้องรู้ในเรื่องของโรงงานของเราอะนะ เราต้องการผลิตเร็วเพื่อตอบสนองไปเพื่ออะไร” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA24, 2565) สอดคล้องกับ “ญี่ปุ่นเนี่ยพอย้ายฐานมาที่ต่างประเทศเนี่ยเช่นลงไทยปี๊บเนี่ย ขบวนการผลิตเดิมที่อยู่ในประเทศเค้าตาม Process เนี่ยมันหายไปเลย มันไม่มีให้เรียนก็ ไม่มีองค์ความรู้ ก็เลยต้อง ต้องมาเรียนรู้ process ด้วยไปที่ต่างประเทศ ว่าของจริงเป็นอย่างงี้นะคุณจะได้กลับไปเขียนสเปคคุณได้ถูกต้องพอสเปคคุณถูกเราก็ทำงานง่าย อย่างเนี้ยฮะ เหมือนมันแลกกันนะครับ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA16, 2565) สอดคล้องกับ “ทุกอย่างมันเรียนรู้จากกระบวนการการทำงานของคนที่อยู่หน้างาน มันเรียนรู้จากกระบวนการการทำงานที่อยู่หน้างานของเด็กหน้างานนะครับว่าคนที่ทำงานแบบนี้คนที่ทำลักษณะแบบนี้พอเค้าทำไคเซนโรบอทที่จะใกล้เคียงกับคนนะครับ แต่โรบอทที่เค้าคิดสมมติไลน์นี่มีคนอยู่ 6 คนแต่เค้าสามารถดีไซน์ให้ใช้โรบอทตัวเดียวแทนได้อะ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA18, 2565) สอดคล้องกับ “การใช้งานโรบอทมันอาศัย อาศัยความชำนาญ การ ประสบกาณ์ด้วย ถ้างั้นคนไม่เคยจับเลย บอกเลยทำงานไม่ได้ แมคทอนิค ซอฟแวร์ ไฟฟ้า ซึ่ง 3 ศาสตร์เนี่ยมันเป็นไปไม่ได้ที่คนหนึ่งที่จะทำทั้งหมด” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA23, 2565) สอดคล้องกับ “สร้างโรงงานใหม่คุณมีเงินที่จะสร้างโรงงานใหม่ไปเลย ระบบ Smart Factory มาเลยแต่นี่จะเปลี่ยนโรงงานส่วนใหญ่จาก 2.0 ขึ้นไปเป็น 3.0 3.5 ต่างๆเนี่ยนะครับ มันก็ค่อยเปลี่ยนผ่านไปเพราะนั้นมันก็จะค่อยๆทำไคเซนไปนะครับ ค่อยๆปรับตัวไปนะครับค่อยๆปรับตัวไปนะครับ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA5, 2565) สอดคล้องกับ “เราต้องออกไปดู Idea จากที่อื่นๆ อย่าสับสนแยกกระบวนการให้ได้ และนำมาเป็นบทเรียนให้องค์กรเราเอาไปสร้างองค์ความรู้ของตนเองในระบบอัตโนมัติ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA1, 2565) “ในเชิงระบบ Organization พอจริงๆปุ๊บเนี่ย ให้พนักงานทำงานง่ายขึ้นสะดวกขึ้นมีประสิทธิภาพมากขึ้นเช่นการยกของ ทรานเฟอร์ตัวนั้นพวกคุณหนักนะ ต้องปรับปรุงมันต้องเอาคนไปจากกระบวนการนี้ คุณต้องปรับปรุงพัฒนาเป็น เข้าไปเทรนระบบ ไปคุมระบบ คุณต้องไป

คุมไปสร้างคิดเกี่ยวกับเรื่องมันจะทำยังไงให้มันมีประสิทธิภาพมากขึ้นไปช่วยกันคิดให้มากขึ้น (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565)

กระบวนการทำ Lean Automation เป็นกระบวนการที่ไม่มีใครทำเร็จได้ในครั้งเดียว ในทุกโครงการที่ได้สร้างขึ้น ต้องมีการปรับความคิด (Mindset) การพัฒนา ปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง อาศัยการเรียนรู้ ผิดถูกไปพร้อมๆ กับการนำระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์เข้ามาใช้ในการผลิตอาหาร ในส่วนของการควบคุมเครื่องจักรพนักงานก็จะได้เรียนรู้ไปกับผู้ผลิตระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ ทางช่างเองเข้ามาเรียนรู้ในส่วนของการซ่อมบำรุงรักษาเฉพาะทาง ผู้ผลิตระบบเองก็เรียนรู้กระบวนการผลิตอาหารไปด้วย เกิดเป็น **“3. องค์กรแห่งการเรียนรู้” (Learning Organization)** ขึ้นในองค์กร ผู้ควบคุมระบบและช่างรุ่นแรกที่ได้เรียนรู้จำต้องมีเวลา โอกาส และเวที ในการสานต่อ เล่าประสบการณ์ดังกล่าวเพื่อเผยแพร่องค์ความรู้เหล่านั้นแกพนักงานคนอื่นๆต่อไป เกิดเป็นองค์ความรู้ภายในองค์กร ทั้งนี้องค์กรทางผู้ผลิตระบบก็หวังให้งานประสบความสำเร็จ องค์กรเองก็มีความต้องการใช้ระบบ เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของการผลิต ช่องทางการสื่อสารที่ดีและการเตรียมพนักงานให้พร้อมสำหรับการเรียนรู้ โดยส่งพนักงานไปเรียนรู้ภายนอกองค์กร เพื่อกลับมาปรับปรุงพัฒนากระบวนการผลิตจะช่วยให้เกิดองค์ความรู้ขึ้นภายในองค์กร ประกอบกับโครงการที่มีอย่างต่อเนื่องเป็นการช่วยฝึกฝนทักษะ ของพนักงานที่ได้เรียนรู้มาได้นำมาปฏิบัติกับขั้นตอนการผลิตจริง เครื่องมือจริง ได้ปรับปรุง เกิดการคิดคำนวณ และปรับปรุงอย่างแท้จริง ได้มีการลองผิด ลองถูกในการออกแบบระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ ผ่านกิจกรรมไคเซ็นต์เพื่อพัฒนากระบวนการผลิต ทำให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพดีขึ้น

“ผู้นำองค์กรเป็นจุดแรกเลย ต้องให้ผู้นำองค์กรมี Mine set ยอมรับความผิดพลาดในการปรับปรุงหลายครั้งการนำ Lean หรือ Automation หรือการนำเทคโนโลยีอะไรเข้าไปใช้เนี่ย Process Improvement ครั้งนี้อาจจะยังไม่ดีคุณก็ต้องปลูกครั้งละเล็กครั้งละน้อย ถ้าจะให้กำลังใจก็ว่าก็อย่างที่บอกว่าครั้งละเล็กละน้อยก็ยังดีนะครับ ทำไปเรื่อยๆ ตามไปเรื่อยๆ สร้างทีมให้แข็งแกร่ง” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA10, 2565) สอดคล้องกับ “Big change ของมันก็คือเปลี่ยนเปลงใหญ่ของกลุ่มของไทยสัมมิทที่เราใช้อยู่เลยนะมันเกิดจากการที่เปลี่ยนผู้บริหารที่มีแนวความคิดของคนยุคใหม่” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565) สอดคล้องกับ “ผู้บริหาร ต้องเปิดใจกับระบบออโตเมชั่นก่อน เปิดใจเรื่องของอะไรมั่ง คือถ้ามองในข้อดี มันมีข้อดีเยอะแยะแหละในเรื่องของช่วย เรื่องของคุณภาพ เรื่องของการลดต้นทุนการผลิต การเวสการรอคอย การแข่งขันอะไรต่างๆ ส่งเสริมให้ รับบุคคลากรที่เค้ามีวุฒิพอที่จะเข้าใจระบบ ออโตเมชั่นพอสมควรหรือว่ามีพื้นฐานมาบ้าง คุณต้องคิดเรื่องการลงทุนในคนนั้นป็นเรื่องแรก รักองค์กรมันต้องถูกรักษาด้วยคนนะครับ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA17, 2565) สอดคล้องกับ “ไม่ได้ถูกรักษาด้วยกลยุทธ์หรือยุทธศาสตร์ ไม่ได้อยู่ที่ความสามารถในการแข่งขัน คือจะเอาแต่กำไร มุ่งแต่หากระบวนการที่จะสร้างกำไร ไม่ใช่จริงๆกระบวนการต้องสร้างที่คน เริ่มที่คนนะครับ แล้วกระบวนการ

Method ก็คือลีนนะครับ แล้วก็เรื่องของกระบวนการ Competitiveness เรื่องของ Performance ทำให้เกิด Productivity ถ้าคุณมองคนเป็นปัจจัยในการผลิตก็จบกัน แต่ถ้าคุณมองเป็นสินทรัพย์อะเป็น Asset คุณมองคนเป็น Human Capital นั้นและ เรื่องเรียน เรื่องพัฒนา Improvements มันก็จะอินเนอร์ อย่างนิทานคนตัดไม้เนอะ คนตัดไม้บอกโห้ตัดไม้กว่าจะเสร็จเป็นวันอะ นี่ไงหินรับมีด ถ้ารับเสร็จนะจะตัดไม้ได้เร็วมากเลย โห้ยอดเยี่ยมเลยหินรับแต่เอาไว้ก่อนน่ะไม่มีเวลา อ๋อกำลังไปตัดไม้อยู่ กรรมแค่นี้ก็จบตั้งแต่วิธีคิดแล้ว" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA4, 2565) สอดคล้องกับ "บริหารเนี่ยเอาดีมานตรงเนี่ยจากหน้างานเอามาประมวลผล แล้วก็มาพิจารณาดูว่าการจะลงทุนเนี่ยขนาดประมาณไหน เราก็เข้าไปดูในเลเวลต่างๆ เนี่ย หาโอกาสตรงเนี่ยให้ได้เยอะที่สุด" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA3, 2565) สอดคล้องกับ "การบริหารจัดการเริ่มเป็นการวิเคราะห์ ต้องมองว่าแล้วเรา Position ตัวเองไว้ที่ไหนใช่มั้ยครับ มันอาจจะ ความจำเป็นเนี่ยขึ้นอยู่กับว่าเราแผนของมันเนี่ย เรา Position ไว้แค่ไหนเราจะทำหน้าที่เป็น OEM หรือเปล่า ต้องมีคนพาไป" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA11, 2565) สอดคล้องกับ "คือๆ Mine set ผู้บริหารเข้าใจว่า Automation หรือ Lean Automation เนี่ย มีประโยชน์กับอนาคตแน่ๆแระแต่ละ Process เนี่ยมีพารามิเตอร์อะไรบ้างแล้วเราควรจะสนใจพารามิเตอร์ไหน เก็บข้อมูลพารามิเตอร์ไหนแล้วก็มาวิเคราะห์ไล่ดูมุมมองของผู้บริหารกับมุมมองของเอนจีเนียเนี่ยไม่เหมือนกันมันมักจะไม่เกิดการพัฒนาในๆสถานที่นั้น" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA16, 2565) สอดคล้องกับ "เริ่มต้นเลยจาก Top Management นะ ถ้าเค้าไม่มีนโยบายไม่มีวิสัยทัศน์มาตั้งแต่ต้นคุณทำยังไงก็ไม่สำเร็จหรอก เพราะงั้นตรงเนี้ยมันเริ่มจากระดับสูงก่อนนะครับแล้วพอระดับกลางเนี่ยนะครับเค้าก็จะเป็นในลักษณะที่ ตัวนโยบายตัววิสัยทัศน์ลงไปยังไง นะครับ เพราะนั้นตรงผู้บริหารเนี้ยสำคัญไม่ว่าระดับไหนก็ตามนะครับ (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA5, 2565)

การสังเคราะห์ข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูลหลักสรุปได้ว่าการทำงานร่วมกับคนหลายกลุ่ม และเทคโนโลยีที่ทันสมัย ผู้นำขององค์กรต้องยอมรับการเปลี่ยนแปลง และการปรับปรุงด้วยเทคโนโลยี มีความคิดที่ต้องยอมรับความผิดพลาด เมื่อพบความล้มเหลวนำไปเป็นตัวขับเคลื่อนในการปรับปรุงพัฒนากระบวนการในครั้งต่อๆไป เพื่อประกอบกับการใช้หลักคิดของ Lean **"4. ความเป็นผู้นำ" (Leadership)** จึงต้องแสดงความไม่ย่อท้อ ต้องแสดงถึงการแก้ไขปัญหาที่ชัดเจน การวางแผนป้องกันความเสี่ยงไปทีละจุดให้การลงทุนแต่ละครั้งมีความคุ้มค่าด้วยความสามารถของทีม สร้างให้ทีมเกิดความร่วมมือ ร่วมแรงร่วมใจทุกครั้งในการทำงาน มีการทำงานร่วมกับทีม และติดตามงานเพื่อให้สามารถประสบความสำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์โดยเร็ว ผู้นำต้องคัดเลือกลูกทีมเข้าทีม ต้องคัดสรรคตามความสามารถ ต้องส่งเสริมให้มีทักษะ พัฒนาให้พนักงานเป็นทรัพยากรมนุษย์ที่สำคัญต่อองค์กรนำพาองค์กรไปสู่ความสำเร็จ ด้วยวิสัยทัศน์ในการพัฒนาองค์กรด้วยระบบอัตโนมัติ และมีการลงทุนให้มีการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างชาญฉลาด

“ต้องสร้างความเข้าใจกับคนงาน คิดถึงใจเข้าใจเราอย่าให้เขาคิดไปว่าเครื่องจักรจะเข้ามาแย่งงานเขาหรือมาลดรายได้ของเขา ต้องให้เขาทราบว่าเขาจะทำงานได้ง่ายขึ้นสบายขึ้น” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA1, 2565) สอดคล้องกับ “บุคคลากรที่เป็นเอ็นจิเนียจะมีส่วนสำคัญขึ้นมาเมื่อเราเอาออโตเมชั่นเข้ามาใช้มากขึ้น ฝึกหรือเทรนนิ่งเค้าขึ้นมา เพื่อที่จะรองรับระบบตรงนี้ ไปอยู่กับทางทาง SI ที่ต่างประเทศหลายเดือนเลย คือ ไปเนี่ยแบบ ไปเพื่อให้รู้ว่าอุปกรณ์ชุดนี้ทำหน้าที่อะไร ไปฝังตัวกับซัพพลายเออ อันอันนี้ก็คือมองว่าเป็นเรื่องดีนะ คือรู้ลึกรู้จริง เราก็สามารถที่จะยืนอยู่ได้เอง” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA17, 2565) สอดคล้องกับ “มีการอบรมแอดให้กับเด็กให้มีสกิลมากขึ้น อาจจะเป็นการเชิญวิทยากรข้างนอกมา เชิงปฏิบัติการเค้าเรียกว่าอบรมปฏิบัติการการทำงานของจะได้ผลตอบแทนอะไรมากขึ้น อันเนี้ยเป็นการกระตุ้น เป็นการกระตุ้นเพื่อให้เด็กสร้าง Performance ในตัวเองแล้วก็พัฒนาในเรื่องของตัวระบบงานของเราให้ดีขึ้น” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA14, 2565) สอดคล้องกับ “เราผลักดันให้เค้ามี Management ที่พร้อมแล้วเนี่ยเราจะไปลงเทคโนโลยีเนี้ย ก่อนที่จะลงเทคโนโลยีก็ต้อง ต้องแก้ปัญหาเรื่องบุคลากรให้มีความพร้อมขึ้นมาอีก ผมเห็นด้วยในการยกระดับนะครับความสามารถของบุคลากรแล้วทำให้ระบบมีประสิทธิภาพ กับ HR เพราะว่ามันไม่ใช่มุมมองของโรงงานอย่างเดียวมันเป็นมุมมองของพนักงานด้วยที่จะดูแลเขาอย่างไร งั้น HR ต้องวางแผนดีนะครับแล้วก็ผมคิดว่าคือๆ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA10, 2565) สอดคล้องกับ “ออกแบบหุ่นยนต์ต้อง โอ้ใช้เวลาอีกเป็นปีนะครับ มันใช้คนคอนข้างเยอะแล้วคนพวกนี้ต้องเฉพาะทางเท่านั้นด้วย จะเอาคนไม่เคยทำเลยมาดูเนี่ยผมว่ายาก ค่อนข้างยาก นะครับ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA23, 2565) สอดคล้องกับ “อันดับแรกต้องให้ความรู้พื้นฐานเขาก่อน ทำจะเป็นการสร้าง เราจะแบ่งคนเป็นกลุ่ม A ก็มองเป็น Amature กลุ่มที่เป็นพนักงานให้เข้าใจความรู้พื้นฐาน กลุ่ม ตัว B คือเบนเดอร์ พวกนี้ก็อาจจะเอารีไควเมนมาแล้วลองดูสิว่ามีโซลูชั่นที่ไหนที่จะสามารถจะเอามาแก้ไขงานได้ กลุ่มตัว C ก็คือ ครีเอดเตอร์หน่วยที่ทำวิจัยหรือพัฒนาของขึ้นมาใหม่ได้เนี่ย หรือจำเป็นที่ต้องเอาท์ซอส SI System Integration กลุ่ม D แล้วครับ ก็คือพวก ดรีมเมอร์ ตัวที่สามารถสร้างนวัตกรรมใหม่ได้กลุ่ม E ก็คือกลุ่มที่เป็น Enterprice กลุ่มที่เป็นบริษัท ที่เอางานเนี่ย เอาผลิตภัณฑ์เนี่ยไปใช้งานได้” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA3, 2565) สอดคล้องกับ “เตรียมรองรับในกลุ่มของผู้ผลิตหุ่นยนต์ ผู้ใช้หุ่นยนต์ นักบูรณาการระบบอะไรต่างๆเหล่านี้ นะครับ จะมีแยกย่อยออกไปนะครับโดยเราวางว่าหน่วยงานที่รับผิดชอบหลักเนี่ยในประเด็นเนี้ยน่าจะเป็นกระทรวงศึกษาธิการครับแล้วก็กระทรวงการอุดมศึกษานะครับ ไปสู่มาตรฐานฝีมือแรงงานนะครับ คุณจะมาทำงานในอุตสาหกรรมเมืองไทยคุณต้องผ่านมาตรฐานการทำงานของประเทศไทย” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA2, 2565) สอดคล้องกับ “หาเรื่องหลักสูตรเรื่องของการเทรนนิ่งการยกระดับพัฒนาการเทรนนิ่งตอนนี้ไม่ใช่แค่เรื่องของการเข้าห้องคลาสรูมอย่างเดียว มีหลายวิธีมากในการพัฒนาบุคลากรที่จะต้องนำเครื่องมือตรงนี้มาใช้เต็มที่โครงสร้างองค์กร มันต้องเอื้อต่อการรับ New Generation” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA8, 2565) สอดคล้องกับ “งานใหม่อะไรเกิดขึ้นที่จะต้องใช้คนนะครับแล้วเราจึงเอาคนเนี่ยไปใส่ตรงนั้นได้ คนนั้นก็พร้อมที่จะเปลี่ยนมั้ย เพราะงั้นตอนที่เค้าจ้างเพิ่มเค้าก็จะจ้างคนที่มันเหมาะกับงานใหม่นะครับซึ่งมันก็จะมีความรู้จากประสบการณ์เดิม หรือเพิ่มเติมใหม่” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก

LA5, 2565) สอดคล้องกับ “เทคโนโลยีในการผลิต ในการมาช่วยคนทำงานอะไรพวกนี้นะคะ ระบบพัฒนาคนเก่งแล้วก็ทำแผนสืบทอดตำแหน่งหรือพร้อมกับระหว่างการทำแผนพัฒนาคนเก่ง คุณก็ต้องมีเรื่องของการพัฒนาส่วนบุคคลพวกนี้เข้ามาด้วย เชื่อมโยงกับแผนของกลยุธย์ขององค์กรในการเจริญเติบโต” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA25, 2565) สอดคล้องกับ “เรื่องการแทนคนเนี่ยมันมี 2 ระดับนะครับ ระดับหนึ่งการที่มุ่งเน้นแทนคนที่เป็นแรงงาน อันนี้มันยากนะครับ แต่ถ้ามุ่งเน้นแรงงานคนที่มีแนวแรงงานแนวที่เป็น Labor กับสกิลผสมอยู่ด้วยด้วยระบบอัตโนมัติจะยากขึ้นเรื่อยๆ เพราะว่าต้องพึ่งพาความชำนาญของคน” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA6, 2565) สอดคล้องกับ “งานท้ายไลน์ แพ็คกิ้ง งานกางกล่อง เรียงกล่องลำเรียง (End of Line) ไม่ได้ใช้สกิล จึงทำให้สามารถใช้ระบบอัตโนมัติทดแทนได้ ในส่วนของคนจุดดังกล่าวสกิลไม่มีแต่ถ้าเปิดใจเราเอาไปจดข้อมูล อัพสกิลได้ได้ค่าแรงเพิ่ม คนที่มีสกิลพวกช่างเชื่อม เทคนิค ก็ขาดแคลนครับ บางคนเล่นตัวอัพรายได้ แต่งานบางทีก็ไม่ทำเท่าที่ควร” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA7, 2565) สอดคล้องกับ “เจ้าภาพเนี่ยต้องติดต่อกับคนทั้งโรงงานแน่นอน ติดต่อกับ Supplier ติดต่อกับ SI ด้วย โอกาสอาจจะสำเร็จ เวลาเขาจะไม่พออะนะครับด้วย เพราะ Lean Automation ใช้เวลาเยอะแน่นอน” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA15, 2565) สอดคล้องกับ “เรามีฮาร์ดแวร์เรามีทีมดีไซส์เนี่ย Process ดีไซส์ จากนั้นเนี่ยเรามีสองส่วนตรงนั้นแล้วยังไม่พอ ส่วนที่จะไปต่อก็คือในเรื่องของ System Integration เป็นของเราเองนะครับ อะไรเรามีฮาร์ดแวร์ ซอฟแวร์ ที่รามี Process ดีไซส์ ที่ดีแล้วเนี่ย คนประกอบหรือ System Integration ก็ต้องมีความเข้าใจ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA24, 2565) สอดคล้องกับ “เราอยากพัฒนาใช่มั้ยครับ ต้องเป็นคนที่อยู่ในโรงงานเอง หรือว่าจากภายนอกก็ได้นะครับ อันนั้นต้องไปศึกษากระบวนการ โดย Factory Tour ในสายการผลิตทั้งหมดนะครับ ว่าทำงานจริงแล้วเป็นยังไงอะไรบ้าง” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA11, 2565) สอดคล้องกับ “พนักงานผมก็ได้เรียนรู้ พอชินเริ่มทำอะไรต่างๆหลายๆ ช่างเทคนิคอะไรต่างๆ ณ ปัจจุบันเนี้ยไปอยู่บริษัท SI เยอะเต็มออกไปหมดแล้ว ไปทำแบบที่เขาชอบ สำคัญต้องเทรนคนเกี่ยวกับเรื่องการใช้งาน และการดูแลระบบด้วยนะครับ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565)

เมื่อระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์เข้ามาในกระบวนการของการผลิต ช่างซ่อมและผู้ดูแลระบบมีส่วนสำคัญในการดูแลรักษาระบบให้คงไว้ซึ่งประสิทธิภาพของการทำงาน งานที่ถูกทดแทนด้วยระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์นั้นไม่ได้เข้ามาแย่งงานของพนักงานที่เคยทำอยู่ แต่เข้ามาช่วยให้งานสบายขึ้น ในงานที่ต้องยกของหนัก งานที่ทำงานซ้ำๆ งานที่เกี่ยวกับความอันตรายต่างๆ เป็นต้น องค์กรต้องวางแผน **“5. การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์” (Human Development)** ก่อนการเปลี่ยนแปลงหรือให้ควบคู่ไปด้วยกัน ลีกเลี่ยงการทำให้เกิดความเข้าใจผิดของพนักงานในเรื่องการทำงาน กลายความลำบากที่มากขึ้น หรือระบบต้องรอคนคุม รอช่างซ่อม จนไม่สามารถปฏิบัติงานได้ การวางแผนพัฒนาพนักงาน การเพิ่มทักษะสกิลให้กับพนักงานที่สนใจ ที่จะทำงานร่วมกับระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ ส่งพนักงานเข้าไปเรียนรู้กับ System Integrator (SI) เพื่อเรียนรู้กระบวนการทำงานาของระบบอัตโนมัติที่จะนำเข้ามาใช้ในองค์กร รวมทั้งมีการทดสอบหรือวัดประสิทธิภาพของพนักงานที่สามารถ

เพิ่มทักษะให้กับตนเอง เพื่อนำไปสู่ค่าตอบแทนในการทำงานที่ดีขึ้นและสวัสดิการของพนักงานที่อำนวยความสะดวกต่อการทำงานมากขึ้น การพัฒนาคนสามารถแบ่งกลุ่มพัฒนาได้ เป็น กลุ่ม A อา มาทัว (Amature) เป็นพนักงานทั่วไปที่ทำงานร่วมกับระบบอันโนมัติหรือหุ่นยนต์ กลุ่ม B แบรนด์ เดอร์ (Brander) เป็นกลุ่มช่างที่พอมีทักษะพื้นฐาน สามารถเลือกใช้และมีความรู้จักรอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ มาแก้ไขปัญหาเบื้องต้น กลุ่ม C ครีเอเตอร์ (Creater) สามารถวิจัยและพัฒนาระบบอัตโนมัติที่มีความจำเป็นต่อกระบวนการขององค์กร หากไม่มีคนกลุ่มนี้ภายในองค์ ต้องใช้นักบูรณาการระบบ (System Integrator) เนื่องจากต้องสร้างชิ้นงานที่มีความใหม่ขึ้นมา กลุ่ม D ดรีมเมอร์ (Dreamer) คนกลุ่มนี้สามารถสร้างนวัตกรรมใหม่ กลุ่ม E เอ็นเตอไพร์ (Enterprice) กลุ่มบริษัทที่นำนวัตกรรมและเทคโนโลยีไปใช้ได้จริง เป็นต้น เพื่อการแยกการพัฒนาทักษะให้มีความเหมาะสมกับผู้ทำงานที่เกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติ ภายในองค์กร มีหลักสูตรจำนวนมากที่ต้องเรียนรู้เกี่ยวกับระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ คนคนนึงไม่สามารถเรียนรู้ได้หมดในเวลาอันสั้น จึงจำเป็นต้องจัดทีมและแบ่งกลุ่ม องค์กรที่มีการจัดกลุ่มพัฒนาจะลดโอกาสของการขาดแคลนแรงงานเนื่องจากการมีกลุ่มคนจะช่วยให้แผนการพัฒนา และการเรียนรู้แบบกลุ่ม การสืบทอดทักษะและตำแหน่งงานสามารถทำได้ด้วยคนหลายคน อย่างไรก็ตามการพัฒนาพนักงานให้เป็นนักบูรณาการระบบภายในมีส่วนสำคัญไม่แพ้ การพัฒนาในรูปแบบกลุ่มต่างๆ อาจพัฒนาจากผู้มีความรู้พื้นฐานด้านการพัฒนาประสิทธิภาพหรือจากหน่วยงานที่มีการติดต่อประสานงานเกี่ยวกับเรื่องข้อมูล เนื่องจากต้องมีการผสานงานระหว่างนักบูรณาการระบบภายนอกกับหน่วยงานภายในขององค์กร และเป็นผู้คัดกรองข้อมูลที่จะต้องแลกเปลี่ยนกับองค์กรหรือผู้เชี่ยวชาญภายนอก Si ภายในมีส่วนช่วยให้การพัฒนากระบวนการเป็นไปได้ตามขั้นตอน มีการตรวจสอบข้อมูล ทั้งการเข้าไปทดลองหรือการส่งสินค้าตัวอย่างเข้าทดลองกับทางผู้เชี่ยวชาญ

> “User เองเนี่ยจะต้องปรับตัวเข้าหาคือ เนื่องจากกว่าพวกเนี้ยมันเป็นระบบออโต้ พนักงานหรือ User เองเนี้ยจะต้องไม่ละเลยในเรื่องของความปลอดภัยอันนี้สำคัญมากเพราะว่าถ้าคุณมีระบบโรบอทเข้ามาคุณมีระบบสายพานลำเลียงเข้ามา คุณจะซ่อมคุณต้องหยุดเครื่องนะความปลอดภัยไม่ปิดตู้ไม่ปิดไฟ ไฟมันรั่วหรืออะไรอย่างเนี้ย อันนี้อันนี้คือสำคัญมาก ขั้นตอน 1 2 3 ต้องศึกษาคู่มือก่อน (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA14, 2565) สอดคล้องกับ “จริงๆ เนี่ยมันอาจจะไม่ได้อยู่ที่ ROI ตัวเดียวนะครับ ท้ายที่สุดเนี่ยมันอาจจะกลายเป็นว่ามันเป็นกฎหมาย อาจจะสำคัญในโรงงานคือพื้นที่มันใช้พื้นที่ Floor Space เท่าไหร่ครับ มันพอมั้ย มันใช้พื้นที่ร่วมกับส่วนอื่นมั้ย มีทางสัญจรมั้ย อันตรายหรือเปล่า” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA11, 2565) สอดคล้องกับ “ที่สำคัญนะครับที่จะต้องมีเทคนิคการออกแบบที่ดีพอสมควร เพราะว่าการที่เราจะให้คนกับเครื่องจักรทำงานร่วมกันได้อย่างปลอดภัยเนี่ยนะครับ มันก็ต้องมีมาตรฐานพอสมควรว่าคุณจะออกแบบอย่างไร” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA6, 2565) สอดคล้องกับ “หุ่นระบบอัตโนมัติเป็นโรงสร้าง

มีน้ำหนัก ผู้ทำงานด้วยจะใกล้มากไม่ได้ ชิดมากอันตรายครับ ต้องมีระบบประตู Safety ที่ดี” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA1, 2565) “เราสอนคนให้ทำงานได้ยังต้องสอนให้วิเคราะห์ความปลอดภัย ความเสี่ยงที่จะบาดเจ็บ ระบบมาช่วยแล้วค่ะ ช่วยทำงานแต่ต้องไม่ละเลยความปลอดภัยในการทำงานพื้นฐาน” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA25, 2565)

การทำงานกับระบบอัตโนมัติพนักงานต้องไม่ละเลยขั้นตอนการปฏิบัติงาน กับเครื่องจักรต้องทำตามลำดับขั้น ไม่ทำลัดขั้นตอน อันก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้งานและผู้อยู่ข้างเคียงได้ องค์กรต้องคำนึงถึง **“6. ความปลอดภัย” (Safety)** การแต่งกายของพนักงานต้องรัดกุมไม่มีส่วนนึงส่วนใดยื่นออกจากตัวอันจะเป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ เครื่องประดับด้วยเช่นเดียวกัน สำหรับโรงงานผลิตอาหารแล้วเรื่องเหล่านี้เป็นส่วนนึงของ GMP เช่นเดียวกัน ตัวระบบอัตโนมัติเองต้องได้รับการออกแบบและทวนสอบให้มีความปลอดภัยมีกำบังกั้นจุดที่อาจก่อให้เกิดอันตราย หรือมีการทำงานของเครื่องจักร และปุ่มฉุกเฉินเพื่อหยุดการทำงาน พนักงานที่จะเข้าใช้งานต้องได้รับการอบรมจากผู้ผลิตหรือผู้เชี่ยวชาญในระบบอัตโนมติหรือหุ่นยนต์นั้นๆ ให้เข้าใจ และมีการทดลองทำโดยมีผู้ควบคุมอยู่อย่างใกล้ชิด ในส่วนที่เป็นระบบไฟฟ้าต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น การทำงานหากติดขัดในขั้นตอนควรกลับมาดูคู่มือทุกครั้ง ที่สำคัญพื้นที่ในการทำงานและการเข้าซ่อมแซมควรมีระยะห่างที่สามารถเข้าทำงานและเข้าช่วยเหลือได้หากเกิดเหตุ ไม่คำนึงเพียงการวางระบบเข้าทำงานได้เท่านั้น

“เอจาย อาจาย Agile อะนะ Agile Manufacturing อะนะ มันก็คือส่วนที่ไอ้ Station นั่นๆเนี่ย นอกจากเป็น flexible แล้วเนี่ย มันยังสามารถที่จะ Move แล้วก็ รีมูฟได้ อันนี้ก็ยิ่งทำให้ flexible มากขึ้น จะมองเรียกว่าเป็น flexible Automation พอ flexible Automation ไอ้ตรงนี้เนี่ยรวมกันหลายระบบเขาด้วยกันเนี่ย เราสามารถที่จะ Stationหนึ่งเนี่ยอาจจะทำฟังก์ชันได้มากกว่าหนึ่งฟังก์ชัน” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA3, 2565) สอดคล้องกับ “ทำ Automation เนี่ยจริงๆ เป็นตัวที่เป็น Bottom Neck มากที่สุด บางโครงการสามารถแก้ไขจุดนึงและส่งผลในหลายกระบวนการ บางเครื่องขยายไปกระบวนการอื่นที่สอดคล้องกัน แต่ว่าพอดูภาพรวมของโรงงานแล้วเนี่ย ถามว่า Process ไหนเนี่ยที่ทำแล้วสามารถขยายผลได้เร็ว แล้วก็มีผลประโยชน์ คือไม่ใช่เขาดูทั้งโรงงานว่าอันไหนจะเป็นผลประโยชน์บริษัทมากที่สุด คน Imprement เข้าใจ Reduction ว่าเป็น Reaction เดียวกัน” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA12, 2565) สอดคล้องกับ “ระบบออโตเมชั่นเมื่อหันมาใช้ระบบออเมชั่น มีผลกระทบมากครับ เดิมคนยืนเคียงบ่าเคียงไหล่กันตลอด ปรับเป็นใช้กล้องเลือกขนาด หุ่นมาจัดเรียง คุณจ้างคนน้อยลงหรือเอาไปทำอย่างอื่นได้ และคนจะขยันขึ้นด้วย อุตสาหกรรมอาหารไม่ควรเป็นเพียวออโตเมชั่น คนยังต้องมี แต่ที่เหลือจากในไลน์ที่ลดก็ปรับให้คนที่มีความสามารถ เอาไปคุมไลน์แทน เพิ่มผลตอบแทนให้เขา” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA7, 2565) สอดคล้องกับ “Automatic Process คือทำ Process จาก Manual ให้กลายมาเป็น Automatic Process ให้ได้ พอต้องเชื่อมกันระหว่างแมทชีนกับแมทชีน มันเรียกว่า Machine Interface เนี่ยมาทั้งตัวเมคคานิคอล อินเตอร์เพส มาทั้งอิเล็กทริคอล อินเตอร์เพส ก็จะเริ่มตามมา ก็จะพบว่าเริ่มกลายเป็นกิ่งๆมาหลายๆ Process เชื่อมกัน เริ่มไลน์

Automatic ไลน์ฮะก็มาเรื่อยๆๆ พอถัดมาเนี่ยก็เริ่มอยากจะได้ดึงข้อมูลดาต้าไปบริหาร ถัดมาอีกเลเวลนึงก็คือเลเวลที่วิเคราะห์ Process IE พวกไลน์บาลานซ์ Operation Research พวกเนี้ยสิ่งพวกนี้ไม่ใช่สิ่งที่เป็นของใหม่ มีอยู่นานแล้ว" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA16, 2565) สอดคล้องกับ "ต้องบอกว่าคนที่เก่งๆหรือคนที่มีศักยภาพไม่ชอบทำงานอะไรซ้ำ ซ้ำก็ให้หุ่นยนต์ไป ให้คนอื่นทำไป ทำไมต้องแบบนี้อย่างเนี่ย (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA25, 2565)

องค์กรที่มีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำงาน ร่วมกับการใช้เทคโนโลยี ควรมองภาพรวมทั้งหมดของโรงงานเจาะจงในกระบวนการที่เป็นคอขวดของกระบวนการ เพื่อเลือกกระบวนการที่มีความเหมาะสมมากที่สุด ทำแล้วสามารถนำไปเป็นต้นแบบขยายผลการปรับปรุง เพื่อปรับปรุงกระบวนการอื่นๆต่อไป การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องต้องอาศัยการสนับสนุนจากองค์กรและความร่วมมือของทีมงาน และพนักงานในองค์กร ทุกคนทำงานสอดรับการปรับเปลี่ยนไปด้วยกัน จึงเรียกได้ว่าเป็น **"7. องค์กรที่มีความยืนหยุ่น"** (Agile Organization) สามารถปรับตัวได้ตามสถานการณ์ ตามนโยบายขององค์กรเพื่อผลประโยชน์ขององค์กร วางระบบการผลิต เช่นเดียวกันต้องจัดให้สามารถปรับเปลี่ยน ย้าย ต่อเติม เพิ่มหรือลด ขนาด การผลิตได้ เพื่อเตรียมความพร้อมในการตอบสนองความต้องการของลูกค้า การปรับเปลี่ยนกำลังคน องค์กรมีการวางแผนสำรองเพื่อปรับเปลี่ยนลักษณะงานของพนักงานที่อาจถูกแทนด้วยระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ เข้าไปในส่วนที่ยังขาดแคลนกำลังคนหรือพัฒนาทักษะ จนสามารถแทนพนักงานระดับทักษะได้ การใช้เทคโนโลยีหรือระบบอัตโนมัติ เข้ามาผสมผสานกับระบบเดิม ทำให้กฎเกณฑ์บางตัวที่เคยมีไม่สอดรับกับการทำงานแบบใหม่ องค์กรควรพิจารณาปรับลดกฎเกณฑ์ที่ขัดต่อการใช้ระบบอันโตมัติ หรือการโยกย้ายพนักงานให้สอดคล้องกับกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การมอบอำนาจและจำกัดขอบเขตการบริหารหรือการตัดสินใจที่ชัดเจนในแต่ละกระบวนการจะทำให้สามารถบริหารวิเคราะห์ข้อมูล แก้ไขแต่ละส่วนงานได้อย่างทันเวลา ช่วยเพิ่มความต่อเนื่องในกระบวนการเปลี่ยนแปลง

"อันดับแรกอะต้องให้พนักงานอะครับมี Awareness ก่อน เนี่ยก็คือการตระหนักและรับรู้ถึงปัญหา ณ สภาพที่การทำงานอยู่ ณ ปัจจุบันอะครับ เครื่องมันหยุดอยู่นะก็โอเคไม่เป็นไรสบาย ไม่ได้ทำงาน พนักงานอะไม่มีการตระหนักถึงปัญหาละก็เป้าหมายในการผลิตนะครับ ที่โรงงานญี่ปุ่นเนี่ยเค้าจะเรียกว่าอันดงซิสเต็มก็คือทำไงก็ได้ เพื่อให้พนักงานมีการรับรู้ว่า ณ ปัจจุบันเนี้ยเกิดอะไรขึ้นแล้วพนักงานจะต้องทำอะไรนะครับ เอาอันนี้ให้เป็นพื้นฐานให้ได้ก่อนอะครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA13, 2565) สอดคล้องกับ "ไม่สำเร็จส่วนหนึ่งก็มาจากวิเคราะห์ผิดไงครับ คืออย่างที่ผมบอกเลยเครื่องที่สำคัญที่สุดของอุตสาหกรรมอาหารคืออย่างให้เข้าใจเรื่องลีนจริงๆ ลีนไม่ใช่ ลีนเป็นเรื่องขององค์กรนะครับลีนเป็นเรื่องขององค์กรต้องรู้ด้วยกันทั้งองค์กรแต่ว่าจะรู้มุมไหนมีส่วนร่วมแค่ไหนนะครับ ลีนคือการเอาการ Awareness คือลีนเนี่ยคือคำว่าองค์กรคือคนนะครับ ไม่ใช่ตึกเลยเราหมายถึงคน เรื่องนี้ที่มันจะไม่ประสบความสำเร็จการที่หนึ่งก็คือไม่เข้าใจสภาพปัญหาบริษัทตัวเอง สองความไม่พร้อมของคน บางบริษัทมีความเข้าใจ

ว่าจำเป็นต้องทำลีน แต่คนที่จะทำลีนอะไม่มีถึงมีก็ไม่พร้อมหรือไม่ได้เข้าใจมันจริงๆ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA4, 2565) สอดคล้องกับ "ผมมองถ้าเทรนนิ่งเป็นสองส่วนนะแล้ว Management กับเรื่องของเทคโนโลยีแล้วกันทีนี้เรา เรามองเป็น Management กับเทคโนโลยี ผม ผมยังมองว่า Management เนี่ยเป็นพื้นฐานเป็นพื้นฐานที่จะต้องปลูกฝังครับต้องวางพื้นฐานการจัดการให้แน่นซะก่อนนะครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA10, 2565) สอดคล้องกับ "เราต้องให้หน้างานรู้จักเรียนรู้ด้วยว่าประโยชน์ของลีนเนี่ยมันมีอะไรบ้าง สมมติเราบอกว่าเรานำลีนเข้ามาใช้ อันนี้เรานำลีนเข้ามาใช้ปุ๊ป พนักงานลดลงการรีเทรินส่วนที่ลดลงให้เขาเนี่ย อาจจะเป็นการเพิ่มผลตอบแทนจากโบนัสที่เพิ่มขึ้นเพราะว่า Cost ที่ลดลง" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA20, 2565) สอดคล้องกับ "มันไม่ใช่แค่เรื่องอะไรน่ะเอาออโตเมชั่นไปใช้ ไม่ใช่ลงทุนต้องตะบึบตะบันใช้ลงทุนหมดน่ะ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA3, 2565) ถ้าเราไปจริงๆนะคุณได้ 60% เก่งแล้วอันนี้คือความจริง เอาความจริงแต่ว่า เออ อันนี้ๆ ที่ตั้งที่คาดหวัง ไปว่าถ้าวัดจากตัวที่ดึงจากของเครื่องจักร ณ ปัจจุบันมันเนื่องจากว่ามันเจริญใช่มะ ระบบของดิจิตอล พวกเครื่องจักรเนี่ยพอวัดปุ๊บไม่ว่าจะเป็นหุ่นยนต์หรืออุปกรณ์ที่เอามาใช้มันสามารถดึงวัดประสิทธิภาพมันได้หมดเลย อยู่ที่คน อยู่ที่ทีมต้องใส่ใจต้องตระหนักในการปรับปรุง (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565)

องค์กรมีข้อมูลที่มีการแสดงความสูญเสียของกระบวนการผลิต และสามารถวิเคราะห์ความผิดปกติของกระบวนการได้จากข้อมูลที่มี สามารถวิเคราะห์เปรียบเทียบกับข้อมูลเดิมและแสดงถึงความผิดปกติของกระบวนการได้อย่างสม่ำเสมอ เพื่อคงประสิทธิภาพการผลิตไว้ให้ได้อย่างต่อเนื่อง ความสำคัญของข้อมูลจึงต้องอาศัย **"8. ความตระหนัก" (Awareness)** ของพนักงานทุกส่วนทั้งส่วนการวิเคราะห์ข้อมูล มีการแสดงข้อมูลอย่างตรงไปตรงมาและพัฒนาการเก็บข้อมูล การรักษาความลับข้อข้อมูลให้กับองค์กร และส่วนของการเก็บข้อมูลของพนักงานให้มีความถูกต้อง ชัดเจน การเขียนลงข้อมูลสามารถให้ผู้อื่นนำไปใช้ได้ ผู้บริหารหรือหัวหน้างานนำข้อมูลที่ได้ไปตรวจสอบ และวิเคราะห์ปัญหาอย่างต่อเนื่อง นำไปเป็นตัวตั้งต้นในการพัฒนาปรับปรุงการผลิต ควบคู่กับพนักงานที่จะทำการปรับปรุงกระบวนการเนื่องจากพบปัญหาของกระบวนการแล้ว ต้องการแก้ไข พบแล้วว่าจุดนี้เป็นปัญหา พัฒนาได้ ไม่ปล่อยปัญหาให้คงอยู่ มีความใส่ใจในกระบวนการที่ผิดปกติ เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่จะเกิดกับความสูญเสียในการลงทุน ความตระหนักในงานของพนักงานจึงเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยให้พนักงานสะท้อนปัญหาที่มีมายังฝ่ายบริหาร เพื่อนำมาจัดการแก้ไข แต่หากผู้บริหารไม่มีความใส่ใจและตระหนักในการแก้ไขปัญหา ความตระหนักในงานของพนักงานก็ลดน้อยลงไป องค์กรควรมีการปลูกฝังความตระหนักในการทำงาน อะไรที่ผิดปกติพนักงานต้องแจ้งแก้ไข ทำให้เป็นกระบวนการ ส่งเสริมให้กลายเป็นวัฒนธรรม

"เราเริ่มด้วยสิ่งเล็กก่อนก็ได้ เราไม่ต้องลงทุน Fully 4.0 ก็ได้ เพราะก็ใช้เงินเยอะ คนเยอะ ใช้คนที่มีความรู้เยอะดีกว่าเอางี้ครับผม แล้วก็ค่อยๆขยับไป เป็นต้นทุนทั้งนั้นอะนะครับ คนจ่ายเงินก็คงอยากจะได้ Impact ที่มันทำแล้วได้ Return ที่เร็วที่สุดหรือมากที่สุดนะครับ มัน

เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับคนเยอะอะครับ แล้วมันมีโอกาสที่จะไม่สำเร็จเยอะเพราะเราทำกระบวนการยากอ่า เราก็ใช้วิธีว่าทำง่ายๆก่อนเพื่อจะให้มันเกิด เพื่อจะสร้างกำลังใจขึ้นก่อนครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA15, 2565) สอดคล้องกับ "การทำ Lean ต้องใช้ข้อมูลทำนะครับ จะพลาดไม่ได้นะ ต้องใช้ข้อมูล คุณต้องรู้เรื่อง Lead Time เวลานำในการส่งสินค้าให้ถึงมือของผู้รับ ต้องรู้เรื่อง CT คุณต้องรู้ Process Time แล้วคุณต้องรู้ Take Time เพราะฉนั้น Lean มโนไม่ได้ แต่คำถามคือมีทุนหรือเปล่า ผมแนะนำนะครับระบบอัตโนมัตเนี่ยจะต้องทำจากท้ายไปหน้านะมันถึงจะคุ้ม" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA4, 2565) สอดคล้องกับ "เราคิดคืนทุนประมาณ 5 ปี ผมมองเอาง่ายๆ ทุกบริษัทแทบจะเป็นจากเครื่องจีนหมดเลย หลังจาก 3 ปีผ่านไป ตัวควบคุมอุณหภูมิพังหาไม่ได้ ถูกไหมครับ คือผมก็เลยมองว่าถ้ามองลึนก่อนเนี่ย แต่พอเราศึกษากระบวนการ การ Movement อะไรต่างๆ การนำไคเซ็นเข้ามาช่วยเนี่ยมันลดได้เยอะนะฮะ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA20, 2565) สอดคล้องกับ "เทคโนโลยีเราช้าแล้วคนที่รู้ด้านนี้ยังไม่มี ก็อาจจะต้องวางแผนอะคะว่าต้องวางแผนเริ่มกำลังคนหรือจะต้องไปเอาท์ซอทให้มาด้านนี้รึป้าวอะไรอย่างนี้ค่ะ เพราะงั้นก็คือก็ยุทธศาสตร์หรือกลยุทธ์ของฝ่ายทรัพยากรบุคคลที่ต้องมองไปข้างหน้า" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA25, 2565) สอดคล้องกับ "เราจะดีไซน์ไลน์หลายๆแบบที่เขามีลักษณะที่แตกต่างกัน เข้าใจอะไรเป็น Muda ไม่เป็น Muda และต่อจากนั้นเนี่ยคนที่ดีไซน์ Process นี่แล้วอะคะ คนที่จะมาทำดูในรายละเอียดของ Process หรือเรื่องการไคเซ็น เทคโนโลยี ไคเซ็น เรื่องการไคเซ็น หรือว่าไคเซ็น Knowledge ไคเซ็น Know-how" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA12, 2565) สอดคล้องกับ "ทำได้ แม้กระทั่งมีเงินทุนหรือไม่มีเงินทุนนะครับ กรณีที่เฟลที่เฟลนั่นหมายความว่าเค้าอาจจะทำแล้วไม่ประสบความสำเร็จ ผู้ประกอบการจะต้องกลับมาวิเคราะห์ก่อนว่าไอที่ไม่ประสบความสำเร็จเอ๊ะมันเกิดจากอะไร" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA14, 2565) สอดคล้องกับ "อาหารใช่ไหม สายพานมันวิ่งมาคัดเลือกเนี่ย คัดเลือกเราจะเห็นเลยว่าระบบสายพาน Automation ไม่ได้มาแทนที่ที่คน อ่อไม่ใช่ๆ แย่งงานคน แต่มันช่วยเสริมซัพพอร์ตเรา มองมันเป็นซัพพร์อตของเทคโนโลยี ทำให้คุณภาพของงานและคุณภาพของคนดีขึ้น" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA3, 2565) สอดคล้องกับ "Requirement ระหว่างบริษัทและคนที่ทำงานนะโรงงานเนี่ยอาจจะไม่ได้เข้าใจปัญหาอย่างชัดเจนแล้วก็ไม่แน่ใจด้วย แล้วก็จริงๆเนี่ยอาจจะไม่ได้รู้ด้วยในตอนต้นด้วยว่าอยากได้อะไรแบบชัดๆนะครับ โรงงานไม่ได้เข้าใจตัว Process การผลิตอย่างถ่องแท้ ถ้าเราไม่ได้เข้าใจชัดเจนเนี่ย ออโตเมทไปจะมีปัญหาทันทีเลย ออโตเมทได้ แต่ว่าไม่เวิร์ค ไม่ ไม่ได้ตาม ไม่ได้ ไม่ได้คุณภาพ ไม่ได้อะไรครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA11, 2565) สอดคล้องกับ "เราก็ต้องเข้าใจ เข้าใจใส่ส่วนนี้ถ้าระบบ Automation มากขึ้นเราก็ต้องมีช่างมีทีมงานมา มาซัพพอร์ต มาดูแลตรงนี้นะ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA18, 2565) สอดคล้องกับ "อย่างในไลน์การผลิตเนี่ยเขาสามารถรู้ได้ไลน์การผลิตนี้มีอัตราการผลิตเท่าไร มีของเสียของดีเท่าไร มีเบรกดาวกี่นาที มีทุกอย่าง เรียลไทม์ค่ะ พัฒนามาตั้งแต่แรก เริ่มจากแมนนวล เป็นเซมิออโต้ จนออโต ให้ออโต้เนี่ยรีพอทได้ สามารถมอนิเตอร์ได้" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA23, 2565) สอดคล้องกับ "อันเดอร์ดีไซส์ก็ไปออกแบบสักจนว่ามันไม่ตอบสนองนะครับไม่ตอบสนองสิ่งที่เราอยากได้ในระยะเวลา ผลิตภัณฑ์เปลี่ยน ผลิตภัณฑ์มันมากขึ้นเครื่องเนี่ยต้องโมดิฟาย เราจะเห็นเครื่องจักร

ในโรงงานจอดไว้เยอะแยะหลายครับ มันไม่บาลานไลน์ กำลังการผลิตที่มันได้สอดคล้อง" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA6, 2565)

การนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ตามแนวทางของ Lean หลักการให้เริ่มทำในสิ่งที่เล็กๆก่อน ลดต้นทุน ปรับกระบวนการให้ได้ก่อนจึงต้องอาศัย **"9. กลยุทธ์" (Strategy)** ขององค์กรในการขับเคลื่อนโครงการและกิจกรรมการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการต่างๆให้มีประสิทธิภาพ และคุณภาพการผลิตที่ดี กลยุทธ์ระดับองค์กรจะช่วยให้การทำงานในองค์กรมีแผนระยะยาวอันเป็นแนวทางที่ชัดเจน หากมีกลยุทธ์เติบโตด้วยเทคโนโลยี การทำงานด้วยระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงบางโครงการที่ชัดเจนทางด้านเทคโนโลยีและพัฒนากระบวนการ แต่การคำนวณระยะเวลาคืนทุนไม่ได้ตามข้อกำหนดก็สามารถมีขั้นตอนการพิจารณาใหม่ได้เนื่องจากมีความสสอดคล้องกับกลยุทธ์ขององค์กร หรือบางเรื่องเกี่ยวกับความปลอดภัยของพนักงาน ลดความเมื่อยล้า องค์ก็สามารถเลือกทำตามกลยุทธ์ได้ไม่หยุดแค่ระยะเวลาคืนทุน การเลือกลงทุนในโครงการ ต้องอาศัยกลุยทธ์ ในการตัดสินใจเลือกโครงการ หรือตัดโครงการที่มีความจำเป็นน้อยกว่าออกก่อน และจัดสรรค์ใหม่ในรอบถัดไป เนื่องจากองค์กรเองอาจมีความจำเป็นในการใช้เงินลงทุนในทางอื่นๆด้วย กลยุทธ์ระดับธุรกิจ ในส่วนนี้ผู้บริหารระดับกลาง ระดับต้นต้องเข้ามาช่วยกำกับดูแลในส่วนของการเลือกใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ ความคุ้มค่าในการเลือกใช้อุปกรณ์ ในการลงทุนในโครงการต่างๆ เพื่อกันการใช้อุปกรณ์เกินความจำเป็น ทรัพยากรที่ต้องใช้ในองค์กร ให้มีความคุ้มค่ามากที่สุด เช่น น้ำ ไฟ ลม การเลือกใช้สแตนเลสแทนเหล็กในโครงสร้างองค์ประกอบของระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสนิมเหล็กลงไปในอาหาร เป็นต้น การประเมินความเสี่ยงในความสำเร็จของการลงทุนและกลยุทธ์ระดับปฏิบัติการ เป็นการออกแบบปรับปรุงกระบวนการที่มีอยู่ในปัจจุบันให้ดี ขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพขึ้น จัดทำโครงการพัฒนาให้สอดคล้องกับกลยุทธ์ระดับธุรกิจและระดับองค์กร ทั้งนี้การสร้างขวัญและกำลังใจแก่ผู้ปฏิบัติงาน ทำให้การทำงานตามกลุยทธ์ทำได้อย่างต่อเนื่องจึงต้องเน้นในทุกกระบวนการให้เลือกกระบวนการง่ายๆ มาทำก่อน เพื่อกำลังใจ เพื่อความเข้าใจ และฝึกฝนการทำงานร่วมกับระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ก่อน กลยุทธ์ต้องยังขับเคลื่อนการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในองค์กรให้ก้าวตามเทคโนโลยีที่มีไปด้วย ต้องวางกำลังคน จัดสรรคทีม ตามเครื่องมือ ระบบที่ได้จัดวางไว้

1.4.3 พันธมิตรทางธุรกิจ (Business Alliance)

"องค์กรไม่กล้าติดต่อกับภายนอกเพราะกลัวจะเสียข้อมูลความลับของบริษัทไป ต้องเลือกบริหารความเสี่ยงข้อมูลให้ดี ในด้านกระบวนการที่ต้องพัฒนาประปรุงก็หากระบวนการไปควบคุมข้อมูล" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA1, 2565) สอดคล้องกับ "User และ SI เนี่ยเราต้องเป็น Business Partner ก็เลยใช้คำนี้เลย ก็คือเราต้องพันธมิตรกัน เราจะเป็นคู่ค้ากันธรรมดาทำ Lean Automation ไม่สำเร็จแน่นอนอันนี้ยืนยัน เกิดเราไม่ Partner กันหรือไม่เป็นคู่ค้าที่ต้องรู้

ใจกันอะครับ มันจะเกิดช่องว่างตรงนี้เยอะมาก มันจะทำให้มีผลทำให้ไม่สำเร็จแน่นอนนะครับ เราเป็นพันธมิตรกันเนี่ยต้องแก้ด้วยกัน ตรงนี้มันก็จะลดความช่องว่างของความรับผิดชอบ ผมใช้คำนี้ดีกว่าครับผม อันนี้สำคัญๆมาก System Integrator เอง หรือ SI ของเรานี่เองอะครับ เค้าก็ไม่รู้หรอกว่าสิ่งที่รีเควสมาจริงๆแล้วอะ ในโรงงานอยากจะได้อะไร นะครับ มันเลยเป็นมุมมองที่มีความคาดหวังทั้งสองส่วน" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA23, 2565) สอดคล้องกับ "ซัพพลายเออที่เข้ามาพรีเซ้นงาน เราก็มาการแชร์ริ่งกันต่างๆ เอ้ยที่อื่นเนี่ยอาจไม่ใช่อุตสาหกรรมเรา ที่มีออโตเมชั่นรูปแบบอื่น พันธมิตรที่ต้องทำงานคู่ไปด้วยกันคือเราต้องแชร์ข้อมูลฝั่งเราเปิดให้มาก ออกแบบระบบเพื่อที่ปิด GAP ทั้งหมดที่เราเจออยู่ อันนี้ก็จะเป็นข้อมูลที่ช่วยให้เค้าซัพพอตเรา สุดท้ายก็กึ่งงานกึ่งเพื่อน การที่เราจะโอย แบบไปไล่จี้ ทำไม่ได้ อึดอัดทั้ง 2 ฝ่าย" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA17, 2565) สอดคล้องกับ "คุณก็จะต้องให้เวลากะเค้าเวลาที่ลูกค้าจะให้เวลากับคุณ คุณจะต้องมีเวลาด้วยแล้วที่สำคัญเลยคือต้องจริงใจ หมายความว่าคุณ คุณจะขายของอย่างเดียว ถ้าคุณมองอย่างงั้นมันก็จะไม่ได้ Relationship มันก็จะคนละอย่างกัน ไม่ใช่แบบว่าเอาเปรียบกันหรือว่าต้องๆๆ ค้าขายกันแล้วจบ อย่างงั้นไม่ๆ ไม่ได้อยากได้อย่างงั้น" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA14, 2565) สอดคล้องกับ"พวก SI ก็ใช้แบบเดียวกันครับ อาศัยการคลุกคลีประสบการณ์ เข้าสามารถประเมินองค์กรให้คุณได้ แต่องค์กรต้องบอกว่าต้องการอะไร อยากจะเห็นอะไรในการปรับปรุงเขาบอกคุณได้ อยากได้ระบบอัตโนมัติแบบไหนเขาจะเสนอ ช่วยคุณคิดได้" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565) สอดคล้องกับ "เอ็กทานอล SI คนที่เป็นบริษัทที่รับจ้างออกแบบผลิต รับจ้างการใช้ระบบอัตโนมัติ วางไลน์ผลิตอะไรแบบนี้ ส่วนอินทานอล SI ส่วนมากจะมีน้อยและส่วนมากก็จะเป็นวิศวะที่อยู่โรงงานสามารถสร้างโซลูชั่นก็คือสร้างกระบวนการ ทั้ง 2 ส่วนต้องเข้าใจ ต้องไว้ใจกัน" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA4, 2565) สอดคล้องกับ "SI เนี่ย ถ้ามองในอุตสาหกรรมต่างๆน่ะต้องเข้าไปเก็บข้อมูล รับข้อมูล หากไม่มีปฏิสัมพันธ์ที่ดี บางทีเขาทำไม่ได้" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA20, 2565) สอดคล้องกับ "กลุ่มลูกค้าที่ไม่ได้คุ้นกับสเปคคุ้นกับเทคโนโลยีอะ บ้างครั้งเนี่ยอาจจะยังนึกนึกไม่ออก ในแง่ของ SI เองเนี่ยบางก็ไม่ได้เข้าใจ Process ลึกซึ้งมีข้อจำกัดหลายๆเรื่องซึ่งบางครั้งอาจจะเป็นความพึงพอใจของลูกค้า ต้องเรียนรู้ไปด้วยกันเพื่อจะค่อยๆบีบ บีบเส้นทางให้มันเข้าสู่เป้าได้ง่ายขึ้นแคบขึ้นครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA16, 2565) สอดคล้องกับ "เราก็จะมีพาร์ทเนอร์ที่รู้จักกันอาจจะเป็น อาจจะเป็น SI หรืออะไรก็ได้และอาจจะทำงานในบางส่วนทีมันค่อนข้างเป็นเทคนิคหรือซับซ้อน อะไรที่มันมี Commercial Product หรือว่า Solution อยู่แล้วเนี่ยครับ เราก็อาจจะแนะนำเพราะเราเคยเห็นครับโรงงานก็จ้าง SI ในการสร้างตั้งแต่แรกอยู่แล้วนะครับแต่ว่า SI เนี่ยอาจจะเป็นต่างประเทศหรือในไทย" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA11, 2565) สอดคล้องกับ "อุตสาหกรรมอาหารที่มันๆ Customize เนี่ยก็ยังต้องอาศัย SI อยู่เข้าไปนะครับ ส่วนนึงที่มัน Automate เข้าไปช่วยในเรื่องของการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA21, 2565) สอดคล้องกับ "ลักษณะการทำงานก็ต้องทำงานร่วมกันอะนะครับเพราะว่าส่วนใหญ่ SI เค้าจะไม่รู้เรื่อง Lean มากนักหรอกนะครับแต่ทางบริษัทเนี่ยรู้ดีเพราะว่าข้อมูลต่างๆเนี่ยจะอยู่ที่บริษัท SI เค้าก็จะนำมาทำตามฟังก์ชั่นที่เราอยากจะได้แต่พอเรากำหนดเป้าหมายของธุรกิจจริงๆเป็นแบบนี้แล้วเนี่ยก็จะต้องทำงานร่วมกัน ครับถ้าร่วมกันไม่ได้ก็ต้องหาคนกลาง (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA5, 2565) สอดคล้องกับ "คุณต้องมี SA เราปั้นของเราเองก็

> ได้ในโรงงาน SA เราเนี่ยมีฟังก์ชั่นว่าคุณวิเคราะห์ Process ให้ได้ รู้เทคโนโลยีแอพิเคชั่น แล้วจะทำจริงเนี่ยคุณหาเมคเกอร์หรือ SI ที่เราเรียกว่า System Integrater SAใช้ภายนอกก็ได้หาที่เป็นกลาง" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA6, 2565)

การพัฒนากระบวนการไปใช้ระบบอัตโนมัตินั้น องค์กรสามารถพัฒนากระบวนการกระบวนการหนึ่งในองค์กรไปถึงการใช้ระบบอัตโนมัติได้แต่ไม่สามารถปรับทุกกระบวนการให้กลายเป็นระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ได้ทั้งหมด อันเนื่องมาจากการใช้เทคโนโลยีที่มีความซัพซ้อน อุปกรณ์ที่ต้องมีความเฉพาะด้าน หรือเรียกได้ว่าใช้ของที่ดีและมีคุณภาพที่สุดซึ่งส่วนใหญ่ไม่ได้อยู่ในประเทศไทย ดังนั้นเององค์กรต้องเปิดโอกาสเลือก **"พันธมิตรทางธุรกิจ"** (Business Alliance) ที่สามารถเข้ามาช่วยให้การพัฒนากระบวนการทำงานขององค์กรทำได้ง่ายขึ้น สะดวกขึ้น และที่สำคัญมีผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด ทั้งยังมีตัวอย่างมาแสดงให้ชมก่อนการเลือกใช้สินค้า การทำกิจกรรม การพัฒนากระบวนการผลิต ขององค์กรแบบ Lean Automation เป็นการปรับทั้งกระบวนการหากเราไม่มีการสื่อสาร การแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ดี การอธิบายในรายละเอียด อาจนำไปสู่ความล้มเหลว การปิดบังหรือปกปิดข้อมูลระหว่างกันทำให้การดำเนินงานไปได้ช้า และเกิดการแก้ปัญหาไม่ตรงจุดในกระบวนการ เกิดช่องว่าง (Gap) ระหว่างการทำโครงการ เช่น ข้อตกลงบางอย่างไม่มีในสัญญา แต่องค์กรต้องการหรือมีในสัญญาแต่คู่ค้าไม่สามารถทำให้ได้ ข้อขัดแย้งเหล่านี้จะทำให้โครงการเกิดความล่าช้า เนื่องจากไม่สามารถระบุความรับผิดชอบได้ และแต่ละฝ่ายก็ไม่ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป อย่างไรก็ตามทั้งองค์กรและพันธมิตรควรให้คุณค่า เพิ่มความยืดหยุ่นในโครงการ เพื่อให้สะดวกในการเจรจาต่อลองในช่องว่างที่เกิดขึ้น บนพื้นฐานการเป็นพันธมิตรที่ยั่งยืน ในประเทศไทยมีการขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการที่มีความสามารถในการออกแบบ สร้าง นำเข้า แก้ไข วางแผนพัฒนาระบบอัตโมติและหุ่นยนต์ขึ้นในนาม System Integrator (SI) ผู้ประกอบการเหล่านี้เองจะเรียกว่า ผู้เชี่ยวชาญภายนอกองค์กร (External SI) องค์กรเองก็สามารถพัฒนาทักษะพนักงานให้เป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องระบบอันมัติและหุ่นยนต์ได้ (Internal SI) เพื่อผสานงานและร่วมมือกันกับผู้เชี่ยวชาญภายนอกองค์กร ในการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการผลิต อย่างไรก็ตามผู้ประกอบการที่ขึ้นทะเบียนก็มาจาก องค์กรพื้นฐานที่แตกต่างกัน อาจเป็นผู้นำเข้าหรือผลิตระบบอัตโนมัติ แต่ไม่เคยทำในส่วนของ Lean มาก่อน หรือเป็นผู้ผลิตระบบอัตโนมัติอื่นๆ แต่ไม่เคยทำหุ่นยนต์มาก่อน ดังนั้นองค์กรต้องเลือกหาพันธมิตรที่เหมาะสมกับองค์กร เพื่อประโยชน์สูงสุดขององค์กรและการแก้ไขปัญหาที่ตรงไปตรงมา SI ภายในจะเป็นผู้ประสานงานระหว่าง SI ภายนอกกับหน่วยงานในองค์กรที่ต้องการแก้ไขปัญหากระบวนการ ในเรื่องที่ละเอียดของการผลิตที่มีความซับซ้อน SI ภายนอกจะต้องหาข้อมูลกับทางโรงงานแต่หน่วยงานที่ต้องการปรับปรุง จะไม่มีเวลาในการเข้าเติมเต็มสิ่งเหล่านี้ เนื่องจากเป็นกระบวนการผลิตซึ่งไม่อาจหยุดงานหรือละเว้นได้ SI ภายในจึงเป็นส่วนช่วยผสานให้การ

แก้ปัญหางานเป็นไปอย่างต่อเนื่อง หรือบางหน่วยงานที่ยังพัฒนาไม่ถึง SI ก็ใช้หน่วยงานวิเคราะห์กระบวนการ (System Analysis: SA) ในการทำหน้าที่ดังกล่าว

> “จับข้อมูลในไลน์ไปวิเคราะห์ ออกมาเป็น Power bi อะไรพวกนี้ พรีเซ้นให้มองภาพที่มันง่ายขึ้น มองให้เห็นตัวเลข ตรงนี้มันลดได้เพราะอะไร ของเสียตรงนี้มันเกิดอะไรขึ้น ก็จะทำให้ให้ ชัดเจน การพัฒนาระบบของการเก็บข้อมูล เช่น Power app ในการลิ้ง ก็คือทุกวันนี้เรามีมือถือเนอะ ข้อมูลชุดนี้ก็จะถูกลิ้งเข้าไปในการเปิด SAP ด้วยหรือการนำข้อมูลไป Summary ข้อมูลด้วยว่าเออ มีของเสียหรือมีงานที่จะต้องแก้ไขจุดไหนบ้าง เข้าใจว่า มันก็จะมีตัวช่วยเยอะขึ้น ดาต้า เป็นเรื่องสำคัญ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA11, 2565) สอดคล้องกับ “ครับเค้าก็อยากได้เครื่อง Inspec ที่นี้พอเราเห็นชัดว่าโอเคปัญหามันชัดมากอย่างงี้นะครับ เราก็จะไปดูชิ้นงานมันมีกี่แบบแล้วก็ Defect ที่เค้าต้องการดูมันแบบไหน เทคโนโลยีที่ใช้ในการ Inspec ใช้อะไรได้ Throughput ที่ต้องการเป็นเท่าไหร่อะไรอย่างเงี้ยครับอันนี้เป็น ทุกวันนี้มันมีเทคโนโลยีใหม่เข้ามาเต็มไปหมดเลยคุณมาช่วย Explore หน่อยว่าเทคโนโลยีอะไรบ้างที่มันสามารถเอามาใส่ในโรงงานได้” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA17, 2565) สอดคล้องกับ “การเพิ่มเทคโนโลยีใส่เข้าไปซึ่ง ก็ถ้าผู้บริหารเข้าใจและยินดียอมรับเนี่ยก็ค่อนข้างจะเดินต่อไปได้ง่ายครับ การเขียนสเปคการเพิ่มเติมการ Disscustion Negotiate การเติมเทคโนโลยีเข้าไปเนี่ยก็จะพบว่าทุกครั้งก็เข้าเป้าได้เสมอครับ เพียงแต่ว่าทำงานกันไปเรื่อยๆถึงจะ ถึงจะรู้มือกัน” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA16, 2565) สอดคล้องกับ “เทคโนโลยีมันมีตลอด เรื่องของเรื่องมันมีเพิ่มมาตลอด พอปีใหม่เพิ่มขึ้นมา วันนี้สมมุติ ยกตัวอย่าง ผมก็บอกว่าวันนี้จะผลิตได้ 8 วิ แต่พอทำได้ 8 วิแล้วก็คงไม่หยุดที่ 8 วิ ทำยังก็ได้ให้ได้ 5 วิ ยังก็ได้ให้ได้ 3 วิ 2 วิ ได้ไหม วิหนึ่งได้ไหม ขึ้นอยู่กับวิชชั่นก็ผู้บริหารด้วยเหมือนกัน” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA23, 2565) การบริหารแบบใหม่โดยที่คิดว่าการมันต้องมีเทคโนโลยีพวกนั้น ของพวกนี้มันต้องนำ ไปเหมา Big lot ของโรบอทมาสองร้อยกว่าตัว เอามาแล้วจะใช้งานได้ยังไง มันมีเครื่องไม้เครื่องมือ อุปกรณ์ไม่ว่าจะเป็นคลิปเปอร์ ตัวโรบอทที่ทันสมัยเราเอามามาเริ่ม ศึกษาเรียนรู้ต่อยอด (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565) สอดคล้องกับ “เกิดคุณต้องต้องปรับตัวใช้นวัตกรรมเข้ามาคือตัว Digital Transform เข้ามา อันเนี้ยมันก็จะช่วยคุณได้แต่ว่าก็ต้องไปเลือกเทคโนโลยีที่มันเหมาะสมกับเราเพื่อที่จะทำให้ตัวการลงทุนเนี่ยมันสมเหตุสมผล” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA21, 2565)

การเก็บข้อมูลในการวิเคราะห์ปัญหาเป็นส่วนแรกที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก หากไม่มีการเก็บข้อมูล จนสามารถมองเห็นปัญหา และสร้างการรับรู้ถึงปัญหาได้ องค์กรที่ไม่สามารถมองเห็นปัญหา ไม่อาจเห็นความสำคัญของการแก้ไขปัญหาในกระบวนการผลิตที่มีอยู่ได้ ดังนั้นแล้วการปรับปรุงกระบวนการผลิตจึงไม่อาจเกิดขึ้นได้ปัจจุบันหากขาด **“1. นวัตกรรม”** (Inovation) ของการเก็บข้อมูลและแสดงผลมีอยู่มากมาย บางส่วนพัฒนามากจากการเก็บข้อมูลแบบเก่า เช่น โปรแกรม Excell SAP Power bi ร่วมกับแอพพริเคชั้นบนมือถือ หรือร่วมกับระบบ SAP ในการช่วยวิเคราะห์และแสดงผลข้อมูลเปรียบเทียบ แสดงออกเป็นกราฟหรือภาพแสดงสัดส่วนและรายละเอียดที่ต้องการ

ดูได้ตามต้องการ ผสมกับความเร็วของระบบอินเตอร์เน็ต ทำให้เกิดการรายงานข้อมูลแบบรวดเร็ว (Real Time) นวัตตกรรมการเก็บข้อมูลยังนำเอาระบบเซ็นต์เซอร์ที่ใช้ในระบบอัตโนมติ ของหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติแบบแยกชิ้น สามารถนำมาผสมรวบรวมและดัดแปลงเป็นการรวมข้อมูลจากหลายๆระบบ เข้ามาเป็นข้อมูล วิเคราะห์และแสดงผลที่ส่วนกลาง (Internet of Things : IOT) และใช้ AI ที่สามารถเรียนรู้ระดับสูงจากข้อมูลที่มี เป็นการเรียนรู้แบบอัตโนมัติด้วยการ เลียนแบบการทำงานของโครงข่ายประสาทของมนุษย์ (Deep Learning) ทำให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำและการวิเคราะห์ปัญหาที่ตรงจุด ทั้งสามารถแนะนำให้พัฒนากระบวนการผลิตที่สำคัญก่อน เกิดการลงทุนที่เหมาะสม ทั้งนี้กระบวนการคัดเลือกและใช้ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ ล้วนต้องใช้นวัตกรรมที่ทันสมัยเพื่อลดความสูญเสียในกระบวนการให้ได้มากที่สุด และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้ตามแผนการปรับปรุง การหาสิ่งที่เข้ากันได้องค์กรต้องอาศัยเวลาในการเรียนรู้เทคโนโลยีร่วมกับผู้เชี่ยวชาญกระบวนที่เข้าสู่พัฒนาแล้วเมื่อมีเทคโนโลยีใหม่เพิ่มขึ้น ดีกว่าของที่ใช้อยู่เดิมจึงต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

> “ยุคนี้มีอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการเรียนมากครับ คนทำงานไม่ต้องกลัวครับเราก็ทำได้ นวัตกรรมมาจากความคิดที่แตกต่างต้องการการพัฒนา เมื่อไรเราอยู่เหมือนเดิม ซ้ำๆ เดิมใช้ของเก่าๆ ก็พัฒนาไม่ได้ครับ (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565) สอดคล้องกับ “เราอยากเห็นของจริงด้วยว่าสิ่งที่เค้าทำเค้าพูดหรือเค้าแพลนมาเนี่ย มันทำได้จริงเราถึง เอาสินค้าที่เรามีอยู่เนี่ยไปทดลอง แล้วมันทำได้จริง อันเนี่ยคือสิ่งสำคัญ ถามว่าแบบชัดเจน แต่ทำมาเสร็จแล้วอาจไปเจอข้อจำกัดแบบอื่นก็ได้ โมเดลจำลองแล้วลองไปเทสรัน ดูก่อนว่าจะสามารถต่อยอดได้จริงๆ นะหรืออาจจะแบบพาไปดูที่อื่นที่เขาใช้งานอยู่และเออ อันนี้คือเมคชัวว่าซื้อมาแล้วมันไม่สูญเปล่าแน่นอน” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA17, 2565) สอดคล้องกับ “ว่าลีนมันสำคัญ อันนี้ไม่ได้พูดเพราะมองว่าเพราะว่าวันนี้เราสัมภาษณ์เรื่องลีนอยู่นะ แต่ผมมองว่าการลงทุนอะไรก็แล้วแต่เนี่ยมันควรเกิดจากการศึกษากระบวนการตัวเองก่อน” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA20, 2565) สอดคล้องกับ “จำเป็นไหมต้องถามว่าพี่จะ Develop เองไหม ถ้าพี่มองว่าพี่จะสร้างเอง” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA23, 2565) สอดคล้องกับ “ระบบ Automation กับเทคโนโลยีที่มันก้าวหน้า ระบบหุ่นยนต์เนี่ย พร้อมที่จะใช้งานน่ะ แต่อันเนี้ยก็คือขึ้นอยู่กับเงินทุนด้วยของๆโรงงานต้อง Customize ให้มันเหมาะแต่ละไซส์ธุรกิจให้ได้นะ ไม่ใช่ธุรกิจเป็น SME แต่คุณไปใช้ของแพงอย่างเงี้ยมันก็เจ๊งถูกมะ การพัฒนาอุปกรณ์เครื่องมือ Automation ที่มันเหมาะกับธุรกิจไซส์แบบนี้ดาว์นสเกลลงมาให้ SME ใช้ๆได้นะครับ Integrate กับของจากจีนมามาพัฒนาต่อยอดเครื่องจักร ซัพพอร์ทกลุ่มที่เค้าเป็นกลุ่มขนาดเล็กแต่ต้องการตัว” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA21, 2565) สอดคล้องกับ “เพราะงั้นคำว่า R&D นะครับจะต้องอยู่ในมายเซตของผู้ประกอบการโรงงานอุตสาหกรรม ถ้าคุณเห็นแล้วว่าในลักษณะงานของคุณเนี่ย มันไม่มีแผนผังโซลูชั่นหรือไม่มีแอปพิเคชั่นแบบนี้ในโลก ใครก็ตามมาทำ Trial and Error ต้องมาหาพารามิเตอร์ให้ได้ก่อนจึงจะไปเริ่มทำ ต้องพึ่งพาหน่วยงานที่วิจัยพัฒนาเข้ามามีบทบาท อาจจะต้องพึ่งนักอาหาร นักโภชนาการ นักฟู้ดซาย เข้ามาร่วมด้วย

หรืออะไรก็ตามที่เป็นเรื่องอันนี้ อันนี้เป็นเรื่องที่ต้องผู้จ้างนะครับจะต้องวิเคราะห์ให้เป็นแล้วจุดที่มีความเสี่ยงตรงนี้นะครับ (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA6, 2565)

การใช้ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ในอุตสาหกรรมอาหาร บางกระบวนการสามารถใช้ระบบอัตโนมัติที่มีอยู่แล้วในอุตสาหกรรมอื่นๆที่มีการพัฒนามา บางกระบวนการต้องอาศัยการเรียนรู้ร่วมกัน การทดลองร่วมกันเนื่องจากปัจจัยการผลิต ข้อกำหนด รวมถึงตัวของผลิตภัณฑ์เองมีความแตกต่างกัน **“การวิจัยและพัฒนา”** (Research & Development) ร่วมกัน ระหว่างองค์กรและผู้เชี่ยวชาญ ต้องอาศัยการจำลองของกระบวนการที่ต้องการพัฒนา เพื่อหาข้อมูลความเป็นไปได้ร่วมกันในความสำเร็จของกระบวนการ เพื่อการตัดสินใจลงทุน และแนวทางการพัฒนาที่เกิดประโยชน์สูงสุด การวิจัยและพัฒนาในกระบวนการเดิมด้วย Lean มีส่วนสำคัญในการช่วยให้องค์กรรู้จักกระบวนการของตนเอง ผ่านการพัฒนากระบวนการพัฒนาด้วยเครื่องมือต่างๆ ร่วมกันเก็บข้อมูลเพื่อวิจัยผลของการพัฒนาในด้านประสิทธิภาพที่ได้รับ เทคโนโลยีในระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ในปัจจุบันมีการค้นคว้าและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เป็นเทคโนโลยีราคาสูง การเลือกขนาดของกระบวนการในการพัฒนา รวมถึงความสามารถของเครื่องจักรที่ทันสมัยต้องอาศัยการวิจัยในการหาคำตอบในการวางแผนการพัฒนา เนื่องจากเป็นเรื่องที่สามารถใช้ข้อมูลและความสามารถของกระบวนการจริงในการและหลังของการพัฒนาในการเปรียบเทียบ เพื่อบอกถึงความสำเร็จในการพัฒนากระบวนการ ฉะนั้นเององค์กรที่มีเงินลงทุนในระบบอัตมัติและหุ่นยนต์จำนวนมาก ไม่สามารถเป็นเครื่องยืนยันได้ว่ากระบวนการที่พัฒนาขึ้นมาทั้งหมดจะประสบความสำเร็จ หากขาดซึ่งทีมงานผู้เชี่ยวชาญในกระบวนการของตนเอง และทีมงานของผู้ทำระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ที่ต้อง ส่งเสริมเรียนรู้ พึ่งพากันและกันในการวิจัยและพัฒนากระบวนการด้วยความละเอียด รอบคอบ

1.4.4 โรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory)

“อุตสาหกรรม 4.0 เป็นการเปลี่ยนแปลงอุตสาหกรรมการผลิตโดยใช้ Digital และ Internet เข้ามาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมแบบเดิม การนำเทคโนโลยีดิจิตัลเข้ามาใช้เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและส่งเสริมการตัดสินใจของผู้บริหาร Assessment Solutioning Implementation ระดับความพร้อมขององค์กร ประเมินความพร้อมการผลิต การบริหารงาน กลยุทธ์ ประเมินทุกมิติขององค์กรว่าพร้อมเท่าไรในปัจจุบัน องค์กรแบบนี้หากต้องพัฒนาขึ้นไปต้องทำอะไรบ้าง อะไรต้องทำตามลำดับก่อนหลัง มีเป้าหมายว่ามีประสิทธิภาพมากที่สุดและใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่ามากที่สุด ROI ของโครงการเป็นอย่างไร และดำเนินการยกระดับองค์กร” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA9, 2565) สอดคล้องกับ “การมีระบบอัตโนมัติไม่ได้หมายถึงการเป็น 4.0 ของโรงงาน ต้องอาศัยระบบการติดตาม ที่สามารถประมวลผลเพราะการวิเคราะห์ การเก็บข้อมูลที่แม่นยำ และส่งถ่ายกันได้ตลอดเวลา” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA1, 2565) “สุดท้าย สมาร์ท Factory หรือ 4.0 เนี่ย จริงๆแล้วก็ต้องการ Productivity เหมือนกันนะครับ

