

การยอมรับเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) ในระบบการผลิตแบบลีน เพื่อยกระดับสู่ระบบลีน 4.0 ของพนักงานในอุตสาหกรรมการผลิต จังหวัดชลบุรี The Acceptance of Internet of Things (IoT) Technology in Lean Manufacturing Systems to Elevate Towards Lean 4.0: A Study of Manufacturing Employees in Chonburi Province

Received: 18 July 2024

Revised: 31 August 2024

Accepted: 2 September 2024

ศรัญญา แสงลิ้มสุวรรณ, คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยบูรพา

กาญจนา ส่องวัฒนา, คณะเศรษฐศาสตร์และการลงทุน มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

บทคัดย่อ การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาและตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของแบบจำลองความสัมพันธ์เชิงสาเหตุการยอมรับเทคโนโลยี IoT ในระบบการผลิตแบบลีน เพื่อยกระดับสู่ระบบลีน 4.0 ของพนักงานในอุตสาหกรรมการผลิต จังหวัดชลบุรี กรอบแนวคิดพัฒนาจากแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (TAM) กลุ่มตัวอย่าง คือ พนักงานในอุตสาหกรรมการผลิต จังหวัดชลบุรี ที่ใช้ระบบการผลิตแบบลีน จำนวน 404 คน เก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้าง ผลการวิเคราะห์ พบว่า แบบจำลองความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และยังพบว่า สมรรถนะด้านดิจิทัลของพนักงานมีอิทธิพลเชิงบวกต่อการรับรู้ประโยชน์และความง่ายในการใช้เทคโนโลยี IoT ในขณะที่การรับรู้ความเสี่ยงมีอิทธิพลเชิงลบต่อการรับรู้ประโยชน์และความง่ายในการใช้เทคโนโลยี IoT นอกจากนี้ การรับรู้ประโยชน์และความง่ายในการใช้เทคโนโลยี IoT ยังมีอิทธิพลเชิงบวกต่อทัศนคติและความตั้งใจยอมรับเทคโนโลยี IoT อีกด้วย ผลการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อองค์กรในการวางแผนกลยุทธ์การบริหารจัดการเพื่อสนับสนุนการยอมรับเทคโนโลยี IoT มาใช้ในระบบการผลิตแบบลีน และยกระดับสู่ระบบลีน 4.0 ต่อไป

คำสำคัญ: การยอมรับเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) ระบบการผลิตแบบลีน ลีน 4.0
สมรรถนะด้านดิจิทัล การรับรู้ความเสี่ยง

Abstract This research aims to develop and validate a causal relationship model of Internet of Things (IoT) technology acceptance in lean manufacturing systems to elevate towards Lean 4.0 among employees in the manufacturing industry in Chonburi province. The conceptual framework was developed based on the Technology Acceptance Model (TAM). The sample consisted of 404 employees from manufacturing industries in Chonburi province and utilizing lean manufacturing systems. Data were collected through

questionnaires and analyzed using structural equation modeling. The analysis revealed that the developed causal relationship model was consistent with empirical data. Findings indicated that employees' digital competence positively influenced the perceived usefulness and ease of use of IoT technology, while perceived risk negatively affected perceived usefulness and ease of use of IoT technology. Moreover, perceived usefulness and ease of use of IoT technology positively influenced attitudes and intentions to accept IoT technology. This research will benefit organizations in strategic management planning to support the adoption of IoT technology in lean manufacturing systems and facilitate the transition to Lean 4.0.

Keywords: Internet of Things (IoT) technology acceptance, Lean manufacturing systems, Lean 4.0, Digital competence, Risk perception

บทนำ

ในยุคอุตสาหกรรม 4.0 เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) กำลังเปลี่ยนโฉมหน้าของภาคการผลิตทั่วโลก รวมถึงในประเทศไทย จากรายงานของสำนักงานพัฒนาอุตสาหกรรมดิจิทัล (2563) พบว่า มูลค่าตลาด IoT ในประเทศไทยมีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยในปี ค.ศ. 2022 มีมูลค่าประมาณ 45,000 ล้านบาท และคาดว่าจะเพิ่มเป็น 80,000 ล้านบาทภายในปี ค.ศ. 2025 โดยภาคอุตสาหกรรมการผลิตมีส่วนการใช้งาน IoT สูงที่สุดถึงร้อยละ 35 ของมูลค่าตลาด IoT ทั้งหมด

การบูรณาการเทคโนโลยี IoT เข้ากับระบบการผลิตแบบลีนและนำไปสู่แนวคิดลีน 4.0 จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดความสูญเสีย และตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้รวดเร็วและแม่นยำยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม การนำ IoT มาใช้ในระบบการผลิตแบบลีนมีความท้าทายหลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องการยอมรับของพนักงาน นอกจากนี้ ปัจจัยทักษะด้านดิจิทัลของพนักงานก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการยอมรับเทคโนโลยี IoT สอดคล้องกับรายงานของสำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ (2562) ที่ระบุว่า ผู้ประกอบการถึงร้อยละ 45 กล่าวว่า การขาดบุคลากรที่มีทักษะด้านดิจิทัลเป็นอุปสรรคสำคัญในการนำ IoT มาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ยิ่งไปกว่านั้น จากรายงานของธนาคารแห่งประเทศไทย (2564) ยังพบว่า แรงงานของไทยที่มีทักษะในการใช้ดิจิทัลเพื่อทำงานมีส่วนเพียงร้อยละ 36 ของแรงงานทั้งหมด สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญในการศึกษาถึงผลกระทบของสมรรถนะด้านดิจิทัลของพนักงานที่มีต่อการยอมรับเทคโนโลยี IoT ในการทำงาน

ในปัจจุบัน แม้ว่าการศึกษเกี่ยวกับการนำ IoT มาใช้ในภาคการผลิตมีแนวโน้มที่สูงขึ้น แต่ยังขาดการศึกษาที่เฉพาะเจาะจงในบริบทของการบูรณาการ IoT กับระบบการผลิตแบบลีน อีกทั้งยังขาดการศึกษาวิจัยที่บูรณาการปัจจัยด้านสมรรถนะดิจิทัลและการรับรู้ความเสี่ยงเข้ากับแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) ในบริบทของ IoT และระบบลีน ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งหวัง

ที่จะเติมเต็มช่องว่างในองค์ความรู้ที่มีอยู่ และให้ผลการวิจัยที่จะเป็นประโยชน์ต่อภาคอุตสาหกรรมการผลิตในจังหวัดชลบุรี เพื่อการวางแผนกลยุทธ์และแผนการบริหารจัดการเพื่อสนับสนุนการยอมรับเทคโนโลยี IoT และการพัฒนาบุคลากรให้พร้อมปรับตัวสู่ระบบสินค้า 4.0 อันจะนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและความยั่งยืนขององค์กรในระยะยาว

