

แนวทางการนำระบบการผลิตแบบอัตโนมัติมาประยุกต์
ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม*
APPLICATION GUIDELINES FOR AUTOMATED PRODUCTION
IN SMALL AND MEDIUM SIZED ENTERPRISES

ชนะพล เลี้ยงถนอม

Chanapol Leangthanom

ธนวัชร จริยะภูมิ

Tanawat Jariyapoom

พรชวดี พงษ์ศิริ

Punsavadee Pongsiri

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Thailand

E-mail: chanapol.l@fba.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาระดับความสำคัญของแนวทางการนำระบบการผลิตอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม 2) พัฒนาแบบจำลองสมการโครงสร้างแนวทางการนำระบบการผลิตแบบอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม ดำเนินการวิจัยแบบผสมผสาน เชิงคุณภาพผู้ให้ข้อมูลสำคัญคือ ผู้เชี่ยวชาญ 9 คนเครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง และเชิงปริมาณสำรวจข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ประกอบการหรือผู้บริหารในธุรกิจอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม จำนวน 500 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลใช้แบบสอบถามและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแบบจำลองสมการโครงสร้าง ผลการวิจัยพบว่า 1) ระดับความสำคัญของแนวทางการนำระบบการผลิตแบบอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม พบว่าโดยภาพรวมให้ความสำคัญอยู่ในระดับมาก สำหรับผลการพิจารณาเป็นรายด้าน ได้แก่ ด้านพนักงานเป็นศูนย์กลาง ด้านต้นทุนภายใน ด้านนวัตกรรมเทคโนโลยี และด้านความร่วมมือให้ความสำคัญอยู่ในระดับมากที่สุดทั้ง 4 ด้าน 2) ผลการวิเคราะห์ตัวแบบจำลองสมการโครงสร้างที่ได้พัฒนาขึ้น ผ่านตามเกณฑ์การประเมินมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์พบว่า 2.1) ด้านความร่วมมือส่งอิทธิพลทางตรงต่อด้านพนักงานเป็นศูนย์กลาง และด้านต้นทุน

* Received 16 June 2021; Revised 12 March 2022; Accepted 15 March 2022



ภายใน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 และด้านนวัตกรรมเทคโนโลยี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 2.2) ด้านพนักงานเป็นศูนย์กลางส่งอิทธิพลทางตรงต่อด้านนวัตกรรมเทคโนโลยี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 2.3) ด้านนวัตกรรมเทคโนโลยีส่งอิทธิพลทางตรงต่อด้านต้นทุนภายใน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าแนวทางการนำระบบการผลิตอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

คำสำคัญ: แบบจำลองสมการโครงสร้าง, ระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ, อุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม

Abstract

The objectives of this research article were 1) to investigate important levels of applying automated production systems in small and medium enterprises and 2) to develop a structural equation model of applying automated production systems in small and medium enterprises. This study employed mixed methodology research. The qualitative data was derived from a structured interview with 9 resource development specialists. The quantitative data from the sample group is collected using a questionnaire survey with 500 samples of business owners or executives in small and medium-size industrial businesses. The data was analyzed in frequency, percentage, mean, standard deviation, and structural equation model. The results revealed that 1) the important level of the application guidelines for applying automated production systems in small and medium enterprises in overview was high. In terms of considering each part which are employee centricity, internal cost, innovation technology, and collaboration, the important level was at the high level in all 4 parts. 2) the analysis result of the structural equation model had passed the assessment criteria in concordance with the empirical data. It can conclude that 2.1) collaboration directly statistically significant influence on employee centricity and internal cost at the level of 0.001, and innovation technology at statistically significant at the level of 0.01, 2) employee centricity directly statistically significant influence on innovation technology at the level of 0.001, and 3) innovation technology now statistically significant influence on internal cost at the level of 0.05. Therefore, it shows that the guidelines for applying automated production systems are consistent with empirical data.

Keywords: Structure Equation Modeling, Automated Production System, Small and Medium Enterprises



บทนำ

ท่ามกลางกระแสการเปลี่ยนแปลงของเศรษฐกิจอุตสาหกรรมประเทศไทยมีการยกระดับอุตสาหกรรมภายในประเทศไปสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 (Industrial 4.0) โดยที่ผ่านมภาคอุตสาหกรรมไทยมีการพัฒนารูปแบบทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ประเทศไทย 1.0 เน้นด้านเกษตรกรรมจนถึงประเทศไทย 2.0 เน้นอุตสาหกรรมเบา และประเทศไทย 3.0 เน้นอุตสาหกรรมหนัก ในช่วงระยะแรก (พ.ศ. 2500 - พ.ศ. 2536) เศรษฐกิจไทยมีการเติบโตอย่างต่อเนื่องอยู่ที่ร้อยละ 7 - 8% ต่อปี ในช่วงถัดมา (พ.ศ. 2537 - ปัจจุบัน) เศรษฐกิจประเทศไทยโตเพียงร้อยละ 3 - 4% ต่อปีเท่านั้น ทำให้ประเทศไทยติดกับดักประเทศรายได้ปานกลาง (Middle Income Trap) มานานกว่าสองทศวรรษสาเหตุมาจากประเทศไทยมีขีดความสามารถในการพัฒนาและผลิตนวัตกรรมค่อนข้างต่ำ รวมทั้งความแพร่หลายในการใช้เทคโนโลยีเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ยังไม่เพียงพอต่อการผลักดันให้ประเทศไปสู่ประเทศที่มีรายได้สูง (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2559)