สมาร์ท Factory ก็สอดคล้องกับ Lean Automation ก็คือกระบวนการที่ทำให้เกิด Productivity ข้อมูลการผลิตมันจะเก็บได้เร็วขึ้นไวขึ้น วิเคราะห์ได้มากขึ้น สุดท้ายมันก็คือการตัดสินใจที่เร็วขึ้น Lean Automation เป็น Tooling ตัวหนึ่งที่ทำให้ 4.0 มันคอมพลีส สมบูรณ์ขึ้น" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA15, 2565) สอดคล้องกับ "Lean Automation อะครับเราสร้างขึ้นมาเพื่อที่จะตอบสนอง 4.0 โดยเฉพาะนะครับ แต่ทีนี้ก็คืออย่างตอนนี้เอง การเอาไคเซนเข้าไปทำใช่มั้ยครับ อย่างงี้อะครับแล้วก็มีเอา Automation ไปลงใช่มั้ยครับ ซึ่งตอนนั้นเองอะมันก็คือ 1 ใน 4.0 นะครับแต่จะทำยังไงให้ทั้ง Factory เป็น 4.0 ได้ มันก็ต้องมีการขยายผลใช่มั้ยครับจากมีการเมเทน OEE ของไลน์ด้วยนะครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA13, 2565) สอดคล้องกับ "Lean หรือมองๆๆต้นกำเนิดของมันเนี่ย มันมุ่งไปสู่ความเพอร์เฟคอยู่แล้ว นำไปสู่ประสิทธิภาพอันสูงสุดอยู่แล้ว ถ้าเดินบนเส้นทาง Lean เนี่ย มันมุ่งไปสู่สิ่งที่เราเรียกว่า 4.0 Smart factory อยู่แล้ว" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA10, 2565) สอดคล้องกับ "Industrial 4.0 ที่เราจะไปดูเนี่ยก็เราจะใช้พวกข้อมูลต่างๆ แล้วก็ IoT ที่มีเป็นลักษณะของเครื่องจักรพวกบิ๊กเดต้าเอาว่าเพื่อต่างๆที่เราจะเอาพวกแมทชีนเลนนิ่งอะไรงี้ มาเพื่อผสมผสานในการตัดสินใจ แล้วก็เอาไปประยุกต์ใช้งานอะไรอย่างไรที่จะทำให้ระบบการทำงานเราอะสูงขึ้นได้อย่างไร" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA3, 2565) สอดคล้องกับ "การใช้เทคโนโลยี Automation เข้าไปการเข้าสู่ I4.0 ให้ได้ มันจะตอบว่ายิ่งสร้างความยั่งยืนให้กับประเทศไทยด้วยแล้วก็ยิ่งสร้างความยั่งยืน ให้กับผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมอาหารด้วย" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA16, 2565) สอดคล้องกับ "4.0 เนี่ยผมมองตรงๆ แล้วเนี่ย จริงๆแล้วมันไอ้ 4.0 เนี่ยไม่ยังไม่ค่อยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต มันอาจจะเป็นแค่ๆการมอนิเตอร์ เป็นการมอนิเตอร์หรือรีพอทออกมา" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA23, 2565) สอดคล้องกับ "Lean Automation เนี่ยถ้าผมมองเนี่ยยังเป็นแค่ 3.0 แต่ถ้าจะเป็นโรงงานอัจริยะนะครับหรือเราอาจจะเรียกว่า Smart Factory นะครับสูงขึ้นไปเป็น Smart Manufacturing ก็ตามเนี่ยมันก็จะเป็น 4.0 เค้าเรียก CPS Cyber Physical System เพราะนั้น Lean Automation เนี่ยเป็น Physical ที่มันทำงาน ระบบที่เป็น Cyber มาที่มาทำงานร่วมอีกทีนึงนะฮะต้องมีเรื่องของดาต้านะครับ มีเดต้าที่จะเอาไปใช้ยังไงเอาไปบริหารจัดการยังไงนะครับแล้วก็มีพวก IOT ที่จะสื่อกัน" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA5, 2565) สอดคล้องกับ "4.0 เนี่ยมันเป็น Cyber Physical System มันเป็นเรื่องของสิ่งที่เป็นกายภาพให้มันกลายเป็นไซเบอร์ คนเองก็มีบทคนเองก็ว่าถือว่าเป็นกายภาพตัวหนึ่งนะครับ ก็ถือว่าเป็นแมชชีนตัวหนึ่งได้เพียงแต่เราจะแปลงเป็น คือคำว่า 4.0 เนี่ยก็คือการที่เราพยายามทำในส่วนของกายภาพกับไซเบอร์เนี่ยให้มันตีเกลียวไปด้วยกัน ให้มันไปด้วยกันนะครับ เรื่อง Data เรื่องการคอนเนคทิวิตี้ เรื่องการทำเอาตัวเลขไปทำเรื่อง Analytic หรือเอาข้อมูลไปทำ Analysis นั้นเป็นกระบวนการทางไซเบอร์ ถ้าเราแปลงคนให้เป็นไซเบอร์ได้นะครับ มันก็ถือเป็นหนึ่งในระบบอัตโนมัติที่สามารถไปสู่ 4.0 ได้" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA6, 2565) สอดคล้องกับ "หนทางไป 4.0 มันมีครับ โรงงานในไทยมีอยู่แล้วครับ คุณต้องเอาดาต้าไป Analysis เอามาปรับปรุงกระบวนการให้ได้ความเร็ว จะเก็บดาต้าอะไร วิธีการเก็บต้องออโตเมชั่นได้รึยัง เก็บมาจาก Physical จะเก็บข้อมูลอัตโนมัติได้หากคุณยังเอาการจดมือมาคีย์คุณจะเชื่อยังไง จดถูกแค่ไหน" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA7, 2565) สอดคล้องกับ "การเก็บข้อมูลคุณ

จะเอาขึ้นคราวทำบิ๊กเดต้าก็ได้ครับ ไม่ว่าจะเป็นการทำ IOT เราก็ต้องเตรียมพร้อม พอทำได้แล้วก็ง่ายครับ นำมาใช้ง่ายและถูกต้อง การจะไป 4.0 สามารถทำการปรับปรุงแบบต่อเนื่องได้ มุ่งเน้นการใช้นวัตกรรมในไลน์การผลิตที่ต่อเนื่องก่อน อาหารก็ไม่ต่างกัน" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565)

การใช้เทคโนโลยี Digital และ Internet ร่วมกันในอุตสาหกรรมการ ผลิต เทคโนโลยี Digital ช่วยในการรวมรวมข้อมูล ที่แม่นยำ แสดงผลช่วยในงานตัดสินใจ และบริหารงานหรือพัฒนากลุยทธ์ขององค์กร สามารถทำให้เกิดการยกระดับองค์กร การแก้ไขปัญหา และการพัฒนากระบวนการขึ้น การเก็บข้อมูล เมื่อนำมารวมกับระบบในปัจจุบัน Internet สามารถแสดงผลได้รวดเร็ว เมื่อเชื่อมต่อกับมือถือ คอมพิมเตอร์ หรือแท็บเล็ต (Tablet) สามารถแสดงผลตามโปรแกรมที่มีอยู่ได้ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบกิจกรรม การทำงาน การหยุดทำงาน ผลของงาน ของเครื่องจักรอัตโนมัติและหุ่นยนต์ รวมทั้งสามารถควบคุมจากระยะไกล เพื่อแก้ไขปรับปรุงโปรแกรม หรือสั่งงานผ่านโครงข่าย Internet ได้ เมื่อระบบอัตโนมัติเกิดปัญหาสามารถแชร์ลิ้งให้ ผู้เชี่ยวชาญ หรือช่างผู้ชำนาญการเข้าไปตรวจสอบระบบและแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้ องค์กรที่มีกำลังการลงทุนจึงหันมาใช้ระบบเหล่านี้เพื่อเข้าสู่ **"โรงงานอัจฉริยะ"** (Smart Factory) เพื่อการพัฒนาประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต การทำ Lean Automation เป็นตัวช่วยหนึ่งที่จะพัฒนากระบวนการให้เป็น Industrial 4.0 (I4.0) อีกในหนึ่งการที่องค์กรมีข้อมูลที่มีความพร้อม มีควาแม่นยำ ด้วยเทคโนโลยีก็สามารถพัฒนาต่อด้วยการทำ Lean Automation ได้ การขยายผลการพัฒนาในกระบวนการผลิตที่ใกล้เคียง หรือการพัฒนากระบวนการเดิมอย่างต่อเนื่อง ช่วยสร้างประสิทธิภาพให้กับองค์กรมากขึ้นและส่งผลให้องค์กรเข้าสู่ความเป็นโรงงานอัจฉริยะ การเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ไม่จำเป็นที่องค์กร ต้องทำตามเป็นลำดับขั้น 1.0 2.0 3.0 4.0 องค์กรที่เป็น 1.0 หรือ 2.0 ก็สามารถข้ามไปทำ 4.0 ได้เช่นเดียวกัน อยู่ที่การประเมินความสามารถของพนักงานในองค์กร ความพร้อมของบุคคลากร ความพร้อมขององค์กร ทั้งในด้านการลงทุนและการดูแลระบบ การใช้งานและผสานเทคโนโลยีต่างๆเข้าด้วยกัน

1.4.5 ความได้เปรียบทางการแข่งขัน (Competitive Advantage)

"ถ้ามองในเรื่องของคุณภาพ อ่ะ อันดับแรก มองในเรื่องของความสม่ำเสมอ ของคุณภาพที่ออกมาก มันเป็นเครื่องจักรเนอะ ทุกอย่างก็จะแบบเป๊ะ ทุกอย่างก็จะแบบเข้าตรงนี้ออกตรงนี้เป๊ะๆๆ เป็นขั้นเป็นตอนส่วนนึงคือในเรื่องของคุณภาพ ว่าคุณภาพได้ออกมาสม่ำเสมอ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA17, 2565) สอดคล้องกับ "เขาก็จะทำงานสะดวกขึ้น เพิ่ม Capacity ได้เนอะนะครับ ยังไม่รวมออโตเมชั่นเลยน่ะเขาก็ไปได้แล้วอ่ะ โห้มีหลายที่มากในลักษณะ SME มีเดียมไซส์ และก็ในส่วนมหาชนนะครับ ในมหาชนใหญ่ๆที่หนึ่ง มี 2 ทีๆ ทำระบบออโตเมชั่น Lean Automation กับ Lean IoT ต้องบอกว่าเราเออหลักการนี้มันดีนะ ซึ่ง

ผมก็กำลังจะพิสูจน์หลายๆที่ทำไปแล้วรู้ตัวเร็ว แก้ไขได้เร็ว" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA24, 2565) สอดคล้องกับ "ต้องบอกว่าสถานการณ์ในเมืองไทยอ่ะตอนนี้เรื่องของตัวแรงงานเนี่ยมีจำนวนที่ลดลง และก็ในด้านหนึ่งก็คือแรงงาน ค่าแรงงาน ค่าแรงนะครับ สูงขึ้น ทำให้ถ้าเมืองไทยเนี่ยอ่าไม่มาแก้ไขปัญหาตรงนี้อย่างเร่งด่วนและเนี่ย มันจะทำให้เราไม่สามารถคอมพลีสหรือสามารถแข่งขันกับประเทศเพื่อนบ้านได้" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA12, 2565) สอดคล้องกับ "เรื่องความสม่ำเสมอของส่วนที่เราเป็นซัพพลายเชในการดำเนิน Stragy ในการที่จะไปๆรุกหรือว่าไปดึงมาร์เก็ตแชร์ไปทำนู่นทำนี่เนี่ยมันจะมีความมั่นใจเพราะว่า Automation ที่นี้คือ Compatitive tool นะที่เราใช้บริหารจัดการเชิงของ Threats เราจะเลิก เลิกกลัวดึงกลับมา Opatunity ข้างแทนพอเราคอนโทรลพารามิเตอร์พวกนี้ได้หมดพบว่าทีมธุรกิจหรือTop Management เนี่ยจะมั่นใจและสบายใจในการรุก" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA16, 2565) สอดคล้องกับ "เพิ่มความเชื่อมั่นถูกต้องเพิ่มความเชื่อมั่นให้กับลูกค้าอีกที มันเป็นมาเก็ตติ้งเขาอาจจะมองว่าบริษัทนี้ใช้โรบอทน่ะ เขาควรจะมีมาตรฐานที่ดีและก็ให้งานเพิ่มมากขึ้น" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA23, 2565) สอดคล้องกับ "การยกระดับอุตสาหกรรมไปสู่ 4.0 ซึ่งเรื่องนั้นมันจะไปถึง IOT มันจะไปถึง Smart Fac Smart Fac เมื่อไหร่จะต้องเอา IOT มาเชื่อมโยงเรื่องของคลังสินค้าบริหารได้ดีทีเดียว เร็วขึ้น ถูกต้องแม่นยำ ใครก็เชื่อถือ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA8, 2565) สอดคล้องกับ "การบริหารจัดการโรงงานด้วย โรงงานอัจฉริยะด้วย ลีน Automation ครับนั้นแนวโน้มของการที่จะประยุกต์ใช้ Automation ในโรงงานเนี่ยก็คงจะทราบอ่ะนะ มันก็จะเริ่มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆน่ะครับจากเรื่องความสามารถในการแข่งขัน จากเรื่องของแรงงานที่นะครับเราขาดแคลนมาตลอดครับ (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA5, 2565) สอดคล้องกับ "หากไม่ปรับเปลี่ยนผู้แข่งขัน สร้างทีมสร้างกระบวนการไม่เหมือนใคร ลอกไม่ได้ โรงงานคล้ายเรา คุณไม่พัฒนาปรับปรุง เขาก็เอาออเดอไปหมด จะแพ็คเดียว กล่องสวย ราคาเท่ากัน เขาทำได้ และเราจะสู้ยังไงครับ สิ่งภายนอกมันบีบให้คุณ Out สุดท้ายคุณกลับไปสืบว่าคู่แข่งทำอะไรก็เจอครับ เจอออโตเมชั่น (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA7, 2565)

องค์กรมุ่งเน้นพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อสร้างกำไร และความเติบโตขององค์กร อย่างไรก็ตามการจะนำมาซึ่ง 2 สิ่งนี้ต้องสามารถสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าได้เป็นสำคัญ การผลิตที่เน้นทางด้านคุณภาพ ความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ ความสามารถในการสอบย้อนกลับได้ของผลิตภัณฑ์ (Trace Back) ในเวลาอันสั้น การใช้ระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ที่องค์กรควบคุมประสิทธิภาพการทำงานได้อย่างสม่ำเสมอ สามารถส่งสินค้าได้ทันตามเวลาที่ลูกค้ากำหนด และสร้างความปลอดภัยให้กับผู้ปฏิบัติงาน บางกระบวนการเพิ่มความสามารถในการผลิตได้มากขึ้น ช่วยสร้างโอกาสในธุรกิจขององค์กรได้ นำมาซึ่ง **"ความได้เปรียบทางการแข่งขัน"** (Competitive Advantage) เทคโนโลยีที่มีความทันสมัยต้องควบคู่มากับความพร้อมขององค์กรที่พร้อมพัฒนา การใช้ระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์เข้ามาแทนกำลังคนในการผลิต หรือนำมาช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานได้สะดวกสบายมากขึ้น ในสภาวะขาดแคลนกำลังคน เช่นในปัจจุบัน เป็นส่วนเสริมให้องค์กรมีต้นทุนการผลิตที่ลดลงทั้งยังสามารถแข่งขัน หรือทำการผลิตให้ได้เกินกว่าเป้าหมายเดิม การเข้าสู่ตลาดใหม่ ลูกค้าใหม่ การบริหาร

องค์กรไปในทางโอกาส มากกว่าการมีอุปสรรค ทำให้การยกระดับองค์กรเป็นเรื่องที่ไม่ไกลตัว การเลือกใช้ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์จึงเป็นส่วนช่วยสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันให้กับองค์กรที่มีความพร้อม องค์กรที่มีการพัฒนากระบวนเดิมมาแล้วอย่างต่อเนื่อง ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่สามารถพัฒนาได้รวดเร็ว กระบวนการที่องค์กรพัฒนาก่อให้เกิดทีมของการพัฒนา เกิดความเชี่ยวชาญของระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์เหล่านี้เองจะกลายเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าสำหรับองค์กร ทั้งยังเกิดกระบวนการที่ไม่มีมาก่อนเพราะมาจากการวิจัยและพัฒนาร่วมกันในองค์กรและผู้เชี่ยวชาญทั้งยากในการเลียนแบบ

1.4.6 องค์กรแห่งความยั่งยืน (Sustainability Organization)

“การมีผลผลิตที่สูง มีของเสียน้อยด้วยวิธีการแบบลีน ช่วยให้เราเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมทั้งในด้านของการกำจัดขยะ และการใช้พลังงาน องค์กรก็อยู่ได้ไม่ต้องมีปัญหากับรอบข้าง” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA1, 2565) “เรื่องของการเมเนจคน คืออโตเมชั่นค่อนข้างชัดเจนในแง่ของ แคป คือต้องการเท่านี้ ก็คือใส่คนเท่านี้จบ แต่ถ้าเกิดว่าเราไม่ได้เป็นออโตเมชั่น ยังมีแรงงานคนผสมอยู่เนี่ย วันไหนที่พนักงานขาดทำงานไม่ไหว แคปที่เราวางเอาไว้มันอาจจะไม่ได้ก็อาจจะทำให้ เออ กำลังการผลิตของเราตกลงในวันนั้น และก็ส่งผลต่อการส่งมอบให้ลูกค้า” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA17, 2565) สอดคล้องกับ “กำไรครับ ต้นทุนลด ลดเวลา ลดต้นทุน ลดกำไร อ่ากำไรเพิ่ม กำไรไม่ได้แปลว่ายอดขายเพิ่มนะ คือต้องเข้าใจก่อน Lean เนี่ย การที่จะทำให้คุณภาพสินค้าดีขึ้นแล้วพึงพอใจของลูกค้ามันจะช่วยลดต้นทุนให้กับกิจการ พอต้นลดปุ๊ปเขามีกำไรมากขึ้น เขาก็จะเอากำไรตรงนี้ไปบริหารจัดการให้องค์กร” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA4, 2565) สอดคล้องกับ “ทำให้สนุกจะได้มีความสุขในการทำงาน มีปัญหาอยู่แล้วการทำงานแต่อยากจะให้สนุกแล้วก็จะได้มีความสุข ได้เห็นความสำเร็จของอนาคต” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA22, 2565) สอดคล้องกับ “ทั้งทางตรงและทางอ้อมนะ ผมมองว่าด้วยเรื่องของอย่างแรกเลยเนี่ย พอทำลีนเนี่ยเราต้องมองก่อนว่าธุรกิจเขามองเป็นตัวเงิน อย่างแรกเลยพอเขาลดคนเนี่ย Cost ในเรื่องของค่าแรงเขาก็ลดลง ในเรื่องที่สองเนี่ย เรามีการศึกษากระบวนการและมันไม่เกินความจำเป็นในการลงทุนอะครับที่เราจะต้องซื้อเครื่องใหญ่ๆแล้วทำทุกอย่างเลย บางที่การศึกษาการทำงานรวมกับโรบอท นำคนอะมาทำงานรวมกับโรบอทได้เลยอะครับ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA20, 2565) สอดคล้องกับ “Food Industry เอ็นจิเนียน้อยคือไม่ได้เน้นเอ็นจิเนียริ่งมากนะครับ อันนี้ก็อาจจะเป็น Challenge หนึ่งที่มองว่าจะเพิ่มเอ็นจิเนียยังไง สร้างยังไง เมื่อได้กระบวนการโรงงานก็อยู่ได้ เราอาจจะต้องใช้เวลาค่อนข้างนานกว่า Industry อื่น เพราะเริ่มที่หลัง” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA12, 2565) สอดคล้องกับ “เพื่อเลือกที่จะทำให้มันมันได้ผลผลิตที่ดีขึ้น ลด Cost ลดนะ และเวลาต่างๆ ยกตัวอย่างเช่น ข้อดีของออโตเมชั่นหรือว่าไอ้โรบอทติกเนี่ยก็คือสิ่งหนึ่งที่สำคัญก็คือว่าโอเคมันทำงานได้เองโดยอัตโนมัติ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA3, 2565) สอดคล้องกับ “ถามว่าขั้นตอนมันลดลงมั้ย บางครั้งขั้นตอนมันเพิ่มขึ้นด้วยซ้ำเพราะว่า เพราะว่าคนเนี่ย Flexibility ความยืดหยุ่นมันสูงนะครับ บางครั้งเนี่ยเพิ่ม Throughput ได้ด้วยก็คือ ปกติเนี่ยพอ

มันเป็นอัตโนมัติแล้วเนี่ยครับคนส่วนใหญ่จะไม่สนใจว่าในกระบวนการอัตโนมัติเนี่ย Process ภายในมันเป็นกี่สเต็ปแล้วมันซับซ้อนขนาดไหน เค้าสนใจว่าท้ายที่สุดแล้วเนี่ย Throughput เนี่ยมันเป็นเท่าไหร่ โอเปอร์เรชั่นคอสเป็นยังไง Maintenance เป็นยังไงบ้าง" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA11, 2565) สอดคล้องกับ "มีโรบอททุกอย่างทำให้เรามั่นใจได้ว่า อ๋อ..มันมีตรวจ ชุดตรวจเช็คของมันแต่ละจุดนะว่าสิ่งที่เราเวิร์คกันทำกันแต่ต้นเนี่ยมันโอเคมั้ยติดปัญหาอะไรมั้ยเรากังวลที่จะว่าของที่จะไปถึงลูกเค้าเรามีปัญหาอะไรมั้ย นี่คือสิ่งที่เรากังวล โอกาสที่มันผิดพลาดอะมี มีน้อยมากเลยครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA18, 2565) สอดคล้องกับ "คุยกันเป็นปีเลยไม่ทำ แต่พอลงตัวแรกปุ๊ปผลิตตัวแรกวันเดียวพอโรบอทเอาเข้าเครื่องจักร วิ่งอยู่คืนเดียวชิ้นงานออกมา 5000 ชิ้น โดยที่ไม่มีคนเลย" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA23, 2565) สอดคล้องกับ "เกี่ยวข้องในเรื่องของ Customer เพราะว่าจริงแล้วถ้าเกิดเราสามารถที่จะทำให้คนของเราเก่งในเรื่องของการวาง Process ในเรื่องของการผลิตในเรื่องของการที่จะ Service ในแง่ของลูกค้าเนี่ยมันก็จะทำให้งานมีคุณภาพ มองความยั่งยืนด้านลูกค้า ตรงเนี้ยที่สำคัญมากๆก็คือเรื่องของ Customer ที่ทำให้ธุรกิจหรือองค์กรยั่งยืนนะคะ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA8, 2565) สอดคล้องกับ "ถ้าจะสร้างองค์กรยั่งยืนเนี่ย มันเริ่มที่บุคลากรน่ะ มันเริ่มจากผู้บริหารก่อนเลย ทัศนะคติหรือเรื่องว่าเป็นจรรณยาบรรณของผู้บริหารก่อนที่ต้องการเห็นองค์กรยั่งยืนแล้วก็ต้องรู้ว่าที่จะยั่งยืนได้อะ มันมีอะไรบ้างที่ทำให้ยั่งยืน รักษาสิ่งแวดล้อมเนี่ย เรื่องของคนก็เหมือนกันค่ะ คุณก็ต้องถ้าคุณบอกว่าเรื่องของคุณเนี่ยทำให้องค์กรเจริญเติบโตแล้วก็ยั่งยืนในอนาคตเนี่ยคุณก็ต้องลงทุน ลงทุนกับคนลงทุนในแง่ไหน ให้ออกมาเป็นวัฒนธรรมขององค์กร เมื่อผู้จัดการคนนี้ออกไปหรือผู้บริหารคนนี้ออกไปแล้วเปลี่ยนไปเลยไม่ยั่งยืน พฤติกรรม มันถึงจะยั่งยืน คนของคุณมีความสุขในองค์กรใช่ไหมฮะอะไรอย่างเนี่ย" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA25, 2565) สอดคล้องกับ "ประสิทธิภาพของบางองค์กรที่เปลี่ยนไปใช้ออโตเมชั่นเลย OEE ก็ต่ำกว่าที่เคยใช้คนผลิต ในความคิดเห็น Lean Automation ทำให้เรารู้จักตนเองก่อน และไปลด Waste ก่อนกำจัดก่อน และค่อยเอา Automation เข้ามาจับก่อนมันจะเกิดการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพ พัฒนาคนก่อน พัฒนากระบวนการทำให้ต่อเนื่อง ก็ยั่งยืน" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA9, 2565) สอดคล้องกับ "อาหารนี่กินทุกคนเมื่อไรเราทำมีคุณภาพเราก็อยู่ยั่งยืนครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565)

การพัฒนากระบวนการด้วย Lean Automation ช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับองค์กรสูงขึ้น มีของเสียที่ออกมาในกระบวนการผลิต และความสูญเสียในกระบวนการลดน้อยลง ทั้งเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมด้านการกำจัดขยะ และการลดการใช้พลังงานในการผลิตจากการใช้ระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ และอีกเรื่องที่ได้รับคือการบริหารจัดการทรัพยากรมนุษย์ที่ยังต้องใช้ผสมผสานกับระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ที่อยู่ในกระบวนการผลิตอาหารสู่ **"องค์กรแห่งความยั่งยืน"** (Sustainability Organization) Lean Automation ช่วยให้คุณภาพ กำไร โอกาสการทำธุรกิจดียิ่งขึ้น ลดเวลา ของเสีย ต้นทุนให้กับองค์กร เราอยากต้องการใช้ระบบอัตโนมัติ เราต้องศึกษากระบวนการของเราและแก้ไขกระบวนการเดิมของเราให้ดีเสียก่อน เพื่อลดความสูญเสียของกระบวนการให้ได้มากที่สุดก่อนนำระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์เข้าไปใช้งานในกระบวนการ เครื่องจักรสำหรับการผลิตไม่ตอบโจทย์การ

เป็น Lean Automation การซื้อมาตั้งไม่ใช้คนเป็นกระบวนการที่ดี แต่การทำ Lean Automation ต้องบันทึกข้อมูลบันทึกความสูญเสียที่เกิด พัฒนาคน พัฒนากระบวนการที่ไม่ใช้คน ให้ดีขึ้นให้ใช้ทรัพยากรน้อยลง ต้นทุนการดูแลน้อยลง การซ่อมน้อยลง พัฒนาคนตระหนักถึงความสูญเสีย พัฒนาคนให้บันทึกและใช้ข้อมูลให้เกิดประโยชน์ พัฒนาคนให้เข้าใจและใช้กระบวนการและระบบอัตโมมัติอย่างสูงต้อง พัฒนาคนให้ทำเป็นนิสัยพัฒนากระบวนการอย่างต่อเนื่อง การลงทุนต้องใช้การตัดสินใจจากผู้บริหาร ทัศนคติของผู้บริหารจึงมีส่วนในการขับเคลื่อนระบบอัตโนมัติ แต่ข้อมูลจากไลน์ผลิตที่แสดงถึงความสำคัญและผลที่ได้จากการพัฒนามีส่วนทำให้การตัดสินใจและสร้างความเข้าใจให้กับผู้บริหารได้มากขึ้น ส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืนของกระบวนการพัฒนา เมื่อเขาไปอยู่ในวิสัยทัศน์หรือนโยบายขององค์กร องค์กรมีทั้งคน กำไร ทรัพยากร องค์กรสามารถคงอยู่ได้ องค์กรปรับเปลี่ยนไปตามการเปลี่ยนแปลงของโลกได้

ตารางที่ 11 การสังเคราะห์ตัวแปรจากการทบทวนวรรณกรรมและการวิจัยเชิงคุณภาพ

ตัวแปรที่มาจาก การทบทวนวรรณกรรม	ตัวแปรที่สังเคราะห์ได้ จากการสัมภาษณ์เชิงลึก	ผลการรวบรวมข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูลหลักลำดับที่
1. การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น (Lean Automation)	1. การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น (Lean Automation)	16, 4, 13, 15, 12, 21, 5, 1 (จาก 1.1.2)
หลักการ	หลักการของ Lean	12, 13, 4, 10, 24, 25, 16
การปฏิบัติ	แนวทางการปฏิบัติแบบ Lean	12, 17, 7, 9, 4, 5, 6, 13, 24, 11, 18, 23, 25
2. ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง (High Performance Organization)	2. ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง (High Performance Organization)	12, 15, 19, 17, 14, 20, 10 3, 18, 23, 5, 25, 9
องค์กรที่มีธรรมมาภิบาล		
องค์กรมีความยืดหยุ่นสูง	องค์กรที่มีความยืนหยุ่น	3, 12, 7, 16, 25
องค์กรมีภาวะผู้นำสูง	ความเป็นผู้นำ	10, 19, 17, 4, 3, 11, 16, 5
องค์กรแห่งการเรียนรู้	องค์กรแห่งการเรียนรู้	10, 11, 24, 16, 18, 23, 5, 1, 19
การบริหารองค์กรเชิงรุก		
องค์กรเชิงระบบ	องค์กรที่ปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบ	8, 17, 20, 3, 11, 5, 25

การทำงานเป็นทีม	การทำงานเป็นทีม	4, 19, 15, 10, 20, 14
	การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์	1, 17, 14, 10, 23, 3, 2, 8, 5, 25, 6, 7, 15, 24, 11, 19
	ความปลอดภัย	14, 11, 6, 1, 25
	ความตระหนัก	13, 4, 10, 20, 3, 19
	กลยุทธ์	15, 4, 20, 11, 25, 12, 14, 3, 18, 23, 6
3. พันธมิตรทางธุรกิจ (Business Alliance)	3. พันธมิตรทางธุรกิจ (Business Alliance)	1, 23, 17, 14, 19, 4, 20, 16, 11, 22, 21, 5, 6, 19
ด้านเทคโนโลยี	นวัตกรรม	11, 17, 16, 23, 17, 21
ด้านทรัพยากรเชิงกลยุทธ์		
ด้านการวิจัยและพัฒนา	การวิจัยและพัฒนา	19, 17, 20, 23, 21, 6
4. โรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory)	4. โรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory)	9, 1, 15, 13, 10, 3, 16, 23, 5, 6, 7, 19
มีเสถียรภาพ		
มาตรฐาน		
การเพิ่มประสิทธิภาพ		
การใช้ระบบอัตโนมติ		
5. ความได้เปรียบทางการแข่งขัน (Competitive Advantage)	5. ความได้เปรียบทางการแข่งขัน (Competitive Advantage)	17, 24, 12, 16, 23, 8, 5, 7
คุณค่า		
ความหายาก		
ยากในการเลียนแบบ		
การจัดการองค์กร		

6. องค์กรแห่งความยั่งยืน (Sustainability Organization) สิ่งแวดล้อม กำไร พนักงาน	6. องค์กรแห่งความยั่งยืน (Sustainability Organization)	1, 17, 4, 22, 20, 12, 3, 11 18, 23, 8, 25, 9, 19

จากผลการวิจัยเชิงคุณภาพโดยการสัมภาษณ์เชิงลึก ผ่านการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผู้วิจัยจึงใช้ 6 ตัวแปรในการวิจัยเชิงปริมาณ ได้แก่ 1. การนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ด้วยแนวทางของลีน (Lean Automation) 2. ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง (High Performance Organization) 3. พันธมิตรทางธุรกิจ (Business Alliance) 4. โรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory) 5. ความได้เปรียบทางการแข่งขัน (Competitive Advantage) 6. องค์กรแห่งความยั่งยืน (Sustainability Organization) โดยให้ทั้ง 6 ตัวแปรเป็นตัวแปรแฝงตามกรอบแนวคิดงานวิจัยและพบตัวแปรแฝงที่พบในงานวิจัยเชิงปริมาณสอดคล้องกัน สำหรับตัวแปรสังเกตที่ต่างกัน ได้พบและใช้ตัวแปรสังเกตได้ที่เพิ่มขึ้นจากในกรอบแนวคิด ได้แก่ การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ ความปลอดภัย ความตระหนักกลยุทธ์ ผู้วิจัยเลือกใช้ตัวแปรสังเกตได้ตามการทบทวนวรรณกรรมในงานวิจัยเชิงปริมาณต่อไป

1.5 หน่วยงานสนับสนุนการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในองค์กร (Agencies supporting the adoption of automation in the organization)

> “ของผมเป็นหน่วยงานรัฐ เป็นหน่วยงานรัฐภายใต้กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน คือถามว่าผมมีฐานะเทียบเท่าองค์กรภายใน ก็เป็นหน่วยงานภายใต้รัฐเพียงแต่ว่ามันเป็นโมเดลแบบใหม่ของกรมครับ ที่เขาตั้งหน่วยงานเฉพาะทางขึ้นมา เมื่อก่อนจะมีสถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน เราเป็นหน่วยฝึกอบรมอะครับ หน้าที่ของเรามี 3 อย่าง หนึ่งก็คือเราทำในเรื่องของการฝึกอบรม ฝึกอัพสกิล สองก็คือการตรวจสอบมาตรฐานฝีมือแรงงาน ก็คือจับคนมาทดสอบเหมือนมาตรฐานอันนี้สามก็คือเราซัพพอร์ต เอกชนที่เข้ามาคุยกับเราเนี่ยมีปัญหาเรื่องโซลูชั่น คุณต้องการทำตัวของการทำโรบอท ทำหุ่นยนต์ เก็บค่าใช้จ่ายถูกมาก ก็ได้เรียนหุ่นยนต์แล้ว อันนี้เราเรียกว่า Business Model ในแบบที่ใครก็ได้มาเรียน แบบที่ 2 นะครับ ถ้าเอกชนจะจัด เนื่องจากว่าสมมุติว่าบริษัทหนึ่ง 2-3 คน 4-5 คน ได้ 20 คน 1 รุ่น แบบที่ 2 มีบริษัทหนึ่งบริษัทอยากมาคุยกับผมว่า เขาอยากจะเป็นคอร์สปิดเป็นคอร์สของเขาบริษัทด้วยเลย มาลามาจัดอบรมได้ไหม ถ้าแบบเนี่ยต้องมาคุยกันแชร์ค่าใช้จ่าย แชร์ Cost กัน Training need เนี่ยคือหมายความว่าปัญหาของคุณ Need ของคุณคืออะไร Problem จากการทำงาน Defect จากของเสียหรือคุณต้องการเปลี่ยนไลน์จากไลน์ผลิตที่เป็นไลน์คน” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA4, 2565) สอดคล้องกับ “มัน

สามารถที่จะปรับเปลี่ยนไอ้ตัวปลายมือของมันได้ ปลายมือเขาเรียกมัน Tool อ่ะและ Quick change Tool ตอนอาจจะเอาไว้จับอย่างเดียว ที่อยู่ใกล้มันเกิดดาวน์ขึ้นมา อันนั้นสามารถทำหน้าที่ทั้งจับและเฉือนได้ แทนที่จะส่งแค่ Station นี้ แค่จับเฉยๆแล้วเรียงมันก็เกิดเป็นเฉือนได้ด้วยอะไรต่างๆ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA3, 2565) สอดคล้องกับ "เซอร์วิสของฟีโบอะ หนึ่งก็คือเป็นงานวิจัย ก็คือเป็นงานที่พัฒนาสิ่งใหม่ เราก็พัฒนาดรีมเมอร์ พัฒนาสิ่งใหม่ขึ้นมา มีข้อมูลมีทั้งรายงานโรบอทติกเป็นอย่างไร ออโตเมชั่นเป็นอย่างไรแล้วมีใครบ้างในประเทศไทยทำเรื่องอะไรต่างๆทำไว้หมดแล้ว โรดแมพให้ของ ECI อ่ะ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA3, 2565) สอดคล้องกับ "ในหน่วยงานของกระทรวงอุตสาหกรรมที่ออกมาส่งเสริมเรื่องการที่ จะผลักดันประเทศให้เข้าสู่ Automation ในเลเวลที่สูงขึ้นพวกเนี้ยฮะทางเอไอเทคเองก็เข้าไปเกี่ยวกับพวก พวกหน่วยงานอย่างนี้ครับ ก็เป็น เป็นทั้งกรรมการอยู่ในทาราเอง อยู่ใน Core เอง เพราะว่า Core ก็ ก็เรียกว่ามีหลักสูตรในการพัฒนา System Analysis นักวิเคราะห์ระบบแล้วก็ System Developer ซึ่งพวกเนี้ยเราก็ เราก็เข้าเกี่ยวข้องในฐานะ SI ที่มีเรียกว่า Hand on Experience คือได้ทำจริงอยู่ในขณะที่ทางหน่วยงานของรัฐประกอบด้วยทีมหลายทีมก็จะมีทีมของอาจารย์นักวิชาการ User ผู้ใช้แล้วก็อยากได้ประสบการณ์จากทีม SI เราก็เข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องอยู่ในกรรมการพวกนี้ด้วยครับ" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA16, 2565) สอดคล้องกับ "บริษัทผมเนี่ยก็จะมีเทรนนิ่งเซนเตอร์ด้วย เราก็เทรนให้กับทุกเจ้านะครับที่ซื้อหุ่นยนต์ซื้อระบบไป แต่ทุกครั้งที่ปัญหาจะต้องโทรกลับมาที่ออฟฟิต เพื่อให้ไปแก้ปัญหาโรบอท ก็ทำเองไม่ได้ซึ่งก็เทรนให้แล้วสอนให้แล้วในเรื่องของการใช้งานแต่เขาไม่ได้ใช้งานประจำ เพราะเขาไม่ได้ใช้งานประจำ ลูกค้าที่ใช้งานประจำให้เขาแทบจะไม่ต้องโทรหาเลยเขาแก้ปัญหาเองได้หมด" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA23, 2565) สอดคล้องกับ "กรมพัฒนาฝีมือแรงงานนะครับหน้าที่หลักของเราเนี่ยนะครับถ้าง่ายเลยคือเรื่องของการพัฒนานะครับบุคลากร เนี่ยเราแบ่งเป็นเรื่องของการพัฒนาโดยการอบรมนะครับ ให้การฝึกอบรมด้านต่างๆพัฒนาโดยการทดสอบมาตรฐานฝีมือแรงงานนะครับเพราะงั้นใน ในสองส่วนเนี้ยก็จะต่อเนื่องกัน แต่บางคนคิดว่าทำเป็นแล้วอยากได้ใบรับรองก็มาขอทดสอบได้จากกรมแรงงานได้นะครับอันนี้ในสองส่วนหลัก เราทำส่งเสริมด้วยนะครับในกระบวนการส่งเสริมให้สถานประกอบการมีการพัฒนาคนเนี่ยเราก็มีในเรื่องของภาษีนะครับ ผ่านพรบ. เรียกพรบ. ส่งเสริมการพัฒนาฝีมือแรงงานปี พ.ศ. 2545 นะครับ สถานประกอบการใดมีการพัฒนาบุคลากรของตัวเองก็สามารถมาขอลดหย่อนภาษีได้ หุ่นยนต์ก็อัตโนมัติ อัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ก็เป็นหนึ่งในนั้น" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA2, 2565) สอดคล้องกับ "ภาครัฐเนี่ยค่ะ ซึ่งจริงแล้วก็จะมีหน่วยงานที่เป็นองค์กรกลางๆอย่างเช่นสภาอุตสาหกรรม สมาคมหอการค้า ต้องเจอในระดับพื้นที่เพราะฉะนั้นเวลาเค้าติดต่อมาค่ะอย่าได้รังเกียจเค้าต้อนรับเค้าไว้ให้หมดพี่อยากพูดตรงเนี้ยกับทุกคนที่เป็นเจ้าของธุรกิจเลย เพราะจริงๆที่ผ่านมาในการทำงานที่สภาอุตสาหกรรม 27 ปีอะค่ะ ภาครัฐขออะไรสภาอุตสาหกรรมขออะไรไม่เคยได้ ไม่เคยให้ ไม่เคยให้ความร่วมมือเพราะฉะนั้นวันนี้อยากบอกค่ะว่าจริงๆเค้าไม่ได้เป็นตัวร้าย เค้าไม่ได้เป็นออดิเตอร์ เค้าไม่ได้เป็นคนที่จะมาทำให้เราแบบเพิ่มภาระเราเลยค่ะเค้ามาช่วยเราถ้ามองมุมนี้ ทำให้เราทำงานได้ดีขึ้นทำงานได้ไวขึ้น" (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA8, 2565) สอดคล้องกับ "พัฒนานวัตกรรมนะครับ ก็

เหมือนกับว่าหน้าที่หลักๆก็คือพัฒนาโครงการนวัตกรรม หมายความว่าผู้ประกอบการเนี่ยโดยส่วนใหญ่เนี่ยก็จะมีการ มีแนวคิดมีงานวิจัยเกี่ยวกับนวัตกรรมนะครับแล้วก็เอาเข้ามาเพื่อที่จะขอขอรับเงิน ขอรับทุนสนับสนุนนะครับ หน้าที่ผมก็คือช่วยให้ผู้ประกอบการเนี่ยเตรียมข้อมูลนะครับแล้วก็ไปช่วยในการแมชชิ่งผู้เชี่ยวชาญตรงเนี้ยเพื่อที่จะให้โครงการนะครับมีความพร้อม มีความพร้อมทั้งในแง่ของเรื่องเทคโนโลยีทั้งในเรื่องของ Business นะครับทั้งในเรื่องของงบประมาณโครงการให้มีความพร้อมนะครับก็จะเป็นลักษณะการให้คำปรึกษาด้วยนะครับในการที่จะพัฒนาโครงการ โดยส่วนใหญ่ที่ผู้ประกอบการเข้ามาแทบจะเป็นในเรื่องตัวระบบอัตโนมัติ IOT ถึง AI เนี่ยครับก็จะมีตัวแนวคิดมีงานวิจัยอะไรมีอยู่ละเราก็จะแนะนำในเรื่องตัว Business Model เรื่องตัวการ Verify ข้อมูลในการที่จะทำให้โครงการเนี่ยมันมีข้อมูลเพื่อที่จะแสดงให้เห็นความเป็นไปได้ของตัวโครงการทั้งในเรื่องของเทคโนโลยีกับเรื่องของตัว Business Model ให้ชัดก่อนที่จะไปนำเสนออนุกรรมการ อนุมัติโครงการอยู่แล้วนะครับเพราะฉะนั้นเนี่ยเค้าต้องพร้อมในการที่จะออกเงินเพื่อจะพัฒนาโครงการของเค้าอยู่ละ NIA ไปช่วยครึ่งนึงครับพูดง่ายๆ ถ้าๆ ถ้าโดยเฉลี่ยนะครึ่งนึงฮะแทนที่เค้าจะออกล้านนึงเค้าออกแค่ห้าแสนเค้าก็จะลดความเสี่ยงลงนะครับอันนี้ก็คือที่เราเข้าไปช่วยครับผม” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA21, 2565) สอดคล้องกับ “โดยส่วนใหญ่หุ่นยนต์เนี่ยเราก็จะมีทางกระทรวงอุตสาหกรรมเขาก็มีมาตรการที่จะสนับสนุนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพวกเนี่ยนะ เพราะฉะนั้นมาตรการเนี่ยเป็น 3 มาตรการหลัก 1. ก็คือ เพิ่มผู้ใช้ๆ ให้ผู้ประกอบการให้โรงงานเนี่ยใช้ระบบ Automation หรือการไปสู่ 4.0 เนี่ยมากขึ้นก็โดยได้รับสิทธิประโยชน์จาก BOI นะครับ 2. พอผู้ใช้มากขึ้นมันก็ต้องมี SI มากขึ้นนะครับ มี SI มากขึ้น เพราะฉะนั้นตรงเนี่ยก็ ทางมาตรการนี้ก็จะพยายามที่จะเพิ่ม SI ให้มากขึ้น SI ก็จะมีสิทธิประโยชน์ครับจาก BOI ด้วยจากกรมศุลด้วยเรื่องอากรนำเข้าต่างๆด้วยน่ะครับอันที่ 3 เพื่อผลักดัน 2 มาตรการเนี่ยน่ะครับ 2 มาตรการนี้ก็ให้จัดตั้งแล้วเรียกว่า Center of Robotic Excellence น่ะครับที่เราเรียกว่า Core ก็จะมีหน่วยงานต่างๆทั้งของกระทรวงอุตสาหกรรม มีไทย เยอรมัน มีสถาบันไฟฟ้าน่ะครับ ของกระทรวง อว. ก็จะมีมหาลัยต่างๆทั่วประเทศน่ะครับ TARA น่ะครับก็จะช่วย ช่วยอาจจะจับ Maching ให้ได้นะครับตามความเหมาะสมของ SI เพราะ SI ไทยเราส่วนใหญ่แล้วเนี่ยจะเป็นในลักษณะที่ถนัดเป็นงานๆ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA5, 2565) สอดคล้องกับ “เรามีการส่งเสริมองค์กรที่เริ่มทำนวัตกรรมเทคโนโลยีแต่องค์กรต้องเปิดใจเน้นด้านสิ่งแวดล้อมมาเสมอ แต่ปัจจุบันมีการแยกกอง ที่เข้ามาดูเรื่องเทคโนโลยีการผลิตโดยเฉพาะ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA1, 2565) สอดคล้องกับ “อีกตัวนึงของประเทศไทย คือ Thailandi4.0 Index โดยจะมีผู้เชี่ยวชาญเข้าไปประเมิน ผลที่ผู้ประกอบการได้รับจะถูกต้องกว่า เพราะผู้เชี่ยวชาญเข้าประเมินที่โรงงานโดยใช้ตัวชี้วัดที่มีความละเอียดมากกว่า รวมถึงมีลำดับให้และในอุตสาหกรรมเดียวกันที่ดีที่สุดเป็นอย่างไร ทั้งนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการยื่นขอสิทธิประโยชน์ทางภาษีตอนนี้ทาง BOI กำลังลงรายละเอียดการประเมินอยู่เราจึงสามารถใช้ผลการประเมินเพื่อกำหนด Road Map ในการยกระดับองค์กร และภาครัฐจะได้ข้อมูลประกอบการวางแผนนโยบายเพื่อสนับสนุนภายอุตสาหกรรมได้จากการเข้ามาประเมินองค์กรในอุตสาหกรรม” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA9, 2565)

องค์กรที่สนใจในการเริ่มต้นทำระบบอัตโนมัติ สามารถส่งพนักงานเข้าอบรมในด้านการใช้เครื่องจักร ระบบอัตโมติและหุ่นยนต์ได้กับทางหน่วยงานของรัฐบาล ภายใต้สังกัดกรมพัฒนาฝีมือแรงงานโดยมีศูนย์การอบรมกระจายอยู่ในประเทศ ทั้งการฝึกสกิล อัพสกิล ทั้งเป็นแบบกลุ่มและแบบเดี่ยวสามารถเข้าไปติดตามได้กับการอบรมของกรมแรงงาน แต่หากองค์กรมีปัญหาการพัฒนากระบวนการการพัฒนาระบบอัตโนมัติ องค์กรต้องเลือกหา SI ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการของตนเองเพื่อร่วมกันวิจัยและพัฒนากระบวนการที่ตนเองมีอยู่ หรืออาจขอคำปรึกษาจากองค์กรให้ความรู้ที่ทำเรื่องที่เกี่ยวข้อง เช่น FIBO CORE หรือติดต่อผู้เชี่ยวชาญผ่านสภาอุตสาหกรรม สถาบันไทย-เยอรมัน NIA NECTEC เป็นต้น เพื่อขอคำปรึกษาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินธุรกิจร่วมกับระบบอัตโนมัติ มีส่วนช่วยในเรื่องของเงินลงทุน และคำแนะนำในการดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับสิทธิประโยชน์ที่ได้รับ (BOI) ทั้งช่วยวางแผนในการปรับปรุงกระบวนการผลิตขององค์กรได้ ควรเข้าหากลุ่ม CORE ทั้งนี้ทั้งภาครัฐและภาคเอกชนที่มีความรู้ต่างร่วมมือในการพัฒนา ผลักดัน การผลิตของประเทศเข้าสู่ระบบอัตโนมัติมากยิ่งขึ้นเพื่อให้ประเทศไทย สามารถผลิตสินค้า อาหารได้ทัดเทียมนานาประเทศ และส่งเสริมให้มีกำไรจากการผลิตให้ได้มากที่สุด อย่างไรก็ตามขอให้องค์กรและผู้บริหารเปิดใจ ปรับทัศนคติในการใช้ระบบอัตโนมัติ ร่วมกับแรงงานคนที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตและประสิทธิภาพขององค์กรอันเป็นการพัฒนาประเทศอีกทางหนึ่งด้วย

1.6 ปัญหา อุปสรรค คำแนะนำ ก่อนทำ Lean Automation (Problems, Obstacles, and Recommendations Before Lean Automation)

> “Lean Automation คือความที่มันเกี่ยวข้องกับคนเยอะ กับเงินทุน เกี่ยวข้องกับกระบวนการเยอะ เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงหลายสิ่งหลายอย่างเนี่ย เพราะงั้นมันต้องใช้คนร่วมมือกันเยอะแน่นอนนะครับ ถ้าร่วมมือแล้วทำได้ผลลัพธ์ก็โอเค ถ้าร่วมแล้วการที่ไม่ได้ผลลัพธ์หรือมีความที่สื่อสารไม่ชัด หรือมีช่องว่างหรือมีแกปเนี่ยโอกาสที่จะไม่สำเร็จก็มีสูง เพราะงั้นเนี่ยคือข้อควรระวังนะครับ เราก็ต้องช่วยกันตัดสินใจว่าแบบนี้เราจะปรับ เราจะลด Scope ลงไหม เราจะปรับความ Requirements ลงรึป่าว เพื่อให้มันไปต่อหรืออะไรอย่างนี้ ผมว่าตรงนี้ก็ต้องช่วยกันตัดสินใจอะนะครับ มีคนชี้ขาดอะนะครับบนข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA15, 2565) สอดคล้องกับ “เราจะต้องหาให้ได้ครับว่า ณ ปัจจุบันเนี่ยอะไรที่มันยังไม่ใช่ เราต้องไปพ้อยท์เอ้าท์ก่อนว่า ณ ปัจจุบันน่ะ อะไรคือปัญหา คือมัน อันดับแรกเราต้องหาปัญหาให้ได้ก่อนอะครับ โดยปกติแล้วอะสิ่งที่มักจะเข้าใจกันผิดคือเรามักจะมองปัญหาแล้วนึกถึง Automation นะครับ สิ่งที่ถูกต้องเลยก็คือ เราควรจะมองปัญหาแล้วหาวิธีแก้ก่อน ทำยังไงก็ตามให้มันมาอยู่ใน ในพื้นฐานปกติของเราก่อนอะครับ อย่างเช่นเราบอกว่า ชั่วโมงนึงจะต้องออก 120 ชิ้นใช่มั้ยครับแต่ ณ ปัจจุบันได้แค่ร้อยเจ็ดอะครับ เราควรจะไปมองก่อนว่าทำยังไงให้เป็น 120 ก่อน นะครับ ถ้าทำ ส่วนใหญ่ผมมักจะเจอว่า เจอปัญหาเรานึกถึง Automation แล้ว Automation ไปลง แล้วจากนั้นปึ๊บ Automation ก็จะหยุดครับ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA13,

2565) สอดคล้องกับ “เค้าจะสอนเราตั้งแต่เบื้องต้นในการ เค้าเรียกอะไร ในการมุมมองวิธีการคิดแนวคิดอะครับแต่ละอย่างว่าเจองานลักษณะนี้ ประเภทนี้มันจะมีจุดบกพร่องมีจุดลอสจุดอะไรตรงไหนบ้างมีมูดะตรงไหนบ้างประมาณนั้นแหละครับ เค้าจะให้เราวิเคราะห์แยกแยะออกมาเป็น เป็นไอนี่ เป็นกราฟเหมือนที่เรารู้จักเหมือนพวกพาเรโต้ เป็นกราฟก้างปลาอะไรประมาณนั้นเค้าจะสอนมาประมาณนั้นอะครับเพื่อแยกแยะในเชิงเราก็เวิร์คตาเค้าแต่สุดท้าย คือคือๆ สั่งให้เค้าทำพอมาแล้วคราวนี้ปรากฏว่ามันเดินไม่ได้นะครับ มันเดินไม่ได้เค้าก็ปรับอยู่นานพอสมควร จนๆเค้าต้องยอมนะครับ จนเค้าต้องยอมว่ามันเดินไม่ได้จริงๆ อันนี้คือสิ่งที่เราลงทุนไปกะเค้าเรา เราให้เค้าเป็นคนทำนะครับ แต่เราก็ต้องยอมรับ” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA18, 2565) สอดคล้องกับ “ลองๆดูว่าสิ่งที่เกิดขึ้นเนี่ยถ้าเป็นในเรื่องของตัวต้นทุนการผลิต ดูก่อนว่าเราจะแก้ยังไงนะครับ ตัว Automation อาจจะเป็น Choice สุดท้ายที่เราจะลงทุนแต่เราต้องทำยังไงให้มันเกิดของเสีย เกิดต้นทุนน้อยที่สุดก่อนที่เราทำได้ ก่อนที่จะมอง มามองหาตัวระบบ Automation อันนี้คือหลักคิดที่ถูกต้อง” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA21, 2565) สอดคล้องกับ แก้ปัญหาเรื่องการทำออโตเมชั่นเรา ประเทศไทยเราเนี่ย เราสูญเสียไปกับการทำระบบอัตโนมัติที่แก้ปัญหาเฉพาะหน้า ไม่สนใจกระบวนการก่อนและหลังนะครับหรือเรื่องอื่นๆเนี่ยอะนะครับ เราเสียเวลากับการสร้างเครื่องจักรสร้างระบบอัตโนมัติแบบนี้เยอะมากครับ เราไม่ได้เรื่องของการวิเคราะห์เรื่องของความสูญเสีย ด้วยความชำนาญด้วยความเก่งในด้านเรื่องเทคนิคคอลพื้นที่ในการใช้หุ่นยนต์บางพื้นที่เนี่ย ใช้หุ่นยนต์ตั้ง 4 ตัวนะครับ ผมถามจะใช้ไปทำไมตั้ง 4 ตัวนะครับ พอเรามานั่งดู เห้ยพอคุณวิเคราะห์ดีๆตรงนี้เนี่ยใช้โรบอท 2 ตัวก็จบแล้ว การทำงานร่วมกันระหว่างคนกับเครื่องจักรที่เป็นออโตเมชั่นเนี่ยจะมีความแพร่หลายในอนาคตนะครับ จะมีความแพร่หลาย แล้วเราก็ควรจะออกแบบให้เป็นแบบนั้นนะครับ ไม่ควรจะออกแบบประเภทว่าปราศจากมนุษย์เลย” (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA6, 2565) หากเราเลือกงานที่ยากที่สุด ทั้งยังเป็นงานแรกๆ อาจเป็นงานที่นำไปสู่ความล้มเหลว เพราะไม่มีการเตรียมพร้อม คนไม่มีสกิลเลย ต้องค่อยๆเรียนรู้ก่อน ค่อยๆไป เราเลือกงานยากการ Interface ก็ยากแบ่งเป็นเพส เป็นระยะอย่าเอามารวมกันไปหมด ด้วยความเร็วที่มาก และ Sensitive ของอาหารต้องระวังให้มาก คุ๊กกี้ ถ้ามันไปแตกตอนลงกล่อง ต้องวิเคราะห์เมื่อทำออโตเมชั่น ตอนที่เราใช้แมนนวลไม่เคยเจอปัญหานี้แต่ใช้ออโตเมชั่นอาจเจอแบบอื่นก็ การลงออโตเมชั่นก็ต้องระวัง เรื่องความร้อน ไอน้ำ การล้างไลน์ อุปกรณ์ต้องเป็นสแตนเลสนั่นใช่แต่ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิคต้องทำอย่างไร หุ่นบางประเภทต้องมีรั้ว และรั้วต้องเป็นสแตนเลสมั้ยทีนี้ต้นทุนเท่าไร ถ้าใช้ Co-bot จะดีมั้ยต้องศึกษาให้ดี ห้องไอติมติด -40 °C ตอนจะติดตั้งจะติดตั้งอย่างไรคนอยู่ในห้องนั้นต้องวิ่งเข้าออกตลอดเวลามันทำไม่ได้ครับทีนี้ (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA7, 2565) สอดคล้องกับ โลกมันเปลี่ยนครับเราก็ปรับตัว สังเกตุได้เลยครับ จะมีคนอคติอยู่ คนที่จะมาตามเรามาเพิ่มทักษะตามเราจะเหลือไม่กี่คน อีกที่เหลือแอนตี้ ไม่ชอบการปรับปรุง (ผู้ให้ข้อมูลหลัก LA19, 2565)

การทำ Lean Automation มีความเกี่ยวข้องกับคนจำนวนมาก ปัญหาในเรื่องของคนหรือพนักงานที่มีทั้งยอมรับ และไม่ยอมรับในการพัฒนากระบวนการเป็นเรื่องที่ต้องได้รับการดูลแก้ไข เรื่องของการลงทุนที่ไม่ประสบความสำเร็จจากการพิจารณาคัดเลือกกระบวนการที่ผิดพลาด การ

เลือกผู้เชี่ยวชาญที่ได้มาไม่ตรงตามความต้องการ การสร้างทีมที่ไม่ประสบความสำเร็จ การใช้ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์มากเกินความจำเป็น การขาดแคลนเงินทุน จากปัญหาเหล่านี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการ เพื่อให้เกิดการพัฒนากระบวนการที่ส่งผลที่ดีสู่องค์กร มีความจำเป็นต้องสร้างการสื่อสารที่ชัดเจน การกำหนดข้อตกลงระหว่างการทำงานที่ชัดเจนทั้งกับหน่วยงานภายใน และหน่วยงานภายนอกเป็นลายลักษณ์อักษร ต้องใช้ความร่วมมือกันเป็นสำคัญเพื่อให้เกิดผลลัพธ์ที่ตรงตามที่วางแผนไว้ และการหาทางออกร่วมกัน การระบุปัญหาที่ชัดเจน หาวิธีการแก้ไขเบื้องต้นก่อน ไม่นำระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ มาใช้แก้ปัญหาตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนการ ปรับกระบวนการด้วยเครื่องมือพื้นฐาน ด้วยอุปกรณ์ การลดการขนส่ง การแสดงสัญลักษณ์ การบ่งชี้ให้เกิดความชัดเจน อุปกรณ์ทุ่นแรง และกระบวนการจับโยกย้ายต่าง เป็นต้น หากเราใช้ ระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ โดยไม่ปรับปรุงกระบวนการจะก่อให้เกิดของเสียจากการผลิตแบบเดิมอยู่และมากขึ้นตามกำลังการผลิตของระบบอัตมัติและหุ่นยนต์ ทั้งยังส่งผลให้เกิดการลงทุนที่สูญเปล่าต่อโครงการนั้นๆ การเลือกกระบวนการในการพัฒนากระบวนการมีส่วนสำคัญ หากพนักงานยังไม่มีประสบการณ์ในการใช้ระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ แต่เลือกพัฒนาในระบบที่มีความยากและซับซ้อนจะเกิดความท้อ และใช้ระยะเวลานานในการพัฒนากระบวนการ จึงควรเลือกพัฒนาในกระบวนการที่ง่ายมีโอกาสสำเร็จสูงก่อนเป็นอันดับแรก ปรับเปลี่ยนมุมมอง แนวคิด ความตระหนักของพนักงาน พนักงานบางส่วนมีทัศนคติที่ไม่ดีสำหรับการใช้งานระบบอัตโนมัติ ทั้งความซับซ้อนและอาจมาแย่งงานที่ทำได้ในความคิด องค์กรต้องส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับพนักงาน ให้ได้มีการลองทำงานร่วมกับระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ และมีการสื่อสารที่ชัดเจนในการทำงาน ในการอัพสกิลงาน และการโยกย้ายงาน

จาก 1.1.3 ขั้นตอนการดำเนินงานทั้ง 12 ขั้นตอน ผู้วิจัยนำไปเปรียบเทียบกับกรณีศึกษาพบขั้นตอนการปฏิบัติตามกรณีศึกษามี 9 ขั้นตอน จากการศึกษาพบว่าการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น พบมีความสอดคล้องกันในทางการปฏิบัติระหว่างงานวิจัยเชิงคุณภาพและกรณีศึกษา ตามตารางที่ 13

ตารางที่ 12 ตารางสรุปการเปรียบเทียบขั้นตอนที่ได้จากงานวิจัยเชิงคุณภาพกับกรณีศึกษา

งานวิจัยเชิงคุณภาพ	**ผลการเปรียบเทียบที่พบ**	**กรณีศึกษา**
ขั้นตอนที่ 1. รู้จักตนเองโดยการหา Process Flow	มีความสอดคล้องกับ	ขั้นตอนที่ 1. การประเมินตนเอง
ขั้นตอนที่ 2. วิเคราะห์ปัญหาจากข้อมูลที่มี	มีความสอดคล้องกับ	ขั้นตอนที่ 2. . หาและตรวจสอบความสูญเสียในกระบวนการ
ขั้นตอนที่ 3. การประเมินจุดที่ต้องการปรับปรุง	มีความสอดคล้องกับ	ขั้นตอนที่ 3. วิเคราะห์ข้อมูล
ขั้นตอนที่ 4. ใช้เครื่องมือที่มีอยู่ในการแก้ปัญหา	มีความสอดคล้องกับ	ขั้นตอนที่ 4. ใช้ไคเซ็นต์ในการแก้ปัญหา ขั้นตอนที่ 5. สร้างมาตรฐานการทำงาน
ขั้นตอนที่ 5. การออกแบบหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ	มีความสอดคล้องกับ	ขั้นตอนที่ 6. การออกแบบระบบอัตโนมัติ
ขั้นตอนที่ 6. การจำลองรูปแบบและกำหนดสเปก ขั้นตอนที่ 7. วิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุน	มีความสอดคล้องกับ	ขั้นตอนที่ 7. การจำลองการทำงานของระบบอัตโนมัติ
ขั้นตอนที่ 8. ดำเนินการสร้าง ขั้นตอนที่ 9. ตรวจรับเครื่องโดยการจำลองสถานะการณ์จริง ขั้นตอนที่ 10. เข้าติดตั้งสถานที่จริง	มีความสอดคล้องกับ	ขั้นตอนที่ 8. จัดตั้งระบบอัตโนมัติและฝึกทักษะผู้ใช้งาน
ขั้นตอนที่ 11. เก็บข้อมูล ขั้นตอนที่ 12. สร้าง Process flow ของกระบวนการใหม่	มีความสอดคล้องกับ	ขั้นตอนที่ 9. การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น

สามารถสรุปได้ว่าขั้นตอนการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 12 ขั้นตอนที่ได้จากการศึกษาในงานวิจัยเชิงคุณภาพและสามารถนำไปปฏิบัติจริงได้ใน

การทำงานภายในองค์กร อย่างไรก็ตามสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ขั้นตอนนั้นประสบผลสำเร็จได้ต้องอาศัยการทำงานเป็นทีม และการปรับตัวเข้ากับสภานการณ์ในปัจจุบันขององค์กรเพื่อขับเคลื่อนองค์กรไปสู่ทิศทางที่ถูกต้องและเหมาะสม (อธิบายรายรายละเอียดของกรณีศึกษาในสรุปผลการวิจัย)

จากผลงานวิจัยเชิงคุณภาพข้อ 1.4 และตารางที่ 12 สามารถสกัดตัวแปรแฝงได้ทั้งหมด 6 ตัวแปร ซึ่งมีความสอดคล้องจากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลของทั้ง 6 ตัวแปรในรายละเอียดไปสร้างแบบสอบและนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อใช้ในงานวิจัยเชิงปริมาณ จึงนำมาสู่การวิเคราะห์ข้อมูลของงานวิจัยเชิงปริมาณ ดังนี้

ผลการดำเนินงานวิจัยงานวิจัยเชิงปริมาณ

ตารางที่ 13 สัญลักษณ์ทางสถิติและความหมายของสัญลักษณ์ทางตัวแปร

สัญลักษณ์ทางสถิติ	**ความหมาย**
$\bar{X}$	ค่าเฉลี่ย
DF	จำนวนค่าของตัวแปรที่เป็นอิสระ
Chi-Square	ค่าไค-สแควร์
S.D.	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
CFI	ดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมพัทธ์ (Comparative Fit Index)
p-value	ค่าของความน่าจะเป็นทางสถิติ
GFI	ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน
AGFI	ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว
RMSEA	ค่ารากกำลังสองของความคลาดเคลื่อนโดยประมาณ
S.E.	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน
C.R.	T-Value (Critical Ratio)
SK	ค่าความเบ้ (Skewness)
KU	ค่าความโด่ง (Kurtosis)

สัญลักษณ์ตัวแปร	ความหมาย
HL	หลักการ
SL	แนวทางการปฏิบัติ
GO	องค์กรที่มีธรรมมาภิบาล
AO	องค์กรที่มีความยืดหยุ่นสูง
LD	ผู้นำองค์กรมีภาวะผู้นำสูง
LO	องค์กรแห่งการเรียนรู้
ST	การบริหารองค์กรเชิงรุก
SO	องค์กรเชิงระบบ
TW	การทำงานเป็นทีม
TN	ด้านเทคโนโลยี
SR	ด้านทรัพยากรเชิงกลยุทธ์
RD	ด้านการวิจัยและพัฒนา
SZ	มีเสถียรภาพ
SD	มาตรฐาน
QZ	การเพิ่มประสิทธิภาพ
AM	การใช้ระบบอัตโนมัติ
VL	คุณค่า
RR	ความหายาก
IB	ยากในการเรียนแบบ
OR	การจัดการองค์กร
PN	สิ่งแวดล้อม
PF	กำไร
PP	พนักงาน
LA	การนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ด้วยแนวทางของลีน
HP	ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง
BA	พันธมิตรทางธุรกิจ
SF	โรงงานอัจฉริยะ
CA	ความได้เปรียบทางการแข่งขัน
SO	ความยั่งยืนขององค์กร

ก่อนการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและการวิเคราะห์สมการโครงสร้างผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อมูลและตัดแบบสอบถามส่วนที่ซ้ำ หรือมีการให้ลำดับเท่ากันทุกข้อของข้อคำถามออก เพื่อเป็นการคัดแยกข้อมูลในส่วนที่ผู้ตอบแบบสอบถามไม่ได้ตั้งใจตอบออกจากการวิเคราะห์ข้อมูล และเมื่อวิเคราะห์ได้โมเดลสมการเชิงโครงสร้างผู้วิจัยได้วิเคราะห์ Multivariate normality เพื่อขจัด Multivariate Outliers case ด้วย Mahalanobis Distance นำไปสู่ค่าการปรับโมเดลที่นำเสนอในงานวิจัยนี้

2. ผลวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน

2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป

ตารางที่ 14 ข้อมูลทั่วไป

ข้อมูลทั่วไป	**รายการ**	**ความถี่**	**ร้อยละ (%)**
เพศ	ชาย	178	50.4
	หญิง	175	49.6
อายุ	18-28 ปี	151	42.8
	29-39 ปี	134	38.0
	40-50 ปี	66	18.7
	51 ปีขึ้นไป	2	0.5
ระดับการศึกษา	ประถมศึกษา	18	5.1
	มัธยมศึกษา	60	17.0
	ปวช.	36	10.2
	ปวส.	103	29.2
	ปริญญาตรี	126	35.7
	สูงกว่าปริญญาตรี	10	2.8
แผนกงาน	ช่างซ่อมบำรุง/ช่างในไลน์ผลิต	97	27.5
	พนักงานในไลน์ผลิต	123	34.8
	พนักงานคลังสินค้า	75	21.2
	พนักงาน IE	12	3.4
	อื่นๆ	46	13.1

จำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติที่ท่านมีส่วนเกี่ยวข้อง	1-5 เครื่อง	226	64.0
	6-10 เครื่อง	59	16.7
	11-15 เครื่อง	17	4.8
	มากกว่า 16 เครื่อง	51	14.5
ระยะเวลาการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติ	ต่ำกว่า 1 ปี	91	25.8
	1-6 ปี	194	55.0
	7-10 ปี	54	15.2
	11 ปีขึ้นไป	14	4.0

จากตารางแสดงเพศของผู้ตอบแบบสอบถามพบว่า เป็นเพศชายจำนวน 178 คน คิดเป็นร้อยละ 50.4 เพศหญิงจำนวน 175 คน คิดเป็นร้อยละ 49.6 จากการพิจารณาข้อมูลจะพบจำนวนสัดส่วนของผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมติมีอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกันระหว่างเพศหญิงและเพศชาย

แสดงอายุของผู้ตอบแบบสอบถามพบมี 18-28 ปี จำนวน 151 คน คิดเป็นร้อยละ 42.8 อายุ 29-39 ปี จำนวน 134 คน คิดเป็นร้อยละ 38.0 อายุ 40-50 ปี จำนวน 66 คน คิดเป็นร้อยละ 18.7 และอายุ 51 ปีขึ้นไป จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 0.5 ตามลำดับจากน้อยไปมาก จากข้อมูลจะพบว่าผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับระบบอัตโมติส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 18-39 ปี เป็นสัดส่วนถึงร้อยละ 80

แสดงระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถามพบมี ระดับการศึกษาระดับปริญญาตรีจำนวน 126 คน คิดเป็นร้อยละ 35.7 ระดับปวส. จำนวน 103 คน คิดเป็นร้อยละ 29.2 ระดับมัธยมศึกษา จำนวน 60 คน คิดเป็นร้อยละ 17.0 ระดับปวช. จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 10.2 ระดับประถมศึกษาจำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 5.1 และระดับสูงกว่าปริญญาตรีจำนวน 10 คนคิดเป็นร้อยละ 2.8 ตามลำดับจากมากไปน้อย เมื่อพิจารณาจะพบว่าผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติมีระดับการศึกษา ปวส. รวมกับปริญญาตรี มากถึง 229 คนคิดเป็นร้อยละ 64.9

แสดงแผนกงานของผู้ตอบแบบสอบถามพบว่า มีพนักงานในไลน์ผลิตจำนวน 123 คนคิดเป็นร้อยละ 34.8 ช่างซ่อมบำรุง/ช่างในไลน์ผลิต จำนวน 97 คนคิดเป็นร้อยละ 27.5 พนักงานคลังสินค้าจำนวน 75 คนคิดเป็นร้อยละ 21.2 พนักงานจากแผนกอื่นๆ 46 คน คิดเป็นร้อยละ 13.1 พนักงาน IE คิดเป็นร้อยละ 3.4 เมื่อพิจารณาจะพบว่า มีพนักงานในไลน์ผลิตรวมกับช่างซ่อมบำรุง/ช่างในไลน์ผลิตมีสูงถึง 220 คน คิดเป็นร้อยละ 62.3

แสดงจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติที่ผู้ตอบแบบสอบถามมีส่วนเกี่ยวข้องพบว่า มีจำนวน 1-5 เครื่องจำนวน 226 คนคิดเป็นร้อยละ 64 6-10 เครื่องจำนวน 59 คนคิดเป้นร้อยละ 16.7 มากกว่า 16 เครื่องมี 51 คนคิดเป็นร้อยละ 14.5 และ 11-15 เครื่องจำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 4.8

ตามลำดับมากไปจากมากไปน้อย เมื่อพิจารณาจะพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความเกี่ยวข้องกับเครื่องจักรจำนวน 1-5 เครื่องมีร้อยละ 64 ซึ่งมากกว่าช่วงอื่นๆ

2.2 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

ตารางที่ 15 ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรสังเกตได้ด้านการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ด้วยแนวทางของลีน (Lean Automation)

ตัวแปรสังเกตได้	องค์ประกอบมาตรวัด	ค่าอำนาจจำแนก	Cronbach's Alpha
หลักการ (Hard Lean)	HL1	0.722	0.904
	HL2	0.811	0.885
	HL3	0.815	0.885
	HL4	0.738	0.901
	HL5	0.800	0.888
แนวทางการปฏิบัติ (Soft Lean)	SL6	0.790	0.943
	SL7	0.812	0.941
	SL8	0.820	0.940
	SL9	0.832	0.939
	SL10	0.858	0.937
	SL11	0.806	0.941
	SL12	0.855	0.937

ตารางที่ 16 ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรสังเกตได้ด้านความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง (High Performance Organization)

ตัวแปรสังเกตได้	องค์ประกอบมาตรวัด	ค่าอำนาจจำแนก	Cronbach's Alpha
องค์กรที่มีธรรมมาภิบาล (Good Governance Organization)	GO13	0.807	0.851
	GO14	0.777	0.877
	GO15	0.819	0.841
องค์กรที่มีความยืดหยุ่นสูง (Agile Organization)	AO16	0.664	0.864
	AO17	0.785	0.743
	AO18	0.741	0.784

ผู้นำองค์กรมีภาวะผู้นำสูง (Leadership)	LD19	0.797	0.868
	LD20	0.814	0.855
	LD21	0.809	0.857
องค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization)	LO22	0.766	0.889
	LO23	0.849	0.818
	LO24	0.795	0.865
การบริหารองค์กรเชิงรุก (Strategy)	ST25	0.808	0.844
	ST26	0.798	0.852
	ST27	0.786	0.863
องค์กรเชิงระบบ (System Organization)	SO28	0.795	0.843
	SO29	0.796	0.843
	SO30	0.780	0.857
การทำงานเป็นทีม (Teamwork)	TW31	0.836	0.868
	TW32	0.811	0.889
	TW33	0.832	0.871

ตารางที่ 17 ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรสังเกตได้ด้านพันธมิตรทางธุรกิจ (Business Alliance)

ตัวแปรสังเกตได้	**องค์ประกอบมาตรวัด**	**ค่าอำนาจจำแนก**	**Cronbach's Alpha**
ด้านเทคโนโลยี (Technology)	TN34	0.854	0.898
	TN35	0.895	0.863
	TN36	0.817	0.929
ด้านทรัพยากรเชิงกลยุทธ์ (Strategic Resources)	SR37	0.861	0.935
	SR38	0.911	0.898
	SR39	0.879	0.922
ด้านการวิจัยและพัฒนา (Research And Development)	RD40	0.877	0.922
	RD41	0.883	0.920
	RD42	0.821	0.939
	RD43	0.877	0.922

ตารางที่ 18 ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรสังเกตได้ด้านโรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory)

ตัวแปรสังเกตได้	องค์ประกอบมาตรวัด	ค่าอำนาจจำแนก	Cronbach's Alpha
มีเสถียรภาพ (Stabilization)	SZ44	0.819	0.774
	SZ45	0.791	0.805
	SZ46	0.689	0.899
มาตรฐาน (Standardization)	SD47	0.844	0.845
	SD48	0.831	0..856
	SD49	0.777	0.901
การเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimization)	QZ50	0.840	0.887
	QZ51	0.859	0.871
	QZ52	0.822	0.901
การใช้ระบบอัตโนมัติ (Automation)	AM53	0.812	0.850
	AM54	0.816	0.845
	AM55	0.780	0.877

ตารางที่ 19 ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรสังเกตได้ด้านความได้เปรียบทางการแข่งขัน (Competitive Advantage)

ตัวแปรสังเกตได้	องค์ประกอบมาตรวัด	ค่าอำนาจจำแนก	Cronbach's Alpha
คุณค่า (Value)	VL56	0.832	0.924
	VL57	0.879	0.887
	VL58	0.875	0.892
ความหายาก (Rareness)	RR59	0.870	0.902
	RR60	0.876	0.896
	RR61	0.851	0.916
ยากในการเรียนแบบ (Imitability)	IB62	0.867	0.906
	IB63	0.872	0.902
	IB64	0.861	0.911
การจัดการองค์กร (Organization)	OR65	0.837	0.905
	OR66	0.872	0.876
	OR67	0.841	0.901

ตารางที่ 20 ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรสังเกตได้ด้านความยั่งยืนขององค์กร (Sustainability Organization)

ตัวแปรสังเกตได้	องค์ประกอบมาตรวัด	ค่าอำนาจจำแนก	Cronbach's Alpha
สิ่งแวดล้อม (Planet)	PN68	0.838	0.916
	PN69	0.869	0.892
	PN70	0.869	0.892
กำไร (Profit)	PF71	0.807	0.882
	PF72	0.844	0.851
	PF73	0.810	0.879
พนักงาน (People)	PP74	0.845	0.932
	PP75	0.871	0.924
	PP76	0.887	0.919
	PP77	0.855	0.929

2.3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปร

ผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรสังเกตได้ด้านการนำระบบอัตโมติเข้ามาใช้ด้วยแนวทางของลีน (Lean Automation) แบ่งเป็น 2 ตัวแปรสังเกตได้ 1. หลักการ (Hard Lean) ประกอบด้วยข้อคำถาม 5 ข้อ HL1-HL5 2. แนวทางการปฏิบัติ (Soft Lean) ประกอบด้วยคำถาม 7 ข้อ SL6-12 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์มาตรวัดของตัวแปรแฝงแต่ละตัวได้ผลวิเคราะห์ ดังนี้

ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรการนำระบบอัตโมติเข้ามาใช้ด้วยแนวทางของลีน (Lean Automation)

ตัวแปรสังเกตได้	องค์ประกอบมาตรวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
HL	**HL1-HL5**	**3.688**	**0.721**	**มาก**
หลักการ (Hard Lean)	HL1	3.820	0.840	มาก
	HL2	3.640	0.827	มาก
	HL3	3.710	0.822	มาก
	HL4	3.560	0.849	มาก
	HL5	3.710	0.854	มาก

SL	SL6-SL12	3.621	0.766	มาก
แนวทางการปฏิบัติ	SL6	3.640	0.854	มาก
(Soft Lean)	SL7	3.600	0.846	มาก
	SL8	3.640	0.859	มาก
	SL9	3.600	0.943	มาก
	SL10	3.660	0.862	มาก
	SL11	3.600	0.884	มาก
	SL12	3.630	0.892	มาก

ผู้วิจัยศึกษามาตรวัดของตัวแปรการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ด้วยแนวทางของลีน (Lean Automation) พบว่า หลักการ (HL) มีค่าเฉลี่ย 3.688 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.721 มากกว่าแนวทางการปฏิบัติ (SL) มีค่าเฉลี่ย 3.621 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.766 แสดงว่าผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติให้ความสำคัญกับปัจจัยหลักการในระดับมาก จากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

รายข้อคำถามของหลักการ (HL) พบว่า ค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านสนับสนุนการใช้เครื่องมือในการปรับประสิทธิภาพงานอย่างต่อเนื่อง (HL1) มีค่าเฉลี่ย 3.820 อยู่ในระดับมาก และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.840 จากผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย พบค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านมีการอบรมพนักงาน ให้รู้จักความสูญเปล่าของการผลิตด้วยการใช้หุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ (HL4) มีค่าเฉลี่ย 3.560 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.849 ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ด้านความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง (High Performance Organization) แบ่งเป็น 7 ตัวแปรสังเกตได้ 1. องค์กรที่มีธรรมมาภิบาล (Good Governance Organization) ประกอบด้วยข้อคำถาม 3 ข้อ GO13-GO15 2. องค์กรที่มีความยืดหยุ่นสูง (Agile Organization) ประกอบด้วยข้อคำถาม 3 ข้อ AO16-AO18 3. ผู้นำองค์กรมีภาวะผู้นำสูง (Leadership) ประกอบด้วยข้อคำถาม 3 ข้อ LD19-LD21 4. องค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization) ประกอบด้วยข้อคำถาม 3 ข้อ LO22-LO24 5. การบริหารองค์กรเชิงรุก (Strategy) ประกอบด้วยข้อคำถาม 3 ข้อ ST25-ST27 6. องค์กรเชิงระบบ (System Organization)

ประกอบด้วยข้อคำถาม 3 SO28-SO30 ข้อ 7. การทำงานเป็นทีม (Teamwork)) ประกอบด้วยข้อคำถาม 3 ข้อ TW31-TW33 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์มาตรวัดของตัวแปรแฝงแต่ละตัว ได้ผลวิเคราะห์ ดังนี้

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ด้านความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง (High Performance Organization)

ตัวแปรสังเกตได้	ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
GO	**GO13-15**	**3.787**	**0.814**	**มาก**
องค์กรที่มีธรรมมาภิบาล (Good Governance Organization)	GO13	3.660	0.905	มาก
	GO14	3.820	0.896	มาก
	GO15	3.880	0.875	มาก
AO	**AO16-18**	**3.747**	**0.707**	**มาก**
องค์กรที่มีความยืดหยุ่นสูง (Agile Organization)	AO16	3.610	0.871	มาก
	AO17	3.790	0.769	มาก
	AO18	3.850	0.765	มาก
LD	**LD19-21**	**3.900**	**0.721**	**มาก**
ผู้นำองค์กรมีภาวะผู้นำสูง (Leadership)	LD19	3.870	0.808	มาก
	LD20	3.900	0.744	มาก
	LD21	3.930	0.810	มาก
LO	**LO22-24**	**3.700**	**0.742**	มาก
องค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization)	LO22	3.660	0.819	มาก
	LO23	3.710	0.804	มาก
	LO24	3.730	0.813	มาก
ST	**ST25-27**	**3.880**	**0.726**	**มาก**
การบริหารองค์กรเชิงรุก (Strategy)	ST25	3.810	0.819	มาก
	ST26	3.970	0.793	มาก
	ST27	3.850	0.778	มาก
SO	**SO28-30**	**3.767**	**0.704**	**มาก**
องค์กรเชิงระบบ	SO28	3.750	0.780	มาก

(System	SO29	3.800	0.746	มาก
Organization)	SO30	3.760	0.800	มาก
TW	**TW31-33**	**3.837**	**0.734**	**มาก**
การทำงานเป็นทีม	TW31	3.820	0.784	มาก
(Teamwork)	TW32	3.860	0.794	มาก
	TW33	3.830	0.807	มาก

ผู้วิจัยศึกษาข้อคำถามของตัวแปรด้านความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง (High Performance Organization) พบว่า ผู้นำองค์กรมีภาวะผู้นำสูง (LD) มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 3.900 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.721 มากกว่า การบริหารองค์กรเชิงรุก (ST) มีค่าเฉลี่ย 3.880 การทำงานเป็นทีม (TW) มีค่าเฉลี่ย 3.837 องค์กรที่มีธรรมมาภิบาล (GO) มีค่าเฉลี่ย 3.787 องค์กรที่มีความยืดหยุ่นสูง (AO) มีค่าเฉลี่ย 3.747 องค์กรเชิงระบบ (System Organization) มีค่าเฉลี่ย 3.767 และองค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization) มีค่าเฉลี่ย 3.700 ตามลำดับมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.704-0.905 แสดงว่าผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติให้ความสำคัญกับปัจจัยผู้นำองค์กรมีภาวะผู้นำสูงในระดับมาก จากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