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแบบจำลองความสัมพันธ์เชิงสาเหตุการยอมรับเทคโนโลยี IoT ในระบบการผลิตแบบสินค้า เพื่อยกระดับสู่ระบบสินค้า 4.0 ของพนักงานในอุตสาหกรรมการผลิต จังหวัดชลบุรี
2. เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของแบบจำลองความสัมพันธ์เชิงสาเหตุการยอมรับเทคโนโลยี IoT ในระบบการผลิตแบบสินค้า เพื่อยกระดับสู่ระบบสินค้า 4.0 ของพนักงานในอุตสาหกรรมการผลิต จังหวัดชลบุรี ที่พัฒนาขึ้น กับข้อมูลเชิงประจักษ์

การทบทวนวรรณกรรม

ผู้วิจัยได้ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลจากทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) ในระบบการผลิตแบบสินค้าและสินค้า 4.0

IoT เป็นระบบเชื่อมต่ออุปกรณ์ผ่านอินเทอร์เน็ต ช่วยติดตามและรวบรวมข้อมูลการดำเนินงานอย่างแม่นยำ การนำ IoT มาใช้กับระบบการผลิตแบบสินค้า เพื่อยกระดับสู่สินค้า 4.0 เพิ่มประสิทธิภาพ ลดความสูญเปล่า และเพิ่มความยืดหยุ่นในการผลิต เช่น การใช้หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติที่ใช้ในการทำงานที่มีรูปแบบการทำงานซ้ำเดิมหรือมีความเสี่ยงสูง (Buer et al., 2018; Rosin et al., 2020) การใช้เซ็นเซอร์ในการติดตามและวิเคราะห์กระบวนการผลิตแบบเรียลไทม์ (Sanders et al., 2016) เป็นต้น

2. ทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Theory : TAM)

ทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Theory : TAM) ถูกพัฒนาขึ้นโดย Davis, Bagozzi, and Warshaw (1989) โดยแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model : TAM) ประกอบด้วย ปัจจัยภายนอก (External Variables) การรับรู้ถึงประโยชน์ (Perceived Usefulness) การรับรู้ถึงความง่าย (Perceived Ease of Use) ทศนคติต่อการใช้งาน (Attitude toward Using) ความตั้งใจในการแสดงพฤติกรรม (Behavior intention) และ พฤติกรรมการใช้จริง (Actual Use)

ด้านความเชื่อมโยงระหว่างเทคโนโลยี IoT ระบบสินค้า และแบบจำลอง TAM นั้น ในการบูรณาการเทคโนโลยี IoT เข้ากับระบบการผลิตแบบสินค้า เพื่อยกระดับไปสู่ระบบสินค้า 4.0 ให้ประสบความสำเร็จต้องได้รับการยอมรับจากพนักงาน ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงนำแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (TAM) มาเป็นกรอบแนวคิดการวิจัย ในบริบทของการใช้ IoT ในระบบสินค้าและสินค้า 4.0 (Rosin et al., 2020) รวมทั้งได้นำปัจจัยภายนอก ได้แก่ สมรรถนะด้านดิจิทัล และการรับรู้ความเสี่ยง มาศึกษาในแบบจำลอง TAM นี้ด้วย

3. สมรรถนะด้านดิจิทัลของพนักงาน (Digital Competency of Employees)

สมรรถนะด้านดิจิทัลประกอบด้วย ความรู้ทางดิจิทัล ทักษะทางดิจิทัล และคุณลักษณะภายในด้านดิจิทัล (เช่น ทักษะคิด แรงจูงใจ ลักษณะนิสัยที่เอื้อต่อการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล) (Van Deursen & Van Dijk, 2011; Van Laar et al., 2017) โดยสมรรถนะด้านดิจิทัลของพนักงานมีอิทธิพลเชิงบวกต่อการรับรู้ประโยชน์ของเทคโนโลยีสารสนเทศในการดำเนินการผลิตของ SMEs (Müller et al., 2018) และยังมีอิทธิพลเชิงบวกต่อการรับรู้ความง่ายในการใช้งานเทคโนโลยี (Shah et al., 2024)

4. การรับรู้ความเสี่ยงในการยอมรับเทคโนโลยี IoT (Perceived Risk of IoT Technology Acceptance)

การรับรู้ความเสี่ยงในการยอมรับเทคโนโลยี IoT คือ การที่พนักงานรับรู้ถึงความไม่แน่นอนหรือผลกระทบทางลบที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้เทคโนโลยี IoT ในกระบวนการผลิตแบบลีน โดยการรับรู้ความเสี่ยงมีอิทธิพลเชิงลบต่อการรับรู้ประโยชน์และความง่ายในการใช้เทคโนโลยี (Lee, 2018; Shah et al., 2024)

5. การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้เทคโนโลยี IoT (Perceived Ease of Use of IoT Technology)

การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้เทคโนโลยี IoT คือ ระดับความเชื่อมั่นของพนักงานว่าการทำงานร่วมกับเทคโนโลยี IoT ในกระบวนการผลิตแบบลีนเป็นเรื่องที่เรียนรู้ได้ง่าย มีขั้นตอนชัดเจน และสามารถปฏิบัติได้อย่างคล่องแคล่ว (Shah et al., 2024; Gao & Bai, 2014; Chuah et al., 2016) งานวิจัยในอดีตพบว่า การรับรู้ความง่ายและการรับรู้ประโยชน์ของเทคโนโลยี มีความสัมพันธ์ต่อกันในเชิงบวก (Gao & Bai, 2014; Shah et al., 2024) และการรับรู้ความง่ายในการใช้เทคโนโลยียังมีอิทธิพลเชิงบวกต่อทัศนคติในการยอมรับเทคโนโลยีอีกด้วย (Mital et al., 2018)

6. การรับรู้ประโยชน์ของ IoT ที่มีต่อระบบการผลิตแบบลีน (Perceived Usefulness of IoT for Lean Manufacturing Systems)

การรับรู้ประโยชน์ของเทคโนโลยี IoT ที่มีต่อระบบการผลิตแบบลีน หมายถึง การที่พนักงานเชื่อว่าการนำเทคโนโลยี IoT มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตแบบลีน จะช่วยเพิ่มผลผลิตภาพ ลดความสูญเสีย ลดต้นทุน ยกย่องคุณภาพ รวมทั้งเพิ่มความปลอดภัยในการทำงาน งานวิจัยในอดีตพบว่า การรับรู้ประโยชน์ของเทคโนโลยีมีอิทธิพลเชิงบวกต่อทัศนคติของพนักงานในการนำเทคโนโลยีมาใช้งาน (Corò, & Volp, 2020) และยังมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความตั้งใจในการนำเทคโนโลยีมาใช้งานอีกด้วย (Rosin et al., 2020; Tortorella et al., 2021; Shah et al., 2024)

7. ทัศนคติต่อการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้ในระบบการผลิตแบบลีน (Attitude toward Using IoT Technology in Lean Manufacturing Systems)