การปรับเปลี่ยนระดับรายได้ประเทศไทยให้สูงขึ้นนั้นจะต้องนำนวัตกรรมเทคโนโลยีเข้ามาเชื่อมต่อกับกระบวนการผลิตสินค้าให้สามารถพัฒนารูปแบบการผลิตเป็นการยกระดับศักยภาพของกระบวนการผลิตแบบเดิมที่ใช้แรงงานคนให้เป็นแบบอัตโนมัติ (Automation) ให้เกิดการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันได้อย่างอัตโนมัติและเป็นอิสระ (สุภาวัลย์ เชาว์พาณิชย์เจริญ และสถาพร โอภาสานนท์, 2561) ที่ผ่านมภาคอุตสาหกรรมการผลิตของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ในประเทศเป็นการผลิตเพื่อส่งออกและบริโภคภายในประเทศเป็นภาคอุตสาหกรรมที่มีบทบาทและมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศเป็นอย่างมาก แต่ในปัจจุบันเผชิญกับปัญหาและอุปสรรคใน หลาย ๆ ด้านที่จะเพิ่มศักยภาพการผลิตให้สูงขึ้น เช่น ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตของประเทศไทยยังพึ่งพาแรงงานจำนวนมากทำให้สูญเสียความได้เปรียบทางการแข่งขัน ด้านเทคโนโลยีในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ยังคงใช้เทคโนโลยีเดิม ๆ ที่ติดมากับเครื่องจักรส่งผลให้ผลิตภาพการผลิตลดลง ด้านต้นทุนในการผลิตต่อหน่วยค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับคู่แข่งที่ใช้ระบบอัตโนมัติในการผลิต การปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตให้ยกระดับความสามารถในการแข่งขันของภาคอุตสาหกรรมให้สูงขึ้นต้องใช้เงินทุน และการสนับสนุนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมนั้น ๆ ควรให้การสนับสนุนและแนะนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ให้แก่สมาชิกในอุตสาหกรรม และเพิ่มพูนความรู้ของพนักงานในการใช้เทคโนโลยีเหล่านั้น นอกจากนี้การสร้างเครือข่ายความร่วมมือกับหน่วยงานภายนอกในการนำเทคโนโลยีการผลิตแบบอัตโนมัติมาใช้นั้น ควรได้รับการประสานงานร่วมกับภาครัฐเพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการดำเนินงานและมีทิศทางการทำงานที่ชัดเจนมากขึ้น ทำให้ผู้ประกอบการต้องมีการปรับตัวและมีมาตรการมารองรับการเปลี่ยนแปลงของภาคการผลิตให้เป็นโรงงานอัจฉริยะที่สามารถตัดสินใจผ่านระบบ



อัตโนมัติ เพื่อมุ่งสู่การสร้างประสิทธิภาพและคุณภาพในระบบการผลิตที่มีความยืดหยุ่นสูง (Roblek, V. et al, 2016)

จากความสำคัญที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า ภาพรวมของการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตได้มีการเปลี่ยนผ่านไปตามสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจอุตสาหกรรม และเทคโนโลยีที่เปลี่ยนไปอย่างมากมีการแลกเปลี่ยนข้อมูล และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการกระบวนการผลิตสู่ความเป็นโรงงานอัจฉริยะ (GTAI, 2014) ภาคอุตสาหกรรมไทยจำเป็นต้องมีการปรับตัวครั้งสำคัญเพื่อรองรับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการผลิตสมัยใหม่ ทำให้เกิดแนวคิดสนับสนุนอุตสาหกรรมไทยสู่อุตสาหกรรม 4.0 โดยสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยได้มีการจัดทำยุทธศาสตร์อุตสาหกรรม 4.0 ที่ประกอบด้วยแนวทางการพัฒนา 4 ด้าน ซึ่งได้แก่ 1) ส่งเสริมพัฒนาผู้ประกอบการให้เข้าถึงและได้ใช้ระบบอัตโนมัติและเทคโนโลยีสารสนเทศ 2) ส่งเสริมพัฒนาและสร้างบุคลากรภาคบริการอุตสาหกรรม 3) ส่งเสริมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานภาคอุตสาหกรรมเพื่อเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 และ 4) สร้างกลไกตอบสนองความต้องการใช้ด้านเทคโนโลยีของภาคผู้ผลิต (สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2559)

ดังนั้นการศึกษาหาแนวทางการนำระบบการผลิตแบบอัตโนมัติประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม จึงเป็นเพิ่มศักยภาพอุตสาหกรรมให้ปรับเปลี่ยนระบบการผลิตมาใช้เป็นระบบการผลิตอัตโนมัติที่ทันสมัย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและผลผลิต ลดต้นทุน ให้มีความสามารถในการแข่งขันและเพิ่มประสิทธิภาพด้านการผลิตเป็นแนวทางการเพิ่มศักยภาพพร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรม 4.0 เพื่อนำไปสู่การวางแผนในการพัฒนาและเตรียมความพร้อมของสถานประกอบการให้สามารถสร้างศักยภาพอย่างแข็งแกร่งต่อไปในอนาคต ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำเนินงานในองค์กรให้ ประสบความสำเร็จและมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับความสำคัญของแนวทางการนำระบบการผลิตอัตโนมัติ มาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม
2. เพื่อพัฒนาแบบจำลองสมการโครงสร้างแนวทางการนำระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ มาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบผสมผสาน ประกอบไปด้วย 3 ส่วนได้แก่ การวิจัยเชิงคุณภาพ ใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก การวิจัยเชิงปริมาณใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) และการวิจัยเชิงคุณภาพอีกครั้งในการจัดสนทนากลุ่ม เพื่อยืนยันความถูกต้องของตัวแบบในครั้งนี้ โดยวิธีการดำเนินการวิจัยประกอบไปด้วย



