DOI: 10.14456/phdssj.2026.xx

Received:	February	27, 2026
Revised:	June	30, 2026
Accepted:	October	28, 2026

ปัจจัยเชิงสาเหตุของบทบาทปัญญาประดิษฐ์ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวของอุตสาหกรรมในประเทศไทย

สุดารัตน์ พิมลรัตนกานต์[1]

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้วัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อบทบาทปัญญาประดิษฐ์และประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ (2) ศึกษาผลกระทบเชิงโครงสร้างบทบาทปัญญาประดิษฐ์ส่งผลต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์และ (3) ศึกษาและทำความเข้าใจบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ในการขับเคลื่อนและยกระดับประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวในอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ของประเทศไทย การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบผสมวิธีระหว่างการวิจัยเชิงปริมาณและการวิจัยเชิงคุณภาพ เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามกับผู้ประกอบการอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ จำนวน 400 แห่ง และการวิจัยเชิงคุณภาพโดยวิธีปรากฏการณ์วิทยา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ การวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้าง (SEM)

ผลการวิจัยพบว่า ตามสมมุติฐานการวิจัย (1) ความพร้อมด้านเทคโนโลยีและบุคลากรส่งผลต่อบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ (2) เศรษฐกิจและความยั่งยืนส่งผลต่อบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ (3) บทบาทปัญญาประดิษฐ์ส่งผลต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียว (4) บทบาทปัญญาประดิษฐ์ส่งผลต่อความสามารถในการแข่งขัน (5) ความสามารถในการแข่งขัน ส่งผลต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียว (6) ความพร้อมด้านเทคโนโลยีและบุคลากรขององค์กรส่งผลต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวผ่านบทบาทปัญญาประดิษฐ์ และ (7) ปัจจัยทางเศรษฐกิจและความยั่งยืนขององค์กรส่งผลต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวผ่านบทบาทปัญญาประดิษฐ์ รวมถึงข้อเสนอแนะเชิงนโยบายให้ผู้ประกอบการปรับกลยุทธ์ธุรกิจด้วยโลจิสติกส์สีเขียวและ ปัญญาประดิษฐ์เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: ปัญญาประดิษฐ์; ประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียว; อุตสาหกรรมโลจิสติกส์
ประเภทบทความ: บทความวิจัย

[1] วิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา (วิทยาเขตนครปฐม)
เลขที่ 111/3-5 หมู่ 2 ตำบลคลองโยง อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170, ประเทศไทย
ผู้รับผิดชอบบทความ อีเมล: sudarat.pi@ssru.ac.th

Causal Factors of the Role of Artificial Intelligence Affecting the Efficiency of the Green Logistics Industry in Thailand

Sudarat Pimonrattnakan[1]

Abstract

This research article aims to study (1) the causal factors affecting the role of artificial intelligence and green logistics performance of the logistics industry (2) the structural on the role of artificial intelligence. Affects the green logistics performance of the logistics industry and (3) to study and understand the role of artificial intelligence in driving and enhancing the efficiency of green logistics in Thailand's logistics industry. This research a mixed-method approach, combining quantitative and qualitative research. Data was collected using a questionnaire with a sample size of 400 participants, and the qualitative research was conducted using phenomenological methods. The statistics used to test the hypotheses include Structural Equation Modeling (SEM).

Findings are as follows: (1) the readiness of technology and personnel affects the role of artificial intelligence (2) the economy and sustainability affect the role of artificial intelligence (3) the role of artificial intelligence affects efficiency. Logistics in color (4) The role of artificial intelligence in affecting competitiveness (5)able to compete Affects the efficiency of logistics (6) The readiness of technology and personnel of the organization affects the efficiency of logistics through the role of artificial intelligence (7) Economic factors and organizational sustainability affect the efficiency of logistics. Colorful through the role of intelligenceInvent. This includes policy recommendations to support entrepreneurs adjust their business strategies with green logistics and AI to increase their sustainable competitiveness.