รายข้อคำถามขององค์กรที่มีธรรมมาภิบาล (GO) พบว่าค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านดำเนินการด้วยระบบการทำงานที่สามารถตรวจสอบได้ (GO15) มีค่าเฉลี่ย 3.880 อยู่ในระดับมากและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.875 จากผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย พบค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านส่งเสริมการปฏิบัติงานทุกส่วนงานด้วยความยุติธรรม มีความเท่าเทียม (GO13) มีค่าเฉลี่ย 3.660 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.905 ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

รายข้อคำถามขององค์กรที่มีความยืดหยุ่นสูง (AO) พบว่าค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านปรับเปลี่ยนการทำงานให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ (GO18) มีค่าเฉลี่ย 3.850 อยู่ในระดับมากและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.765 จากผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย พบค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านลดกฎระเบียบที่ขัดต่อการดำเนินงานเพื่อให้งานบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ (GO16) มีค่าเฉลี่ย 3.610 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.871 ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

รายข้อคำถามของสูงผู้นำองค์กรมีภาวะผู้นำสูง (LD) พบว่าค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านมีผู้นำที่คอยประสานงานให้งานสำเร็จได้ด้วยดี (LD21) มีค่าเฉลี่ย 3.930 อยู่ในระดับมากและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.810 จากผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย พบค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านมีผู้นำที่ร่วมแรงร่วมใจในการทำงาน (LD19) มีค่าเฉลี่ย 3.870 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.808 ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

รายข้อคำถามขององค์กรแห่งการเรียนรู้ (LO) พบว่าค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านเปิดโอกาสให้มีการสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้ภายในองค์กร (LO24) มีค่าเฉลี่ย 3.730 อยู่ในระดับมากและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.813 จากผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย พบค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ได้แก่ พนักงานสามารถเข้าถึงแหล่งความรู้ขององค์กรได้ (LO22) มีค่าเฉลี่ย 3.660 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.819 ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

รายข้อคำถามของการบริหารองค์กรเชิงรุก (ST) พบว่าค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านเน้นหนักในด้านการผลิตที่มีคุณภาพ (ST26) มีค่าเฉลี่ย 3.970 อยู่ในระดับมากและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.0.793 จากผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย พบค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านมีแผนระยะยาวในการปรับปรุงประสิทธิภาพ (ST25) มีค่าเฉลี่ย 3.810 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.819 ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

รายข้อคำถามของการบริหารองค์กรเชิงรุก (SO) พบว่าค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านจัดการอุปกรณ์ เครื่องจักรที่ใช้งานให้สอดคล้องกับการทำงานอยู่เสมอ (SO29) มีค่าเฉลี่ย 3.800 อยู่ในระดับมากและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.0.746 จากผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย พบค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านมีการเก็บรวบรวมข้อมูลลงในระบบที่สืบค้นได้ง่าย (SO28) มีค่าเฉลี่ย 3.750 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.780 ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

รายข้อคำถามของการทำงานเป็นทีม (TW) พบว่าค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านมีการกระจายอำนาจและความรับผิดชอบไปในแต่ละหน่วยงาน (TW32) มีค่าเฉลี่ย 3.860 อยู่ในระดับมากและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.794 จากผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับ

ระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย พบค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านมีการดำเนินงานที่คำนึงถึงประโยชน์ของส่วนรวมเป็นหลัก (TW31) มีค่าเฉลี่ย 3.820 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.784 ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรของตัวแปรสังเกตได้ด้านพันธมิตรทางธุรกิจ (Business Alliance) แบ่งเป็น 3 ตัวแปรสังเกตได้ 1. ด้านเทคโนโลยี (Technology) ประกอบด้วยข้อคำถาม 3 ข้อ TN34-TN36 2. ด้านทรัพยากรเชิงกลยุทธ์ (Strategic Resources) ประกอบด้วยข้อคำถาม 3 ข้อ SR37-39 3. ด้านการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ประกอบด้วยข้อคำถาม 3 ข้อ RD40-43 TW33 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์มาตรวัดของตัวแปรแฝงแต่ละตัว ได้ผลวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรของตัวแปรสังเกตได้ด้านพันธมิตรทางธุรกิจ (Business Alliance)

ตัวแปรสังเกตได้	ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
TN	**TN34-36**	**3.577**	**0.826**	**มาก**
ด้านเทคโนโลยี (Technology)	TN34	3.570	0.849	มาก
	TN35	3.610	0.875	มาก
	TN36	3.550	0.924	มาก
SR	**SR37-39**	**3.620**	**0.824**	**มาก**
ด้านทรัพยากรเชิงกลยุทธ์ (Strategic Resources)	SR37	3.640	0.862	มาก
	SR38	3.620	0.850	มาก
	SR39	3.600	0.895	มาก
RD	**RD40-43**	**3.623**	**0.812**	**มาก**
ด้านการวิจัยและพัฒนา (Research And Development)	RD40	3.550	0.888	มาก
	RD41	3.600	0.880	มาก
	RD42	3.680	0.865	มาก
	RD43	3.660	0.880	มาก

ผู้วิจัยศึกษาข้อคำถามของตัวแปรด้านพันธมิตรทางธุรกิจ (Business Alliance) พบว่า ด้านการวิจัยและพัฒนา (RD) มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 3.623 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.812 มากกว่า ด้านทรัพยากรเชิงกลยุทธ์ (SR) มีค่าเฉลี่ย 3.620 และด้านเทคโนโลยี (TN) มีค่าเฉลี่ย 3.577 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.812-0.826 แสดงว่าผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านการวิจัยและพัฒนาโดยเฉลี่ยมากที่สุดในระดับมาก จากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

รายข้อคำถามของด้านเทคโนโลยี (TN) พบว่าค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านได้รับความรู้ เรื่องการใช้งานของหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติจากนักบูรณาการการผลิต (TN35) มีค่าเฉลี่ย 3.610 อยู่ในระดับมากและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.875 จากผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย พบค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านมีนักบูรณาการการผลิต (SI ภายในองค์กร) เพื่อออกแบบหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ (TN36) มีค่าเฉลี่ย 3.550 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.924 ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

รายข้อคำถามของด้านทรัพยากรเชิงกลยุทธ์ (SR) พบว่าค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด ได้แก่ นักบูรณาการการผลิตมีส่วนช่วยในการขับเคลื่อนกลยุทธ์ขององค์กรท่าน (SR37) มีค่าเฉลี่ย 3.640 อยู่ในระดับมากและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.862 จากผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย พบค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ได้แก่ นักบูรณาการการผลิตสามารถช่วยแก้ปัญหาการใช้งานหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ (SR39) มีค่าเฉลี่ย 3.600 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.895 ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

รายข้อคำถามของด้านด้านการวิจัยและพัฒนา (RD) พบว่าค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านค้นหา นวัตกรรม และเทคโนโลยีใหม่เพื่อการพัฒนาระบบหุ่นยนต์หรือระบบอัตมัติ (RD42) มีค่าเฉลี่ย 3.680 อยู่ในระดับมากและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.865 จากผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย พบค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ได้แก่ (RD40) มีค่าเฉลี่ย 3.550 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.888 ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ด้านโรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory) แบ่งเป็น 4 ตัวแปรสังเกตได้ 1. มีเสถียรภาพ (Stabilization) ประกอบด้วยข้อคำถาม 3 ข้อ SZ44-46 2. มาตรฐาน (Standardization) ประกอบด้วยข้อคำถาม 3 ข้อ SD47-SD49 3. การเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimization) ประกอบด้วยข้อคำถาม 3 ข้อ QZ50-QZ52 4. การใช้ระบบอัตโนมัติ

(Automation) ประกอบด้วยข้อคำถาม 3 ข้อ AM53-55 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์มาตรวัดของตัวแปรแฝงแต่ละตัว ได้ผลวิเคราะห์ ดังนี้

ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ด้านโรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory)

ตัวแปรสังเกตได้	ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
SZ	**SZ44-46**	**3.777**	**0.742**	**มาก**
มีเสถียรภาพ (Stabilization)	SZ44	3.760	0.823	มาก
	SZ45	3.820	0.773	มาก
	SZ46	3.750	0.884	มาก
SD	**SD47-49**	**3.797**	**0.729**	**มาก**
มาตรฐาน (Standardization)	SD47	3.740	0.827	มาก
	SD48	3.760	0.771	มาก
	SD49	3.880	0.781	มาก
QZ	**QZ50-52**	**3.670**	**0.796**	**มาก**
การเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimization)	QZ50	3.660	0.855	มาก
	QZ51	3.670	0.867	มาก
	QZ52	3.680	0.848	มาก
AM	**AM53-55**	**3.730**	**0.790**	**มาก**
การใช้ระบบอัตโนมัติ (Automation)	AM53	3.720	0.848	มาก
	AM54	3.760	0.868	มาก
	AM55	3.700	0.881	มาก

ผู้วิจัยศึกษาข้อคำถามของตัวแปรด้านโรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory) พบว่า มาตรฐาน (SD) มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 3.797 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.729 มากกว่า มีเสถียรภาพ (SZ) มีค่าเฉลี่ย 3.777 การใช้ระบบอัตโนมัติ (AM) มีค่าเฉลี่ย 3.730 และการเพิ่มประสิทธิภาพ (QZ) มีค่าเฉลี่ย 3.670 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.729-0.796 แสดงว่าผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติให้ความสำคัญกับปัจจัยมาตรฐานโดยเฉลี่ย

มากที่สุดในระดับมาก จากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

รายข้อคำถามของมีเสถียรภาพ (SZ) พบว่าค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านมีการวางแผนการปฏิบัติงานที่ตรงตามความต้องการลูกค้าด้วยระบบที่ทันสมัย (SZ45) มีค่าเฉลี่ย 3.820 อยู่ในระดับมากและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.773 จากผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย พบค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านไม่มีการหยุดปฏิบัติงานแบบกระทันหันในภาวะปกติ (SZ46) มีค่าเฉลี่ย 3.750 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.884 ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

รายข้อคำถามของมาตรฐาน (SD) พบว่าค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านคำนึงถึงความปลอดภัยระหว่างการสอนงานให้กับพนักงาน (SD49) มีค่าเฉลี่ย 3.880 อยู่ในระดับมากและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.781 จากผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย พบค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านมีสื่อการสอน วิธีการทำงานที่เข้าใจง่ายสามารถปฏิบัติตามได้ (SD47) มีค่าเฉลี่ย 3.740 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.827 ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

รายข้อคำถามของการเพิ่มประสิทธิภาพ (QZ) พบว่าค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติที่นำมาใช้ในองค์กรของท่านสามารถเข้ามาแทนคนได้ (QZ52) มีค่าเฉลี่ย 3.680 อยู่ในระดับมากและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.848 จากผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย พบค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านมีการทบทวนการทำงานของหุ่นยนต์ หรือระบบอัตโนมัติที่ใช้งานอยู่อย่างต่อเนื่อง (QZ50) มีค่าเฉลี่ย 3.660 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.855 ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

รายข้อคำถามของการใช้ระบบอัตโนมัติ (AM) พบว่าค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านใช้เซ็นต์เซอร์ในการตรวจจับความผิดปกติ (AM54) มีค่าเฉลี่ย 3.760 อยู่ในระดับมากและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.868 จากผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย พบค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ได้แก่ (AM55) มีค่าเฉลี่ย 3.700 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.881 ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ด้านความได้เปรียบทางการแข่งขัน (Competitive Advantage) แบ่งเป็น 4 ตัวแปรสังเกตได้ 1. คุณค่า (Value) ประกอบด้วยข้อคำถาม

3 ข้อ VL56-58 2. ความหายาก (Rareness) ประกอบด้วยข้อคำถาม 3 ข้อ RR59-61 3. ยากในการเรียนแบบ (Imitability) ประกอบด้วยข้อคำถาม 3 ข้อ IB62-64 4. การจัดการองค์กร (Organization) ประกอบด้วยข้อคำถาม 3 ข้อ OR65-67

ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ด้านความได้เปรียบทางการแข่งขัน (Competitive Advantage)

ตัวแปรสังเกตได้	ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
VL	**VL56-58**	**3.550**	**0.810**	**มาก**
คุณค่า (Value)	VL56	3.560	0.823	มาก
	VL57	3.580	0.861	มาก
	VL58	3.520	0.904	มาก
RR	**RR59-61**	**3.573**	**0.805**	**มาก**
ความหายาก (Rareness)	RR59	3.570	0.890	มาก
	RR60	3.590	0.837	มาก
	RR61	3.570	0.830	มาก
IB	**IB62-64**	**3.523**	**0.826**	**มาก**
ยากในการเรียนแบบ (Imitability)	IB62	3.490	0.870	มาก
	IB63	3.540	0.891	มาก
	IB64	3.540	0.873	มาก
OR	**OR65-67**	**3.620**	**0.791**	**มาก**
การจัดการองค์กร (Organization)	OR65	3.640	0.846	มาก
	OR66	3.600	0.842	มาก
	OR67	3.620	0.853	มาก

ผู้วิจัยศึกษาข้อคำถามของตัวแปรด้านความได้เปรียบทางการแข่งขัน (Competitive Advantage) พบว่า การจัดการองค์กร (OR) มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 3.620 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.791 มากกว่าความหายาก (RR) มีค่าเฉลี่ย 3.573 คุณค่า (VL) มีค่าเฉลี่ย 3.550 และยากในการเรียนแบบ (IB) มีค่าเฉลี่ย 3.523 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.791-0.826 แสดงว่าผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติให้ความสำคัญกับปัจจัยการจัดการองค์กรโดยเฉลี่ยมากที่สุดในระดับมาก จากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

พบว่า ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

รายข้อคำถามของคุณค่า (VL) พบว่าค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านมีบุคคลกรที่ควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติเพื่อให้ผลิตสินค้าได้ตามความสามารถ (VL57) มีค่าเฉลี่ย 3.580 อยู่ในระดับมากและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.861 จากผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย พบค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านมีบุคคลกรที่มีความเชี่ยวชาญในงานหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ (VL58) มีค่าเฉลี่ย 3.520 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.904 ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

รายข้อคำถามของความหายาก (RR) พบว่าค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด ได้แก่ หุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติของท่านใช้วัสดุที่คงทนแข็งแรงเหมาะกับการใช้งาน (RR60) มีค่าเฉลี่ย 3.590 อยู่ในระดับมากและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.837 จากผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย พบค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ได้แก่ หุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติของท่านใช้อุปกรณ์ที่มีความทันสมัย (RR59) มีค่าเฉลี่ย 3.570 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.890 และ องค์กรของท่านสามารถรักษาประสิทธิภาพของการทำงานของหุ่นยนต์ หรือระบบอัตโนมัติได้อย่างสม่ำเสมอ (RR61) มีค่าเฉลี่ย 3.570 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.830 ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

รายข้อคำถามของยากในการเรียนแบบ (IB) พบว่าค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด ได้แก่ มีการป้องกันทางกฎหมาย ไม่ให้เกิดการลอกเลียนแบบหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติของท่าน (IB63) มีค่าเฉลี่ย 3.540 อยู่ในระดับมากและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.0.891 และหากองค์กรอื่นต้องการลอกเลียนแบบหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติของท่านต้องใช้การลงทุนที่สูงกว่าปกติ (IB64) มีค่าเฉลี่ย 3.540 อยู่ในระดับมากและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.873 จากผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย พบค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ได้แก่ หุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติของท่านมีระบบที่ยากต่อการคัดลอกทำซ้ำโดยผู้อื่น (IB62) มีค่าเฉลี่ย 3.490 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.870 ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

รายข้อคำถามของการจัดการองค์กร (OR) พบว่าค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด ได้แก่ ทรัพยากรที่ใช้สนับสนุน เช่น ไฟ น้ำ ลม การทำงานของหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติของท่านมีเพียงพอต่อการใช้งาน (OR65) มีค่าเฉลี่ย 3.640 อยู่ในระดับมากและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.0.846 จากผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย พบ

ค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ได้แก่ การจัดคนดูแลหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติของท่านอย่างต่อเนื่องเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาระหว่างการใช้งาน (OR66) มีค่าเฉลี่ย 3.600 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.842 ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ด้านความยั่งยืนขององค์กร (Sustainability Organization) แบ่งเป็น 3 ตัวแปรสังเกตได้ 1. สิ่งแวดล้อม (Planet) ประกอบด้วยข้อคำถาม 3 ข้อ PN68-70 2. กำไร (Profit) ประกอบด้วยข้อคำถาม 3 ข้อ PF71-73 3. พนักงาน (People) ประกอบด้วยข้อคำถาม 4 ข้อ PP74-77.

ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ด้านความยั่งยืนขององค์กร (Sustainability Organization)

ตัวแปรสังเกตได้	ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
PN	**PN68-70**	**3.740**	**0.713**	**มาก**
สิ่งแวดล้อม (Planet)	PN68	3.700	0.761	มาก
	PN69	3.740	0.758	มาก
	PN70	3.780	0.763	มาก
PF	**PF71-73**	**3.777**	**0.750**	**มาก**
กำไร (Profit)	PF71	3.830	0.830	มาก
	PF72	3.760	0.800	มาก
	PF73	3.730	0.813	มาก
PP	**PP74-77**	**3.740**	**0.778**	**มาก**
พนักงาน (People)	PP74	3.720	0.833	มาก
	PP75	3.770	0.833	มาก
	PP76	3.720	0.845	มาก
	PP77	3.760	0.855	มาก

ผู้วิจัยศึกษาข้อคำถามของตัวแปรด้านความยั่งยืนขององค์กร(Sustainability Organization) พบว่า กำไร (PF) มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 3.777 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.750 มากกว่าสิ่งแวดล้อม (PN) มีค่าเฉลี่ย 3.740 และพนักงาน (PP) มีค่าเฉลี่ย 3.740 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.713-0.778 แสดงว่าผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติให้ความสำคัญกับปัจจัยกำไรโดยเฉลี่ยมากที่สุดในระดับมาก จากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

รายข้อคำถามของสิ่งแวดล้อม (PN) พบว่าค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านสามารถลดความเสี่ยงและผลกระทบที่อาจเกิดกับพนักงานที่ทำงานและพนักงานที่อยู่บริเวณใกล้เคียงได้ (PN70) มีค่าเฉลี่ย 3.780 อยู่ในระดับมากและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.763 จากผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย พบค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านลดการใช้ทรัพยากรลงได้อย่างต่อเนื่อง (PN68) มีค่าเฉลี่ย 3.700 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.761 ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

รายข้อคำถามของกำไร (PF) พบว่าค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านมีโอกาสในการขยายช่องทางการทำธุรกิจได้มากขึ้น (PF71) มีค่าเฉลี่ย 3.830 อยู่ในระดับมากและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.830 จากผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย พบค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ได้แก่ องค์กรของท่านสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านแรงงานลงได้ (PF73) มีค่าเฉลี่ย 3.730 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.813 ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

รายข้อคำถามของพนักงาน (PP) พบว่าค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด ได้แก่ พนักงานในองค์กรของท่านมีโอกาสได้เรียนรู้เพื่อปรับตัวเข้ากับเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ๆ (PP75) มีค่าเฉลี่ย 3.770 อยู่ในระดับมากและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.833 จากผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย พบค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ได้แก่ พนักงานในองค์กรของท่านมีความรู้ ทักษะในการทำงานกับระบบอัตโนมัติมากขึ้น (PP74) มีค่าเฉลี่ย 3.720 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.813 และพนักงานในองค์กรของท่านสามารถเปรียบเทียบข้อมูลและวิเคราะห์ปัญหาในไลน์ผลิตได้อย่างรวดเร็ว (PP76) ผู้ที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติแต่ละรายให้ความสำคัญแตกต่างกันน้อย

2.4 ผลการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติ

ตารางที่ 27 ค่าความเบ้และค่าความโด่งของตัวแปรแฝง

ตัวแปรแฝง	ตัวแปรสังเกตได้	ข้อคำถาม	ค่าความเบ้	ค่าความโด่ง	แปลผล
LA	HL	HL1-5	-0.446	0.390	ผ่าน
	SL	SL6-12	-0.572	0.732	ผ่าน
HP	GO	GO13-15	-0.670	0.453	ผ่าน
	AO	AO16-18	-0.356	0.351	ผ่าน
	LD	LD19-21	-0.346	-0.216	ผ่าน
	LO	LO22-24	-0.217	-0.148	ผ่าน
	ST	ST25-27	-0.568	-0.082	ผ่าน
	SO	SO28-30	-0.110	-0.274	ผ่าน
	TW	TW31-33	-0.424	-0.237	ผ่าน
BA	TN	TN34-36	-0.433	-0.535	ผ่าน
	SR	SR37-39	-0.436	-0.622	ผ่าน
	RD	RD40-43	-0.402	-0.526	ผ่าน
SF	SZ	SZ44-46	-0.544	-0.706	ผ่าน
	SD	SD47-49	-0.416	-0.231	ผ่าน
	QZ	QZ50-52	-0.472	-0.671	ผ่าน
	AM	AM53-55	-0.533	-0.686	ผ่าน
CA	VL	VL56-58	-0.357	-0.346	ผ่าน
	RR	RR59-61	-0.354	-0.476	ผ่าน
	IB	IB62-64	-0.393	-0.680	ผ่าน
	OR	OR65-67	-0.558	-0.911	ผ่าน
STO	PN	PN68-70	-0.292	-0.345	ผ่าน
	PF	PF71-73	-0.432	-0.553	ผ่าน
	PP	PP74-77	-0.540	-0.519	ผ่าน

ผลการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล โดยพิจารณาจากค่าความเบ้ (Skewness) และค่าความโด่ง (Kurtosis) พบตัวแปรสังเกตได้แต่ละตัวมีค่าไม่เกินค่าสัมบูรณ์ของ 1.5 จึงแปรผลเป็นผ่าน (Kline, 2005; West, Finch and Curran, 1995) ตามรายละเอียดดังนี้

การนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ด้วยแนวทางของลีน (Lean Automation) เมื่อพิจารณาจากค่าความเบ้ของข้อมูลโดยพิจารณาเป็นรายตัวแปรสังเกตได้พบว่า หลักการ (Hard Lean) (Sk =-0.446) แนวทางการปฏิบัติ (Soft Lean) (Sk =-0.572) มีความเบ้ซ้าย และพิจารณาจากค่าความโด่งหลักการ (Hard Lean) (Ku=0.390) แนวทางการปฏิบัติ (Soft Lean) (Ku=0.732) มีค่าความโด่งสูง

ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง (High Performance Organization) เมื่อพิจารณาจากค่าความเบ้ของข้อมูลโดยพิจารณาเป็นรายตัวแปรสังเกตได้พบว่า องค์กรที่มีธรรมมาภิบาล (Good Governance Organization) (Sk =-0.670) องค์กรที่มีความยืดหยุ่นสูง (Agile Organization) (Sk =-0.356) ผู้นำองค์กรมีภาวะผู้นำสูง (Leadership) (Sk =-0.346) องค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization) (Sk =-0.217) การบริหารองค์กรเชิงรุก (Strategy) (Sk =-0.568) องค์กรเชิงระบบ (System Organization) (Sk =-0.110) การทำงานเป็นทีม (Teamwork) (Sk =-0.424) มีความเบ้ซ้าย พิจารณาจากค่าความโด่งองค์กรที่มีธรรมมาภิบาล (Good Governance Organization) (Ku=0.453) องค์กรที่มีความยืดหยุ่นสูง (Agile Organization) (Ku=0.351) ผู้นำองค์กรมีภาวะผู้นำสูง (Leadership) มีค่าความโด่งสูงและ (Ku=-0.216) องค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization) (Ku=-0.148) การบริหารองค์กรเชิงรุก (Strategy) (Ku=-0.082) องค์กรเชิงระบบ (System Organization) (Ku=-0.274) การทำงานเป็นทีม (Teamwork) (Ku=-0.237) มีค่าความโด่งต่ำ

พันธมิตรทางธุรกิจ (Business Alliance) เมื่อพิจารณาจากค่าความเบ้ของข้อมูลโดยพิจารณาเป็นรายตัวแปรสังเกตได้พบว่า ด้านเทคโนโลยี (Technology) (Sk =-0.433) ด้านทรัพยากรเชิงกลยุทธ์ (Strategic Resources) (Sk =-0.436) ด้านการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) (Sk =-0.402) มีความเบ้ซ้าย พิจารณาจากค่าความโด่งด้านเทคโนโลยี (Technology) (Ku =-0.535) ด้านทรัพยากรเชิงกลยุทธ์ (Strategic Resources) (Ku=-0.622) ด้านการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) (Ku =-0.526) มีค่าความโด่งต่ำ

โรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory) เมื่อพิจารณาจากค่าความเบ้ของข้อมูลโดยพิจารณาเป็นรายตัวแปรสังเกตได้พบว่า มีเสถียรภาพ (Stabilization) (Sk =-0.544) มาตรฐาน (Standardization) (Sk =-0.416) การเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimization) (Sk =-0.472) การใช้ระบบอัตโนมัติ (Automation) (Sk =-0.533) มีความเบ้ซ้าย และพิจารณาจากค่าความโด่งมีเสถียรภาพ (Stabilization) (Ku =-0.706) มาตรฐาน (Standardization) (Ku =-0.231) การเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimization) (Ku =-0.671) การใช้ระบบอัตโนมัติ (Automation) (Ku =-0.686) มีค่าความโด่งต่ำ

ความได้เปรียบทางการแข่งขัน (Competitive Advantage) เมื่อพิจารณาจากค่าความเบ้ของข้อมูลโดยพิจารณาเป็นรายตัวแปรสังเกตได้พบว่า คุณค่า (Value) (Sk =-0.357) ความหายาก

(Rareness) (Sk =-0.354) ยากในการเรียนแบบ (Imitability) (Sk =-0.393) การจัดการองค์กร (Organization) (Sk =-0.558) มีความเบ้ซ้ายและพิจารณาจากค่าความโด่งคุณค่า (Value) (Ku =-0.346) ความหายาก (Rareness) (Ku =-0.476) ยากในการเรียนแบบ (Imitability) (Ku =-0.680) การจัดการองค์กร (Organization) (Ku =-0.911) มีค่าความโด่งต่ำ

ความยั่งยืนขององค์กร (Sustainability Organization) เมื่อพิจารณาจากค่าความเบ้ของข้อมูลโดยพิจารณาเป็นรายตัวแปรสังเกตได้พบว่า สิ่งแวดล้อม (Planet) (Sk =-0.292) กำไร (Profit) (Sk =-0.432) พนักงาน (People) (Sk =-0.540) มีความเบ้ซ้ายและพิจารณาจากค่าความโด่งคุณค่าสิ่งแวดล้อม (Planet) (Ku =-0.345) กำไร (Profit) (Ku =-0.553) พนักงาน (People) (Ku =-0.519) มีค่าความโด่งต่ำ

2.5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝง

ตารางที่ 28 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

Construct	LA	HP	BA	SF	CA	SO
LA	1					
HP	.767**	1				
BA	.775**	.766**	1			
SF	.788**	.829**	.830**	1		
CA	.764**	.755**	.847**	.836**	1	
SO	.713**	.827**	.762**	.850**	.826**	1

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปร (Bivariate Correlation) ระหว่างตัวแปรแฝงทั้ง 6 ตัวโดยใช้ค่าของเพียร์สันในการนำเสนอ (Pearson’s Product Correlation Coefficient) มีค่าอยู่ระหว่าง -1.0 ถึง +1.0 ซึ่งหากมีค่าใกล้ -1.0 นั้นหมายความว่าตัวแปรทั้งสองตัวมีความสัมพันธ์กันอย่างมากในเชิงตรงกันข้าม หากมีค่าใกล้ +1.0 นั้นหมายความว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมากในทิศทางเดียวกัน และหากมีค่าเป็น 0 นั้นหมายความว่า ตัวแปรทั้งสองตัวไม่มีความสัมพันธ์ต่อกันผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรแฝงทุกคู่มีความสัมพันธ์ในทิศทางบวก และมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.713-0.850 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (p-value < 0.01) แสดงให้เห็นว่าลักษณะ

ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษาเป็นความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรง โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดคือความยั่งยืนขององค์กร (SO) กับโรงงานอัจฉริยะ (SF) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่ำสุดเป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ความยั่งยืนขององค์กร (SO) กับการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ด้วยแนวทางของลีน (LA) ในตารางที่

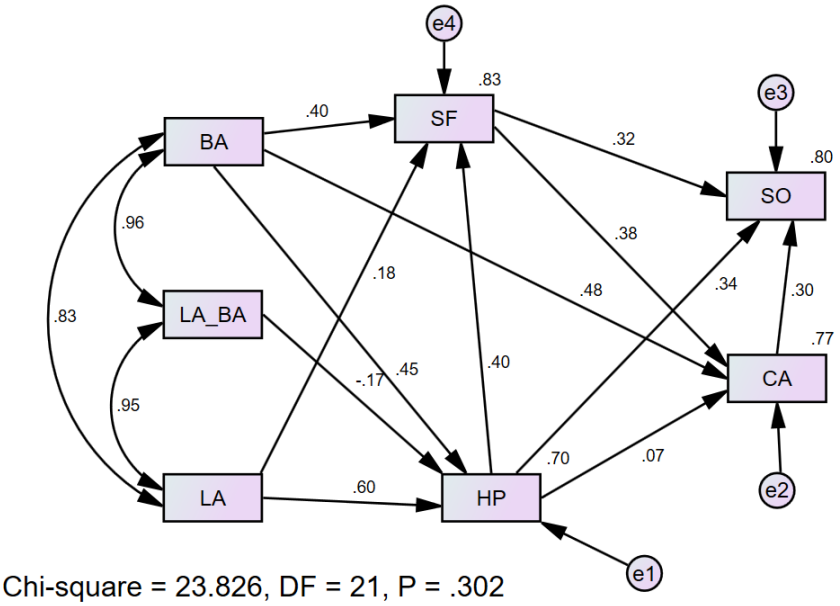
3. ผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างด้วย AMOS

ตารางที่ 29 ค่าสถิติความสอดคล้องของโมเดลการวิจัยกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ดัชนีความสอดคล้อง	**เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา**	**หลังปรับโมเดล**
p-value	>0.05	0.302
Chi-Square/DF	≤ 5.00	1.135
CFI (Comparative Fit Index)	≥ 0.90	0.999
GFI (Goodness of Fit Index)	≥ 0.90	0.981
AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index)	≥ 0.80	0.949
RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation)	≤ 0.10	0.020

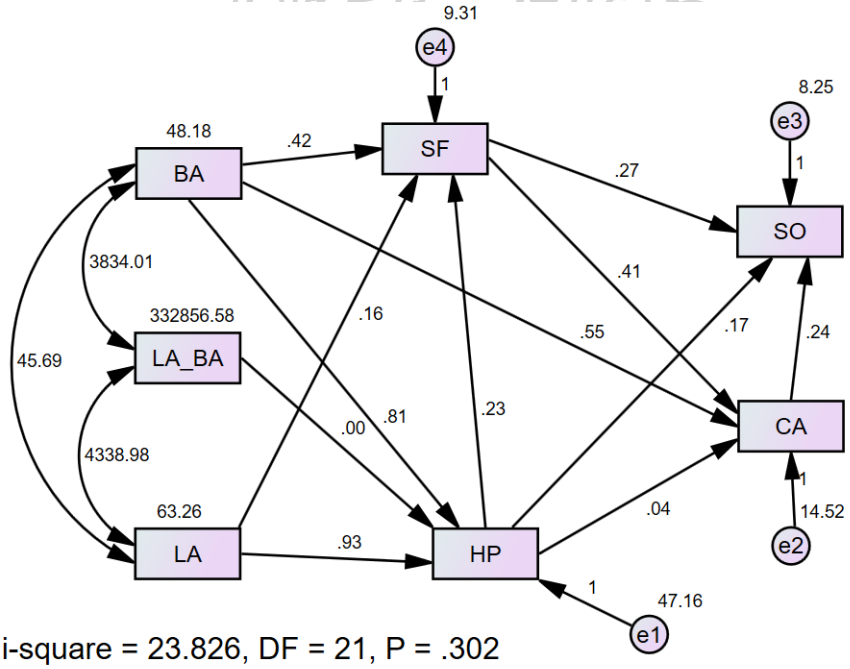
Source. (Bentler and Bonnet, 1980; Schermelleh-Engel, Moosbrugger and Müller, 2003; Segars and Grover, 1993)

จากตารางผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างของตัวแปรที่ส่งผลต่อความยั่งยืนขององค์กร (SO) ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารของประเทศไทย ข้อมูลเชิงประจักษ์อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดพิจารณาได้จากดัชนีความสอกคล้อง ดังนี้ p-value = 0.302**,** Chi-Square/DF= 1.135, CFI=0.999 GFI= 0.981, AGFI= 0.949, RMSEA= 0.020



Chi-square = 23.826, DF = 21, P = .302
Chi-square/DF = 1.135
GFI = .981, AGFI = .949, CFI = .999
RMSEA = .020
Model = Standardized estimates

ภาพที่ 14 โมเดลเส้นทางอิทธิพลของตัวแปรที่ศึกษาโดยแสดงค่า Standardized estimate



Chi-square = 23.826, DF = 21, P = .302
Chi-square/DF = 1.135
GFI = .981, AGFI = .949, CFI = .999
RMSEA = .020
Model = Unstandardized estimates

ภาพที่ 15 โมเดลเส้นทางอิทธิพลของตัวแปรที่ศึกษาโดยแสดงค่า Unstandardized estimate

จากข้อมูลสถิติพรรณา จะพบว่าจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติที่ผู้ตอบแบบสอบถามมีส่วนเกี่ยวข้องมีจำนวน 1-5 เครื่องจำนวน 226 คนคิดเป็นร้อยละ 64 มีส่วนเกี่ยวข้องกับเครื่องจักรมากกว่า 5 เครื่องจำนวน 127 คน คิดเป็นร้อยละ 36 ผู้วิจัยจึงแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 กลุ่มเพื่อศึกษาในเชิงลึกถึงอิทธิพลของตัวแปรตามสมมติฐาน โดยแบ่งกลุ่มที่ 1. เป็นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติจำนวน 1-5 เครื่อง และ 2. เป็นผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติมากกว่า 5 เครื่อง

ตารางที่ 30 ค่าสถิติของตัวแปรแฝงจากการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างของตัวแปรที่ส่งผลต่อความยั่งยืนขององค์กร (Regression Weight และ STD. Regression Weight 1-5 Machine)

			Regression Weight				**STD. Regression Weight**
			สัมประสิทธิ์เส้นทาง	S.E.	C.R.	P	
HP	<--	BA	0.809	0.314	2.575	0.010	0.451
HP	<--	LA	0.935	0.269	3.481	***	0.597
HP	<--	LA_BA	-0.004	0.007	0.549	0.583	-0.171
SF	<--	HP	0.234	0.025	9.343	***	0.397
SF	<--	BA	0.423	0.046	9.158	***	0.401
SF	<--	LA	0.161	0.041	3.912	***	0.175
CA	<--	HP	0.042	0.033	1.255	0.209	0.066
CA	<--	BA	0.545	0.056	9.752	***	0.475
CA	<--	SF	0.410	0.060	6.837	***	0.377
SO	<--	CA	0.239	0.035	6.795	***	0.299
SO	<--	SF	0.274	0.045	6.110	***	0.316
SO	<--	HP	0.173	0.022	7.679	***	0.337

*** ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.001 (p-value<0.001)

จากตาราง 31 พบว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงที่ส่งผลต่อ ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง (High Performance Organization: HP) มีค่าระหว่าง -0.004-0.935 ค่าน้ำหนัก

องค์ประกอบของตัวแปรแฝงที่ส่งผลต่อโรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory: SF) มีค่าระหว่าง 0.161-0.423 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงที่ส่งผลต่อความได้เปรียบทางการแข่งขัน (Competitive Advantage: CA) มีค่าระหว่าง 0.042-0.545 และค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงที่ส่งผลต่อความยั่งยืนขององค์กร (Sustainability Organization: SO) มีค่าระหว่าง 0.173-0.274 ตามลำดับ

ตารางที่ 31 ค่าสถิติของตัวแปรแฝงจากการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างของตัวแปรที่ส่งผลต่อความยั่งยืนขององค์กร (Regression Weight และ STD. Regression Weight มากกว่า 5 Machine ขึ้นไป)

			Regression Weight				**STD. Regression Weight**
เส้นทาง			สัมประสิทธิ์เส้นทาง	S.E.	C.R.	P	
HP	<--	BA	0.809	0.314	2.575	0.010	0.448
HP	<--	LA	0.511	0.272	1.881	0.060	0.323
HP	<--	LA_BA	0.002	0.007	0.277	0.782	0.082
SF	<--	HP	0.234	0.025	9.343	***	0.386
SF	<--	BA	0.423	0.046	9.158	***	0.386
SF	<--	LA	0.161	0.041	3.912	***	0.168
CA	<--	HP	0.077	0.038	2.052	0.040	0.117
CA	<--	BA	0.545	0.056	9.752	***	0.456
CA	<--	SF	0.410	0.060	6.837	***	0.375
SO	<--	CA	0.239	0.035	6.795	***	0.310
SO	<--	SF	0.274	0.045	6.110	***	0.325
SO	<--	HP	0.173	0.022	7.679	***	0.337

*** ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.001 (p-value<0.001)

จากตาราง 32 พบว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงที่ส่งผลต่อ ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง (High Performance Organization: HP) มีค่าระหว่าง 0.002-0.809 ค่าน้ำหนัก

องค์ประกอบของตัวแปรแฝงที่ส่งผลต่อโรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory: SF) มีค่าระหว่าง 0.161-0.423 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงที่ส่งผลต่อความได้เปรียบทางการแข่งขัน (Competitive Advantage: CA) มีค่าระหว่าง 0.077-0.545 และค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงที่ส่งผลต่อความยั่งยืนขององค์กร (Sustainability Organization: SO) มีค่าระหว่าง 0.173-0.239 ตามลำดับ

4. ผลการทดสอบสมมติฐาน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าโมเดลสมการโครงสร้างของตัวแปรที่ส่งผลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงอันนำไปสู่ความยั่งยืนขององค์กร โดยแบ่งเป็น

กลุ่มที่ 1. เป็นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติจำนวน 1-5 เครื่อง

กลุ่มที่ 2. เป็นผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติมากกว่า 5 เครื่อง

ผลการทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่ 1-6 แต่ละข้อสามารถอธิบายได้ ดังนี้

1.ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานเพื่อศึกษาอิทธิพลระหว่างลีนออโตเมชั่นกับความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงไว้ดังนี้

H0 หมายถึง การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นไม่มีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง

H1 หมายถึง การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นมีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง

กลุ่มที่ 1 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง =0.935 ค่า C.R.=2.575 ค่า p – value น้อยกว่า 0.001 ดังนั้นสมมติฐานปฏิเสธ H0 ยอมรับ H1 สรุปได้ว่าในกลุ่มผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติจำนวน 1-5 เครื่อง ลีนออโตเมชั่นมีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงซึ่งมีความสอดคล้องกับสมมติฐานที่ 1 เชิงบวกด้วยระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

กลุ่มที่ 2 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง=0.551 ค่า C.R.=1.881 ค่า p – value=0.060 ดังนั้นสมมติฐานยอมรับ H0 ปฏิเสธ H1 สรุปได้ว่าในกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติมากกว่า 5 เครื่อง ลีนออโตเมชั่นไม่มีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง ด้วยระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

สรุปได้ว่า เมื่อองค์กรเริ่มมีการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นจะส่งผลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงอย่างชัดเจนในด้านผู้นำที่มีภาวะความเป็นผู้นำสูง การใช้กลยุทธ์ใน

เชิงรุกในการบริหาร การทำงานเป็นทีม ความเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ ความเป็นองค์กรเชิงระบบ การมีความยืดหยุ่นในองค์กร และความมีธรรมมาภิบาล ล้วนมีเพิ่มมากขึ้น แต่เมื่อองค์กรมีการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นอย่างมากขึ้น ลีนออโตเมชั่นกลายเป็นวัฒนธรรมองค์กร ขององค์กรนั้นๆ ประสิทธิภาพที่ได้จากการปรับปรุงในครั้งหลังด้านผู้นำที่มีภาวะความเป็นผู้นำสูง การใช้กลยุทธ์ในเชิงรุกในการบริหาร การทำงานเป็นทีม ความเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ ความเป็นองค์กรเชิงระบบ การมีความยืดหยุ่นในองค์กร และความมีธรรมมาภิบาล อาจไม่ได้โดดเด่นเหมือนตอนที่เริ่มการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นตอนแรก แต่ไม่ได้หมายความว่าความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงจะลดลง เพียงแต่องค์กรต้องหาเกณฑ์วัดอื่นเข้ามาแทนเกณฑ์วัดแบบเดิม

2.ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานเพื่อศึกษาอิทธิพลของพันธมิตรทางธุรกิจที่มีระหว่างลีนออเมชั่นกับความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงไว้ดังนี้

H0 หมายถึง พันธมิตรทางธุรกิจไม่เป็นตัวแปรแทรกระหว่างลีนออโตเมชั่นกับความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง

H1 หมายถึง พันธมิตรทางธุรกิจเป็นตัวแปรแทรกระหว่างลีนออโตเมชั่นกับความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง

กลุ่มที่ 1 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง= -0.004 ค่า C.R. = 0.549 ค่า p – value =0.583 ดังนั้นสมมติฐานยอมรับ H0 ปฏิเสธ H1 สรุปได้ว่าในกลุ่มผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติจำนวน 1-5 เครื่อง พันธมิตรทางธุรกิจไม่เป็นตัวแปรแทรกระหว่างลีนออโตเมชั่นกับความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง ด้วยระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

กลุ่มที่ 2 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง=0.002 ค่า C.R.=0.277 ค่า p – value=0.782 ดังนั้นสมมติฐานยอมรับ H0 ปฏิเสธ H1 สรุปได้ว่าในกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติมากกว่า 5 เครื่อง พันธมิตรทางธุรกิจไม่เป็นตัวแปรแทรกระหว่างลีนออโตเมชั่นกับความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง ด้วยระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

สรุปได้ว่า พันธมิตรทางธุรกิจ ทางด้านเทคโนโลยี ด้านทรัพยากรเชิงกลยุทธ์ ด้านการวิจัยและพัฒนาไม่ได้ช่วยให้องค์กรที่มีการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นเพิ่มความเป็นองค์กรประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น ทั้งในการเริ่มต้นการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นหรือการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นไปช่วงระยะหนึ่ง อาจเป็นเพราะการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น ต้องอาศัยการสนับสนุนจากภายในองค์กรเป็นสำคัญเพื่อให้ระบบลีนเกิดขึ้น และส่งผลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง

3.ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานเพื่อศึกษาอิทธิพลของความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงกับความเป็นโรงงานอัจฉริยะ

H0 หมายถึง ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงไม่มีอิทธิพลต่อความเป็นโรงงานอัจฉริยะ

H1 หมายถึง ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงมีอิทธิพลต่อความเป็นโรงงานอัจฉริยะ

กลุ่มที่ 1 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง= 0.234 ค่า C.R. = 9.343 ค่า p – value น้อยกว่า 0.001 ดังนั้นสมมติฐานปฏิเสธ H0 ยอมรับ H1 สรุปได้ว่าในกลุ่มผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติจำนวน 1-5 เครื่อง ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงมีอิทธิพลต่อความเป็นโรงงานอัจฉริยะด้วยระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

กลุ่มที่ 2 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง=0.234 ค่า C.R.=9.343 ค่า p – value น้อยกว่า 0.001 ดังนั้นสมมติฐานปฏิเสธ H0 ยอมรับ H1 สรุปได้ว่าในกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติมากกว่า 5 เครื่อง ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงมีอิทธิพลต่อความเป็นโรงงานอัจฉริยะ ด้วยระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

สรุปได้ว่า เมื่อองค์กรเป็นองค์กรที่มีประสิทธิภาพสูงย่อมมีผู้นำที่มีภาวะความเป็นผู้นำสูง มีการใช้กลยุทธ์ในเชิงรุกในการบริหาร มีการทำงานเป็นทีม มีความเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ มีความเป็นองค์กรเชิงระบบ มีความยืดหยุ่นในองค์กร และมีธรรมมาภิบาล ที่พร้อมในการยอมรับสิ่งใหม่ยอมรับการพัฒนาเทคโนโลยีไปถึงระดับอัจฉริยะได้อย่างรวดเร็ว สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในองค์กรที่เพิ่งเริ่มการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น และองค์กรที่ใช้การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นมาแล้วเป็นระยะเวลาหนึ่ง

4.ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานเพื่อศึกษาอิทธิพลของความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงกับความได้เปรียบทางการแข่งขัน

H0 หมายถึง ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงไม่มีอิทธิพลต่อความได้เปรียบทางการแข่งขัน

H1 หมายถึง ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงมีอิทธิพลต่อความได้เปรียบทางการแข่งขัน

กลุ่มที่ 1 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง = 0.042 ค่า C.R. = 1.255 ค่า p – value = 0.209 ดังนั้นสมมติฐานยอมรับ H0 ปฏิเสธ H1 สรุปได้ว่าในกลุ่มผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติจำนวน 1-5 เครื่อง ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงไม่มีอิทธิพลต่อความได้เปรียบทางการแข่งขันด้วยระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

กลุ่มที่ 2 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง=0.077 ค่า C.R.=2.052 ค่า p – value = 0.040 ดังนั้นสมมติฐานปฏิเสธ H0 ยอมรับ H1 สรุปได้ว่าในกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักร

อัตโนมัติมากกว่า 5 เครื่อง ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงมีอิทธิพลต่อความได้เปรียบทางการแข่งขัน ด้วยระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

สรุปได้ว่า องค์กรที่เริ่มมีการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงยังไม่สามารถ สร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันให้กับองค์กรได้อย่างโดดเด่นหรือชัดเจน เนื่องจากการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่เริ่มต้นอาจเป็นการเริ่มต้นในกระบวนการที่ซ้ำซาก สกปรก และเสี่ยงอันตราย ซึ่งส่งผลดีต่อพนักงานภายในองค์กรแต่ยังไม่ส่งผลต่อการลดต้นทุน หรือการสร้างกระบวนการการทำงานใหม่ที่เน้นต้นทุนต่ำ แต่เมื่อองค์กรมีการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นปฏิบัติไปแล้วช่วงเวลาหนึ่ง จากการลงทุน การปฏิบัติอย่างต่อเนื่องความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง จะพบว่าองค์กรจะมีความได้เปรียบทางการแข่งขันในท้ายที่สุด

5.ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานเพื่อศึกษาอิทธิพลของความเป็นโรงงานอัจฉริยะกับความยั่งยืนขององค์กร

H0 หมายถึง ความเป็นโรงงานอัจฉริยะไม่มีอิทธิพลต่อความยั่งยืนขององค์กร

H1 หมายถึง ความเป็นโรงงานอัจฉริยะมีอิทธิพลต่อความยั่งยืนขององค์กร

กลุ่มที่ 1 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง= 0.274 ค่า C.R. = 6.110 ค่า p – value น้อยกว่า 0.001 ดังนั้นสมมติฐานปฏิเสธ H0 ยอมรับ H1 สรุปได้ว่าในกลุ่มผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติจำนวน 1-5 เครื่อง ความเป็นโรงงานอัจฉริยะมีอิทธิพลต่อความยั่งยืนขององค์กรด้วยระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

กลุ่มที่ 2 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง= 0.274 ค่า C.R.=6.110 ค่า p – value น้อยกว่า 0.001 ดังนั้นสมมติฐานปฏิเสธ H0 ยอมรับ H1 สรุปได้ว่าในกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติมากกว่า 5 เครื่อง ความเป็นโรงงานอัจฉริยะมีอิทธิพลต่อความยั่งยืนขององค์กรในระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

สรุปได้ว่า ความเป็นโรงงานอัจฉริยะในด้านความมีเสถียรภาพ ด้านมาตรฐาน ด้านการเพิ่มประสิทธิภาพ ด้านการใช้ระบบอัตโนมัติ ช่วยให้สิ่งแวดล้อมขององค์กร กำไร เป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้นและพนักงานมีทักษะและความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นสร้างความยั่งยืนให้กับองค์กร ทั้งในองค์กรที่เพิ่งเริ่มมีการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น และองค์กรที่มีการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นโดยมีการลงทุนและการปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง

6.ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานเพื่อศึกษาอิทธิพลของความได้เปรียบทางการแข่งขันกับความยั่งยืนขององค์กร

H0 หมายถึง ความได้เปรียบทางการแข่งขันไม่มีอิทธิพลต่อความยั่งยืนขององค์กร

H1 หมายถึง ความได้เปรียบทางการแข่งขันมีอิทธิพลต่อความยั่งยืนขององค์กร

กลุ่มที่ 1 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง= 0.239 ค่า C.R. = 6.795 ค่า p – value น้อยกว่า 0.001 ดังนั้นสมมติฐานปฏิเสธ H0 ยอมรับ H1 สรุปได้ว่าในกลุ่มผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติจำนวน 1-5 เครื่อง ความได้เปรียบทางการแข่งขันมีอิทธิพลต่อความยั่งยืนขององค์กรด้วยระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

กลุ่มที่ 2 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง= 0.239 ค่า C.R.=6.795 ค่า p – value น้อยกว่า 0.001 ดังนั้นสมมติฐานปฏิเสธ H0 ยอมรับ H1 สรุปได้ว่าในกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติมากกว่า 5 เครื่อง ความได้เปรียบทางการแข่งขันมีอิทธิพลต่อความยั่งยืนขององค์กรด้วยระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

สรุปได้ว่าองค์กรที่มีความได้เปรียบทางการแข่งขันด้านคุณค่า ความหายาก ยากในการเลียนแบบ และการจัดการองค์กร ส่งผลให้องค์กรมีสิ่งแวดล้อม กำไร และพนักงานที่ดีขึ้นกว่าเดิม สร้างความยั่งยืนให้กับองค์กร ทั้งในองค์กรที่เพิ่งเริ่มมีการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น และองค์กรที่มีการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นโดยมีการลงทุนและการปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง

ตารางที่ 32 สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน

ลำดับ	อิทธิพลระหว่างคู่ตัวแปร	ผลทดสอบ กลุ่มที่ 1	ผลทดสอบ กลุ่มที่ 2
1.	ทดสอบอิทธิพลระหว่างลีนออโตเมชั่นกับความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง	ยอมรับ H1 (มีอิทธิพล)	ยอมรับ H0 (ไม่มีอิทธิพล)
2.	อิทธิพลของพันธมิตรทางธุรกิจที่มีระหว่างลีนออเมชั่นกับความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง	ยอมรับ H0 (ไม่เป็นตัวแปรแทรก)	ยอมรับ H0 (ไม่เป็นตัวแปรแทรก)
3.	อิทธิพลของความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงกับความเป็นโรงงานอัจฉริยะ	ยอมรับ H1 (มีอิทธิพล)	ยอมรับ H1 (มีอิทธิพล)
4.	อิทธิพลของความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงกับความได้เปรียบทางการแข่งขัน	ยอมรับ H0 (ไม่มีอิทธิพล)	ยอมรับ H1 (มีอิทธิพล)

5.	อิทธิพลของความเป็นโรงงานอัจฉริยะกับความยั่งยืนขององค์กร	ยอมรับ H1 (มีอิทธิพล)	ยอมรับ H1 (มีอิทธิพล)
6.	อิทธิพลของความได้เปรียบทางการแข่งขันกับความยั่งยืนขององค์กร	ยอมรับ H1 (มีอิทธิพล)	ยอมรับ H1 (มีอิทธิพล)

ผลสรุปจากการวิเคราะห์ข้อมูลคู่ตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่มีอยู่ในสมมติฐาน (ผลที่ได้จากการปรับโมเดล) พบว่า

ตัวแปรพันธมิตรทางธุรกิจกับความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง กลุ่มที่ 1 มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง =0.809 ค่า C.R. = 2.575 ค่า p – value = 0.010 สรุปได้ว่าในกลุ่มผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติจำนวน 1-5 เครื่องพันธมิตรทางธุรกิจมีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงในระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนของกลุ่มที่ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง =0.809 ค่า C.R. = 2.575 ค่า p – value = 0.010 สรุปได้ว่าผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติมากกว่า 5 เครื่องพันธมิตรทางธุรกิจมีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงในระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 เป็นไปในทางเดียวกันทั้ง 2 กลุ่ม

ตัวแปรพันธมิตรทางธุรกิจกับความเป็นโรงงานอัจฉริยะ กลุ่มที่ 1 มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง =0.423 ค่า C.R. = 9.158 ค่า p – value น้อยกว่า 0.001 สรุปได้ว่าในกลุ่มผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติจำนวน 1-5 เครื่องพันธมิตรทางธุรกิจมีอิทธิพลต่อความความเป็นโรงงานอัจฉริยะในระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนของกลุ่มที่ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง =0.423 ค่า C.R. = 0.046 ค่า p – value น้อยกว่า 0.001 สรุปได้ว่าผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติมากกว่า 5 เครื่องพันธมิตรทางธุรกิจมีอิทธิพลต่อความความเป็นโรงงานอัจฉริยะในระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 เป็นไปในทางเดียวกันทั้ง 2 กลุ่ม

ตัวแปรการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ด้วยแนวทางของลีนกับความเป็นโรงงานอัจฉริยะ กลุ่มที่ 1 มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง =0.161 ค่า C.R. = 3.912 ค่า p – value น้อยกว่า 0.001 สรุปได้ว่าในกลุ่มผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติจำนวน 1-5 เครื่องการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ด้วยแนวทางของลีนมีอิทธิพลต่อความเป็นโรงงานอัจฉริยะในระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนของกลุ่มที่ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง =0.161 ค่า C.R. = 3.912 ค่า p – value น้อยกว่า 0.001 สรุปได้ว่าผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติมากกว่า 5 เครื่อง การนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ด้วยแนวทางของลีนมีอิทธิพลต่อความเป็นโรงงานอัจฉริยะในระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 เป็นไปในทางเดียวกันทั้ง 2 กลุ่ม

ตัวแปรพันธมิตรทางธุรกิจกับความได้เปรียบทางการแข่งขัน กลุ่มที่ 1 มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง =0.545 ค่า C.R. = 9.752 ค่า p – value น้อยกว่า 0.001 สรุปได้ว่าในกลุ่มผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติจำนวน 1-5 เครื่องพันธมิตรทางธุรกิจมีอิทธิพลต่อความ

ได้เปรียบทางการแข่งขันในระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนของกลุ่มที่ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง =0.545 ค่า C.R. = 9.752 ค่า p – value น้อยกว่า 0.001 สรุปได้ว่าผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติมากกว่า 5 เครื่อง พันธมิตรทางธุรกิจมีอิทธิพลต่อความได้เปรียบทางการแข่งขันในระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 เป็นไปในทางเดียวกันทั้ง 2 กลุ่ม

ตัวแปรความเป็นโรงงานอัจฉริยะกับความได้เปรียบทางการแข่งขัน กลุ่มที่ 1 มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง =0.410 ค่า C.R. = 6.837 ค่า p – value น้อยกว่า 0.001 สรุปได้ว่าในกลุ่มผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติจำนวน 1-5 เครื่อง ความเป็นโรงงานอัจฉริยะมีอิทธิพลต่อความได้เปรียบทางการแข่งขันในระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนของกลุ่มที่ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง =0.410 ค่า C.R. = 6.837 ค่า p – value น้อยกว่า 0.001 สรุปได้ว่าผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติมากกว่า 5 เครื่องความเป็นโรงงานอัจฉริยะมีอิทธิพลต่อความได้เปรียบทางการแข่งขันในระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 เป็นไปในทางเดียวกันทั้ง 2 กลุ่ม

ตัวแปรความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงกับความยั่งยืนขององค์กร กลุ่มที่ 1 มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง =0.173 ค่า C.R. = 7.679 ค่า p – value น้อยกว่า 0.001 สรุปได้ว่าในกลุ่มผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติจำนวน 1-5 เครื่อง ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงมีอิทธิพลต่อความยั่งยืนขององค์กรในระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนของกลุ่มที่ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง =0.173 ค่า C.R. = 7.679 ค่า p – value น้อยกว่า 0.001 สรุปได้ว่าผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติมากกว่า 5 เครื่องความเป็นโรงงานอัจฉริยะมีอิทธิพลต่อความได้เปรียบทางการแข่งขันในระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 เป็นไปในทางเดียวกันทั้ง 2 กลุ่ม

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

การศึกษาเรื่องการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนของอุตสาหกรรมอาหาร โดยใช้การวิจัยแบบขั้นตอนเชิงสำรวจ (Exploratory Sequential Design) เทคนิคการวิจัยแบบผสานวิธี (Mixed Methods Research) ขั้นตอนการวิจัยใช้การวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อตอบวัตถุประสงค์ที่ 1 และ 2 ของงานวิจัย จากนั้นนำผลที่ได้จากงานวิจัยเชิงคุณภาพในการคัดเลือกตัวแปรและในรายละเอียดของข้อมูลไปสร้างแบบสอบถามในงานวิจัยเชิงปริมาณเพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปร สรุปผลงานวิจัยแบ่งเป็น 4 ตอน ได้แก่

1. แนวทางการปฏิบัติและปัจจัยแห่งความสำเร็จในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร
2. เปรียบเทียบแนวทางการปฏิบัติกับการปฏิบัติงานจริงในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นในอุตสาหกรรมอาหาร
3. การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่มีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและความยั่งยืนขององค์กรในอุตสาหกรรมอาหาร
4. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

"ลีน" อาจถูกตีความอย่างผิดพลาดว่าเป็นการลดจำนวนพนักงานผ่านการเลิกจ้าง ในการจัดการแบบลีน เมื่อผู้ปฏิบัติงานดำเนินกิจกรรมโดยไม่เพิ่มมูลค่าให้กับงาน การผลิตแบบลีนเป็นคำที่ใช้ทั่วไปซึ่งหมายถึง "ทำมากขึ้นโดยใช้น้อยลง" โดยไม่ต้องลงทุนหรือลงทุนเพียงเล็กน้อย ผู้บริหารระดับสูงที่ร่วมมือกับผู้ปฏิบัติงานควรทำงานร่วมกันเพื่อหาวิธีที่ดีที่สุดในการทำงาน โดยหลีกเลี่ยงการเลิกจ้างในแนวทางการปฏิบัติ เนื่องจากกลยุทธ์ประเภทนี้จะส่งผลเสียต่อผู้ปฏิบัติงานที่มีประสบการณ์ทำให้ไม่สามารถอยู่ในองค์กรอีกต่อไปได้ Lean Automation เป็นเทคนิคที่ใช้ปริมาณทรัพยากรที่เหมาะสม ระบบอัตโนมัติสำหรับงานที่กำหนด เน้นส่วนประกอบที่แข็งแกร่ง เชื่อถือได้ และลดขั้นตอนที่มากเกินไป การออกแบบของ Lean Automation จากจิโดกะเป็นตัวแทนของวิธีที่มีประสิทธิภาพและคุ้มค่าในการปรับปรุงความยืดหยุ่นของระบบการผลิต หุ่นยนต์อัตโนมัติและการเรียนรู้ของหุ่นยนต์ที่ใช้ในกรณีศึกษานี้ สามารถมีลักษณะเป็นเทคโนโลยี "อุตสาหกรรม 3.0" แนวคิดของวิทยาการหุ่นยนต์ครอบคลุมหุ่นยนต์ที่ทำงานด้วยตนเองผ่านการสื่อสารทางไกลปฏิสัมพันธ์กับหุ่นยนต์หรือเครื่องจักรอื่น ๆ โดยได้มาซึ่งความสามารถทางปัญญาหุ่นยนต์อิสระจะเรียนรู้จากข้อมูลที่สร้างขึ้นในกระบวนการ โดยตระหนักถึงรูปแบบการเคลื่อนไหวและการใช้แอปพลิเคชันทางสถิติ และอัลกอริธึมโดยสามารถหยุดหรือลดความเร็วได้ในกรณีที่พนักงานเข้าไปในเขตอันตราย (Mor,

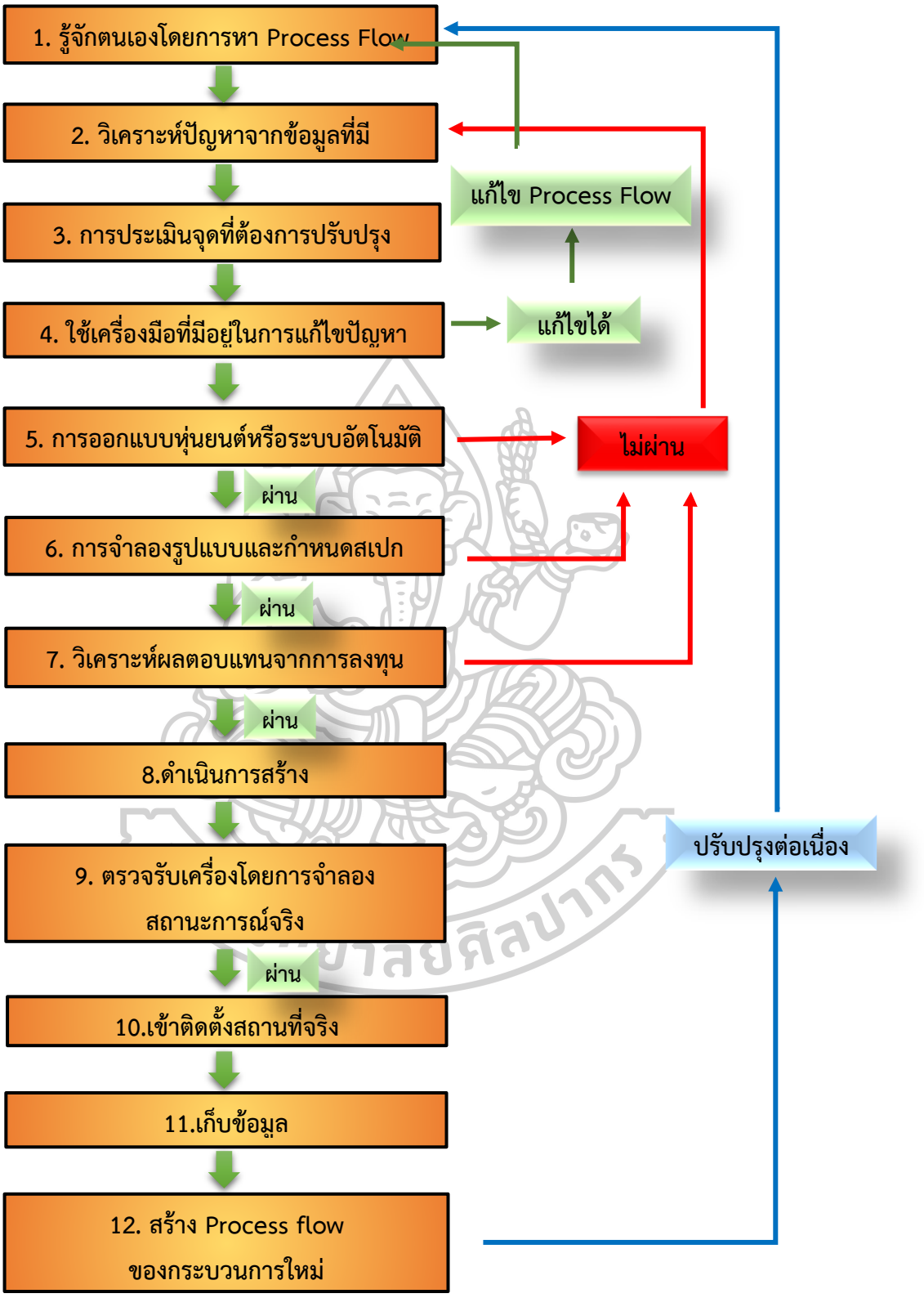
Bhardwaj, Singh and Sachdeva, 2 0 1 9 ; Sordan, Oprime, Pimenta, Lombardi and Chiabert, 2021) การผลิตด้วยเทคโนโลยีอัตโนมัติได้รับความสนใจเพียงเล็กน้อย ในการวิจัยที่มุ่งไปที่ลีนออโตเมชั่น แต่ด้วยการเกิดขึ้นของกระบวนทัศน์อุตสาหกรรม 4.0 ความก้าวหน้าใน ICT (เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร) และเทคโนโลยีดิจิทัล ทำให้ลีนออโตเมชั่นลดความซับซ้อนที่มากเกินไป แนวคิดที่กำหนดไว้ก่อนหน้านี้สำหรับระบบอัตโนมัติในการผลิต ลีนออโตเมชั่นเกี่ยวข้องกับการค้นหาระดับของระบบอัตโนมัติที่เหมาะสม การนำระบบกึ่งอัตโนมัติแบบลีน มุ่งเน้นไปที่กระบวนการผลิต ในขณะที่การวางแผน การไหลของวัสดุ และการตรวจสอบส่วนหนึ่งของการตรวจสอบจะถูกจัดการโดยพนักงาน ความต้องการความคล่องตัวในกระบวนทัศน์การผลิตคือการเพิ่มทักษะของมนุษย์ในระบบการผลิตกำลังมีความสำคัญ การเปลี่ยนวิธีคิดจากระบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบที่ไม่ใช้มนุษย์เป็นระบบอัตโนมัติแบบลีนที่เน้นมนุษย์เป็นศูนย์กลางสามารถเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลได้ แนวคิดของระบบอัตโนมัติแบบลีนโดยให้มนุษย์เป็นศูนย์กลางของระบบอัตโนมัติ ใช้ประโยชน์จากสิ่งที่ดีที่สุดของมนุษย์และเครื่องจักรร่วมกันได้ เพื่อบรรลุผลผลิตสูงสุด ผลลัพธ์ไม่เพียงแค่มองเห็นได้ในผลผลิตที่เพิ่มขึ้นแต่ยังเพิ่มความปลอดภัย สภาพการยศาสตร์ที่ดีขึ้น และสวัสดิภาพของมนุษย์ (Ali Ahmad Malik and Bilberg, 2019)

บริบทของประเทศไทยในเดือนกันยายน 2560 รัฐบาลไทย โดยกระทรวงอุตสาหกรรม ได้ลงนามความร่วมมือกับกระทรวงเศรษฐกิจ การค้า และอุตสาหกรรมของญี่ปุ่น (Ministry of Economy Trade and Industry : METI) ตกลงที่จะร่วมกัน ในการขับเคลื่อน Thailand 4.0 รวมถึงการปรับโครงสร้างอุตสาหกรรมและการยกระดับพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor) ขึ้นเป็นกลไกใหม่ในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ (New Engine of Growth) โดยในด้านการพัฒนาบุคลากร ได้มอบหมายให้กลุ่มบริษัท เด็นโซ่ คอร์ปอเรชั่น ญี่ปุ่น และ เด็นโซ่ ประเทศไทย จำกัด เป็นผู้ดำเนินการ ร่วมกับหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนของไทย จัดทำโครงการ Lean Automation System Integrator : LASI ขึ้นให้เป็นโครงการต่อยอดการปฏิรูปอุตสาหกรรมสู่ยุค 4.0 ที่จะช่วยให้ผู้ประกอบการได้สามารถเข้าใจถึงการนำระบบอัตโนมัติมาใช้ในกระบวนการผลิตอย่างเหมาะสมและคุ้มค่าสูงสุด โดยการถ่ายทอดองค์ความรู้ในอดีตผสมผสานเทคโนโลยีในอนาคตเพื่อให้เกิดความเชื่อมโยงในระบบอุตสาหกรรมของประเทศไทย หรือเรียกว่า Connected Industry ตามแนวคิดแบบ Lean Automation ที่ออกแบบการผลิตแบบอัตโนมัติภายใต้กรอบแนวคิดการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตด้วยมือก่อนที่จะปรับเปลี่ยนเป็นระบบการถ่ายทอดองค์ความรู้ที่เห็นผลชัดเจน Denso จึงได้จัดทำแบบจำลองที่ย่อระบบการผลิตแบบ Lean Automation ขึ้นมา ซึ่งประกอบด้วยระบบแขนกล ระบบ Cyber Physical System (CPS) ที่จะมาเชื่อมต่อการทำงานของเครื่องจักรต่างๆ รวมถึงระบบ Cyber Physical Production System (CPPS) ที่มีจุดเด่นในการคำนวณสภาพการผลิตแบบ Real Time System ทำให้เราสามารถวิเคราะห์

ผลเพื่อลดอัตราการสูญเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่ง Denso ได้จัดแสดงแนวคิดนี้ LASI Showcase ไว้ที่ศูนย์ปฏิรูปอุตสาหกรรมสู่อนาคต กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมกล้วยน้ำไท ประเทศไทยได้จัดสถานประกอบการที่มีความพร้อมจำนวน 5 แห่งประกอบด้วย บริษัท ไทยซัมมิท โอโตพาร์ท อินดัสตรี จำกัด บริษัท สมบูรณ์หล่อเหล็กเหนียวอุตสาหกรรม จำกัด บริษัท โอ.อี.ไอ.พาร์ท จำกัด บริษัท บางกอกพัฒนามอเตอร์ จำกัด และบริษัท เอเชี่ยน อะไลอันซ์อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด มาทดลองเป็นโครงการนำร่องพัฒนาการผลิตภายใต้แนวคิด จาก Lean Manufacturing to be Lean Automation เพื่อเตรียมความพร้อมบุคลากรในอุตสาหกรรม และพัฒนา Model Line ให้เป็นศูนย์เรียนรู้ Lean Automation ในไทย แล้วจึงต่อยอดการพัฒนาไปสู่อุตสาหกรรมยุค 4.0 (สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ, 2560)

1. แนวทางการปฏิบัติและปัจจัยแห่งความสำเร็จในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร

ผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์เชิงลึกและวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อศึกษาตามวัตถุประสงค์งานวิจัยข้อที่ 1. เพื่อศึกษาแนวทางการปฏิบัติและปัจจัยแห่งความสำเร็จ เพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและความยั่งยืนขององค์กรด้วยลีนออโตเมชั่นของอุตสาหกรรมอาหาร ผลการวิจัย สามารถวิเคราะห์เนื้อหาได้ขั้นตอนการทำลีนออโตเมชั่นในอุตสาหกรรมอาหาร ประกอบด้วย 12 ขั้นตอน ได้แก่ 1. รู้จักตนเองโดยการหา Process Flow 2. วิเคราะห์ปัญหาจากข้อมูลที่มี 3. การประเมินจุดที่ต้องการปรับปรุง 4. ใช้เครื่องมือที่มีอยู่ในการแก้ไขปัญหา 5. การออกแบบหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ 6. การจำลองรูปแบบและกำหนดสเปก 7. วิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุน 8. ดำเนินการสร้าง 9. ตรวจรับเครื่องโดยการจำลองสถานะการณ์จริง 10. เข้าติดตั้งสถานที่จริง 11. เก็บข้อมูล 12. สร้าง Process flow ของกระบวนการใหม่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 16 ขั้นตอนของการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นในอุตสาหกรรมอาหาร

1.1 รู้จักตนเองโดยการหา Process Flow (Identify Yourself by Finding Process Flow)

Lean Automation การศึกษาข้อมูลในปัจจุบันขององค์กรรวมถึง โครงสร้างของอาคาร พื้นที่ อุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการผลิต และที่สำคัญรายละเอียดของกระบวนการผลิต (Flow Process, Flow Chart) ตามข้อมูลในปัจจุบันที่มี การประเมินตนเองในอุตสาหกรรมช่วยในการประเมินให้ทราบถึงระดับขององค์กร ในทิศทางขององค์กร เพื่อวางนโยบายและวางแผนการลงทุนในอนาคต หน่วยงานที่ได้รับมอบหมายในโครงการเริ่มวิเคราะห์ กระบวนการของการผลิตของทั้งองค์กร เพื่อสร้างกระบวนการผลิตที่มีรายละเอียดในเรื่องของเวลา การผลิต ณ จุดต่างๆ อาจประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ Process และ Material เพื่อพิจารณาการไหลของกระบวนการ (Flow Process) และสต๊อกของวัตถุดิบ (Inventory) ในแต่ละกระบวนการเพื่อสร้าง Lay Out ขององค์กร จากนั้นจึงนำจำนวนคนและเวลาของการผลิตเข้ามาใส่ในกระบวนการ (Takt time, Cycle time, Lead time) บางองค์กรอาจเรียกเป็น Standardize Work สอดคล้องกับ Reda and Dvivedi (2021) งานวิจัยก่อนหน้า แผนภูมิกระบวน (Process Flow) ใช้สัญลักษณ์เพื่อระบุการดำเนินการและแสดงขั้นตอนในกระบวนการเพื่อแสดงสิ่งที่เกิดขึ้นกับวัสดุ คน หรืออุปกรณ์ สามารถใช้อธิบายขั้นตอนทีละขั้นตอนของกิจกรรม ตลอดทั้งกระบวนการผลิตทั้งหมดขององค์กร ยังรวมถึงจำนวนคนที่ทำงานในกิจกรรมเหล่านั้น เวลาการดำเนินการของแต่ละขั้นตอน เวลาทั้งหมดที่ใช้โดยบุคคลนั้น ประเภทของงาน ระยะเวลาดำเนินการ หากมีการขนส่ง ต้องแสดงถึงการเคลื่อนย้ายวัสดุ อุปกรณ์ หรือพนักงานโดยไม่จำเป็นจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมและเพิ่มระยะเวลารอคอยสินค้า การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ รวมถึงแสดงลำดับเหตุการณ์ที่ล่าช้ากว่ากำหนด การวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการแบบลีนมีความสำคัญในการวิเคราะห์กระแสคุณค่า (Value Stream Mapping : VSM) ตัวชี้วัดที่มีความจำเป็นใน VSM เพื่อระบุและลดขนาดหรือกำจัดกิจกรรม ได้แก่ Takt time, Cycle time, Value-added time และ lead time เป็นต้น มาเป็นพารามิเตอร์พื้นฐาน โดยทั่วไปแล้วจะเริ่มต้นด้วยการทำแผนที่การเดินทางกระแสคุณค่า (VSM) ระบุตัวชี้วัดที่สำคัญ เช่น รอบเวลาของกระบวนการและเวลารอ ตลอดจนเวลารอดำเนินการของทั้งหมด แหล่งที่มาของความสูญเสียนี้และควรหาทางขจัดในท้ายที่สุด การผลิต ปกติจะประเมินความต้องการก่อนแล้วจึงปรับรอบเวลาของกระบวนการเพื่อให้ตรงกับความต้องการของลูกค้า กระแสคุณค่านำมาใช้เพื่อค้นหาโอกาสในการปรับปรุงกระบวนการโดยการทำแผนที่สถานะปัจจุบันและอนาคตของกระบวนการแปรรูป (Kumar, Dhingra and Singh, 2018) การใช้ VSM เพื่อระบุของเสียงานส่วนเกินในกระบวนการผลิต (Work In Process :WIP) เวลาในการผลิตและกำลังคน เพื่อเชื่อมช่องว่างระหว่างสถานะปัจจุบันกับสถานะในอนาคตของอุตสาหกรรม (Ramesh and Kodali, 2012) การปรับปรุงที่สำคัญสามารถทำได้หากใช้ กระแสคุณค่าในองค์กรระดับนอกเหนือจากอุตสาหกรรม

รองเท้า เช่น อุตสาหกรรมเสื้อผ้าและเฟอร์นิเจอร์ ความเร็วถูกตรวจสอบให้เป็นหนึ่งในพารามิเตอร์ในการศึกษาการเคลื่อนไหว (Reda and Dvivedi, 2021) สอดคล้องกับ Takt Time เป็นจุดเชื่อมโยงในการผลิตแบบลีน โดยการคำนวณหาเวลาทำงานที่มีอยู่ต่อระยะเวลาการทำงานตามความต้องการของลูกค้า ใช้สำหรับแต่ละหน่วยแผงผังการผลิตทั้งหมดเพื่อปรับปริมาณการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการ การใช้กฎการผลิตแบบลีน เช่น การใช้แนวคิดที่สามารถมองเห็นได้และการออกแบบใหม่เพื่อลดเวลาที่เสียไป ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแนวทางในการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง Takt time เป็นตัวชี้วัดนี้อาจมีค่ามากสำหรับองค์กรทุกประเภท เนื่องจากสามารถเปิดเผยการรับรู้ของลูกค้า และช่วยให้สามารถเน้นย้ำจุดที่มีศักยภาพในการปรับปรุงได้ การใช้ Takt time เป็นตัวชี้วัดแบบลีน คำอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ เวลาที่ใช้ได้จริง (Abdelhakim Abdelhadi, 2016)

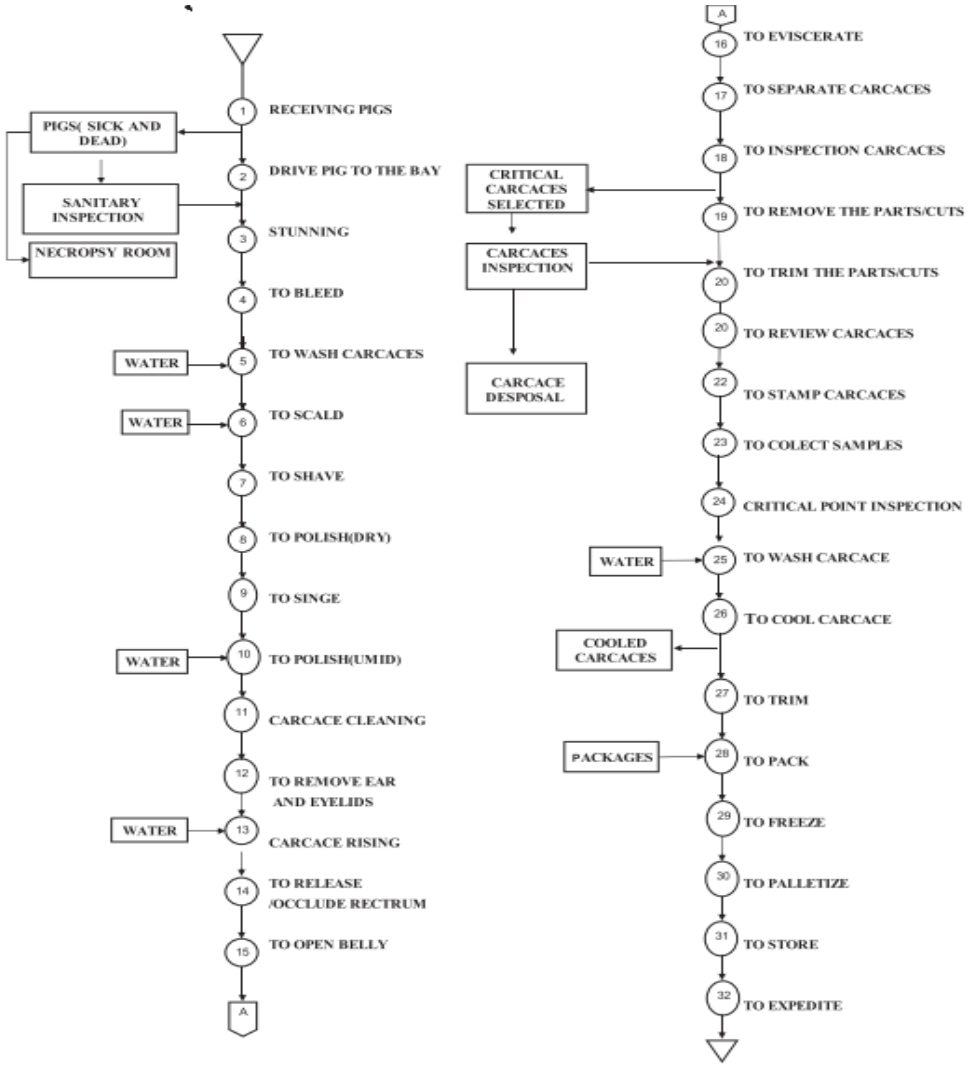
$$\text{Takt Time} = \frac{\text{เวลาทำงานใน } \mathbf{1} \text{ วัน}}{\text{จำนวนการผลิตที่ต้องการต่อวัน}}$$

$$\text{Cycle Time} = \frac{\text{ระยะเวลา}}{\text{จำนวนงาน}}$$

สอดคล้องกับ A. Abdelhadi (2015) รอบเวลาคือ เวลาที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย รวมถึงกิจกรรมที่มีมูลค่าและไม่เพิ่มมูลค่า สถานการณ์ในอุดมคติคือ Cycle time = Takt time การผลิตก็เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ Cycle time < Takt time ทำให้กำลังผลิตน้อยเกินไป Cycle time > Takt time เกิดคอขวด (Bottom neck) ของการผลิตจะนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ไม่ดีและไม่สามารถตอบสนองความต้องการได้ ประเด็นในการปรับปรุง สามารถปรับปรุงประสบการณ์การบริการของลูกค้าได้หากให้บริการภายในเวลาที่เหมาะสม สอดคล้องกับ Fernandes Junior and Pinto (2020) ขั้นตอนสำคัญในการกำหนดสมดุล (Line Balancing) คือการวิเคราะห์เวลาของกิจกรรมของผู้ปฏิบัติงานการวิเคราะห์นี้ เป็นไปได้ที่จะกำหนดความแปรปรวนในกิจกรรมของผู้ปฏิบัติงานที่สามารถสร้างความผันผวนในขั้นตอนการผลิต และทำให้มีการสะสมสต็อกในบางขั้นตอนขององค์ประกอบในเรื่องของรอบเวลาของแต่ละกระบวนการ ภายในองค์กร การปรับสมดุลของ Takt Time จำเป็นต้องคำนวณเวลา Takt Time ที่ชัดเจน กระบวนการประกอบที่มีความแม่นยำสูงโดยใช้หุ่นยนต์อุตสาหกรรมจำเป็นต้องปรับพารามิเตอร์กระบวนการเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพตามที่ต้องการ เช่น รอบเวลาและอัตราการผ่านครั้งแรก เพื่อให้ได้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุด อย่างไรก็ตาม วิธีการเหล่านี้จะกล่าวถึงเฉพาะวิธีการค้นหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสม หากข้อผิดพลาดของตำแหน่งชิ้นส่วนหรือชิ้นงานอยู่ในช่วงที่กำหนด ในกระบวนการประกอบจริงข้อผิดพลาดของตำแหน่งชิ้นส่วนหรือชิ้นงานอาจแตกต่างกันไปในแต่ละชุด ดังนั้นวิธีการที่มีอยู่จึงมีข้อจำกัดบางประการ (H. Chen, Xu, Zhang and Fuhlbrigge, 2017) สอดคล้องกับ Kumar et al. (2018) การปรับปรุงไม่สามารถทำได้หากไม่มีมาตรฐานการทำงานในองค์กรควบคู่กับการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง การยกระดับมาตรฐาน