1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1.1 การวิจัยเชิงคุณภาพด้วยเทคนิคการสัมภาษณ์เชิงลึก เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลสำคัญสำหรับเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถามในประเด็นด้านพนักงานเป็นศูนย์กลาง ด้านต้นทุนภายใน ด้านนวัตกรรมเทคโนโลยี และด้านความร่วมมือ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 9 คน ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) ประกอบด้วยกลุ่มผู้ประกอบการหรือผู้บริหารของธุรกิจอุตสาหกรรม กลุ่มภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และกลุ่มนักวิชาการ

1.2 การวิจัยเชิงปริมาณ คือ ผู้ประกอบการหรือผู้บริหารในองค์การธุรกิจอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม ในภาคการผลิตจำนวน 86,372 ราย (สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, 2563) การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างใช้เกณฑ์ของงานวิจัยประเภทการวิเคราะห์องค์ประกอบหรือแบบจำลองสมการโครงสร้าง ซึ่งได้กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างในระดับดีมากไว้จำนวน 500 ตัวอย่าง เป็นการสำรวจข้อมูลเพื่อนำมาสร้างแบบจำลองสมการโครงสร้างแนวทางการนำระบบการผลิตอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม (ธำนิษฐ์ ศิลป์จารุ, 2563)

1.3 การวิจัยเชิงคุณภาพด้วยเทคนิคการสนทนากลุ่ม (Focus Group) เพื่อรับรองตัวแบบจำลองสมการโครงสร้างแนวทางการนำระบบการผลิตอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 11 คน ประกอบด้วยกลุ่มผู้ประกอบการหรือผู้บริหารของธุรกิจอุตสาหกรรม กลุ่มภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และกลุ่มนักวิชาการใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

2.1 การวิจัยเชิงคุณภาพด้วยเทคนิคการสัมภาษณ์เชิงลึก (In - Dept Interview) เครื่องมือที่ใช้แบบสัมภาษณ์ลักษณะแบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องได้กำหนดแนวทางการสัมภาษณ์ไว้ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบด้านพนักงานเป็นศูนย์กลาง องค์ประกอบด้านต้นทุนภายใน องค์ประกอบด้านนวัตกรรมเทคโนโลยี และองค์ประกอบด้านความร่วมมือ

2.2 การวิจัยเชิงปริมาณใช้แบบสอบถาม จากการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) จากการสัมภาษณ์เชิงลึก นำมาสร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับระดับความสำคัญของแนวทางการนำระบบผลิตแบบอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มีข้อคำถาม 100 ข้อ ซึ่งมีเกณฑ์ในการกำหนดค่าของน้ำหนักการประเมินตามวิธีของ ลิเคิร์ท (Likert, R., 1967)

2.3 การวิจัยเชิงคุณภาพด้วยเทคนิคการสนทนากลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบบันทึกการสนทนา โดยมีผู้ดำเนินการสนทนากลุ่มเป็นผู้คอยเสนอประเด็นใน



การสนทนา เพื่อให้เกิดแนวคิดและแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นหรือแนวทางการสนทนาอย่างกว้าง

3. การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

3.1 แบบสัมภาษณ์ ลักษณะแบบมีโครงสร้างที่พัฒนาขึ้น จากการทบทวนวรรณกรรม ได้ผ่านการตรวจสอบจากคณะกรรมการที่ทางคณะบริหารธุรกิจแต่งตั้ง ให้ใช้เป็นแบบสัมภาษณ์ได้

3.2 แบบสอบถามที่พัฒนาขึ้นได้ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน โดยผลการตรวจสอบได้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย (Index of Item - Objective Congruence: IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00 และผลการนำเครื่องมือไปทดลองใช้ (Try Out) กับกลุ่มประชากรที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับประชากรที่ต้องการศึกษาจำนวน 30 คน จากนั้นนำผลที่ได้จากการทดลองใช้ (Try Out) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) เท่ากับ 0.989 เป็นไปตามเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพ แสดงว่าแบบสอบถามมีคุณภาพสามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างได้ (Cronbach, L. J, 1990)

4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ใช้กับแบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check - List) โดยวิธีการหาค่าความถี่ (Frequency) แล้วสรุปมาเป็นร้อยละ (Percentage) สำหรับแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ใช้วิธีหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) ส่วนแบบปลายเปิดใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