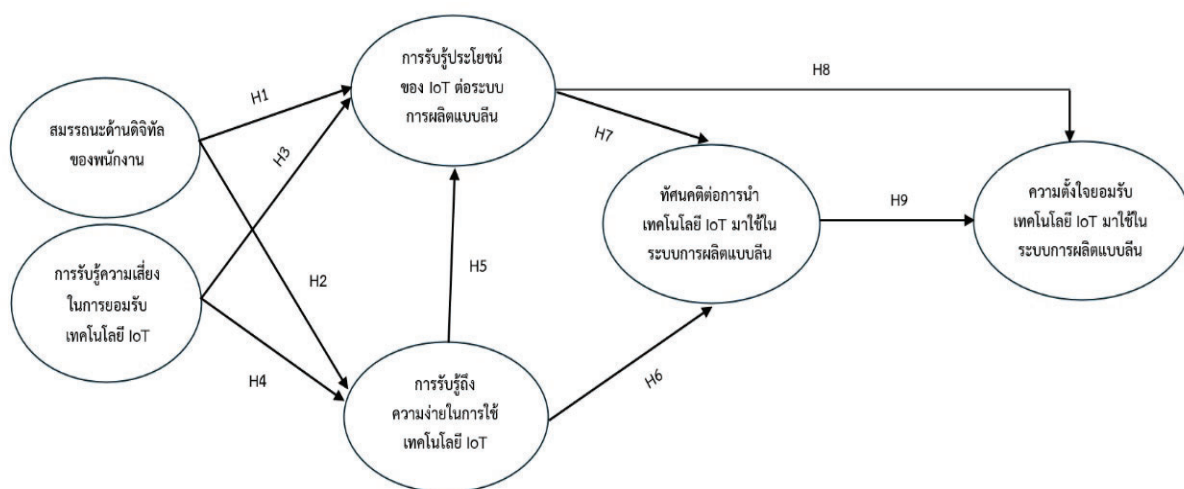
ทัศนคติต่อการนำเทคโนโลยี IoT หมายถึง ระดับความรู้สึกของพนักงานที่มีต่อการนำเทคโนโลยี IoT มาประยุกต์ใช้ในระบบการผลิตแบบลีน โดยพิจารณาความเหมาะสม ประโยชน์ หรือคุณค่าต่อการปฏิบัติงาน โดยทัศนคติที่ดีต่อการนำเทคโนโลยีมีอิทธิพลทางบวกต่อความตั้งใจในการยอมรับเทคโนโลยีมาใช้ในการทำงาน (Tortorella & Fettermann, 2018; Ghobakhloo & Fathi, 2019; Rosin et al., 2020)

8. ความตั้งใจยอมรับเทคโนโลยี IoT มาใช้ในระบบการผลิตแบบลีน (Intention to Accept IoT Technology in Lean Manufacturing Systems)

ความตั้งใจยอมรับเทคโนโลยี IoT มาใช้ในระบบการผลิตแบบลีน หมายถึง ความพร้อมของพนักงานในการยอมรับเทคโนโลยี IoT การแสวงหาความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี IoT และการให้ความร่วมมือในการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี IoT แก่ผู้อื่น ในช่วงเวลาที่ผ่านมา มีงานวิจัยหลายงานได้ศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยี IoT ในบริบทของอุตสาหกรรมการผลิต แต่ยังมีช่องว่างและข้อจำกัดที่ควรได้รับการศึกษาเพิ่มเติม เช่น งานวิจัยของ Kamble et al. (2019) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยี Industry 4.0 ในภาคการผลิตของอินเดีย โดยใช้แบบจำลอง UTAUT แต่การศึกษานี้ไม่ได้เจาะจงในบริบทของระบบการผลิตแบบลีนและไม่ได้พิจารณาถึงปัจจัยด้านสมรรถนะดิจิทัลของพนักงาน งานวิจัยของ Tortorella et al. (2021) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการนำ Industry 4.0 มาใช้และการปฏิบัติตามหลักการลีนในอุตสาหกรรมผลิตของบราซิล แต่เป็นการศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีในระดับองค์กรเท่านั้น รวมถึงการศึกษาของ Ghobakhloo et al. (2019) ที่ศึกษาถึงผลกระทบของการนำ IoT มาใช้ต่อประสิทธิภาพด้านความยั่งยืนในอุตสาหกรรมผลิต เป็นการศึกษาที่เน้นในระดับองค์กรเช่นกัน และไม่ได้พิจารณาปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยีในระดับพนักงาน ดังนั้นจากช่องว่างของงานวิจัยที่เคยศึกษามาในอดีต จึงนำมาสู่การกำหนดกรอบแนวคิดและสมมติฐานการวิจัยที่จะนำเสนอในลำดับถัดไป

กรอบแนวคิดและสมมติฐานการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัยนี้ประยุกต์จากแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model : TAM) ของ Davis, Bagozzi, และ Warshaw (1989) ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้กำหนดสมมติฐานการวิจัยไว้ดังนี้

H1: สมรรถนะด้านดิจิทัลของพนักงานมีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อการรับรู้ประโยชน์ของ IoT ที่มีต่อระบบการผลิตแบบลีน

H2: สมรรถนะด้านดิจิทัลของพนักงานมีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้เทคโนโลยี IoT

H3: การรับรู้ความเสี่ยงในการยอมรับเทคโนโลยี IoT ของพนักงานมีอิทธิพลทางตรงเชิงลบต่อการรับรู้ประโยชน์ของ IoT ที่มีต่อระบบการผลิตแบบลีน

H4: การรับรู้ความเสี่ยงในการยอมรับเทคโนโลยี IoT ของพนักงานมีอิทธิพลทางตรงเชิงลบต่อการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้เทคโนโลยี IoT

H5: การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้เทคโนโลยี IoT มีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อการรับรู้ประโยชน์ของ IoT ต่อระบบการผลิตแบบลีน

H6: การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้เทคโนโลยี IoT มีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อทัศนคติต่อการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้ในระบบการผลิตแบบลีน

H7: การรับรู้ประโยชน์ของ IoT ต่อระบบการผลิตแบบลีน มีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อทัศนคติต่อการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้ในระบบการผลิตแบบลีน

H8: การรับรู้ประโยชน์ของ IoT ต่อระบบการผลิตแบบลีน มีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อความตั้งใจยอมรับเทคโนโลยี IoT มาใช้ในระบบการผลิตแบบลีน

H9: ทัศนคติต่อการใช้เทคโนโลยี IoT ในระบบการผลิตแบบลีน มีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อความตั้งใจยอมรับเทคโนโลยี IoT มาใช้ในระบบการผลิตแบบลีน

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและตัวอย่าง

ประชากร คือ พนักงานที่ทำงานในอุตสาหกรรมการผลิตของจังหวัดชลบุรี และมีการใช้ระบบการผลิตแบบลีน และมีกลุ่มตัวอย่าง 404 คน ได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบ 2 ขั้นตอน (Two-Stage Sampling) ขั้นตอนที่ 1 การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบโควตา (Quota Sampling) เพื่อกำหนดสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างจากจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตที่ตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมแต่ละแห่งในเขตจังหวัดชลบุรี และขั้นตอนที่ 2 การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ พนักงานที่ทำงานในอุตสาหกรรมการผลิตของจังหวัดชลบุรี โดยมีหน้าที่งานเกี่ยวข้องกับระบบการผลิตขององค์กร และต้องมีการใช้ระบบลีนในการทำงาน การกำหนดขนาดตัวอย่างในงานวิจัยนี้เป็นไปตามเกณฑ์ของ Boomsma (1982, 1983, as cited in Schumacker & Lomax, 2016) ที่ระบุว่าควรมีจำนวนขั้นต่ำ 400 คน

เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือการวิจัย คือ แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ที่พัฒนาขึ้นตามนิยามศัพท์ของตัวแปรที่ศึกษา และนำมาตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือการวิจัยในประเด็น 1) การตรวจสอบ

ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) พบว่า ข้อคำถามทุกข้อมีความตรงเชิงเนื้อหา โดยมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 และ 2) การตรวจสอบค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยนำไปทดสอบ (Pre-Test) กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยจำนวน 30 คน พบว่า คำถามทั้ง 6 ด้าน มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Alpha's Cronbach) อยู่ระหว่าง 0.831 - 0.960 ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือ ต้องมีค่ามากกว่า 0.7 (Cronbach, 1990 อ้างถึงใน Bonett & Wright, 2014) หลังจากนั้นนำแบบสอบถามไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจริงผ่านช่องทางออนไลน์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้ใช้การวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling : SEM) เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันและทดสอบสมมติฐานการวิจัย โดยพิจารณาจากค่าดัชนีตรวจสอบความสอดคล้อง ได้แก่ ค่าสัมพัทธ์สถิติ ไค-สแควร์กับองศาอิสระ ($\chi^2/df. < 2.00$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI ≥ 0.90) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI ≥ 0.90) ดัชนีวัดระดับความเหมาะสมพอดีเชิงเกณฑ์ (NFI ≥ 0.90) ดัชนีที่แสดงการยอมรับของแบบจำลอง (TLI ≥ 0.90) ดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของส่วนเหลือ (RMR ≥ 0.05) และดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของการประมาณค่าความคลาดเคลื่อน (RMSEA ≥ 0.05) (Schumacker & Lomax, 2016, P.112)

การรับรองจริยธรรมการวิจัย

งานวิจัยนี้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา เลขที่ IRB2-052/2567

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคล

ตารางที่ 1 จำนวน และร้อยละของข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม (n = 404)

ข้อคำถาม	จำนวน	ร้อยละ
1. ตำแหน่งงาน		
พนักงานฝ่ายผลิต	133	32.9
พนักงานควบคุมเครื่องจักร	12	3.0
หัวหน้างานฝ่ายผลิต	75	18.6
วิศวกรฝ่ายผลิต	109	27.0
ผู้จัดการฝ่ายผลิต	41	10.1
เจ้าหน้าที่ควบคุมคุณภาพ	8	2.0
เจ้าหน้าที่ระบบไอที/สารสนเทศ	19	4.7
ผู้จัดการฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ	7	1.7
รวม	404	100.0

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	จำนวน	ร้อยละ
2. ฝ่ายงานที่สังกัด		
ฝ่ายผลิต	170	42.1
ฝ่ายวางแผนการผลิต	37	9.2
ฝ่ายวิจัยและพัฒนา	28	6.9
ฝ่ายวิศวกรรม	66	16.3
ฝ่ายควบคุมคุณภาพ	46	11.4
ฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ	19	4.7
ฝ่ายจัดซื้อ	11	2.7
ฝ่ายขนส่ง/โลจิสติกส์	8	2.0
ฝ่ายซ่อมบำรุง	19	4.7
รวม	404	100.0
3. ประเภทของอุตสาหกรรมการผลิต		
ยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์	166	41.2
เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	97	24.0
ยางและพลาสติก	50	12.4
โลหะขึ้นรูปและเครื่องจักร	47	11.6
ปิโตรเคมีและเคมีภัณฑ์	22	5.4
อาหาร ยา และเครื่องดื่ม	22	5.4
รวม	404	100.0
4. ประเภทของการใช้เทคโนโลยี IoT		
แอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับติดตามสถานะการผลิต หรือสถานะของงาน	157	8.8
อุปกรณ์สแกนบาร์โค้ดหรือคิวอาร์โค้ด	404	22.7
ระบบควบคุมประตูด่านการสแกนลายนิ้วมือ	355	19.9
ระบบการวิเคราะห์ข้อมูลและรายงานอัตโนมัติ	183	10.3
ระบบกล้องวงจรปิดพร้อมการวิเคราะห์ภาพ	190	10.7
อุปกรณ์สวมใส่สำหรับติดตามการเคลื่อนไหวของพนักงาน	34	1.9
หุ่นยนต์อัตโนมัติในกระบวนการผลิต	237	13.3
เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น แสง เสียง แรงสั่นสะเทือน ฯลฯ	182	10.2
ระบบติดตามตำแหน่งและการขนส่งสินค้าด้วย GPS	39	2.2
รวม*	1,781	100.0

หมายเหตุ * หมายถึง ข้อคำถามนี้สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

2. การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติของข้อมูล

การตรวจสอบคุณสมบัติของข้อมูลเพื่อให้สอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้เทคนิคการวิเคราะห์พหุตัวแปร (Multivariate Analysis) สำหรับโมเดลสมการโครงสร้าง ได้แก่

2.1 การตรวจสอบลักษณะการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล (Normality)

โดยดำเนินการตรวจสอบค่าความเบ้ (Skewness index) ค่าความโด่ง (Kurtosis index) และการตรวจสอบแผนภาพ Normal Q-Q plot พบว่า ตัวแปรแต่ละตัวมีลักษณะการแจกแจงแบบโค้งปกติ (Hair, et al., 2019 และ นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542)

2.2 การตรวจสอบความเป็นเอกพันธ์ของการกระจาย (Homoscedasticity)

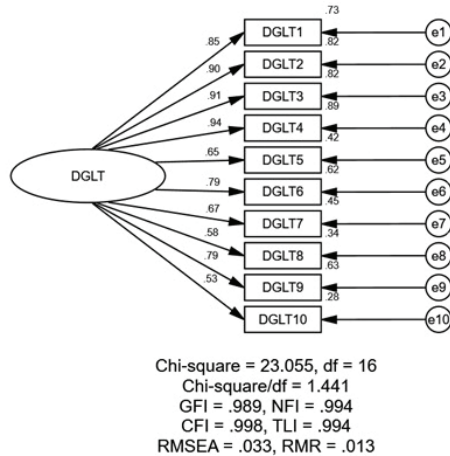
โดยการสร้างแผนภาพกระจายที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเศษที่เหลือ (Standardized Residual) กับค่าพยากรณ์ (Standardized Predicted Value) พบว่า ค่าเศษที่เหลือของตัวแปรแต่ละตัวมีการกระจายอย่างไม่มีแบบแผน และไม่พบว่าค่าเศษที่เหลือมีรูปแบบแนวโน้มไปในทางมากขึ้น หรือลดลงอย่างมีแบบแผน จึงสรุปได้ว่า ข้อมูลเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการมีเอกพันธ์ของการกระจาย (Hair, et al., 2019)

2.3 การตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linearity)