แผนการทำงาน การตรวจสอบ การดำเนินงานสนับสนุนของผู้บริหารระดับกลางและหัวหน้างานผู้มีอำนาจระดับสูงในองค์กร แผนการฝึกอบรมอย่างสม่ำเสมอใน เพื่อการผสมผสานที่ดีที่สุดของคนงานกับเครื่องจักร วินิจฉัยลำดับการทำงานของคนงาน วิเคราะห์เวลาสำหรับแต่ละองค์ประกอบที่พวกเขาทำ เป็นส่วนในการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ช่วยเป็นรากฐานสำหรับกิจกรรมไคเซ็นต่อไป

ตัวอย่างของ Process flow



ภาพที่ 17 ตัวอย่างการทำ Process flow ของโรงงานแปรรูปสุกร (Fernandes Junior and Pinto, 2020)

1.2 วิเคราะห์ปัญหาจากข้อมูลที่มี (Analyze the problem from the available data)

เมื่อองค์กรมีข้อมูลแล้วจากการทำ Flow Process ของกระบวนการผลิต องค์กรหรือผู้ปฏิบัติงานนำข้อมูลที่ได้ ไม่ว่าจะเก็บจากการจดด้วยพนักงานหรือการเก็บจากเซ็นต์เซอร์ประกอบกับอุปกรณ์บันทึก ควรนำมาวิเคราะห์ในเรื่องของความถูกต้องและความแม่นยำของข้อมูลก่อน เช่น การจับเวลาที่ทำให้พนักงานรู้สึกเครียดจนเกินไป หรือการบันทึกเป็นครั้งคราวขาดความต่อเนื่อง เป็นต้น จัดตั้งทีมเพื่อวิเคราะห์หาวิธีการแก้ไขปัญหาในกระบวนการผลิตแบบเดิม นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าที่จะนำไปเปรียบเทียบระหว่างการใช้งานในระบบเดิมและการใช้งานในระบบอัตโนมัติที่กำลังจะลงไปในภายหน้า รวมไปถึงการวิเคราะห์ถึงรากเหง้าของปัญหาของวิธีการแบบเดิม เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนต่อ และความเสี่ยงที่จะเป็นต้องยอมรับหากมีสถานการณ์ใดเกิดขึ้นในภายหลัง การวิเคราะห์ปัญหาอาจแตกต่างกันในกระบวนการและองค์กร อาจวิเคราะห์จากจุดที่ใช้คนจำนวนมากก่อน พื้นที่ไม่เพียงพอ หรือการต้องการนำเทคโนโลยีมาใช้งานแต่ในท้ายที่สุดก็เพื่อการทำกำไรให้กับองค์กรเป็นสำคัญ ข้อมูลที่นำมาใช้ในตอนแรกๆการเก็บรวบรวมอาจทำได้ยากจึงเริ่มจากการสร้างระบบ และวินัย ด้วยการทำ 5 ส. ในพื้นที่ คือ สะสาง สะดวก สะอาด สุขลักษณะ และสร้างนิสัย หรือการทำ Lean ในอุตสาหกรรม ที่เรียกว่า Lean Manufacturing เพื่อให้ทุกคนได้เข้าใจในระบบการทำงาน การวิเคราะห์จากข้อมูลต้องอาศัยคนรวบรวม จัดเก็บ เมื่อเริ่มกระบวนการ Lean Automation ควรต้องมีตัววัดที่ชัดเจน ว่าองค์กรต้องการเปรียบเทียบอะไร เช่น กระบวนการที่ลดลงจำนวนคน Cycle Time (C/T) คุณภาพ หรือจำนวนของเสียที่ลดลง เป็นต้น เพื่อจะได้นำไปตัดสินใจในกระบวนการถัดไปได้อย่างถูกต้อง สามารถเลือกใช้ในสิ่งที่จำเป็นต่อกระบวนการที่เป็นอัตโนมัติได้ สอดคล้องกับ Demirli et al. (2021) เมื่อองค์กรมีกระบวนการปฏิบัติงาน (Work flow) ในการปฏิบัติงาน แผนผังพื้นฐานขององค์กรแสดงสำหรับการรวบรวมข้อมูล มีการติดตามและบันทึกการข้อมูลอย่างใกล้ชิด โดยชั้นสถิติพื้นฐาน เช่น ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของรอบการทำงาน ทั้งนี้มีปัญหาของข้อมูลที่ไม่ปรากฏ ได้แก่ ตามทำงานที่ไม่ตรงตามเป้าหมาย หรือตามที่ได้วางแผนไว้ และสิ่งนี้ส่งผลกระทบอย่างร้ายแรงต่อความสามารถในการทำงาน อัตราการไม่แสดงตัวคำนวณได้และป้องกันจากการวางแผนและควบคุมการผลิตและการตรวจสอบขั้นสุดท้าย และบันทึกสถานะคุณภาพในกระบวนการที่ลงสำรวจพื้นที่จริง โดยใช้ระยะเวลาระยะหนึ่ง ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการที่มีอยู่ เช่น C/T การเปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาผ่านไป C/O จำนวนกะ จำนวนคนงาน เวลาเริ่มและสิ้นสุดการทำงาน เวลาเพิ่มมูลค่าถูกบันทึกโดยใช้การบันทึกลงสมุดหรือกระดาษ หรือโปรแกรม รวมทั้งการเคลื่อนย้ายสินค้าการทำงานในกระบวนการ Work in Process (WIP) สินค้าคงคลังระหว่างเวิร์กสเตชันยังได้รับแจ้งในระหว่างการแนะนำ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้รับการวิเคราะห์และพบว่ามีการทำงานซ้ำ อัตราการปฏิเสธ และสินค้าคงคลังของ สอดคล้องกับ Wakamatsu

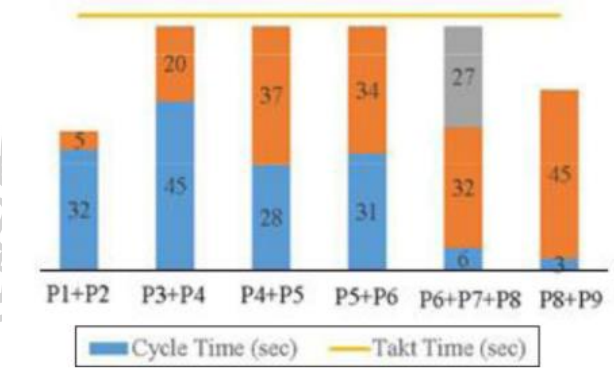
(2009) เมื่อมีการรวบรวมข้อมูลและข้อมูลจากผู้จัดการ วิเคราะห์และจัดรูปแบบใหม่สำหรับพื้นที่ทำงาน ผู้จัดการหรือผู้เก็บข้อมูลสามารถบิดเบือนข้อมูลจากสถานการณ์โดยเจตนาหรือไม่ตั้งใจได้ เนื่องจากข้อมูลบางอย่างอาจกระทบกับชื่อเสียงขององค์กร หรือการผลิตใช้ข้อมูลจากอดีตที่ไม่แน่นอนทั้งจากการบันทึก วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และของเสีย องค์กรสามารถผลิตของเสียจำนวนมากได้ เช่น ปริมาณล็อตใหญ่และปริมาณสินค้าคงคลังจำนวนมาก ซึ่งเป็นช่วงเวลาหนึ่งๆที่ทำให้ข้อมูลผิดปกติ องค์กรแต่ละแห่งได้ใช้เครื่องมือและเทคนิคแบบลีน เช่น Just in time, set up reduction, 5S, TPM เป็นต้น เพื่อให้การผลิตเป็นการผลิตแบบลีนนำมาซึ่งรายงานที่สมบูรณ์ ส่งผลประโยชน์ที่สำคัญต่อกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป อย่างไรก็ต้องเข้าใจระบบทั้งหมดเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด (Kumar et al., 2018) สอดคล้องกับ Fernandes Junior and Pinto (2020) ได้รับการตรวจสอบความถูกต้อง ของกระบวนการทั้งหมดกับทีมเทคนิคของโรงงานโดยมีเป้าหมาย เพื่อยืนยันว่าโฟลว์กระบวนการทั้งหมดอยู่ในลำดับเดียวกันกับที่ดำเนินการใสถานการณ์จริง การตรวจสอบความถูกต้องอีกประการหนึ่งคือการตรวจสอบการสุ่มตัวอย่างรอบเวลาของงาน ด้วยข้อมูลนี้ การจำลองของกระบวนการได้ดำเนินการภายในเครื่องจำลอง โดยใช้การจำลอง 10 ครั้ง

1.3 การประเมินจุดที่ต้องการปรับปรุง (Assessment of Areas that Need Improvement)

ข้อมูลที่ดีนำไปสู่การวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาอย่างถูกต้อง ข้อมูลที่ดีมาจากการลงไปสำรวจพื้นที่หน้างานเพื่อหาข้อมูลรายละเอียดให้ได้เยอะมากที่สุด ทั้งเครื่องมือ อุปกรณ์ สภาพแวดล้อม เครื่องมือที่ช่วยกำจัดความสูญเสียมีด้วยกันหลายแบบ ในการทำ Lean Automation เป็นการพัฒนากระบวนอย่างเป็นลำดับขั้น ทำไปอย่างต่อเนื่องด้วยคอนเซ็ปของการใช้ไคเซ็น การวิเคราะห์กระบวนการจากข้อมูลที่องค์กรมีอยู่ หรือเก็บมาได้ด้วยการจดบันทึก ในปัจจุบัน ใช้ IOT เข้ามาช่วยในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ ข้อมูลเพื่อการพัฒนาการผลิตอย่างแพร่หลาย จากข้อมูลทำให้ทราบถึงความผิดปกติของแต่ละกระบวนการ เวลาการรอคอย ของเสียที่เกิดขึ้น เมื่อเทียบกับสภาวะหรือสถานะการณ์ปกติ (Standardized Work) องค์กรต้องสร้างทีมเพื่อวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นเหล่านี้ เมื่อทีมงานวิเคราะห์พบเจอความผิดปกติต้องคัดเลือกจุด หรือกระบวนการที่ต้องการปรับปรุงเพื่อให้ประสิทธิภาพการผลิตดีขึ้น เพื่อลด Stock ของวัตถุดิบและ Stock ของสินค้าสำเร็จรูป ให้มีปริมาณที่พอเหมาะไม่ก่อให้เกิดต้นทุนที่ไม่จำเป็น การคัดเลือกกระบวนการต้องอาศัยความเข้าใจของทีมงานให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน การลงไปหน้างานจริงทำให้ผู้ประเมิน สามารถเข้าใจในบริบทที่ต้องการปรับปรุง รวมถึงสาเหตุที่แท้จริงของการเกิดความสูญเสียในแง่มุมต่างๆ การวิเคราะห์จากข้อมูลที่เก็บมาได้ จะชี้ให้เห็นความผิดปกติ แต่การไปสำรวจหน้างานจะทำให้ทีมงานเข้าใจในบริบทที่เราต้องการแก้ไขร่วมกัน บางกระบวนการต้องสร้างวิธีการเก็บข้อมูลใหม่ เพื่อความชัดเจนในการแก้ปัญหา

เนื่องจากข้อมูลเก่ามีความไม่ชัดเจนหรือ เก็บไว้คนละส่วนกับที่ทีมต้องการ การเลือกจุดที่จะปรับปรุงต้องอาศัยการระดมความคิดเห็น และไม่ไปยึดกับเทคโนโลยีมากจนกลายเป็นการซื้อเครื่องจักร ทีมวิเคราะห์ยังต้องดูภาพรวมของกระบวนการทั้งหมด ว่าหากปรับส่วนใดไปแล้วจะเกิดผลกระทบในกระบวนการใดบ้าง ในกระบวนการก่อนหน้า และกระบวนการต่อจากกระบวนการที่ปรับปรุง การประเมินในขั้นตอนนี้องค์กรสามารถตั้งทีมงานเพื่อประเมินตนเองได้โดยใช้แบบประเมินที่สร้างขึ้นเอง หรือขอให้ผู้เชี่ยวชาญเข้ามาทำการประเมิน สอดคล้องกับ Wakamatsu (2009) หลักการ Lean ที่สำคัญต้องรู้จัก เก็นบะ เก็นบุตสึ และเก็นจิสึ หมายถึงสถานที่จริง ของจริง และสถานการณ์จริง เป็นตัวช่วยให้พนักงานในโรงงานของญี่ปุ่นมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้น เกี่ยวกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันและสาเหตุของปัญหา เก็นบะไม่ได้เป็นเพียงพื้นที่ตั้งเท่านั้น แต่ยังเป็นสถานที่ซึ่งสิ่งต่างๆ เกิดขึ้นและผู้คนจะต้องไปที่พื้นที่ตั้งเพื่อสังเกตและทำความเข้าใจ เก็นบุตสึหมายถึงชิ้นงานผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในไลน์ผลิต เก็นจิสึหมายถึงข้อเท็จจริงและการตรวจสอบโดยตรงที่แหล่งที่มาของตัวเลขและสิ่งของต่างๆ มีการลงไปตรวจสอบข้อมูลกับหน้างานที่ทำจริง พนักงานต้องใช้ตัวเลขที่มีการบันทึกและผสานกับผู้ที่ทำงานในระบบเพื่อการตรวจสอบได้ สอดคล้องกับ Monden (1993) ของเสียที่เกิดจากในกระบวนการหรือจำนวนขั้นต่ำที่ต้องมีของอุปกรณ์ พื้นที่การปฏิบัติงาน และเวลาของพนักงานซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย หรือผลิตภัณฑ์ที่เสื่อมเสียทางกายภาพ เสื่อมเสียทางเคมีหรือทางชีวภาพที่ไม่สามารถนำออกไปจำหน่ายได้ เป็นสิ่งที่ไม่สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย ความสำเร็จของธุรกิจขึ้นอยู่กับการทำงานร่วมกันของทรัพยากรกับการปฏิบัตงานโดย แบ่งกิจกรรมออกเป็น 3 ประเภท 1) Non-value-adding (NVA) เสียเปล่าและเกี่ยวข้องกับการกระทำที่ไม่จำเป็นซึ่งลูกค้ามองไม่เห็น เช่น เวลารอ 2) จำเป็นแต่ไม่เพิ่มมูลค่า อาจสิ้นเปลือง แต่สิ่งเหล่านี้จำเป็นสำหรับขั้นตอนการปฏิบัติงาน จึงเรียกว่า "ขยะที่เกิดจากอุบัติเหตุ" 3) มูลค่าเพิ่ม สิ่งเหล่านี้เปลี่ยนธรรมชาติ รูปทรง หรือคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ให้ทันกับความต้องการของลูกค้า สอดคล้องกับ Mor et al. (2019) เมื่อพนักงานสามารถมองเห็นความสูญเสีย หรือตามการปรับปรุงงานของญี่ปุ่นเรียกว่า มูดา (ของเสีย) มูระ (ความไม่สม่ำเสมอ) และ มูริ (ภาระหนักเกินไป) Muda หมายถึง ความไร้ประโยชน์หรือความสูญเปล่า รวมถึงการเสียเวลาทรัพยากรสิ้นเปลือง Mura คือ ความไม่สม่ำเสมอ การเปลี่ยนแปลง ความไม่สอดคล้อง ในแง่ของคุณภาพและปริมาณ ไม่ได้เกิดจากการขึ้นลงของอุปสงค์หรือปัญหาการผลิตที่เปลี่ยนแปลงไป Muri คือ คน สิ่งอำนวยความสะดวกและอุปกรณ์ที่มีอยู่มากเกินไป นำไปสู่ขวัญกำลังใจของพนักงานในทางลบ ซึ่งรวมถึงสภาพการทำงานที่ย่ำแย่ และความกดดันในการทำงานต่อบุคคลเพื่อให้เกินขีดจำกัดตามธรรมชาตินำไปสู่ความเครียดในการทำงาน สอดคล้องกับ Demirli et al. (2021) การกำจัดของเสียออกจากระบบ พบว่าความไม่สอดคล้องกันระหว่างกระบวนการของการจัดการทรัพยากรอันเป็นสาเหตุของของเสีย แนวทางแบบลีนมุ่งเน้นไปที่การกำจัดของเสียออกจากกระแสคุณค่าโดยการจัดกระบวนการของทรัพยากรที่สำคัญ

ให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิต เริ่มต้นด้วยการใช้ VSM เพื่อแสดงการไหลของงาน จากนั้นใช้แผนภูมิปฏิสัมพันธ์ระหว่างงานและทรัพยากรเพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ ระบุสาเหตุของช่วงเวลาที่ไม่ได้ใช้ทรัพยากรและเวลารอของงานในระหว่างการปฏิบัติงาน การปรับสมดุลขั้นตอนตามลำดับของกระบวนการผลิตที่ซับซ้อนเป็นหนึ่งในขั้นตอนที่สำคัญที่สุด (Fernandes Junior and Pinto, 2020) สอดคล้องกับ Purushothaman, Seadon and Moore (2021) องค์กรที่มีโครงสร้างการตัดสินใจและการดำเนินการโดยมนุษย์ในองค์กร ก่อให้เกิดการสร้างของเสียจากการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ ของเสียยังเป็นผลมาจากปัจจัยของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจัยด้านความรู้ความเข้าใจ อคติในสถานที่ทำงานที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจ การทำงาน และความสามารถเชิงตรรกะ หากลดอคติและการสนับสนุนการทำงานจะช่วยลดการสร้างของเสียที่เกิดขึ้น อคติส่งผลกระทบต่อทั้งทางบวกและทางลบต่อการใช้เครื่องมือแบบลีน ความสัมพันธ์แสดงให้เห็นว่าอคติส่งผลกระทบต่อการผลิตหลักซึ่งส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อต้นทุนของการผลิต องค์กรจึงต้องทบทวนข้อมูลเพื่อค้นหากระบวนการและจุดที่ต้องการปรับปรุง และมีความเหมาะสมทั้งทางด้านนโยบายและทรัพยากรขององค์กร



ภาพที่ 18 ตัวอย่างการวิเคราะห์ Takt Time กับ Cycle Time ในกระบวนการ (Kumar et al., 2018)

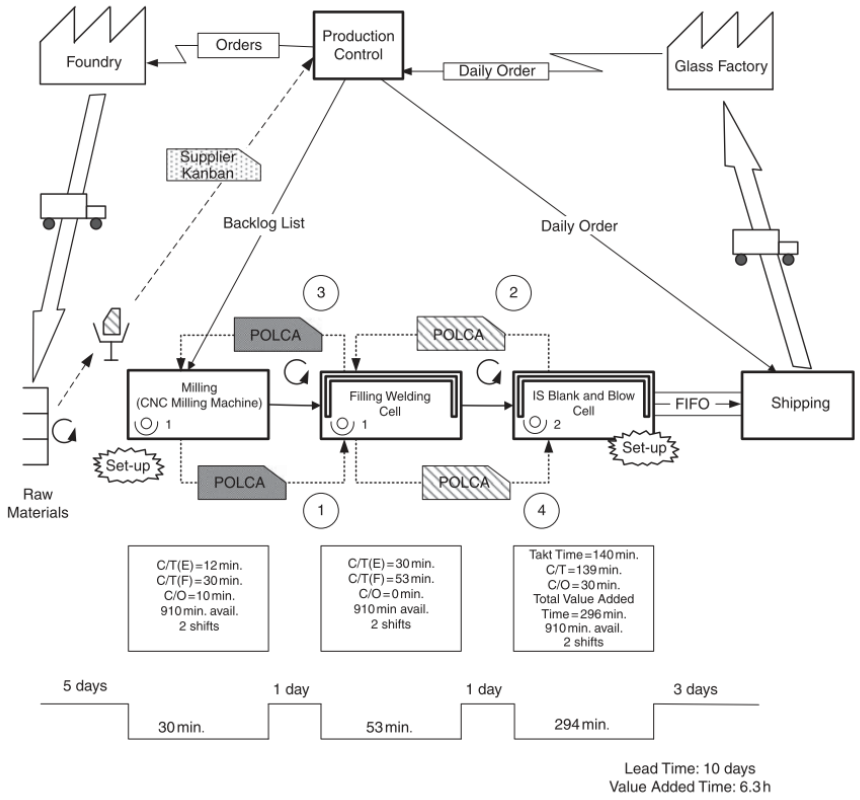
1.4 การใช้เครื่องมือที่มีอยู่ในการแก้ไขปัญหา (Using the tools available to Troubleshoot)

การทำ Lean Automation ไม่มีการจำกัดเครื่องมือในการใช้ หรือการเรียกชื่อของเครื่องมือในแต่ละองค์กรที่มุ่งเน้นในเรื่องของการกำจัดของเสีย ลดของเสีย ความสูญเสียต่างๆ (7 Waste, 16 Major loss) ลดกระบวนการที่ไม่เกิดประโยชน์ หรือในศัพท์ที่ทางญี่ปุ่นเรียกว่า “มูดะ” (MUDA) ให้ลดลง ตัวอย่างเครื่องมือ เช่น QCC KAIZEN 5ส. TPS Kanban การบริหารคุณภาพด้วย 7 QC Tools เป็นต้นสามารถนำมาใช้ในกระบวนการได้ทั้งสิ้นเน้นให้การปรับปรุงเป็น ระบบดึง (Pull System) เริ่มจากการลดความสูญเสียไปทีละจุดทีละกระบวนการ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงาน เน้นการออกแบบการใช้เครื่องมือในการผลิตและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างเช่น การใช้

ไคเซ็น (Kaizen) ปรับปรุงกระบวนการ หรือการปรับปรุงอุปกรณ์โดยใช้ คาราคุริ (Karakuri) เมื่อองค์กรมีวัตถุประสงค์หลักในการใส่ระบบอัตโนมัติ (Jidoka) หรือหุ่นยนต์เข้าไปในกระบวนการ และเพื่อลดความไม่ต่อเนื่องกันระหว่างการลดความสูญเสียของกระบวนการ การแก้ไขปัญหาของแต่ละเครื่องมือควรวางให้สอดคล้องกันกับวัตถุประสงค์หลัก เมื่อเราใช้เครื่องมือในการปรับปรุงกระบวนการต้องมองไปถึงวัตถุประสงค์ท้ายสุดเพื่อให้เกิดการสนับสนุนกัน สิ่งที่สำคัญคือการปรับปรุงเมื่อนำเครื่องมือเข้ามาใช้ต้องเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างก่อนและหลังทำ เพื่อพัฒนาต่อหรือเปลี่ยนการแก้ไขในกระบวนการนั้นๆ องค์กรจึงปฏิเสธไม่ได้ว่าควรต้องมีทีมงานเข้ามาช่วยวิเคราะห์ในแต่ละกระบวนการที่กำลังศึกษา หากพบข้อมูลหรือความสูญเสียมากขึ้น ต้องหาสาเหตุของปัญหา (Root Cause Analysis : RCA) ให้พบพร้อมทั้งหาวิธีการป้องกันความผิดพลาดด้วย โปกะ โยเกะ (Poka-Yoke) ก่อนดำเนินการขั้นต่อไป สอดคล้องกับ Chiarini, Baccarani and Mascherpa (2018) ไคเซ็นต์(Kaizen) เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของการจัดการคุณภาพโดยรวม Total Quaility Management (TQM) เกี่ยวกับหลักการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง Plan-Do-Check-Act (PDCA) ไคเซ็น แปลความถึง การเปลี่ยนแปลง (ไค) และ ดี (เซน) ซึ่งหมายถึงการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นด้วยเทคนิค และวิธีการหลายอย่างบนความพึงพอใจของลูกค้า เช่น Kanban, TPM, Six Sigma, ระบบอัตโนมัติ, JIT, ระบบข้อเสนอแนะ การปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน การเคารพผู้ร่วมงานและการทำงานเป็นทีม เชื่อมโยงกับวิสัยทัศน์ระยะยาวมากกว่าผลกำไรระยะสั้นที่นำมาปรับปรุงการดำเนินการของธุรกิจ รวมถึงการค้นหาการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Dal Forno and Forcellini, 2012) ลำดับปัจจัยของการถ่ายทอดไคเซ็นต์ในองค์กรจากน้อยไปมาก ได้แก่ วัฒนธรรมองค์กรน้อยกว่า การมีส่วนร่วมของพนักงานน้อยกว่า วินัยของพนักงานน้อยกว่า การริเริ่มส่วนบุคคลของพนักงานน้อยกว่า ความมุ่งมั่นของผู้บริหารระดับสูงน้อยกว่า การบังคับใช้การจัดการน้อยกว่า ความกระตือรือร้นของพนักงานน้อยกว่า การสนับสนุนด้านการจัดการน้อยกว่า วัฒนธรรมและประเพณีต่อความสามารถในการถ่ายทอดไคเซ็น การนำ Kaizen มาใช้ให้เกิดผลทันที จำเป็นต้องแยกวัฒนธรรมของบริษัทออกจากวัฒนธรรมท้องถิ่นตั้งแต่เริ่มต้น โดยไม่คำนึงถึงวัฒนธรรมหรือประเพณีดั้งเดิมสำหรับงานที่ต้องการปรับปรุงด้วยไคเซ็นต์ (Aamer, Al-Awlaqi, Mandahawi, Triawan and Al-Madi, 2021) สอดคล้องกับ Burghall, Grant and Morgan (2014) "Lean Manufacturing" หรือ "Lean Production" มีเป้าหมายในการปรับปรุงคุณภาพและลดต้นทุนโดยเน้นความต้องการของลูกค้ามีความสำคัญสูงสุด วิธีการแบบลีนมุ่งเป้าไปที่การเพิ่มมูลค่า ปรัชญาแบบลีนมีพื้นฐานมาจากการจัดการความสูญเสียเจ็ดประเภท การผลิตที่มากเกินไป ปริมาณสินค้าคงคลังที่เพิ่มขึ้น เสียเวลาเนื่องจากการประมวลผลช้า การเคลื่อนไหวของพนักงานหรืออุปกรณ์ส่งผลให้เกิดของเสีย การประมวลผลมากเกินไป การขาดคุณค่าของผลิตภัณฑ์ในการขนส่ง และของเสียเนื่องจากข้อบกพร่อง การประยุกต์ใช้และการรวมกันกับวงจร Plan-Do-Check-Act กับ DMAIC (Define

กำหนด Measure การวัด Analyze วิเคราะห์ Improve ปรับปรุง Control การควบคุม) การทำงานร่วมกันของเครื่องมือทั้งสองจะทำให้องค์กรได้รับสิ่งที่ดีที่สุด เกิดเป็น "วัฏจักร" ต้องทำซ้ำอย่างต่อเนื่องจนกว่าจะบรรลุเป้าหมาย แนวทางเพิ่มเติมของ Lean Six Sigma เกี่ยวข้องกับการใช้ Lean และ Six Sigma เป็นวิธีการแยกกัน แยกจากกัน ทำได้โดยใช้ Six Sigma ก่อน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการ จากนั้นจึงใช้ Lean เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ ต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมกับวัฒนธรรม อุตสาหกรรมและธรรมชาติขององค์กรมากที่สุด (Salah, Rahim and Carretero, 2010) Six Sigma เป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพและเป็นระบบในการปรับปรุงกระบวนการ พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่อย่างต่อเนื่องโดยใช้เครื่องมือและวิธีการวิเคราะห์และสถิติที่มีประสิทธิภาพแบบ Six Sigma โดยใช้ระเบียบวิธี DMAIC (Hakimi, Zahraee and Mohd Rohani, 2018) สอดคล้องกับ Douglas, David Muturi, Dr Alexander Douglas, Douglas and Ochieng (2015) ผู้จัดการและพนักงานต้องได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับเครื่องมือและเทคนิคต่างๆ มากมายที่ประกอบเป็นแนวทางแบบลีนซิกส์ซิกมา ปัจจัยที่สำคัญที่สุดสำหรับการดำเนินการที่ประสบความสำเร็จคือการมีส่วนร่วมและการมีส่วนร่วมของฝ่ายบริหารหากปราศจากการสนับสนุน กลยุทธ์การปรับปรุงจะต้องดิ้นรน และมีอุปสรรคจำนวนมากก่อนประสบความสำเร็จ สอดคล้องกับ ความสำเร็จของ Lean Manufacturing (LM) ไม่ใช่เทียบได้กับ "การลดของเสีย" เพียงอย่างเดียวเท่านั้น ส่วนประกอบในกระบวนการ โครงสร้างพื้นฐานของบริษัทและซัพพลายเออร์มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งสิ้น จึงสามารถแสดงให้เห็นได้อย่างมีประสิทธิภาพ การกำจัดของเสียและการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ความเรียบง่ายของกระบวนการผลิตมีความสำคัญต่อความสำเร็จของ LM การลดจำนวนชิ้นส่วนในผลิตภัณฑ์และหรือการลดความซับซ้อนของกระบวนการส่งผลต่อของเสียโดยตรง การควบคุมกระบวนการทางสถิติที่ง่ายขึ้น การตั้งค่าเครื่องจักรที่เร็วขึ้นกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ประโยชน์จากประสิทธิภาพการผลิตที่สูงขึ้นและความเชื่อถือได้ของกระบวนการผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับการใช้เทคนิคและแอปพลิเคชันการออกแบบการผลิตที่ใช้ไอทีเป็นหลัก การจัดการทรัพยากรมนุษย์เป็นตัวกำหนดโดยตรงที่สำคัญต่อความสำเร็จของ LM เนื่องจากทำให้พนักงานได้รับอำนาจ ทำงานเป็นทีม และได้รับการฝึกอบรมทักษะที่หลากหลายเพิ่มเติมจากทักษะเฉพาะหน้าที่ของตน (Ghobakhloo et al., 2018) สอดคล้องกับ K, A, Lanka and Gopal (2021) การพัฒนาสำหรับสภาพแวดล้อมการผลิตที่กำหนดขึ้นได้โดยมีความต้องการและเวลาในการประมวลผลที่เสถียร ในสภาพแวดล้อมประสิทธิภาพการทำงานจะเหมาะสมที่สุด ดังนั้นจำนวนคัมบัง (Kanban) คงที่ จึงให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ในสภาพแวดล้อมอุปสงค์ที่เสถียร อย่างไรก็ตาม ความต้องการที่ไม่แน่นอนเพิ่มขึ้นเนื่องจากโลกาภิวัตน์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเปลี่ยนจำนวนคัมบังในระบบการผลิตตามความต้องการผันแปร สิ่งนี้นำไปสู่การพัฒนาระบบ Kanban แบบ ทันเวลา (Just in Time) ระบบที่ออกแบบมาเพื่อประสิทธิภาพสูงสุดมักประสบความล้มเหลวในการแสดงประสิทธิภาพที่คาดหวังภายใต้ความไม่แน่นอนของสภาพแวดล้อมแห่งความเป็น

จริงเมื่อนำไปใช้งาน การออกแบบด้วยการจำลองจะช่วยให้ผลลัพธ์ประสิทธิภาพอาจไม่ได้ตามความสามารถสูงสุด แต่ช่วยให้ความแปรปรวนของประสิทธิภาพน้อยลงอย่างมากในการเนินงานในสภาวะจริง (Aydin, Ozgurler, Durmusoglu and Ozgurler, 2018) สอดคล้องกับ Satoglu, Ustundag, Cevikcan and Durmusoglu (2018) ความหลากหลายของผลิตภัณฑ์และความแปรปรวนของความต้องการสูง ระบบการผลิตได้รับการออกแบบให้ระบบ Push ซึ่งสร้างสินค้าคงคลังในระดับสูง ระยะเวลารอคอยสินค้านานและลดระดับความพึงพอใจของลูกค้า จากปัญหาเหล่านี้บริษัทจึงแสวงหาระบบการผลิตแทนระบบผลัก เพื่อตอบสนองคำสั่งซื้อของลูกค้าได้รวดเร็วยิ่งขึ้นและด้วยต้นทุนที่ต่ำลง จึงเปลี่ยนจากเดิมเป็นดึง Pull ไปปฏิบัติเป็นขั้นตอนที่สำคัญสำหรับโครงการการเปลี่ยนแปลงแบบลีน กระบวนการฝึกอบรมช่วยให้พนักงานเชื่อในประโยชน์ของระบบการผลิตแบบดึง สอดคล้องกับ Kumar et al. (2018) ก่อนและหลังการนำ Value stream map ไปใช้ ข้อมูลที่ได้รับจะได้รับการวิเคราะห์และขจัดเวลาการทำงานซ้ำ ระดับสินค้าคงคลังที่ลดลง เวลารอคอยสินค้าที่ลดลงและ CT ผลผลิตที่ได้รับการปรับปรุงและคุณภาพของผลิตภัณฑ์จะถูกนำเสนอเป็นการค้นพบของวิธีการ Lean-Kaizen เป็นโอกาสที่ดีสำหรับทุกคนในอุตสาหกรรมที่จะมีส่วนร่วมในการบรรลุเป้าหมายขององค์กร เพื่อบรรลุความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่องในด้านผลผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 19 ตัวอย่าง Value stream mapping ที่มีการจัดการด้วยระบบดึง (Kabadurmus and Durmusoglu, 2019)

1.5 การออกแบบหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ (Robot or Automation Design)

การผลิตอาหารมีหลักสำคัญที่ไม่สามารถมองข้ามไปได้ คือเรื่องของความปลอดภัยในอาหาร (Food Safety) ในระบบการผลิตที่ดีจึงต้องมีการปฏิบัติตามหลักการปฏิบัติที่ดี (Good Manufacturing Practice :GMP) และยังต้องมีการควบคุมในจุดวิกฤตในกระบวนการผลิต (Hazard Analysis Critical Control Point : HACCP) การออกแบบระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์เข้ามาใช้งานในการออกแบบจำเป็นต้องใส่ในรายละเอียดเรื่องสุขลักษณะและการปฏิบัติที่ดีเข้าไปด้วย หากองค์กรมีฝ่ายออกแบบเองเป็นส่วนความรับผิดชอบขององค์กรจะมีความเข้าใจในส่วนนี้ มากกว่าที่เราจ้างคนออกแบบ การออกแบบต้องลงในรายละเอียดผ่านโปรแกรมการออกแบบ เพื่อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะ (Specification) ทั้งทางด้านส่วนประกอบ คุณสมบัติการใช้งาน ยี่ห้อ ความสามารถในการทำงาน และที่สำคัญขอบเขตงาน ด้วยสัญญาที่เป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อความสะดวก รวดเร็วในการติดตามงาน และกำหนดผู้รับผิดชอบอย่างชัดเจน ยิ่งรายละเอียดงานมากเท่าไรจะทำให้งานสามารถมีโอกาสสำเร็จได้มากยิ่งขึ้น เรื่องของพื้นที่การติดตั้งผู้ออกแบบต้องเข้าไปดูสภาพแวดล้อมก่อนการออกแบบ เพื่อดูให้ชัดเจนถึงพื้นที่ที่มีและพื้นที่ที่ใช้ได้จริง เนื่องจากพื้นที่ที่มีอยู่อาจใช้ร่วมกับการสัญจรของรถ หรือวางสินค้าประเภทอื่นๆอยู่ จึงต้องชัดเจนในเรื่องของขอบเขตพื้นที่ที่ใช้ติดตั้ง การออกแบบวางระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ที่ได้มีการปรับปรุงจากไคเซ็นต์มาแล้ว จะช่วยให้ไลน์มีประสิทธิภาพ ระดับหนึ่งเพื่อส่งต่อการใช้สกิลของคนลงไปสู่การออกแบบระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ที่มีประสิทธิภาพด้วย ข้อสำคัญต่อมาคือเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ต้องคัดเลือกให้มีความเหมาะสมกับองค์กร การออกไปดูระบบที่ทำงานได้จริงจะช่วยในการเปิดโลกกว้างในความคิดของการออกแบบและการเลือกใช้อุปกรณ์ ผู้ออกแบบต้องประเมินข้อดีข้อเสียให้ชัดเจน ในเรื่องของ กำลังผลิตของหุ่นยนต์ (Capacity) ให้สอดคล้องกับกระบวนการโดยรวม ไม่ให้เกิดการรอคอย (Waiting Time) หรือการผลิตเกินจำเป็น (Over Stock) ต่อกระบวนการอื่น ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพโดยรวมของกระบวนการผลิต (Overall Equipment Effectiveness :OEE) เนื่องจากการทำ Lean Automation เป็นการค่อยๆปรับปรุงไปทีละจุดจึงยังต้องมีการทำงานร่วมกับคนและการจับ ยก ย้าย ที่เป็นกระบวนการเดิม นอกจากนี้ข้อมูลของสินค้าที่ผลิตมีความจำเป็นในการออกแบบเช่นกัน ทั้ง ขนาด น้ำหนัก รูปทรง ภาชนะที่ใส่ ฯลฯ ผู้ออกแบบต้องเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับสินค้า ต้องวิเคราะห์ถึงความเร็วที่สามารถหยิบจับสินค้านั้นๆได้ และลักษณะของการจับ ยก ย้าย ต้องทำแบบใดเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด การออกแบบจาก Lean Automation จะช่วยให้ประหยัดงบการลงทุนในแต่ละครั้ง และเลือกยอมรับในความเสี่ยงของกระบวนการแต่ละจุดที่เราจะทำการลงทุนกับระบบอัตโนมัติและเครื่องจักรได้ ทั้งนี้หากองค์กรใช้ผู้ออกแบบจากภายนอก จึงมีความจำเป็นต้องทำความเข้าใจ และสร้างการสื่อสารที่ดีระหว่างองค์กรกับผู้ออกแบบ เพื่อความเข้าใจในกระบวนการที่

แท้จริง และลดการเสียเวลาในการแก้ไขแบบดังกล่าว สอดคล้องกับ Pantano et al. (2020) การทำงานร่วมกันของหุ่นยนต์ที่ตีความความยืดหยุ่นด้วยวิธีการสอนหุ่นยนต์ อีกแนวทางหนึ่งเพื่อความยืดหยุ่นคือการใช้ Radio-Frequency Identification (RFID) หรือเทคโนโลยี โซลูชันทางเทคนิค เหล่านี้มีข้อดีเมื่อเทียบกับแนวทางการมองเห็น เนื่องจากต้องใช้พลังงานในการทำงานน้อยกว่ามากจึงมีราคาถูกกว่า กล้องเหล่านี้รักษาความแม่นยำและความน่าเชื่อถือ การบูรณาการการทำงานร่วมกันระหว่างมนุษย์กับหุ่นยนต์โดยกล่าวถึง ความปลอดภัย ส่วนต่อประสาน และวิธีการออกแบบ ไปใช้ต้องคำนึงถึงข้อจำกัดที่กำหนดโดยฮาร์ดแวร์ จากข้อจำกัดเหล่านั้นมีอิทธิพลมากที่สุดคือไม่ยอมให้มีความยืดหยุ่นในระดับที่ต้องการทำให้เป็นข้อขัดแย้งระหว่างความปลอดภัยของข้อมูลกับการใช้งาน และเพื่อตอบสนองความต้องการสำหรับสถานการณ์การผลิตในอนาคตโดยใช้คุณสมบัติการปรับตัวที่แท้จริงของผู้ปฏิบัติงานจำเป็น ต้องมีรายละเอียดเพิ่มเติมเพื่อให้แน่ใจว่าสามารถนำไปใช้กับการผลิตในขนาดที่ใหญ่ขึ้นได้ เนื่องจากความจำเป็นของเทคโนโลยีที่มีความยืดหยุ่นมากขึ้นเชื่อมต่อถึงกัน และความปลอดภัย การจัดวางที่เหมาะสม การสะสมสต็อก อัตราการปฏิบัติงานต่อเวิร์คสเตชั่น และสร้างการเชื่อมต่อที่ให้วิสัยทัศน์ทั่วโลกเกี่ยวกับโอกาสของกระบวนการทั้งหมด เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการตัดสินใจประหยัดเวลาและลดการลงทุนทางการเงิน เพื่อช่วยในการจัดสรรทรัพยากรและป้องกันอุปสรรค (Fernandes Junior and Pinto, 2020) สอดคล้องกับ Purushothaman et al. (2021) การใช้งานแบบลีนเกี่ยวข้องกับการกำหนดกระบวนการรับที่ได้รับการปรับปรุงโดยใช้แบบกระบวนการดิจิทัลโดยปรึกษาหารือกับฝ่ายพันธมิตรและซัพพลายเออร์ สอดคล้องกับ J. Bai, Zhang, Qin, Wang and Zheng (2020) เสนอวิธีการตรวจจับด้วยภาพแบบไฮบริดสำหรับระบบการผลิตหุ่นยนต์เคลื่อนที่ วิธีการตรวจจับนี้ใช้ระบบการมองเห็นด้วยตาเปล่าซึ่งประกอบด้วยกล้องและเลเซอร์ดิสเพลสเมนต์เซนเซอร์ และสามารถจัดตำแหน่งสำหรับระนาบและการวางตำแหน่งเชิงพื้นที่ของชิ้นงาน ส่งผลให้สามารถกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างระบบพิกัดชิ้นงานกับระบบพิกัดผลสุดท้ายได้อย่างแม่นยำ เพื่อแก้ปัญหาการออกแบบอุปกรณ์จับยึดที่เหมาะสมที่สุด เพื่อให้ได้พารามิเตอร์การออกแบบที่ดีที่สุดในการสร้างมือจับของหุ่นยนต์(Gripper) ประสิทธิภาพที่พัฒนาขึ้นนั้นประเมินโดยการเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิมแต่ที่ปรับปรุงเน้นการแก้ปัญหาการปรับให้เหมาะสม โดยพิจารณาจากการกำหนดค่ากริปเปอร์ที่แตกต่างกัน Mahanta, Bbvl, Biswal and Rout (2020) ดำเนินการการวิเคราะห์ประสิทธิภาพจากตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพ ผลลัพธ์ที่ดีกว่าสำหรับการวิเคราะห์ความไวสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพ การออกแบบจะดำเนินการเพื่อค้นหาผลที่ตามมาที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรการออกแบบ ตามด้วยการพัฒนาอุปกรณ์จับยึดแบบขนาน ค่าที่เหมาะสมที่ได้รับจะถูกนำมาใช้เพื่อสร้างกริปเปอร์ที่ออกแบบมาอย่างเหมาะสมเพื่อการยึดจับที่แม่นยำในการประกอบและการทำงานอัตโนมัติ สอดคล้องกับ Ogbemhe and Mpofu (2015) หลักในการทำให้ระบบเชื่อมอาร์กของหุ่นยนต์อัจฉริยะทั้งหมดเป็นจริงยังคงเป็นการผสมผสานที่ลงตัวและความเข้าใจที่ดีในการ

วางแผนวิถี การติดตามรอยต่อ และวิธีการควบคุมขั้นสูง จำเป็นต้องมีความสามารถในการติดตามวิถีโคจรอย่างชาญฉลาดในการเชื่อมอาร์กของหุ่นยนต์ สนับสนุนการคิดเชิงออกแบบที่เน้นวัตถุประสงค์มากกว่าแบบฟอร์มที่กำหนดตายตัว การออกแบบการมีส่วนร่วมของหุ่นยนต์ไม่ควรขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี แต่ขับเคลื่อนด้วยคุณค่า เพื่อให้การเขียนโปรแกรมของหุ่นยนต์สามารถตอบสนองแนวคิดทางธุรกิจ ที่เป็นรูปธรรมตอบสนองความต้องการเฉพาะด้าน (Wu, Fan, Yang and He, 2021) สอดคล้องกับ Shaikh, Berfield and Atre (2022) การจำลองกระบวนการพิมพ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการออกแบบชิ้นส่วนและพารามิเตอร์การพิมพ์เพื่อควบคุมความสม่ำเสมอในการทำงาน สามารถผสมผสานแบบจำลองการจำลองที่ไม่เหมือนกัน แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นสามารถคาดการณ์ประสิทธิภาพของระบบกล้องติดตัวและกล้องติดที่ต่างๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล การรวมตัวของระบบควบคุมเข้ากับการจำลองช่วยให้นักพัฒนาสามารถเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพของการกำหนดค่าต่างๆ ได้ง่าย การใช้แพลตฟอร์มการสื่อสารร่วมกันสามารถสื่อสารระหว่างการจำลองหลายชุดเกิดการจำลองที่หลากหลาย ข้ามข้อจำกัดในปัจจุบันของซอฟต์แวร์จำลองสถานการณ์ที่เคยมี (Steed, 2019) สอดคล้องกับ P. Wang, Li, Yu, Zhang and Xu (2016) แสดงเป็นภาพเคลื่อนไหวที่แสดงภาพของการดำเนินการและสามารถใช้เพื่อดูรายละเอียด ตรวจสอบ และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของการประกอบ สามารถอ้างได้ว่าการดำเนินการประกอบและการจำลองเป็นการแสดงข้อมูลการประกอบเดียวกัน การทำแบบงานจึงจำเป็นต้องเชื่อมต่อทั้งสองระดับเพื่อถ่ายโอนข้อมูลการประกอบด้วยการเคลื่อนไหวจริงและการจำลองโดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับ Yang, Wen, Hsieh and Zhang (2020) การจำลองเหตุการณ์แบบไม่ต่อเนื่องจะประมวลพฤติกรรมของระบบที่ซับซ้อนเป็นลำดับของเหตุการณ์ที่กำหนดไว้อย่างดี การจำลองใช้แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์เพื่อนำเสนอระบบที่ซับซ้อนอย่างเป็นธรรมชาติและยืดหยุ่น โดยการจำลองลักษณะการทำงานและประสิทธิภาพของระบบ จะสร้างค่าประสิทธิภาพของระบบ เช่น ต้นทุน ผลลัพธ์ และประสิทธิภาพ การจำลองสามารถใช้เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการออกแบบใหม่ แต่ไม่สามารถให้การออกแบบที่เหมาะสมที่สุดได้

1.6 การจำลองรูปแบบและกำหนดสเปก (Model simulation and specification)

บางองค์กรขนาดใหญ่มีการลดทุนในด้านการจำลองหุ่นยนต์ และระบบอัตโนมัติเพื่อดูถึงโอกาสของความสำเร็จในแต่ละกระบวนการก่อนการลงทุนที่แท้จริง แต่สำหรับองค์กรที่มีขนาดย่อมลงมาหรือองค์กรที่ไม่ต้องการลงทุนต้องหาคู่ค้าที่เป็นผู้ผลิตหรือผู้จัดทำระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ (Supplier) เพื่อที่สามารถขอใช้อุปกรณ์ทดลองหรือเช่าเพื่อทดลอง เพื่อจำลองสถานการณ์ (Simulation) และคำนวณถึงความสำเร็จที่เป็นไปได้ การจำลองเป็นการลดขนาดอุปกรณ์ให้มีขนาดเล็กลงโดยยึดตามสเกลขนาดเดิม จากนั้นใช้โมเดลขนาดเล็กทดลองการผลิตใหม่ที่ใช้ระบบอัตโนมัติ

หรือหุ่นยนต์หรือการจำลองในจุดที่สำคัญ ที่พบปัญหาและต้องการแก้ไข (Pain Point) โดยใช้หุ่นและอุปกรณ์จริงแต่สร้างเฉพาะส่วนเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหา ปัจจุบันมีการใช้โปรแกรมในการจำลองสถานะการณ์ได้เพื่อประกอบการตัดสินใจของทีมหรือผู้บริหารองค์กร ควบคู่กับแบบและสัญญาที่ตกลงกัน แต่การจำลองด้วยสถานะการณ์จริงก็เป็นตัวยืนยันได้ดีกว่าเนื่องจากในโปรแกรมมีบางค่าที่เราอยากควบคุมแต่โปรแกรมไม่มีและบางค่าที่โปรแกรมมีแต่องค์กรไม่มีข้อมูล จึงทำให้โปรแกรมทำงานได้ไม่ทุกสถานการณ์ ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายในการจำลองหรือทดลององค์กรที่พัฒนาอาจต้องมีส่วนในการจ่ายเพื่อซื้ออุปกรณ์ เช่าเครื่องจักรทดลอง เนื่องจากเป็นสินค้าและการจำลองกระบวนการขององค์กรที่ต้องการพัฒนาหรือตามแต่ตกลง การจำลองรูปแบบสามารถแสดงให้เห็นโอกาสของการปนเปื้อน(Contamination) ของกระบวนการผลิตอาหารซึ่งจะส่งผลต่อความปลอดภัยในอาหาร องค์กรจะสามารถวิเคราะห์ผ่านรูปแบบจำลองเพื่อเลือกอุปกรณ์ และวัสดุ ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในกระบวนการ ในขั้นตอนนี้เองก็เพื่อจะสรุปแนวคิดให้ชัดเจนร่วมกันระหว่างผู้ออกแบบกับผู้ผลิตและองค์กร ให้ดำเนินการไปทิศทางเดียวกันและสร้างความเข้าใจร่วมกัน สอดคล้องกับ Fernandes Junior and Pinto (2020) การสร้างแบบจำลองเพื่อประเมินระบบที่ซับซ้อน ซึ่งสนับสนุนการค้นหาโซลูชันที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดค่าทางกายภาพหรือกฎการทำงานของระบบ แอปพลิเคชั่นที่ใช้เติบโตขึ้นในทุกด้าน รวมทั้งกระบวนการตัดสินใจด้วยคน (Manager) ทำให้เข้าใจพฤติกรรมของกระบวนการและตัวแปรได้ดีขึ้น เป็นการปรับสมดุลของสถานีปฏิบัติการและแผนผังกระบวนการ สามารถเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์มากในการสนับสนุนการตัดสินใจในการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต การจำลองยังสามารถใช้เป็นการสนับสนุนที่ดีในการทำความเข้าใจข้อจำกัดตามหลักสรีรศาสตร์ในสถานีงานสถานีงาน การยศาสตร์ของคนทำงาน ทำให้เกิดความสอดคล้องระหว่างเงื่อนไขที่ปรับปรุงงานของมนุษย์และการปรับตัวให้เข้ากับทรัพยากรการดำเนินงาน สอดคล้องกับ Bogue (2021) ความจำเป็นในการใช้ระบบอัตโนมัติและส่งเสริมการใช้งานหุ่นยนต์ความก้าวหน้าล่าสุดของเทคโนโลยี AI ได้นำไปสู่การเกิดขึ้นของชุมชนที่เติบโตอย่างรวดเร็วของบริษัทออกแบบหุ่นยนต์ และที่ผลิตซอฟต์แวร์ AI หุ่นยนต์มีความสามารถขั้นสูงทำได้ทั้งการเลือกผลิตภัณฑ์แบบผสม การคัดแยก การจัดชุด สิ่งเหล่านี้ถูกนำไปใช้โดยบริษัทอีคอมเมิร์ซและลอจิสติกส์จำนวนมากขึ้นเรื่อยๆและกำลังไปสู่ระบบอัตโนมัติของคลังสินค้าในระดับที่สูงขึ้น ระบบสายพานลำเลียงและระบบคัดแยกเป็นการออกแบบเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานเป็นการแข่งกันเพื่อดูว่าบริษัทใดทำสำเร็จก่อน และผู้ใดเลือกใช้วัสดุได้เหมาะสมกว่ากัน สอดคล้องกับ F. Chen, Carbonari, Canali, D'Imperio and Cannella (2015) มนุษย์มีทักษะในการทำงานที่ซับซ้อนโดยใช้มือ จำเป็นอย่างยิ่งที่หุ่นยนต์จัดการแบบธรรมดาจะต้องสามารถทำการจัดการที่ซับซ้อนได้เช่นเดียวกับที่มนุษย์ทำ การออกแบบ วิเคราะห์ และสาธิตอุปกรณ์จับยึดแบบใหม่ที่มีลักษณะเหมือนขากรรไกร เพื่อการบิดและการวางตำแหน่งที่แม่นยำ สิ่งสำคัญคือต้องสร้างอุปกรณ์จับยึดที่สามารถนำไปหยิบวัสดุได้ โดยมีการ

เคลื่อนที่ที่เร็ว สำหรับการประกอบที่ยืดหยุ่นจนถึงการผลิตขนาดเล็ก การออกแบบทางกลไกลักษณะนี้สามารถรับประกันได้ทั้งความเรียบง่ายและความคล่องแคล่ว และวัสดุหรือของที่ใช้สร้างอุปกรณ์ต้องไม่ส่งผลเสียต่อผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่สัมผัส เราใช้ผลการทดลองและการจำลองรูปแบบการทำงานพิสูจน์ประสิทธิภาพการทำงานและความสูญเสียที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน การควบคุมสำหรับการบิดแบบปรับได้และเลือกใช้วัสดุที่ทนทานให้เหมาะกับการใช้ความเร็วสูงด้วย สอดคล้องกับ D'Souza, Costa and Pires (2020) งานหยิบสินค้าในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นแบบอัตโนมัติโดยสมบูรณ์ถูกนำเสนอเพื่อออกแบบระบบที่ใช้งานง่าย ปรับให้เข้ากับแอพพลิเคชั่นต่างๆ หรือทรัพยากรต่างๆที่มีอยู่ก่อนแล้วและนั่นอาจเป็นโครงสร้างพื้นฐานพื้นฐานสำหรับระบบการหยิบสินค้าขั้นสูง ต้องได้รับการพิสูจน์แล้วว่าทำงานได้ดี โดยการทดลองและจำลอง โดยใช้คุณลักษณะทั้งหมดที่จำเป็นสำหรับระบบหยิบสินค้าในสถานการณ์อุตสาหกรรม 4.0 อันแสดงถึงมนุษย์และเครื่องจักรต้องทำหน้าที่เป็นเพื่อนร่วมงาน การปรับปรุงและเพิ่มคุณสมบัติให้กับระบบอย่างต่อเนื่อง ในแง่ของการปรับปรุง สามารถลดจำนวนอุปกรณ์ที่ติดตั้งบน AGV ได้อย่างมาก เพิ่มพื้นที่ว่างและลดน้ำหนักที่ AGV บรรทุกได้ สอดคล้องกับ Fazlollahtabar, Saidi-Mehrabad and Masehian (2021) เพื่อลดการหยุดการทำงานของระบบระบบเนื่องจากข้อขัดข้องหรือการชะงักงันดังนั้น ศึกษาการจำลองเสมือนจริงเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ เพื่อศึกษารูปแบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับการระบุตำแหน่งจุดเปลี่ยนที่เสนอ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกลยุทธ์การวางแผนเส้นทางใช้การจำลองเหตุการณ์แบบไม่ต่อเนื่อง ใช้สภาพแวดล้อมการจำลองตามแบบจำลองที่เสนอ และปรับให้เหมาะสม ข้อมูลจำเพาะด้านการผลิตดึงมาจากระบบอุตสาหกรรมจริงในตอนเหนือของอิหร่านมีสถานีงานอยู่หกแห่ง AGV เพื่อจัดการวัสดุและผลิตภัณฑ์ระหว่างสถานีงาน เส้นทางที่จะเคลื่อนย้าย AGV และหาเส้นทางที่ไม่เกิดการใช้งานอย่างต่อเนื่องจากรูปแบบการจำลอง

1.7 วิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุน (Return on Investment)

ความคุ้มค่าในการลงทุนระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ สามารถวัดได้จากระบบที่สามารถทำได้หลายอย่าง หลายหน้าที่ในเครื่องเดียว สามารถรวบกระบวนการผลิต การตรวจสอบคุณภาพเข้าไว้ด้วยกัน จากการออกแบบที่ผสมผสานวิธีการเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเครื่องระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ที่ทำงานได้ด้วยเครื่องเดียว การคำนวณการลงทุนองค์กรที่เป็นโรงานผลิตจะมีค่าดำเนินการ (Operation Cost) ของการผลิตในแต่ละกระบวนการ การหากการลงทุนของระบบอัตโนมัติสามารถลดต้นทุนส่วนนี้ลงได้ องค์กรจึงใช้การคำนวณระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) ให้กับการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการนั้นๆ หรือของโครงการนั้นๆได้ หรือการคำนวณผลตอบแทนของการลงทุน (Return on Investment: ROI) ทั้งนี้การลงทุนในระบบอัตโนมัติมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ในบางองค์กรใช้สถาบันการเงินเพื่อการลงทุนก็ต้องคำนวณในค่าดอกเบี้ยที่เกิดขึ้นเข้าไปด้วย

อย่างไรก็ตามการลงทุนและการคำนวณความคุ้มทุนต้องอาศัยข้อมูลที่ถูกต้อง เพื่อลดความผิดพลาดในการบวนการตัดสินใจ เมื่อองค์กรรู้จักตัวเองจากขั้นตอนก่อนหน้าก็จะสามารถเลือกระบบ ออกแบบระบบและหุ่นยนต์อัตโนมัติที่มีความเหมาะสมกับองค์กรทั้งในด้านการใช้งานและการลงทุน การลงทุนสามารถแบ่งเป็นหลายตอนในแต่ละโครงการเพื่อกระจายความเสี่ยงในความผิดพลาดของโครงการและลดความเสี่ยงในการลงทุนที่สูง ทีมและการประชุมร่วมกับในองค์กร สามารถช่วยลดความผิดพลาดในเรื่องของข้อมูล และการลงทุนในกระบวนการต่างๆได้ การลดกำลังคนเป็นส่วนนึงที่ทำให้ต้นทุนลดลง อย่างไรก็ตามระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ยังสามารถเข้ามาช่วยในส่วนของการเพิ่มความสุขให้กับพนักงานเนื่องจากงานที่รวดเร็วขึ้น ระยะเวลาคืนทุนโดยส่วนใหญ่ไม่มีข้อกำหนดที่ตายตัว แต่กำหนดโดยทั่วไปประมาณ 3 ปี บางโครงการเมื่อนำระบบอัตมัติหรือหุ่นยนต์เข้ามาใช้ ลดข้อมผิดพลาดได้มากกว่า 90% แต่ระยะเวลาการคืนทุนอาจมากกว่า 3 ปี จึงไม่สามารถนำตัวเลขจากการคำนวณมาเป็นตัวตัดสินการลงทุนเพียงอย่างเดียว ควรมีการจัดตั้งทีมเพื่อวิเคราะห์ในผลการตอบแทน ประกอบกับข้อมูลจริงที่สามารถเชื่อถือได้ ความต้องการของลูกค้ามีส่วนในการพัฒนาระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์เช่น เดียวกันหากลูกค้าต้องการลดการใช้ทรัพยากรหรือลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ตามแนวทางของ Carbon footprint องค์กรจึงไม่อาจหลีกเลี่ยงการลงทุนนั้นๆได้ถึงระยะเวลาคืนทุนจะสูงก็ตาม สามารถแยกการเปรียบเทียบออกเป็น 2 ฝั่ง คือ ปริมาณงานที่ได้จากการลงทุน (Throughput) กับ การขยายโอกาสทางธุรกิจ (Opatunity Growth) เนื่องจากบางโครงการระยะเวลาคืนทุนเร็วมากในจุดที่ใช้พนักงานเยอะ แต่บางจุดพนักงานน้อยแต่มีความจำเป็นเร่งด่วนเพื่อลดการสูญเสียของสินค้าจากสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพ หรือเป็นโครงการสนับสนุนธุรกิจในอนาคตแต่ไม่ส่งเสริมการลดต้นทุนในปัจจุบัน องค์กรต้องมองในมุมของโอกาสอีกทางหนึ่งด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับทีมหรือคณะกรรมการ นโยบายขององค์กรในการตัดสินใจลงทุนในโครงการต่างๆ ตามแนวทาง Lean Automation คัดเลือกขั้นตอนที่มีโอกาสสำเร็จ และระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ที่เข้ามาต้องเข้ามาช่วยคนทำงานก่อน ต้องช่วยให้พนักงานได้สะดวกสบายมากขึ้นก่อน เป็นการเลือกขั้นตอนที่ต้องทำในลำดับแรกๆ สอดคล้องกับ Lin, Wang and Yang (2019) การวางตำแหน่งกล้องตรวจสอบซึ่งใช้เทคโนโลยีเสริมและการควบคุมแรงเพื่อติดตามการเคลื่อนไหวของศีรษะของผู้ป่วยด้วยหุ่นยนต์ เพิ่มผลการรักษาผ่านระบบควบคุมการติดตามวิถีโคจรของระบบหุ่นยนต์ ที่ออกแบบนั้นใช้งานได้จริงมีความยืดหยุ่นยืดหยุ่น ด้วยการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมกับการใช้อุปกรณ์อื่น ทำให้ขั้นตอนการทำงานของหุ่นยนต์ทั้งการควบคุมง่ายขึ้นและต้นทุนลดลง สอดคล้องกับ Pandey and Kumar (2022) ROI ควรรวมไปถึงโอกาสในการเข้าถึงเทคโนโลยี และการเข้าใช้บริการได้อย่างรวดเร็ว หรือทั้งการสร้างชื่อเสียงขององค์กร เพื่อให้เข้าใจเชิงปฏิบัติเกี่ยวกับระบบสนับสนุนการตัดสินใจอย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้น ROI เป็นการวัดรายได้ทางบัญชีหารด้วยการวัดทางบัญชีของการลงทุน ROI คำนวณโดยการหารกำไรหรือผลตอบแทนของการลงทุนด้วยต้นทุนการลงทุน แสดงเป็นเปอร์เซ็นต์

หรืออัตราส่วน สำหรับระยะเวลาคืนทุนที่ยาวนานเกิดจากต้นทุนอุปกรณ์ที่สูง บางกรณี NPV และ IRR อาจให้ผลลัพธ์ที่ขัดแย้งกันว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธการลงทุนหาก NPV บ่งชี้ว่าการลงทุนควรถูกปฏิเสธ และ IRR บ่งชี้ว่าตรงกันข้าม ควรใช้ IRR ในการตัดสินใจ เปอร์เซ็นต์ความพร้อมในการใช้งานที่ลดลงจะทำให้การลงทุนไม่ได้ผลกำไรนี่เป็นความเสี่ยง เมื่อ ROI, NPV และ IRR บ่งชี้ถึงการยอมรับการลงทุนจึงคุ้มค่าที่จะทำ การสนับสนุนการตัดสินใจถูกสร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกในการประเมินผลกระทบทางธุรกิจของการลงทุนและโครงการ ผลประโยชน์โดยละเอียด รวมถึงการใช้วิธีการตัดสินใจลงทุนหลายวิธี เช่น ตัวชี้วัดทางการเงินทั้งหมดชี้ว่าควรทำการลงทุนแม้ว่าระยะเวลาคืนทุนจะค่อนข้างยาว หรือตัวชี้วัดชี้การลงทุนไม่ควรเกิดขึ้น การลงทุนนี้ดูมีความเสี่ยง แต่เนื่องจากพลังงานลมได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อยๆ เป็นพลังงานหมุนเวียนและความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมช่วยให้ลดต้นทุนระยะยาวและอำนวยความสะดวกในการใช้พลังงาน และมีข้อดีในเรื่องการจัดการสิ่งแวดล้อม เมื่อเป็นโอกาสด้านการพัฒนา และด้านการจัดการที่สะดวกขึ้นหรือการประหยัดเชื้อเพลิงมีความเป็นไปได้ที่จะประหยัดเชื้อเพลิงได้มากกว่าที่คิดไว้ก่อนนี้ และทำให้ระยะเวลาคืนทุนสั้นลงสำหรับการลงทุน ทั้งยังเพิ่มโอกาสที่ก่อให้เกิดการเติบโตของธุรกิจในภายหน้า (Heikkilä, Kohtamäki and Petri Helo, 2015; Pandey and Kumar, 2022) สอดคล้องกับ Martins Teixeira and Curado (2014) การรวบรวมข้อมูลที่จำกัดและการวิเคราะห์มาตรฐาน อาจส่งเสริมผลลัพธ์ทางการเงินและไม่ใช่ทางการเงินการประมาณค่า ROI มีข้อดีหลายประการ มันก่อให้เกิดเหตุผลของปัจจุบันและงบประมาณในอนาคต ROI เผยให้เห็นการมีส่วนร่วมที่น่าสนใจ ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงการมีอยู่ของกระบวนการประเมินผลในระดับต่างๆ ต้องได้รับการพิสูจน์ว่าทำไมพวกเขาจึงควรลงทุน การวิเคราะห์ ROI สร้างผลตอบแทนที่น่าสนใจด้านสุขภาพ ความปลอดภัย และคุณภาพงาน นำไปสู่ประสิทธิภาพภายในที่ดี สอดคล้องกับ Phillips and Phillips (2019) หากพนักงานมีส่วนร่วมในการปฏิบัติงานโดยมีความสนใจอย่างมากในการบำรุงรักษาอุปกรณ์การทำงานอย่างชาญฉลาด ทั้งดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ค่าใช้จ่ายต่ำลง และหากพนักงานมีส่วนร่วมมากขึ้นพวกเขาจะสนใจงานของตนมากขึ้น ต้นทุนที่แท้จริงของระบบจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับมูลค่าเงินของผลประโยชน์ในการพัฒนา ROI อันเป็นผลประโยชน์ทางการเงินหนึ่งปี ปัจจัยสี่ประการที่อาจส่งผลต่อการนำมาตรการ ROI ไปใช้ในภาคส่วนนี้ ได้แก่ การสนับสนุนด้านการจัดการ นโยบายและข้อบังคับ แรงกดดันด้านการแข่งขัน และความคาดหวังของลูกค้า (Satiman, Abu Mansor and Zulkifli, 2015) การมีส่วนร่วมและการรับรู้ถือเป็นมาตรการที่สำคัญที่สุดของ ROI ในองค์กรมาตรการทางการเงินถือว่ามีความสำคัญน้อยลงมา การประเมินประสิทธิผลของการลงทุนและการสนับสนุนในปัจจุบันมีความสำคัญต่อองค์ความรู้เพื่อประเมินมาตรการที่ใช้ในการประเมิน ROI จนกระทั่งจัดสรรทรัพยากรให้กับการจัดการประเมิน ROI ในมุมมองที่ชัดเจนและมีรายละเอียด (S. C. Silva, Duarte and Almeida, 2020)

1.8 ดำเนินการสร้าง (Proceed to build)

เมื่อมีการเซ็นต์สัญญาและออกใบสั่งซื้อ (Purchase Order :PO) ก็เข้าสู่การดำเนินการสร้าง เมื่ออุปกรณ์เข้ามาครบยังสถานที่ประกอบทางผู้ผลิตระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ที่ได้ PO หรือช่างของทางโรงงานที่ได้รับใบงานจะจัดงานประกอบขึ้น เมื่อประกอบได้เป็นรูปเป็นร่างแล้วตามแบบที่ได้มีการอนุมัติไว้ ทางทีมที่จ้างต้องเข้าไปตรวจเช็คตามคุณลักษณะและขอบเขตที่ได้ตกลงกันไว้ กระบวนการเข้า-ออกของสินค้า หากไม่เป็นไปตามที่ตกลง หรือมีการผิดพลาดของการประกอบที่ไม่ตรงตามแบบต้องแจ้งให้ทางผู้ผลิตแก้ไข รวมถึงการวิเคราะห์กระบวนการปนเปื้อนสู่อาหารอีกครั้งเพื่อป้องกันการปนเปื้อนที่อาจเกิดขึ้นได้ เช่น น้ำมันที่ใช้หล่อลื่นต้องเป็นเกรดที่ใช้กับอุตสาหกรรมอาหาร น็อตกันคลาย การ์ดกำบังสิ่งที่สามารถจะหลุดหรือร่วงข้าไปในกระบวนการได้ จุดหมุนของมอเตอร์ต่างๆ สวิตเปิด-ปิด และปุ่มขอความช่วยเหลือหรือปุ่มฉุกเฉินเพื่อหยุดเครื่อง เป็นต้น เมื่อเป็นไปตามข้อตกลงทางทีมผู้จ้างต้องกลับมาเตรียมพร้อมในส่วนของคนที่จะเข้ามาดูแลระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์เพื่อหลังจากนี้จะต้องส่งพนักงานของทางทีมเข้ามาเรียนรู้ระบบการทำงานกับทางผู้ผลิต หากยังพบข้อผิดพลาดควรให้เวลาในการแก้ไข เนื่องจากผู้ผลิตบางรายเองอาจไม่ได้เชี่ยวชาญในทุกสาขา การสร้างประกอบระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์จึงไม่ได้จบในบริษัทเดียวอาจมีความร่วมมือกันอยู่ระหว่างทางฝั่งของผู้ผลิต อย่างไรก็ตามควรคุยและวางแผนการปรับปรุงให้ชัดเจน มีกรอบเวลาและคอยรายงานความคืบหน้าอยู่เสมอ การทดสอบระบบ ต้องวัดประสิทธิภาพในแต่ละกระบวนการให้เป็นไปตามข้อตกลง สอดคล้องกับ R. Li, Wu and Qiao (2015) แนวคิดเรื่องการปฏิบัติตามข้อกำหนดอาจช่วยในการสร้างมือหุ่นยนต์ราคาประหยัดและคล่องแคล่ว ประการแรก โครงสร้างทางกลของมือสามารถออกแบบในลักษณะที่สอดคล้องตามโครงสร้างทางกายวิภาคของมือมนุษย์ เซ็นเซอร์และวัสดุสำหรับมือหุ่นยนต์ควรได้รับการคัดเลือกอย่างรอบคอบโดยคำนึงถึงต้นทุน สิ่งสำคัญคือควรศึกษาโครงสร้างการขับคล้ายกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นพื้นฐานของฮาร์ดแวร์ของแบบจำลองระบบประสาทของมอเตอร์ที่ได้รับแรงบันดาลใจจากชีวภาพ สอดคล้องกับ Mahanta et al. (2020) ต้นทุนการผลิตของหุ่นยนต์กริปเปอร์นั้นสูงขึ้น เนื่องจากมีข้อจำกัดในการใช้งานกับผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย ด้วยเหตุผลข้างต้น วิศวกรจึงมีหน้าที่รับผิดชอบในการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์กริปเปอร์ที่ต้องให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในขณะปฏิบัติงาน สิ่งนี้ทำได้ด้วยความช่วยเหลือของกระบวนการปรับให้เหมาะสมก่อนการผลิตจริงของกริปเปอร์ สอดคล้องกับ Wu et al. (2021) การเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์สำหรับการผลิตอาหารจะต้องอาศัยความสมบูรณ์แบบในการทำอาหาร การมีส่วนร่วมของเชฟ การหลอมรวมเทคโนโลยีและวิธีการประกอบอาหารให้ได้ซึ่งรสชาติที่ดี รวมถึงบริบทการบริการที่แสดงความหมายของประสบการณ์ ที่มีความสำคัญแตกต่างกัน การเขียนโปรแกรมของการมีส่วนร่วมของหุ่นยนต์ควรคำนึงถึงถึงประสบการณ์หลักของการทำงาน สอดคล้องกับ Z. Yu et al. (2017) การดำเนินการที่

แม่นยำเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการจัดการกับวัตถุที่ต้องผลิต ดัดแปลง และประกอบ ความแม่นยำในการปฏิบัติงานได้รับผลกระทบโดยตรงจากประสิทธิภาพและสรุปการทำงานที่แม่นยำของหุ่นยนต์ ควบคุมด้วยการตอบสนองของเซ็นเซอร์ แนวโน้มสำหรับการดำเนินการที่แม่นยำด้วยการตอบสนอง ของเซ็นเซอร์โดยใช้กล้องที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ซึ่งมีผลอย่างมากต่อการทำงานที่แม่นยำ ดังนั้นมันจะมีความหมายถ้าเราสามารถดำเนินการวัดได้อย่างแม่นยำในระดับไมโครนาโนโดยหุ่นยนต์

1.9 ตรวจรับเครื่องโดยการจำลองสถานะการณ์จริง (Check the machine by the real situation)

การตรวจรับเครื่องหลังจากมีการเข้าตรวจ ระหว่างการดำเนินงานสร้าง และสิ้นสุดการสร้างไปถึงการทดลองเบื้องต้นกับตัวอย่างสินค้า ที่ทางผู้ผลิตได้รับมาจากองค์กรที่ต้องการปรับปรุง การจำลองสถานการณ์ให้เสมือนจริงทั้งการส่งจำนวนการ In Put ของสินค้าใกล้เคียงจริง การใช้สินค้าจริงในการทดลอง เพื่อทดสอบประสิทธิภาพ และการทำงานของระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ เพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานกับ การทำงานร่วมกับกระบวนการอื่นๆ และวัดประสิทธิภาพโดยรวม เนื่องจากเครื่องจักรที่ทำงานเครื่องเดียวจะมีประสิทธิภาพการทำงานที่มากกว่าเมื่อนำเข้าไปร่วมกับกระบวนการผลิตทั้งระบบ ประสิทธิภาพอาจจะน้อยลง จึงต้องหาสภาพแวดล้อมที่ส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุดก่อนการนำเข้าไปติดตั้งในสถานที่จริง หากไม่เป็นไปตามข้อตกลง ต้องทำการประชุมร่วมกับผู้ผลิตถึงแนวทางการแก้ไข และเวลาในการแก้ไข หากยังไม่สามารถแก้ไขได้ตามเวลาผู้ผลิตและทีมฝั่งองค์กรต้องเข้ามาแก้ไขปัญหา เพื่อหาทางออกร่วมกัน สอดคล้องกับ Y. Li et al. (2021) เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของโครงสร้าง ขั้นแรกให้ทำการทดสอบแรงดึงเพื่อประเมินความแข็งแรงของส่วนต่อประสานระหว่างส่วนข้อต่อแบบยืดหยุ่นและตัวที่ยืดหยุ่นได้ โครงสร้างแบบแข็งที่อ่อนนุ่มในนิ้วของหุ่นยนต์ แต่ละตัวอย่างถูกยึดไว้ในอุปกรณ์ทดสอบแรงดึง ซึ่งติดตั้งโหลดเซลล์ มีการทดสอบดำเนินการเพื่อให้ได้แรงดึงสูงสุดของส่วนต่อประสานแบบแข็งแบบอ่อนที่อุณหภูมิห้อง และความชื้นสัมพัทธ์ ที่เหมาะสมกัยสภาพการทำงาน จนได้สภาวะที่ดีที่สุด สอดคล้องกับ R. Li et al. (2015) การตรวจสอบงานเป็นทีม อาจเป็นเรื่องที่น่าสนใจที่จะทวนสอบ มีแนวทางแบบตะวันตกสำหรับการใช้เครื่องมือและเทคนิคในการตรวจสอบ แต่มีหลักการที่แตกต่างกันที่เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรม (Chiarini et al., 2018) วิธีการควบคุมและกลยุทธ์การเข้าใจสามารถปฏิบัติตามได้ เมื่อรวมกับแบบจำลองระบบประสาทของมนุษย์กับมอเตอร์ของเครื่องจักรที่สร้างจากชีวภาพ ระบบมือจากระบบหุ่นยนต์ที่รวดเร็วพร้อมความสามารถในการเรียนรู้ถูกสร้างขึ้น หลังจากนั้นอาศัยการประเมินประสิทธิภาพหรือความสามารถ ในการทำงานจากการทำงานจริงสอดคล้องกับ Lu and Wang (2021) การประกอบและจัดการหุ่นยนต์บนคลาวด์ การเรียนรู้ทักษะบนพื้นฐานการเคลื่อนไหว

ไดนามิก สามารถแยกทักษะและอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมออกจากกัน ทักษะที่เป็นนามธรรมถูกทำให้เปลี่ยนแปลงตามสถานการณ์การทำงาน ควรมีการทดลองสองครั้งเพื่อรับรองประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ Scholer, Vette and Rainer (2015) การพัฒนาระบบการทดสอบแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ 1 การออกแบบแนวความคิดของกระบวนการทดสอบ 2 ระบบประมวลผลภาพ 3 ชุดอุปกรณ์การผลิตแบบโมดูลาร์ การออกแบบแนวความคิดของกระบวนการทดสอบขั้นตอนแรก ในการออกแบบกระบวนการทดสอบคือการมอบหมายงานให้กับมนุษย์หรือหุ่นยนต์ คำจำกัดความของทักษะเฉพาะและลักษณะสำคัญของมนุษย์และหุ่นยนต์เพื่อรวมจุดแข็งและบรรลุประสิทธิภาพสูงสุดของกระบวนการ ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็น สามารถตรวจจับได้ชัดเจน ผลการตรวจจับคือการตัดสินใจแบบจะหยุดโครงการหรือไปต่อ (go/no go) ได้ชัดเจน ซึ่งสามารถส่งไปยังการควบคุมกระบวนการได้ และสามารถสร้างบันทึกข้อผิดพลาดและส่งไปยังสถานีทำใหม่ได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งสามารถวิเคราะห์และแก้ไขสิ่งที่ขัดข้องได้ ด้วยผลการตรวจจับรวมถึงภาพที่ถ่าย กระบวนการทำงานซ้ำที่มีประสิทธิภาพ

1.10 เข้าติดตั้งสถานที่จริง (Enter the Actual Location)

หลังจากเสร็จสิ้นขั้นตอนการตรวจสอบที่ฝั่งผู้ผลิต องค์กรจัดเตรียมสถานที่เพื่อการนำระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์เข้าติดตั้งตามแบบที่ระบุไว้ในสัญญา ตามที่ได้ทดลองไว้ ทางองค์กรจัดเตรียมทรัพยากร อุปกรณ์เพื่อความสะดวกในการติดตั้งให้กับผู้ผลิต ได้แก่ ไฟฟ้าที่ใช้ ลม น้ำ สตีม เป็นต้นตามที่มีการตกลงกันไว้ในแบบ เมื่อเริ่มติดทั้งทางองค์กร ต้องจัดพนักงานที่จะควบคุมระบบ ช่างไฟฟ้า ช่างซ่อมบำรุง และอื่นๆที่เกี่ยวข้องเข้าไปดูการติดตั้งเพื่อให้ทราบขั้นตอน และอุปกรณ์ที่มี เบื้องต้น รวมถึงเข้าไปเรียนรู้การเชื่อมต่อระบบและการใช้งานระบบ ก่อนมีการเดินเครื่องจักรจริง สอดคล้องกับ Ivanov and Webster (2021) เมื่อมีการติดตั้งระบบอัตโนมัติประเด็นทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการรับรอง ความปลอดภัย การฝึกอบรม กระดาษติดตามผลในอนาคต การรายงานกรณีการใช้งานจริง ปัญหาในทางปฏิบัติระหว่างคนกับเครื่องจักรและ การแก้ไขปัญหาการปฏิบัติงานเหล่านั้นอย่างเหมาะสม สอดคล้องกับ Y. Li et al. (2021) การพัฒนามือหุ่นยนต์แบบอ่อนที่มีความสามารถทั้งแบบอ่อนและแบบแข็งที่ปรับเปลี่ยนได้ หลักการของนิ้วหุ่นยนต์แบบนุ่ม-แข็งแบบใหม่ได้รับการออกแบบอย่างประณีต ซึ่งมีลักษณะเฉพาะสามประการ ได้แก่ การปฏิบัติตามข้อกำหนดสูง แสดงโครงสร้างจลนศาสตร์แบบไม่ต่อเนื่องหรือต่อเนื่องโดยปรับโครงสร้างได้ น้ำหนักเบา และใช้งานได้จริง โมเดลจลนศาสตร์ที่แม่นยำถูกสร้างขึ้นสำหรับนิ้วที่แข็งและอ่อนนุ่ม ซึ่งสามารถใช้เพื่อจับภาพการโก่งตัวส่วนปลายที่ต้องการและรูปร่างที่ครอบคลุมได้อย่างรวดเร็ว การเคลื่อนย้าย และการประกอบจึงต้องเพิ่มความพิถีพิถันให้กับอุปกรณ์ต่างๆ การตรวจสอบวิธีการทำงานเบื้องต้นก่อนประกอบเข้ากับอุปกรณ์อื่นอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อรับประกันการจับมือที่มั่นคง โดยไม่สูญเสียความยืดหยุ่นและ