4.2 สถิติเชิงพหุ (Multivariate Statistic) ใช้วิเคราะห์และพัฒนาแบบจำลองสมการโครงสร้าง (Structure Equation Model: SEM) ซึ่งแบบจำลองต้องผ่านการปรับแต่งค่าองค์ประกอบหรือตัวแปรแฝง (Latent Variable Adjustment) ในทุกตัวของงานวิจัยให้มีความสมบูรณ์โดยทำการประเมินความสอดคล้องของแบบจำลองจนแต่ละองค์ประกอบหรือตัวแปรแฝงทุกตัวมีค่าความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เป็นไปตามเกณฑ์ทุกตัว โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล ทางสถิติขั้นสูง AMOS

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (ฮานินท์ ศิลป์จารุ, 2563)

การประเมินความสอดคล้องของโมเดล	เกณฑ์	การพิจารณา
1. CMIN- p (ค่าระดับความน่าจะเป็นของไคสแควร์) Chi-square Probability Level	$p > 0.05$	ค่า p ต้องมากกว่า 0.05 ค่า p ยิ่งมากยิ่งดี
2. CMIN/df (ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์) Relative Chi-square	< 3	ค่า CMIN/df ต้องน้อยกว่า 3 ค่า CMIN/df ต้องน้อยกว่า 3



การประเมินความสอดคล้องของโมเดล	เกณฑ์	การพิจารณา
3. GFI (ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง) Goodness of fit Index	> 0.90	ค่า GFI ต้องมากกว่า 0.90 ค่า GFI เข้าใกล้ 1 ยิ่งดี
4. RMSEA (ค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของการ ประมาณค่าความคลาดเคลื่อน) Root Mean Square Error of Approximation)	< 0.08	ค่า RMSEA ต้องน้อยกว่า 0.08 ค่า RMSEA เข้าใกล้ 0 ยิ่งดี

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1 การวิจัยเชิงคุณภาพ ด้วยเทคนิคการสัมภาษณ์เชิงลึก (In - dept Interview) กำหนดประเด็นในการสนทนา ติดต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเข้าสัมภาษณ์ การดำเนินการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญตามโครงสร้างที่ได้กำหนดและทำการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นำไปวิเคราะห์สร้างแบบสอบถามต่อไป

5.2 การวิจัยเชิงปริมาณ การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างใช้เกณฑ์ของงานวิจัยประเภทการวิเคราะห์องค์ประกอบหรือแบบจำลองสมการโครงสร้าง ซึ่งได้กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในระดับดีมากจำนวน 500 ตัวอย่าง (Comrey, A. L. & Lee, H. B, 1992) ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน ประกอบด้วยขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม และขั้นตอนการสุ่มอย่างมีระบบ ติดต่อขอความอนุเคราะห์ตอบแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่าง หากไม่สะดวกให้เข้าพบจะใช้วิธีการส่งแบบสอบถามและรับกลับทางไปรษณีย์ หรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์

5.3 การวิจัยเชิงคุณภาพด้วยเทคนิคการสนทนากลุ่ม (Focus Group) ติดต่อผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อขอความอนุเคราะห์ขอความร่วมมือเข้าร่วมในการให้ข้อมูลในการสนทนากลุ่มในประเด็นขององค์ประกอบด้านพนักงานเป็นศูนย์กลาง องค์ประกอบด้านต้นทุน องค์ประกอบด้านนวัตกรรมเทคโนโลยี และองค์ประกอบด้านความร่วมมือ ทำการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสนทนาจากผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

6. สมมติฐานการวิจัย

สมมติฐานที่ 1 (H1) องค์ประกอบด้านความร่วมมือ ส่งอิทธิพลทางตรงต่อองค์ประกอบด้านพนักงานเป็นศูนย์กลาง

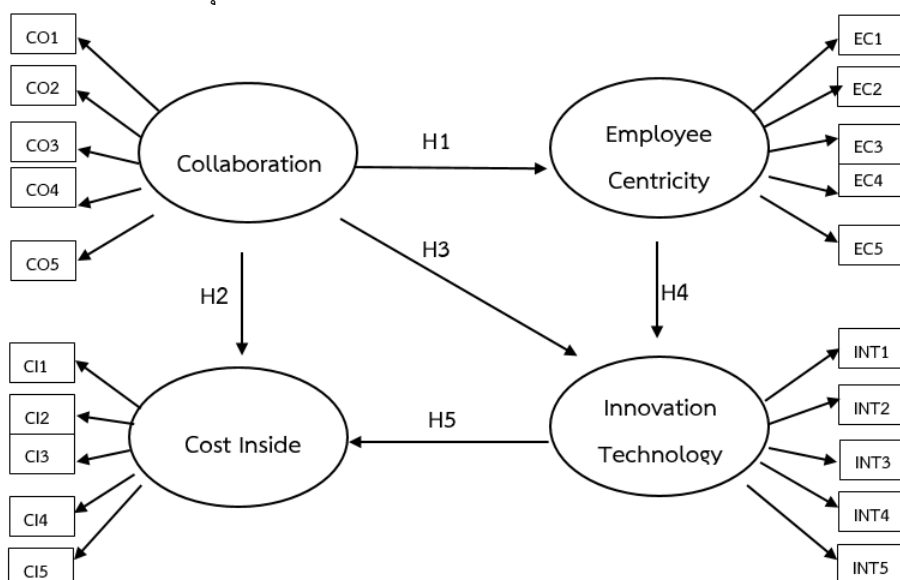
สมมติฐานที่ 2 (H2) องค์ประกอบด้านความร่วมมือ ส่งอิทธิพลทางตรงต่อองค์ประกอบด้านต้นทุนภายใน