Keywords: Artificial Intelligence; Green Logistics Performance; Logistics Industry
Type of Article: Research Article

[1] College of Logistics and Supply Chain, Suan Sunandha Rajabhat University (Nakhon Pathom Campus)
No. 111/3-5 Sector 2, Khlong Yong, Phutthamonthon, Nakhon Pathom 73170, Thailand
Corresponding Author Email: sudarat.pi@ssru.ac.th

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของกรีนโลจิสติกส์ ซึ่งมุ่งเน้นการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ (Bai & Sarkis, 2021) ปัจจุบันการขนส่งทางทะเล ซึ่งรองรับกว่าร้อยละ 80 ของการค้าโลก มีส่วนทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงถึง 940,000,000 ตันต่อปี (United Nations Conference on Trade and Development: UNCTAD, 2022) การใช้ปัญญาประดิษฐ์สามารถลดผลกระทบนี้ได้ผ่านการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเส้นทางและการคาดการณ์ความต้องการที่แม่นยำ (Wang et al., 2016)

อย่างไรก็ตาม ยังขาดการศึกษาอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการนำ AI มาใช้เพื่อกรีนโลจิสติกส์ เช่น โครงสร้างพื้นฐานเทคโนโลยี ความสามารถของบุคลากร นโยบายภาครัฐ เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพด้านความเร็วและการเข้าถึง (Lagorio et al., 2022) แต่มีความท้าทายในด้านความปลอดภัยทางไซเบอร์และความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัล อีกทั้งประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวมีส่วนสำคัญในการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (United Nations, 2022) อีกทั้งลดต้นทุนการขนส่งได้ถึงร้อยละ 30 (International Transport Forum, 2022)

จากเหตุผลดังกล่าว การวิจัยฉบับนี้มุ่งเน้นการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุของบทบาทปัญญาประดิษฐ์ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียว รวมถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อผลการดำเนินงานของอุตสาหกรรมของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ ทั้งนี้ เพื่อนำเสนอข้อมูลเชิงลึกสำหรับผู้ประกอบการในการกำหนดนโยบายและกลยุทธ์ทางธุรกิจที่มีความยั่งยืน ผลการศึกษายังสามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงคุณลักษณะของผู้ประกอบการในหลายมิติ ไม่ว่าจะเป็นด้านปัจจัยด้านความพร้อมด้านเทคโนโลยีและบุคลากร ปัจจัยทางเศรษฐกิจและความยั่งยืน การดำเนินการบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ ตลอดจนความสามารถในการแข่งขัน ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียว นอกจากนี้ ผลการวิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงนโยบายและกลยุทธ์เพื่อเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขันและประสิทธิภาพของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ ที่ช่วยขับเคลื่อนองค์กรให้สามารถบรรลุเป้าหมายที่กำหนดได้รวมถึงเป็นแนวทางในการพัฒนาองค์กรให้เติบโตอย่างมั่นคงและยั่งยืนในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อบทบาทปัญญาประดิษฐ์และประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์
2. เพื่อศึกษาผลกระทบเชิงโครงสร้างบทบาทปัญญาประดิษฐ์ส่งผลต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์
3. เพื่อศึกษาแนวทางของบทบาทปัญญาประดิษฐ์ที่มีผลต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวในอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ในประเทศไทย

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหาและตัวแปร ได้แก่ (1) เทคโนโลยีและบุคลากร (2) เศรษฐกิจและความยั่งยืน (3) บทบาทปัญญาประดิษฐ์ (4) ความสามารถในการแข่งขัน และ (5) ประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียว

2. ขอบเขตด้านประชากรและตัวอย่าง ในครั้งนี้คือผู้ประกอบการอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ในประเทศไทย มีทั้งหมด จำนวน 11,889 แห่ง (วิจัยกรุงศรี, 2567) หน่วยในการวิเคราะห์ (unit of analysis) ของการวิจัยครั้งนี้เป็นระบบองค์กร (organization) ตัวอย่าง จำนวน 400 แห่ง

3. ขอบเขตด้านพื้นที่ที่ศึกษา การวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกศึกษาเฉพาะอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ที่ดำเนินธุรกิจในประเทศไทย

4. ขอบเขตด้านเวลาระยะเวลาในการศึกษา ดำเนินการศึกษาวิจัยระหว่างเดือนมกราคม 2568 – สิงหาคม พ.ศ. 2568

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ประโยชน์เชิงปฏิบัติการ

1.1 ผู้ประกอบการสามารถนำแนวคิดบทบาทปัญญาประดิษฐ์มาใช้เป็นแนวทางในการปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์ของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ เพื่อเพิ่มความตระหนักถึงความต้องการของลูกค้าในยุคปัจจุบันที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การดำเนินธุรกิจที่คำนึงถึงความเชื่อมโยงระหว่างบทบาทปัญญาประดิษฐ์จะช่วยให้ธุรกิจมีประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียว อีกทั้งยังเป็นปัจจัยสำคัญที่สนับสนุนการดำเนินธุรกิจให้เกิดความยั่งยืนในระยะยาว