ความสามารถในการปรับตัว ผลทำการทดลองเพื่อแสดงความสามารถในการจับที่ยอดเยี่ยมในการใช้งานจริง สอดคล้องกับ Scholer et al. (2015) เมื่อพบว่าการติดตั้งก่อนใช้งานจริง การประกอบถึงขีดจำกัดและพบข้อบกพร่อง หรือข้อจำกัดเพิ่มเติม ซึ่งไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ต้องมีการปรับแต่งแก้ไขเพื่อคงคุณภาพของการติดตั้งให้เป็นไปตามการตรวจรับงาน เพื่อให้การทำงานร่วมกันระหว่างมนุษย์กับหุ่นยนต์เป็นไปได้ในระบบอัตโนมัติที่วางไว้ การปรับแต่งเกิดเป็นเทคโนโลยีใหม่ในหลายงานและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้ดีกว่าเดิม วิธีการทั่วไปในการนำหุ่นยนต์เข้าใช้งานอย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพในสายการประกอบอย่างต่อเนื่องสามารถปรับได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของผลิตภัณฑ์และการดำเนินการประกอบ วิธีการนี้สามารถนำมาใช้เพิ่มเติมในการรวมหุ่นยนต์เป็นส่วนนึงในงานได้ สอดคล้องกับ Dleikan, Lakissian, Hani and Sharara-Chami (2020) การยึดแบบ โครงสร้าง และแผนผังการทำงาน ตามข้อกำหนดการออกแบบที่เหมาะสมตั้งแต่แรก เป็นสิ่งในอุดมคติที่ทุกโครงการใฝ่หา แต่ไม่มีพื้นที่ที่เหมาะสมหรือเหมาะสมที่สุด การจัดวางและการออกแบบสำหรับการทำงานไม่มีรูปแบบและขนาดที่เหมาะสม มีแต่การวางตามประสบการณ์และการเรียนรู้การจัดวางตามโครงสร้างและหน้าที่ของการปฏิบัติงานแต่ละส่วนจะปรับให้เข้ากับความต้องการของโปรแกรมการทำงาน และเป้าหมายของโครงการ ไม่จำเป็นว่าต้องมีพื้นที่ขนาดใหญ่เมื่อใช้งานไม่เต็มประสิทธิภาพ โครงสร้างโดยละเอียดของกระบวนการหน้าที่ที่สำคัญใดบ้างที่จะรวมอยู่ในการออกแบบ วิธีคิดเกี่ยวกับผู้ปฏิบัติงานและการไหลของอุปกรณ์ ผู้ใช้งานทุกคนและใช้อุปกรณ์แต่ละชิ้นโดยสิ่งที่ออกแบบใช้ตามความผิดพลาดเพื่อหลีกเลี่ยงในขณะที่เพิ่มประสิทธิภาพพื้นที่ ในท้ายที่สุดแล้วต้องอาศัยความยืดหยุ่นซึ่งกันและกัน เพื่อผลที่สามารถปฏิบัติงานได้เต็มประสิทธิภาพ

1.11 เก็บข้อมูล (Collect information)

การทดสอบเครื่องจักรเริ่มขึ้น เมื่อการติดตั้งสำเร็จ องค์กรต้องเตรียมพนักงานจดข้อมูลอุปกรณ์ หรือระบบ IOT ในการเก็บข้อมูลเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับก่อนการใช้ระบบอัตโนมัติ และเพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนที่ยังมีข้อต้องแก้ไขปรับปรุง ในกระบวนการใหม่ช่วงแรกองค์กรอาจยังไม่ทราบว่าต้องเก็บข้อมูลจากจุดใดบ้าง ต้องอาศัยการประชุมร่วมกันและกำหนดสิ่งที่ต้องการโดยอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่เก่าเพื่อนำมาเปรียบเทียบ ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นมาพร้อมกระบวนการใหม่ ต้องแก้ไขร่วมกับทีมผู้ผลิต ด้วยไคเซ็นต์หรือเครื่องมือต่างๆ กระทั่งประสิทธิภาพได้ตามที่ทั้ง 2 ฝั่งยอมรับได้ หรือได้ตามเอกสารกำหนด สอดคล้องกับ Ivanov and Webster (2021) ต้องมองหาการสนับสนุนและทำงานร่วมกับบริษัทหุ่นยนต์เพื่อให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากขึ้นในการเปลี่ยนทัศนคติของลูกค้าที่มีต่อหุ่นยนต์ กิจกรรมที่เห็นว่าเหมาะสมที่สุดสำหรับหุ่นยนต์ การให้ข้อมูล การทำความสะอาดและการส่งมอบจะต้องเผชิญกับการต่อต้านจากลูกค้าน้อยที่สุด องค์กรสามารถเริ่มต้นด้วยหุ่นยนต์หนึ่งตัวหรือสองสามตัวเพื่อใช้งานที่ลูกค้ามองว่าเหมาะสมที่สุดสำหรับการสร้างหุ่นยนต์ การทำงาน

ของหุ่นยนต์ที่พวกเขาเห็นว่าเหมาะสมสำหรับการใช้หุ่นยนต์ บริษัทต่างๆ จะค่อยๆ ขยายขอบเขตของงานหุ่นยนต์และเพิ่มจำนวนหุ่นยนต์ในการปฏิบัติงาน สอดคล้องกับ Ogbemhe and Mpofu (2015) รวมทั้งเพิ่มระบบเซ็นเซอร์ตรวจสอบภาพอัตโนมัติสำหรับกระบวนการอัตโนมัติของกระบวนการ ในอุตสาหกรรม มีการเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์อิทธิพลของเซ็นเซอร์ต่อข้อผิดพลาด จากพารามิเตอร์ทางเรขาคณิตบนระบบติดตามรอยต่อ เพื่อช่วยยืนยันความถูกต้องของข้อมูล สอดคล้องกับ X. Li, Chen and Ma (2021) ทางกายภาพควรพิจารณาข้อผิดพลาดของเซ็นเซอร์แรงหรือเซ็นเซอร์สัมผัส การออกแบบตัวควบคุมแบบปรับได้โดยพิจารณาจากความไม่แน่นอนของข้อมูล การควบคุมแบบใหม่สำหรับการจับด้วยมือแบบหุ่นยนต์หลายนิ้วและการจัดการด้วยมืออาจต้องปรับจูนหลายครั้งเนื่องจากข้อมูลที่ไม่แน่นอน การหาแรงจับภายในน้อยที่สุดคำนวณเพื่อการยึดเกาะที่มั่นคงและมีประสิทธิภาพไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อผลิตภัณฑ์ ความสำคัญที่สุดจากการหนีไม่พ้นการวิเคราะห์ข้อมูล และข้อมูลที่เก็บมาอย่างมีประสิทธิภาพ

1.12 สร้าง Process flow ของกระบวนการใหม่ (Create a New Process Flow)

หลังจากติดตั้งเครื่องจักร และมีการปรับปรุงกระบวนการจนได้ประสิทธิภาพที่องค์กรสามารถยอมรับได้ ทีมต้องกำหนดเป็นกระบวนการใหม่ขององค์กร หากข้อมูลที่เก็บเป็นการเก็บแบบ IOT สามารถใช้งานร่วมกับ AI ในการช่วยวิเคราะห์ข้อมูลให้หรือตัดสินใจแทนการออกเป็นรายงานในกระบวนการนั้นๆ เพื่อความต่อเนื่องของกระบวนการ เมื่อได้กระบวนการใหม่ ทีมงานขององค์กรก็ต้องกลับสู่กระบวนการ Lean Automation ของกระบวนการใหม่เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพให้มากขึ้นกว่าเดิม เป็นการพัฒนากระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง แบบไม่มีที่สิ้นสุดตามความผันแปรต่อ องค์กรควรพิจารณาการคัดสรรพนักงานเพื่อเข้าร่วมในการทำโครงการพัฒนาประสิทธิภาพจากงาน ที่ทำสำเร็จแล้ว พัฒนาทักษะให้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงเพื่อรองรับกับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีการพัฒนาอยู่ตลอด มีการให้รางวัลกับการมีส่วนร่วมในโครงการและที่สำคัญมีเวทีให้แสดงความคิดเห็น และแสดงผลงานต่อหน้าสาธารณะชนเพื่อความภาคภูมิใจกับการพัฒนางานและกระบวนการของตนเอง สอดคล้องกับ Haddud and Khare (2020) องค์กรที่จะเปิดรับระบบดิจิทัลมากขึ้นในห่วงโซ่อุปทานของตน หากไม่เข้าใจอย่างถ่องแท้ถึงประโยชน์ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติเกี่ยวกับ การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการห่วงโซ่อุปทาน ธุรกิจที่นำระบบดิจิทัลไปใช้ในระดับที่ดีแล้ว ยังคงมองหาการปรับปรุงเพิ่มเติมที่สามารถปรับปรุงการนำเทคโนโลยีอัจฉริยะมาใช้ได้มากขึ้นเข้าใจแบบองค์รวมมากขึ้นเกี่ยวกับพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบซึ่งเกี่ยวข้องกับการนำเทคโนโลยีอัจฉริยะมาใช้และผลประโยชน์ที่เป็นผลจากภายในและภายในห่วงโซ่คุณค่า (VSM) ที่ขยายออกไป ความเข้าใจดังกล่าวจะช่วยให้พนักงาน เข้าใจเทคโนโลยีที่มีอิทธิพลสูงสุดและปัจจัยที่ควรพิจารณาก่อนตัดสินใจยอมรับเทคโนโลยีเหล่านี้ได้ดีขึ้น สามารถสนับสนุนพนักงานด้วยการทำข้อเสนอในอนาคตเป็นค่าตอบแทน

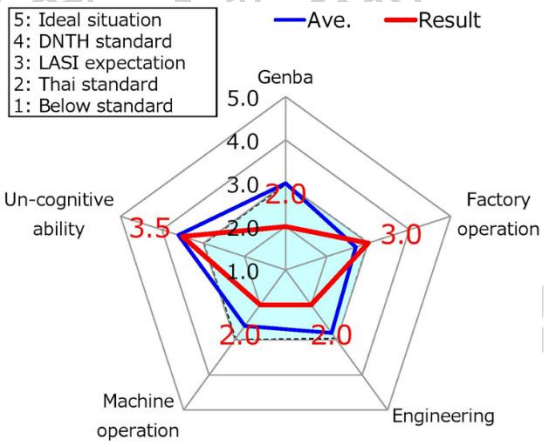
หรือการทำงานที่สบายขึ้น ปลอดภัยขึ้นเพื่อรับเทคโนโลยีอัจฉริยะ บทบาทของผู้บริหารระดับสูงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการกำหนดระดับของระบบดิจิทัลของห่วงโซ่อุปทาน สำหรับการพัฒนาส่งเสริม และปกป้อง ระหว่างขั้นตอนการดำเนินการ และ ระหว่างขั้นตอนการปฏิบัติงาน สอดคล้องกับ Ogbemhe and Mpofu (2015) การควบคุมหุ่นยนต์ควบคุมด้วย ไดนามิกที่รู้จักในสถานการณ์อุตสาหกรรมโมเดลหุ่นยนต์ที่แม่นยำมักไม่มีให้ใช้งาน การใช้งานหุ่นยนต์ส่วนใหญ่จึงถูกลดความสามารถให้อยู่ในสภาวะสโลว์โมชั่น ละเลยไดนามิกของระบบบางอย่างได้สำหรับงานที่มีการติดตามวิถีโคจรเร็วอย่างแม่นยำ ควรพิจารณาเรื่องความยืดหยุ่นในกระบวนการทำงานทางกายภาพ สอดคล้องกับ Fazlollahtabar et al. (2021) องค์ประกอบการผลิตเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อต้นทุนการปฏิบัติงานและกำลังแรงงานและการลงทุนด้านเทคโนโลยีของอุปกรณ์และอุปกรณ์ บริษัทจำเป็นต้องปรับเวลา ต้นทุน และคุณภาพให้เหมาะสมพร้อมๆกันเพื่อให้มั่นใจถึงกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพตั้งแต่การออกแบบไปจนถึงการใช้งาน วิธีหนึ่งที่ปราศจากความเสี่ยงและราคาถูกในการวิเคราะห์การตั้งค่าการทำงาน กระบวนการ และอุปกรณ์ที่แตกต่างกันคือการจำลอง นอกจากนี้ยังเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการปรับและปรับปรุงระบบการผลิต สอดคล้องกับ Deniz and Cakir (2018) การควบคุมการเชื่อมแบบเฉพาะจุดทำแบบออนไลน์กับหุ่นยนต์ จะสามารถลดค่าใช้จ่ายและทดสอบรอยเชื่อมจำนวนมากกว่าจุดที่มีการควบคุม ความเบี่ยงเบนจากการเชื่อมแบบจุดด้วยหุ่นยนต์คือ 1-2 มม. การใช้เทคโนโลยีมีหน้าที่ในการประมวลผลภาพ ใช้สำหรับดึงข้อมูล ทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมระหว่างตัวควบคุม และหุ่นยนต์ ในขณะที่ทำงานอัตโนมัติอื่นๆ ที่เชื่อมต่อกับไลน์การผลิต สัญญาณที่ประสานกันระหว่าง PLC และตัวควบคุมหุ่นยนต์สั่งการกระบวนการ เมื่อหุ่นยนต์ไปถึงตำแหน่งการถ่ายภาพ มันจะส่งสัญญาณและข้อมูลต่างๆ หลังจากที่ดำเนินการเกี่ยวข้องสำหรับการรับข้อมูล การทำงานกับกล้องเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือในการผลิต การวัดที่สม่ำเสมอและแม่นยำยิ่งขึ้นกับการผลิตอย่างต่อเนื่อง ผลลัพธ์ขององค์กร แผนผังการผลิตใหม่ที่มีทั้งการเก็บข้อมูล ระบบอัตโนมัติและอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ ที่เพิ่มขึ้นมายังคงต้องได้รับการพิจารณาการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เมื่อทีมได้กระบวนการใหม่ด้วยระบบอัตโนมัติที่คงที่แล้ว จึงกำหนดเป็น Process flow ของกระบวนการใหม่ และนำไปเข้าสู่ขั้นตอนที่ 1 ใหม่เพื่อพิจารณาหาข้อปกพร่องอื่นๆในกระบวนการต่อไป เพิ่มระดับประสิทธิภาพด้วยหุ่นยนต์อัตโมมัติให้ใกล้เคียง 100 % มากที่สุด ทั้งนี้ทีมต้องหากระบวนการผลิตอื่นๆที่มีความคล้ายคลึงกันเพื่อขยับโครงการไปพัฒนาไลน์การผลิตนั้นๆ ต่อไป จนยกระดับถึงไลน์ที่มีความซับซ้อนมากที่สุด จนองค์กรพัฒนาเข้าสู่ 4.0 อย่างเต็มรูปแบบ

2. เปรียบเทียบแนวทางการปฏิบัติกับการปฏิบัติงานจริงในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นในอุตสาหกรรมอาหาร

จากแนวทางการปฏิบัติจากผลงานวิจัยเชิงคุณภาพ ประกอบด้วยขั้นตอนการทำลีนออโตเมชั่นในอุตสาหกรรมอาหาร ทั้งหมด 12 ขั้นตอน ผู้วิจัยนำทั้ง 12 ขั้นตอนมาเปรียบเทียบกับกรณีศึกษาจากการทำการสัมภาษณ์เชิงกลุ่มในองค์กรที่นำลีนออโตเมชั่น เข้าไปใช้ได้จริงในอุตสาหกรรมอาหาร จากกรณีศึกษาในการทำลีนออเมชั่นผู้วิจัยสรุปได้เป็น 9 ขั้นตอนจากการสัมภาษณ์เชิงกลุ่ม สามารถอธิบายเพื่อเปรียบเทียบกระบวนการ เริ่มจากกระบวนการที่

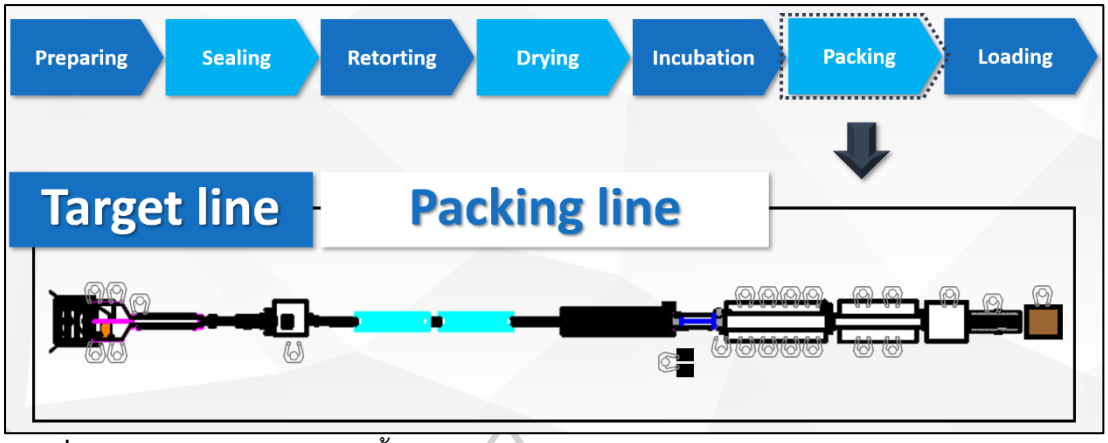
2.1 การประเมินตนเอง (Self-assessment)

จากขั้นตอนที่ 1. ของงานวิจัยเชิงคุณภาพ รู้จักตนเองโดยการหา Process Flow เปรียบเทียบกับ ขั้นตอนที่ 1. ของกรณีศึกษา การประเมินตนเอง เป็นการประเมินเพื่อการรู้จักตนเองและศึกษากระบวนการผลิตโดย พบว่าสอดคล้องกัน องค์กรในกรณีศึกษา



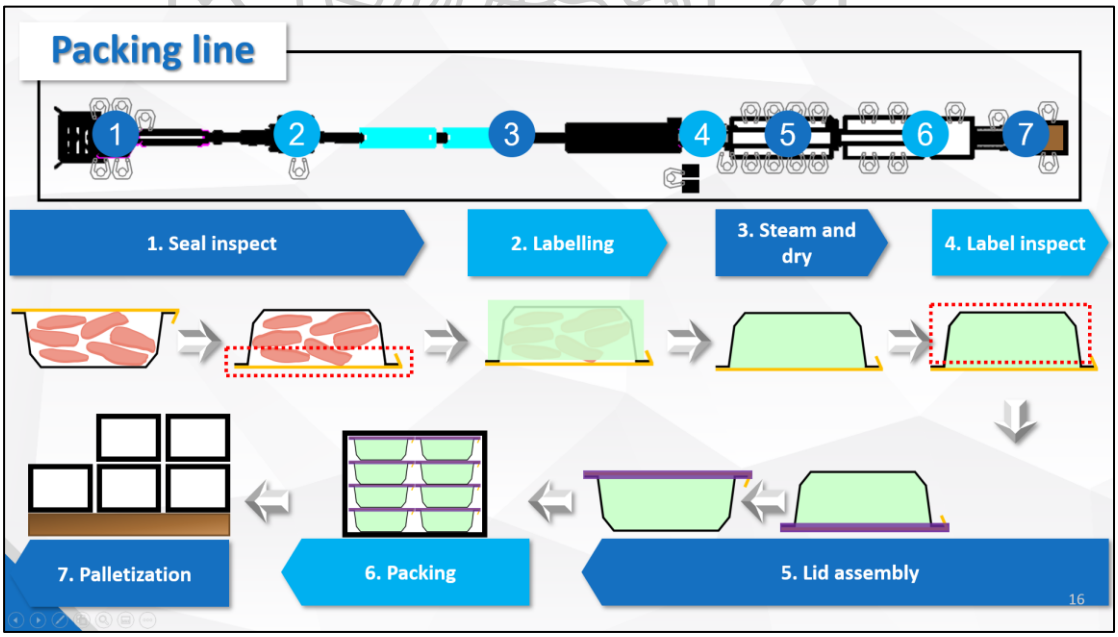
ภาพที่ 20 แผนภาพใยแมงมุมวิเคราะห์สภาพความเป็นจริงขององค์กรกรณีศึกษา

ทำการประเมินองค์กรผ่านแผนภาพใยแมงมุม ตามภาพที่ 20 ทำให้องค์กรสามารถเลือกจุดอ่อนที่สุดของหลักการประเมินมาพัฒนา จากภาพแผนภูมิจะพบสถานที่การทำงาน การควบคุมเครื่องจักร และทักษะของช่าง ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (การประเมินมาจากผู้เชี่ยวชาญในอุตสาหกรรมของไทย ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิเคราะห์กระบวนการและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบไลน์การผลิต) จึงต้องพัฒนาปรับปรุงด้านดังกล่าวจึงเลือกการปรับปรุงงานที่ช่วยพัฒนาทั้ง 3 ด้านนี้ได้ โดยใช้ลีนออโตเมชั่น จากนั้นจึงจัดตั้งทีมปรับปรุงประสิทธิภาพขึ้น โดยพิจารณาจากกระบวนการทำงานขององค์กรหลักๆ ตามภาพที่ 21 และคัดเลือกจุดที่จะปรับปรุงการทำงานโดยให้ทีมเจาะจงที่จุดบรรจุสินค้า (Packing)



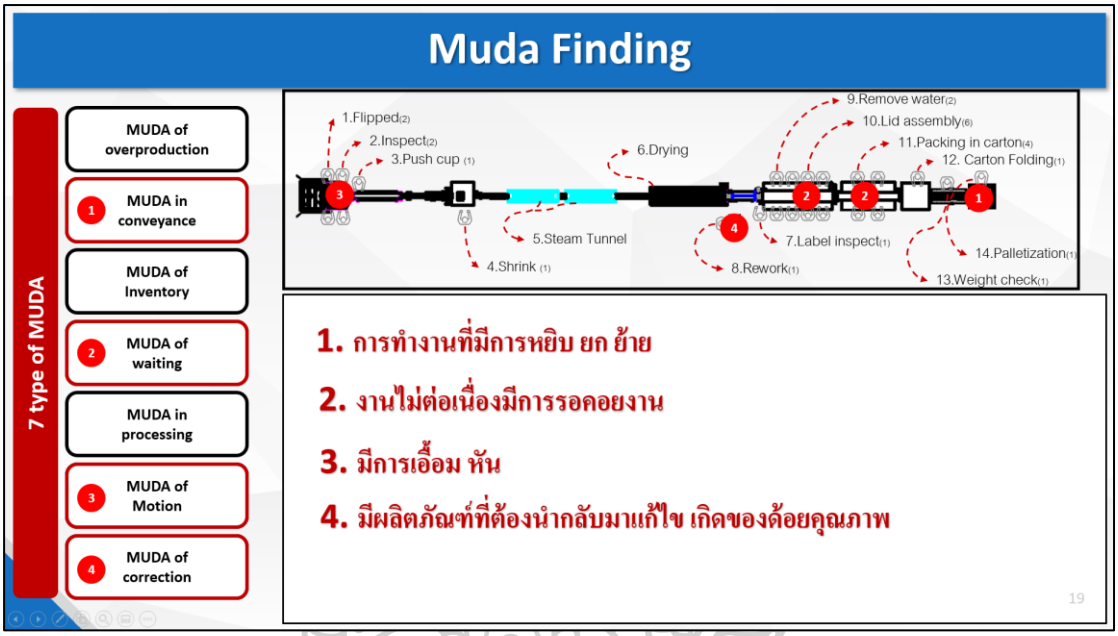
ภาพที่ 21 กระบวนการของสินค้าตั้งแต่ต้นจนถึงการส่งมอบ

เริ่มต้นประชุมรายละเอียดกับทีมทีมถึงกระบวนการการบรรจุสินค้า เริ่มจากจัดเตรียมข้อมูล สร้างกระบวนการทำงานออกมาเป็นแผนภาพการทำงาน เพื่อให้ทุกคนในทีมเข้าใจตรงกันในการเรียกชื่อเครื่องจักร อุปกรณ์ ทั้งยังเพื่อทำความเข้าใจในแต่ละกระบวนการได้อย่างชัดเจน (Process Flow) ได้ 7 กระบวนการทำงานที่ต้องศึกษา ได้แก่ 1. ขั้นตอนการตรวจซีลที่ถ้วย 2. การติดฉลากสินค้า 3. การให้ความร้อนและเป่าแห้ง 4. การตรวจความสมบูรณ์ฉลาก 5. ปิดฝา 6. นำไปใส่กล่อง 7. เรียงลงพาเลท เมื่อได้ขั้นตอนแล้วสมาชิกทีมในแต่ละท่านลงไปศึกษากระบวนการ (Shop floor) การทำงานตามตำแหน่งงานหลักที่ได้ระบุไว้ ตามภาพที่ 22



ภาพที่ 22 Flow Process โดยละเอียดของกระบวนการ Packing

2.2 หาและตรวจสอบความสูญเสียในกระบวนการ (Muda finding)



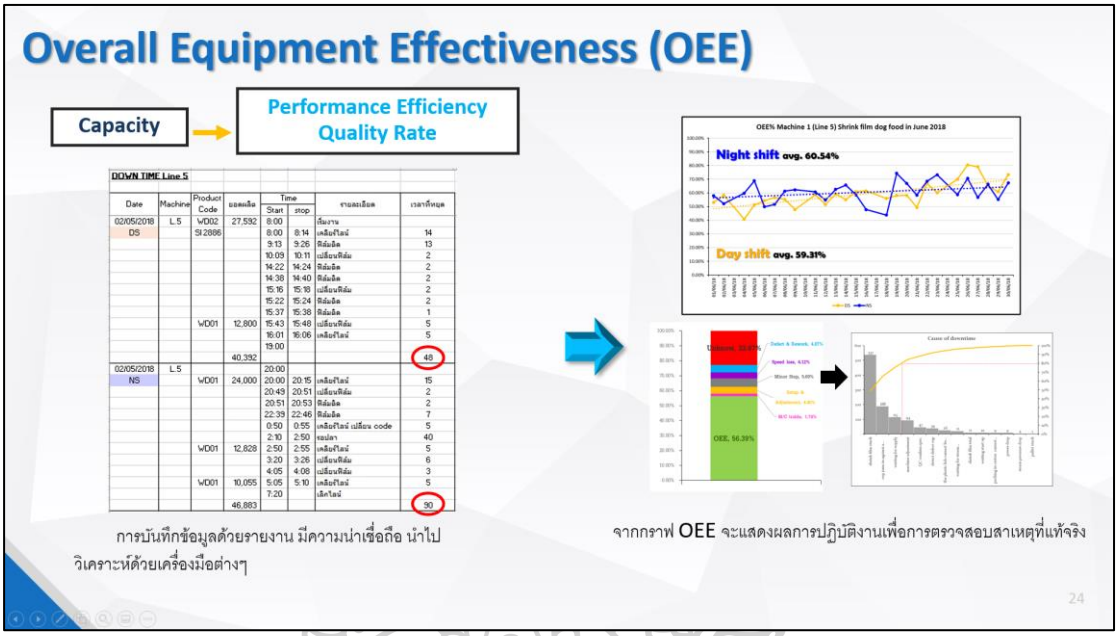
ภาพที่ 23 แสดงความสูญเสียที่พบในกระบวนการ Packing

เมื่อได้ตำแหน่งและการบวนการทำงานทีมปรับปรุงประสิทธิภาพต้องวิเคราะห์หาความสูญเสียของการทำงานในแต่ละจุดในกระบวนการทำงานจากข้อมูล โดยใช้เกณฑ์ตรวจสอบ 1. ความสูญเสียจากการผลิตเกิน 2. ความสูญเสียจากระยะทาง 3. ความสูญเสียจากการเก็บสต๊อกสินค้า 4. ความสูญเสียจากการรอคอย 5. ความสูญเสียจากขั้นตอนการทำงาน 6. ความสูญเสียจากการเอื้อม หัน ตามหลักการยศาสตร์ของมนุษย์ 7. ความสูญเสียจากการแก้ไขผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพ จากการวิเคราะห์ของทีมพบ 4 ความสูญเสียหลักตามภาพที่ 23

1. ความสูญเสียจากระยะทาง ในขั้นตอนการผลิตที่ 7 เรียงลงพาเลท
2. ความสูญเสียจากการรอคอย ในขั้นตอนการผลิตที่ 5 ปิดฝา และ 6 นำไปใส่กล่อง
3. ความสูญเสียจากการเอื้อม หัน ตามหลักการยศาสตร์ของมนุษย์ ในขั้นตอนการผลิตที่ 1
4. ความสูญเสียจากการแก้ไขผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพ ในขั้นตอนที่ 4

สรุปจากขั้นตอนที่ 2. ในงานวิจัยก่อนหน้าวิเคราะห์ปัญหาจากข้อมูลที่มี เปรียบเทียบกับขั้นตอนที่ 2. ของกรณีศึกษาหาและตรวจสอบความสูญเสียในกระบวนการ เพื่อหาจุดบกพร่องของกระบวนการที่ทำให้เกิดความสูญเสีย พบว่าสอดคล้องกัน

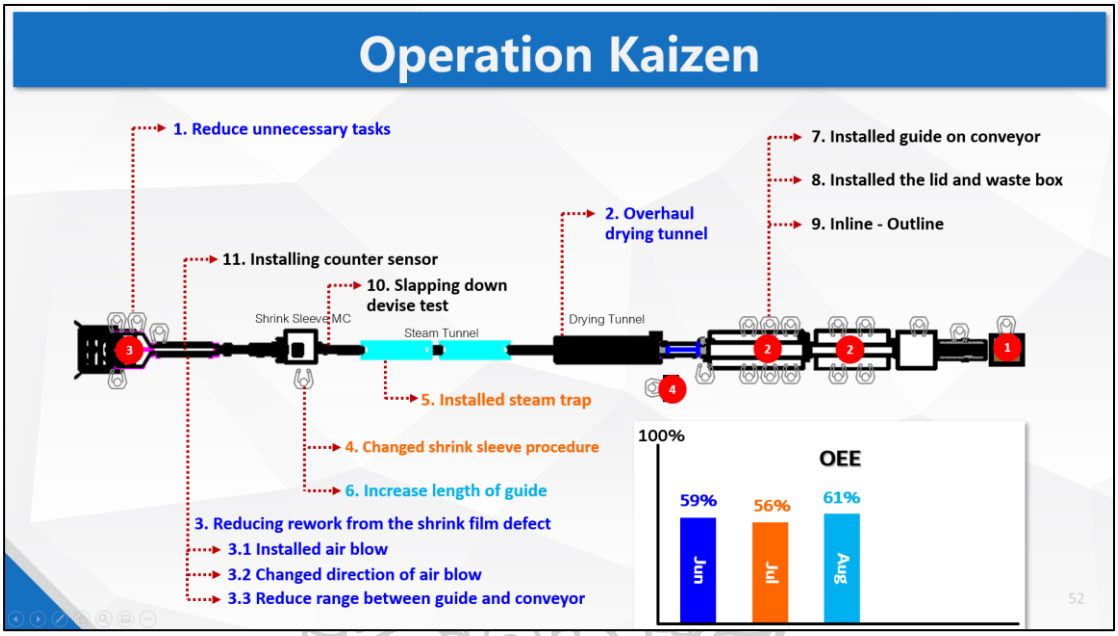
2.3 วิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis)



ภาพที่ 24 รายละเอียดการลงข้อมูลและแผนภาพแสดงผลของข้อมูล

ตรวจสอบข้อมูลดิบที่ได้บันทึกไว้ในเรื่องของความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือ รวบรวมข้อมูลของแต่ละขั้นตอน จากนั้นนำมาแสดงเป็นกราฟเส้น แยกตามกะที่ทำการผลิตเนื่องจากใช้พนักงานคนละชุดในการผลิตตามกระบวนการ นำไปวิเคราะห์กราฟแท่งรวม หรือแสดงเป็นพาเรโต เพื่อคัดแยกปัญหาให้ชัดเจนเพื่อกำหนดแนวทางการแก้ไข และคำนวณประสิทธิภาพการทำงานเพื่อเป็นมาตรฐานเปรียบเทียบระหว่างการแก้ไข (ภาพที่ 24) จากขั้นตอนที่ 3. ในงานวิจัยก่อนหน้าการประเมินจุดที่ต้องการปรับปรุง เปรียบเทียบกับ ขั้นตอนที่ 3. วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเจาะจงจุดที่ต้องการแก้ไขปัญหาและทำข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบกับหลังจากที่มีการปรับปรุง พบว่าสอดคล้องกัน

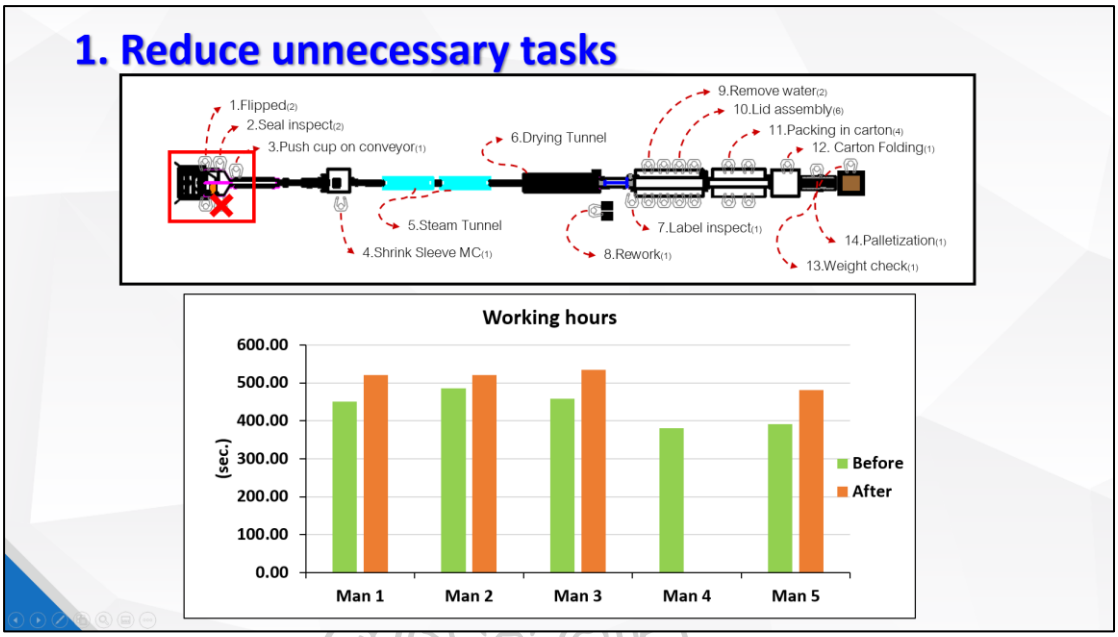
2.4 ใช้ไคเซ็นต์ในการแก้ปัญหา (Operation Kaizen)



ภาพที่ 25 แสดงจุดที่สามารถใช้ Kaizen ในการแก้ปัญหาการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ

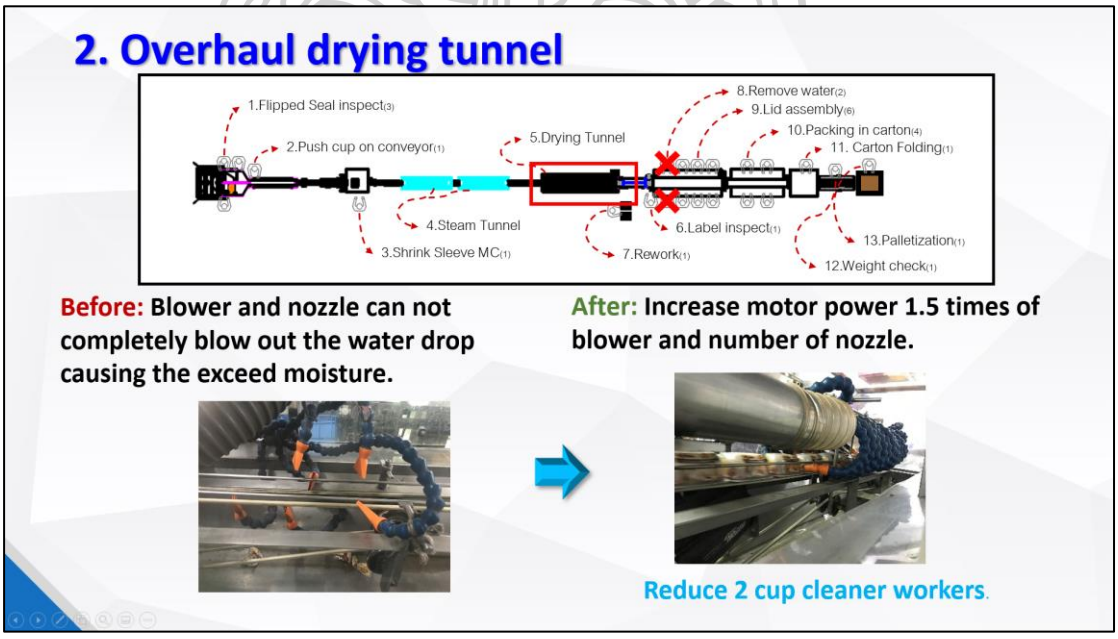
กำหนดการแก้ไขด้วยการใช้ Kaizen ได้ทั้งหมด 11 แนวทางการแก้ปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อความสูญทั้ง 4 ประเภทของกระบวนการผลิต ตามภาพที่ 25 อธิบายได้ดังนี้ แนวทางที่

1. ลดการทำงานที่ไม่จำเป็น เช่น การแกะฟิล์มเพื่อนำผลิตภัณฑ์ออกจากพาเลทสินค้า การนำสินค้าเข้าไลน์ให้กำหนดคนทำให้ชัดเจน จากก่อนหน้าให้คนใดก็ได้ไปทำ คนใดว่างก็ไปทำสลับไปมา ทำให้ไม่สามารถตรวจสอบการทำงานได้ เมื่อเริ่มบันทึกข้อมูลการทำงานของพนักงานพบว่าพนักงานทั้ง 5 คนในภาพที่ 26 ทำงานไม่เต็มเวลายังมีเวลาว่างเหลืออยู่จึงปรับลดการทำงานของพนักงานลง 1 คนและกระจายงานให้ 4 คนที่เหลือพบว่าเมื่อมีการจัดการทำงานใหม่ สามารถลดพนักงานในจุดขั้นตอนการตรวจซีลลงได้ จำนวน 1 คน



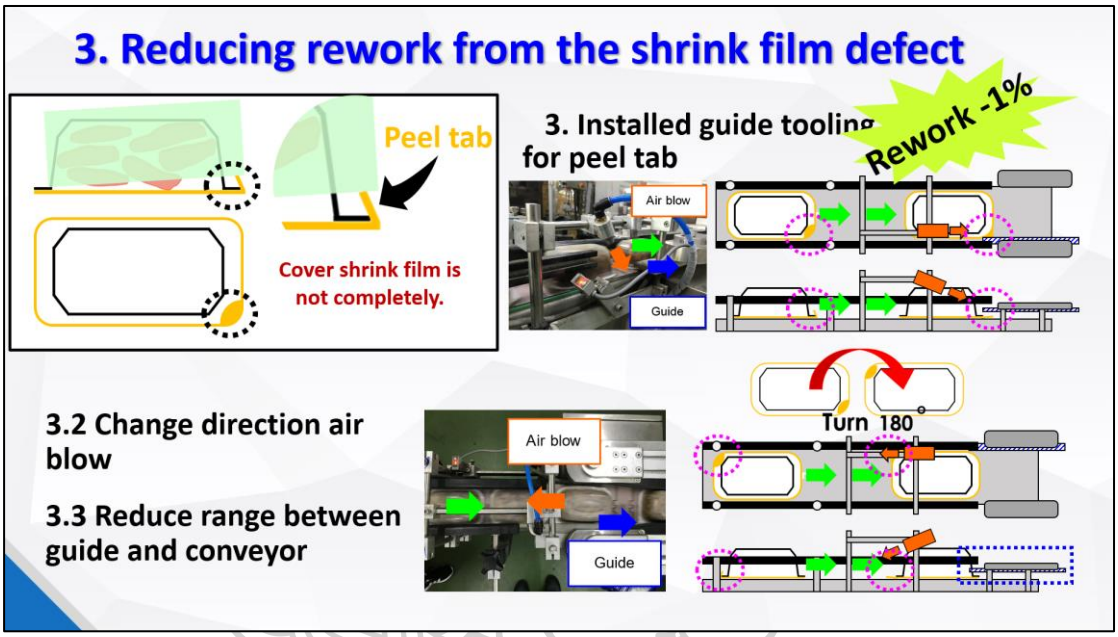
ภาพที่ 26 ผังแสดงเวลาการทำงานของพนักงานทั้ง 5 คน ก่อนปรับปรุง และหลังปรับปรุง

2. ปรับปรุงเครื่องเป่าแห้ง ก่อนหน้าเครื่องมีปัญหาเป่าน้ำได้ไม่แห้งสนิท ทำให้พนักงานต้องแก้ไขงานโดยนำมาผ้ามาเช็ดซ้ำเกิดงานที่ไม่จำเป็น การแก้ไขเพิ่มแรงของเครื่องเป่าและศึกษาแนวของหัวเป่าที่เกิดประสิทธิภาพสามารถทำให้แห้งได้มากขึ้น



ภาพที่ 27 แสดงการปรับปรุงเครื่องเป่าแห้ง

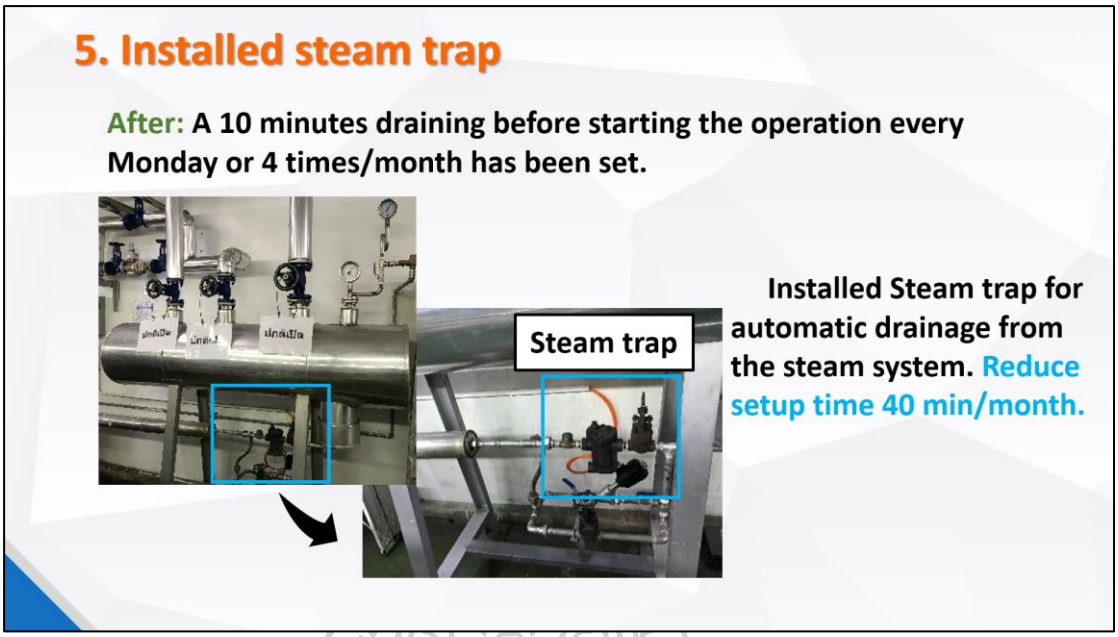
3. ลดความสูญเสียจากการแก้ไขผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพ เมื่อพบผลิตภัณฑ์ที่เป็นปัญหา (Defect) จากฟิล์มที่ต้องนำไปห่อผลิตภัณฑ์ไม่สามารถห่อได้อย่างสมบูรณ์ต้องนำมาแก้ไข ทำให้ต้องผลิตสินค้าเกินและสูญเสียวัตถุดิบ การแก้ไขโดย 3.1 เพิ่มไกด์หลังลมเป่าฟิล์มเพื่อกางฟิล์มที่ฝาไม่ให้ค้ำกับฟิล์มที่จะลงมาสวม 3.2 กำหนดทิศทางเข้าของผลิตภัณฑ์ให้จุดดึงเข้าทางด้านซ้านเสมอเพื่อให้ลมสามารถเป่าฟิล์มให้กางออก 3.3 ลดช่องแคบระหว่างไกด์เพื่อป้องกันไม่ให้ฟิล์มที่ฝากลับคืนตัวไปดันฉลากจนเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพ



ภาพที่ 28 แสดงการปรับปรุงในเรื่องของการลดการแก้ไขผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพ

4. ปรับการควบคุมการใส่ฟิล์มฉลากจากเดิมใช้สายตาในการกะระยะในการตั้งฟิล์ม ปรับปรุงโดยใช้การวัด เพิ่มไม้บรรทัดเหล็กเชื่อมติดกับเครื่องเพื่อง่ายกับการวัดระยะในการใส่ฟิล์ม

5. เพิ่มอุปกรณ์ในการเดรนน้ำอัตโนมัติ (Steam trap) เพื่อช่วยให้สามารถควบคุมอุณหภูมิภายใน Steam tunnel ทำให้การหดตัวของฟิล์มทำได้ดีขึ้น



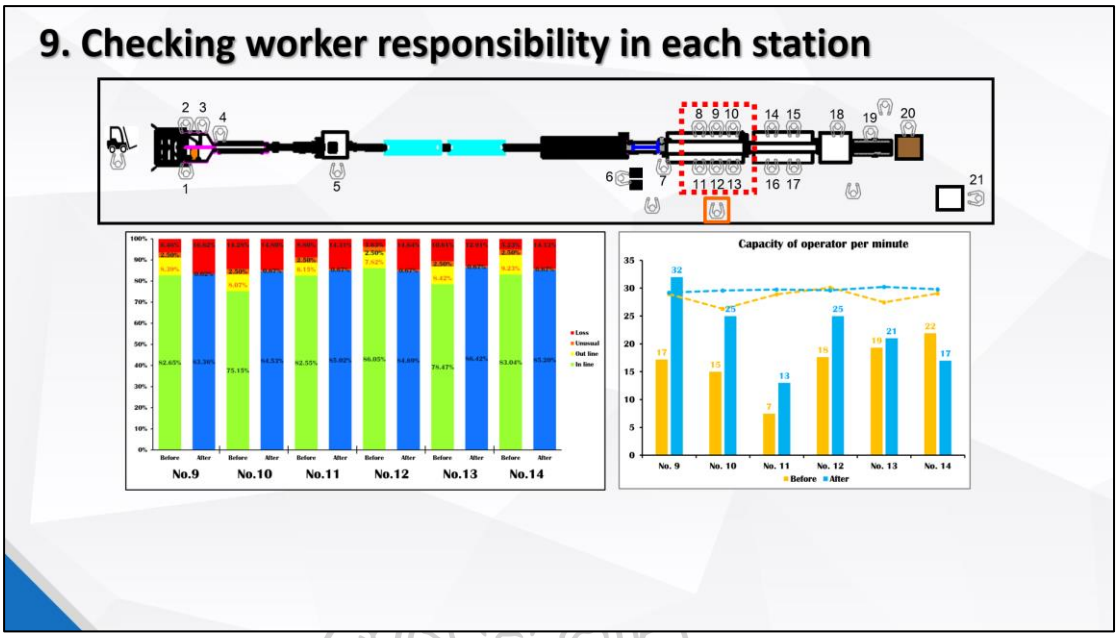
ภาพที่ 29 แสดงการแก้ไขเพื่อเพิ่มการควบคุมอุปกรณ์

6. เพิ่มอุปกรณ์ไกด์ประคองฟิล์มป้องกันฟิล์มยับ ย่น ทำให้เกิดสินค้าที่ไม่ได้ตามคุณภาพ

7. เพิ่มอุปกรณ์ไกด์ประคองผลิตภัณฑ์ แยกสินค้าที่ปิดฝาแล้วและยังไม่ได้ปิดฝาอย่างชัดเจน ไม่ปนกันระหว่างของที่ปิดฝาแล้วและยังไม่ได้ปิดฝา เพื่อลดความสับสนระหว่างทำงาน

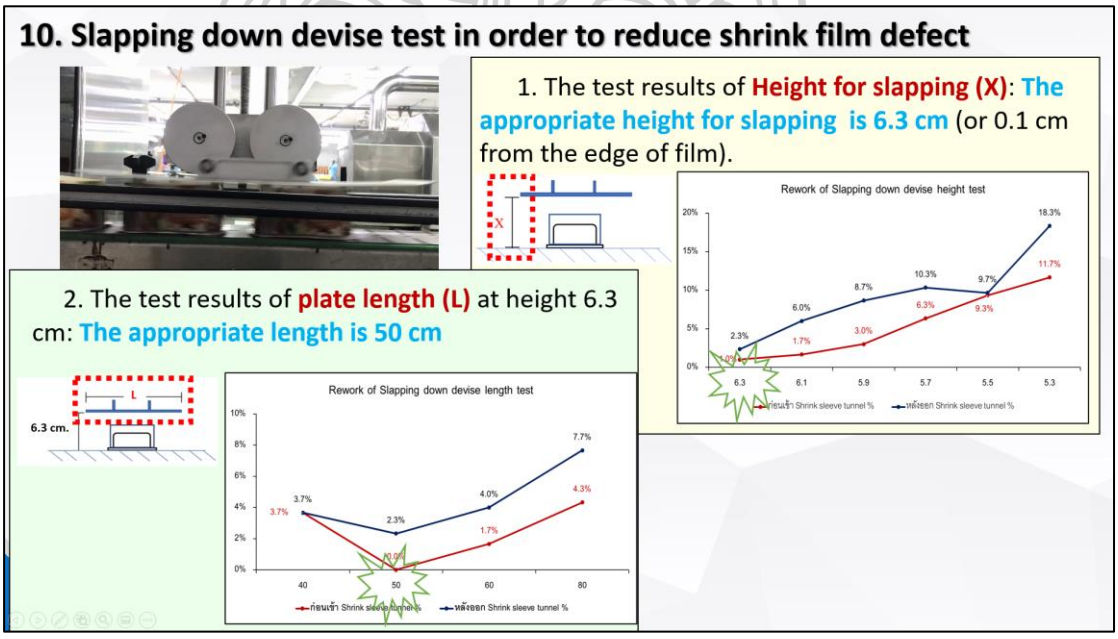
8. เพิ่มช่องทิ้งฝาและถุงใส่ฝาให้อยู่ใกล้พนักงาน เพื่อลดการหันหรือเดินออกไปทิ้งในถังขยะรวม เพื่อลดการทำงานที่ไม่ต่อเนื่อง

9. แยกพนักงานเดินไลน์หลักกับพนักงานที่ต้องทำงานบริการ เช่น แกะกล่องใส่ฝาจากกล่องใหญ่ เบิกมาจากสโตร์เก็บของ หรือรวมทั้งการนำขยะออกไปทิ้ง ต้องเป็นหน้าที่พนักงานบริการ พนักงานไลน์หลักจะวางมือในงานที่ทำอยู่และแยกไปทำไม่ได้



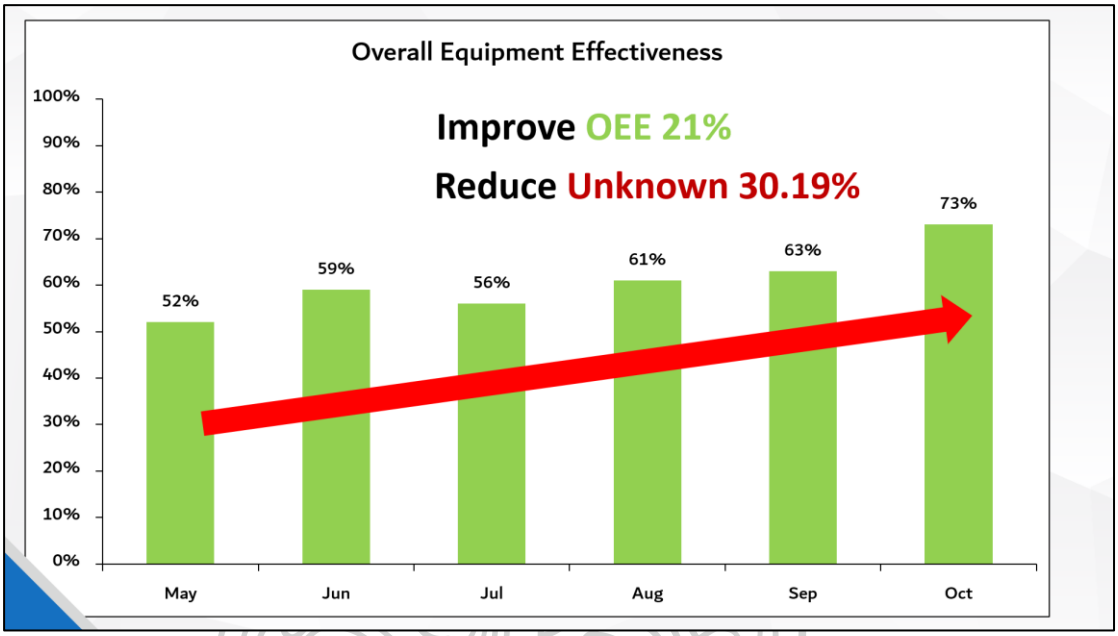
ภาพที่ 30 แสดงการทำงานของพนักงานในจุดปิดฝาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์การทำงาน

10. เพิ่มอุปกรณ์ดันฟิล์มให้เข้าไปให้ตรงจุดล่างสุดก่อนเข้าให้ความร้อนในกระบวนการถัดไป ทำให้ลดผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพ มีการศึกษาและทดลองในเรื่องของขนาดของแผ่นที่ใช้ดัน ทดลองทั้งความกว้างและความยาวที่ดีที่สุดในกระบวนการนี้ ดังภาพที่ 19



ภาพที่ 31 แสดงถึงการทดลอง ที่นำไปสู่การสร้างอุปกรณ์ที่มีความเหมาะสม

11. เพิ่ม Sensor นับจำนวนเพื่อให้เพิ่มความแม่นยำในการบันทึกข้อมูล และเพิ่มการยืนยันข้อมูลที่ได้ให้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น จากการแก้ไขด้วยไคเซ็นทั้ง 11 ข้อ ส่งผลให้ความสูญเสียทั้ง 4 ลดลง องค์กรใช้เวลา 6 เดือนในการปรับปรุงประสิทธิภาพ จากเดิม 52% เมื่อสิ้นสุดการแก้ไขทั้ง 11 ข้อประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเป็น 73% โดยเพิ่มขึ้นจากเดิม 21% และสามารถลดเวลาการสูญเสียที่ไม่ทราบสาเหตุลงได้ 30.19% ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มมากขึ้น



ภาพที่ 32 กราฟแสดงประสิทธิภาพการทำงานโดยเฉลี่ย

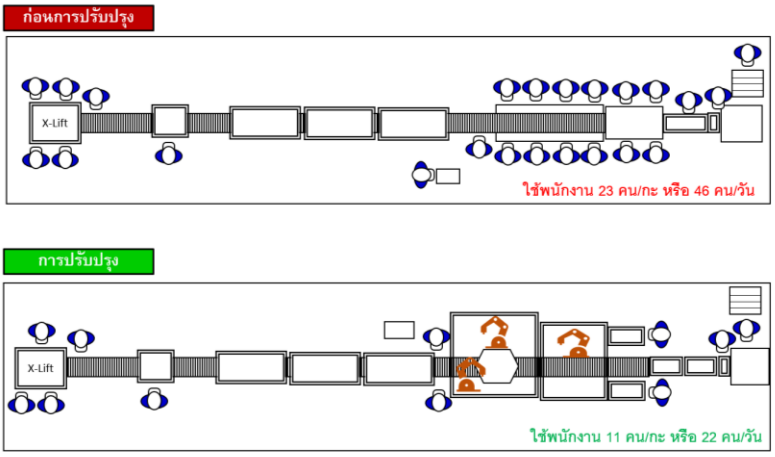
จากขั้นตอนที่ 4. ในงานวิจัยก่อนหน้าใช้เครื่องมือที่มีอยู่ในการแก้ปัญหา เปรียบเทียบกับ ขั้นตอนที่ 4. ใช้ไคเซ็นต์ในการแก้ปัญหา พบว่าสอดคล้องกัน เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดในแต่ละจุดของการทำงานก่อนการวางระบบเป็นกึ่งอัตโนมัติหรืออัตโนมัติ เป็นการขจัดความสูญเสียต่างๆก่อนปรับเข้าสู่ระบบอัตโนมัติจากการปรับปรุงการทำงานโดยยังไม่ได้ใช้ระบบอัตโนมัติ สามารถลดคนในกระบวนการไปได้ 1 คนต่อกะ หรือ 2 คนต่อวันและประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มขึ้นทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพมากขึ้นในการผลิตแต่ละวัน ช่วยลดเวลาการทำงานตามแนวทางของลีน และประสิทธิภาพของไลน์การผลิตที่สูงขึ้นสามารถนำไปเป็นประสิทธิภาพตั้งต้นในการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ตามแนวทางของลีน

2.5 สร้างมาตรฐานการทำงาน (Work Instruction)

เมื่อประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มขึ้น ทีมได้ขจัดความสูญเสียในไลน์ผลิตทั้งเพิ่มเติมอุปกรณ์ แบ่งหน้าที่การทำงาน รวมถึงกำหนดขั้นตอนการทำงานใหม่ให้พนักงาน ขั้นตอนที่ 5 จึงต้องจัดสร้างมาตรฐานการทำงานเพื่อให้พนักงานที่เข้ามาใหม่ หรือพนักงานเก่าที่เข้ามาทำงานแทนที่สามารถ

ปฏิบัติงานได้เหมือนกับพนักงานคนเดิม จึงต้องมีรูปภาพ VDO ของการทำงานรวมถึงคำอธิบายเพื่อเพิ่มความเข้าใจและที่สำคัญ การสอนงานที่มีพี่เลี้ยงคอยดูแล คอยกำชับให้เกิดความเข้าใจและปฏิบัติให้ถูกต้อง จากขั้นตอนที่ 4. ในงานวิจัยก่อนหน้าใช้เครื่องมือที่มีอยู่ในการแก้ปัญหา เปรียบเทียบกับขั้นตอนที่ 5. สร้างมาตรฐานการทำงาน พบว่าสอดคล้องกัน แต่ในรายละเอียดขั้นตอนที่จากงานวิจัยเชิงคุณภาพไม่ได้เฉพาะเจาะจงและอธิบายการทำมาตรฐานอย่างชัดเจนอย่างในกรณีศึกษา

2.6. การออกแบบระบบอัตโนมัติ (Concept Automation)



ภาพที่ 33 แผนผังแสดงจุดที่เลือกปรับปรุงโดยใช้หุ่นยนต์อัตโนมัติ

การประชุมทีมทำให้ทีมตั้งเป้าหมายประสิทธิภาพการทำงานได้ที่ 73 % หลังจากการปรับปรุงด้วยไคเซ็นต์จากทำงาน 23 คน/กะ ลดลงเหลือ 22คน/กะ ในการทำงาน การปรับปรุงต่อจากนี้จะเลือกใช้ระบบอัตโนมัติ เข้ามาแทนในส่วนที่พนักงานทำงานโดยเลือกส่วนงานที่ 5. ปิดฝา เนื่องจากใช้จำนวนคนเยอะมากที่สุด และ 6. นำไปใส่กล่อง เนื่องจากเป็นกระบวนการทำงานที่ง่ายที่สุดและพนักงานมีการทำซ้ำโดยมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดในกระบวนการ จากการประชุมระหว่างทีมปรับปรุงประสิทธิภาพขององค์กรร่วมกับซัพพลายเออร์ผลิตหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ จึงได้มติว่าจะทำในส่วนที่ 6 นำไปใส่กล่องก่อน ทางผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่าเนื่องจากเป็นหุ่นยนต์ที่จะเข้ามาตัวแรกจึงต้องเลือกที่ง่ายก่อน ให้พนักงาน ช่าง การควบคุม การบริหารจัดการระบบคุ้นชินกับระบบก่อน จึงทำให้เริ่มการศึกษาระบบอัตโนมัติในกระบวนการทำงานที่ 6 จึงเริ่มหากระบวนการและระบบที่เหมาะสมจากซัพพลายเออร์ต่างๆ ทั้งในและต่างประเทศ มีแลกเปลี่ยนข้อมูลในเชิงลึกขององค์กร จึงทำให้ต้องคัดเลือกซัพพลายเออร์ที่ไว้ใจได้มาเป็นพันธมิตร จากขั้นตอนที่ 5 ในงานวิจัยก่อนหน้าการออกแบบหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ เปรียบเทียบกับ ขั้นตอนที่ 6. การออกแบบระบบอัตโนมัติ พบว่ามีความสอดคล้องกัน

2.7. การจำลองการทำงานของระบบอัตโนมัติ (Simulation)

ภาพที่ 34 ภาพแสดงทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์

แต่ละซัพพลายเออร์จะส่งรูปแบบการทำงานของไลน์ระบบหุ่นยนต์ที่ทีมประสิทธิภาพให้โจทย์ไว้มาเพื่อนำเสนอแนวทางการทำงาน รูปแบบการติดตั้ง สเปกสินค้าวัสดุต่างๆ รวมถึง ราคาและระยะเวลาในการสร้าง ข้อจำกัดของงานแต่ละประเภท และที่สำคัญผลของการทดสอบเมื่อนำผลิตภัณฑ์เข้าทดสอบกับหุ่นยนต์จำลองเพื่อยืนยันความเร็ว คุณภาพ และความปลอดภัยในการทำงานของระบบอัตโนมัติ รวมถึงพื้นที่ในการติดตั้ง และสิ่งที่จำเป็นในระบบ ทางทีมงานปรับปรุงประสิทธิภาพขององค์กร นำข้อมูลของซัพพลายเออร์แต่ละบริษัทมาประชุมร่วมกันในทีมเพื่อหาข้อสรุปเพื่อคัดเลือก โดยเกณฑ์การคัดเลือกมีตั้งแต่ระยะเวลาคืนทุน วัสดุที่ใช้ ความปลอดภัยในการทำงาน ความยากง่ายของระบบที่นำมาใช้ ความเหมาะสมในเรื่องของสถานที่ และที่สำคัญแนวโน้วในการเพิ่มประสิทธิภาพในอนาคต ซึ่งทางทีมเลือกและตัดสินใจทั้งบันทึกข้อมูลการตัดสินใจ เผื่อไว้เป็นการพัฒนาในอนาคตต่อไป เมื่อทางซัพพลายเออร์จัดทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว ทีมต้องเข้าไปตรวจสอบตามที่ตกลงกับไว้ในใบเสนอราคาหรือเอกสารตกลงแนบท้าย มีการนำผลิตภัณฑ์ไปทดลองจนมีความพึงพอใจทั้ง 2 ฝ่าย นำไปสู่การนำระบบอัตโนมัติเข้ามาติดตั้งยังสถานที่จริงและปรับตั้ง ปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมเดิมให้เหมาะสมกับระบบที่นำเข้ามาใหม่ ทั้งในเรื่องของ ลม น้ำ ไฟฟ้า อากาศ เพื่อการทำงานที่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุดทั้งนี้สอดคล้องกับขั้นตอนที่ 6 และ 7 ในงานวิจัยก่อนหน้า การจำลองรูปแบบและกำหนดสเปกและวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุน เปรียบเทียบกับ ขั้นตอนที่ 7. การจำลองการทำงานของระบบอัตโนมัติ พบว่ามีความสอดคล้องกัน

2.8. จัดตั้งระบบอัตโนมัติและฝึกทักษะผู้ใช้งาน (Setting and Up Skill)

ในระหว่างที่เครื่องกำลังประกอบเป็นรูปเป็นร่าง ทางองค์กรได้ส่งทีมงานเข้าไปดูงาน เพื่อทำความรู้จักอุปกรณ์ รูปแบบของหุ่นยนต์ และระบบอัตโนมัติที่จะนำเข้ามาใช้ เมื่อมีการทดสอบทีมงานและช่างทั้งหมดขององค์ก็ต้องเข้าไปทดสอบเรียนรู้ การสั่งงาน ควบคุม และแก้ไขปัญหาเบื้องต้น หลังจากนั้นทางผู้ผลิตกำหนดวันที่จะฝึกทักษะสำหรับระบบให้เรา เป็นช่วงเวลาที่เรียนรู้อุปกรณ์ ควบคุม และการปฏิบัติที่หน้างานจริงจนกว่าทีมช่างในองค์กรจะแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้ทั้งหมด ทางทีมช่างเองก็ต้องฝึกพื้นฐานของไฟฟ้า ระบบควบคุมวงจร และเซ็นเซอร์มาพอสมควรเพื่อการต่อยอดที่รวดเร็ว จากขั้นตอนที่ 8 9 และ 10 ของผลงานวิจัยเชิงคุณภาพ การดำเนินงานสร้าง ตรวจรับเครื่องโดยการจำลองสถานะการณ์จริง และเข้าติดตั้งสถานที่จริง เปรียบเทียบกับ ขั้นตอนที่ 8 ในกรณีศึกษาจัดตั้งระบบอัตโนมัติและฝึกทักษะผู้ใช้งาน เป็นขั้นตอนในช่วงท้ายที่เราติดตามการสร้างระบบอัตโนมัติ มาถึงการปรับตั้งค่าให้เหมาะสม ให้ได้ตามที่ตกลงกันไว้ พบว่ามีความสอดคล้องกัน

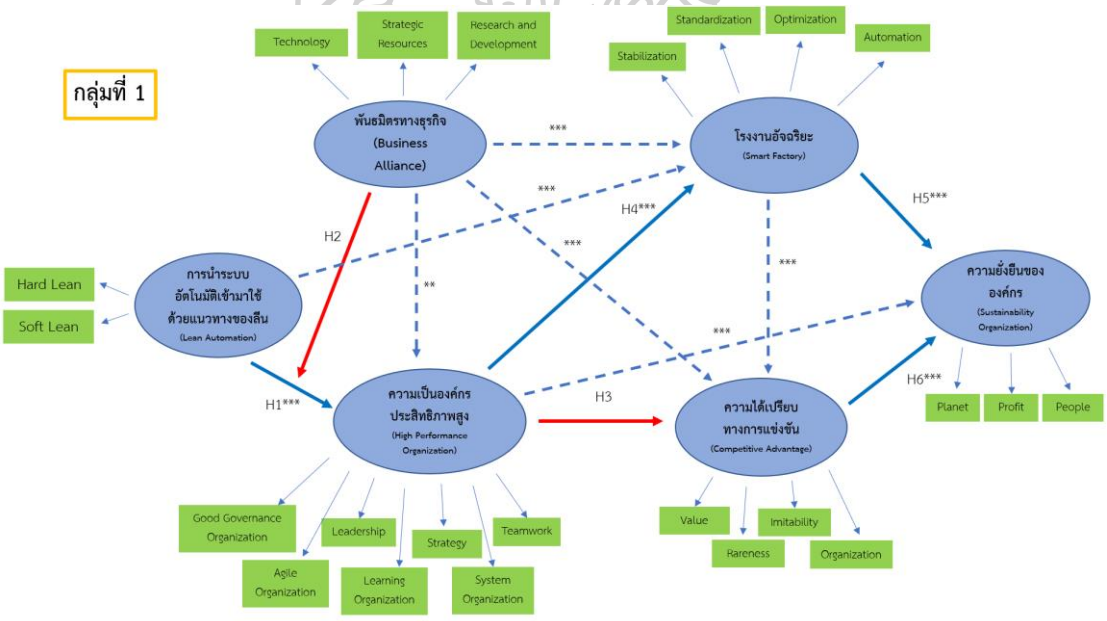
2.9. การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น (Lean Automation)

หุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ จะประกอบด้วยระบบประมวลผลและเก็บข้อมูลจำนวนมาก องค์ทีมงานต้องระบุ ตำแหน่งที่จะเก็บข้อมูลและฐานข้อมูลในการนำไปใช้เพื่อให้ทางผู้ผลิตใส่มาในระบบในพร้อม มิเช่นนั้นต้องมาจ่ายเพื่อซื้อและติดตั้งเพิ่มเติม สิ่งที่สำคัญในระบบออโตเมชั่น คือมีระบบที่สามารถควบคุมได้จากระยะไกล เพื่อแก้ไขปัญหาเร่งด่วนที่มีความซับซ้อนมากกว่าปัญหาเบื้องต้นที่ช่างประจำเครื่องสามารถแก้ไขได้ เพื่อลดความสูญเสียในการรอคอย จึงต้องประกอบด้วยระบบอินเตอร์เน็ตเป็นสำคัญ เมื่อระบบอัตโนมัติสามารถทำงานได้ ทางทีมจึงเริ่มจัดเก็บข้อมูลและนำไปใช้กับการผลิตจริง เพื่อเทียบกับประสิทธิภาพก่อนหน้า พบว่า ทั้ง Cycle time, Takt time, ดีขึ้นตามลำดับส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานที่เพิ่มขึ้นเป็น 80% จากกำหนด 73 % โดยรวมการใช้ระบบหุ่นยนต์ในการทำงานร่วมกับคนในกระบวนการทำงานที่ 6 สามารถลดพนักงานในการทำงานได้ 2 คน เมื่อข้อมูลแสดงถึงผลที่ได้ตรงตามเป้าหมายด้านประสิทธิภาพ และการลดคน ทีมงานปรับปรุงประสิทธิภาพจึงพัฒนาต่อในกระบวนการทำงานที่ 5 คือปิดฝา โดยปรับเป็นการวิเคราะห์กระบวนการใหม่ที่มีระบบหุ่นยนเพิ่มเข้ามาแล้วทำการเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่ต้องตั้งในโครงการหุ่นยนต์ตัวที่ 2 พบว่าใช้ประสิทธิภาพที่ 80% และสามารถลดคนปิดฝาได้ อย่างน้อย 6 คน เนื่องจากเป็นไลน์ผลิตเดิมที่ได้ผ่านการแก้ปัญหาในเรื่องประสิทธิภาพการทำงานมาแล้ว จึงสามารถเข้าสู่ขั้นตอนที่ 6 เพื่อทำระบบอัตโนมัติได้ทันที เกิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เมื่อกระบวนการทำงานที่ 5 เสร็จสิ้น พบว่า ประสิทธิภาพรวมอยู่ที่ 80-82% แต่สิ่งที่ได้มากกว่าคือจำนวนพนักงานที่ลดลงจาก 23 คน ต่อกะเหลือเพียง 11 คนต่อกะ มีการทำงาน 2 กะ จึงสามารถลดคนทำงานได้ 22 คน ทีมงานหากระบวนการต่อไปเพื่อปรับให้เป็นระบบหุ่นยนต์หรืออัตโนมัติอย่างต่อเนื่องโดยใช้ โมเดลไลน์นี้

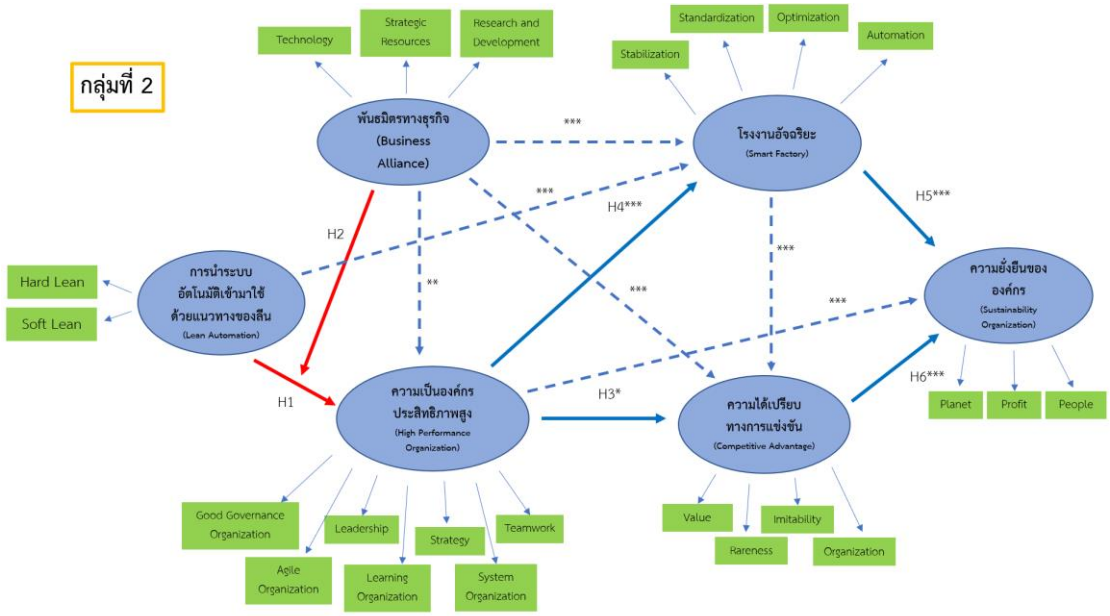
ปรับปรุงไปเรื่อยๆ จนใกล้ 100% ที่มากที่สุดของไลน์ผลิตที่มีความใกล้เคียง จากนั้นไปทำไลน์การผลิตที่มีความซับซ้อนอื่นๆ ต่อไป ทำอย่างต่อเนื่องเกิดเป็น Lean Automation ในองค์กร สอดคล้องกับขั้นตอนที่ 11 และ 12 ของผลงานวิจัยเชิงคุณภาพ เก็บข้อมูล และสร้าง Process flow ของกระบวนการใหม่ เปรียบเทียบกับ ขั้นตอนที่ 9 การนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ด้วยลีนออโตเมชั่น พบว่ามีความสอดคล้องกัน

3. การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่มีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและความยั่งยืนขององค์กรในอุตสาหกรรมอาหาร

การทดสอบแบบแยกกลุ่มแบ่งเป็น
กลุ่มที่ 1 ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติจำนวน 1-5 เครื่อง
กลุ่มที่ 2 มีผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติมากกว่า 5 เครื่อง



ภาพที่ 35 แผนภาพสรุปกรอบแนวคิดงานวิจัยตามผลการวิจัยเชิงปริมาณ (กลุ่มที่ 1)



หมายเหตุ : *** ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.001 (p-value<0.001) ** ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 (p-value<0.01) * ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 (p-value<0.05) เส้นสีน้ำเงิน หมายถึง มีระดับนัยสำคัญทางสถิติ เส้นสีแดง หมายถึง ไม่มีระดับนัยสำคัญทางสถิติ เส้นประ หมายถึง คู่ตัวแปรที่มีระดับนัยสำคัญทางสถิติแต่ไม่ได้อยู่ในสมมติฐานงานวิจัย

ภาพที่ 36 แผนภาพสรุปกรอบแนวคิดงานวิจัยตามผลการวิจัยเชิงปริมาณ (กลุ่มที่ 2)

3.1 การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นกับความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง (Lean Automation and High Performance Organization)

กลุ่มที่ 1 การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นมีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง วัดจากหลักการและแนวทางการปฏิบัติของลีนในองค์กร ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงวัดจากองค์กรที่มีธรรมมาภิบาล องค์กรที่มีความยืดหยุ่น ผู้นำองค์กรมีภาวะผู้นำสูง องค์กรแห่งการเรียนรู้ การบริหารองค์กรเชิงรุก องค์กรเชิงระบบ และการทำงานเป็นทีม สอดคล้องกับ G. L. Tortorella et al. (2021) การดำเนินการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ด้วยลีนออโตเมชั่นมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการปฏิบัติงาน ทั้งเป็นตัวแปรคั่นกลางที่นำไปสู่ประสิทธิภาพของการปฏิบัติงาน การมีส่วนร่วมของลูกค้า การมีส่วนร่วมของพนักงาน การควบคุมกระบวนการทางสถิติและการปรับระดับการผลิตซึ่งส่งผลดีต่อผลการปฏิบัติงาน แนวคิดแบบลีนที่นำมาใช้ใน SMEs มีแนวโน้มที่จะมีส่วนสนับสนุนสำคัญต่อผลการปฏิบัติงาน การปฏิบัติงานด้วยลีนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน (V. Yadav et al., 2019) สอดคล้องกับ Maware and Adetunji (2019) ความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างที่เสนอระหว่างแนวทางปฏิบัติของลีน และประสิทธิภาพการปฏิบัติงานในบริษัทผู้ผลิตในซิมบับเว พบว่าการปฏิบัติของลีนมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับผลการ

ปฏิบัติงาน การปฏิบัติงานในประเทศกำลังพัฒนาเมื่อนำลีนไปใช้ ด้วยเครื่องมือ JIT, Jidoka เพื่อกำหนดมาตรฐานนำไปสู่การปรับปรุงประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน สอดคล้องกับ Yang et al. (2020) การใช้ VSM เพื่อช่วยดำเนินตามหลักการแบบลีนจะรวมอยู่ในขั้นตอนการออกแบบที่เสนอ เนื่องจากกระบวนการแบบลีนเป็นพื้นฐานสำหรับการออกแบบ รวมกับกลยุทธ์การดึง เพื่อสร้างแบบจำลองปัญหาหลังจากระบุปัจจัยควบคุมจนการเพิ่มประสิทธิภาพการจำลองได้รับการพัฒนานำไปสู่ประสิทธิภาพการออกแบบปัจจัยควบคุม ระบบการผลิตแบบลีนที่เสนอสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบและแนวทางการพัฒนาองค์กรประสิทธิภาพสูง ส่วนใหญ่นำหลักการมาเป็นเครื่องมือทางด้านการจัดการและการปฏิบัติงาน การพัฒนาบุคคลากร การจัดสรรค่าตอบแทน การใช้เทคโนโลยีในการติดตามข้อมูล การกำหนดมาตรฐาน การลดขั้นตอนการทำงาน ทำให้องค์กรมีต้นทุนที่ลดลง (ภาวนา กิตติวิมลชัย และ เสาวนี สิริสุขศิลป์, 2559; Raghuram and Arjunan, 2021Raghuram and Arjunan, 2021) ไม่เพียงแต่แนวทางการพัฒนาองค์กรเท่านั้นความยืดหยุ่นของเครื่องจักร เป็นความยืดหยุ่นที่สำคัญที่สุดซึ่งส่งผลต่อความสำเร็จของการผลิตแบบลีน ตามมาด้วยความยืดหยุ่นของแรงงาน การกำหนดเส้นทาง ผลิตภัณฑ์ ปริมาณ และความยืดหยุ่นในการจัดการวัสดุ องค์กรต้องปรับความสามารถในการใช้ทรัพยากรของตน เพื่อปรับปรุงระดับความยืดหยุ่นของเครื่องจักรตามลำดับ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานแบบลีนโดยรวม แมชชีนเลิร์นนิ่งถูกนำมาใช้เพื่อปรับแต่งพารามิเตอร์คอนโทรลเลอร์ให้ได้ระบบที่สมบูรณ์ (Solke et al., 2021) ในทางกลับกันเทคโนโลยีในอุตสาหกรรม 4.0 ส่งผลโดยตรงต่อการผลิตแบบลีน นอกจากนี้การผลิตแบบลีนเป็นตัวแปรกลางในความสัมพันธ์ทางอ้อมระหว่างการพัฒนาโรงงานแบบลีน กับประสิทธิภาพของความยั่งยืน องค์กรควรมุ่งมั่นที่จะนำเทคโนโลยี Industry 4.0 มาใช้เพื่อทำให้กระบวนการผลิตเป็นแบบดิจิทัล แบบลีน และแบบอัจฉริยะ (Ghaithan et al., 2021) สอดคล้องกับ Jirangkul (2018) ประชากรและการออกแบบการทำงานมีอิทธิพลทางตรงต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง ขณะที่วัฒนธรรมและการมีส่วนร่วมของพนักงาน มีอิทธิพลต่อพนักงานและการจัดการความเปลี่ยนแปลงในองค์กร ทั้งยังพบว่าเมื่อมีการจัดการพัฒนาพนักงานจะเป็นสิ่งที่สำคัญที่จะช่วยให้องค์กรดีขึ้น กระบวนการการพัฒนาประสิทธิภาพของบุคคลากรมีความสัมพันธ์กับองค์กรประสิทธิภาพสูง การพัฒนาองค์กรให้อยู่รอดต้องอาศัยทรัพยากรมนุษย์ที่ต้องการการเปลี่ยนแปลง ปรับพฤติกรรม ความเชื่อ ความคิด พัฒนาตัวเองอย่างไม่หยุด ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงตามสภาวะแวดล้อมและการแข่งขันที่เข้ามาสู่องค์กร (ไขแข สุวรรณ และ ตรีเนตร ตันตระกูล, 2563) การเรียนรู้แบบทีมการแลกเปลี่ยนระหว่างกัน ภารกิจที่สำเร็จไปด้วยกันเสริมสร้างความร่วมมือร่วมใจที่พัฒนาองค์กรไปสู่ประสิทธิภาพระดับสูง (คมกริช นันทะโรจพงศ์ และคณะ) ทำให้เกิดวัฒนธรรมการทำงานอันมีผลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง (ณัชญานุช สุดชาดีและคณะ, 2561) สอดคล้องกับ ธนพร แย้มสุดา (2561) การนำ PDCA มาปรับปรุงใช้ในการดำเนินงานขององค์กรในทุกระดับเสริมทั้งการทำงานแบบ