สมมติฐานที่ 3 (H3) องค์ประกอบด้านความร่วมมือ ส่งอิทธิพลทางตรงต่อองค์ประกอบด้านนวัตกรรมเทคโนโลยี

สมมติฐานที่ 4 (H4) องค์ประกอบด้านพนักงานเป็นศูนย์กลาง ส่งอิทธิพลทางตรงต่อองค์ประกอบด้านนวัตกรรมเทคโนโลยี



สมมติฐานที่ 5 (H5) องค์ประกอบด้านนวัตกรรมเทคโนโลยี ส่งอิทธิพลทางตรงต่อองค์ประกอบด้านความต้นทุนภายใน



ภาพที่ 1 สมมติฐานของการวิจัย

ผลการวิจัย

1. สถานภาพโดยทั่วไปขององค์การธุรกิจอุตสาหกรรม พบว่า โดยมีลักษณะการประกอบธุรกิจอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เป็นกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์และขนส่ง (คิดเป็นร้อยละ 33.40) สำหรับระยะเวลาในการเปิดดำเนินธุรกิจขององค์การส่วนใหญ่ระยะเวลา 10 - 20 ปี (คิดเป็นร้อยละ 39.40) ทุนจดทะเบียนมูลค่า 10 - 50 ล้านบาท (คิดเป็นร้อยละ 46.80) และได้รับรางวัลด้านคุณภาพ (คิดเป็นร้อยละ 93.40)

2. ระดับความสำคัญของแนวทางการนำระบบการผลิตอัตโนมัติประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม ดังนี้

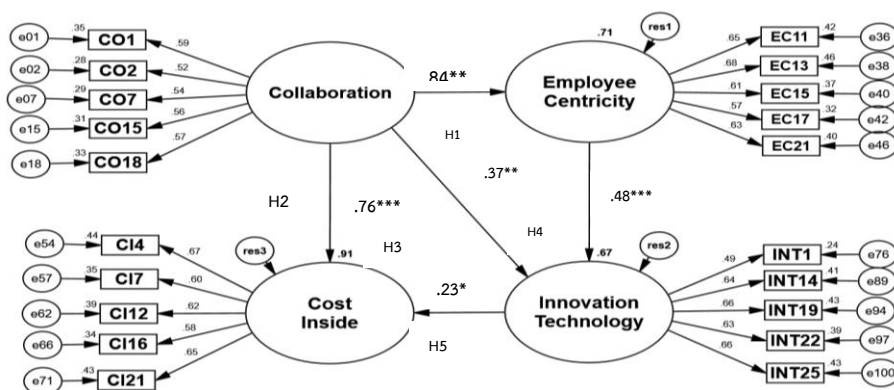
ตารางที่ 2 ระดับความสำคัญของแนวทางการนำระบบการผลิตแบบอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม โดยภาพรวมและรายด้าน

แนวทางการนำระบบการผลิตแบบอัตโนมัติประยุกต์ใช้ใน อุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความสำคัญ
1. ด้านพนักงานเป็นศูนย์กลาง	4.08	0.51	มาก
2. ด้านต้นทุนภายใน	3.98	0.54	มาก
3. ด้านนวัตกรรมเทคโนโลยี	4.07	0.51	มาก
4. ด้านความร่วมมือ	3.93	0.53	มาก
ภาพรวม	4.02	0.46	มาก



จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญของแนวทางการนำระบบการผลิตแบบอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม โดยภาพรวมให้ความสำคัญกับแนวทางการนำระบบการผลิตแบบอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมอยู่ในระดับ มาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.02 สำหรับผลการพิจารณาเป็นรายด้าน ได้แก่ ด้านพนักงานเป็นศูนย์กลาง ให้ความสำคัญอยู่ในระดับ มาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.08 ด้านต้นทุนภายใน ให้ความสำคัญอยู่ในระดับ มาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.98 ด้านนวัตกรรมเทคโนโลยี ให้ความสำคัญอยู่ในระดับ มาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 และด้านความร่วมมือ ให้ความสำคัญอยู่ในระดับ มาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.93

3. ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้างแนวทางการนำระบบการผลิตแบบอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม ดังนี้



Chi-square = 172.770, df = 165, p = .324
CMIN/DF = 1.047, GFI = .966, RMSEA = .010

ภาพที่ 2 แบบจำลองสมการโครงสร้างแนวทางการนำระบบการผลิตแบบอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมในโหมด Standardized Estimate หลังการปรับปรุงตัวแบบ

จากภาพที่ 2 แสดงรายละเอียดของแบบจำลองสมการโครงสร้างแนวทางการนำระบบการผลิตแบบอัตโนมัติประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมภายหลังการปรับปรุงตัวแบบตามแนวของ Arbuckle พบว่า ผ่านตามเกณฑ์การประเมินมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ปรากฏผลดังนี้

องค์ประกอบด้านความร่วมมือ (Collaboration) พบว่า มีค่าความแปรปรวน 0.26 โดยส่งอิทธิพลทางตรงต่อองค์ประกอบด้านพนักงานเป็นศูนย์กลาง (Employee Centricity) ที่ค่าน้ำหนัก (Standard Regression Weights) 0.84 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณยกกำลังสอง (R^2) 0.71 ค่าความแปรปรวน 0.08 และส่งอิทธิพลทางตรง