1.2 ผู้ประกอบการสามารถนำมาใช้เป็นแนวในการบริหารจัดการและพัฒนาเทคโนโลยีและบุคลากร โดยให้ความสำคัญกับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นต่อการพัฒนาและใช้งานปัญญาประดิษฐ์ การวางแผนขับเคลื่อนความพร้อมด้านบุคลากรเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เทคโนโลยีเกิดผลสำเร็จในทางปฏิบัติ ส่งผลให้ธุรกิจอุตสาหกรรมโลจิสติกส์สามารถเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขันและในการเพิ่มประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวพัฒนาไปสู่การเติบโตที่ยั่งยืนในอนาคต

2. ประโยชน์เชิงนโยบาย

2.1 ผู้บริหารระดับสูงของอุตสาหกรรม รวมถึงหน่วยงานภาครัฐที่มีบทบาทในการส่งเสริมและพัฒนาภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ สามารถขับเคลื่อนองค์กรให้มีศักยภาพในการแข่งขันได้อย่างยั่งยืนผ่านการประยุกต์ใช้แนวคิดด้านเทคโนโลยีและบคุลากรและเศรษฐกิจกับความยั่งยืนร่วมกับบทบาทปัญญาประดิษฐ์ การบูรณาการแนวคิดเหล่านี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินธุรกิจ ทำให้กระบวนการบริหารจัดการเป็นไปอย่างมีประสิทธิผลและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อองค์กร

2.2 ผู้บริหารระดับสูงสามารถกำหนดแนวทางเชิงกลยุทธ์โดยการนำหลักการบริหารจัดการบทบาทปัญญาประดิษฐ์ตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทาน มาใช้ในการดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันขององค์กรในระยะยาวซึ่งเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของประเทศให้สามารถแข่งขันในระดับสากลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เทคโนโลยีและบุคลากร

การนำปัญญาประดิษฐ์ (AI) มาใช้เพื่อยกระดับประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวในประเทศไทยนั้น ขึ้นอยู่กับความพร้อมสองด้านหลักคือ ด้านเทคโนโลยีและด้านบุคลากร อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ อีกทั้งความพร้อมด้านเทคโนโลยีเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นต่อการพัฒนาและใช้งานปัญญาประดิษฐ์โดยเฉพาะ ประกอบด้วย ระบบโครงสร้างพื้นฐานข้อมูล เช่น ศูนย์ข้อมูล และระบบคลาวด์ที่รองรับการประมวลผลและเก็บข้อมูลจากอุปกรณ์ IoT ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (จินตนา สีหาพงษ์, 2569) และการใช้แนวคิด Green AI ซึ่งเน้นการออกแบบอัลกอริทึมและฮาร์ดแวร์ที่ประหยัดพลังงาน เพื่อลดคาร์บอนจากการประมวลผล ปัญญาประดิษฐ์เอง รวมถึงความพร้อมด้านบุคลากรเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เทคโนโลยีเกิดผลสำเร็จในทางปฏิบัติ ครอบคลุมการพัฒนาทักษะดิจิทัลและ AI Literacy การสนับสนุนจากนโยบายภาครัฐ และการสร้างวัฒนธรรมการเรียนรู้ในองค์กรผ่านกลไก “AI Champions” ซึ่งช่วยเร่งการยอมรับเทคโนโลยีใหม่ (นิตยา ทวีชีพ, 2567)

เศรษฐกิจและความยั่งยืน

การขับเคลื่อนบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ (AI) ต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวในประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทางเศรษฐกิจและความยั่งยืนเป็นสำคัญ โดยปัจจัยทางเศรษฐกิจเป็นแรงจูงใจในการลงทุนด้าน AI และเทคโนโลยีดิจิทัล แม้จะมีต้นทุนเริ่มต้นสูง แต่สามารถช่วยลดต้นทุนการดำเนินงาน เพิ่มประสิทธิภาพการขนส่ง และยกระดับความสามารถในการแข่งขันขององค์กรได้ นอกจากนี้ ความพร้อมด้านเทคโนโลยี การยอมรับเทคโนโลยี และการประยุกต์ใช้ระบบดิจิทัล รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานและผลการดำเนินงานขององค์กรโลจิสติกส์อย่างมีนัยสำคัญ (Kitcharoen, 2023) ขณะเดียวกัน ปัจจัยด้านความยั่งยืนได้กลายเป็นข้อกำหนดสำคัญที่ผลักดันให้องค์กรนำ AI มาใช้เพื่อลดการใช้พลังงาน ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และสนับสนุนการพัฒนาโลจิสติกส์สีเขียวอย่างยั่งยืน