เดี่ยวและแบบทีม ทำให้ทีมก้าวเข้าสู่องค์กรแห่งการเรียนรู้และเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง จากการการปรับเปลี่ยนวิธีคิด และมุมมองการปฏิบัติงานสู่จุดหมายเดียวกันโดยอาศัยนวัตกรรม และการสร้างองค์ความรู้ของทีมที่พัฒนาไปสู่องค์ความรู้ขององค์กร (Ateia et al., 2021) สอดคล้องกับ de Waal (2018) ปัจจัยหลักที่สนับสนุนการเปลี่ยนแปลงความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงที่ประสบความสำเร็จ อันประกอบด้วยผู้บริหารระดับสูง พนักงาน และผู้สอนงานที่มีความเอาใจใส่ในการพัฒนางานและปัจจัยด้านสุขอนามัยก่อให้เกิดประสิทธิภาพ พันธมิตรที่มีประสิทธิภาพสูง และความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง (de Waal and de Haas, 2018) เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับบริษัทของอียิปต์และเพื่อประเมินสถานะของพวกเขาไปสู่ประสิทธิภาพสูง สามารถนำไปกำหนดจุดแข็งและจุดอ่อนขององค์กรได้อย่างแม่นยำ (de Waal, Habil and Goedegebuure, 2016) ควรเริ่มกำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนสำหรับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เช่น การปรับปรุงรายได้ การปรับกลยุทธ์ การปรับปรุงพนักงาน การเปลี่ยนแปลงนี้จะยังไม่สมบูรณ์จนกว่าบริษัทจะดำเนินการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อรักษาระดับประสิทธิภาพที่สูงขึ้น (Mroueh and de Waal, 2018) องค์กรประสิทธิภาพสูงต้องให้ความสำคัญกับการดำเนินงาน การแบ่งงาน การกระจายอำนาจ และโครงสร้างองค์กรที่มีความยืดหยุ่น การนำพาองค์กรต้องอาศัยความเป็นกลาง ความมีอิสระในการทำงานประกอบกับวิสัยทัศน์และการวางแผนที่ดี มีระบบ การควบคุม มีจริยธรรม และการปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการทำงาน (พรนิภา ธนาธรรมนันท์และคณะ, 2562) การทำงานตามหลักการยศาสตร์สามารถเป็นพื้นฐานสำหรับการเปลี่ยนแปลงแบบลีนโดยการขจัดความสูญเสียที่เกี่ยวข้อง และลดความเสี่ยงตามหลักสรีรศาสตร์ เพื่อประสิทธิภาพ (M. Brito et al., 2021) สอดคล้องกับ Onofrei et al. (2019) สนับสนุนแนวทางปฏิบัติแบบลีนนำไปสู่ประสิทธิภาพการดำเนินงานที่สูงขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในแง่ของต้นทุน คุณภาพ ความยืดหยุ่น และการส่งมอบ การปฏิบัติแบบลีนผ่านทุนทางปัญญาช่วยให้องค์กร สามารถทำผลงานได้ดีกว่าคู่แข่งในด้านประสิทธิภาพการดำเนินงานที่หลากหลาย การปรับปรุงประสิทธิภาพเป็นการสร้างทุนทางปัญญารูปแบบหนึ่ง บริษัทต่างๆ สามารถทำซ้ำความรู้ที่ฝังอยู่ในการปฏิบัติ ก่อให้เกิดมาตรฐานการทำงาน ประกอบกับทุนทางสังคมการเปิดกว้างของการสื่อสาร เน้นถึงบทบาทของวัฒนธรรมองค์กร ในการเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน ทั้งนี้การปฏิบัติแบบลีนมีผลกระทบทางอ้อม อย่างมีนัยสำคัญต่อความเหมาะสมในการผลิตผ่านแนวทางปฏิบัติด้านคุณภาพ (Onofrei and Fynes, 2019) อย่างไรก็ตามการประยุกต์ใช้ลีนในองค์กรต้องอาศัยการปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับกระบวนการผลิต การนำวิธีการ เครื่องมือต่างๆมาใช้เพื่อช่วยในกระบวนการตัดสินใจผ่านขั้นตอนการปฏิบัติตามความแตกต่างกันไป ความสามารถ ความซับซ้อนและปัจจัยการผลิตที่จำเป็น จึงต้องมีการตรวจสอบเพิ่มเติมถึงการตัดสินใจแก้ไขกระบวนการ หรือการใช้เครื่องมือเพื่อให้เป็นไปตามแนวทางแบบลีน และจำเป็นต้องประเมินคุณภาพของกระบวนการตัดสินใจผ่านกระบวนการประยุกต์ใช้ลีนในแต่ละครั้ง (Mumani et al., 2021) สอดคล้องกับ Sahoo

(2019) ปัจจัยทางสังคมแบบลีนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินธุรกิจ การเพิ่มปัจจัยทางเทคนิคแบบลีนเข้ามาตัวกลางพบว่าความสัมพันธ์เชิงบวกโดยตรงระหว่างปัจจัยทางสังคมแบบลีนกับผลการดำเนินธุรกิจลดลง แนวทางปฏิบัติทางสังคมแบบลีนมีอิทธิพลทางอ้อมต่อการดำเนินธุรกิจโดยมีอิทธิพลต่อแนวทางปฏิบัติด้านเทคนิคแบบลีนปัจจัยเหล่านี้จึงมีความสัมพันธ์และการทำงานร่วมกัน ทั้งยังเป็นส่วนหนึ่งของระบบการจัดการแบบลีน (Kroes et al., 2018) การใช้ระบบการตรวจสอบแบบอัตโมมัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ต้องอาศัยเทคนิคการปรับอัลกอลิทึมในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ได้อย่างครบถ้วยอันส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานและคุณภาพผลิตภัณฑ์ในท้ายที่สุด (Mohammadi Baneh et al., 2018) สอดคล้องกับ Sanjay Bhasin and Found (2020) การเปลี่ยนแปลงแบบลีนต้องใช้แนวทางแบบองค์รวม การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และการปรับให้สอดคล้องกับกลยุทธ์ การเปลี่ยนแปลงที่ประสบความสำเร็จเกิดขึ้นในระดับของพนักงานแต่ละคนขององค์กร ไม่มีแนวทางใดที่เหมาะกับทุกองค์กร ต้องการการเปลี่ยนแปลงระดับกลยุทธ์ควบคู่ไปกับการกำหนดค่าการปฏิบัติงาน การเสริมอำนาจ การมอบหมายงานและระบบการสื่อสารที่เหมาะสมเพื่อให้บรรลุความสำเร็จ การปรับใช้นโยบายให้ก้าวไปสู่ความสามารถในการแข่งขันที่ดีขึ้นผ่านประสิทธิภาพโดยรวมที่สมบูรณ์แบบ ก่อให้เกิดประสิทธิภาพขององค์กรโดยรวมที่ดีขึ้น การนำลีนไปปฏิบัติในกิจกรรมการผลิตเริ่มจากการการค้นหาความสูญเสียในการผลิต การจัดงานตามแผนงานการเริ่มจัดการปรับเปลี่ยนแปลง ต่อมาต้องหาแนวทางที่เป็นไปได้เพื่อปรับปรุงการปฏิบัติงานให้การผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น สุดท้ายประเมินถึงผลตอบรับที่คุ้มค่าในการปรับปรุงกระบวนการที่สำคัญก่อน อันจะนำไปสู่ความได้เปรียบทางการแข่งขันในอนาคต (L. Wang et al., 2011) อุปสรรคด้านวัฒนธรรมแบบเดิมที่ฝังรากลึกจนผู้ปฏิบัติงานไม่กล้าปรับเปลี่ยน เปลี่ยนแปลงการทำงาน การบริจัดการที่มีความยืนหยุ่นต้องมีการปรับไปใช้เทคโนโลยีจึงมีผลต่อประสิทธิภาพมากกกว่าการบริหารจัดการที่ยืดหยุ่นแต่เป็นการผลิตแบบเดิม (Albuquerque et al., 2020) ดำเนินการแบบลีนที่สูงขึ้นอยู่กับความตั้งใจเชิงกลยุทธ์ของบริษัทในเรื่องลีน และเลือกการบริหารจัดการทรัพยากรมนุษย์มาเป็นส่วนช่วยในการพัฒนาองค์กร (Agarwal et al., 2021) สอดคล้องกับ Ali Ahmad Malik and Bilberg (2019) การเปลี่ยนวิธีคิดจากใช้ระบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบที่ไม่ต้องใช้พนักงานเป็นระบบอัตโนมัติแบบลีนที่มีมนุษย์เป็นศูนย์กลาง สามารถเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลได้ การบรรลุผลผลิตสูงโดยเฉพาะในงานที่ทำด้วยตนเองเช่น การประกอบ การผลิต ผลลัพธ์ไม่เพียงแต่ได้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นเท่านั้นแต่ยังเพิ่มความปลอดภัย ปรับปรุงการทำงานตามหลักสรีรศาสตร์ และสวัสดิภาพของมนุษย์ สอดคล้องกับ Sahoo (2020a) การนำลีน TQM มาใช้ร่วมกันในองค์กรส่งผลต่อประสิทธิภาพขององค์กร เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าเพื่อให้ลูกค้ามีความมั่นใจต่อคุณภาพสินค้า และกระบวนการผลิตขององค์กร เพื่อเพิ่มผลกำไรในขณะที่ลีนเป็นศาสตร์แห่งความสมบูรณ์ของเครื่องจักร ในการดำเนินการด้านเทคนิค การปรับปรุงกระบวนการ อันนำไปสู่การใช้กลยุทธ์เพื่อเพิ่ม

ความสามารถในการแข่งขันขององค์กร สอดคล้องกับ AL-Shboul et al. (2018) มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างการดำเนินการ ด้านคุณภาพ ความสัมพันธ์กับลูกค้าและความร่วมมือกับซัพพลายเออร์ แนวทางปฏิบัติเหล่านี้นำไปสู่การปรับปรุงที่สำคัญในด้านส่วนแบ่งการตลาดและผลการดำเนินงานทางการเงิน อย่างไรก็ตามการปฏิบัติเหล่านี้เสริมสร้างและส่งเสริมซึ่งกันและกันในบทบาทด้านคุณภาพ สอดคล้องกับ Bashar et al. (2021) ประสิทธิภาพการผลิตและการปฏิบัติแบบลีนมีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตและผลผลิตของอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องนุ่งห่ม ทั้งนี้การปรับปรุงคุณภาพมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับประสิทธิภาพการดำเนินงานจากการปฏิบัติ ตามแนวทางของลีน แนวทางการดำเนินงานแบบลีนจะนำบริษัทเครื่องแต่งกายไปสู่ความได้เปรียบในการแข่งขัน สิ่งสำคัญที่สุดคือจะให้แนวทางในการส่งเสริมการลีนไปใช้เป็นอาวุธในการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานขององค์กร สอดคล้องกับ El-Khalil (2018) ลีนมีบทบาทเป็นตัวกลางในความสัมพันธ์ระหว่าง การใช้งานที่ยืดหยุ่นและตัวชี้วัดประสิทธิภาพการทำงาน ระบบโดยธรรมชาติมักมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้สามารถควบคุมได้ในบางกรณี แต่ส่วนใหญ่ไม่สามารถทำได้ การจัดการแบบลีนและองค์กรที่มีความยืดหยุ่นได้รับการออกแบบ เพื่อขจัดของเสีย ปรับปรุงคุณภาพ ต้นทุน และเวลานำ และให้กระบวนการผลิตปรับเพื่อชดเชยการเปลี่ยนแปลง ลีนมีบทบาทสำคัญในความสัมพันธ์ระหว่างการใช้งานที่ยืดหยุ่นเพื่อให้บรรลุศักยภาพสูงสุด สอดคล้องกับ Ghobakhloo and Azar (2018) องค์กรที่มีการปฏิบัติแบบลีนส่งผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน สอดคล้องกับ Hernandez-Matias et al. (2020) การส่งเสริมวัฒนธรรมแบบลีนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการมีส่วนร่วมของพนักงาน การใช้ลีนในองค์กรส่งผลโดยตรงต่อพนักงาน การเสริมอำนาจการตัดสินใจส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน เริ่มที่การปฏิบัติของพนักงานเพื่อสร้างฐานที่จำเป็นสำหรับการใช้งานแบบลีนที่ประสบความสำเร็จ สร้างสภาพแวดล้อมที่เพียงพอสำหรับการคิดแบบลีน ฝ่ายบริหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งระดับบนสุดต้องแสดงให้เห็นว่าพวกเขามุ่งมั่นอย่างแท้จริงต่อการเปลี่ยนแปลง การส่งเสริมและให้รางวัลแก่พนักงานสำหรับการเป็นคนใจกว้าง ใจดี และเห็นแก่ผู้อื่น ต้องนำมาใช้โครงการฝึกอบรมพนักงานที่ดีต้องดำเนินการในขณะเดียวกัน การสรรหาและจัดสรรคพนักงานที่มีทักษะและความเชี่ยวชาญเพียงพอเพื่ออำนวยความสะดวกในการดำเนินการเพื่อให้พวกเขาสามารถดำเนินการกระบวนการและบรรลุการเปลี่ยนแปลงแบบลีนได้อย่างแท้จริง บรรลุการเปลี่ยนแปลงทางวัฒนธรรมที่ช่วยให้พวกเขาได้รับประโยชน์จากการดำเนินงานที่ดีที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้จากการนำไปปฏิบัตินั้น สอดคล้องกับ Iqbal et al. (2020) หลักการการผลิตแบบลีนและองค์กรที่มีความยืดหยุ่น (Agile) เป็นความสามารถที่ส่งเสริมประสิทธิภาพ ความสอดคล้องเชิงประจักษ์ที่ชัดเจนระหว่างการผลิตแบบลีนและองค์กรที่มีความยืดหยุ่น สนับสนุนว่าการผลิตแบบลีนและองค์กรที่มีความยืดหยุ่นนั้นสัมพันธ์ในทางบวกกับการปฏิบัติงาน การตลาด และประสิทธิภาพทางการเงิน สอดคล้องกับ Khalfallah and Lakhal (2020) แนวทางปฏิบัติด้านการผลิตแบบลีนเกี่ยวข้องโดยตรงและโดยอ้อม

กับ ประสิทธิภาพขององค์กร ในขณะที่การผลิตแบบมีความยืดหยุ่น นั้นเกี่ยวข้องโดยตรงกับประสิทธิภาพขององค์กร การผลิตแบบ Agile ช่วยอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแนวทางปฏิบัติด้านการผลิตแบบลีนและประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน มุมมองของผู้บริหารทำให้เกิดผลลัพธ์ที่มีแนวโน้มว่าจะผู้ปฏิบัติงานที่สนใจที่ต้องการปรับปรุงความคล่องตัวและประสิทธิภาพของพนักงาน ความเกี่ยวข้องที่จะใช้งาน TQM, JIT และ TPM อย่างมีประสิทธิภาพ แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการนำระบบการผลิตที่คล่องตัวมาใช้ ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน สอดคล้องกับ Manikas and Kroes (2018) พบว่าความลีนมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญและในเชิงบวกกับประสิทธิภาพทางการเงิน สอดคล้องกับ Shrafat and Ismail (2019) แนวทางปฏิบัติของลีนวัดจากการบำรุงรักษาที่มีประสิทธิผล การควบคุมกระบวนการ และการปฏิบัติงานตามหลัก 5ส ได้ถูกนำไปใช้โดยบริษัทผู้ผลิตในจอร์แดน ลีนให้ได้ผลประโยชน์ตามที่คาดหวัง ใช้ได้ไม่เฉพาะในประเทศที่พัฒนาแล้วเท่านั้น แต่ยังรวมถึงในประเทศกำลังพัฒนาด้วย หากนำมาใช้อย่างเหมาะสม โดยประสิทธิภาพการปฏิบัติงานถูกวัดจาก คุณภาพ สินค้าคงคลัง การส่งมอบ ผลผลิต และการลดต้นทุน Sartal et al. (2017) หลักการแบบลีนมีอิทธิพลในเชิงบวกต่อประสิทธิภาพ การทำงานของบริษัทผ่านสิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี กิจวัตรแบบลีนสามารถเปลี่ยนเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน ความสามารถที่ใช้เทคโนโลยีได้นำเสนอวิธีการใหม่ๆในการจัดการกระบวนการอย่างมีประสิทธิภาพด้วยลีน ผลการวิจัยในปัจจุบันสนับสนุนว่าอุตสาหกรรมการผลิตโดยเฉพาะอย่างยิ่งในอิหร่านควรปรับปรุงการคิดแบบลีน ในการรักษาสภาพแวดล้อมการแข่งขัน การนำกระบวนการลีนไปใช้ในธุรกิจของตน เพื่อส่งเสริมผลประโยชน์ด้านการผลิต โดยพิจารณาจากปัจจัยทางวัฒนธรรม เทคนิค องค์กร และเศรษฐกิจในบริษัทผู้ผลิตเป็นสำคัญ (Zahraee, 2016) ความสำเร็จในเชิงบวกที่สำคัญของการดำเนินการผลิตแบบลีนต่อมูลค่าขององค์กร การบริหารจัดการบางประการสำหรับการนำการผลิตแบบลีนมาใช้ เมื่อเผชิญแรงกดดันที่เพิ่มขึ้นเกี่ยวกับต้นทุนการผลิต และความสามารถในการแข่งขันในระดับสากล องค์กรจึงนำการผลิตแบบลีนมาใช้เพื่อกำจัดของเสีย แล้วจึงลดต้นทุนการผลิต อย่างไรก็ตามเนื่องจากความคาดหวังอย่างมากเกี่ยวกับประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นในระยะสั้น จึงมีเพียงไม่กี่แห่งที่ประสบความสำเร็จในการใช้การผลิตแบบลีน ควรดำเนินการตามแผนระยะยาวในขณะที่ใช้การผลิตแบบลีน และไม่ควรคาดหวังการปรับปรุงประสิทธิภาพในระยะสั้นมากเกินไป (Zhu and Lin, 2017)

กลุ่มที่ 2 การนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ด้วยลีนออโตเมชั่นไม่มีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง การปฏิบัติงานตามแนวทางของลีนไม่ได้เน้นเฉพาะแต่ประสิทธิภาพการทำงานเท่านั้น ยังเน้นถึงการบำรุงรักษาเครื่องจักรในอนาคต รวมถึงความยั่งยืนที่ต้องทำให้เหมาะสมกับสภาพขององค์กร และการรักษาสภาพแวดล้อม การมีเครื่องจักรจำนวนมากไม่แสดงถึงการประสบความสำเร็จในลีนออโตเมชั่น สอดคล้องกับ Purushothaman et al. (2020) พบความสัมพันธ์ระหว่างลีนและของเสียที่แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือแบบลีน มีผลต่อของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ

ทำงานที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์และส่งผลเสียต่อประสิทธิภาพการผลิตอันเป็นผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อต้นทุนของการผลิตโดยรวมและกระบวนการที่เกี่ยวข้อง สอดคล้องกับ Onofrei and Fynes (2019) ไม่พบว่าวัฒนธรรมการทำงานแบบเดิมสร้างความแตกต่างให้กับความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือแบบลีนและของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทำงาน การลงทุนในระดับที่สูงขึ้นในแนวทางปฏิบัติแบบลีนไม่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อการปรับปรุงที่เกี่ยวข้องกับความรวดเร็วในการผลิต ในประเทศกำลังพัฒนาส่วนใหญ่ที่ไม่เชื่อในการดำเนินการของลีน (S. Bhasin and Burcher, 2006; Browning and Heath-Brown, 2009) สอดคล้องกับ AL-Shboul et al. (2018) การปฏิบัติแบบลีนมีผลกระทบในทางลบต่อการปรับปรุงประสิทธิภาพทางการเงินขององค์กรที่มีประสิทธิภาพสูง ลีนยังคงเป็นแนวคิดที่ค่อนข้างไม่เป็นที่รู้จักในประเทศอาหรับ ระดับการรับรู้ลีนที่ต่ำในกลุ่มประเทศอ่าวไทยเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศตะวันตกอาจมีส่วนทำให้การจัดการซัพพลายเชนมีระดับการปฏิบัติที่ต่ำ โดยประเทศที่พัฒนาแล้วมีการใช้เทคโนโลยีในระดับต่ำอาจขัดขวางการมีประสิทธิภาพมากขึ้นในแผนกต่างๆขององค์กร สอดคล้องกับ G. L. Tortorella et al. (2019) ผลกระทบที่ตรงกันข้ามเกิดขึ้นเมื่อผู้จัดการที่ดำเนินการตามแนวคิดเหล่านี้ไม่เข้าใจเป็นอย่างดี การผสานรวมเทคโนโลยีอุตสาหกรรมด้วยระบบอัตโนมัติและนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์หรือบริการ สามารถนำไปสู่การปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานที่สำคัญ การปรับปรุงต้องยึดหลักความเหมาะสมเท่านั้น การเข้าใจความหมายของเทคโนโลยีที่ดีขึ้นสนับสนุนการริเริ่มเชิงรุกในการนำแนวทางปฏิบัติของลีนไปปฏิบัติ สอดคล้องกับ Sahoo (2020a) ภายใต้องค์กรที่ดำเนินกลยุทธ์การสร้างความแตกต่างในการปฏิบัติงานด้านคุณภาพ การปฏิบัติงานแบบลีน และการปฏิบัติงานโดยเน้นห่วงโซ่อุปทาน การปฏิบัติงานแบบลีน มีผลน้อยกว่าการปฏิบัติงานด้านคุณภาพที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการทำงาน สอดคล้องกับ Y. Ali, Younus, Khan and Pervez (2020) พบความสัมพันธ์เชิงลบของลีนกับผลการปฏิบัติงาน อธิบายตามแนวทางของ JIT คุณภาพเป็นความรับผิดชอบของซัพพลายเออร์ในปากีสถาน SMEs บริษัทผู้ผลิตมักจะต้องสั่งซื้อวัสดุและนำวัตถุดิบมาเก็บไว้ก่อนเวลาอันควร เนื่องจากไม่มีแนวคิดเรื่อง JIT เทคนิคนี้จำเป็นสำหรับการลดต้นทุนทางธุรกิจ และการไม่ใช้เทคนิคนี้สามารถเชื่อมโยงกับต้นทุนที่สูงในการทำธุรกิจในปากีสถาน การที่ทรัพยากรบุคคลรับการฝึกอบรมไม่เพียงพอ เป็นส่วนหนึ่งของบริษัทเองหรือรัฐบาลไม่มีการส่งเสริมการนำมาตรฐาน และกลไกที่จำเป็นไปใช้ในองค์กรขนาดเล็ก สอดคล้องกับ Caldera et al. (2019) การใช้กลยุทธ์แบบลีนและแนวทางปฏิบัติที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมแต่มักใช้ไม่ได้ผลกับ SMEs (กลุ่มองค์กรขนาดเล็ก) เนื่องจากการเลือกเครื่องมือเครื่องมือเพื่อเลือกมีส่วนร่วมกับการดำเนินการแบบลีนและการคำนึงถึงสิ่งแวดล้อม เพื่อการดำเนินธุรกิจที่ยั่งยืน การมีส่วนร่วมของ SMEs ในด้านกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม และสะสมทรัพยากรบูรณาการแนวคิดแบบลีนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากกว่า การทำธุรกิจแบบเดิม (Cifone et al., 2021) การศึกษาพบประสิทธิภาพทางธุรกิจที่สูงในแง่ของความสามารถในการทำ

กำไร ยอดขาย และความพึงพอใจของลูกค้า ขึ้นอยู่กับการนำแนวทางปฏิบัติของลีนไปใช้อย่างครอบคลุม ไม่แนะนำให้ใช้แนวปฏิบัติ LM เป็นส่วนย่อย กล่าวคือการปฏิบัติต้องได้รับการสนับสนุนทั้งองค์กร และปฏิบัติโดยรวมทั้งหมดตามแนวทางของลีนหาก มีเฉพาะหน่วยงานหรือใช้ลีนเฉพาะส่วนงานปฏิบัติย่อยจะไม่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพ (Nawanir et al., 2016) สอดคล้องกับ Ghobakhloo and Azar (2018) องค์กรที่มีการปฏิบัติแบบลีนไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของการทำการตลาดและประสิทธิภาพด้านการเงินขององค์กรเนื่องด้วยมีแนวคิดว่าลีนมีไว้เพื่อคุณภาพ เท่านั้น และแนวปฏิบัติของการจัดการสิ่งแวดล้อมมีไว้เพื่อสิ่งแวดล้อม องค์กรอาจได้รับประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้นโดยการลดการปล่อยก๊าซลดลงจากการผลิต ของเหลือในการออกแบบการผลิตที่ลดจำนวนลงเพิ่มการผลิตที่สมบูรณ์มากขึ้น ลดของเสียที่ไม่สามารถรีไซเคิลได้และการทิ้งเป็นขยะ องค์กรปรับแนวปฏิบัติให้เป็นไปในทางของลีนที่ผสมกับการดูแลสิ่งแวดล้อมเพื่อการเปลี่ยนแปลงองค์กรที่แตกต่างจากเดิม นำไปสู่องค์กรที่มีประสิทธิภาพทางการเงินและสิ่งแวดล้อม (Masood Nawaz Kalyar et al., 2019) หากบริษัทใช้แนวทางปฏิบัติลีนที่มากเกินไป จะไม่มีทรัพยากรหรือความยืดหยุ่นเพียงพอในการจัดการกับเหตุฉุกเฉิน เกิดการหยุดชะงักของผู้ดูแลอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะช่วยลดหรือพลิกกลับผลในเชิงบวกของการผลิตแบบลีนต่อประสิทธิภาพทางการเงิน จึงควรใช้ลีนในระดับที่เหมาะสมเพื่อสร้างสมดุลระหว่างผลประโยชน์และความเสี่ยงของห่วงโซ่อุปทานแบบลีน (Pu et al., 2021)

3.2 พันธมิตรทางธุรกิจกับการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง (Business Alliance moderator between Lean Automation and High Performance Organization)

กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 พันธมิตรทางธุรกิจไม่เป็นตัวแปรแทรกระหว่างการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ด้วยลีนออโตเมชั่นกับความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง วัดจากองค์กรที่มีธรรมมาภิบาล องค์กรที่มีความยืดหยุ่น ผู้นำองค์กรมีภาวะผู้นำสูง องค์กรแห่งการเรียนรู้ การบริหารองค์กรเชิงรุก องค์กรเชิงระบบ และการทำงานเป็นทีม พันธมิตรทางธุรกิจไม่ได้เป็นตัวแปรแทรกให้เกิดผลระหว่างลีนออโตเมชั่นกับความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงอันเนื่องมาจาก การปฏิบัติแบบลีนเน้นการปฏิบัติที่องค์กรกับพนักงานภายในองค์กรเป็นสำคัญ เพื่อนำไปสู่ผลการปฏิบัติงานและประสิทธิภาพการทำงาน สอดคล้องกับ Vassolo, Anand and Folta (2004) ผลกระทบเชิงลบของตัวแปรแทรกพันธมิตรเชิงสำรวจเกิดขึ้นได้ ในบริษัทที่เน้นการทำงานร่วมกับพันธมิตรเชิงสำรวจ จำเป็นต้องพัฒนาระดับความสามารถด้านอื่นของพันธมิตรเช่น พอร์ตพันธมิตรให้สูงขึ้น บริษัทที่ให้ความสำคัญกับพันธมิตรในการปรับปรุงพัฒนาความสามารถของพันธมิตร นวัตกรรม และประสิทธิภาพ (Rothaermel and Deeds, 2006; Vassolo et al., 2004) ประโยชน์ในความไว้วางใจกับคู่ค้าและ

ความพยายามจัดการความขัดแย้ง ไม่เพียงแต่ช่วยให้พันธมิตรของพวกเขามีประสิทธิภาพเท่านั้น แต่ยังถือเป็นการช่วยอนุรักษ์ทรัพยากรอันล้ำค่า ความมุ่งมั่นและการสื่อสารเป็นตัวแปรที่สำคัญที่นำไปสู่ประสิทธิภาพของพันธมิตร ความมุ่งมั่นที่จะเป็นพันธมิตรที่ดีต่อกันเป็นปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมความเป็นพันธมิตรระหว่างองค์กร (Prabhudesai, Pangarkar, Prasad and Sinha, 2022) การสร้างพันธมิตรองค์กรต้องพัฒนาความสามารถในการจัดการพันธมิตร พัฒนาผ่านกิจกรรมพันธมิตร กลไกการจัดการพันธมิตรเหล่านี้เป็นแกนหลักของการจัดการพันธมิตร ในแง่ของความสามารถขององค์กร เครื่องมือการจัดการพันธมิตรที่ได้มาตรฐาน และตัวชี้วัดประสิทธิภาพของพันธมิตรของพอร์ตพันธมิตรเป็นความสามารถขององค์กรที่ช่วยให้องค์กรทำกำไรนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพได้ เนื่องจากช่วยให้บริษัทต่างๆ เรียนรู้ สะสม และใช้ประโยชน์จากการวิเคราะห์พฤติกรรมการจัดการพันธมิตร (Lichtenthaler, 2016) สอดคล้องกับ Gray and Jones (2016) พบความล้มเหลวระหว่างพันธมิตรที่เกิดขึ้นจากการขาดความชัดเจนและความมั่นใจทางธุรกิจให้กับสมาชิก ที่ทำสัญญาพันธมิตรร่วมกัน ทำให้การเชื่อมต่อและการทำงานร่วมกันแบบพันธมิตรไม่เป็นผล ก่อให้เกิดการปฏิบัติที่ไม่เป็นไปตามข้อตกลง หรือความร่วมมือตามที่ตั้งใจ ผู้ประกอบการจึงต้องเชื่อมโยงด้วยการกำหนดความชัดเจนและสร้างโอกาสสำหรับการเติบโตทางธุรกิจร่วมกัน เสนอแนวทางแก้ไขปัญหาการจัดการความสามารถที่นำไปสู่ธุรกิจที่มีการพัฒนาและเติบโต องค์กรที่แสวงหานวัตกรรมเพื่อเน้นผลประโยชน์ด้วยวิธีการขององค์กรเอง สามารถพัฒนาองค์กรทำได้ดีกว่าเมื่อความสามารถในการเรียนรู้ของพันธมิตรต่ำ ส่วนองค์กรที่มีความสามารถในการเรียนรู้ของพันธมิตรสูงจะได้รับประโยชน์จากการความพยายามในการร่วมมือกันเพื่อพัฒนา ขับเคลื่อนนวัตกรรมและประสิทธิภาพขององค์กร (Solís-Molina, Hernández-Espallardo and Rodríguez-Orejuela, 2021) สอดคล้องกับ Atalay et al. (2017) ไม่พบความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญระหว่างความสัมพันธ์เครือข่ายที่มาจากเป็นพันธมิตรเชิงกลยุทธ์และผลการดำเนินงานองค์กร สอดคล้องกับ X. Wang and Bao (2017) จำนวนของพันธมิตรและพันธมิตรใหม่มีผลกระทบด้านลบต่อประสิทธิภาพการทำงาน และผลกระทบด้านลบจะแข็งแกร่งขึ้นภายใต้การเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมที่สูง ยิ่งไปกว่านั้น ผลกระทบด้านลบของสัดส่วนของพันธมิตรที่ไม่ใช่คนในท้องถิ่นประสิทธิภาพจะแข็งแกร่งขึ้นเมื่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมสูง ไม่สอดคล้องกับ Kang, Hur and Kim (2014) การสร้างพันธมิตรมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับประสิทธิภาพ เครือข่ายสังคม ความสามารถในการดูดซับ การเรียนรู้ การถ่ายทอดความรู้ประสิทธิภาพของพันธมิตร การสร้างความรู้และการถ่ายทอดความรู้เป็นประเด็นหลัก ต้องอาศัยการจัดการความรู้ควบคู่กับการสร้างพันธมิตรเพื่อช่วยเสริมความแข็งแกร่งให้องค์กรให้องค์กร (Bamel et al., 2021) ความสามารถในการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายหรือเชื่อมออกไปนอกพรมแดนเครือข่ายของตน ส่งผลในเชิงบวกต่อการได้มาซึ่งความรู้ในการควบรวมพันธมิตร การแลกเปลี่ยนทางสังคม ความยุติธรรมของพันธมิตรเป็นผลที่สะท้อนกระบวนการขององค์กร (X. Bai and Li, 2020)

ไม่สอดคล้องกับ Atalay et al. (2017) พบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างความสัมพันธ์เครือข่ายที่มาจากเป็นพันธมิตรเชิงกลยุทธ์ที่แข็งแกร่งและมีประสิทธิภาพด้านนวัตกรรม เพื่อสร้างโอกาสของบริษัท ทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับลักษณะของการเชื่อมโยงเครือข่าย ไม่สอดคล้องกับ W. Chen and Wang (2020) คุณลักษณะของการเป็นผู้ประกอบการเอื้อต่อความสำเร็จของพันธมิตรสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของพันธมิตรผ่านแนวคิดใหม่ของบริษัท ความสามารถในการเรียนรู้และบูรณาการความรู้อันมีค่าของพันธมิตร พึ่งพาคู่ค้าของตน การพึ่งพาพันธมิตรมีผลกระทบเพิ่มเติมต่อความสัมพันธ์ด้านประสิทธิภาพของพันธมิตร หากมีการกำกับดูแลที่ดี และมีการให้คำปรึกษาในเรื่องของพันธมิตรส่งผลต่อประสิทธิภาพของความเป็นพันธมิตร (Y. S. Chen et al., 2022) ประสบการณ์การเป็นพันธมิตรของบริษัทสูงขึ้นเท่าใด วัฒนธรรมของบริษัทก็จะยิ่งสนับสนุนพันธมิตรมากขึ้นเท่านั้น ยิ่งวัฒนธรรมของบริษัทสนับสนุนพันธมิตรมากเท่าใดประสิทธิภาพของพันธมิตรก็จะยิ่งสูงขึ้น วัฒนธรรมที่สนับสนุนพันธมิตรเป็นสื่อกลางในความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์พันธมิตร และประสิทธิภาพของพันธมิตร ความสามารถของพันธมิตรเป็นคุณลักษณะระดับองค์กรที่สะท้อนถึงความสามารถ ในการรวบรวม แบ่งปัน และเผยแพร่ความรู้ในการจัดการพันธมิตร ในทำนองเดียวกันวัฒนธรรมที่สนับสนุนพันธมิตรที่แข็งแกร่งหมายถึงเครื่องมือและกระบวนการที่มากขึ้น วัฒนธรรมที่เพิ่มขึ้นขององค์กรจะช่วยให้มีความรู้สึกนึกคิดที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น (de Man and Luvison, 2014) ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงช่วยให้องค์กรในเอเชีย มีวิธีวิเคราะห์และปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานและความสัมพันธ์กับพันธมิตร (de Waal and de Haas, 2018) คุณภาพของพันธมิตรอาจมีบทบาทสำคัญมากกว่าตำแหน่งของพันธมิตรในการพิจารณาความเหมาะสมของแบรนด์ และการรับรู้คุณค่าทางอารมณ์ เมื่อคุณภาพของพันธมิตรคงที่ ส่งผลต่อความพอดีของแบรนด์ (Kim et al., 2021) ไม่สอดคล้อง AL-Shboul et al. (2018) กับการทำงานร่วมกันของซัพพลายเออร์ และการควบคุมคุณภาพมีการกำหนดค่าที่แข็งแกร่งมากและแสดงถึงแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุด ในการปฏิบัติที่นำไปสู่ประสิทธิภาพ สัญญาที่เป็นทางการไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของนวัตกรรมพันธมิตร แต่สามารถอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานผ่านการเรียนรู้ความสัมพันธ์ (D. Liu et al., 2022) ไม่สอดคล้องกับ (X. Liu, Vredenburg and Daellenbach, 2019) พันธมิตรร่วมทุนมีผลกับประสิทธิภาพขององค์กร ความสัมพันธ์ระหว่างทรัพยากรทางสังคมของพันธมิตรจะช่วยให้เกิดประสิทธิภาพขององค์กร บทบาทของบริษัทด้านการดูแลสุขภาพ ในห่วงโซ่คุณค่าของพันธมิตรแบบ B2B (Business to Business) เกิดขึ้นระหว่างองค์กรเพื่อสร้างมูลค่า พันธมิตรที่ก่อตัวขึ้นในห่วงโซ่คุณค่าเสริมความสามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการควบคุมความสัมพันธ์เหล่านี้ได้ดีขึ้น เพื่อวางแผนความร่วมมือกับเพื่อนบ้านตั้งแต่ต้นน้ำไปถึงปลายน้ำ โดยการเน้นย้ำถึงพันธมิตรที่ใช่สำหรับงานที่เหมาะสม (Madanaguli, Dhir, Talwar, Singh and Escobar, 2021) กลยุทธ์ด้านการตลาดนำไปสู่นวัตกรรม และช่วยเพิ่มความสามารถในการบรรลุนวัตกรรมในบริษัทอย่างการใช้ IoT เพื่อระบุ

โอกาสในการปรับปรุงและโซลูชัน การสร้างข้อมูลทุนมนุษย์ที่เพิ่มขึ้นและมองว่าสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงเป็นโอกาส เกิดการบูรณาการมากขึ้นจากมุมมองภายนอกนำไปสู่ความได้เปรียบในการแข่งขันที่ยั่งยืน การร่วมทุน IoT ที่มีเทคโนโลยีสูงใหม่ๆ ช่วยให้องค์กรเสริมความสามารถของตนเองและพัฒนาพันธมิตรในด้านความรู้ ไปจนถึงการสร้างผลิตภัณฑ์และนวัตกรรมตลอดทั้งกระบวนการการพัฒนา ส่งผลให้เกิดการพัฒนาองค์กรอย่างต่อเนื่อง (X. Yu, Pan Wang, Nguyen and Chen, 2016) ไม่สอดคล้องกับ Qing, Weijing and Wenhui (2012) องค์กรที่เป็นพันธมิตรด้วยเทคโนโลยี ความสามารถทางเทคโนโลยีของพันธมิตร มีความสัมพันธ์ทางบวกต่อประสิทธิภาพของพันธมิตร ประสิทธิภาพของพันธมิตร ส่งผลกระทบทางด้านต้นทุน ยอดขาย กิจการ และการดำเนินกิจการแบบลีน การจัดการที่ดีควรมองถึงวัฒนธรรมองค์กรที่เหมาะสมให้เข้าร่วมในพันธมิตรให้มากที่สุด เพื่อช่วยรับประกันการใช้นวัตกรรมอย่างมีเหตุผลและการพัฒนาที่ยั่งยืนของพันธมิตร (Su and Kunkel, 2019)

3.3 ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงกับความได้เปรียบทางการแข่งขัน (High Performance Organization and Competitive Advantage)

กลุ่มที่ 1 ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงไม่มีอิทธิพลกับความได้เปรียบทางการแข่งขัน ความได้เปรียบทางการแข่งขันวัดจากความมีคุณค่า ความหายาก ความยากในการเลียนแบบ และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากร มีความเป็นไปได้เนื่องจากจำนวนการปฏิบัติกับเครื่องจักรที่มีจำนวนน้อยยังไม่อาจแสดงถึงความเป็นประสิทธิภาพสูงอย่างชัดเจนในด้านของผู้ปฏิบัติ และจำนวนเครื่องจักรที่จะแสดงประสิทธิผลของการทำงานได้ ดังนั้นจึงไม่สามารถแสดงถึงความได้เปรียบทางด้านคุณค่า ความหายาก ความยากในการลอกเลียนแบบ และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในการแสดงให้เห็นถึง ความได้เปรียบทางด้านการแข่งขันขององค์กรที่ชัดเจน สอดคล้องกับ C. S. Silva, Pereira and Magano (2021) ความยากลำบากในการจัดประสิทธิภาพของโครงการให้สอดคล้องกับกลยุทธ์ของบริษัท ความยากลำบากในการวัดผลลัพธ์ในระยะยาว การจัดการโครงการโดยไม่เข้าใจในกลยุทธ์และขาดแนวปฏิบัติในห่วงโซ่คุณค่า ทั้งด้านมิติของบุคคลและองค์กร เพื่อส่งเสริมความสำเร็จของโครงการในด้านประสิทธิภาพขององค์กร หากไม่แล้วประสิทธิภาพที่มีกลับลดความได้เปรียบทางการแข่งขัน ทั้งนี้เองวุฒิภาวะของผู้จัดการโครงการ เพื่อดำเนินตามปรัชญาการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องต้องใช้เวลากว่าจะบรรลุผลหลังจากวันที่สิ้นสุดโครงการปรับปรุงประสิทธิภาพทุกโครงการในองค์กรเพื่อก่อให้เกิดประสิทธิภาพขององค์กร เพื่อเตรียมพร้อมในการแข่งขัน สอดคล้องกับ Soosay et al. (2016) การผสมผสานระหว่างกลยุทธ์ที่ใช้ทรัพยากรและการตลาดองค์กรผ่านข้อมูลเชิงลึก ที่ได้รับเกี่ยวกับทรัพยากรเชิงกลยุทธ์ ทางเลือกในการตัดสินใจ สภาพแวดล้อมการแข่งขัน และค่านิยมของบริษัทที่ฝังแน่น เป็นผลให้เกิดสภาพการแข่งขันในตลาดผลิตภัณฑ์ภายนอกและภายใน หากองค์กรไม่มีนโยบาย

ในการแข่งขันภายนอก ทำให้ความได้เปรียบทางการแข่งขันภายนอกไม่ประสบผลสำเร็จ ควรสร้างนโยบายที่สอดคล้องกับความสามารถเหล่านี้เพื่อเตรียมพร้อมให้องค์กรมีความพร้อมมากขึ้น สำหรับเพื่อให้องค์กรสามารถแข่งขันด้านการผลิตได้อย่างยั่งยืน สอดคล้องกับ Irfan and Wang (2019) ทรัพยากรทางด้าน IT ที่ยืดหยุ่นเพียงอย่างเดียวไม่ได้สร้างผลกระทบที่มีนัยสำคัญต่อการเรียนรู้ภายในองค์กรได้จึงไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพ และไม่สามารถแข่งขันได้ ต้องอาศัยการเรียนรู้และความสามารถในการซึมซับข้อมูล ต้องอาศัยการบูรณาการ การสื่อสารซัพพลายเชน ด้วยการบูรณาการสำหรับซัพพลายเออร์และผู้ซื้อในการคาดการณ์ความต้องการ วางแผนสินค้าคงคลัง ลดระยะเวลารอคอยสินค้า และลดความเสี่ยงที่เกี่ยวข้อง ประสานงานและปรับการดำเนินงานภายในและภายนอกส่งผลต่อประสิทธิภาพของงานในองค์กรเพื่อความได้เปรียบในการแข่งขัน

กลุ่มที่ 2 ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงมีอิทธิพลกับความได้เปรียบทางการแข่งขัน สอดคล้องกับ de Waal and de Haas (2018) ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงสามารถนำมาใช้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้นได้อย่างแท้จริง ในองค์กรของฟิลิปปินส์สามารถเสริมสร้างความแข็งแกร่งให้กับองค์กรภายใน ทั้งยังรวมถึงความสัมพันธ์กับหุ้นส่วนซึ่งมีผลกระทบโดยตรงและวัดผลได้ในทางปฏิบัติ สามารถระบุได้ว่าความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงช่วยให้องค์กรในเอเชียมีวิธีวิเคราะห์และปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานและความสัมพันธ์กับพันธมิตร โดยขยายแนวคิดเรื่องประสิทธิภาพสูงอย่างยั่งยืนไปยังองค์กรนำไปสู่ความได้เปรียบทางการแข่งขันขององค์กร สอดคล้องกับ T. T. Do and N. K. Mai (2020) ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงเป็นความพยายามอย่างต่อเนื่องขององค์กรที่ไม่เพียงแต่ปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานขององค์กร แต่ยังคงความสามารถ ในการแข่งขันกับตลาด ควบคู่กับการปฏิบัติงานที่เพิ่มความตระหนักในบทบาทของกลยุทธ์การผลิต ในประสิทธิภาพของซัพพลายเออร์ การควบคุมทรัพยากรและความสามารถของพนักงานในองค์กรเพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันที่ยั่งยืน (Salam, 2019) สอดคล้องกับ Agyabeng-Mensah et al. (2020) การจัดการแบบลีนและแนวทางปฏิบัติด้านสิ่งแวดล้อมสร้างความได้เปรียบด้านคุณภาพการแข่งขัน และปรับปรุงประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมผลการดำเนินธุรกิจ ประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมและความได้เปรียบด้านคุณภาพการแข่งขันเป็นตัวกลางอิทธิพลของการจัดการแบบลีน การจัดการแบบลีนสร้างความได้เปรียบด้านคุณภาพการแข่งขันที่สูงกว่า แนวทางปฏิบัติด้านสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับ Barbosa et al. (2014) เสนอการทำงานที่เสนอจะช่วยให้ระบบการผลิตมีการแข่งขันสูงขึ้น การพัฒนาการผลิตแบบลีนช่วยให้เกิดการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ ลดต้นทุนด้วยเครื่องมือและการบำรุงรักษา ของเสียจากการจัดการ การยศาสตร์ และปัญหาด้านสุขภาพ กำไรที่จับต้องไม่ได้เหล่านี้แสดงให้เห็นวิธีการพัฒนา กระบวนการมีส่วนในการเพิ่มมูลค่าในด้านการเงินและกลยุทธ์ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของงานและระดับความสามารถในการแข่งขันขององค์กร ในท้ายที่สุดมีการนำนวัตกรรมมาใช้เพื่อกลยุทธ์การผลิตและความพึงพอใจของลูกค้าเชื่อมโยงถึงกันและเป็นไปตามกฎการ

ผลิตแบบลีนจำเป็นต้องใช้หุ่นยนต์อัตโนมัติเพื่อรักษาความสามารถในการแข่งขัน เพราะการขาดแคลนแรงงานที่สำคัญ ความจำเป็นในการใช้ระบบอัตโนมัติและส่งเสริมการใช้งานหุ่นยนต์ความก้าวหน้าล่าสุดของเทคโนโลยี AI ได้นำไปสู่การเติบโตอย่างรวดเร็ว (Bogue, 2021) ทรัพยากรและความสามารถองค์กรไม่สามารถขับเคลื่อนได้โดยลำพังเกี่ยวข้องมีผลสำคัญต่อ ประสิทธิภาพการแข่งขันของธุรกิจ “ทุนมนุษย์” เป็นลำดับความสำคัญสูงสุดในการแข่งขันร่วมกันสำหรับธุรกิจในขณะที่ "กลยุทธ์" เป็นลำดับความสำคัญในการแข่งขันเฉพาะสำหรับบริษัทผู้ผลิตและก่อสร้าง "ตลาด" เป็นลำดับความสำคัญที่เกี่ยวข้องสำหรับผู้ค้าปลีกและ "นวัตกรรม" เป็นเชิงกลยุทธ์ที่เกี่ยวข้องซึ่งอธิบายประสิทธิภาพการแข่งขัน (Horváth and Lafuente, 2020) สอดคล้องกับ Aureli et al. (2018) ความสำคัญของกิจกรรมการแบ่งปันข้อมูลและความรู้ การจัดการความรู้ในองค์กรกับขั้นตอนกระบวนการ ที่จำเป็นและมีผลกระทบต่อผลลัพธ์ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ความสัมพันธ์ระหว่างการออกแบบงาน การฝึกอบรม วัฒนธรรมองค์กร การกระจายอำนาจ และกระบวนการการพัฒนาด้วยระบบอัตโนมัติ กระบวนการพัฒนาด้วยระบบอัตโนมัติที่มีต่อการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เชื่อมโยงกับประสิทธิภาพขององค์กรที่แข่งขันได้ อย่างไรก็ตามวัฒนธรรมองค์กรที่ทำให้ผู้คนมีอิสระในการแสดงออก มีความคิดสร้างสรรค์เป็นตัวแปรที่ส่งผลโดยตรงในเชิงบวกต่อผลลัพธ์การแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์ วัฒนธรรมองค์กรสามารถกระตุ้นการทำงานร่วมกัน เพื่อที่พวกเขาจะได้เต็มใจที่จะแบ่งปันความรู้ของพวกเขาในบรรยากาศที่เปิดกว้างและไว้วางใจได้เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่และโซลูชันที่เป็นนวัตกรรม สอดคล้องกับ Sahoo (2020a) การนำลีนเข้ามาใช้ในองค์กรร่วมกับการจัดการห่วงโซ่อุปทานขององค์กรมีอิทธิพลร่วมกันต่อประสิทธิภาพของบริษัท กลยุทธ์การปรับปรุงอย่างต่อเนื่องข้อมูล และการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพเพื่อบูรณาการวินัยด้านคุณภาพเข้ากับวัฒนธรรมและกิจกรรมขององค์กร ส่งผลต่อการใช้กลยุทธ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการแข่งขันในองค์กร สอดคล้องกับ Sansone et al. (2020) บริษัทที่มีต้นทุนสูงมักจะเน้นย้ำถึงความสามารถที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพต้นทุน เวลา ความยืดหยุ่น และนวัตกรรม ความสามารถในการปฏิบัติงานจะเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีในการทำความเข้าใจต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน การเข้าถึงเทคโนโลยีและกำลังแรงงานที่มีทักษะสามารถกำหนดลักษณะบริบทที่มีต้นทุนสูง เป็นแรงจูงใจที่สนับสนุนการปรับปรุงการทำงานอันนำไปสู่ความสามารถในการบรรลุความได้เปรียบในการแข่งขันและทิศทางในอนาคต สอดคล้องกับ Santos, Mota and Alencar (2021) การรับรู้ของผู้จัดการเกี่ยวกับประสิทธิภาพปัจจุบัน มุมมองเชิงกลยุทธ์ขององค์กรเกี่ยวกับห่วงโซ่อุปทานส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานขององค์กรต้องปรับให้เข้ากับการเติบโตและผลการปฏิบัติงานขององค์กร และผลลัพธ์ของการปฏิบัติงาน ควรปรับตัวบ่งชี้เพื่อกำหนดการใช้กลยุทธ์ความได้เปรียบทางการแข่งขันขององค์กร ระบบประเมินการผลิตสามารถเสนอการปรับปรุงหรือออกแบบทดแทนการใช้งานระบบเดิม โดยวิเคราะห์กระบวนการที่มีอิทธิพลต่อมิติการแข่งขันในระยะยาว วิธีการต่อเนื่องในการปรับฟังก์ชันการทำงานและมิติการแข่งขันจะช่วย

รักษาความได้เปรียบในการแข่งขันจากขั้นตอนการผลิตขององค์กร (Sellitto and Vargas, 2019) สอดคล้องกับ Sook-Ling, Ismail and Yee-Yen (2015) การจัดการความรู้และการใช้แอฟพลิเคชั่นด้านระบบสารสนเทศช่วยให้ประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มสูงขึ้น องค์กรที่มีนวัตกรรมมากที่สุดคือองค์กรที่มีความสนใจมากที่สุดในการพัฒนาความรู้เบื้องต้น โดยมีกระบวนการจัดเก็บและกระจายความรู้ที่ชัดเจนผ่านไอที ด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในธุรกิจ ไอทีเป็นเครื่องมือสำหรับองค์กรในการปรับใช้ในการจัดการความรู้ในองค์กร ไม่จำกัดเพียงการสร้างความสามารถในการจัดการข้อมูลแต่ยังรวมถึงทัศนคติเชิงบวก การฝึกอบรมระบบการใช้งานระบบอัตโนมติสามารถนำไปสู่ความได้เปรียบทางการแข่งขันขององค์กร การสร้างโอกาสในการฝึกอบรม กิจกรรมการให้คะแนนประสิทธิภาพตามผลลัพธ์ ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน การมีส่วนร่วมของพนักงาน รายละเอียดงานที่ชัดเจน และการแบ่งปันผลกำไรได้กลายเป็นที่มาในการบรรลุความได้เปรียบทางการแข่งขันขององค์กร สอดคล้องกับ Valdez-de la Rosa, Villarreal-Villarreal and Alarcón-Martínez (2020) ตัวแปรด้านคุณภาพและการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องและพฤติกรรมองค์กร มีอิทธิพลเชิงบวกและมีนัยสำคัญต่อความสามารถในการแข่งขันของซัพพลายเออร์ในประเทศเศรษฐกิจเกิดใหม่ ของละตินอเมริกาพบว่าการสนับสนุนด้านการพัฒนาเทคโนโลยี และปัจจัยด้านนวัตกรรมที่มีผลกระทบต่อความสามารถในการแข่งขันด้านการผลิต การใช้ลีนและเครื่องมือที่มีคุณภาพ เพื่อปรับปรุงคุณภาพการพัฒนาผลิตภัณฑ์ และสิทธิบัตรใหม่ตอบสนองความต้องการของตลาดในการเสริมสร้างขีดความสามารถด้านนวัตกรรม การมุ่งเน้นไปที่แนวทางปฏิบัติเหล่านี้ทำให้ซัพพลายเออร์เพิ่มความได้เปรียบทางการแข่งขันได้จากประสิทธิภาพที่เพิ่มมากขึ้น (Y. Ali et al., 2020)

3.4 ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงกับโรงงานอัจฉริยะ (High Performance Organization and Industrial 4.0 ; I4.0)

กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงมีอิทธิพลต่อความเป็นโรงงานอัจฉริยะ วัดจากความมีเสถียรภาพ มาตรฐาน การเพิ่มประสิทธิภาพ และการใช้ระบบอัตโนมัติ สอดคล้องกับ Fragapane et al. (2020) การเลือกใช้ระบบขนส่งอัตโนมัติเหมาะสมกว่าในเรื่องอุปกรณ์ เมื่อเทียบกับการขนถ่ายวัสดุแบบดั้งเดิมในระบบการผลิตเป็นวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานเพื่อเพิ่มความสามารถในการผลิต ความยืดหยุ่น และต้นทุน นำไปสู่ความเป็นโรงงานอัจฉริยะ (I4.0) การความสร้างสมดุลและรวมทรัพยากร ข้อมูลการไหลของวัสดุจะต้องถูกแปลงเป็นดิจิทัล เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบไดนามิกเพื่อการตัดสินใจแบบเรียลไทม์ ข้อได้เปรียบของเทคโนโลยีที่เป็นนวัตกรรมใหม่เพื่อปรับปรุงความยืดหยุ่นของกระบวนการ และความสามารถในการผลิต การใช้ยานพาหนะอัจฉริยะ เป็นตัวอย่างเพื่อให้ได้โซลูชันที่เป็นไปได้ในการเพิ่มความยืดหยุ่นและผลผลิตของระบบการผลิต เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการปฏิบัติงานภายในองค์กร การปฏิบัติตาม

แนวทางของลีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจำนวนมากควรจัดลำดับความสำคัญในการนำเทคโนโลยีที่มุ่งเน้นผลิตภัณฑ์หรือบริการมาใช้ เช่น บริการคลาวด์, IoT เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ ให้เหมาะสมต่อสถานะการณ์การบรรลุผลการปฏิบัติงานในระดับที่สูง (G. L. Tortorella et al., 2019) การนำ Lean Automation ไปใช้อย่างเต็มรูปแบบ บรรลุการดำเนินการในระดับที่สูงขึ้นในทางปฏิบัติ ชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างลีนและ I4.0 สู่การนำ Lean Automation ไปใช้ที่ประสบความสำเร็จ (Guilherme Luz Tortorella et al., 2021) อย่างไรก็ตาม I4.0 มีผลกระทบด้านลบต่อห่วงโซ่อุปทานของบริษัทในช่วงก่อนและหลังการดำเนินการ จากการขาดเงินทุนสำหรับการยกระดับเทคโนโลยี ขาดซัพพลายเออร์เฉพาะทางที่เหมาะสมและขาดมาตรฐานและนโยบายความปลอดภัยด้านไอทีซึ่งส่งผลกระทบต่อทั้งลูกค้าและซัพพลายเออร์ในเครือข่ายซัพพลายเชน สร้างความไม่แน่นอนมากขึ้นและดึงดูดความเสี่ยงมากขึ้น ซึ่งอาจนำไปสู่การหยุดชะงักของห่วงโซ่อุปทานในระยะก่อนและหลังของการนำ I4.0 ไปใช้ ต้องอาศัยการทำงานร่วมกันระหว่างลูกค้าและซัพลายเออในซัพพลายเชนเพื่อเชื่อมโยงองค์กรทั้งหมดให้เป็นแบบดิจิตอลเพื่อการพัฒนาองค์กรที่นำไปสู่ความยั่งยืน (Bag, Telukdarie, Pretorius and Gupta, 2018) การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงการดำเนินการที่แตกต่างจากการปฏิบัติเดิม เพื่อสร้างการเปลี่ยนแปลงในองค์กรมีประสิทธิภาพต่องานมากที่สุดสู่ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงเป็นสิ่งสำคัญที่เกิดจากความร่วมมือของผู้จัดการและพนักงานในองค์กรควรมุ่งเป้าไปที่กลุ่มผู้เข้าร่วมทั้งหมดในโครงการริเริ่ม นำไปสู่การพัฒนาในเชิงนวัตกรรมผสมผสานกับการเปลี่ยนแปลงองค์กร และเพื่อสร้างเครือข่ายการทำงานร่วมกัน สู่ผลิตภัณฑ์อัจฉริยะและ ความยืดหยุ่นขององค์กร (Ateia et al., 2021; de Waal and Heijtel, 2016; Dos Santos et al., 2020) สอดคล้องกับ de Waal (2018) ผู้บริหารระดับสูงที่กระตือรือร้น พนักงานที่กระตือรือร้น ผู้สอนงานที่กระตือรือร้น องค์กรที่มีทำงานแบบเชื่อมโยงกันและพันธมิตรที่มีประสิทธิภาพสูง ส่งผลให้เกิดเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง รวมถึงความสัมพันธ์กับหุ้นส่วนซึ่งมีผลกระทบโดยตรงและวัดผลได้ในทางปฏิบัติ ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงช่วยให้องค์กรในเอเชียมีวิธีในการวิเคราะห์และความสัมพันธ์กับพันธมิตรที่สูงขึ้น (de Waal and de Haas, 2018) บริษัทจำเป็นต้องกำหนดรูปแบบในทุกระดับเพื่อให้ใช้เทคโนโลยี I4.0 ในระดับสูง ปัจจัยด้านองค์กรและการจัดการที่นำไปสู่การใช้เทคโนโลยี I4.0 ต้องอาศัยพนักงานที่มีทักษะสูงเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีดิจิทัล การนำวิธีการแบบลีนมาใช้ เพื่อสร้างนวัตกรรม ข้อจำกัดสำคัญประการหนึ่งในบริษัทที่เกี่ยวข้องกับ I4.0 คือ การขาดความสามารถและทักษะที่จำเป็นในการเชื่อมต่อเทคโนโลยีด้วยโปรโตคอลเดียวกัน ซึ่งจะทำให้พวกเขาสามารถดำเนินการอย่างเป็นระบบในโรงงานต่างๆ ไม่ชัดเจนว่าเทคโนโลยีใดจะบรรลุความได้เปรียบในการแข่งขัน ประสิทธิภาพ และประสิทธิผลสูงสุดสำหรับบริษัทเมื่อรวมกันเป็นเครือข่ายการทำงานร่วมกัน ประเด็นทั้งหมดเหล่านี้ยังเป็นอุปสรรคต่อการนำการผลิตอัจฉริยะมาใช้ใน I4.0 (Agostini and Filippini, 2019) สอดคล้องกับ de Waal and Heijtel (2017) ผู้จัดการและ

พนักงานระดับล่างมีอิทธิพลอย่างมากต่อแนวทางความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง ประสิทธิผลของการเปลี่ยนแปลงจากการสื่อสารในองค์กร ร้อยละ 80 ของการปรับปรุง การเปลี่ยนแปลงภายในองค์กร "มีประสิทธิภาพ" ถึง "มีประสิทธิภาพสูง" ผู้จัดการส่งผลให้เกิดผลเชิงบวกมากที่สุดเพราะเป็นผู้ที่ผสานงานอยู่ตรงกลางระหว่างผู้ปฏิบัติงาน และผู้ให้นโยบาย การสร้างกลุ่มผู้สืบทอดที่มีศักยภาพสำหรับการจัดการในปัจจุบัน และให้การฝึกอบรมเพิ่มเติมสามารถทำงานในระดับที่สูงขึ้น การปรับปรุง จัดสรรเวลา ทรัพยากร และการพัฒนาในระยะยาวเพียงพอต่อการเปลี่ยนแปลงสู่นวัตกรรม ส่วนใหญ่เป็นวิวัฒนาการมากกว่าความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงเป็นส่วนเริ่มปรับปรุงองค์กรไปสู่องค์กรที่มี การใช้นวัตกรรมเพื่อให้ได้ผลที่มีประสิทธิภาพสูง (de Waal and Meingast, 2017) ยืนยันว่าการเปลี่ยนแปลง I4.0 นั้นจำเป็นต้องเตรียมในระดับองค์กรและระดับการจัดการก่อนที่จะจัดการกับเทคโนโลยี การนำ I4.0 ไปใช้นั้นไม่ใช่ปัญหาแต่เป็นแนวทางที่ได้ประโยชน์ข้อมูลเชิงลึกที่แม่นยำยิ่งขึ้นเกี่ยวกับแนวทางปฏิบัติขององค์กรและการจัดการที่มีประสิทธิภาพมากกว่าของเส้นทางสู่ I4.0 จากมุมมองเชิงปฏิบัติ (Agostini and Filippini, 2019) สอดคล้องกับ Mroueh and de Waal (2018) การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เช่น การปรับปรุงรายได้ การปรับกลยุทธ์ การปรับปรุงพนักงาน การปรับปรุงการปฏิบัติงาน ปรับปรุงความสัมพันธ์กับลูกค้า การลดความเสี่ยง และการลดต้นทุน การเปลี่ยนแปลงนี้จะยังไม่สมบูรณ์จนกว่าบริษัทจะดำเนินการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อรักษาระดับประสิทธิภาพที่สูงขึ้น ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงสามารถช่วยให้บริษัทปรับปรุงประสิทธิภาพและการตลาดในด้านการขาย การเงิน ผู้ประกอบการ และผู้จัดการต้องการมุมมองที่ครอบคลุมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่องค์กรสู่ I4.0 การจัดการที่กลายเป็นกุญแจสำคัญในการเผชิญกับการปฏิวัติอุตสาหกรรม มุมการบุคคลควรสรรหาและใฝ่หาประสิทธิภาพจากพนักงานที่มีทักษะด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีดิจิทัล การนำปรัชญาแบบลีนมาใช้กับการบูรณาการภายในและภายนอก และเปิดขอบเขตของบริษัทเพื่อวางพื้นฐานสำหรับ I4.0 (Agostini and Filippini, 2019) โรงงานอัจฉริยะ เครื่องจักรอัจฉริยะและกระบวนการเครือข่ายทำงานเพื่อให้ได้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น เพิ่มความยืดหยุ่นในการดำเนินงาน และความสามารถในการทำกำไร เพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรม ประเทศ และสังคมโดยรวม มีความจำเป็นต้องตระหนักถึงการออกแบบ การพัฒนาการวางแผนและควบคุมระบบการผลิต การบำรุงรักษา คุณภาพ การจัดการห่วงโซ่อุปทาน โลจิสติกส์ การสนับสนุนลูกค้า โครงสร้างองค์กร และกลยุทธ์สำหรับการประยุกต์ใช้ I4.0 สิ่งควรระวังเพิ่มมากขึ้นคือความปลอดภัยในข้อมูล การเชื่อมผสานระหว่างหน่วยงาน และการเพิ่มทักษะที่เหมาะสมให้กับพนักงาน (Narula et al., 2020; Wagire, Rathore and Jain, 2019) สอดคล้องกับ Narwane et al. (2021) ประสิทธิภาพการสนับสนุนองค์กรและผู้บริหารระดับสูง ประสิทธิภาพการวางแผนร่วมกัน ประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน ความสามารถด้านเทคนิคและความรู้และประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมส่งผลดีต่อการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ อันเป็นจุดสำคัญของ I4.0 องค์กรผู้ผลิตที่กำลังปฏิบัติตาม

แนวทางของลีนและต้องการได้รับประโยชน์จาก I4.0 ควรลงทุนความพยายามในการนำ IoT และ CPS มาใช้ เทคโนโลยี I4.0 เหล่านี้เป็นเทคโนโลยีที่มีความสัมพันธ์ร่วมกันสูงกับลีนในองค์กรมากที่สุด ด้วยเหตุนี้จึงมีแนวโน้มมากที่สุดที่จะให้ผลลัพธ์ในระยะสั้น (Pagliosa et al., 2019) การเชื่อมต่อ ความชาญฉลาด และระบบอัตโนมัติที่ยืดหยุ่น ซึ่งได้ยกระดับการผลิตแบบดั้งเดิม ผ่านระดับใหม่แห่งประสิทธิภาพในการผลิต มีความสำคัญต่อการตัดสินใจของผู้บริหารและผู้ประกอบการ คู่ค้าในห่วงโซ่อุปทานต้องตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงกระบวนทัศน์นี้ องค์กรที่เข้าใจปัจจัยที่มีอิทธิพลที่ช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพของซัพพลายเออร์ใน I4.0 เพื่อให้บริษัทสามารถจัดการซัพพลายเออร์อย่างมีกลยุทธ์ ทำให้ภูมิทัศน์ทางธุรกิจขณะนี้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วโดยทำให้วงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์สั้นลง มีผลกระทบต่อโลกาภิวัตน์และการพัฒนาเทคโนโลยีซึ่งจำเป็นสำหรับบริษัทต่างๆ ในการบรรลุการประหยัดต่อขนาดและลดต้นทุน การสร้างพันธมิตรเชิงกลยุทธ์เป็นองค์ประกอบสำคัญในสภาพแวดล้อม I4.0 ที่กำลังพัฒนา เพื่อให้แน่ใจว่าประสิทธิภาพของซัพพลายเออร์ใน I4.0 มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล บริษัทต่างๆ จะต้องสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ อย่างต่อเนื่อง เพื่อปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตด้วยต้นทุนที่สมเหตุสมผล (Salam, 2019) สอดคล้องกับ Schumacher, Erol and Sihn (2016) อุตสาหกรรมการผลิตที่ไม่ต่อเนื่องสำหรับการจัดการไอทีพบการเปลี่ยนไปสู่รูปแบบธุรกิจที่ยั่งยืน ด้วยการพัฒนาไปสู่การประเมินความสมบูรณ์ของไอทีในระบบนิเวศการผลิตด้วย I4.0 การดำเนินองค์กรด้วยเทคโนโลยี I4.0 มีผลกระทบเชิงบวกอย่างมากในหลายแง่มุมต่อประสิทธิภาพการดำเนินงาน โดยมีศักยภาพในประสิทธิภาพการปฏิบัติงานด้านต้นทุน คุณภาพ การส่งมอบ และความยืดหยุ่น การนำกระบวนการขั้นสูง โรงงานอัจฉริยะแห่งอนาคต ระบบอัตโนมัติและการใช้หุ่นยนต์มาใช้เพิ่มมากขึ้น บริบทควบคู่กับการใช้การผลิตแบบลีนหรือการเรียนรู้ขององค์กรทำให้เกิดองค์ความรู้ที่แตกขยายไปในหลากหลายสาขา อย่างไรก็ตามบทบาทของทรัพยากรบุคคล ทรัพยากรทางการเงิน หรือความสามารถในการจัดการ ในระดับบริษัท และสภาวะตลาด ต้นทุนแรงงาน หรือนโยบายและเงินอุดหนุนของรัฐบาล ในระดับประเทศ ยังเป็นข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบด้านประสิทธิภาพของการนำเทคโนโลยี I4.0 ไปใช้ให้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ (Szász et al., 2020) อีกทั้งจำเป็นต้องมีการฝึกอบรมที่เพียงพอสำหรับพนักงานที่มีอยู่โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผสานรูปแบบเพิ่มเติมของความร่วมมือบริบทโครงการร่วมกับลูกค้าและคู่ค้า การปรึกษาหารือ และเรื่องเงินทุน นอกจากนี้ยังจำเป็นต้องมีลักษณะเป้าหมายที่ชัดเจน ความเต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงและทักษะในการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การปรับปรุงระบบและอุปกรณ์การผลิตที่มีอยู่เป็นความท้าทายที่สำคัญในบริบทของการนำ I4.0 ไปใช้ บนกระบวนการที่ยืดหยุ่นและกระจายอำนาจสร้างองค์กรที่คล่องตัวรวมถึงการไหลของข้อมูลที่ลดอุปสรรคทางเทคนิค ในระบบด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย (Moktadir, Ali, Kusi-Sarpong and Shaikh, 2018; Veile, Kiel, Müller and Voigt, 2019) ระบบการจัดการคุณภาพ เครื่องมือ Lean Six Sigma เทคโนโลยีสารสนเทศ การสื่อสารที่เกิดขึ้นเพื่อ

นำไปสู่ I4.0 ประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆ เช่น IOT และ AI อุตสาหกรรมการผลิต มีการตอบรับมากขึ้นสำหรับอุตสาหกรรมขนาดย่อม อยู่ที่การเรียนรู้เทคโนโลยีมากกว่าการประเมินการปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีดั้งเดิม ควรเน้นเปลี่ยนเป็นการประเมินประสิทธิภาพอย่างเห็นได้ชัดด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่ครอบคลุมและทันสมัย (N. Yadav, Shankar and Singh, 2020)

3.5 โรงงานอัจฉริยะกับความยั่งยืนขององค์กร (Industrial 4.0 ; I4.0 and Sustainability Organization)

กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ความเป็นโรงงานอัจฉริยะมีอิทธิพลต่อความยั่งยืนขององค์กร วัดด้วยสิ่งแวดล้อม ผลกำไร และคน การผลิตด้วยความเป็นโรงงานอัจฉริยะ องค์กรผู้ผลิตเมื่อต้องพัฒนาและแสวงหาความสามารถในการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี I4.0 การเปลี่ยนแปลงในระดับบุคคล เทคโนโลยี และระดับองค์กร การทำความเข้าใจวัตถุประสงค์ของการมีส่วนร่วมกับ I4.0 ขั้นตอนที่ 1 กำหนดเป้าหมายระยะสั้น ผลโดยตรงของเทคโนโลยีคือการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและลดต้นทุน ความต้องการด้านความสามารถจึงเกี่ยวข้องกับความสามารถเฉพาะด้านของเทคโนโลยี องค์กรบางส่วนหันไปพึ่งพาแหล่งความรู้ภายนอก ขั้นตอนที่ 2 หาขอบเขตการทำงานหลายส่วนที่เกี่ยวข้องกันด้วยกระบวนการหลักและโดยการจัดการกับกระบวนการทางธุรกิจทั้งหมด มีความสนใจในศักยภาพที่เพิ่มขึ้น คุณภาพที่เพิ่มขึ้น ความยืดหยุ่นที่เพิ่มขึ้น และความเร็วในการจัดส่ง จากการใช้เทคโนโลยี I4.0 ในกระบวนการที่เชื่อมต่อกันและมีการพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกัน มุ่งเน้นที่การเพิ่มการเรียนรู้ภายใน ขั้นที่ 3 มุ่งเน้นไปที่การทำให้เป็นดิจิทัลและทำให้สิ่งที่มีอยู่เป็นไปโดยอัตโนมัติ การดำเนินงานและแสวงหาศักยภาพด้านนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงอย่างชาญฉลาดแทน การผลิตสามารถทำได้เร็วและคุ้มทุนมากขึ้น เมื่อนำกระบวนการใหม่ไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์คือจุดที่สามารถค้นพบศักยภาพของโครงการริเริ่ม I4.0 ได้อย่างเต็มที่ มิติหลักห้าประการที่เชื่อมโยงกับ I4.0 ได้แก่ ความสามารถ เทคโนโลยี การทำงานร่วมกัน กระบวนการในห่วงโซ่อุปทาน และผลลัพธ์ทางการเงินและเชิงกลยุทธ์ (Frederico, Garza-Reyes, Kumar and Kumar, 2020; Heideman Lassen and Waehrens, 2021) ความพยายามแบบลีนในบริษัทสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพได้อย่างมีนัยสำคัญ ความพยายามที่กำหนดเป้าหมายไปที่การลดของเสียที่ สร้างความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมจะมีผลกระทบอย่างเด่นชัดมากขึ้นต่อประสิทธิภาพทางการเงิน ผู้จัดการควรกำหนดเป้าหมายในการลดความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมด้วยความคิดริเริ่มแบบลีน ไม่เพียงเพราะความพยายามดังกล่าวมีความรับผิดชอบต่อสังคม แต่ยังเป็นเพราะการริเริ่มเหล่านี้จะปรับปรุงผลลัพธ์ที่ได้ ประโยชน์ของความพยายามในการลดของเสียที่ไม่ส่งผลกระทบต่อความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมคือลดมลพิษในระดับสูง ไปสู่ความยั่งยืนขององค์กร (Manikas and Kroes, 2018) สอดคล้องกับ Ghaithan et al. (2021) เทคโนโลยี I4.0 ส่งผลโดยตรงและเชิงบวกต่อประสิทธิภาพความยั่งยืนของ

อุตสาหกรรมพลาสติกและปิโตรเคมีในซาอุดิอาระเบียร์ การผลิตผ่านลีนสร้างความสำเร็จของกระบวนการที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดก๊าซเรือนกระจกและคาร์บอนไดออกไซด์มีส่วนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศและเป็นปัญหาระดับโลกแก้ไขภาวะโลกร้อนและมลภาวะ คือการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศ เนื่องจากส่งผลให้รอบเวลาสั้นลงและใช้ทรัพยากรคุ้มค่ามากขึ้น (Golicic and Smith, 2013) ลีนและกรีนทางทฤษฎีสรุปได้ว่าแนวคิดของลีนละกรีนเข้ากันได้ การศึกษาของลีนและความยั่งยืนการศึกษาเห็นพ้องกันว่า การปฏิบัติงานด้วยแนวคิดแบบลีนช่วยปรับปรุงผลลัพธ์ด้านความยั่งยืน (Teixeira et al., 2021) การปฏิบัติแบบลีนและยึดหลักการรักษาสิ่งแวดล้อม นำไปสู่การบรรลุความเป็นเลิศด้านความยั่งยืน แนวทางปฏิบัติที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมแบบลีนและแบบภายในเหล่านี้สามารถช่วยให้บริษัทบรรลุเป้าหมายด้านความยั่งยืน พบแนวทางปฏิบัติที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเป็น เป็นตัวแปรส่งผ่านในความสัมพันธ์ระหว่างการผลิตแบบลีนและมิติประสิทธิภาพที่ยั่งยืน (Afum, Zhang, Agyabeng-Mensah and Sun, 2021) สอดคล้องกับ Amjad et al. (2020) องค์กรที่ใช้เทคนิค Lean, Agile, Resillient, Green (LARG) บรรลุการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการ ประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อม และความยืดหยุ่น เมื่อรวมกับแง่มุมของ I4.0 จะสามารถเป็นเครื่องมือที่ยอดเยี่ยมในการปรับปรุงประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม I4.0 ที่มาจากการปฏิบัติแบบลีนผสมผสานกับความยืดหยุ่นและสิ่งแวดล้อม สามารถเป็นเครื่องมือที่ยอดเยี่ยมสำหรับการดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพขององค์กรได้ (Amjad et al., 2020; Amjad et al., 2021) การดำเนินการผลิตแบบลีนมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมขององค์กร ระดับของผลกระทบขึ้นอยู่กับ การใช้เครื่องมือของลีน JIT, TPM, ระบบอัตโนมัติ, VSM และไคเซ็นต่อการใช้วัสดุ พลังงาน และการปล่อยมลพิษ อันเป็นผลให้องค์กรมีผลกำไร ประสิทธิภาพ การตอบสนองด้านคุณภาพ และความพึงพอใจของลูกค้า (Garza-Reyes et al., 2018) การนำลีนมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพจึงต้องการเทคโนโลยีบางอย่าง ที่รักษาสิ่งแวดล้อมตอบสนองและข้อกำหนดด้านสิ่งแวดล้อม ในสภาพแวดล้อมการผลิตและมีปฏิสัมพันธ์ในชีวิตประจำวันด้วยหลักการแบบลีนและเทคโนโลยีทั้งสองต้องพึ่งพาอาศัยกัน กิจวัตรแบบลีนสามารถเปลี่ยนเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานในสภาพแวดล้อมที่เน้นเทคโนโลยีในปัจจุบันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Sartal et al., 2017) อย่างไรก็ตามแนวทางการปฏิบัติแบบลีนไม่จำเป็นต้องเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมทั้งหมด การใช้ระบบอัตมัติและหุ่นยนต์มีผลกระทบเชิงบวกต่อประสิทธิภาพที่ดีขึ้น ในขณะที่เครื่องมือและแนวทางการปฏิบัติแบบทันเวลา (Just-in time;JIT) มีผลกระทบด้านลบต่อประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อม การตัดสินใจปรับใช้จึงเป็นเรื่องสำคัญเนื่องจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ นโยบายที่ต้องการสนับสนุนการลงทุนตามแนวคิดอุตสาหกรรม I4.0 (Sartal et al., 2018) การสนับสนุนจากรัฐบาล การสนับสนุนสถาบันวิจัยและมหาวิทยาลัย กฎหมายและนโยบายเกี่ยวกับการจ้างงาน ส่วนช่วยในการขับเคลื่อน

ความยั่งยืนของห่วงโซ่อุปทาน และเป็นการขยายฐานความรู้เพิ่มเติมด้วยการระบุตัวขับเคลื่อน I4.0 ที่สำคัญของความยั่งยืนของห่วงโซ่อุปทาน เพื่อนำไปสู่ความยั่งยืนขององค์กร (Bag et al., 2018) สอดคล้องกับ (Acioli et al., 2021) การใช้เครื่องมือ I4.0 ช่วยให้ห่วงโซ่อุปทานมีความยั่งยืนและมีศักยภาพในการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพที่ยั่งยืนของห่วงโซ่อุปทาน เทคโนโลยีที่ผสมผสานเข้ากับกลยุทธ์ขององค์กรเพื่อให้ได้ผลลัพธ์สูงสุดในทาการวางตำแหน่งเชิงกลยุทธ์ ถูกนำไปใช้อย่างเหมาะสม องค์กรอัจฉริยะจึงสามารถสร้างความแตกต่างทาง นวัตกรรม การครอบงำช่องทาง การลดต้นทุน และการปรับปรุงประสิทธิภาพที่ยังยืนได้ (Bilgihan and Wang, 2016) การวิเคราะห์บิ๊กดาต้า IoT และวิทยาการหุ่นยนต์ สามารถช่วยอุตสาหกรรมค้าปลีกของปากีสถานในการแก้ปัญหาและความท้าทายต่างๆ การนำ I4.0 มาใช้ในอุตสาหกรรมค้าปลีกของปากีสถานช่วยเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมขององค์กรของอุตสาหกรรมค้าปลีกของปากีสถานให้ดีขึ้นได้ด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพขององค์กรให้ดีขึ้น (S. Ali and Xie, 2021) พบข้อดีของแนวคิด I4.0 และผลกระทบต่อความยั่งยืน เช่น เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และสังคม อย่างไรก็ตาม วิสัยทัศน์ขององค์กรมีบทบาทสำคัญในการนำ I4.0 ไปปฏิบัติบนความยั่งยืน ควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาระบบการผลิตที่ยั่งยืนตามแนวคิด I4.0 โดยไม่ต้องแยกส่วนหรือย้ายไปสู่กระบวนการผลิตที่มีต้นทุนต่ำ ควรพิจารณาพัฒนาสถานที่ทำงานที่ปลอดภัยซึ่งส่งผลให้การบาดเจ็บในสถานที่ทำงานลดลง ขวัญกำลังใจของพนักงานจึงเพิ่มขึ้น เนื่องจากแรงงานเป็นตัวขับเคลื่อนหลักของการนำ I4.0 ไปใช้และความยั่งยืน รวมถึงทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ การจัดการบุคคล ความฉลาดทางอารมณ์ และความยืดหยุ่นทางปัญญา เพื่อความอยู่รอดในยุคดิจิทัล ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรการสูญเสียงาน การสร้างงาน คุณสมบัติของคนงาน และผลกำไรของธุรกิจและความยั่งยืนของ I4.0 ช่วยให้พนักงานที่มีอยู่ได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับเทคโนโลยีดิจิทัลใหม่ๆ และบรรลุทักษะดังกล่าว (Pasi et al., 2020) นอกจากนี้สภาพแวดล้อมของ I4.0 การประสานงานด้านซัพพลายเชนมีความสำคัญต่อความยั่งยืนในตลาดโลกาภิวัตน์ เพื่อปรับปรุงการประสานงานในห่วงโซ่อุปทาน การประเมินและการเปรียบเทียบกับสิ่งที่ดีที่สุดในอุตสาหกรรมเป็นสิ่งสำคัญ โครงสร้างองค์กรแบบลีน วัฒนธรรมองค์กร และปัจจัยการตอบสนอง การไหลของข้อมูล ความสัมพันธ์ ดังนั้นองค์กรจึงต้องทำงานเกี่ยวกับการไหลของข้อมูล และการสร้างความสัมพันธ์ในห่วงโซ่อุปทาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุค I4.0 การไหลของข้อมูลและการอัพเกรดโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีมีความสำคัญมากเพื่อปรับปรุงการ ประสานงานในห่วงโซ่อุปทานเพื่อประสิทธิภาพโดยรวมที่ดีขึ้นนำไปสู่ความยั่งยืนขององค์กร (Singh, Kumar and Chand, 2019) สอดคล้องกับ Nantee and Sureeyatanapas (2021) I4.0 สามารถตรวจสอบห่วงโซ่อุปทานและความโปร่งใส พบว่าผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่ได้รับอนุญาตสามารถเข้าถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้อย่างง่ายดาย และรวดเร็ว ซึ่งเป็นข้อมูลล่าสุดอยู่เสมอ ข้อมูลเข้าถึงได้ง่ายทำให้เกิดความท้าทายสำหรับบริษัทเนื่องจากมีความเสี่ยงต่อความปลอดภัยของข้อมูล ระบบคลังสินค้า 4.0 ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีบนอินเทอร์เน็ตผลจาก

ความไม่เสถียรในระบบสนับสนุนเหล่านั้นอาจหยุดกิจกรรมของห่วงโซ่อุปทาน และก่อให้เกิดความสูญเสียทางการเงินในที่สุด บริษัทควรรับทราบและเตรียมแผนฉุกเฉินสำหรับการหยุดชะงักเหล่านั้น ในประเทศไทยพึ่งพาการผลิตเน้นที่แรงงานมาก การสนับสนุนจากรัฐบาลเป็นสิ่งจำเป็นในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไม่เฉพาะในกระบวนการทางธุรกิจและตัวชี้วัดทางเศรษฐกิจเท่านั้น แต่ยังรวมถึงสิ่งแวดล้อมและสังคมด้วย ผลที่ตามมาของ I4.0 ในการดำเนินงานเพิ่มขึ้นในหมู่ผู้ปฏิบัติงานทางอุตสาหกรรม ผลการดำเนินงานขององค์กรส่งผลกระทบในทางลบบางประการ ดังนั้นจึงเป็นเรื่องสำคัญสำหรับผู้ดำเนินการที่จะเข้าใจและปรับตัวให้เข้ากับข้อดีและระบบ I4.0 อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อรับมือกับแง่ลบและใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ เพื่อการเปลี่ยนผ่านไปสู่ I4.0 ที่ประสบความสำเร็จด้านความยั่งยืน (Bag and Pretorius, 2020; Heideman Lassen and Waehrens, 2021)