ต่อองค์ประกอบด้านต้นทุนภายใน (Cost Inside) ที่ค่าน้ำหนัก (Standard Regression Weights) 0.76 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณยกกำลังสอง (R^2) 0.91 ค่าความแปรปรวน 0.03 และส่งอิทธิพลทางตรงต่อองค์ประกอบด้านนวัตกรรมเทคโนโลยี (Innovation Technology) ที่ค่าน้ำหนัก (Standard Regression Weights) 0.37 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณยกกำลังสอง (R^2) 0.67 ค่าความแปรปรวน 0.05

องค์ประกอบด้านพนักงานเป็นศูนย์กลาง (Employee Centricity) พบความแปรปรวน 0.08 โดยส่งอิทธิพลทางตรงกับองค์ประกอบด้านนวัตกรรมเทคโนโลยี (Innovation Technology) ที่ค่าน้ำหนัก (Standardized Regression Weight) 0.48 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณยกกำลังสอง (R^2) 0.67 ค่าความแปรปรวน 0.05

องค์ประกอบด้านนวัตกรรมเทคโนโลยี (Innovation Technology) พบความแปรปรวน 0.05 โดยส่งอิทธิพลทางตรงกับองค์ประกอบด้านต้นทุนภายใน (Cost Inside) ที่ค่าน้ำหนัก (Standardized Regression Weight) 0.23 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณยกกำลังสอง (R^2) 0.91 ค่าความแปรปรวน 0.03

ผลการทดสอบสมมติฐานการวิจัยเพื่อวิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรแฝงในแบบจำลองสมการโครงสร้างแนวทางการนำระบบการผลิตอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม ปรากฏผลดังนี้

สมมติฐานที่ 1 (H1) : ผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า องค์ประกอบด้านความร่วมมือส่งอิทธิพลทางตรง ต่อองค์ประกอบด้านพนักงานเป็นศูนย์กลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 มีค่า Standardized Regression Weight = 0.84 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 2 (H2) : ผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า องค์ประกอบด้านความร่วมมือส่งอิทธิพลทางตรง ต่อองค์ประกอบด้านต้นทุนภายใน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 มีค่า Standardized Regression Weight = 0.76 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 3 (H3) : ผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า องค์ประกอบด้านความร่วมมือส่งอิทธิพลทางตรงต่อองค์ประกอบด้านนวัตกรรมเทคโนโลยี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 มีค่า Standardized Regression Weight = 0.37 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่ 4 (H4) : ผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า องค์ประกอบด้านพนักงานเป็นศูนย์กลางส่งอิทธิพลทางตรงต่อองค์ประกอบด้านนวัตกรรมเทคโนโลยี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 มีค่า Standardized Regression Weight = 0.48 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้



สมมติฐานที่ 5 (H5) : ผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า องค์ประกอบด้านนวัตกรรมเทคโนโลยีส่งอิทธิพลทางตรงต่อองค์ประกอบด้านความต้นทุนภายใน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 มีค่า Standardized Regression Weight = 0.23 เป็นไปตามสมมติฐาน การวิจัยที่ตั้งไว้

4. ผลการวิจัยเชิงคุณภาพจากการสนทนากลุ่ม (Focus Group) จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 11 คน เพื่อรองรับตัวแบบจำลองสมการโครงสร้างแนวทางการนำระบบการผลิตอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม ผลการสนทนากลุ่ม ที่ประชุมมีมติเป็นเอกฉันท์รับรองตัวแบบสมการโครงสร้างของงานวิจัยครั้งนี้ โดยผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะ คือ การนำระบบการผลิตแบบอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมได้นั้น นอกจากความร่วมมือจากภายนอกองค์กรที่ให้การสนับสนุนทั้งภาครัฐ สถาบันและมหาวิทยาลัยที่ให้การสนับสนุนทั้งด้านนวัตกรรมเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง ความร่วมมือภายในองค์กรก็มีส่วนสำคัญในการนำระบบการผลิตแบบอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ ซึ่งผู้บริหารต้องให้ความสำคัญกับการอบรมพัฒนาความรู้เกี่ยวกับระบบการผลิตแบบอัตโนมัติให้กับพนักงาน เพื่อให้ได้มาซึ่งต้นทุนในการผลิตที่ลดลง (Cost Reduction) และปริมาณของงานเพิ่มมากขึ้น (Productivity) ส่งผลให้องค์กรได้กำไรเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับการนำเทคโนโลยีระบบอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในการผลิต ทำให้ส่งเสริมอุตสาหกรรมไทยเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0

อภิปรายผล

1. ระดับความสำคัญของแนวทางการนำระบบอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม โดยภาพรวมให้ความสำคัญอยู่ในระดับมาก ผู้ประกอบการเห็นว่าการติดตั้งระบบอัตโนมัติในการผลิตช่วยให้เพิ่มผลผลิตและประสิทธิภาพในการผลิตสามารถแก้ปัญหาด้านขาดแคลนแรงงาน และลดต้นทุนการผลิต และเป็นไปตามหลักการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบ (Otto, J. et al, 2014) ซึ่งระบบการผลิตแบบอัตโนมัติมีความสามารถในการผลิตสินค้าให้มีคุณภาพสูงขึ้น เพิ่มความหลากหลายของสินค้า มีจำนวนของเสียน้อยลงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต (Productivity) สามารถลดต้นทุนด้านต่าง ๆ ให้กับสถานประกอบการได้ 10 - 70% (Berger, R., 2016)