บทบาทของปัญญาประดิษฐ์ (AI)

บทบาทของปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในภาคธุรกิจสามารถสรุปได้เป็นสี่มิติหลักตามหน้าที่เชิงปฏิบัติ (1) ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ สำหรับงานซ้ำซ้อนในคลังสินค้า ช่วยลดข้อผิดพลาดและต้นทุน (2) การวิเคราะห์ข้อมูลและการคาดการณ์ ใช้การเรียนรู้ของเครื่องเพื่อพยากรณ์ความต้องการและบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เพิ่มความแม่นยำในการตัดสินใจ (3) บริการลูกค้าเชิงรุกผ่านแชทบอทและระบบแนะนำที่ปรับแต่งส่วนบุคคล และ (4) การบริหารจัดการพลังงาน ด้วยการปรับระบบสาธารณูปโภคอัตโนมัติเพื่อลดการใช้พลังงาน (Aydin et al., 2024)

ความสำเร็จในการนำปัญญาประดิษฐ์ไปใช้อธิบายได้ด้วยหลายกรอบแนวคิด กรอบ Technology–Organization–Environment (TOE) ชี้ให้เห็นว่าการเตรียมพร้อมต้องครอบคลุมด้านโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยี กลยุทธ์และวัฒนธรรมองค์กร และแรงกดดันจากสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น การแข่งขันและนโยบาย (Ali et al., 2026) ในขณะที่มุมมองเชิงทรัพยากร (resource-based view) และความสามารถเชิงพลวัต (dynamic capabilities) โดยที่ AI เป็นทรัพยากรเชิงกลยุทธ์ที่ต้องควบคู่กับความสามารถขององค์กรในการปรับใช้ ปรับปรุง และบูรณาการเข้ากับกระบวนการทางธุรกิจอย่างต่อเนื่อง เพื่อสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันที่ยั่งยืน (Teece et al., 1997) นอกจากนี้หลักความเหมาะสมระหว่างงานและเทคโนโลยี (task–technology fit) เน้นว่าประสิทธิผลสูงสุดเกิดขึ้นเมื่อคุณสมบัติของเทคโนโลยี AI สอดคล้องกับลักษณะและ

ความต้องการของงานเฉพาะ (Goodhue & Thompson, 2025) โดยสรุป บทบาทของปัญญาประดิษฐ์จะบรรลุผลได้เมื่อองค์กรพิจารณาอย่างรอบด้าน ทั้งในส่วนของหน้าที่การใช้งานที่หลากหลายและปัจจัยเชิงองค์กรที่เอื้อต่อการใช้เทคโนโลยี