3.6 ความได้เปรียบทางการแข่งขันกับความยั่งยืนขององค์กร (Competitive Advantage and Sustainability Organization)

กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ความได้เปรียบทางการแข่งขันมีอิทธิพลต่อความยั่งยืนขององค์กร ในด้านสิ่งแวดล้อม ผลกำไร และคน สอดคล้องกับ Sajan and Shalij (2021) การปฏิบัติแบบลีนมีผลต่อการปรับปรุงประสิทธิภาพ และความยั่งยืนใน SMEs (ธุรกิจขนาดเล็กและขนาดกลาง) ด้านการผลิตของอินเดีย นำไปสู่ความได้เปรียบในการแข่งขันและความยั่งยืน บรรลุผลการปฏิบัติงานด้านความยั่งยืนทางเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และสังคมโดยไม่คำนึงถึงขนาดของบริษัท องค์กรขนาดเล็กสามารถบรรลุเป้าหมายนี้ได้ด้วยการปฏิบัติแบบลีน รวมทั้งองค์กรที่มีสถานการณ์ที่ไม่เอื้ออำนวย มีอุปสรรคต่างๆ การจัดการลูกค้า การจัดการกำลังคน และการจัดการกระบวนการ ผลการดำเนินงานส่งผลด้านความยั่งยืนที่บรรลุผลสำเร็จ ในด้านการใช้พื้นที่ขององค์กร การลดข้อร้องเรียนของลูกค้า การลดการปล่อยมลพิษ และความสัมพันธ์ด้านแรงงานที่ดีขึ้น ระบบอัตโนมัติแบบลีนเป็นการผสานการทำงานและปรับระบบแบบบูรณาการเพื่อลดความสูญเสียกระบวนการทำงานในระบบอัตโนมัติแบบลีน ของเครื่องจักรมีผลโดยตรงและอย่างมีนัยสำคัญสู่โลกของระบบอัตโนมัติและการใช้เครื่องจักรในปัจจุบัน (Solke and Singh, 2018) ช่วยให้มนุษย์และเครื่องจักรทำงานร่วมกันได้ เมื่อเปรียบเทียบกับระบบอัตโนมัติทั่วไป ทำให้เกิดการใช้พื้นที่ด้วยระบบอัตโนมัติแบบลีนขนาดเล็กกว่า ราคาระบบจะถูกกว่า สินค้าคงคลังมีขนาดเล็กลง การใช้พลังงานก็ลดลง ผู้ออกแบบระบบและผู้ปฏิบัติงานต้องมีทักษะและความรู้ที่สูงขึ้น (Raweewan and Kojima, 2020) ปัจจัยทางความคิดที่เป็นอคติ การรวมกันของอคติส่งผลต่อกระบวนการและทำให้การปรับปรุงกระบวนการเหล่านั้นล่าช้า มีความเชื่อมโยงกันอย่างมากระหว่างอคติ เครื่องมือแบบลีนและของเสียที่ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายจำนวนมาก อคติของมนุษย์ทำให้เกิดของเสียและส่งผลต่อผลิตภาพอย่างมีนัยสำคัญต่อต้นทุนของการผลิตโดยรวม และกระบวนการทางธุรกิจที่เกี่ยวข้อง (Purushothaman et al., 2021) สอดคล้องกับ

(Ivanov and Webster, 2021) หุ่นยนต์มีข้อดีและความยืดหยุ่นมากมายในต้นทุนที่ต่ำสามารถนำไปแข่งขันได้ เพื่อความยั่งยืนในระยะยาว การพยายามทำให้กระบวนการแบบแมนนวลเป็นแบบอัตโนมัติ การทำงานร่วมกันระหว่างมนุษย์กับหุ่นยนต์โดยตรงมีข้อได้เปรียบอย่างมากทางการแข่งขันขององค์กร การผสานมนุษย์และหุ่นยนต์สามารถแบ่งปันพื้นที่การทำงานเดียวกันได้โดยไม่มีการแบ่งแยกเพื่อความแตกต่าง สิ่งนี้สร้างศักยภาพมหาศาลในการเพิ่มประสิทธิภาพ และความสามารถของกระบวนการตลอดจนลดต้นทุน พนักงานได้รับประโยชน์จากขั้นตอนการทำงาน ที่เหมาะกับสรีระมากขึ้นจากงานที่ไม่พึงปรารถนา ซ้ำซาก และเป็นภาระ ยิ่งในประเทศที่มีค่าแรงสูง สามารถได้รับประโยชน์จากการใช้ระบบเหล่านี้โดยการปรับปรุงผลิตภาพและประหยัดค่าใช้จ่าย เสริมความแข็งแกร่งให้กับตำแหน่งของพวกเขาในการแข่งขัน ภาคการบริการหุ่นยนต์เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยประหยัดต้นทุน และคาดว่าองค์กรจะประหยัดต้นทุนร่วมกับการบริการ ทัศนคติต่อหุ่นยนต์มีความสำคัญอย่างยิ่งในการกำหนดการบริการ บุคคลที่มีทัศนคติเชิงบวกต่อหุ่นยนต์ยินดีจ่ายเพิ่มสำหรับบริการที่หุ่นยนต์จัดหาให้ ดังนั้น ทัศนคติต่อหุ่นยนต์จึงมีความเกี่ยวข้องในเชิงบวกสำหรับหุ่นยนต์บริการ การพัฒนาผลิตภัณฑ์แลพบริการที่มีประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมสูง มุ่งเน้นเชิงกลยุทธ์จำเป็นต้องได้รับการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมในการวัดผลของการทำงาน และการปฏิบัติงานคงไว้อย่างเหมาะสม ความพยายามที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เกี่ยวกับการจัดซื้อที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและการจัดการวัสดุ การตลาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และการขนส่งโดยที่ไม่เกิดผลเนื่องจากการกระทำที่ก่อความสูญเสียผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การดำเนินการให้ตรงกันจึงเป็นความความสมบูรณ์ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบด้วยวัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Br et al., 2016) ไม่สอดคล้องกับ Agyabeng-Mensah et al. (2020) แนวทางปฏิบัติด้านสิ่งแวดล้อมมีศักยภาพในการเพิ่มประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมมากกว่าการจัดการแบบลีน องค์กรใช้ลีนเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ของตน เพื่อเพิ่มความแข็งแกร่งให้กับตำแหน่งทางการแข่งขัน เพิ่มขนาดตลาด ยอดขาย และผลกำไร ในทำนองเดียวกัน การปฏิบัติด้านสิ่งแวดล้อมมีศักยภาพที่สูงกว่าในการลดของเสีย ลดอุบัติเหตุด้านสิ่งแวดล้อม และประหยัดพลังงานเพื่อปรับปรุงความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อมและปกป้องระบบนิเวศของโลก แนวทางปฏิบัติและเทคโนโลยีที่เป็นนวัตกรรมใหม่เพื่อก้าวไปสู่กรอบความยั่งยืนที่แท้จริง มุมมองความยั่งยืนยั่งยืนมีความพลิกผันจนองค์กรจะหาการ "ยอมรับได้อย่างยั่งยืน" เนื่องจากแนวทางปฏิบัติสร้างผลกระทบเชิงบวกในมิติด้านความยั่งยืนอื่น การบูรณาการความเชื่อมโยงของลีนและการปฏิบัติต่อสิ่งแวดล้อม นำพาองค์กรไปสู่ความยั่งยืน (Masood Nawaz Kalyar et al., 2019) ไม่สอดคล้องกับ Y. Ali et al. (2020) ความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อมกับผลการดำเนินงาน ไม่พบความสัมพันธ์ในเชิงบวก เนื่องจาก การขาดความตระหนักเกี่ยวกับความยั่งยืน การขาดการฝึกอบรมและทักษะ การขาดกฎระเบียบของรัฐบาลและโครงสร้างพื้นฐานด้านความยั่งยืน การขาดแรงกดดันในการรายงานความยั่งยืน ขาดทรัพยากร และ

ขาดซึ่งความพร้อม จึงไม่จำเป็นต้องมีการบูรณาการหรือการเปลี่ยนแปลงให้เกิดความยั่งยืน แต่ควรปรับเปลี่ยนให้มีการปรับปรุงคุณภาพของงานเพื่อให้เกิดความยั่งยืนในอนาคต

สรุปผลงานวิจัยโดยรวม

การศึกษาแนวทางการปฏิบัติและปัจจัยแห่งความสำเร็จในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร พบแนวทางการปฏิบัติ 12 ขั้นตอนในการนำลีนออโตเมชั่นไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตตั้งแต่การ 1. การรู้จักตนเองโดยการหา Process Flow 2. วิเคราะห์ปัญหาจากข้อมูลที่มี 3. การประเมินจุดที่ต้องการปรับปรุง 4. การใช้เครื่องมือที่มีอยู่ในการแก้ไขปัญหา 5. การออกแบบหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ 6. การจำลองรูปแบบและกำหนดสเปก 7. วิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุน 8. ดำเนินการสร้าง 9. ตรวจรับเครื่องโดยการจำลองสถานะการณ์จริง 10. เข้าติดตั้งสถานที่จริง 11. เก็บข้อมูล 12. สร้าง Process Flow ใหม่และปรับปรุงอย่างต่อเนื่องวนไปเรื่อยๆ ทั้งในกระบวนการเดิม และผ ลักดันการปรับปรุงไปสู่กระบวนการใหม่ แนวคิดแบบลีนมีต้นกำเนิดในญี่ปุ่น แนวปฏิบัตินี้ถูกนำมาใช้ในประเทศอื่น แต่ไม่ประสบความสำเร็จเสมอไป ในประเทศไทยความล้มเหลวเกิดจากการไม่ทำตามขั้นตอนที่ถูกต้อง และไม่เข้าใจว่าลีนไม่ใช่แค่การใช้เครื่องมือแบบลีนเท่านั้น ลีนเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนวัฒนธรรมขององค์กร ระบบอัตโนมัติแบบลีนมีการดำเนินงานมายาวนานในบริษัทเด็นโซ่ ด้วยสามขั้นตอนในด้านวิศวกรรมและการจัดการการดำเนินงานเพื่อเปลี่ยนกระบวนการแบบแมนนวล เป็นระบบอัตโนมัติแบบลีน 1) การผลิตแบบลีน 2) การออกแบบระบบแบบลีนสำหรับระบบอัตโนมัติแบบลีน และ 3) การบำรุงรักษาแบบลีน ผู้ปฏิบัติงาน/หุ่นยนต์ที่เหมาะสมจะถูกจัดสรรให้กับการทำงานที่เหมาะสม สำหรับการออกแบบระบบอัตโนมัติ การกำหนดค่าระบบจะถูกปรับให้เรียบง่ายน้อยที่สุดและชาญฉลาด เพื่อให้ได้ระบบอัตโนมัติแบบลีน และเบี่ยงเบนจากการทำงานมาตรฐานน้อยที่สุด โดยวัดประสิทธิภาพรวม เป็นประสิทธิภาพอุปกรณ์โดยรวม (OEE) ที่ยังส่งผลให้มีการผลิตที่ไม่มีความสูญเสีย (Raweewan and Kojima, 2020) เมื่อนำกระบวนการทั้ง 12 กระบวนการที่ได้จากงานวิจัยเชิงคุณภาพไปเปรียบเทียบกับกระบวนการการปฏิบัติจริงในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร (กรณีศึกษา) พบว่าแนวทางของลีนออโตเมชั่นมีความสอดคล้องกัน และสามารถปรับปรุงกระบวนการทำงานที่ควบคู่กับระบบอัตโนมัติได้จริง ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มมากขึ้นจากแนวคิดของลีน ช่วยลดต้นทุนในการผลิต และลดจำนวนคนทำงานในกระบวนการ การผลิตแบบลีนเป็นเครื่องมือหรือวิธีการมากกว่าปรัชญาการจัดการเท่านั้น ส่งเสริมการประหยัดจากขนาดโดยลดต้นทุนการผลิต องค์กรและทีมต้องเปลี่ยนความเข้าใจผิดที่ว่าตราบใดที่บริษัทใช้การผลิตแบบลีน ผลผลิตก็จะดีขึ้นโดยอัตโนมัติ เพราะไม่เป็นเช่นนั้นเสมอไป และควรเน้นย้ำถึงการทำงานเป็นทีม การผลิตแบบลีนและนวัตกรรมถือเป็นแรงผลักดันสองประการในการเพิ่มผลผลิต และความสามารถในการแข่งขันของบริษัทเป็นสิ่งที่

ขาดไม่ได้ องค์กรที่ดำเนินการผลิตแบบลีนจึงควรให้ความสำคัญกับการวิจัยและพัฒนามากขึ้นด้วย เช่นเดียวกับการจัดการ ให้เกิดการผสมผสานระหว่างการผลิตแบบลีนกับ การวิจัยและพัฒนาที่มีประสิทธิภาพ องค์กรที่เพิ่งเริ่มแนวคิดแบบลีนไม่เกินสามปีไม่สามารถนำเสนอประโยชน์ของการผลิตแบบลีนได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้น กลยุทธ์ของการแลกเปลี่ยนระหว่างการผลิตแบบลีนและการวิจัยและพัฒนาควรยึดถือในระยะยาว (Shi et al., 2019)

การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น ทำให้ระบบการผลิตมีความสำคัญเปลี่ยนวิธีคิดจากระบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบที่ไม่ใช้มนุษย์ เป็นระบบอัตโนมัติแบบลีนที่เน้นมนุษย์เป็นศูนย์กลางสามารถเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลได้ การนำระบบอัตโนมัติ เข้ามาใช้ตามแนวทางของลีนใช้ประโยชน์จากสิ่งที่ดีที่สุดของมนุษย์และเครื่องจักรร่วมกันเพื่อให้บรรลุจุดสูงสุดของผลผลิต ผลลัพธ์ไม่เพียงแค่มองเห็นได้ในผลผลิตที่เพิ่มขึ้นแต่ ยังเพิ่มความปลอดภัย สภาพการยศาสตร์ที่ดีขึ้นและสวัสดิภาพของมนุษย์ (Ali Ahmad Malik and Bilberg, 2019) ลีนออโตเมชั่นเป็นการบูรณาการทำงานร่วมกันระหว่างมนุษย์กับหุ่นยนต์โดยกล่าวถึง ความปลอดภัย ส่วนต่อประสาน จากวิธีการออกแบบ ที่คำนึงถึงข้อจำกัดที่กำหนดโดยขอบเขตความสามารถของอุปกรณ์สามารถปรับให้เข้ากันได้อย่างราบรื่น โดยวิธีการป้อนข้อมูลที่ง่ายและเข้าใจได้ สำหรับสถานการณ์การผลิตโดยใช้คุณสมบัติการปรับตัวที่แท้จริงของผู้ปฏิบัติงานและนำไปใช้กับการผลิตในขนาดที่ใหญ่ได้ เทคโนโลยีที่เลือกใช้ต้องมีความยืดหยุ่นขึ้นทั้งการทำงานและความปลอดภัย (Pantano et al., 2020) วัฒนธรรมแบบลีนโดยเฉพาะอย่างยิ่ง "การเคารพต่อผู้คน" และการรวมทีม ความสมัครใจที่จะร่วมมือกันใน "การปรับปรุงงานอย่างต่อเนื่อง" จากการอบรมและถ่ายทอดความรู้ระหว่างกัน ทำให้สามารถประเมินผู้เรียนได้ว่าเรียนรู้อะไรและดีเพียงใดจากการผลิตสไตล์ญี่ปุ่น จากการผลิตแบบใช้คนทั้งหมดปรับเป็นการปรับปรุงกระบวนการด้วย Lean Manufacturing เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน จากนั้นต่อด้วยการทำ Lean Automation เพื่อลดการรับคนและสุดท้ายคงสถานะการผลิตและค่อยเพิ่มประสิทธิภาพอีกครั้งด้วย Lean Maintenance (Raweewan and Kojima, 2020) เพราะทุกองค์กรล้วนมีเป้าหมายในการแสวงหาผลตอบแทนในรูปแบบต่างๆเพื่อการดำรงอยู่อย่างยั่งยืน การปรับตัวในสภาวะแวดล้อมปัจจุบัน การมีผลตอบแทนที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับองค์กรคู่แข่งขันอื่น ปัจจัยที่สำคัญได้แก่ ทรัพยากรมนุษย์ที่พร้อมพัฒนาทักษะ ความคิด ความผูกพันธ์ เพื่อความทุ่มเทให้กับองค์กร ผู้บริหารควรปรับเปลี่ยนมุมมองส่วนบุคคลากรเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าขององค์กร ไม่มองเป็นวัตถุดิบหรือต้นทุนอย่างในอดีตจึงต้องมีทุนการผลิตที่เหมาะสม มีการสูญเสียน้อย มีความสุขในการทำงาน เน้นความยั่งยืน (สุรมงคล นิ่มจิตต์ และ ธีระวัฒน์ จันทึก, 2559) วิธีการเก็บรักษาบุคคลากร เนื่องจากปัญหาความขาดแคลนทำให้การเติบโต หยุดชะงักเนื่องจากไม่มีคนงานจึงต้องใช้การปรับปรุงประสิทธิภาพ จำเป็นต้องใช้การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออเมชั่น ในการพัฒนากระบวนการทำงานซึ่งนโยบายองค์กรที่สอดคล้องเน้นที่ "ไม่มีการเลิกจ้าง" เมื่อแรงงานคนถูก

แทนด้วยเครื่องจักรได้สำเร็จ แทนที่จะพัฒนาความรู้สึกด้านลบ ควรช่วยสร้างโอกาสใหม่ในการพัฒนาทักษะและการเปลี่ยนหน้าที่การปฏิบัติงานเป็นหน้าที่การวิเคราะห์ที่มากขึ้น หรือปรับให้สามารถใช้แรงงานที่มีอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยการขยายธุรกิจ หรือให้พนักงานมีส่วนร่วมในงานที่ต้องใช้วิจารณญาณและทักษะ เมื่อไม่มีการเลิกช่วยเพิ่มขวัญกำลังใจและประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่เศรษฐกิจตกต่ำ การฝึกอบรมพนักงานให้แสดงความสามารถหลากหลายถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการขยายโอกาสและทำให้พนักงานเปลี่ยนไปใช้ส่วนอื่นๆ ของธุรกิจได้ ในแง่ของการมีส่วนร่วมของพนักงาน การใช้ระบบอัตโนมัติช่วยให้พนักงานมีส่วนร่วมในงานที่มีมูลค่าเพิ่มและมีส่วนร่วม ในกิจกรรมการปรับปรุง สำหรับการบริหารทรัพยากรบุคคลโดยรวม บริษัทต้องดำเนินการจัดการการเปลี่ยนแปลงอย่างรอบคอบ เพื่อรักษาขวัญกำลังใจของพนักงานและหลีกเลี่ยงการต่อต้าน ซึ่งอาจส่งผลต่อความยั่งยืนทางสังคมขององค์กร (Nantee and Sureeyatanapas, 2021)

อย่างไรก็ตามการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นเป็นการใช้ระบบอัตโนมัติ ที่เริ่มจากการปรับปรุงกระบวนการ สภาพแวดล้อมของการทำงานไปจนถึงการวางระบบอัตโนมัติและนำมาใช้ในกระบวนการทำงานจากแรงงานคน ตามทฤษฎีระบบโดยเราดูจาก Input, Process และ Out put เพื่อเป็นข้อมูลในการเปรียบเทียบเรียนรู้ระหว่างกระบวนการปรับปรุงประสิทธิภาพ เมื่อถึงขั้นตอนการใช้ระบบอัตโนมัติจำเป็นต้องมีการลงทุนเริ่มแรกเป็นจำนวนมาก ต้นทุนการดำเนินงานเป็นสิ่งสำคัญในการขับเคลื่อนแนวความคิดนี้ จากงานวิจัยเชิงคุณภาพเห็นได้ว่าผู้บริหารสูงสุดควรให้ความสำคัญในการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นและผลักดันให้เกิดโครงการเพื่อใช้ระบบอัตโนมัติที่ไม่ใช่การซื้อเครื่องจักรเข้ามาติดตั้งในองค์กรและให้กลายเป็นหน้าที่ของช่างในการกำกับดูแลเพียงอย่างเดียว แต่ควรเริ่มโครงการด้วยการรู้จักตนเองและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต รวมถึงการเสริมอุปกรณ์เพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงาน เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพให้สูงที่สุดในการผลิตด้วยคน จากนั้นจึงต่อเนื่องโครงการด้วยการทดแทนงานที่ทำซ้ำ สกปรก มีความละเอียดสูง มีความร้อนหนาว มีความเร็วสูงและอื่นๆ ด้วยหุ่นยนต์หรือระบบอัตโมติ การปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยคนให้มีประสิทธิภาพสูงสุดสามารถลดต้นทุนของโครงการลงได้ ผู้ปฏิบัติตามนโยบาย ได้แก่ ผู้จัดการและวิศวกร ควรให้ความสำคัญกับการควบคุมกระบวนการผลิตควบคุมคุณภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน กิจกรรมการควบคุมคุณภาพการใช้ระบบตรวจสอบด้วยภาพอัตโนมัติ ส่งผลให้มีคุณภาพสูงขึ้นในสายการผลิต การติดตั้งออดและสัญญาณเตือนในแต่ละเวิร์กสเตชั่นเพื่อแจ้งเตือนผู้ปฏิบัติงานเมื่อตรวจพบปัญหาด้านคุณภาพเป็นตัวอย่างในการควบคุมอีกวิธีหนึ่ง แต่โดยหลักการควบคุมคุณภาพและประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน จะเพิ่มขึ้นเมื่อวัฒนธรรมที่มีเหตุผลของพนักงานในองค์กรเพิ่มสูงขึ้น การกำหนดมาตรฐานและการปฏิบัติแก้ไขอย่างรวดเร็วโดยเน้นการควบคุมคุณภาพเป็นแนวทางปฏิบัติการผลิตแบบลีนที่สำคัญที่สุด สำหรับการ

ดำเนินการด้านการจัดการการเรียนรู้ภายในองค์กร การพัฒนาเป็นองค์ความรู้ มาตรฐานการปฏิบัติงาน และสืบทอดเป็นวัฒนธรรมกลายเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ในที่สุด (Ong et al., 2021) หากองค์กรไม่สามารถปรับกระบวนการเป็นแบบระบบอัตโนมัติได้เนื่องจากขาดแหล่งเงินทุน ประเทศไทยมีหน่วยงานสนับสนุนด้านระบบอัตโนมัติ และสามารถมีทีมรวมถึงผู้เชี่ยวชาญเข้ามาให้ความรู้ด้านจำนวนเงินลงทุน ความรู้เรื่องการเตรียมพร้อมในระบบอัตโนมัติ ทั้งเข้ามาหาทางช่วยลดค่าใช้จ่ายทางภาษีต่างๆรายละเอียดตามผลงานวิจัยเชิงคุณภาพ ดังนั้นเองค์กรที่สนใจสามารถขับเคลื่อนและปรับเปลี่ยนได้หากมีนโยบาย และผู้นำที่พร้อมจะพัฒนาและปรับปรุงองค์กรให้ก้าวสู่ความยั่งยืน

4. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

1. การผลิตแบบลีนที่เกี่ยวข้องกับวิสัยทัศน์และพันธกิจของอุตสาหกรรมการผลิต ในการตัดสินใจเกี่ยวกับเป้าหมายสำหรับการปรับปรุงกิจกรรมแบบลีนที่จะทำให้บรรลุผลสำเร็จสูงสุดตามวัตถุประสงค์ขององค์กร จำเป็นต้องมีการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อค้นหาเป้าหมายของแนวทางการปรับปรุงโปรแกรมและระบบที่สามารถผสานการทำงานร่วมกัน องค์กรที่มีขนาดและระบบที่แตกต่างกันภายในอุตสาหกรรมต่างๆ (Susilawati, 2021)

2. ลีนไม่ใช่ทฤษฎีแต่มีพื้นฐานทางทฤษฎีมากมายที่เกี่ยวข้อง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับลีนจำนวนมากเป็นปรากฏการณ์ทางธุรกิจ มีข้อแนะนำจากงานวิจัยเชิงคุณภาพให้ศึกษาอย่างต่อเนื่องในกระบวนการลดปริมาณของเสียที่ประสบความสำเร็จและไม่สำเร็จเป็นอย่างไร การรวมกลุ่มของแนวทางผู้ปฏิบัติควรทำอย่างไร การเปลี่ยนแปลงทางวัฒนธรรมขององค์กรที่ส่งผลให้ลีนออโตเมชั่นประสบความสำเร็จคืออะไร ระบบการเรียนรู้เพื่อความเป็นเลิศขององค์กรอย่างไร (Åhlström et al., 2021)

3. การสนับสนุนและความมุ่งมั่นของฝ่ายบริหาร ความพร้อมของทรัพยากรทางการเงิน และความสามารถด้านไอทีสำหรับการเปลี่ยนผ่านไปสู่ลีนออโตเมชั่นควรมีลักษณะเช่นไร ในมุมของการจัดการทรัพยากรบุคคล กระบวนการผลิต วัฒนธรรมที่สนับสนุน และการบูรณาการทั่วทั้งห่วงโซ่อุปทาน (Ghobakhloo et al., 2018)

4. จากงานวิจัยเชิงปริมาณภาพที่ 25 และ 26 พบความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญจากการเก็บข้อมูลในงานวิจัย เป็นคู่ตัวแปรที่ต้องการการพิสูจน์ในเชิงประจักษ์ต่อไป ได้แก่ 1.พันธมิตรทางธุรกิจกับโรงงานอัจฉริยะ 2.การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นกับโรงงานอัจฉริยะ 3. พันธมิตรทางธุรกิจกับความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง 4.ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงกับความยั่งยืนขององค์กร และ 5.โรงงานอัจฉริยะกับความได้เปรียบทางการแข่งขัน การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น ยังเป็นตัวแปรที่ควรศึกษาในรายละเอียดทั้งในแง่ของอิทธิพลกับตัวแปร

อื่นๆและรายละเอียดของทฤษฎีเบื้องหลังที่ทำให้เกิดความสำเร็จ เพื่อนำไปสู่การพัฒนากระบวนการทำงานกับระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ในอนาคตรวมทั้ง

5. การประยุกต์ใช้นวัตกรรมร่วมกับการเก็บข้อมูลกับการปฏิบัติแบบลีนเข้ากันได้กับเทคโนโลยี IoT (Anosike et al., 2021) ทั้งจากงานวิจัยเชิงคุณภาพผู้ให้ข้อมูลหลักได้ให้ข้อมูลถึงการเข้ากันได้ของลีนและ IoT เช่นเดียวกัน จึงขาดงานวิจัยในเชิงประจักษ์และขาดการหาปัจจัยการตัดสินใจ บนพื้นฐานของข้อมูลที่ได้ และวิธีการปฏิบัติในการสนองตอบต่อข้อมูล

6. เพื่อให้องค์กรสามารถพัฒนาตนเองให้เข้ากับยุกต์สมัยและปรับเปลี่ยนการดำเนินงานให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคการพัฒนาทางเทคโนโลยี ยังขาดการศึกษาในเรื่องเส้นทางการคัดสรรคและพัฒนาบุคคลกรล้วนเป็นสิ่งสำคัญในการเตรียมความพร้อม เพื่อก้าวออกจากแนวทางดั้งเดิมของประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจแบบเดิมไปสู่แนวทางปฏิบัติที่เป็นนวัตกรรมใหม่ ภายในกรอบของความยั่งยืน การประหยัดต้นทุน มาตรฐานการคัดเลือกซัพพลายเออร์ มาตรฐานด้านสุขภาพและความปลอดภัย การจัดการของเสีย การส่งมอบอย่างมีประสิทธิภาพ และการกำหนดมาตรฐาน เป็นตัวขับเคลื่อนสำคัญที่สามารถส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงทางวัฒนธรรมสู่ความยั่งยืน (Mejías, Paz and Pardo, 2016)

มหาวิทยาลัยศิลปากร

รายการอ้างอิง

Aamer, A. M., Al-Awlaqi, M. A., Mandahawi, N., Triawan, F., and Al-Madi, F. (2021). Kaizen transferability in non-Japanese cultures: a combined approach of total interpretive structural modeling and analytic network process. *International Journal of Productivity and Performance Management*. doi:10.1108/ijppm-10-2020-0505

Abdelhadi, A. (2015). Investigating emergency room service quality using lean manufacturing. *Int J Health Care Qual Assur, 28*(5), 510-519. doi:10.1108/IJHCQA-01-2015-0006

Abdelhadi, A. (2016). Using lean manufacturing as service quality benchmark evaluation measure. *International Journal of Lean Six Sigma, 7*(1), 25-34. doi:10.1108/ijlss-02-2015-0003

Acioli, C., Scavarda, A., and Reis, A. (2021). Applying Industry 4.0 technologies in the COVID–19 sustainable chains. *International Journal of Productivity and Performance Management, 70*(5), 988-1016. doi:10.1108/ijppm-03-2020-0137

Adrita, M. M., Brem, A., O'Sullivan, D., Allen, E., and Bruton, K. (2021). Methodology for Data-Informed Process Improvement to EnableAutomated Manufacturing in CurrentManual Processes. *Applied Sciences, 2021, 11,3889*, 1-30. doi:https://doi.org/10.3390/app11093889

Afum, E., Zhang, R., Agyabeng-Mensah, Y., and Sun, Z. (2021). Sustainability excellence: the interactions of lean production, internal green practices and green product innovation. *International Journal of Lean Six Sigma, 12*(6), 1089-1114. doi:10.1108/ijlss-07-2020-0109

Agarwal, R., Bajada, C., Brown, P. J., and Green, R. (2021). People Management Practices that Underpin Lean Management Outcomes. *Global Journal of Flexible Systems Management, 22*(2), 75-94. doi:10.1007/s40171-021-00260-2

Agostini, L., and Filippini, R. (2019). Organizational and managerial challenges in the path toward Industry 4.0. *European Journal of Innovation Management, 22*(3), 406-421. doi:10.1108/ejim-02-2018-0030

Agrawal, A., Gans, J. S., and Goldfarb, A. (2017). What to expect from artificial intelligence. *MIT Sloan Management Review Cambridge, 58*(3), 23-27.

Aguirre, S., and Rodriguez, A. (2017). Automation of a Business Process Using Robotic Process Automation (RPA): A Case Study. In: Figueroa-García J., López-Santana E., Villa-Ramírez J., Ferro-Escobar R. (eds). *Communications in Computer and Information Science Springer, Cham, 742*. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-66963-2_7

Agyabeng-Mensah, Y., Ahenkorah, E., Afum, E., and Owusu, D. (2020). The influence of lean management and environmental practices on relative competitive quality advantage and performance. *Journal of Manufacturing Technology Management, 31*(7), 1351-1372. doi:10.1108/jmtm-12-2019-0443

Åhlström, P., Danese, P., Hines, P., Netland, T. H., Powell, D., Shah, R., et al. (2021). Is lean a theory? Viewpoints and outlook. *International Journal of Operations & Production Management, 41*(12), 1852-1878. doi:10.1108/ijopm-06-2021-0408

AL-Shboul, M. d. A., Garza-Reyes, J. A., and Kumar, V. (2018). Best supply chain management practices and high-performance firms The case of Gulf manufacturing firms. *International Journal of Productivity and Performance Management, 67(9)*, 1482-1509. doi:10.1108/IJPPM-11-2016-0257

Albuquerque, F., Torres, A. S., and Berssaneti, F. T. (2020). Lean product development and agile project management in the construction industry. *Revista de Gestão, 27*(2), 135-151. doi:10.1108/rege-01-2019-0021

Ali, S., and Xie, Y. (2021). The impact of Industry 4.0 on organizational performance: the case of Pakistan's retail industry. *European Journal of Management Studies, 26*(2/3), 63-86. doi:10.1108/ejms-01-2021-0009

Ali, Y., Younus, A., Khan, A. U., and Pervez, H. (2020). Impact of Lean, Six Sigma and environmental sustainability on the performance of SMEs. *International Journal of Productivity and Performance Management, 70*(8), 2294-2318. doi:10.1108/ijppm-11-2019-0528

Amjad, M. S., Rafique, M. Z., Hussain, S., and Khan, M. A. (2020). A new vision of LARG Manufacturing — A trail towards Industry 4.0. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 31*, 377-393. doi:10.1016/j.cirpj.2020.06.012

Amjad, M. S., Rafique, M. Z., and Khan, M. A. (2021). Modern divulge in production optimization: an implementation framework of LARG manufacturing with Industry 4.0. *International Journal of Lean Six Sigma, 12*(5), 992-1016. doi:10.1108/ijlss-07-2020-0099

Anand, B., and Khanna, T. (2000). Do firms learn to create value? The case of alliances. *Strategic Management Journal, 21*(3), 295-316.

Annette Stople, Heidi Steinsund, Jon Iden, and Bendik Bygstad. (2017). *Lightweight IT and the IT Function – Experiences from Robotic Process Automation in a Norwegian Bank*. NOKOBIT.

Anosike, A., Alafropatis, K., Garza-Reyes, J. A., Kumar, A., Luthra, S., and Rocha-Lona, L. (2021). Lean manufacturing and internet of things – A synergetic or antagonist relationship? *Computers in Industry, 129*, 1-15. doi:10.1016/j.compind.2021.103464

Atalay, M., Dirlik, O., and Sarvan, F. (2017). Impact of multilevel strategic alliances on innovation and firm performance. *International Journal of Innovation Science, 9*(1), 53-80. doi:10.1108/ijis-06-2016-0012

Ateia, M. A., El Galaly, S. A., and de Waal, A. (2021). Suitability of the high performance organization framework for Egyptian ICT companies: a replication study. *International Journal of Organizational Analysis, 29*(4), 1063-1073. doi:10.1108/ijoa-05-2020-2189

Aureli, S., Giampaoli, D., Ciambotti, M., and Bontis, N. (2018). Key factors that improve knowledge-intensive business processes which lead to competitive advantage. *Business Process Management Journal, 25*(1), 126-143. doi:10.1108/bpmj-06-2017-0168

Aydin, C. S., Ozgurler, S., Durmusoglu, M. B., and Ozgurler, M. (2018). Response surface approach to robust design of assembly cells through simulation. *Assembly Automation, 38*(4), 450-464. doi:10.1108/aa-08-2017-093

Bag, S., and Pretorius, J. H. C. (2020). Relationships between industry 4.0, sustainable manufacturing and circular economy: proposal of a research framework. *International Journal of Organizational Analysis*. doi:10.1108/ijoa-04-2020-2120

Bag, S., Telukdarie, A., Pretorius, J. H. C., and Gupta, S. (2018). Industry 4.0 and supply

chain sustainability: framework and future research directions. *Benchmarking: An International Journal*. doi:10.1108/bij-03-2018-0056

Bai, J., Zhang, Y., Qin, X., Wang, Z., and Zheng, C. (2020). Hybrid calibration and detection approach for mobile robotic manufacturing systems. *Industrial Robot: the international journal of robotics research and application, 47*(4), 511-519. doi:10.1108/ir-09-2019-0194

Bai, X., and Li, J. J. (2020). Alliance justice and relational performance: the mediating role of boundary spanners' citizenship behaviors. *Management Decision, 59*(2), 223-239. doi:10.1108/md-04-2019-0523

Bamel, N., Pereira, V., Bamel, U., and Cappiello, G. (2021). Knowledge management within a strategic alliances context: past, present and future. *Journal of Knowledge Management, 25*(7), 1782-1810. doi:10.1108/jkm-06-2020-0443

Barbosa, G. F., Carvalho, J., and Filho, E. V. G. (2014). A proper framework for design of aircraft production system based on lean manufacturing principles focusing to automated processes. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 72*(9-12), 1257-1273. doi:10.1007/s00170-014-5729-3

Barney, J. B. (1986). Strategic factor markets: Expectations, luck, and business strategy. *Management Science, 32*(10), 1231-1242.

-------. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management, 17*(1), 99-121.

-------. (2001). Is the resource-based ‘‘view’’ a useful perspective for strategic management research? Yes. *Academy of Management Review, 26*, 41-56.

Bashar, A., Hasin, A. A., and Adnan, Z. H. (2021). Impact of lean manufacturing: evidence from apparel industry in Bangladesh. *International Journal of Lean Six Sigma, 12*(5), 923-943. doi:10.1108/ijlss-01-2020-0005

Bauch, C. (2004). Lean Product Development: making waste transparent. Diploma thesis. Department of Mechanical Engineering. *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*.

Baudin, M. (2007). *Working with Machines: The Nuts and Bolts of Lean Operations with Jidoka*.

Beer, S. (1972). *Brain of the Firm*. London: The Penguin Press.

Bentler, P. M., and Bonnet, D. G. (1980). Significance tests and goodness of fit in the analysis of covariance structures. *Psychological Bulletin, 88*, 588-606.

Bhasin, S., and Burcher, P. (2006). Lean viewed as a philosophy", Journal ofManufacturing Technology Management. *Journal ofManufacturing Technology Management, 17*(1), 56-72.

Bhasin, S., and Found, P. (2020). Sustaining the lean ideology. *Management Decision, 59*(3), 568-585. doi:10.1108/md-09-2019-1254

Bi, Luo, Miao, Zhang, and Zhang. (2021). Automatic robotic recharging systems – development and challenges. *Industrial Robot, 48*(1), 95-109. Retrieved from https://doi.org/10.1108/IR-05-2020-0109

Bilgihan, A., and Wang, Y. (2016). Technology induced competitive advantage: a case of US lodging industry. *Journal of Hospitality and Tourism Technology, 7*(1), 37-59. doi:10.1108/jhtt-01-2015-0001

Bogers, M. L., S. (2011). A functional perspective on learning and innovation: investigating the organization of absorptive capacity. *Ind Innov, 18*(6), 581-610.

Bogue, R. (2021). Warehouse robot market boosted by Covid pandemic and technological innovations. *Industrial Robot: the international journal of robotics research and application, 49*(2), 181-186. doi:10.1108/ir-11-2021-0270

Br, R. K., Agarwal, A., and Sharma, M. K. (2016). Lean management – a step towards sustainable green supply chain. *Competitiveness Review, 26*(3), 311-331. doi:10.1108/cr-05-2015-0040

Browning, T., and Heath-Brown, D. (2009). Rational points on quartic hypersurfaces. *Journal für die reine und angewandte Mathematik 27*(629), 37-88.

Buer, S. V., Strandhagen, J. O., and Chan, F. T. S. (2018). The link between industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda. *International Journal ofProduction Research, 56*(8), 2924-2940.

Burghall, R., Grant, V., and Morgan, J. M. (2014). *Lean Six Sigma Business Transformation for Dummies*. United States of America: USA: John Wiley & Sons.

Butler, J. E. (2001). Is the resource-based "view" a useful perspective for strategic management research? *Academy of Management Review, 26*(1), 22-40.

Caldera, H. T. S., Desha, C., and Dawes, L. (2019). Transforming manufacturing to be

‘good for planet and people’, through enabling lean and green thinking in small and medium-sized enterprises. *Sustainable Earth, 2*(1). doi:10.1186/s42055-019-0011-z

Capra, F. (1997). *The web of life*. New York: Doubleday-Anchor Book.

Chen, F., Carbonari, L., Canali, C., D'Imperio, M., and Cannella, F. (2015). Design of a novel dexterous robotic gripper for in-hand twisting and positioning within assembly automation. *Assembly Automation, 35*(3), 259-268. doi:10.1108/aa-05-2015-046

Chen, H., Xu, J., Zhang, B., and Fuhlbrigge, T. (2017). Improved parameter optimization method for complex assembly process in robotic manufacturing. *Industrial Robot: An International Journal, 44*(1), 21-27. doi:10.1108/ir-03-2016-0098

Chen, W., and Wang, L. (2020). How entrepreneurial orientation affects R&D alliance performance: the moderating roles of competitive intensity and dependence on the partner. *Journal of Business & Industrial Marketing, 35*(12), 2139-2150. doi:10.1108/jbim-12-2019-0524

Chen, Y. S., Mardjono, E. S., and Yang, Y.-F. (2022). MASs, alliance and performance: an evidence of SOX effects. *Managerial Auditing Journal, 37*(5), 521-541. doi:10.1108/maj-05-2021-3164

Chiarini, A., Baccarani, C., and Mascherpa, V. (2018). Lean production, Toyota Production System and Kaizen philosophy. *The TQM Journal, 30*(4), 425-438. doi:10.1108/tqm-12-2017-0178

Cifone, F. D., Hoberg, K., Holweg, M., and Staudacher, A. P. (2021). ‘Lean 4.0’: How can digital technologies support lean practices? *International Journal of Production Economics, 241*. doi:10.1016/j.ijpe.2021.108258

Coffey, D., and Thornley, C. (2006). Automation, motivation and lean production reconsidered. *Assembly Automation, 26*(2), 98-103.

Cronbach, L. J. (1970). *Essential of Psychological testing*. New York: Harper and Row.

Cudeck, R., Toit, S. d., and Sorbom, D. (2001). *Structural Equation Modeling : Present and Future*. United States of America: Scientific Software International, Inc.

Cuel, R. (2020). A journey of learning organization in social science: interview with Silvia Gherardi. *The Learning Organization, 27*(5), 455-461. doi:10.1108/tlo-02-2020-

0031

D'Souza, F., Costa, J., and Pires, J. N. (2020). Development of a solution for adding a collaborative robot to an industrial AGV. *Industrial Robot: the international journal of robotics research and application, 47*(5), 723-735. doi:10.1108/ir-01-2020-0004

D. Troutt, M., J. Ambrose, P., and Kin Chan, C. (2001). Optimal throughput for multistage input-output processes. *International Journal of Operations & Production Management, 21*(1/2), 148-158. doi:10.1108/01443570110358503

Dal Forno, A. J., and Forcellini, F. A. (2012). Lean product development principles and practices. *Product Management & Development, 10*(2), 131-143. doi:10.4322/pmd.2013.007

Dal Forno, A. J., Forcellini, F. A., Kipper, L. M., and Pereira, F. A. (2016). Method for evaluation via benchmarking of the lean product development process. *Benchmarking: An International Journal, 23*(4), 792-816. doi:10.1108/bij-12-2013-0114

Danner, G. E. (2019). *The Executive's How-To Guide to Automation*. Business Laboratory LLC The Woodlands: TX, USA.

de Man, A.-P., and Luvison, D. (2014). Sense-making's role in creating alliance supportive organizational cultures. *Management Decision, 52*(2), 259-277. doi:10.1108/md-02-2013-0054

de Waal, A. (2018). Success factors of high performance organization transformations. *Measuring Business Excellence, 22*(4), 375-390. doi:10.1108/mbe-08-2018-0055

de Waal, A., and de Haas, J. (2018). Longitudinal research into the effects of the high performance organisation framework. *International Journal of Productivity and Performance Management, 67*(6), 985-999. doi:10.1108/ijppm-08-2017-0183

de Waal, A., Habil, D. S. F., and Goedegebuure, R. (2016). Suitability of the high performance organization framework to Egyptian ICT companies. *International Journal of Emerging Markets, 11*(4), 632-648. doi:10.1108/IJoEM-12-2014-0219

de Waal, A., and Heijtel, I. (2016). Searching for effective change interventions for the transformation into a high performance organization. *Management Research Review, 39*(9), 1080-1104. doi:10.1108/mrr-04-2015-0094

-------. (2017). Developing a change approach for the transition to a high performance organization. *Measuring Business Excellence, 21*(2), 101-116. doi:10.1108/mbe-03-2016-0015

de Waal, A., and Meingast, A. (2017). Applying the high performance organisation framework in the horticulture and greenhouse sector. *Measuring Business Excellence, 21*(2), 136-151. doi:10.1108/mbe-05-2016-0028

de Waal, A., Peters, L., and Broekhuizen, M. (2017). Do different generations look differently at high performance organizations? *Journal of Strategy and Management, 10*(1), 86-101. doi:10.1108/jsma-10-2015-0083

de Waal, A., and Wang, A. (2017). Applicability of the high performance organization (HPO) framework in the Chinese context. *Journal of Chinese Human Resource Management, 8*(1), 22-39. doi:10.1108/jchrm-06-2016-0007

Demirli, K., Al Kaf, A., Simsekler, M. C. E., Jayaraman, R., Khan, M. J., and Tuzcu, E. M. (2021). Using lean techniques and discrete-event simulation for performance improvement in an outpatient clinic. *International Journal of Lean Six Sigma, 12*(6), 1260-1288. doi:10.1108/ijlss-09-2020-0138

Deniz, C., and Cakir, M. (2018). In-line stereo-camera assisted robotic spot welding quality control system. *Industrial Robot: An International Journal, 45*(1), 54-63. doi:10.1108/ir-06-2017-0117

Dennis, P. (2015). *Lean production simplified (3rd ed.)*. CRC Press.

Detlef, Z. (2010). SmartFactory—Towards a factory-of-things. *Annual Reviews in Control, 34*(1), 129-138. doi:https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2010.02.008.

Dleikan, C. T., Lakissian, Z., Hani, S., and Sharara-Chami, R. (2020). Designing a simulation center: an experiential guide. *Journal of Facilities Management, 18*(5), 487-504. doi:10.1108/jfm-02-2020-0011

Do, T., and Mai, N. (2020). High-performance organization: a literature review. *Journal of Strategy and Management, 13*(2), 297-309.

Do, T. T., and Mai, N. K. (2020). High-performance organization: a literature review. *Journal of Strategy and Management, 13*(2), 297-309. doi:10.1108/jsma-11-2019-0198

Dos Santos, L. M. A. L., da Costa, M. B., Kothe, J. V., Benitez, G. B., Schaefer, J. L., Baierle,

I. C., et al. (2020). Industry 4.0 collaborative networks for industrial performance. *Journal of Manufacturing Technology Management, 32*(2), 245-265. doi:10.1108/jmtm-04-2020-0156

Douglas, A., David Muturi, P. S. H., Dr Alexander Douglas, D., Douglas, J., and Ochieng, J. (2015). Lean Six Sigma implementation in East Africa: findings from a pilot study. *The TQM Journal, 27*(6), 772-780. doi:10.1108/tqm-05-2015-0066

Dyer, J., and Hatch, N. (2006). Relation-specific capabilities and barriers to knowledge transfers: Creating advantage through network relationships. *Strategic Management Journal, 27*, 701-719.

Eikebrokk, T., and Olsen, D. (2020). Robotic Process Automation and Consequences for Knowledge Workers; a Mixed-Method Study. *Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*, 114-125. Retrieved from https://doi.org/10.1007/978-3-030-44999-5_10

El-Khalil, R. (2018). The mediating effect of lean management on the relationship between flexibility implementation and operational metrics in US automotive manufacturing plants. *Journal of Manufacturing Technology Management, 29*(8), 1376-1399. doi:10.1108/jmtm-04-2018-0108

Elkington, J. (1997). *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of Twenty-First Century Business*. Capstone, Oxford.

Fazlollahtabar, H., Saidi-Mehrabad, M., and Masehian, E. (2021). Robotic industrial automation simulation-optimization for resolving conflict and deadlock. *Assembly Automation, 41*(4), 477-485. doi:10.1108/aa-10-2019-0185

Fernandes Junior, C. C., and Pinto, L. T. (2020). Productivity increase in a large size slaughterhouse: a simulation approach applying lean manufacturing. *International Journal of Lean Six Sigma*. doi:10.1108/ijlss-02-2018-0012

Fragapane, G., Ivanov, D., Peron, M., Sgarbossa, F., and Strandhagen, J. O. (2020). Increasing flexibility and productivity in Industry 4.0 production networks with autonomous mobile robots and smart intralogistics. *Annals of Operations Research*. doi:10.1007/s10479-020-03526-7

Frederico, G. F., Garza-Reyes, J. A., Kumar, A., and Kumar, V. (2020). Performance measurement for supply chains in the Industry 4.0 era: a balanced scorecard approach. *International Journal of Productivity and Performance Management,*

70(4), 789-807. doi:10.1108/ijppm-08-2019-0400

Garza-Reyes, J. A., Kumar, V., Chaikittisilp, S., and Tan, K. H. (2018). The effect of lean methods and tools on the environmental performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Economics, 200*, 170-180. doi:10.1016/j.ijpe.2018.03.030

Geissbauer, R. (2014). *Industry 4.0-Opportunities and Challenges of the Industrial Internet*. Amsterdam: PWC.

Ghaithan, A., Khan, M., Mohammed, A., and Hadidi, L. (2021). Impact of Industry 4.0 and Lean Manufacturing on the Sustainability Performance of Plastic and Petrochemical Organizations in Saudi Arabia. *Sustainability, 13*(20). doi:10.3390/su132011252

Ghobakhloo, M., and Azar, A. (2018). Business excellence via advanced manufacturing technology and lean-agile manufacturing. *Journal of Manufacturing Technology Management, 29*(1), 2-24. doi:10.1108/jmtm-03-2017-0049

Ghobakhloo, M., Fathi, M., Fontes, D. B. M. M., and Tan Ching, N. (2018). Modeling lean manufacturing success. *Journal of Modelling in Management, 13*(4), 908-931. doi:10.1108/jm2-03-2017-0025

Gray, D., and Jones, K. F. (2016). Using organisational development and learning methods to develop resilience for sustainable futures with SMEs and micro businesses. *Journal of Small Business and Enterprise Development, 23*(2), 474-494. doi:10.1108/jsbed-03-2015-0031

Gremyr, I., and Fouquet, J.-B. (2012). Design for six sigma and lean product development. *International Journal of Lean Six Sigma, 3*(1), 45-58.

Guilherme Luz Tortorella, Gopalakrishnan Narayanamurthy, and Matthias Thurer. (2021). Identifying pathways to a high-performing lean automation implementation: An empirical study in the manufacturing industry. *International Journal of Production Economics, 231*, 1-13. doi:10.1016/j.ijpe.2020.107918

Guilherme, T., Rapinder, S., Daniel, J., Istefani, C. P., Diego, T., and Matthias, T. (2019). Towards the proposition of a Lean Automation frameworkIntegrating Industry 4.0 into Lean Production. *Journal of Manufacturing, 10*(1108).

Haddud, A., and Khare, A. (2020). Digitalizing supply chains potential benefits and

impact on lean operations. *International Journal of Lean Six Sigma, 11*(4), 731-765. doi:10.1108/ijlss-03-2019-0026

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., and Anderson, R. E. (2010). *Multivariate Data Analysis*. New York: Pearson.

Hair, J. F., Howard, M. C., and Nitzl, C. (2020). Assessing measurement model quality in PLS-SEM using confirmatory composite analysis. *Journal of Business Research, 109*, 101-110. doi:10.1016/j.jbusres.2019.11.069

Hair Jr, J. F., Gabriel, M. L. D. d. S., and Patel, V. K. (2014). Modelagem de Equações Estruturais Baseada em Covariância (CB-SEM) com o AMOS: Orientações sobre a sua aplicação como uma Ferramenta de Pesquisa de Marketing. *Revista Brasileira de Marketing, 13*(2), 44-55. doi:10.5585/remark.v13i2.2718

Hajrizi, E. (2016). Smart solution for smart factory. *IFAC-Papers OnLine, 49*(29), 1-5.

Hakimi, S., Zahraee, S. M., and Mohd Rohani, J. (2018). Application of Six Sigma DMAIC methodology in plain yogurt production process. *International Journal of Lean Six Sigma, 9*(4), 562-578. doi:10.1108/ijlss-11-2016-0069

Hallavo, V., Kuula, M., and Putkiranta, A. (2018). Evolution and effect of LEAN bundles: a longitudinal study. *Benchmarking: An International Journal, 25*(9), 3789-3808. doi:10.1108/bij-05-2017-0108

Hansen, J. Ø., Jensen, A., and Nguyen, N. (2020). The responsible learning organization. *The Learning Organization, 27*(1), 65-74. doi:10.1108/tlo-11-2019-0164

Harris, C., and Harris, R. (2008). Can Automation Be a Lean Tool?Automation That Enhances Flow Is Lean; Automation That Reduces Uptimeand Extends Changeover Is Not Lean. *Manufacturing Engineering, 141*(2), 27-34.

Heideman Lassen, A., and Waehrens, B. V. V. (2021). Labour 4.0: developing competences for smart production. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing, 14*(4), 659-679. doi:10.1108/jgoss-11-2019-0064

Heikkilä, T., Kohtamäki, and Petri Helo, M. (2015). A decision support system to evaluate the business impacts of machine-to-machine system. *Benchmarking: An International Journal, 22*(2), 201-221. doi:10.1108/bij-11-2012-0080

Hernandez-Matias, J. C., Ocampo, J. R., Hidalgo, A., and Vizan, A. (2020). Lean manufacturing and operational performance Interrelationships between human-

related lean practices. *Journal of Manufacturing Technology Management, 31(2)*, 217-235. doi:10.1108/JMTM-04-2019-0140

Hoffman, D. (1999). *Cost benefits analysis of test automation*: STAR West 99.

Hoopes, D. G., and Madsen, T. L. (2008). A Capability-Based View of Competitive Heterogeneity. *Industrial and Corporate Change, 17*(3), 393-426.

Horváth, K., and Lafuente, E. (2020). A non-parametric analysis of the effect of the configuration of competitive pillars on competitive efficiency. *Competitiveness Review: An International Business Journal, 31*(3), 379-396. doi:10.1108/cr-12-2019-0143

Iqbal, T., Jajja, M. S. S., Bhutta, M. K., and Qureshi, S. N. (2020). Lean and agile manufacturing: complementary or competing capabilities? *Journal of Manufacturing Technology Management, 31*(4), 749-774. doi:10.1108/jmtm-04-2019-0165

Irfan, M., and Wang, M. (2019). Data-driven capabilities, supply chain integration and competitive performance. *British Food Journal, 121*(11), 2708-2729. doi:10.1108/bfj-02-2019-0131

Ivanov, S., and Webster, C. (2021). Willingness-to-pay for robot-delivered tourism and hospitality services – an exploratory study. *International Journal of Contemporary Hospitality Management, 33*(11), 3926-3955. doi:10.1108/ijchm-09-2020-1078

Iyede, R., Fallon, E. F., and Donnellan, P. (2018). An exploration of the extent of Lean Six Sigma implementation in the West of Ireland. *International Journal of Lean Six Sigma, 9*(3), 444-462. doi:10.1108/ijlss-02-2017-0018

Jackson, M., Hedelind, M., Hellstorm, E., Granlund, A., and Friedler, N. (2011). Lean Automation: Requirements and Solutions for Efficient Use of Robot Automation in the Swedish Manufacturing Industry. *International Journal of Engineering Research & Innovation, 3*(2), 36-44.

Jang, S., Chung, Y., and Son, H. (2022). Are smart manufacturing systems beneficial for all SMEs? Evidence from Korea. *Management Decision, ahead-of-print*(ahead-of-print). doi:10.1108/md-12-2020-1632

Jirangkul, W. (2018). Structural equation modeling of best practice-based high-

performance public organizations in Thailand. *Kasetsart Journal of Social Sciences*. doi:10.1016/j.kjss.2018.07.010

K, J. M. R., A, N. R., Lanka, K., and Gopal, P. R. C. (2021). System dynamics modelling of fixed and dynamic Kanban controlled production systems: a supply chain perspective. *Journal of Modelling in Management*. doi:10.1108/jm2-06-2020-0168

Kabadurmus, O., and Durmusoglu, M. B. (2019). Design of pull production control systems using axiomatic design principles. *Journal of Manufacturing Technology Management, 31*(3), 620-647. doi:10.1108/jmtm-07-2019-0272

Kale, P., and Singh, H. (2007). Building firm capabilities through learning: the role of the alliance learning process in alliance capability and firm level alliance success. *Strategic Management Journal, 28*(10), 981-1000.

Kang, S., Hur, W.-M., and Kim, M. (2014). The mediating role of alliance marketing program creativity on the relationship between alliance orientation and market performance in the services industry. *Managing Service Quality, 24*(5), 522-540. doi:10.1108/msq-10-2013-0233

Katayama, H., Sawa, K., Hwang, R., Ishiwatari, N., and Hayashi, N. (2014). Analysis and classification of Karakuri technologies for reinforcement of their visibility, improvement and ransferability: an attempt for enhancing lean management, in Proceedings of PICMET'14 Conference: Portland International Center for Management of Engineering and Technology; Infrastructure and Service Integration. *IEEE*, 1895-1906.

Kelliher, F., and Reinl, L. (2009). A resource-based view of micro-firm management practice. *Journal of Small Business and Enterprise Development, 196*(3), 521-532.

Khalfallah, M., and Lakhal, L. (2020). The impact of lean manufacturing practices on operational and financial performance: the mediating role of agile manufacturing. *International Journal of Quality & Reliability Management, 38*(1), 147-168. doi:10.1108/ijqrm-07-2019-0244

Kim, K.-M., Nobi, B., Lee, S., and Milewicz, C. (2021). International higher education brand alliance: the role of brand fit and world-mindedness. *Asia Pacific Journal*

of Marketing and Logistics, 34(2), 418-435. doi:10.1108/apjml-06-2020-0399

Kline, R. B. (2005). *Principles and practice of structural equation modeling*. New York: The Guilford Press.

Kloawnamtai Lawton, T. (2007). Implementing automation after making lean improvements. Retrieved from https:/ui.customsearch.ai/hosted?q=/ui.customsearch.ai/hosted?q=implement%20atuoation&customCoNfig=4165927293 &market=en-us&safesearch=moderate

Kolberg, D., and Zuhlke, D. (2015). Lean automation enabled by industry 4.0 technologies. *IFAC-PapersOnline*, 1870-1875.

Kroes, J. R., Manikas, A. S., and Gattiker, T. F. (2018). Operational leanness and retail firm performance since 1980. *International Journal of Production Economics, 197*, 262-274. doi:10.1016/j.ijpe.2018.01.006

Kruasom, T. (2017). Creating a Competitive Advantage for Thai SMEs towards Thailand 4.0 Era. *Journal of Business Administration and Accountancy, 1*(1), 2-20.

Kumar, S., Dhingra, A., and Singh, B. (2018). Lean-Kaizen implementation. *Journal of Engineering, Design and Technology, 16*(1), 143-160. doi:10.1108/jedt-08-2017-0083

Kunze, F., Boehm, S., and Bruch, H. (2013). Organizational Performance Consequences of Age Diversity: Inspecting the Role of Diversity-Friendly HR Policies and Top Managers' Negative Age Stereotypes. *Journal of Management Studies, 50*(3), 413-442. doi:10.1111/joms.12016

Kyrgidou, L. P., and Spyropoulou, S. (2013). Drivers and Performance Outcomes of Innovativeness: An Empirical Study. *British Journal of Management, 24*(3), 281-298. doi:10.1111/j.1467-8551.2011.00803.x

Lacity, M., and Willcocks, L. (2018). *Robotic Process and Cognitive Automation: The Next Phase*. United Kingdom:Steve Brookes Publishing, ISBN 978-0995682016.

LASI Trainers. (2020). *LASI SI Designer (Warrior) Training, Gen. 5*. Thai-German Institute (Bangkok center).

Lee, J. (2001). The Impact of Knowledge Sharing, Organizational Capacity and Partnership Quality on IS Outsourcing Success. *Information & Management, 38*, 323-335.

Leno, V., Polyvyanyy, A., Dumas, M., Rosa, M. L., and Maggi, F. M. (2020). Robotic Process Mining: Vision and Challenges. *Research Notes Bus Inf Syst Eng, 63*(3), 301-314.

Lewis, M. A. (2000). Lean production and sustainable competitive advantage. *International Journal of Operations & Production Management, 20*, 959-978.

Li, R., Wu, W., and Qiao, H. (2015). The compliance of robotic hands – from functionality to mechanism. *Assembly Automation, 35*(3), 281-286. doi:10.1108/aa-06-2015-054

Li, X., Chen, Z., and Ma, C. (2021). Optimal grasp force for robotic grasping and in-hand manipulation with impedance control. *Assembly Automation, 41*(2), 208-220. doi:10.1108/aa-11-2020-0180

Li, Y., Cong, M., Liu, D., Du, Y., Wu, M., and de Silva, C. W. (2021). Development of a novel robotic hand with soft materials and rigid structures. *Industrial Robot: the international journal of robotics research and application, 48*(6), 823-835. doi:10.1108/ir-01-2021-0013

Liao, Y., Deschamps, F., oures, E., and Ramos, L. (2017). Past, present and future of Industry 4.0-a systematic literature review and research agenda proposal. *International Journal of Production Research, 55*(12), 3609-3629.

Lichtenthaler, U. (2016). Alliance portfolio capability. *Journal of Strategy and Management, 9*(3), 281-301. doi:10.1108/jsma-05-2015-0035

Liker, J. K., and Morgan, J. M. (2006). The Toyota way in services: the case of lean product development. *Academy of Management Perspectives, 20*(2), 5-20.

Lin, Z., Wang, X., and Yang, J. (2019). Trajectory tracking control of robotic transcranial magnetic stimulation. *International Journal of Intelligent Computing and Cybernetics, 12*(2), 245-259. doi:10.1108/ijicc-06-2018-0077

Liu, D., Bao, Y., and Wang, G. (2022). Unpacking the relationship between formal contracts and alliance innovation performance: the role of relationship learning and guanxi. *Journal of Business & Industrial Marketing, 37/3*, 564–577. doi:10.1108/JBIM-09-2018-0274

Liu, X., Vredenburg, H., and Daellenbach, U. (2019). The moderating effect of corporate reputation on inter-firm alliance impact on company performance. *European*

Business Review, 31(4), 524-543. doi:10.1108/ebr-12-2017-0232

Lobo Mesquita, L., Lizarelli, F. L., Duarte, S., and Oprime, P. C. (2021). Exploring relationships for integrating lean, environmental sustainability and industry 4.0. *International Journal of Lean Six Sigma, ahead-of-print*(ahead-of-print). doi:10.1108/ijlss-09-2020-0145

Lu, Z., and Wang, N. (2021). Dynamic movement primitives based cloud robotic skill learning for point and non-point obstacle avoidance. *Assembly Automation, 41*(3), 302-311. doi:10.1108/aa-11-2020-0168

M. Brito, M. Valeb, J. Leãob, L. P. Ferreiraa, F. J. G. Silvaa, and Gonçalvesa, M. A. (2021). *Lean and Ergonomics decision support tool assessment in a plastic packaging company*. Paper presented at the 30th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2021), Athens, Greece.

Macmillan, T. T. (1971). *The Delphi Technique, Paper Presented at the annual meeting of the California Junior Colleges Association Committee on Research and Development. Monterey*. California.

Madanaguli, A. T., Dhir, A., Talwar, S., Singh, G., and Escobar, O. (2021). Business to business (B2B) alliances in the healthcare industry: a review of research trends and pertinent issues. *Journal of Business & Industrial Marketing*. doi:10.1108/jbim-01-2021-0060

Mahanta, G. B., Bbvl, D., Biswal, B. B., and Rout, A. (2020). Optimal design of a parallel robotic gripper using enhanced multi-objective ant lion optimizer with a sensitivity analysis approach. *Assembly Automation, 40*(5), 703-721. doi:10.1108/aa-08-2019-0145

Malik, A. A., and Bilberg, A. (2017). Framework to implement collaborative robots in manual assembly: a lean automation approach. *Proceedings of the 28th DAAAM International Symposium, Katalinic, B. (Ed.)*, 1726-9679.

Malik, A. A., and Bilberg, A. (2019). Human centered Lean Automation in assembly. *Procedia CIRP, 81*, 659-664.

Manikas, A. S., and Kroes, J. R. (2018). The relationship between lean manufacturing, environmental damage, and firm performance. *Lett Spat Resour Sci, 11*, 141–155. doi:10.1007/s12076-018-0206-5

Marquardt, M. (2002). *Building the learning organization Mastering the 5 elements for corporate learning*. Davies-Black Publishing: Palo Alto, CA.

Martin, J. F. (2014). Sustainability's strategic worth. Retrieved from www.mckinsey.com/Insights/Sustainability/Sustainabilitys_strategic_worth_McKinsey_Global_Survey_results?cidother-emlalt-mip-mck-oth-1407

Martins Teixeira, S., and Curado, C. (2014). Training evaluation levels and ROI: the case of a small logistics company. *European Journal of Training and Development, 38*(9), 845-870. doi:10.1108/ejtd-05-2014-0037

Masood Nawaz Kalyar, Imran Shafique, and Ammar Abid. (2019). Role of lean manufacturing and environmental management practices in eliciting environmental and financial performance: the contingent effect of institutional pressures. *Environmental Science and Pollution Research 26:24967–24978*, 24967-24978. doi:10.1007/s11356-019-05729-3

Matthews, P., and Greenspan, S. (2020). *Automation and Collaborative Robotics : A Guide to the Future of Work*. Springer Science+Business Media New York, 1 New York Plaza.

Maware, C., and Adetunji, O. (2019). The moderating effect of industry clockspeed on Lean Manufacturing implementation in Zimbabwe. *The TQM Journal, 32*(2), 288-304. doi:10.1108/tqm-03-2019-0080

Mc Gaughey, E. (2018). Will Robots Automate Your Job Away? Full Employment, Basic Income, and Economic Democracy (January). *Centre for Business Research*, 496. Retrieved from https://ssrn.com/abstract=3044448

Mejías, A. M., Paz, E., and Pardo, J. E. (2016). Efficiency and sustainability through the best practices in the Logistics Social Responsibility framework. *International Journal of Operations & Production Management, 36*(2), 164-199. doi:10.1108/ijopm-07-2014-0301

Mele, C., Pels, J., and Polese, F. (2010). A Brief Review of Systems Theories and Their Managerial Applications. *Service Science, 2*(1-2), 126-135. doi:10.1287/serv.2.1_2.126

Mohammadi Baneh, N., Navid, H., and Kafashan, J. (2018). Mechatronic components in apple sorting machines with computer vision. *Journal of Food Measurement*

and Characterization, 12(2), 1135-1155. doi:10.1007/s11694-018-9728-1

Moktadir, M. A., Ali, S. M., Kusi-Sarpong, S., and Shaikh, M. A. A. (2018). Assessing challenges for implementing Industry 4.0: implications for process safety and environmental protection. *117*, 730-741.

Moore, M. (2019). What is Industry 4.0? Everything you need to know. Retrieved from https://www.techradar.com/news/what-is-industry-40-everything-you-need-to-know

Mor, R. S., Bhardwaj, A., Singh, S., and Sachdeva, A. (2019). Productivity gains through standardization-of-work in a manufacturing company. *Journal of Manufacturing Technology Management, 30*(6), 899-919. doi:10.1108/jmtm-07-2017-0151

Mroueh, M., and de Waal, A. (2018). Is the high performance organization framework applicable to Takaful insurance companies? *Journal of Islamic Accounting and Business Research, 9*(1), 77-90. doi:10.1108/jiabr-03-2015-0005

Mumani, A. A., Magableh, G. M., and Mistarihi, M. Z. (2021). Decision making process in lean assessment and implementation: a review. *Management Review Quarterly*. doi:10.1007/s11301-021-00222-z

Murata, K., and Katayama, H. (2010). Development of Kaizen case-base for effective technology transfer–a case of visual management technology. *International Journal of Production Research, 48*(16), 4901-4917.

Nantee, N., and Sureeyatanapas, P. (2021). The impact of Logistics 4.0 on corporate sustainability: a performance assessment of automated warehouse operations. *Benchmarking: An International Journal, 28*(10), 2865-2895. doi:10.1108/bij-11-2020-0583

Narula, S., Prakash, S., Dwivedy, M., Talwar, V., and Tiwari, S. P. (2020). Industry 4.0 adoption key factors: an empirical study on manufacturing industry. *Journal of Advances in Management Research, 17*(5), 697-725. doi:10.1108/jamr-03-2020-0039

Narwane, V. S., Raut, R. D., Yadav, V. S., Cheikhrouhou, N., Narkhede, B. E., and Priyadarshinee, P. (2021). The role of big data for Supply Chain 4.0 in manufacturing organisations of developing countries. *Journal of Enterprise Information Management, 34*(5), 1452-1480. doi:10.1108/jeim-11-2020-0463

Nawanir, G., Lim, K. T., and Othman, S. N. (2016). Lean manufacturing practices in Indonesian manufacturing firms Are there business performance effects? *International Journal of Lean Six Sigma, 7(2)*, 149-170. doi:10.1108/IJLSS-06-2014-0013

Nilubon, W. (2019). Evaluation of Manufacturing Lean Logistic System to Use in the Orgenization: Factory of Starch and Sugar Industry in Nakhonratchasima. *Journal of Logistics and Supply Chain College, 5*(2).

Nylund, P. A., Hernandez, X. F., and Brem, A. (2017). Automating Profitably Together: Is There an Impact of Open Innovation and Automation on Firm Turnover?. Spriger-Verlag Germany, Part of Springer Nature 2018.

Oehmen, J. R., E. . (2010). Waste in Lean Product Development. Lean Advancement Initiative (LAI). *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*.

Ogbemhe, J., and Mpofu, K. (2015). Towards achieving a fully intelligent robotic arc welding: a review. *Industrial Robot: An International Journal, 42*(5), 475-484. doi:10.1108/ir-03-2015-0053

Ong, C. H., Koo, Y. Y., Tan, O. K., and Goh, C. F. (2021). Does rational culture matter in the relationship between lean manufacturing practices and operational productivity? *Journal of Manufacturing Technology Management, 32*(5), 994-1015. doi:10.1108/jmtm-09-2020-0345

Onofrei, G., and Fynes, B. (2019). Quality practices as a mediator of the relationship between Lean practices and production fitness. *International Journal of Lean Six Sigma, 10*(1), 500-522. doi:10.1108/ijlss-09-2017-0107

Onofrei, G., Prester, J., Fynes, B., Humphreys, P., and Wiengarten, F. (2019). The relationship between investments in lean practices and operational performance. *International Journal of Operations & Production Management, 39*(3), 406-428. doi:10.1108/ijopm-04-2018-0201

Oppenheim, B. W., Murman, E. M., and Secor, D. A. (2010). Lean Enablers for Systems Engineering. *Systems Engineering*.

ORR, S. C. (1997). Automation in the Workplace: An Australasian Perspective. *Technovation, 17*(2), 83-105.

Pagliosa, M., Tortorella, G., and Ferreira, J. C. E. (2019). Industry 4.0 and Lean

Manufacturing. *Journal of Manufacturing Technology Management, 32*(3), 543-569. doi:10.1108/jmtm-12-2018-0446

Palmer, T. B., and Flanagan, D. J. (2016). The sustainable company: looking at goals for people, planet and profits. *Journal of Business Strategy, 37*(6), 28-38.

Pandey, S., and Kumar, P. (2022). A theoretical framework on return on investment (ROI) in academic libraries. *Library Hi Tech News, 39*(3), 5-11. doi:10.1108/lhtn-11-2021-0082

Pantano, M., Regulin, D., Lutz, B., and Lee, D. (2020). A human-cyber-physical system approach to lean automation using an industrie 4.0 reference architecture. *Procedia Manufacturing 51*, 1082-1090.

Pasi, B. N., Mahajan, S. K., and Rane, S. B. (2020). The current sustainability scenario of Industry 4.0 enabling technologies in Indian manufacturing industries. *International Journal of Productivity and Performance Management, 70*(5), 1017-1048. doi:10.1108/ijppm-04-2020-0196

Patton, W., and McMahon, M. (2006). The Systems Theory Framework of Career Development and Counseling: Connecting Theory and Practice. *International Journal for the Advancement of Counselling, 28*(2), 153-166. doi:10.1007/s10447-005-9010-1

Penrose, E. T. (1959). *The Theory of the Growth of the Firm. Oxford*. Oxford University Press.

Pessôa, M. V. P., Seering, W., Rebentisch, E., and Bauch, C. (2009). *Understanding the Waste Net: A Method for Waste Elimination Prioritization in Product Development. IN: Chou, S.-Y., Trappey, A., Pokojski, J., Smith,S. (Eds.) Global Perspective for Competitive Enterprise, Economy and Ecology*. London,Springer.

Peteraf, M. A. (1993). The cornerstones of competitive advantage: A resource-based view. *Strategic Management Journal, 14*, 179-191.

Phillips, P. P., and Phillips, J. J. (2019). Combining motivational forces to deliver team performance and a positive ROI. *Strategic HR Review, 18*(3), 109-115. doi:10.1108/shr-03-2019-0015

Piphop, B., and Kusalasaiyanon, C. (2019). The Effect of Employees' Innovation Work Behavior on Business Performance of Small and Medium Enterprises in Thailand.

The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 30(2). doi:10.14416/j.kmutnb.2019.12.002

Prabhudesai, R., Pangarkar, N., Prasad, C. V. V. S. N. V., and Sinha, A. K. (2022). Performance impact of behavioural factors in alliances by SMEs: an empirical analysis. *International Journal of Productivity and Performance Management*. doi:10.1108/ijppm-06-2021-0341

Psomas, E. (2021). Future research methodologies of lean manufacturing: a systematic literature review. *International Journal of Lean Six Sigma, 12*(6), 1146-1183. doi:10.1108/ijlss-06-2020-0082

Psomas, E., and Antony, J. (2019). Research gaps in Lean manufacturing: a systematic literature review. *International Journal of Quality & Reliability Management, 36*(5), 815-839. doi:10.1108/ijqrm-12-2017-0260

Pu, X., Chen, M., Chong, Z. C. a. A. Y.-L., and Tan, K. H. (2021). Managing emergency situations with lean and advanced manufacturing technologies: an empirical study on the Rumbia typhoon disaster. *International Journal of Operations & Production Management, 43(9)*, 1442-1468. doi:10.1108/IJOPM-12-2020-0887

Purushothaman, M. b., Seadon, J., and Moore, D. (2020). Waste reduction using lean tools in a multicultural environment. *Journal of Cleaner Production, 265*. doi:10.1016/j.jclepro.2020.121681

-------. (2021). A relationship between bias, lean tools, and waste. *International Journal of Lean Six Sigma*. doi:10.1108/ijlss-03-2021-0045

Qamar, A., and Hall, M. (2018). Can Lean and Agile organisations within the UK automotive supply chain be distinguished based upon contextual factors? *Supply Chain Management: An International Journal, 23*(3), 239-254. doi:10.1108/scm-05-2017-0185

Qing, Z., Weijing, D., and Wenhui, H. (2012). Technological standard alliance in China: partner selection and innovation performance. *Journal of Science and Technology Policy in China, 3*(3), 196-209. doi:10.1108/17585521211268655

Raghuram, P., and Arjunan, M. K. (2021). Design framework for a lean warehouse – a case study-based approach. *International Journal of Productivity and Performance Management, ahead-of-print*(ahead-of-print). doi:10.1108/ijppm-

12-2020-0668

Rajagopalan, J., and Solaimani, S. (2019). Lean management in Indian industry: an exploratory research study using a longitudinal survey. *International Journal of Lean Six Sigma, 11*(3), 515-542. doi:10.1108/ijlss-12-2017-0140

Ramesh, V., and Kodali, R. (2012). A decision framework for maximising lean manufacturing performance. *International Journal of Production Research, 50*(8), 2234-2251. doi:10.1080/00207543.2011.564665

Raweewan, M., and Kojima, F. (2020). Digital Lean Manufacturing - Collaborative University-Industry Education in System Design for Lean Transformation *Procedia Manufacturing, 45*, 183-188.

Reda, H., and Dvivedi, A. (2021). Application of value stream mapping (VSM) in low-level technology organizations: a case study. *International Journal of Productivity and Performance Management*. doi:10.1108/ijppm-03-2021-0118

Reeves, M., Whitaker, K., and Deegan, T. (2020). Fighting the gravity of average performance. *MIT Sloan Management Review, 61*(3), 2-8.

Ribeiro, L., and Barata, J. (2011). Re-Thinking Diagnosis for Future Automation Systems: An Analysis of Current Diagnostic Practices and Their Applicability in Emerging IT Based Production Paradigms. *Computers in Industry, 62*(7), 639-659.

Richard, J. A. (2006). Tests of the resource-based view: do the empirics have any clothes?. *Strategic Organization, 4*(4), 409-422.

Rothaermel, F. T., and Deeds, D. L. (2006). Alliance type, alliance experience and alliance management capability in high-technology ventures. *Journal of Business Venturing, 21*(4), 429-460.

Rovinelli, R. J., and Hambleton, R. K. (1976). *On the Use of Content Specialists in the Assessment of Criterion-Referenced Test Item Validity*. Paper presented at the the Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, California, April 19-23, 1976).

Rowe, W., Rouse, M., and Riaz, S. (2005). An empirical test of the resource-based view: Isolating potential sources of competitive advantage. *Paper presented at the annual meeting of the British Academy of Management, Oxford*.

Rupčić, N. (2020). Context related learning opportunities for individual and

organizational improvement in learning organizations. *The Learning Organization, 27*(2), 173-180. doi:10.1108/tlo-02-2020-250

Sahoo, S. (2019). Lean manufacturing practices and performance: the role of social and technical factors. *International Journal of Quality & Reliability Management, 37*(5), 732-754. doi:10.1108/ijqrm-03-2019-0099

-------. (2020a). Aligning operational practices to competitive strategies to enhance the performance of Indian manufacturing firms. *Benchmarking: An International Journal, 28*(1), 131-165. doi:10.1108/bij-03-2020-0128

-------. (2020b). Assessing lean implementation and benefits within Indian automotive component manufacturing SMEs. *Benchmarking: An International Journal, 27*(3), 1042-1084. doi:10.1108/bij-07-2019-0299

Sahoo, S., and Yadav, S. (2018). Lean implementation in small- and medium-sized enterprises. *Benchmarking: An International Journal, 25*(4), 1121-1147. doi:10.1108/bij-02-2017-0033

Sajan, and Shalij. (2021). A multicase study approach in Indian manufacturing SMEs to investigate the effect of Lean manufacturing practices on sustainability performance. *International Journal of Lean Six Sigma, 12(3)*, 579-606. doi:10.1108/IJLSS-04-2020-0044

Salah, S., Rahim, A., and Carretero, J. A. (2010). The integration of Six Sigma and lean management. *International Journal of Lean Six Sigma, 1*(3), 249-274.

Salam, M. A. (2019). Analyzing manufacturing strategies and Industry 4.0 supplier performance relationships from a resource-based perspective. *Benchmarking: An International Journal, 28*(5), 1697-1716. doi:10.1108/bij-12-2018-0428

Sansone, C., Hilletofth, P., and Eriksson, D. (2020). Evaluation of critical operations capabilities for competitive manufacturing in a high-cost environment. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing, 13*(3), 229-250. doi:10.1108/jgoss-10-2019-0055

Santos, I. M. d., Mota, C. M. d. M., and Alencar, L. H. (2021). The strategic alignment between supply chain process management maturity model and competitive strategy. *Business Process Management Journal, 27*(3), 742-778. doi:10.1108/bpmj-02-2020-0055

Sarstedt, M., Ringle, C. M., Smith, D., Reams, R., and Hair, J. F. (2014). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): A useful tool for family business researchers. *Journal of Family Business Strategy, 5*(1), 105-115. doi:10.1016/j.jfbs.2014.01.002

Sartal, A., Llach, J., Vázquez, X. H., and de Castro, R. (2017). How much does Lean Manufacturing need environmental and information technologies? *Journal of Manufacturing Systems, 45*, 260-272. doi:10.1016/j.jmsy.2017.10.005

Sartal, A., Martinez-Senra, A. I., and Cruz-Machado, V. (2018). Are all lean principles equally eco-friendly? A panel data study. *Journal of Cleaner Production, 177*, 362-370. doi:10.1016/j.jclepro.2017.12.190

Satiman, L. H., Abu Mansor, N. N., and Zulkifli, N. (2015). Return on Investment (ROI) training evaluation in Malaysian SMEs: factors influencing the adoption process. *Development and Learning in Organizations: An International Journal, 29*(2), 18-21. doi:10.1108/dlo-05-2014-0035

Satoglu, S., Ustundag, A., Cevikcan, E., and Durmusoglu, M. B. (2018). Lean transformation integrated with Industry 4.0 implementation methodology. *In: Calisir, F., Camgoz Akdag, H. (eds) Industrial Engineering in the Industry 4.0 Era*, 97-107. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-71225-3_9

Schalttegger, S., and Burritt, R. (2014). Measuring and managing sustainability performance of supply chains: Review and sustainability supply chain management framework. *An International Journal, 19*(3), 232-241.

Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H., and Müller, H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods of psychological research online, 8*(2), 23-74.

Scholer, M., Vette, M., and Rainer, M. (2015). A lightweight robot system designed for the optimisation of an automotive end-off line process station. *Industrial Robot: An International Journal, 42*(4), 296-305. doi:10.1108/ir-11-2014-0427

Schumacher, A., Erol, S., and Sihn, W. (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia CIRP, 52*, 161-166.

Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution (1-20)*. New York: Crown Business.

Segars, A., and Grover, V. (1993). Re-Examining Perceived Ease of Use and Usefulness: A

Confirmatory Factor Analysis. *MIS Quarterly, 17*, 517-525. doi:http://dx.doi.org/10.2307/249590

Sellitto, M. A., and Vargas, E. J. d. (2019). A method to align functionalities of a manufacturing execution system with competitive priorities. *Journal of Manufacturing Technology Management, 31*(2), 353-369. doi:10.1108/jmtm-11-2018-0424

Senge, P. M. (1990). *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*. New York, NY: Doubleday/Currency.

Shaikh, M. Q., Berfield, T. A., and Atre, S. V. (2022). Residual stresses in additively manufactured parts: predictive simulation and experimental verification. *Rapid Prototyping Journal*. doi:10.1108/rpj-02-2022-0045

Sharma, R., Jabbour, C. J. C., and Lopes de Sousa Jabbour, A. B. (2020). Sustainable manufacturing and industry 4.0: what we know and what we don't. *Journal of Enterprise Information Management, 34*(1), 230-266. doi:10.1108/jeim-01-2020-0024

Sharma, V., Dixit, A. R., and Qadri, M. A. (2015). Impact of lean practices on performance measures in context to Indian machine tool industry. *Journal of Manufacturing Technology Management, 26*(8), 1218-1242. doi:10.1108/jmtm-11-2014-0118

Shi, Y., Wang, X., and Zhu, X. (2019). Lean manufacturing and productivity changes: the moderating role of R&D. *International Journal of Productivity and Performance Management, 69*(1), 169-191. doi:10.1108/ijppm-03-2018-0117

Shrafat, F. D., and Ismail, M. (2019). Structural equation modeling of lean manufacturing practices in a developing country context. *Journal of Manufacturing Technology Management, 30*(1), 122-145. doi:10.1108/jmtm-08-2017-0159

Siguaw, A., Simpson, M., and Enz, A. (2006). Conceptualizing Innovation Orientation: A Framework for Study and Integration of Innovation Research. *Journal of Product Innovation Management, 23*, 556-574.