2. ระดับความสำคัญของแนวทางการนำระบบอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม ในด้านพนักงานเป็นศูนย์กลางให้ความสำคัญอยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นว่าผู้บริหารควรมีความมุ่งมั่นในการจัดการทรัพยากรงบประมาณการลงทุนเกี่ยวกับพื้นฐานความรู้ด้านระบบอัตโนมัติให้กับพนักงาน และพัฒนาแรงงานที่มีอยู่เดิมแบบยกระดับ (Upskill) และปรับเปลี่ยนทักษะ (Reskill) เพื่อเตรียมความพร้อมของพนักงานภายในองค์กรในการนำระบบการผลิตแบบอัตโนมัติมาใช้ (Michael, R. et al, 2015) การพัฒนาทักษะพนักงานมีส่วนช่วยในการเปลี่ยนแปลงระบบการผลิตและการควบคุมโดยอัตโนมัติผ่านอุปกรณ์เทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาช่วยการทำงานของมนุษย์ได้แบบอัตโนมัติ (Buckenhüskes H. J.,



2015) องค์กรควรเร่งพัฒนาบุคลากรเพื่อเตรียมความพร้อมรับภาวะการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ส่วนหน่วยงานภาครัฐ/หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกำหนดนโยบายหรือแนวทางเพื่อวางแผนในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของประเทศ (ธนัชร ถวิลผล และคณะ, 2564)

3. แบบจำลองสมการโครงสร้างแนวทางการนำระบบอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม โดยองค์ประกอบด้านความร่วมมือ ส่งอิทธิพลทางตรงต่อองค์ประกอบด้านพนักงานเป็นศูนย์กลาง มีค่าน้ำหนักเส้นอิทธิพลสูงสุด แสดงให้เห็นว่า การสร้างเครือข่ายความร่วมมือกับภายนอกเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และเทคโนโลยีร่วมกันทั้งแบ่งปันการใช้ทรัพยากรร่วมกัน เช่น เครื่องจักร อุปกรณ์เพื่อลดต้นทุนในการดำเนินการ และแก้ไขปัญหาร่วมกัน มีการจัดฝึกอบรมเพิ่มทักษะความรู้ซึ่งมีผลต่อการทำงานร่วมกันถือเป็น การเพิ่มคุณค่าให้แก่องค์กรซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้องค์กรได้รับผลประโยชน์เพิ่มขึ้น นอกจากนี้พบว่าการสร้างเครือข่ายความร่วมมือกันในกลุ่มอุตสาหกรรมเพื่อแบ่งปันความรู้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตมีความเฉพาะเจาะจงได้มากขึ้น แบ่งปันทรัพยากรที่มีอยู่แก่กันและกันได้และส่งผลต่อไปยังการทำให้เกิดคุณค่าเพิ่มในการปฏิบัติงาน การแลกเปลี่ยนความรู้ที่เกิดขึ้นระหว่างองค์กรที่ทำงานด้านเดียวกันหรือใกล้เคียงกันย่อมทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกันได้ทำให้แก้ปัญหาที่สลับซับซ้อนจากการทำงาน ซึ่งการประสานความร่วมมือจะช่วยทำให้เกิดประสิทธิภาพในการดำเนินงานดีขึ้น (Lui & Huang, 2018) สรุปได้ว่าการรวมกลุ่มและสร้างคุณค่าในองค์กรให้ความสำคัญกับความร่วมมือภายในองค์กรส่งเสริมและสนับสนุนให้บุคลากรในองค์กรพัฒนาด้านต่าง ๆ ให้ครอบคลุม โดยเฉพาะการเพิ่มทักษะความรู้ให้กับพนักงาน ที่จะช่วยให้พนักงานมีทักษะที่สูงขึ้นในการรองรับการเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 รวมถึงการพัฒนาระบบการทำงานแบบอัตโนมัติที่ภาคอุตสาหกรรมไทยได้ให้การสนับสนุนโปรแกรมใน การทำงานร่วมกับหุ่นยนต์อัตโนมัติ ซึ่งจะสามารถช่วยเกี่ยวกับกระบวนการทำงานที่ซับซ้อนได้ดียิ่งขึ้น (Kura, K. M. et al, 2019) โดยมีทรัพยากรเป็นพื้นฐานในการสนับสนุนสามารถวางแผนและออกแบบโปรแกรมหรือกิจกรรมการพัฒนาาร่วมกันให้เหมาะสมและรองรับกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปในอนาคต (Rana, S. et al, 2016)

สรุป/ข้อเสนอแนะ

ธุรกิจอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมส่วนใหญ่เป็นกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์ ระยะเวลาในการเปิดดำเนินธุรกิจ 10 - 20 ปี ทุนจดทะเบียน 10 - 50 ล้านบาท เมื่อวิเคราะห์ระดับความสำคัญของแนวทางการนำระบบอัตโนมัติประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม พบว่า ด้านพนักงานเป็นศูนย์กลาง มีระดับความสำคัญสูงสุด โดยพนักงานในองค์กรมีความสำคัญอย่างมากควรได้รับการอบรมจากผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตแบบอัตโนมัติมาให้ความรู้และเพิ่มทักษะให้กับพนักงาน ส่วนผลการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้างแนวทางการนำระบบอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม พบว่า องค์ประกอบ