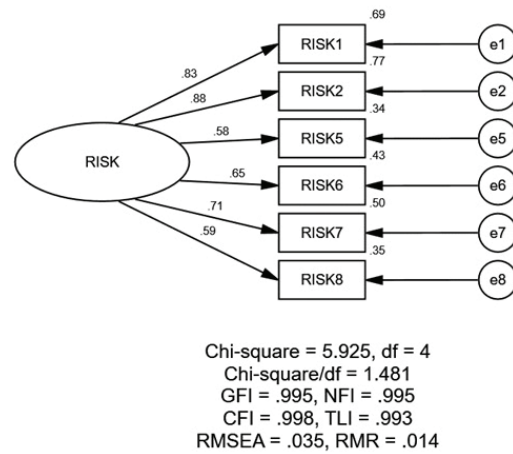
โดยการตรวจสอบแผนภาพกระจาย (Scatter plot) ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเศษที่เหลือ (Standardized Residual) กับตัวแปรอิสระแต่ละตัว (Independent Variable) พบว่า ค่าเศษที่เหลือมีการกระจายอย่างไม่มีแบบแผน และไม่พบว่าค่าเศษที่เหลือมีรูปแบบแนวโน้มไปในทางมากขึ้น หรือลดลงอย่างมีแบบแผน สรุปได้ว่า ข้อมูลเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Hair, et al., 2019 และ นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542)

3. การตรวจสอบโมเดลการวัด (Measurement model) ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA)

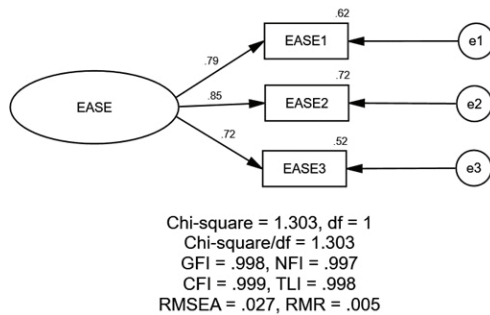
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดของตัวแปรแฝงทุกตัว พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยในแต่ละตัวแปรแฝง น้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้มีค่าเป็นบวกทุกตัวแปร ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 ดังแสดงในภาพที่ 2 ถึงภาพที่ 7



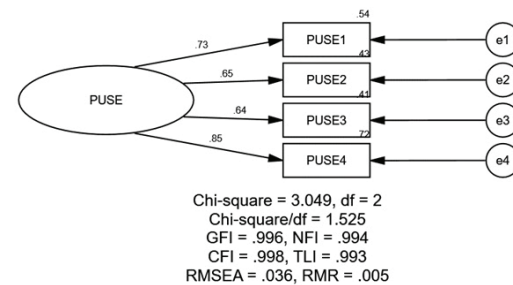
ภาพที่ 2 ผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบเชิงยืนยัน
 โมเดลการวัดของตัวแปรแฝงสมรรถนะ
 ด้านดิจิทัลของพนักงาน (DGLT)



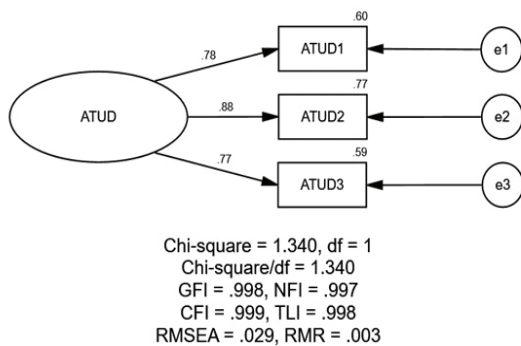
ภาพที่ 3 ผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบเชิงยืนยัน
 โมเดลการวัดของตัวแปรแฝงการรับรู้
 ความเสี่ยงในการยอมรับ IoT ของ
 พนักงาน (RISK)



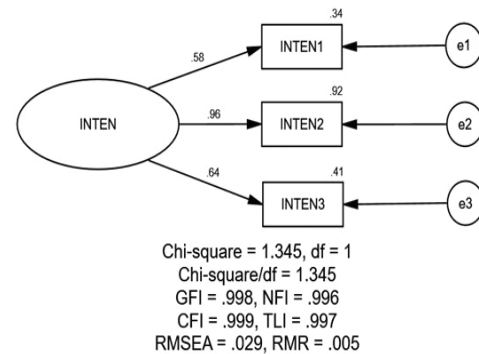
ภาพที่ 4 ผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบเชิงยืนยัน
 โมเดลการวัดของตัวแปรแฝงการรับรู้ถึง
 ความง่ายในการใช้ IoT (EASE)



ภาพที่ 5 ผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบเชิงยืนยัน
 โมเดลการวัดของตัวแปรแฝงการรับรู้ถึง
 ประโยชน์ในการใช้ IoT (PUSE)



ภาพที่ 6 ผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบเชิงยืนยัน
 โมเดลการวัดของตัวแปรแฝงทัศนคติต่อ
 การนำ IoT มาใช้ในระบบการผลิตแบบ
 ลีน (ATUD)



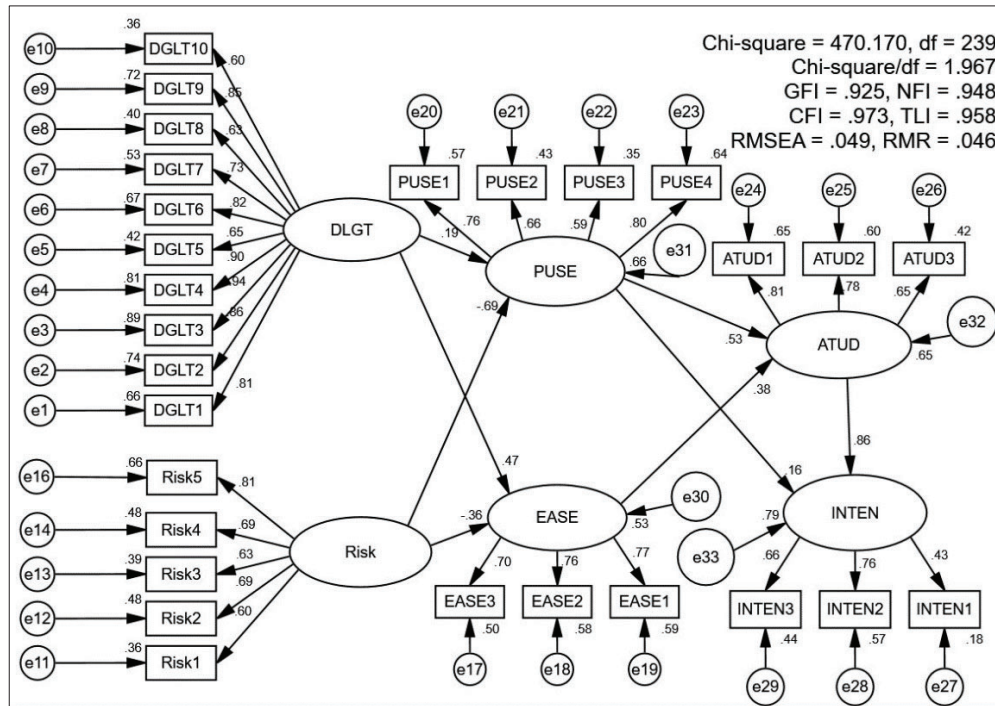
ภาพที่ 7 ผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบเชิงยืนยัน
 โมเดลการวัดของตัวแปรแฝงความตั้งใจ
 ยอมรับ IoT ในระบบการผลิตแบบลีน
 (INTEN)

4. การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA)

ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งพิจารณาได้จากค่า $\chi^2 = 355.330$, $df = 235$, $\chi^2/df = 1.512$, RMSEA = 0.036, RMR = 0.036, CFI = 0.986, TLI = 0.978, GFI = 0.942 และ NFI = 0.961 นำหนักองค์ประกอบมาตรฐานของตัวแปรมีค่าเป็นบวกทุกตัวแปร ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 ค่าความเที่ยงของตัวแปรแฝง (Construct reliability: CR) ได้แก่ DGLT, RISK, EASE, PUSE, ATUD และ INTEN มีค่าเท่ากับ 0.940, 0.858, 0.819, 0.801, 0.842 และ 0.764 ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ มีค่ามากกว่า 0.70 (Hair, et al., 2019) ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนที่ถูกสกัดได้ (Average variance extracted: AVE) ของตัวแปรแฝง ได้แก่ DGLT, RISK, EASE, PUSE, ATUD และ INTEN มีค่าเท่ากับ 0.617, 0.550, 0.603, 0.504, 0.641 และ 0.523 ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ มีค่ามากกว่า 0.50 (Hair, et al., 2019) แสดงให้เห็นว่าตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมดของแต่ละตัวแปรแฝงมีความเที่ยงเหมาะสมเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการทดสอบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุการยอมรับเทคโนโลยี IoT ในระบบการผลิตแบบลีน

5. ผลการวิเคราะห์แบบจำลองความสัมพันธ์เชิงสาเหตุการยอมรับเทคโนโลยี IoT ในระบบการผลิตแบบลีน

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองความสัมพันธ์เชิงสาเหตุการยอมรับเทคโนโลยี IoT ในระบบการผลิตแบบลีนที่ปรับแก้จากแบบจำลองสมมติฐานตามกรอบแนวคิดการวิจัย พบว่า แบบจำลองมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องดังนี้ $\chi^2/df = 1.967$, RMSEA = 0.049, RMR = 0.046, CFI = 0.973, TLI = 0.958, GFI = 0.948 และ NFI = 0.948 ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐานการวิจัย H10 นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R-Square : R^2) ของแบบจำลองความสัมพันธ์เชิงสาเหตุการยอมรับเทคโนโลยี IoT ในระบบการผลิตแบบลีน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ความตั้งใจยอมรับเทคโนโลยี IoT ในระบบการผลิตแบบลีน มีค่าเท่ากับ 0.789 แสดงว่า ตัวแปรทั้งหมดในแบบจำลองสามารถร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรความตั้งใจยอมรับเทคโนโลยี IoT ในระบบการผลิตแบบลีนได้ร้อยละ 78.9 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบจำลองและค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์แสดงได้ดังแสดงในภาพที่ 8 ส่วนผลการวิเคราะห์ค่าอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมของแบบจำลองที่ปรับแล้ว แสดงในตารางที่ 2 ดังนี้



ภาพที่ 8 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองความสัมพันธ์เชิงสาเหตุการยอมรับเทคโนโลยี IoT ในระบบการผลิตแบบลีนที่ปรับแก้

ตารางที่ 2 คำนวณกอิทธิพลตามแบบจำลองความสัมพันธ์เชิงสาเหตุการยอมรับเทคโนโลยี IoT ในระบบการผลิตแบบลีนที่ปรับแก้

ตัวแปร	EASE			PUSE			ATUD			INTEN		
	TE	DE	IE	TE	DE	IE	TE	DE	IE	TE	DE	IE
DGLT	0.474**	0.474**	-	0.192**	0.192**	-	0.282**	-	0.282**	0.274**	-	0.274**
RISK	-0.357**	-0.357**	-	-0.694**	-0.694**	-	-0.506**	-	-0.506**	-0.546**	-	-0.546**
EASE	-	-	-	-	-	-	0.380**	0.380**	-	0.327**	-	0.327**
PUSE	-	-	-	-	-	-	0.534**	0.534**	-	0.618**	0.158**	0.460**
ATUD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.862**	0.862**	-
$\chi^2 = 470.170, df = 239, \chi^2/df = 1.967, RMSEA = 0.049, RMR = 0.046, CFI = 0.973, TLI = 0.958, GFI = 0.948$ และ $NFI = 0.948$												
R^2 of EASE = 0.535, R^2 of PUSE = 0.662, R^2 of ATUD = 0.654, R^2 of INTEN = 0.789												

** Sig. < 0.01, TE = Total Effect, DE = Direct Effect, IE = Indirect Effect
หมายเหตุ อักษรย่อแทนตัวแปร ดังนี้

- DGLT หมายถึง สมรรถนะด้านดิจิทัลของพนักงาน
- RISK หมายถึง การรับรู้ความเสี่ยงในการยอมรับเทคโนโลยี IoT ของพนักงาน
- EASE หมายถึง การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้เทคโนโลยี IoT
- PUSE หมายถึง การรับรู้ประโยชน์ของ IoT ที่มีต่อระบบการผลิตแบบลีน
- ATUD หมายถึงทัศนคติต่อการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้ในระบบการผลิตแบบลีน
- INTEN หมายถึง ความตั้งใจยอมรับเทคโนโลยี IoT ในระบบการผลิตแบบลีน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตารางที่ 2 พบว่า

1) สมรรถนะด้านดิจิทัลของพนักงาน มีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อการรับรู้ประโยชน์ และ ความง่ายในการใช้เทคโนโลยี IoT โดยมีค่าน้ำหนักอิทธิพลมาตรฐาน เท่ากับ 0.192 และ 0.474 ตามลำดับ จึงยอมรับสมมติฐาน H1 และ H2 นอกจากนี้ สมรรถนะด้านดิจิทัลของพนักงานยังมีอิทธิพลทางอ้อม เชิงบวกต่อทัศนคติและความตั้งใจยอมรับเทคโนโลยี IoT มาใช้ในระบบการผลิตแบบลีน โดยมีค่าน้ำหนัก อิทธิพลมาตรฐาน เท่ากับ 0.282 และ 0.274 ตามลำดับ

2) การรับรู้ความเสี่ยงในการยอมรับเทคโนโลยี IoT ของพนักงาน มีอิทธิพลทางตรงเชิงลบต่อ การรับรู้ประโยชน์และความง่ายในการใช้เทคโนโลยี IoT โดยมีค่าน้ำหนักอิทธิพลมาตรฐานเท่ากับ -0.694 และ -0.357 ตามลำดับ จึงยอมรับสมมติฐาน H3 และ H4 นอกจากนี้ การรับรู้ความเสี่ยงในการยอมรับ เทคโนโลยี IoT ของพนักงาน มีอิทธิพลทางอ้อมเชิงลบต่อทัศนคติและความตั้งใจยอมรับเทคโนโลยี IoT มาใช้ในระบบการผลิตแบบลีน โดยมีค่าน้ำหนักอิทธิพลมาตรฐานเท่ากับ -0.506 และ -0.546 ตามลำดับ

3) การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้เทคโนโลยี IoT มีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อทัศนคติต่อการนำ เทคโนโลยี IoT มาใช้ในระบบการผลิตแบบลีน มีค่าน้ำหนักอิทธิพลมาตรฐานเท่ากับ 0.380 จึงยอมรับ สมมติฐาน H6 นอกจากนี้ การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้เทคโนโลยี IoT ยังมีอิทธิพลทางอ้อมเชิงบวกต่อ ความตั้งใจยอมรับเทคโนโลยี IoT มาใช้ในระบบการผลิตแบบลีน มีค่าน้ำหนักอิทธิพลมาตรฐานเท่ากับ 0.327

4) การรับรู้ประโยชน์ของ IoT ที่มีต่อระบบการผลิตแบบลีน มีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อทัศนคติ และความตั้งใจยอมรับเทคโนโลยี IoT มาใช้ในระบบการผลิตแบบลีน โดยมีค่าน้ำหนักอิทธิพลมาตรฐาน เท่ากับ 0.534 และ 0.158 ตามลำดับ จึงยอมรับสมมติฐาน H7 และ H8 นอกจากนี้ การรับรู้ประโยชน์ของ เทคโนโลยี IoT ยังมีอิทธิพลทางอ้อมเชิงบวกต่อความตั้งใจยอมรับเทคโนโลยี IoT มาใช้ในระบบการผลิต แบบลีน มีค่าน้ำหนักอิทธิพลมาตรฐานเท่ากับ 0.460

5) ทัศนคติต่อการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้ในระบบการผลิตแบบลีน มีอิทธิพลทางตรงเชิงบวก ต่อความตั้งใจยอมรับเทคโนโลยี IoT มาใช้ในระบบการผลิตแบบลีน มีค่าน้ำหนักอิทธิพลมาตรฐานเท่ากับ 0.862 จึงยอมรับสมมติฐาน H9

อย่างไรก็ตาม ผลการวิเคราะห์ข้างต้นไม่พบอิทธิพลของการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้เทคโนโลยี IoT ที่มีต่อการรับรู้ประโยชน์ของ IoT ในระบบการผลิตแบบลีน จึงปฏิเสธสมมติฐาน H5

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับเทคโนโลยี IoT ในระบบการผลิตแบบลีน เพื่อยกระดับสู่ระบบลีน 4.0 ของพนักงานในอุตสาหกรรมการผลิต จังหวัดชลบุรี โดยการพัฒนาแบบจำลอง ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุการยอมรับเทคโนโลยี IoT ในระบบการผลิตแบบลีน พบว่า

สมรรถนะด้านดิจิทัลของพนักงานมีอิทธิพลเชิงบวกต่อการรับรู้ประโยชน์และการรับรู้ความง่าย ในการใช้ IoT สอดคล้องกับงานวิจัยของ Müller et al. (2018) และ Shah et al. (2024) ซึ่งแสดงว่า การพัฒนาสมรรถนะด้านดิจิทัลของพนักงานเป็นปัจจัยสำคัญในการส่งเสริมการยอมรับเทคโนโลยี IoT

การรับรู้ความเสี่ยงในการยอมรับเทคโนโลยี IoT มีอิทธิพลเชิงลบต่อการรับรู้ประโยชน์และการรับรู้ความง่ายในการใช้เทคโนโลยี IoT สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lee (2018) และ Shah et al. (2024) ที่ชี้ให้เห็นว่า หากพนักงานรับรู้ถึงความเสี่ยงจากการใช้เทคโนโลยี IoT พนักงานจะมองว่าเทคโนโลยี IoT มีความยุ่งยากและอาจไม่คุ้มค่ากับประโยชน์ที่จะได้รับ ดังนั้น การจัดการความเสี่ยงและการสร้างความเชื่อมั่นในการใช้เทคโนโลยี IoT จึงเป็นเรื่องสำคัญต่อการยอมรับเทคโนโลยี IoT เช่นกัน

การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้เทคโนโลยี IoT มีอิทธิพลเชิงบวกต่อทัศนคติต่อการนำ IoT มาใช้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mital et al. (2018), Tu (2018) และ Talwar et al. (2020) อย่างไรก็ตามในการวิจัยครั้งนี้ ไม่พบอิทธิพลของการรับรู้ความง่ายในการใช้งาน IoT ที่มีต่อการรับรู้ประโยชน์ของ IoT ซึ่งอาจเกิดจาก 1) ความซับซ้อนของเทคโนโลยี IoT ในระบบการผลิตแบบลีน ทำให้ผู้ใช้งานแม้จะรับรู้ว่าการใช้งานง่าย แต่อาจยังไม่เห็นประโยชน์ที่ชัดเจน (Ghobakhloo & Fathi, 2019) 2) ความเฉพาะเจาะจงของประโยชน์จากการใช้เทคโนโลยี IoT ในระบบการผลิตแบบลีน อาจขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้มากกว่าความง่ายในการใช้งาน (Tortorella et al., 2021) และ 3) ความแตกต่างของประสบการณ์และความเชี่ยวชาญของผู้ใช้งาน ทำให้การรับรู้ความง่ายในการใช้งานไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการรับรู้ประโยชน์ของ IoT (Moeuf et al., 2018) ดังนั้น ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า องค์กรควรสื่อสารให้พนักงานรับรู้ถึงทั้งความง่ายในการใช้งานและประโยชน์ของการใช้เทคโนโลยี IoT อย่างชัดเจน เพื่อสนับสนุนการยอมรับเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ

การรับรู้ประโยชน์ของเทคโนโลยี IoT มีอิทธิพลเชิงบวกต่อทัศนคติและความตั้งใจในการนำ IoT มาใช้ ในระบบการผลิตแบบลีน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Corò, & Volp (2020), Shah et al. (2024) และ Tortorella et al. (2021) ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การทำให้พนักงานเห็นถึงประโยชน์ของ IoT ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดความสูญเสีย และยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์ จะสนับสนุนให้พนักงานมีทัศนคติที่ดีและยอมรับการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการทำงาน (Sanders et al., 2016; Zhong et al., 2017)

ทัศนคติต่อการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้ในระบบการผลิตแบบลีนมีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อความตั้งใจยอมรับเทคโนโลยี IoT สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tortorella & Fettermann (2018), Pagliosa et al. (2019), Rosin et al. (2020) และ Ghobakhloo & Fathi (2019) ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ทัศนคติต่อการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้ในระบบการผลิตแบบลีน เป็นปัจจัยสำคัญที่สนับสนุนให้เกิดการยอมรับเทคโนโลยี IoT ในการทำงาน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลการวิจัยสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในหลายด้าน เช่น การกำหนดแผนพัฒนาสมรรถนะด้านการใช้งาน IoT ในบริบทของระบบลีนให้กับพนักงาน การกำหนดแนวทางการจัดการความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของข้อมูลและความเป็นส่วนตัว เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นในการใช้ IoT ให้กับพนักงาน การกำหนดแผนการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้ในระบบการผลิตแบบลีนในรูปแบบโครงการนำร่องในแผนก