Silva, C. S., Pereira, C., and Magano, J. (2021). The value of project management to competitiveness: key factors from a holistic and practical perspective. *International Journal of Managing Projects in Business*. doi:10.1108/ijmpb-02-2020-0042

Silva, S. C., Duarte, P. A. O., and Almeida, S. R. (2020). How companies evaluate the ROI of social media marketing programmes: insights from B2B and B2C. *Journal of Business & Industrial Marketing, 35*(12), 2097-2110. doi:10.1108/jbim-06-2019-0291

Singh, R. K., Kumar, P., and Chand, M. (2019). Evaluation of supply chain coordination index in context to Industry 4.0 environment. *Benchmarking: An International Journal, 28*(5), 1622-1637. doi:10.1108/bij-07-2018-0204

Sivathanu, B., and Pillai, R. (2019). An empirical study on entrepreneurial bricolage behavior for sustainable enterprise performance of startups. *Journal of Entrepreneurship in Emerging Economies, 12*(1), 34-57. doi:10.1108/jeee-01-2019-0009

Sobczak, A. (2021). Robotic Process Automation implementation, deployment approaches and success factors – an empirical study. *Entrepreneurship and Sustainability Issues 8*(4), 122-147. Retrieved from https://doi.org/10.9770/jesi.2021.8.4(7)

Solís-Molina, M., Hernández-Espallardo, M., and Rodríguez-Orejuela, A. (2021). Co-exploitation (or co-exploration) vs go it alone? The role of alliance learning capability on firm performance. *Journal of Business & Industrial Marketing, 37*(5), 1045-1062. doi:10.1108/jbim-11-2020-0526

Solke, N. S., Shah, P., Sekhar, R., and Singh, T. P. (2021). Machine Learning-Based Predictive Modeling and Control of Lean Manufacturing in Automotive Parts Manufacturing Industry. *Global Journal of Flexible Systems Management*. doi:10.1007/s40171-021-00291-9

Solke, N. S., and Singh, T. P. (2018). Analysis of Relationship Between Manufacturing Flexibility and Lean Manufacturing Using Structural Equation Modelling. *Global Journal of Flexible Systems Management, 19(2)*, 139–157. doi:10.1007/s40171-017-0181-5

Solutions, N. (2019). Lean Product Development Principles and Practices. Retrieved from https://www.npd-solutions.com/lpdpractices.html

Sook-Ling, L., Ismail, M. A., and Yee-Yen, Y. (2015). Information infrastructure capability and organisational competitive advantage. *International Journal of Operations &*

Production Management, 35(7), 1032-1055. doi:10.1108/ijopm-12-2013-0553

Soosay, C., Arijit Bhattacharya, D. W. C. D., Nunes, B., Bennett, D. J., Sohal, A., Jabar, J., et al. (2016). Strategies for sustaining manufacturing competitiveness. *Journal of Manufacturing Technology Management, 27*(1), 6-37. doi:10.1108/jmtm-04-2014-0043

Sordan, J. E., Oprime, P. C., Pimenta, M. L., Lombardi, F., and Chiabert, P. (2021). Symbiotic relationship between robotics and Lean Manufacturing: a case study involving line balancing. *The TQM Journal*. doi:10.1108/tqm-03-2021-0073

Steed, C. A. (2019). A simulation-based approach to develop a holonic robotic cell. *Industrial Robot: the international journal of robotics research and application, 46*(1), 128-134. doi:10.1108/ir-07-2018-0149

Su, Y., and Kunkel, T. (2019). Beyond brand fit. *Journal of Service Management, 30*(2), 252-275. doi:10.1108/josm-02-2018-0052

Susilawati, A. (2021). Productivity enhancement: lean manufacturing performance measurement based multiple indicators of decision making. *Production Engineering 15*, 343–359. doi:10.1007/s11740-021-01025-7

Szász, L., Demeter, K., Rácz, B.-G., and Losonci, D. (2020). Industry 4.0: a review and analysis of contingency and performance effects. *Journal of Manufacturing Technology Management, 32*(3), 667-694. doi:10.1108/jmtm-10-2019-0371

Teixeira, P., Sá, J. C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Santos, G., and Fontoura, P. (2021). Connecting lean and green with sustainability towards a conceptual model. *Journal of Cleaner Production, 322*. doi:10.1016/j.jclepro.2021.129047

Thomas, C. P. (2011). Competitive Advantage: Logical and Philosophical Considerations. *Strategic Management Journal, 22*, 875-888.

Tien, J. M., Berg, D. . (2003). A case for service systems engineering. *Journal of Systems Science and Systems Engineering, 12*(1), 13-38.

Torres, D., Pimentel, C., and Duarte, S. (2019). Shop floor management system in the context of smart manufacturing: a case study. *International Journal of Lean Six Sigma, 11*(5), 823-848. doi:10.1108/ijlss-12-2017-0151

Tortorella, G., and Fettermann, D. (2018b). Help chain in companies undergoing a lean implementation: the impact of critical success factors on quality and efficiency

performance. *International Journal of Lean Six Sigma, 9*(1), 113-132.

Tortorella, G. L., Giglio, R., and van Dun, D. H. (2019). Industry 4.0 adoption as a moderator of the impact of lean production practices on operational performance improvement. *International Journal of Operations & Production Management, 39*(6/7/8), 860-886. doi:10.1108/ijopm-01-2019-0005

Tortorella, G. L., Saurin, T. A., Filho, M. G., Samson, D., and Kumar, M. (2021). Bundles of Lean Automation practices and principles and their impact on operational performance. *International Journal of Production Economics, 235*. doi:10.1016/j.ijpe.2021.108106

Vaishnavi, V., and Suresh, M. (2020). Modelling of readiness factors for the implementation of Lean Six Sigma in healthcare organizations. *International Journal of Lean Six Sigma, 11*(4), 597-633. doi:10.1108/ijlss-12-2017-0146

Valdez-de la Rosa, L. M., Villarreal-Villarreal, L. A., and Alarcón-Martínez, G. (2020). Quality and innovation as drivers for manufacturing competitiveness of automotive parts suppliers. *The TQM Journal, 33*(5), 966-986. doi:10.1108/tqm-12-2018-0218

Valente, C. M., Sousa, P. S. A., and Moreira, M. R. A. (2019). Assessment of the Lean effect on business performance: the case of manufacturing SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management, 31*(3), 501-523. doi:10.1108/jmtm-04-2019-0137

Vamsi, K., Jasti, N., and Kodali, R. (2014). Validity and reliability of lean product development frameworks in Indian manufacturing industry. *Measuring Business Excellence., 18*(4), 27-53.

Vassolo, R. S., Anand, J., and Folta, T. B. (2004). Non-additivity in portfolios of exploration activities: a real options-based analysis of equity alliances in biotechnology. *Strategic Management Journal, 25*, 1045-1061.

Veile, J. W., Kiel, D., Müller, J. M., and Voigt, K.-I. (2019). Lessons learned from Industry 4.0 implementation in the German manufacturing industry. *Journal of Manufacturing Technology Management, 31*(5), 977-997. doi:10.1108/jmtm-08-2018-0270

Von Bertalanffy, L. (1968). *General System theory: Foundations, Development,*

Applications. New York: George Braziller.

Waal, A. d. (2021). The high performance organization: proposed definition and measurement of its performance. *Measuring Business Excellence.* doi:https://doi.org/10.1108/MBE-04-2020-0064

Wagire, A. A., Rathore, A. P. S., and Jain, R. (2019). Analysis and synthesis of Industry 4.0 research landscape. *Journal of Manufacturing Technology Management, 31*(1), 31-51. doi:10.1108/jmtm-10-2018-0349

Wakamatsu, Y. (2009). *The Toyota Mindset*. Enna, Bellingham: WA.

Wanerfelt, B. (1984). A Resource-base view of the firm. *Strategic Hatch Management Journal, 5*(2), 171-180.

Wang, J., and Hsu, C.-C. (2020). A topic-based patent analytics approach for exploring technological trends in smart manufacturing. *Journal of Manufacturing Technology Management, 32*(1), 110-135. doi:10.1108/jmtm-03-2020-0106

Wang, L., Ming, X. G., Kong, F. B., Li, D., and Wang, P. P. (2011). Focus on implementation: a framework for lean product development. *Journal of Manufacturing Technology Management, 23*(1), 4-24. doi:10.1108/17410381211196267

Wang, P., Li, Y., Yu, L., Zhang, J., and Xu, Z. (2016). A novel assembly simulation method based on semantics and geometric constraint. *Assembly Automation, 36*(1), 34-50. doi:10.1108/aa-05-2015-036

Wang, X., and Bao, H. (2017). Alliance portfolios and firm performance: the moderating role of environmental dynamics. *Industrial Management & Data Systems, 117*(8), 1550-1566. doi:10.1108/imds-09-2016-0351

Ward, A. C. (2007). *Lean Product and Process Development*. MA: Lean Enterprise Institute. Cambridge.

West, S. G., Finch, J. F., and Curran, P. J. (1995). *Structural equation models with nonnormal variables*. in Hoyle, R.H.(Ed.): Sage Publications, Inc.

Womack, J. P., and Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking, Simon & Schuster Ltd.* New York. NY.

Womack, J. P., Jones, D. T., and Roos, D. (1990). *TheMachine that Changed the World: Based on the Massachusetts Institute of Technology 5-millionDollar 5-Year*

Study on the Future of the Automobile. New York. Rawson Associates.

Wong, A. S. H., Tjosvold, D., and Zhang, P. (2005). Developing relationships in strategic alliances: Commitment to quality and cooperative interdependence. *Industrial Marketing Management, 34*, 722-731.

Wu, L., Fan, A., Yang, Y., and He, Z. (2021). Robotic involvement in the service encounter: a value-centric experience framework and empirical validation. *Journal of Service Management, 32*(5), 783-812. doi:10.1108/josm-12-2020-0448

Xu, L., Xu, E., and Li, L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research, 56*(8), 2,941-942,962.

Yadav, N., Shankar, R., and Singh, S. P. (2020). Impact of Industry4.0/ICTs, Lean Six Sigma and quality management systems on organisational performance. *The TQM Journal, 32*(4), 815-835. doi:10.1108/tqm-10-2019-0251

Yadav, V., Jain, R., Mittal, M. L., Panwar, A., and Lyons, A. (2019). The impact of lean practices on the operational performance of SMEs in India. *Industrial Management & Data Systems, 119*(2), 317-330. doi:10.1108/imds-02-2018-0088

Yang, T., Wen, Y.-F., Hsieh, Z.-R., and Zhang, J. (2020). A lean production system design for semiconductor crystal-ingot pulling manufacturing using hybrid Taguchi method and simulation optimization. *Assembly Automation, 40*(3), 433-445. doi:10.1108/aa-11-2018-0193

Yao, X., Zhang, J., Li, Y., and Zhang, C. (2018). Towards flexible RFID event-driven integrated manufacturing for make-to-order production *International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 31*(3), 228-242.

Yildiz, E., and Møller, C. (2021). Building a virtual factory: an integrated design approach to building smart factories. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing, 14*(4), 608-635. doi:10.1108/jgoss-11-2019-0061

Yin, R. K. (2003). *Case study research: design and methods*. Thousand Oaks: CA: Sage Publications.

Yu, W., Chavez, R., Jacobs, M., and Wong, C. Y. (2020). Innovativeness and lean practices for triple bottom line: testing of fit-as-mediation versus fit-as-moderation models. *International Journal of Operations & Production Management, 40*(10), 1623-1647. doi:10.1108/ijopm-07-2019-0550

Yu, X., Pan Wang, P. S. C. P. L. L. P., Nguyen, B., and Chen, Y. (2016). Internet of things capability and alliance. *Internet Research, 26*(2), 402-434. doi:10.1108/IntR-10-2014-0265

Yu, Z., Shi, Q., Wang, H., Yu, N., Huang, Q., and Fukuda, T. (2017). How to achieve precise operation of a robotic manipulator on a macro to micro/nano scale. *Assembly Automation, 37*(2), 186-199. doi:10.1108/aa-02-2017-017

Zahraee, S. M. (2016). A survey on lean manufacturing implementation in a selected manufacturing industry in Iran. *International Journal of Lean Six Sigma, 7*(2), 136-148. doi:10.1108/ijlss-03-2015-0010

Zhu, X., and Lin, Y. (2017). Does lean manufacturing improve firm value? *Journal of Manufacturing Technology Management, 28*(4), 422-437. doi:10.1108/jmtm-05-2016-0071

เจษฎา นกน้อย. (2554). การจัดการความหลากหลายในองค์กร : ตัวแบบทางด้านทรัพยากรมนุษย์เพื่อความเท่าเทียมกันของผู้มีอัตลักษณ์หลากหลายทางเพศ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เฉลิมพร ทองบุญชู. (2561). องค์กรแห่งความยั่งยืนจากฐานหลักเศรษฐกิจพอเพียงและการจัดการทั่วทั้งองค์กร. วารสารวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, *1*(1), 13-28.

เบญจวรรณ เบญจกรณ์ และภูมิพัฒณ์ มิ่งมาลัยรักษ์. (2562). อิทธิพลเชิงโครงสร้างของปัจจัยความได้เปรียบทางการแข่งขัน ของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในกลุ่มธุรกิจบริการ เขตภาคเหนือตอนบนประเทศไทย. วารสารวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย, *15*(1), 48-72.

เพ็ญสุข เกตุมณี ชุติมา หวังเบ็ญหมัด วรลักษณ์ ลลิตศศิวิมล และกอแก้ว จันทร์กิ่งทอง. (2563). โมเดลสมการโครงสร้างของนวัตกรรมตัวแปรส่งผ่านระหว่างการบริหารเครือข่ายและความได้เปรียบทางการแข่งขันของธุรกิจแปรรูปอาหารในภาคใต้ของประเทศไทย. วารสารเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยทักษิณ, *13*(1), 143-162.

เพลินพิศ เกิดวัฒนา. (2564). Let's review! เทคโนโลยีในอุตสาหกรรมอาหารคุณค่าที่ทุกโรงงานคู่ควรในยุค Post-covid. Retrieved from https://www.salika.co/2021/03/06/lets-review-technology-for-food-industry/

เรืองระวี มะลิเจริญวงศ์. (2561). บทบาทภาครัฐและภาคเอกชนในการพัฒนาระบบการจัดการโลจิสติกสของผู้ประกอบการ ขนส่งด้วยรถบรรทุกกลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดยอมในประเทศไทย. วารสารนวัตกรรมและการจัดการ, *3*, 106-115.

เอ็มรีพอร์ต. (2563). System Integrator คือใคร ทำอะไรบ้าง. Retrieved from https://www.mreport.co.th/news/industry-movement/115-system-integrator-

%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD.

แวนอินเตอร์เทรด. (2564). SYSTEM INTEGRATOR คือใคร..ทำอะไรบ้าง บทความนี้มีคำตอบ. Retrieved from https://www.vaninter.com/2021/04/09/who-is-system-integrator-and-what-do-they-do/.

แอดวานเทค. (2559). ก้าวไปสู่การเป็นโรงงานอัจฉริยะด้วยอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อถึงกัน. Retrieved from https://select.advantech.com/smartfactory/en-th/.

ไขแข สุวรรณ และตรีเนตร ตันตระกูล. (2563). การพัฒนาสมรรถนะบุคลากรระดับบริหารธุรกิจโรงแรมขนาดกลางและขนาดย่อม เพื่อเข้าสู่องค์การสมรรถนะสูง. วารสารวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีแห่งสุวรรณภูมิ, *6*(1), 35-50.

ไพโรจน์ บุตรชีวัน. (2559). การศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่มีผลต่อการเป็นองค์กรแห่งนวัตกรรมของผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมเพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันอย่างยั่งยืน. วารสารเทคโนโลยีภาคใต้, *9*(2), 85-97.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2021). ข้อมูลโรงงาน ค้นหาโรงงานอุตสาหกรรม. Retrieved from https://www.diw.go.th/webdiw/search-factory/

กองเศรษฐกิจการแรงงาน. (2564a). รายงานสถานการณ์ภาวะเศรษฐกิจการแรงงานระหว่างประเทศและการเคลื่อนย้ายแรงงานระหว่างประเทศ. Retrieved from ประเทศไทย: http://warning.mol.go.th/uploadFile/pdf/pdf-2021-05-17-1621233842.pdf

-------. (2564b). รายงานสถานการณ์ภาวะเศรษฐกิจการแรงงานระหว่างประเทศและการเคลื่อนย้ายแรงงานระหว่างประเทศ. Retrieved from https://qrgo.page.link/Ghaxg

กองบรรณาธิการ. (2564, มีนาคม - เมษายน 2564). ผลิตภาพแรงงานไทย ความท้าทายสู่การฟื้นตัวของเศรษฐกิจไทยอย่างยั่งยืน. *BOT* พระสยาม *Magazine(2),* 8-11.

ก้องภพ ขันติพงศ์พันธุ์. (2561). อิทธิพลของภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงและองค์การแห่งความยั่งยืนต่อพฤติกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรม: กรณีศึกษาพนักงานของบริษัทในกลุ่มสมบูรณ์. วารสารเครือข่ายส่งเสริมการวิจัยทางมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, *1*(3), 45-57.

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2562). การวิเคราะห์สมการโครงสร้าง (*SEM)* ด้วย *AMOS*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดสามลดา.

กัลยา สว่างคง และวิโรจน์ เจษฎาลักษณ์. (2562). ศักยภาพกลยุทธ์พันธมิตร: ปัจจัยเชิงสาเหตุและผลลัพธ์. *Veridian E-Journal, Silpakorn University, 12*(4), 1323-1346.

กัลยา สว่างคง และวิโรจน์ เจษฎาลักษณ์. (2561). กลยุทธ์พันธมิตรทางธุรกิจ: ทางเลือกสำหรับผู้ประกอบการธุรกิจนำเที่ยวไทย. วารสารมหาลัยศิลปากร, *11*(1), 150-167.

คณบดี แย้มชุติ ฉัตรธาร ลิ้มอุปถัมภ์ และฮิมานชู เค. ซี. (2561). ผลกระทบของการสร้างพันธมิตรในการจัดซื้อต่อ

ความได้เปรียบทางการแข่งขันในการจัดซื้อของวิสหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในกรุงเทพมหานคร. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี, *12*(27), 47-156.

คมกริช นันทะโรจพงศ์ เฉลิมชัย กิตติศักดิ์นาวิน และนลินณัฐ ดีสวัสดิ์. (2560a). เครื่องมือการพัฒนาองค์กรในยุคเศรษฐกิจดิจิทัลสำหรับการเป็นองค์กรที่มีขีดสมรรถนะสูง. วารสารบริหารธุรกิจเศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร, *12*(2), 23-34.

-------. (2560b). เครื่องมือการพัฒนาองค์การในยุคเศรษฐกิจดิจิทัลสำหรับการเป็นองค์การที่มีขีดสมรรถนะสูง. วารสารบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตรและการสื่อสาร, *12*(2), 23-34.

คำนาย อภิปรัชญาสกุล และกัญญามน กาญจนาทวีกูล. (2562). แนวทางการพัฒนาตัวชี้วัดศักยภาพของผู้ให้บริการโลจิสติกส์ไทยเพื่อรองรับอุตสาหกรรม 4.0. วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์, *7*(5), 1447-1457.

จิรศักดิ์ เยาว์วัชสกุล ศิรวิทย์ กุลโรจนภัทร และนัทนิชา หาสุนทร. (2561). ความพร้อมในการนำระบบการผลิตแบบอัตโนมัติมาใช้เพื่อเสริมสร้างขีดความสามารถ ในการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศไทย. *Panyapiwat Journal, 10*(3), 207-220.

ชัยวัฒน สมศรี บงกชกร หงษสาม และนภาวรรณ เนตรประดิษฐ์. (2560). อิทธิพลของกลยุทธธุรกิจ นวัตกรรม การมีสวนรวม การมุงเนนการตลาด ที่มีตอความไดเปรียบในการแขงขันของวิสาหกิจชุมชน จังหวัดลำปาง. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น, *11*(3), 161-173.

ชาคริต อภินรเศรษฐ์ กมลพร กัลยาณมิตร สถิตย์ นิยมญาติ และทัศนีย์ ลักขณาภิชนชัช. (2564). การนำนโยบายการพัฒนาคลัสเตอร์หุ่นยนต์ไปปฏิบัติ. วารสารครุศาสตร์ปริทรรศน์ฯ, *8*(3), 58-72.

ชาญชัย พรมมิ และสวัสดิ์ วรรณรัตน์. (2558). โมเดลสมการโครงสร้างของการจัดการโซ่อุปทานและพันธมิตรทางการค้าต่อความได้เปรียบทางการแข่งขัน. วารสารบริหารธุรกิจเทคโนโลยีมหานคร, *12*(2), 37-53.

ชินภัทร อิงคะประดิษฐ์ และสิริชัย ดีเลิศ. (2564). รูปแบบการประยุกต์ใช้ข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อพัฒนาสู่โรงงานอัจฉริยะ. วารสารธุรกิจปริทัศน์, *13*(2), 197-217.

ชุติระ ระบอบ ชีรวิทย์ สุรีรัตน์ พิมสิริ ภู่ตระกูล พิษณุ วรรณกูล และอินธนันต์ เหล็กนวลชูลิน. (2560). การพัฒนาอุตสาหกรรมไปสู่ยุค 4.0. วารสารธุรกิจปริทัศน์, *9*(2), 249-267.

ณัชญานุช สุดชาดี ถนอมวรรณ ประเสริฐเจริญสุข และทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2561). โมเดลสมการโครงสร้างภาวะผู้นำของผู้บริหารและพฤติกรรมองค์การที่ส่งผลต่อองค์การ สมรรถนะสูง: การวิเคราะห์อิทธิพลผ่านตัวแปรคั่นกลาง. วารสารบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, *14*(2), 68-77.

ณัฐพงศ์ ประกอบการดี. (2558). วิเคราะห์ถึงความท้าทายทางด้านกลยุทธ์ของสายการบินในกลุ่มพันธมิตรและสายการบินนอกกลุ่มพันธมิตร. วารสารนักบริหาร, *35*(2), 20-32.

ดวงใจ พานิชเจริญกิจ. (2562). การบริหารจัดการเทศบาลอย่างยั่งยืนในจังหวัดภูเก็ต. วารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี, *6*(1), 143-162.

ธนพร แย้มสุดา. (2561). การจัดการความรู้: เครื่องมือขับเคลื่อนสู่องค์กรแห่งการเรียนรู้และองค์กรขีดสมรรถนะสูง.

วารสาทแพทย์นาวี, *45*(1), 170-181.

ธนุตร์ เอี่ยมอร่าม. (2559). การจัดการตลาดภายใน : แหล่งกำเนิดของความได้เปรียบในการแข่งขันภายในองค์การ. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี *10*(21), 104-118.

ธัญญลักษณ์ วีระสมบัติ. (2562). การใช้ระบบอัตโนมัติและทักษะแรงงานที่จำเป็น สำหรับซัพพลายเออร์ไทยในอุตสาหกรรมยานยนต์. *Journal of Social Work, 27*(2), 1-26.

ธีรพันธ์ เชิญรัมย์. (2563). องค์การแห่งการเรียนรู้: การเรียนรู้จากการปฏิบัติ. วารสารวิจัยวิชาการ, *3*(1), 185-196.

นภัสสรณ์ สุพัฒน์อัญพร ณรงค์ กุลนิเทศ และสุดาวรรณ สมใจ. (2561). ความสัมพันธ์ระหว่าง การเข้าออกของแรงงาน การขาดแคลนแรงงานไทย กฎหมายเกี่ยวกับแรงงานต่างด้าว และสหภาพแรงงานที่มีผลต่อการบริหารจัดการแรงงานต่างด้าว ในจังหวัดชลบุรี. *Research and Development Journal Suan Sunandha Rajabhat University, 10*(2), 1-12.

นฤกมล ภู่ขาว. (2564). ความสำคัญของดัชนีชี้วัดของการพัฒนาอุตสาหกรรม 4.0. Zoom: สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย.

นิศาชล รัตนมณี เฉลิมชัย กิตติศักดิ์นาวิน และนลินณัฐ ดีสวัสดิ์. (2561). การพัฒนาองค์กร โดยพันธมิตรเชิงกลยุทธ์. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี, *12*(27), 177-186.

บุญฑวรรณ วิงวอน และชัยยุทธ เลิศพาชิน. (2555). กลยุทธ์น่านน้ำสีรุ้ง: เส้นทางสู่ความยั่งยืนของธุรกิจ. วารสารวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย, *7*(2), 1-18.

ประภัสสร ตันติพันธุ์วดี อาณัติ ศิริปัญญา พัชรพงศ์ ปัญญาคุนานนท์ พศิษฐ์ ธนาโชติอนันต์กุล นันทชัย ว่องปฏิเวธ สุจินต์ พวงมาลัย และสิริวัฒน์ ไวยนิตย์. (2563). ขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยลีนซิกส์ซิกม่าและลีนอัตโนมัติ. วิศวกรรมสารมหาวิทยาลัยนเรศวร, *15*(2), 47-64.

ปรีชา วรารัตน์ไชย. (2562). กลยุทธ์การตลาดธุรกิจเครื่องดื่มเพื่อสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขัน. วารสารสมาคมนักวิจัย, *24*(3), 322-332.

ปิยฉัตร บูระวัฒน์. (2554). การเผชิญหน้าปัญหาการขาดแคลนแรงงาน?วิธีการจัดการกับการขาดแคลนแรงงาน? วารสารมทรอีสาน *4*(2), 1-14.

ปิยะพันธ์ ทยานิธิ. (2559). วงจรความยั่งยืน. Retrieved from https://forbesthailand.com/news/other.html.

ผกามาศ บุตรสาลี และฐิตาภรณ์ สินจรูญศักดิ์. (2564). อิทธิพลของการกำกับดูแลกิจการที่ส่งผลต่อความได้เปรียบทางการแข่งขันและผลการดำเนินงานของบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย. วารสารสังคมศาสตร์และมานุษยวิทยาเชิงพุทธ, *6*(11), 277-289.

ฝ่ายเศรษฐกิจและวิชาการสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. (2564). *ภาวะอุตสาหกรรมไทยในเดือนมกราคม 2564*. Retrieved from https://www.ryt9.com/s/oie/3198744

พรนิภา ธนาธรรมนันท์ จักรกฤษณ์ นรนิติผดุงการ และอรรณพ โพธิสุข. (2562). การวิเคราะห์องค์ประกอบการเป็น

องค์การสมรรถนะสูง: กรณีศึกษาศาลในสังกัดสำนักงานอธิบดีผู้พิพากษาภาค 2. วารสารวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีแห่งสุวรรณภูมิ, *5*(1), 276-293.

พรวดี รักษาศรี, ว. เ., และนิศารัตน์ โชติเชย,. (2562). อิทธิพลพันธิพลพันธมิตรทางธุรกิจการจัดการโซ่อุปทานและผลการดำเนินงานขององค์กร ที่มีต่อความยั่งยืนองค์กรของอุตสหกรรมท่องเที่ยวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารการบริหารปกครอง, *8*(1), 314-335.

พรวดี รักษาศรี วีระกิตติ์ เสาร่ม และนิศารัตน์ โชติเชย. (2562). อิทธิพลพันธมิตรทางธุรกิจ การจัดการโซ่อุปทานและผลการดำเนินงานขององค์กร ที่มีต่อความยั่งยืนองค์กรของอุตสาหกรรมท่องเที่ยวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

วารสารการบริหารปกครอง, *8*(1), 314-335.

พระมหาสุวัฒนาชิน เยียวยา ชาคริต วันขวัญ พนม คำพญาจุฑามาศ บุญมีรอด และปัทมพร ทองอุ่น. (2559). การพัฒนาองค์การ. วารสาร มจร พุทธปัญญาปริทรรศน์, *1*(2), 190-199.

พฤทธิพงศ์ โพธิวราพรรณ. (2548). การประยุกต์ใช้การผลิตแบบลีนในอุตสาหกรรมแบบผสม(แบบต่อเนื่อง-แบบช่วง): กรณีศึกษาโรงงานผลิตเหล็กรูปพรรณ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,

พลเทพ พันธุ์ธนากุล. (2558). ปัจจัยที่ส่งผลต่ศักยภาพการแข่งขันของผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ในการผลิตแบบลีน. วารสารการวิจัยการบริหารการพัฒนา, *5*(1), 1-13.

พัชรพงษ์ แพงไพรี และนริศ เพ็ญโภไคย. (2563). ความสามารถในการแข่งขันสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนของผู้ประกอบการศูนย์บริการรถยนต์ในประเทศไทย. วารสารสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, *7*(2), 227-248.

พัฒนกิจ ศักดิ์บูลยมาลย์ และวินัย หอมสมบัติ. (2559). ความยั่งยืนของบริษัทจดทะเบียนที่ย้ายการจดทะเบียนจากตลาดหลักทรัพย์ เอ็ม เอ ไอ สู่ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย. วารสารบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตรและการสื่อสาร, *11*(1), 56-68.

พัทธ์ธีรา สมทรง. (2564). ความสัมพันธ์ระหว่างบทบาทภาวะผู้นำเชิงกลยุทธ์ นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ และพันธมิตรทางธุรกิจที่มีผลกระทบต่อความได้เปรียบในการแข่งขันของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ในเขตภาคเหนือตอนบน. *Journal of Humanities and Social Sciences Thonburi University, 15*(2), 91-102.

พีรพล ไทยทอง. (2560). แรงงานคุณภาพอาชีวศึกษาสู่เศรษฐกิจไทยแลนด์ 4.0. วารสาร มจร สังคมศาสตร์ปริทรรศน์, *6*(2 ฉบับพิเศษ), 635-646.

ภัทริยา พรปาริษา ชาคริต สกุลอิสริยาภรณ์ และอรไท ชั้วเจริญ. (2562). การพัฒนาศักยภาพความคลองตัวขององคกรธุรกิจสงผลตอการลดตนทุนและความสามารถในการตอบสนองเพื่อสร้างความไดเปรียบทางการแขงขันอยางยั่งยืน. วารสารดุษฎีบัณฑิตทางสังคมศาสตร, *10*(3), 676-690. doi:10.14456/phdssj.2020.50

ภาวนา กิตติวิมลชัย และเสาวนี สิริสุขศิลป์. (2559). คุณลักษณะและตัวบ่งชี้ในการพัฒนาสถาบันอุดมศึกษา สู่การ

เป็นองค์การสมรรถนะสูง กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น. *Suranaree Journal of Social Science, 15*(2), 83-104.

ภาวิน ชินะโชติ ภูริพัฒน์ ชาญกิจ สุรเดช หวังทอง กัลยนุช กิตติพงศ์พิทยา และวราภรณ์ สุขแสนชนานันท์. (2562). การประเมินความพร้อมของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมสู่อุตสาหกรรม 4.0 ในประเทศไทย. วารสารบริหารธุรกิจเทคโนโลยีมหานคร, *16*(1), 74-89.

มงคล เอกพันธ์. (2562). โครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความสามารการเรียนรู้องค์กรกับความสามารถทางนวัตกรรมองค์กร ความได้เปรียบทางการแข่งขันและผลการดำเนินงาน: การศึกษาเชิงประจักษ์บริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศ. วารสารวิทยาการจัดการสมัยใหม่, *12*(2), 1-19.

มณฑล สรไกรกิติกูล. (2562). การวินิจฉัยองค์กรเพื่อเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้. *BU ACADEMIC REVIEW, 18*(2), 1-13.

มยุลี ปันทะโชติ และปริยาภรณ์ ตั้งคุณานันต์. (2564a). ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเป็นองค์กรสมรรถนะสูงของโรงเรียนสังกัดส านักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2. วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย, *13*(1), 195-209.

-------. (2564b). ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเป็นองค์กรสมรรถนะสูงของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2. วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย, *13*(1), 195-209.

มาเก็ทเทียร์. (2562). System Integrator คืออะไร? สำคัญกับธุรกิจปัจจุบันอย่างไร ?และประเทศไทยพร้อมส ำ ห รั บ System Integrator ห รื อ ยั ง ? Retrieved from https://marketeeronline.co/archives/94400

รวิษฎา ใจตรง. (2564). แนวปฏิบัติด้านการจัดการโซ่อุปทาน ความได้เปรียบทางการแข่งขันและผลการดำเนินงานขององค์กรในโซ่อุปทานชิ้นส่วนยานยนต์. วารสารวิชาการบริหารธุรกิจ, *10*(2), 172-190.

รสสคุนธ์ ชัยแก้ว. (2559). แนวทางการสร้างความยั่งยืนในการผลิตก๊าซชีวภาพระดับครัวเรือนและชุมชน กรณีศึกษาอำเภอบ้านโป่ ง จังหวัดราชบุรี. วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต *4*(1), 146-161.

รัตติกาล โสวะภาส อโณทัย ดวงดารา รพรชัย อุทยารักษ์ทานตะวัน บุญเล็ก และอนันต์ ธรรมชาลัย. (2563). การพัฒนาองค์การให้มีศักยภาพการทำงานสูงในศตวรรษที่ 21. วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์ (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์), *10*(2), 229-239.

รัตนา สีดี. (2559a). แนวทางในการสร้างพันธมิตรทางธุรกิจภายใต้บริบทประชาคมมเศรษฐกิจอาเซียนสำหรับธุรกิจสปาและนวดไทย. วารสารมหาลัยศิลปากร, *9*(3), 756-779.

-------. (2559b). พันธมิตรทางธุรกิจ: องค์ประกอบของการสร้างพันธมิตรกระบวนการเรียนรู้และประสิทธิภาพในการดำเนินงานด้านพันธมิตร. วารสารปัญญาภิวัฒน์, *8*(3), 254-264.

รุจิรัตน์ พัฒนถาบุตร วัลลภา อารีรัตน์ เสาวนี สิริสุขศิลป์ และกนกอร สมปราชญ์. (2561). องค์ประกอบของสัมฤทธิ์ผลการเรียนรู้สู่การเป็นผู้ประกอบการเชิงนวัตกรรม. วารสารวิทยาลัยบัณฑิตศึกษาการจัดการ มข., *11*(1),

1-38.

ลลิต ถนอมสิงห์. (2557). หลักการทรงงานและองค์กรแห่งการเรียนรู้นำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืน. วารสารวิชาการคณะบริหารธุรกิจ, *9*(1), 1-21.

วรธรรม พงษ์สีชมพู อรจรีย์ ณ ตะกั่วทุ่ง และวรรณี แกมเกตุ. (2558). อิทธิพลของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศขององค์กรรัฐวิสาหกิจ ที่มีต่อการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้และองค์กรแห่งนวัตกรรม. วารสารสหวิทยาการวิจัย, *4*(3), 50-65.

วัชรากร มยุรี และเกิดศิริ เจริญวิศาล. (2561). แนวคิดการจัดการทรัพยากรทางกายภาพอย่างยั่งยืนในสถานที่จัดงานไมซ์ที่มีอิทธิพลต่อความได้เปรียบทางการแข่งขันและประสทธิภาพการดำเนินงาน. วารสารศิลปศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล, *1*(1), 83-98.

วารุณี ปืนฮวน วงศ์พรรดิ์ บัณฑุกุล จรัญญา วันแก้ว และจินตวัฒน์ ไชยชนะวงศ์. (2556). การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของสายการผลิตคอยล์เย็น. วารสารสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น: วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, *1*(2), 5-9.

วิไล พึ่งผล ดวงใจ จันทรดาแสง และประสพชัย พสุนนท์. (2562). การพัฒนาประสิทธิภาพการบริหารระบบคลังสินค้าเพื่อสรางความไดเปรียบทางการแขงขันของผูประกอบการอุตสาหกรรมชิ้นสวนอะไหลรถจักรยานยนต ยุคประเทศไทย 4.0 จังหวัดชลบุรี. วารสารดุษฎีบัณฑิตทางสังคมศาสตร, *9*(2), 467-485. doi:10.14456/phdssj.2019.34

วีรวิชญ์ ปิยนนทศิลป์. (2560). การพัฒนาองค์การ: แนวคิด กระบวนการ และบทบาท ของนักบริหารการพัฒนาองค์การ. วารสารวิทยาลัยสงฆ์นครลำปาง, *6*(2), 199-209.

ศักดิ์ดา ศิริภัทรโสภณ. (2558). การศึกษากรอบแนวคิดเพื่อการพัฒนาวิสาหกิจเพื่อสังคมในประเทศไทย. วารสารสมาคมนักวิจัย, *20*(2), 30-47.

ศิโรรัตน์ สุภาษา. (2564). สัมมนาและระดมความคิดเห็นสถานการณ์อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ไทยและระบบอัตโนมัติของไทย. ประเทศไทย: สถาบันไทย-เยอรมัน.

ศิริพงษ์ ลดาวัลย์ ณ อยุธยา. (2559). การจัดการแรงงานข้ามชาติเข้าเมืองผิดกฎหมาย 3 สัญชาติของไทย: การสำรวจทางกฎหมาย นโยบาย และทางเลือก. วารสารรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์ *7*(1), 49-74.

ศีลจิต อินทรพงษ์ อัศวิทย์ อิทธิภูริพัฒน์ เสรี วงษ์มณฑา และภิญญุภา เปลี่ยนบางช้าง. (2559). การวิเคราะห์สภาวะแวดล้อมที่มีผลต่อความได้เปรียบในการแข่งขันของธุรกิจร้านยา. วารสารบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์, *10*(1), 49-61.

ศุทธา แพรสี กังสดาล กนกหงษ์ พหล ศักดิ์คะทัศน์ สายสกุล ฟองมูล และนรินทร์ชัย พัฒนพงศา. (2560). รูปแบบการจัดการความรู้ของตำบลต้นแบบสุขภาวะสู่ความยั่งยืน กรณีศึกษา: โครงการพัฒนาเครือข่ายสุขภาวะชุมชนสู่ตำบลน่าอยู่ในเขตภาคเหนือตอนบน. วารสารสังคมศาสตร์วิชาการ, *10*(2), 104-118.

ศูนย์วิจัยเทรนด์และคอนเซปต์แห่งอนาคต. (2564). เทรนด์นวัตกรรมอาหาร 2564 พลวัตผู้บริโภคที่ผู้ผลิตต้องจับตา.

Retrieved from https://www.cea.or.th/th/singlestatistic/future-food-trend-2021

สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (2560). [มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ].

สมศักดิ์ อมรสิริพงศ์ และภัทร์ พลอยแหวน. (2559). การพัฒนาการเรียนรู้ด้านจริยธรรมการวิจัยในงานวิจัยเชิงคุณภาพของนักศึกษาปริญญาเอกหลักสูตรรัฐประศาสนศาสตรดุษฎีบัณฑิต คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. วารสารปัญญาภิวัฒน์, *8*(1), 150-162.

สันติ กระแจะจันทร์. (2562). กลยุทธ์การพัฒนานวัตกรรมความได้เปรียบเชิงแข่งขันทางธุรกิจสู่ประเทศไทย 4.0. วารสารวิชาการคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, *10*(2(2562)), 84-94.

สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล. (2561). การใช้งานหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรมอาหาร. Retrieved from https://www.asiafoodbeverage.com/1906/

สิริพร ทัตทวี ธรินี มณีศรี และวรพล วังขนานนท์. (2561). ตัวแบบความได้เปรียบเชิงการแข่งขันอย่างสมดุลและยั่งยืนสำหรับธุรกิจค้าปลีกศูนย์รวมสินค้าบ้านและที่อยู่อาศัย. วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, *9*(1), 55-67.

สุขกมล ทรัพย์ดีมงคล. (2558). การรวมกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน และการเตรียมความพร้อมในการเป็นประชาคมอาเซียน ของผู้ประกอบการและพนักงานของธุรกิจตัวแทนรับจัดการขนสินค้า. วารสารการวิจัยการบริหารการพัฒนา, *5*(1), 26-38.

สุดารัตน์ พิมลรัตนกานต์. (2562). คุณลักษณะของผู้ประกอบการ การสร้างพันธมิตรทางธุรกิจ สำหรับผู้ประกอบการสินค้าเกษตรส้มโอสู่ผลการดำเนินงานขององค์การ. *Veridian E-Journal, Silpakorn University, 12*(3), 784-804.

สุดารัตน์ พิมลรัตนกานต์ และวิโรจน์ เจษฎาลักษณ์. (2562). ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความสามารถในการจัดการนวัตกรรมซึ่งจะส่งผลต่อการบรรลุผลสำเร็จทางการตลาดและความได้เปรียบทางการแข่งขันของผู้ประกอบการสินค้าเกษตรซึ่งจะนำไปสู่ผลการดำเนินงานขององค์การ. *Journal of Humanities and Social Sciences Thonburi University 13*(3), 120-132.

สุมิพล. (2563). SI (System Integration) คือใคร ช่วยอะไรในระบบการผลิตอัตโนมัติ. Retrieved from https://www.sumipol.com/knowledge/what-is-system-integration/

สุรมงคล นิ่มจิตต์ และธีระวัฒน์ จันทึก. (2559). การจัดการทรัพยากรมนุษย์เชิงกลยุทธ์กับการเป็นองค์การศักยภาพสูง. *Veridian E-Journal, Silpakorn University, 9*(2), 1-13.

สุรศักดิ์ รัตนมังสังค์ อภิชาติ ใจอารีย์ และประสงค์ ตันพิชัย. (2557). การศึกษาสภาพปัจจุบันและความคาดหวังของการพัฒนาองค์กรไปสู่องค์กรแห่งการเรียนรู้ บริษัท เอ็มเค เรสโตรองต์ กรุ๊ป จำกัด (มหาชน). วารสารวิชาการ *Veridian E-Journal 7*(3), 1025-1040.

อติชา วัชรานุรักษ์. (2552). การประยุกต์ใช้ระบบลีนในกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป กรณีศึกษาการผลิตเสื้อโปโลเชิ้ต. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.,

อนันต์ บุญสนอง. (2555). อิทธิพลขององค์การแห่งการเรียนรู้และการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่ส่งผลต่อประสิทธิผล

ขององค์การ. วารสารร่มพฤกษ์ มหาวิทยาลัยเกริก, *30*(1), 139-160.

อนุกูล ปิลวาสน์. (2558). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการสร้างองค์กรแห่งการเรียนรู้ของสถานประกอบการท่องเที่ยวและบริการ. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย *5*(2), 207-214.

อรดี พฤติศรัณยนนท์. (2560). การวิเคราะห์การดำเนินงานแบบลีนเพื่อให้เกิดการดำเนินงานแบบลีนที่ยั่งยืน. วารสารข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมไทย, *3*(1), 45-55.

อุทัย ปริญญาสุทธินันท์. (2561). การพัฒนาองค์การ: ประเด็นทบทวนสู่การประยุกต์ใช้เพื่อการจัดการชุมชน. วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร, *38*(6), 24-48.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อคำถามในงานวิจัยเชิงคุณภาพ

หัวข้องานวิจัย : การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนของอุตสาหกรรมอาหาร

Smart Factory Management with Lean Automation for a High-Performance and Sustainable Organization

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการปฏิบัติและปัจจัยแห่งความสำเร็จในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบแนวทางการปฏิบัติกับการปฏิบัติงานจริงในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นในอุตสาหกรรมอาหาร
3. เพื่อศึกษาการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่มีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและความยั่งยืนขององค์กรในอุตสาหกรรมอาหาร

คำชี้แจง : แบบสอบถามในการสัมภาษณ์นี้จัดทำขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ในการเก็บข้อมูลของงานวิจัยระดับดุษฎีบัณฑิต สาขาการจัด การสัมภาษณ์ผู้ให้สัมภาษณ์ คือผู้ให้ข้อมูลหลักในงานวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อถอดความแบบคำต่อคำ และนำไปวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) เพื่อให้ได้มาซึ่งแนวทาง และปัจจัยของการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมอาหารด้วยการใช้แนวคิดแบบลีนออโตเมชั่น

จริยธรรมในงานวิจัย : ประเด็นการตอบคำถามในเชิงวิชาการ การอภิปรายในประเด็นเกี่ยวข้อง รวมถึงแนวคิด ความคิดเห็น ของผู้ให้สัมภาษณ์การแนะนำในกรณีศึกษาตามประสบการณ์ แต่งดเว้นไว้ซึ่งการแสดงความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับผลประโยชน์ทางการเมือง ผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์ด้วยความเคร่งครัด การบันทึกไฟล์ VDO ในการสัมภาษณ์เพื่อนำไปวิเคราะห์คำให้สัมภาษณ์ ผู้วิจัยใส่ code แทนชื่อของผู้ให้สัมภาษณ์ โดยตำแหน่งและบริษัทในรายงานการวิจัย ข้อมูลจะปรากฏอยู่เฉพาะในด้านท้ายของงานวิจัยเท่านั้น หากไม่ประสงค์ในการเปิดเผยข้อมูลใดๆ สามารถแจ้งผู้วิจัย เทปการสัมภาษณ์จะถูกเก็บเป็นความลับมิให้มีการเผยแพร่ หรือหากมีต้องได้รับอนุญาตจากผู้ให้ข้อมูลก่อนทุกครั้ง

คำถามคัดกรอง

1. ท่านทำงานหรือศึกษาในด้านใด เกี่ยวกับระบบอัตโนมัติของประเทศไทย
2. การทำงานของท่านหรือการศึกษามีความเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอาหารหรือไม่อย่างไร
3. ท่านเคยมีโอกาสได้ทำงานกับกลุ่มอุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรม หอการค้าแห่งประเทศไทยหรือสถาบันอาหารอื่นๆหรือไม่ อย่างไร
4. จากที่ท่านเคยมีประสบการณ์กับองค์กรดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกับ Lean Automation อย่างไร

ตารางแสดงคะแนนการพิจารณาข้อคำถามในงานวิจัย

ข้อคำถามในงานวิจัย	คะแนนการพิจารณา
1. คำถามเพื่อการกำหนดนิยามและขอบเขตของกระบวนการลีนออโตเมชั่น (Define)	
1.1 ท่านคิดเห็นอย่างไรกับระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรมอาหารด้วยแนวคิดแบบ Lean Automation ของประเทศไทย	0.67
1.2 ระบบอัตโนมัติด้วยแนวคิดแบบ Lean Automation มีขั้นตอนอย่างไร	0.67
2. คำถามเพื่อใช้วัดประสิทธิภาพของกระบวนการ (Measure)	
2.1 ทราบได้อย่างไรว่าองค์กรนั้นๆ มีการนำระบบ Automation เข้ามาใช้ด้วยแนวคิดแบบ Lean Automation	0.67
2.3 ท่านมีเกณฑ์อย่างไร ที่ใช้พิจารณาแนวคิดแบบ Lean Automation เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด	0.67
3. คำถามเพื่อใช้วิเคราะห์ปัจจัยแห่งความสำเร็จ (Analyze)	
3.4 องค์กรควรมีการปรับตัวหรือการเตรียมการอย่างไร เพื่อเตรียมรับมือกับอุตสาหกรรมที่ต้องปรับเข้าสู่ระบบ Automation เต็มรูปแบบด้วยแนวความคิดแบบ Lean automation	0.67
4. **คำถามเพื่อใช้ในการปรับปรุงกระบวนการเดิม (Improve)**	
4.1 การนำระบบ Automation เข้ามาใช้ด้วยแนวคิดแบบ Lean Automatio ทำให้เกิดความเสี่ยงอย่างไรในการลงทุนและจะสามารถคืนทุนได้อย่างไร	0.67

แบบสอบถามงานวิจัยเชิงปริมาณ

หัวข้องานวิจัย : การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนของอุตสาหกรรมอาหาร

Smart Factory Management with Lean Automation for a High-Performance and Sustainable Organization

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการปฏิบัติและปัจจัยแห่งความสำเร็จในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่นำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบแนวทางการปฏิบัติกับการปฏิบัติงานจริงในการบริหารโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นในอุตสาหกรรมอาหาร
3. เพื่อศึกษาการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่มีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและความยั่งยืนขององค์กรในอุตสาหกรรมอาหาร

คำชี้แจง :

1. ผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ หัวหน้างานที่ปฏิบัติงานในไลน์การผลิต หัวหน้างานวิศวะกรรมการผลิต หัวหน้างานวิศวะกรรมซ่อมบำรุง หัวหน้างานผู้ที่ควบคุมกระบวนการผลิต หัวหน้างานผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงประสิทธิภาพในโรงงาน หรือผู้บริหารที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้งานหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติในกระบวนการผลิตอาหาร
2. แบบสอบถามฉบับนี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นที่มีอิทธิพลต่อความเป็นองค์กร ประสิทธิภาพสูงและความยั่งยืนขององค์กรในอุตสาหกรรมอาหาร
3. แบบสอบถามฉบับนี้มี 8 ตอน ซึ่งประกอบไปด้วย

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม
ตอนที่ 2 การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น
ตอนที่ 3 ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง
ตอนที่ 4 พันธมิตรทางธุรกิจ
ตอนที่ 5 โรงงานอัจฉริยะ
ตอนที่ 6 ความได้เปรียบทางการแข่งขัน
ตอนที่ 7 องค์กรแห่งความยั่งยืน
ตอนที่ 8 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

คำตอบของท่านเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษาองค์ประกอบของลีนออโตเมชั่นในอุตสาหกรรมอาหารและศึกษาอิทธิพลของตัวชี้วัดเชิงปริมาณที่เกี่ยวข้องกับลีนออโตเมชั่นด้วยการวิเคราะห์สมการเชิงโครงสร้างผู้วิจัยจึง

ใคร่ขอความกรุณาจากท่านในการตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อคำถามตามความเป็นจริง และขอรับรองว่าคำตอบของท่านเป็นความลับ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน จึงขอขอบพระคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำแนะนำ โปรดทำเครื่องหมาย / ลงใน ☐ หน้าข้อความที่ตรงกับข้อมูลของท่านมากที่สุดเพียงข้อเดียว

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ ☐ 18-28 ปี ☐ 29-39 ปี
   ☐ 40-50 ปี ☐ 1 ปีขึ้นไป

3. ระดับการศึกษา ☐ ประถมศึกษา ☐ มัธยมศึกษา
   ☐ ปวช. ☐ ปวส.
   ☐ ปริญญาตรี ☐ อื่นๆ.....

4. แผนกงาน
   ☐ ช่างซ่อมบำรุง/ช่างในไลน์ผลิต ☐ พนักงานในไลน์ผลิต
   ☐ พนักงานคลังสินค้า ☐ พนักงาน IE
   ☐ อื่นๆ โปรดระบุ .....

5. จำนวนเครื่องจักรอัตโนมัติที่ท่านมีส่วนเกี่ยวข้อง
   ☐ 1-5 เครื่อง ☐ 6-10 เครื่อง
   ☐ 11-15 เครื่อง ☐ มากกว่า 16 เครื่อง

6. ระยะเวลาการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติ
   ☐ ต่ำกว่า 1 ปี ☐ 1-6 ปี
   ☐ 7-10 ปี ☐ 11 ปีขึ้นไป

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตอนที่ 2 การนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ด้วยแนวทางของลีน (Lean Automation)

การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่น	คะแนนการพิจารณา
หลักการ (Hard Lean)	
1. องค์กรของท่านสนับสนุนการใช้เครื่องมือในการปรับปรุงประสิทธิภาพงานอย่างต่อเนื่อง (Keizen, QCC, TPS, 5ส และอื่นๆ)	0.86
2. องค์กรของท่านเปิดโอกาสให้พนักงานมีโอกาสนำเสนอผลการปรับปรุงงานในส่วนของการใช้หุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ	1.00
3. องค์กรของท่านมุ่งลดความสูญเปล่าของกระบวนการในส่วนของการใช้หุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ	0.86
4. องค์กรของท่านมีการอบรมพนักงานให้รู้จักความสูญเปล่าของการผลิตด้วยการใช้หุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ	1.00
5. องค์กรของท่านพิจารณาการลงทุนหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติในจุดที่มีโอกาสประสบความสำเร็จสูงในกระบวนการ	1.00
แนวทางการปฏิบัติ (Soft Lean)	
6. องค์กรของท่านมีทีมการประเมินความคุ้มทุนของการใช้หุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ	1.00
7. องค์กรของท่านมีทีมวิเคราะห์กระบวนการผลิต เพื่อการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการโดยใช้หุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ	1.00
8. องค์กรของท่านมีการจัดการกับกระบวนการที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตก่อนนำหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในกระบวนการ	1.00
9. องค์กรของท่านเปิดโอกาสให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับองค์กรอื่นๆ ในเรื่องการนำหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้งาน	1.00
10. องค์กรของท่านออกแบบกระบวนการผลิตของหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติโดยคำนึงถึงการใช้ทรัพยากรที่คุ้มค่า	0.80
11. องค์กรของท่านมีแผนงานและการซ่อมบำรุงหุ่นยนต์และเครื่องจักรอัตโนมัติ	1.00
12. องค์กรของท่านมีการทบทวนไลน์ผลิตที่มีการติดตั้งหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมติเพื่อประเมินผลงาน และการปรับปรุงในลำดับถัดไปอย่างต่อเนื่อง	1.00

ตอนที่ 3 ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง (High Performance Organization)

ความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง	คะแนนการพิจารณา
องค์กรที่มีธรรมมาภิบาล (Good Governance Organization)	
13. องค์กรของท่านส่งเสริมการปฏิบัติงาน ทุกส่วนงานด้วยความยุติธรรม มีความเท่าเทียม	0.86
14. องค์กรของท่านมีกิจกรรมการต่อต้านทุจริต คอรัปชั่น	1.00
15. องค์กรของท่านดำเนินการด้วยระบบการทำงานที่สามารถตรวจสอบได้	1.00
องค์กรที่มีความยืดหยุ่นสูง (Agile Organization)	
16. องค์กรของท่านลดกฎระเบียบที่ขัดต่อการดำเนินงานเพื่อให้งานบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ	1.00
17. องค์กรของท่านมีระเบียบการหรือวิธีการมอบหมายอำนาจการตัดสินใจ	0.86
18. องค์กรของท่านปรับเปลี่ยนการทำงานให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ	1.00
ผู้นำองค์กรมีภาวะผู้นำสูง (Leadership)	
19. องค์กรของท่านมีผู้นำที่ร่วมแรง ร่วมใจ ในการทำงาน	0.86
20. องค์กรของท่านมีผู้นำที่คอยติดตามงานเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของงานโดยเร็ว	0.71
21. องค์กรของท่านมีผู้นำที่คอยประสานงานให้งานสำเร็จได้ด้วยดี	0.86
องค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization)	
22. พนักงานสามารถเข้าถึงแหล่งความรู้ขององค์กรได้	0.86
23. องค์กรของท่านเปิดโอกาสให้ผู้มีความรู้ได้ถ่ายทอดประสบการณ์	1.00
24. องค์กรของท่านเปิดโอกาสให้มีการสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้ภายในองค์กร	1.00
การบริหารองค์กรเชิงรุก (Strategy)	
25. องค์กรของท่านมีแผนระยะยาวในการปรับปรุงประสิทธิภาพ	1.00
26. องค์กรของท่านเน้นหนักในด้านการผลิตที่มีคุณภาพ	0.71
27. องค์กรเป็นองค์กรที่รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง	0.86
องค์กรเชิงระบบ (System Organization)	
28. องค์กรของท่านมีการรวบรวมข้อมูลลงในระบบที่สืบค้นได้ง่าย	0.71
29.องค์กรของท่านจัดการ อุปกรณ์เครื่องจักรที่ใช้งาน ให้สอดคล้องกับการทำงานอยู่เสมอ	0.86
30. องค์กรของท่านมีการจัดเตรียมบุคลากรให้พร้อมกับการเปลี่ยนแปลง	0.71
การทำงานเป็นทีม (Teamwork)	
31. องค์กรของท่านมีการดำเนินงานที่คำนึงถึงประโยชน์ของส่วนรวมเป็นหลัก	0.86
32. องค์กรของท่านมีการกระจายอำนาจและความรับผิดชอบไปในแต่ละหน่วยงาน	0.71
33. องค์กรของท่านร่วมมือเป็นหนึ่งเดียวกันในการแก้ปัญหา	0.80

ตอนที่ 4 พันธมิตรทางธุรกิจ (Business Alliance)

พันธมิตรทางธุรกิจ	คะแนนการพิจารณา
ด้านเทคโนโลยี (Technology)	
34. องค์กรของท่านแลกเปลี่ยนความรู้กับนักบูรณาการผลิต (SI ภายนอกองค์กร) เพื่อออกแบบหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ	0.80
35. องค์กรของท่านได้รับความรู้เรื่องการใช้งานของหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติจากนักบูรณาการการผลิต (SI ภายนอกองค์กร)	0.80
36. องค์กรของท่านมีนักบูรณาการผลิต (SI ภายในองค์กร) เพื่อออกแบบหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ	0.80
ด้านทรัพยากรเชิงกลยุทธ์ (Strategic Resources)	
37. นักบูรณาการผลิตมีส่วนช่วยในการขับเคลื่อนกลยุทธ์ขององค์กรท่าน	1.00
38. นักบูรณาการผลิตมีส่วนพัฒนากลยุทธ์เชิงรุก ในส่วนการใช้หุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติขององค์กรท่าน	1.00
39. นักบูรณาการผลิตสามารถช่วยแก้ปัญหาการใช้งานหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติได้	0.71
ด้านการวิจัยและพัฒนา (Research and Development)	
40. องค์กรของท่านและนักบูรณาการผลิตร่วมกันออกแบบระบบหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติที่เหมาะสมกับองค์กรท่าน	0.86
41.องค์กรของท่านทำงานร่วมกับนักบูรณาการผลิต โดยอาศัยข้อมูล การทดลอง ทำซ้ำ และใช้ผลการทดลองเพื่อพิจารณาตามขั้นตอน	0.71
42. องค์กรของท่านค้นหา นวัตกรรม และเทคโนโลยีใหม่เพื่อการพัฒนาระบบหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ	0.71
43. องค์กรของท่าน มีการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบ พัฒนาตรวจสอบและสร้างแบบจำลองหุ่นยนต์หรือระบบ อัตโนมัติเพื่อการตัดสินใจลงทุน	0.71

ตอนที่ 5 โรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory)

โรงงานอัจฉริยะ	คะแนนการพิจารณา
มีเสถียรภาพ (Stabilization)	
44. องค์กรของท่านวิเคราะห์หาเวลางานที่ได้ในแต่ละวัน เพื่อนำไปวิเคราะห์ชั่วโมงการทำงาน	0.86
45. องค์กรของท่านมีการวางแผนการปฏิบัติงานที่ตรงตามความต้องการลูกค้าด้วยระบบที่ทันสมัย	0.86
46. องค์กรของท่านไม่มีการหยุดการปฏิบัติงานแบบกระทันหัน (ในสภาวะการทำงานปกติ)	0.71
มาตรฐาน (Standardization)	
47. องค์กรของท่านมีสื่อการสอนวิธีการทำงานที่เข้าใจง่าย สามารถปฏิบัติตามได้	0.60
48. องค์กรของท่านมีการกำหนดขั้นตอนการแก้ไขปัญหาการทำงานที่พบในการปฏิบัติงานอย่างละเอียด	
49. องค์กรของท่านคำนึงถึงความปลอดภัยระหว่างการสอนงานให้กับพนักงาน	0.86
การเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimization)	
50. องค์กรของท่านมีการทบทวนการทำงานของหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติที่ใช้งานอยู่อย่างต่อเนื่อง	0.80
51. องค์กรของท่านมีแผนพัฒนาหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ ให้สามารถทำงานได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น	0.86
52. องค์กรของท่านพัฒนากระบวนการผลิตที่สามารถลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตได้	0.86
การใช้ระบบอัตโนมัติ (Automation)	
53. องค์กรของท่านใช้กล้องในการตรวจสอบความผิดปกติของผลิตภัณฑ์	0.86
54. องค์กรของท่านใช้เซ็นต์เซอร์ในการตรวจจับความผิดปกติของกระบวนการทำงาน	0.86
55. พนักงานในองค์กรของท่านมีบอร์ดอิเล็กทรอนิกไว้เพื่อดูข้อมูลและสถานะของเครื่องจักรต่างๆ	0.86

ตอนที่ 6 ความได้เปรียบทางการแข่งขัน (Competitive Advantage)

ความได้เปรียบทางการแข่งขัน	คะแนนการพิจารณา
คุณค่า (Value)	
56. องค์กรของท่านมีหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ ที่ช่วยความสะดวกสบายในการทำงานของท่าน	0.86
57. องค์กรของท่านมีบุคคลากรที่ควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติเพื่อให้ผลิตสินค้าได้ตามความสามารถ	0.86
58. องค์กรของท่านมีบุคคลากรที่มีความเชี่ยวชาญในงานหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ	0.86
ความหายาก (Rareness)	
59. หุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติของท่านใช้อุปกรณ์ที่มีความทันสมัย	0.86
60. หุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติของท่านใช้วัสดุที่คงทนแข็งแรงเหมาะกับการใช้งาน	0.86
61. องค์กรของท่านสามารถรักษาประสิทธิภาพของการทำงานของหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติได้อย่างสม่ำเสมอ	1.00
ยากในการเลียนแบบ (Imitability)	
62. หุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติของท่านมีระบบที่ยากต่อการคัดลอกทำซ้ำ (โดยผู้อื่น)	1.00
63. มีการป้องกันทางกฎหมาย ไม่ให้เกิดการลอกเลียนแบบหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติของท่าน	0.86
64. หากองค์กรอื่นต้องการลอกเลียนแบบหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติของท่านต้องใช้การลงทุนที่สูงกว่าปกติ	0.86
การจัดการองค์กร (Organization)	
65. ทรัพยากรที่ใช้สนับสนุน (เช่น ไฟ น้ำ ลม) การทำงานของหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติของท่านมีเพียงพอต่อการใช้งาน	0.80
66. การจัดคนดูแลหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติของท่าน อย่างต่อเนื่องเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาระหว่างการใช้งาน	0.71
67. องค์กรของท่านมีการจัดระบบเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ปัญหาในแต่ละกระบวนการทำงานการทำงานของหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ	0.86

ตอนที่ 7 องค์กรแห่งความยั่งยืน (Sustainability Organization)

องค์กรแห่งความยั่งยืน	คะแนนการพิจารณา
สิ่งแวดล้อม (Planet)	
68. องค์กรของท่านลดการใช้ทรัพยากรลงได้อย่างต่อเนื่อง	0.71
69. องค์กรของท่านลดผลกระทบที่อาจเกิดกับสภาพแวดล้อมและชุมชนโดยรอบได้	0.71
70. องค์กรของท่านสามารถลด ความเสี่ยงและผลกระทบที่อาจเกิดกับพนัก งานที่ทำงานและพนักง ที่อยู่บริเวณใกล้เคียงได้	0.71
กำไร (Profit)	
71. องค์กรของท่านมีโอกาสในการขยายช่องทางการทำธุรกิจได้มากขึ้น	0.86
72. องค์กรของท่านสามารถลดของเสีย และผลิตภัณฑ์ที่เสียหายจากกระบวนการลงได้	0.86
73. องค์กรของท่านสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านแรงงานลงได้	0.71
พนักงาน (People)	
74. พนักงานในองค์กรของท่านมี ความรู้ ทักษะ ในการทำงานกับระบบอัตโนมัติมากขึ้น	0.86
75.พนักงานในองค์กรของท่านมีโอกาสได้เรียนรู้เพื่อปรับตัวเข้ากับเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ๆ	0.71
76. พนักงานในองค์กรของท่านสามารถเปรียบเทียบข้อมูลและวิเคราะห์ปัญหาในไลน์ผลิตได้อย่าง รวดเร็ว	0.71
77. พนักงานในองค์กรของท่านมีความเข้าใจถึงความสำคัญ ในการพัฒนากระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง	0.71

ภาคผนวก ข

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน สำนักงานบริหารการวิจัย นวัตกรรมและการสร้างสรรค์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ภายใน 216004

ที่ อว 8603.16/2027 **วันที่** 20 เมษายน 2565

เรื่อง ผลการพิจารณาการขอรับการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

เรียน นายวรรณชัย ธุระแพง (นักศึกษาคณะวิทยาการจัดการ)

ตามที่ท่านได้ส่งโครงการวิจัย เรื่อง การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร (เลขที่โครงการ REC 65.0411-063-3284) ไปยังสำนักงานบริหารการวิจัย นวัตกรรมและการสร้างสรรค์ เพื่อขอรับการพิจารณารับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศิลปากร แล้วนั้น

บัดนี้ สำนักงานบริหารการวิจัยฯ ขอแจ้งผลการพิจารณาให้ทราบว่า โครงการวิจัยดังกล่าวเข้าข่ายโครงการวิจัยที่ได้รับการยกเว้นการพิจารณา (Exemption review) จึงออกหนังสือรับรองให้กับโครงการวิจัยดังกล่าวตามเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ หากผู้วิจัยมีข้อสงสัยสามารถสอบถามเพิ่มเติมได้ที่ นางสาวพัชรณัฏฐ์ เสาร์หงษ์/ นางสาวปิยาภรณ์ กัดสูงเนิน โทร (เบอร์สำนักงาน) 098-5479738 ภายใน 216004

(ศาสตราจารย์ ดร.พรศักดิ์ ศรีอมรศักดิ์)
ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

หนังสือฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

รหัสโครงการ: REC 65.0411-063-3284

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย): การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูง และนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร

ชื่อโครงการ (ภาษาอังกฤษ): Smart Factory Management with Lean Automation for a High-Performance and Sustainable Organization in the Food Industry

ผู้วิจัยหลัก: นายวรรณชัย ธุระแพง **สังกัด:** คณะวิทยาการจัดการ

เอกสารที่รับรอง:

1. แบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เวอร์ชั่น 01 ฉบับลงวันที่ 11 เมษายน 2565
2. แบบเสนอโครงการวิจัยเพื่อการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (ฉบับภาษาไทย) เวอร์ชั่น 01 ฉบับลงวันที่ 11 เมษายน 2565

ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศิลปากร โดยยึดหลักเกณฑ์ตามคำประกาศ เฮลซิงกิ (Declaration of Helsinki) และมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมายข้อบังคับและข้อกำหนดภายในประเทศ

(ศาสตราจารย์ ดร.พรศักดิ์ หรือมรศักดิ์)
ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยศิลปากร

หมายเลขใบรับรอง COE 65.0412-069
วันที่รับรอง: 12 เมษายน พ.ศ. 2565

สำนักงานบริหารการวิจัย นวัตกรรมและการสร้างสรรค์
6 ถนนราชมรรคาใน ตำบลพระปฐมเจดีย์ อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม 73000
โทร 0-3425-5808 โทรสาร (Fax) : 0-3425-5808
email : su.ethicshuman@gmail.com

ที่ อว 8606 (พบ) / 5

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
เลขที่ 1 หมู่ 3 ตำบล สามพระยา
อำเภอ ชะอำ จังหวัด เพชรบุรี 76120

7 มกราคม 2565

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ วีไลนุช

ด้วย นายวรรณชัย ธุระแพง รหัสประจำตัว 621230022 นักศึกษาระดับปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา การจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยระบบลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร"

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อธิกมาส มากจุ้ย)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
เพชรบุรี โทร.032 594 107

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน บัณฑิตวิทยาลัย โทร.032 594 107

ที่ อว 8606 (พบ)/ 4 วันที่ 7 มกราคม 2565

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ สังข์รักษา

ด้วย นายวรรณชัย ธุระแพง รหัสประจำตัว 621230022 นักศึกษาระดับปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา การจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยระบบลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร"

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากรมีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

(อาจารย์ ดร.อธิกมาส มากจุ้ย)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน บัณฑิตวิทยาลัย โทร.032 594 107

ที่ อว 8606 (พบ)/ 6 วันที่ 7 มกราคม 2565

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.พิทักษ์ ศิริวงศ์

ด้วย นายวรรณชัย ธุระแพง รหัสประจำตัว 621230022 นักศึกษาระดับปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา การจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยระบบลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร"

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากรมีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

(อาจารย์ ดร.อธิกมาส มากจุ้ย)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ อว 8606 (พบ) / 116

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
เลขที่ 1 หมู่ 3 ตำบล สามพระยา
อำเภอ ชะอำ จังหวัด เพชรบุรี 76120

25 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน นางศศิญดา วิไลพล

ด้วย นายวรรณชัย ธุระแพง รหัสประจำตัว 621230022 นักศึกษาระดับปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา การจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยระบบลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร"

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อธิกมาส มากจุ้ย)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
เพชรบุรี โทร.032 594 107

ที่ อว 8606 (พบ) / 113

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
เลขที่ 1 หมู่ 3 ตำบล สามพระยา
อำเภอ ชะอำ จังหวัด เพชรบุรี 76120

25 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.ฉัตรแก้ว ฮาตระวัง

ด้วย นายวรรณชัย ธุระแพง รหัสประจำตัว 621230022 นักศึกษาระดับปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา การจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยระบบลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร"

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อธิกมาส มากจุ้ย)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
เพชรบุรี โทร.032 594 107

ที่ อว 8606 (พบ) / 114

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
เลขที่ 1 หมู่ 3 ตำบล สามพระยา
อำเภอ ชะอำ จังหวัด เพชรบุรี 76120

25 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.ธนกร ตันธนวัฒ

ด้วย นายวรรณชัย ธุระแพง รหัสประจำตัว 621230022 นักศึกษาระดับปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา การจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยระบบลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร"

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อธิกมาส มากจุ้ย)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
เพชรบุรี โทร.032 594 107

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน บัณฑิตวิทยาลัย โทร.032 594 107

ที่ อว 8606 (พบ)/ 112 วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระวัฒน์ จันทึก

ด้วย นายวรรณชัย ธุระแพง รหัสประจำตัว 621230022 นักศึกษาระดับปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา การจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยระบบลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร"

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากรมีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

(อาจารย์ ดร.อธิกมาส มากจุ้ย)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน บัณฑิตวิทยาลัย โทร.032 594 107

ที่ อว 8606 (พบ)/ 117 วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประพล เปรมทองสุข

ด้วย นายวรรณชัย ธุระแพง รหัสประจำตัว 621230022 นักศึกษาระดับปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา การจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยระบบลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร"

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากรมีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

(อาจารย์ ดร.อธิกมาส มากจุ้ย)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน บัณฑิตวิทยาลัย โทร.032 594 107

ที่ อว 8606 (พบ)/ 115 วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิโรจน์ เจษฎาลักษณ์

ด้วย นายวรรณชัย ธุระแพง รหัสประจำตัว 621230022 นักศึกษาระดับปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา การจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยระบบลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร"

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากรมีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

(อาจารย์ ดร.อธิกมาส มากจุ้ย)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน บัณฑิตวิทยาลัย โทร.032 594 107

ที่ อว 8606 (พบ)/ 111 วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตพนธ์ ชุมเกตุ

ด้วย นายวรรณชัย ธุระแพง รหัสประจำตัว 621230022 นักศึกษาระดับปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา การจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยระบบลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร"

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากรมีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

(อาจารย์ ดร.อธิกมาส มากจุ้ย)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ อว 8606(พบ)/ พิเศษ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
เลขที่ 1 หมู่ 3 ตำบล สามพระยา
อำเภอ ชะอำ จังหวัด เพชรบุรี 76120

7 มกราคม 2565

เรื่อง ขอสัมภาษณ์

เรียน

ด้วย นายวรรณชัย ธุระแพง รหัสประจำตัว 621230022 นักศึกษาระดับปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา การจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยระบบลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร" มีความประสงค์จะขอสัมภาษณ์ท่าน เกี่ยวกับกระบวนการ การจัดการหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ (Automation) ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ควรมีความพร้อมอย่างไรในการพัฒนาองค์กรแบบลีนออโตเมชั่น เพื่อไปสู่อุตสาหกรรมแบบ 4.0 เพื่อประกอบการดำเนินการวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดให้ความอนุเคราะห์แก่นักศึกษาตามที่เห็นสมควร ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ทางการศึกษา สำหรับกำหนดวัน เวลา สถานที่ในการสัมภาษณ์ และรายละเอียดเพิ่มเติมต่าง ๆ บัณฑิตวิทยาลัย ขออนุญาตให้นายวรรณชัย ธุระแพง หมายเลขโทรศัพท์ 085 171 1384 เป็นผู้ประสานงานโดยตรงต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อธิกมาส มากจุ้ย)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ อว 8606 (พบ) / พิเศษ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
เลขที่ 1 หมู่ 3 ตำบล สามพระยา
อำเภอ ชะอำ จังหวัด เพชรบุรี 76120

25 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เรียน

ด้วย นายวรรณชัย ธุระแพง รหัสประจำตัว 621230022 นักศึกษาระดับปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา การจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังดำเนินการวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การบริหารจัดการโรงงานอัจฉริยะด้วยระบบลีนออโตเมชั่นเพื่อความเป็นองค์กรประสิทธิภาพสูงและนำไปสู่องค์กรแห่งความยั่งยืนในอุตสาหกรรมอาหาร" มีความประสงค์จะขอเก็บรวบรวมข้อมูลกับพนักงานปฏิบัติงานในไลน์การผลิตวิศวกรรมการผลิต วิศวกรรมซ่อมบำรุง ผู้ควบคุมการผลิต ผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงประสิทธิภาพ ประสิทธิผล หรือผู้บริหารองค์กร ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้งานหุ่นยนต์ หรือระบบอัตโนมัติในกระบวนการผลิตอาหาร เพื่อประกอบการดำเนินการวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดให้ความอนุเคราะห์แก่นักศึกษาตามที่เห็นสมควร ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ทางการศึกษา สำหรับกำหนดวัน เวลา สถานที่ในการเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลและรายละเอียดเพิ่มเติมต่าง ๆ บัณฑิตวิทยาลัย ขออนุญาตให้นายวรรณชัย ธุระแพง หมายเลขโทรศัพท์ 085 171 1384 เป็นผู้ประสานงานโดยตรงต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อธิกมาส มากจุ้ย)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
เพชรบุรี โทร.032 594 107

ภาคผนวก ค

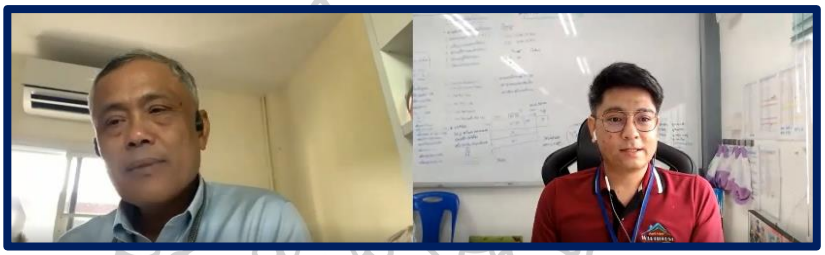
ภาพที่ 37 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA1

ภาพที่ 38 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA2

ภาพที่ 39 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA3

ภาพที่ 40 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA4

ภาพที่ 41 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA5



ภาพที่ 42 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA6

ภาพที่ 43 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA7

ภาพที่ 44 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA8

ภาพที่ 45 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA9

ภาพที่ 46 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA10

ภาพที่ 47 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA11

ภาพที่ 48 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA12

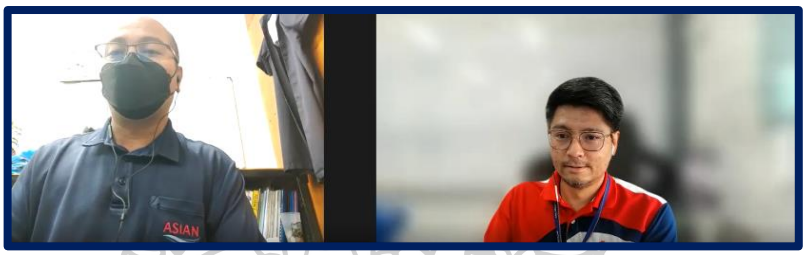
ภาพที่ 49 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA13

ภาพที่ 50 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA14

ภาพที่ 51 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA15

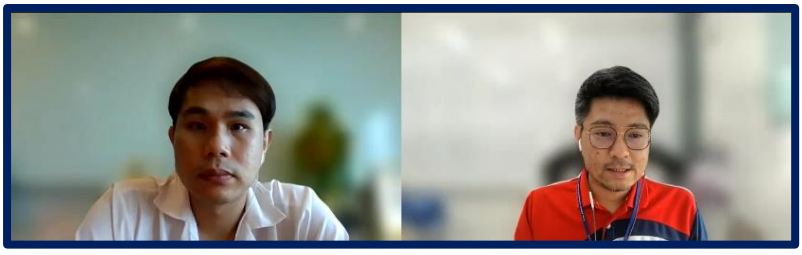
ภาพที่ 52 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA16

ภาพที่ 53 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA17



ภาพที่ 54 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA18

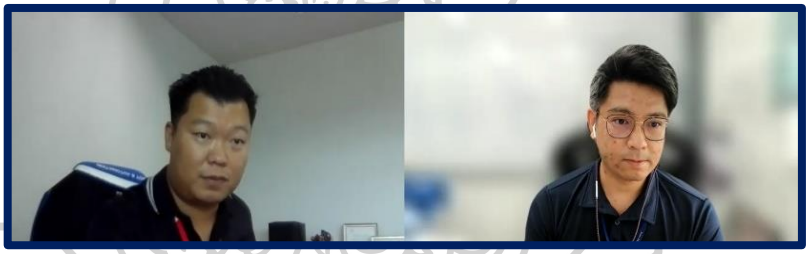
ภาพที่ 55 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA19



ภาพที่ 56 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA20

ภาพที่ 57 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA21

ภาพที่ 58 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA22



ภาพที่ 59 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA23

ภาพที่ 60 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA24

ภาพที่ 61 ผู้ให้สัมภาษณ์ สัญลักษณ์ LA25

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	วรรณชัย ธุระแพง
วัน เดือน ปี เกิด	16 พฤศจิกายน 2530
วุฒิการศึกษา	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ที่อยู่ปัจจุบัน	99/152 หมู่ 3 ตำบล ธรรมศาลา อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000
ผลงานตีพิมพ์	1. วรรณชัย ธุระแพง, วิโรจน์ เจษฎาลักษณ์. (2559). ผลกระทบของการรับรู้การสนับสนุนจากองค์กรที่มีประสิทธิผลการปฏิบัติงานผ่านการปฏิบัติตามวัฒนธรรมองค์กรแบบ BEST ของพนักงานบริษัท ไทยรวมสินพัฒนาอุตสาหกรรม จำกัด. วารสารวิชาการมหาลัยศิลปากร, 9(1), 733-747. 2. วรรณชัย ธุระแพง, วิโรจน์ เจษฎาลักษณ์. (2563).อิทธิพลของผู้นำการเปลี่ยนแปลงกับความสามารถในการปฏิบัติงานเพื่อลดความสูญเสียในการผลิตและการเสริมพลังอำนาจที่มีผลต่อผลการปฏิบัติงานของพนักงานฝ่ายโลจิสติกส์ บริษัท เอเชี่ยนอะไลอันซ์อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด. วารสารธนวัตกรรมและการจัดการ, 5, 98-114. 3. วรรณชัย ธุระแพง, ประสพชัย พสุนนท์. (2563). แผนภาพความสมนัยระหว่างช่วงวัยกับค่าตอบแทนและความจงรักภักดีต่อองค์กร ของพนักงานรายเดือน บริษัทเอเชี่ยนอะไลอันซ์อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด. วารสารมหาลัยคริสเตียน, 26(3), 55-69. 4. วรรณชัย ธุระแพง, สันติธร ภูริภักดี, เชิดชัย ธุระแพง. (2564). การควบคุมรวมกิจกรและซื้อกิจการ: ความสำเร็จในการพัฒนาองค์กรกรณีศึกษากลุ่มไทยเจริญคอร์ปอเรชั่น. วารสารบริหารธุรกิจศรีนครินทรวิโรฒ, 12(1), 138-151. 5. วรรณชัย ธุระแพง, พิทักษ์ ศิริวงศ์, วรรณสิริ ธุระแพง. (2564). แนวทางการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในการใช้ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันและความได้เปรียบด้านต้นทุน: กรณีศึกษาธุรกิจแปรรูปอาหารในจังหวัดสมุทรสาคร. วารสารโลจิสติกส์และซัพพลายเชน, 7(2), 81-96. 6. วรรณชัย ธุระแพง, สันติธร ภูริภักดี, เชิดชัย ธุระแพง. (2564). อิทธิพลในการปรับตัวของผู้ที่ได้รับผลกระทบจากเชื้อไวรัส Covid-19 กับการปฏิบัติตัว

แบบเว้นระยะห่างทางสังคมอันนำไปสู่การเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ในการป้องกันการแพร่ระบาดขอเชื้อไวรัสของพนักงานในโรงงานสายการผลิตแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรสาคร. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 9(1), 71-91.

7. วรรณชัย ธุระแพง, ประสพชัย พสุนนท์. (2564). การประเมินคุณภาพการบริการจัดส่งอาหารตามแบบจำลองคาโน ช่วงการเว้นระยะห่างทางสังคมในเขตจังหวัดสมุทรสาคร. วารสารสิริธรปริทรรศน์, 22(2), 90-102.