ด้านความร่วมมือ ส่งอิทธิพลทางตรงต่อองค์ประกอบด้านพนักงานเป็นศูนย์กลาง ที่มีค่าน้ำหนัก เส้นอิทธิพลสูงสุด ข้อเสนอแนะองค์การธุรกิจอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม สามารถนำผลการวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้เกี่ยวกับการวางแผนสนับสนุนส่งเสริมให้ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตแบบอัตโนมัติให้กับพนักงาน เพื่อนำมาปรับใช้ในการผลิตและยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ในระดับสากล เข้าร่วมกิจกรรมที่ทางภาครัฐหรือภาคเอกชนจัดขึ้นเพื่อแนวทางการปรับเปลี่ยนระบบการผลิตระบบอัตโนมัติ และจัดกิจกรรมประกวดเกี่ยวกับการนำระบบการผลิตอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ สร้างเครือข่ายความร่วมมือทั้งภายในและภายนอกเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ระหว่างกลุ่มผู้สร้างระบบอัตโนมัติกับกลุ่มผู้ใช้งาน เพื่อพัฒนาระบบการผลิตอัตโนมัติทำให้เกิดนวัตกรรมใหม่ ๆ เกิดขึ้นในองค์กร ผลลัพธ์ที่ตามมาเกี่ยวกับต้นทุนในการผลิตลดลงเป็นการเพิ่มขีดความสามารถให้กับสถานประกอบการและยกระดับอุตสาหกรรมไทย

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงอุตสาหกรรม. (2559). แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ระยะ 20 ปี (พ.ศ.2560 - 2579). เรียกใช้เมื่อ 1 กรกฎาคม 2563 จาก <http://www.oie.go.th/assets/portals/1/files/Industrial%20Master%20Plan/thailandindustrialdevelopmentStrategy4.0.pdf>
- ธนัชพร ถวิลผล และคณะ. (2564). แนวทางการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในองค์การธุรกิจอุตสาหกรรมสู่การเจริญเติบโตอย่างยั่งยืน. วารสารสังคมศาสตร์และมนุษยวิทยาเชิงพุทธ, 6(1), 272-284.
- ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2563). การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS และ AMOS. (พิมพ์ครั้งที่ 18). กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนสามัญปิซิเนสอาร์แอนด์ดี.
- สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. (2559). การยกระดับอุตสาหกรรมไทยสู่อุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0). เรียกใช้เมื่อ 19 เมษายน 2563 จาก <http://www.nfcrbr.or.th/site/attachments/article/81/White%20paper.pdf>
- สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. (2563). รายงานสถานการณ์ SMEs ปี 2563. เรียกใช้เมื่อ 15 กรกฎาคม 2563 จาก <http://www.sme.go.th/th/index.php/>
- สุภาวีย์ เชาวน์พาณิชย์เจริญ และสถาพร โอภาสานนท์. (2561). การพัฒนาตัวชี้วัดประสิทธิภาพเพื่อเตรียมความพร้อมเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ของสถานประกอบการชิ้นส่วนยานยนต์ไทยในระดับ First Tier. จุฬาลงกรณ์ธุรกิจปริทัศน์, 14(161), 2-40.
- Berger, R. (2016). Digital Factories: The Renaissance of the U.S. automotive Industry. Retrieved August 10, 2563, from https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_tab_digital_factories_20160217.pdf



- Buckenhüskes H. J. (2015). DLG-Expert report 5/2015: Industry 4.0 - Summary report. Retrieved May 5, 2563, from https://www.cenit.com/fileadmin/dam/Corporate/PDFs/2015_5_Expertenwissen_E.pdf
- Comrey, A. L. & Lee, H. B. (1992). A First Course in Factor Analysis. Hillsdale: NJ: Lawrence Erlbaum.
- Cronbach, L. J. (1990). Essentials of psychological testing 5th edpp. 202-204. New York: Harper Collins Publishers.
- GTAI. (2014). Industry 4.0 Smart Manufacturing for The Future. Retrieved ธันวาคม 8 , 2563, from <https://www.manufacturing-policy.eng.cam.ac.uk/documentsfolder/policies/Germany-industrie-4.0-smart-manufacturing-for-the-future-gtai/view>
- Kura, K. M. et al. (2019). Linking Human Resource Development Practices to Counterproductive work Behaviour: Does Employee Engagement Matter. Journal of African Business, 20(4), 472-488.
- Likert, R. (1967). The Method of Constructing and Attitude Scale In Reading in Fishbein, M (Ed. New York: Wiley & Son.
- Lui & Huang. (2018). Relationship governance mechanisms and collaborative performance: A relational life cycle perspective. Journal of Purchasing and Supply Management, 24(3), 260-273.
- Michael, R. et al. (2015). Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. Retrieved October 10, 2563, from <http://www.oica.net/category/production-statistics/>
- Otto, J. et al. (2014). Why cyber-physical production systems need descriptive engineering approach—a case study in plug & produce. Procedia Technology, 2014(15), 295-302.
- Rana, S. et al. (2016). Promoting self-directed learning in a learning organization: tools and practices. European Journal of Training and Development, 40(7) , 470-489.
- Roblek, V. et al. (2016). A complex view of Industry 4.0. SAGE Journal Author Gateway, 6(2), 1-11 .