ที่มีความพร้อม ก่อนขยายผลไปยังแผนกอื่น รวมทั้งการสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่มุ่งเน้นการสร้างนวัตกรรม ในกระบวนการทำงานด้วยเทคโนโลยี IoT เช่น ระบบการให้รางวัลแก่พนักงานที่นำ IoT มาใช้ในการ ปรับปรุงงาน การจัดกิจกรรมประกวดไอเดียการใช้ IoT เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 การศึกษาเชิงลึกถึงความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความง่ายและการรับรู้ประโยชน์ ของ IoT ในระบบการผลิตแบบลีน โดยใช้วิธีวิจัยแบบผสมวิธี (Mixed Methods) เพื่อศึกษาว่ามีตัวแปร กำกับ (Moderator Variable) ตัวแปรใดบ้างที่อาจส่งผลกระทบต่อความสัมพันธ์นี้

2.2 การวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อทำความเข้าใจกระบวนการยอมรับเทคโนโลยี IoT ในระบบ การผลิตแบบลีนในเชิงลึกเกี่ยวกับเหตุผลและบริบทของการยอมรับหรือปฏิเสธการนำเทคโนโลยี IoT มา ใช้ในระบบการผลิตแบบลีน

2.3 การนำแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นจากการวิจัยนี้ไปศึกษากับอุตสาหกรรมการผลิตในเขต พื้นที่อื่น หรือในอุตสาหกรรมบริการที่มีการใช้เทคโนโลยี IoT และระบบลีนสำหรับงานบริการ (Lean for Services) เพื่อตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของแบบจำลองความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่มี อิทธิพลต่อการยอมรับเทคโนโลยี IoT

บรรณานุกรม

- ธนาคารแห่งประเทศไทย. (2564). *สำรวจความพร้อมด้านทักษะดิจิทัลในอุตสาหกรรมแรงงานของไทย*. สืบค้น จาก <https://www.bot.or.th/content/dam/bot/documents/th/research-and-publications/research/stat-horizon-and-stat-in-focus/stat-in-focus/2021-DigitalSkillMismatch.pdf>
- นางลักษณ์ วิรัชชัย. (2542). *โมเดลลิสม์: สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานพัฒนาอุตสาหกรรมดิจิทัล. (2563). *การคาดการณ์อนาคตเทคโนโลยีดิจิทัลประเทศไทย 2035*. สืบค้นจาก <https://www.depa.or.th/storage/app/media/file/Second%20Deliverable%20RevVer%20TH%20V12%20140819%20FIN.pdf>
- สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ (สอวช.) (2562). *แนวโน้มความต้องการบุคลากรในอุตสาหกรรมเป้าหมายแห่งอนาคต New S-Curve และทิศทางการพัฒนากำลังคนของประเทศ พ.ศ. 2563-2567*. สืบค้นจาก <https://www.nxpo.or.th/th/report/2350/>
- Bonett, D. G., & Wright, T. A. (2014). Cronbach's alpha reliability: Interval estimation, hypothesis testing, and sample size planning. *Journal of organizational behavior*, 36(1), 3-15.
- Boyes, H., Hallaq, B., Cunningham, J., & Watson, T. (2018). The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework. *Computers in Industry*, 101, 1-12.

- Buer, S.V., Strandhagen, J.O., & Chan, F.T., (2018). The link between industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2924-2940.
- Chuah, S. H. W., Rauschnabel, P. A., Krey, N., Nguyen, B., Ramayah, T., & Lade, S. (2016). Wearable technologies: The role of usefulness and visibility in smartwatch adoption. *Computers in Human Behavior*, 65, 276-284.
- Corò, G., & Volpe, M. (2020). Driving factors in the adoption of Industry 4.0 technologies: An investigation of SMEs. In *Industry 4.0 and regional transformations* (pp. 112-132). New York: Routledge.
- Davis, F. D., Bagozzi, R.P., & Warshaw, P.R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35(8), 982-1003.
- Gao, L., & Bai, X. (2014). A unified perspective on the factors influencing consumer acceptance of internet of things technology. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, 26(2), 211-231.
- Ghobakhloo, M. & Fathi, M. (2019). Corporate survival in industry 4.0 era: the enabling role of lean-digitized manufacturing. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(1), 1-30.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Australia: Cengage Learning.
- Kamble, S., Gunasekaran, A., & Arha, H. (2019). Understanding the blockchain technology adoption in supply chains-Indian context. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2009-2033.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18-23.
- Lee, S. (2018). Enhancing customers' continued mobile app use in the service industry. *Journal of Services Marketing*, 33(6), 680-691.
- Mital, M., Chang, V., Choudhary, P., Papa, A., & Pani, A. K. (2018). Adoption of Internet of Things in India: A test of competing models using a structured equation modeling approach. *Technological Forecasting and Social Change*, 136, 339-346.
- Moeuf, A., Pellerin, R., Lamouri, S., Tamayo-Giraldo, S., & Barbaray, R. (2018). The industrial management of SMEs in the era of industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56(3), 1118-1136.

- Müller, J. M., Buliga, O., & Voigt, K. I. (2018). Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, 132, 2-17.
- Pagliosa, M., Tortorella, G., & Ferreira, J. C. E. (2019). Industry 4.0 and lean manufacturing: A systematic literature review and future research directions. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(8), 1229-1256.
- Rosin, F., Forget, P., Lamouri, S., & Pellerin, R. (2020). Impacts of industry 4.0 technologies on lean principles. *International Journal of Production Research*, 58(6), 1644-1661.
- Sanders, A., Elangeswaran, C., & Wulfsberg, J. (2016). Industry 4.0 implies lean manufacturing: Research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(3), 811-833.
- Shah, S., Madni, S. H. H., Hashim, S. Z. B. M., Ali, J., & Faheem, M. (2024). Factors influencing the adoption of industrial IoT for the manufacturing and production SMEs in developing countries. *IET Collaborative Intelligent Manufacturing*, 6(1), 1-31.
- Schumacker, R. E. & Lomax, R. G. (2016). *A beginner's guide to structural equation modeling* (4th ed.). New York: Routledge.
- Talwar, S., Talwar, M., Kaur, P., & Dhir, A. (2020). Consumers' resistance to digital innovations: A systematic review and framework development. *Australasian Marketing Journal*, 28(4), 286-299.
- Tortorella, G. L. & Fettermann, D. (2018). Implementation of industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2975-2987.
- Tortorella, G. L., Rossini, M., Costa, F., Portioli Staudacher, A., & Sawhney, R. (2021). A comparison on industry 4.0 and lean production between manufacturers from emerging and developed economies. *Total Quality Management & Business Excellence*, 32(1-2), 68-84.
- Tu, M. (2018). An exploratory study of internet of things (IoT) adoption intention in logistics and supply chain management: A mixed research approach. *The International Journal of Logistics Management*, 29(1), 131-151.
- van Deursen, A. J., & van Dijk, J. A. (2011). Internet skills and the digital divide. *New media & society*, 13(6), 893-911.

- van Laar, E., van Deursen, A. J., van Dijk, J. A., & de Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in human behavior*, 72, 577-588.
- Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent manufacturing in the context of industry 4.0: A review. *Engineering*, 3(5), 616-630.