ความสามารถในการแข่งขัน

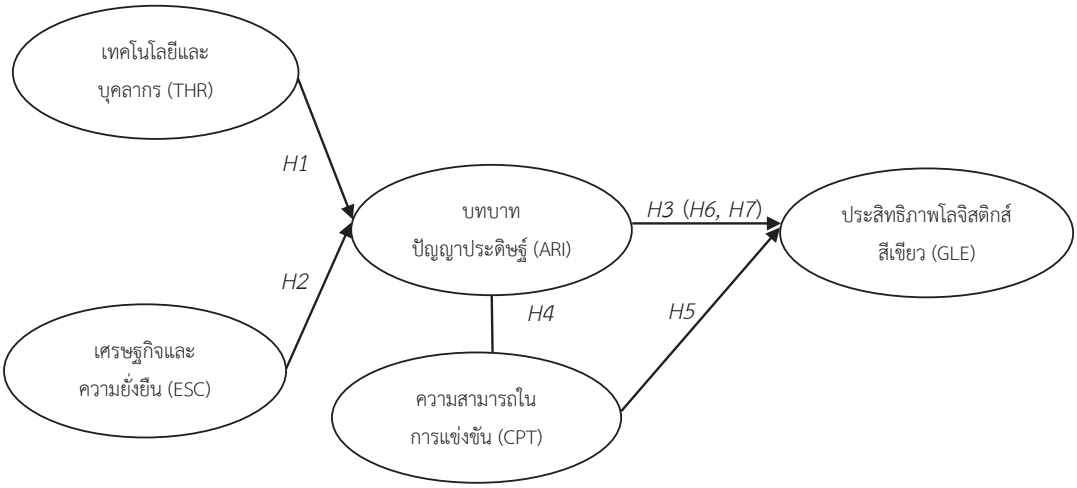
ความสำเร็จในการแข่งขันของธุรกิจโลจิสติกส์ขึ้นอยู่กับการผสมผสานกลยุทธ์ที่หลากหลาย เริ่มจากกลยุทธ์เชิงต้นทุนและความแตกต่าง ซึ่งองค์กรต้องลดต้นทุนผ่านการเพิ่มประสิทธิภาพเครือข่าย ในขณะเดียวกันก็สร้างความแตกต่างด้วยบริการเฉพาะทาง เช่น การติดตามแบบเรียลไทม์ การบูรณาการห่วงโซ่อุปทาน ทั้งในแนวดิ่งและแนวนอนเป็นสิ่งสำคัญเพื่อเพิ่มความโปร่งใสและความคล่องตัวในการตอบสนองต่อตลาด (Goudarzi et al., 2023) การผสานแนวคิด แบบ Lean และ Agile (leagile) ช่วยรักษาต้นทุนให้ต่ำและสร้างความยืดหยุ่นสูงต่อการเปลี่ยนแปลง นวัตกรรมดิจิทัล เช่น AI และ IoT เป็นตัวขับเคลื่อนที่สร้างมาตรฐานบริการใหม่และลดต้นทุน ในขณะที่การมุ่งเน้น ลูกค้าและคุณภาพบริการ สร้างความพึงพอใจและความภักดี (Christopher & Holweg, 2024) สุดท้ายความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสังคม ซึ่งรวมถึงการปฏิบัติตามกรีนโลจิสติกส์ได้เป็นปัจจัยแข่งขันที่สำคัญในการดึงดูดลูกค้าและนักลงทุนกลุ่มใหม่

ประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียว

บทบาทของปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการเพิ่มประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวแสดงให้เห็นผ่านการประยุกต์ใช้หลัก 3 ด้านที่ลดต้นทุนและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมพร้อมกัน ด้านที่ 1 คือ ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ เช่น ยานพาหนะนำทางอัตโนมัติ (AGVs) ซึ่งทำงานในคลังสินค้าอย่างแม่นยำเพื่อลดการใช้พลังงานและข้อผิดพลาด (Kale, 2025) ด้านที่ 2 คือ การวิเคราะห์ข้อมูลและการคาดการณ์ โดยปัญญาประดิษฐ์ใช้การเรียนรู้ของเครื่องประมวลผลข้อมูลจากเซ็นเซอร์ IoT เพื่อพยากรณ์ความต้องการสินค้าและทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันได้อย่างแม่นยำ ช่วยลดการจัดเก็บสินค้าเกินและป้องกันการหยุดทำงานของอุปกรณ์ ด้านที่ 3 คือ การบริหารจัดการพลังงาน ซึ่ง AI ควบคุมระบบส่องสว่างและปรับอากาศในคลังสินค้าโดยอัตโนมัติตามกิจกรรมจริง ส่งผลให้ลดการใช้พลังงานได้ร้อยละ 15–20 ต่อปี อีกทั้งระบบโลจิสติกส์เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการวางแผน การดำเนินงานและการควบคุมการเคลื่อนย้ายสินค้าและบริการจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสิ้นสุด เพื่อให้ตรงกับความต้องการของลูกค้าในเวลาที่เหมาะสมและในสภาพที่เหมาะสม (Daftari, 2024)

กรอบแนวความคิดที่ใช้ในวิจัย

จากการทบทวนแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร ตลอดงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาสร้างกรอบการวิจัย ดังภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

สมมุติฐานงานวิจัย

สมมุติฐานที่ 1 (*H1*): เทคโนโลยีและบุคลากรส่งผลต่อบทบาทของปัญญาประดิษฐ์

สมมุติฐานที่ 2 (*H2*): เศรษฐกิจและความยั่งยืนส่งผลต่อบทบาทของปัญญาประดิษฐ์

สมมุติฐานที่ 3 (*H3*): บทบาทปัญญาประดิษฐ์ส่งผลต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียว

สมมุติฐานที่ 4 (*H4*): บทบาทปัญญาประดิษฐ์ส่งผลต่อความสามารถในการแข่งขัน

สมมุติฐานที่ 5 (*H5*): ความสามารถในการแข่งขันส่งผลต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียว

สมมุติฐานที่ 6 (*H6*): เทคโนโลยีและบุคลากรส่งผลต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวผ่านบทบาทปัญญาประดิษฐ์

สมมุติฐานที่ 7 (*H7*): เศรษฐกิจและความยั่งยืนส่งผลต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวผ่านบทบาทปัญญาประดิษฐ์

ระเบียบวิธีวิจัย

เป็นการวิจัยแบบผสมวิธี ระหว่างการวิจัยเชิงปริมาณและการวิจัยเชิงคุณภาพ

1. การวิจัยเชิงปริมาณ (quantitative research) การวิจัยครั้งนี้ หน่วยในการวิเคราะห์ (unit of analysis) คือ ระดับองค์กร และมีวิธีวิทยาที่นำมาใช้ในการดำเนินการวิจัยดังนี้

ประชากรและตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ในประเทศไทย โดยกำหนดหน่วยในการวิเคราะห์ (unit of analysis) เป็นระดับองค์กร (organization level) และผู้ให้ข้อมูลหลัก คือ ผู้บริหารระดับสูงขององค์กรโลจิสติกส์ จำนวนประชากรทั้งสิ้น 11,889 แห่ง (วิจัยกรุงศรี, 2567)

การกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling--SEM) อ้างอิงแนวทางของ Hair et al. (2010) ซึ่งเสนอว่าการวิเคราะห์ SEM ควรมีขนาดตัวอย่างอย่างน้อยจำนวน 200 ตัวอย่าง และควรมีขนาดเพียงพอเมื่อพิจารณาจากความซับซ้อนของโมเดลและจำนวน

พารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่า ในการวิจัยครั้งนี้ โมเดลการวิจัยประกอบด้วยตัวแปรแฝงจำนวน 5 ตัว และตัวแปรสังเกตจำนวน 20 ตัว จึงกำหนดขนาดตัวอย่างจำนวน 400 แห่ง เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ลดความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่าง และเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้าง ทั้งนี้ ขนาดตัวอย่างดังกล่าวถือว่าเพียงพอและเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลตามแนวทางของ Hair et al. (2010) การสุ่มตัวอย่างใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ (proportional stratified random sampling) โดยแบ่งชั้นตามพื้นที่ตั้งของสถานประกอบการ ครอบคลุมทั้งกรุงเทพมหานครและต่างจังหวัด จากนั้นสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (simple random sampling) ภายในแต่ละ ชั้นภูมิ ผู้ตอบแบบสอบถามต้องเป็นผู้บริหารระดับสูงขององค์กรโลจิสติกส์ที่มีประสบการณ์ทำงานในอุตสาหกรรมไม่น้อยกว่า 10 ปี และเป็นผู้มีบทบาทในการกำหนดนโยบายหรือการตัดสินใจขององค์กร ทั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างครอบคลุมกิจการที่มีขนาดแตกต่างกันตามจำนวนพนักงาน ได้แก่ 1–50 คน 51–100 คน 101–150 คน และมากกว่า 150 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบถาม (questionnaire) ที่พัฒนาจากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งออกเป็น 6 ตอน ได้แก่ (1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (2) ข้อมูลทั่วไปขององค์กร (3) ปัจจัยเชิงสาเหตุของบทบาทปัญญาประดิษฐ์ (4) บทบาทของปัญญาประดิษฐ์ (5) ผลลัพธ์ของบทบาทปัญญาประดิษฐ์ และ (6) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ตอนที่ 1–2 เป็นคำถามแบบตรวจสอบรายการ (checklist) ตอนที่ 3–5 เป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ ตามแนวคิดของ Likert (1967) โดยกำหนดคะแนนตั้งแต่ 1 เห็นด้วยน้อยที่สุด ถึง 5 เห็นด้วยมากที่สุด และแปลผลตามเกณฑ์ของ Best and Kahn (2016) ส่วนตอนที่ 6 เป็นคำถามปลายเปิดสำหรับข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย ผู้วิจัยตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย 2 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยนำแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ กรอบแนวคิด และนิยามศัพท์เฉพาะของการวิจัย จากนั้นคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่าข้อคำถามทุกข้อมีค่า IOC อยู่ระหว่าง .67-1.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จึงสามารถนำไปใช้ได้ และ (2) การตรวจสอบความเที่ยงของเครื่องมือ (reliability) โดยทดลองใช้ (try out) กับผู้บริหารในอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ที่ไม่ใช่ตัวอย่างจริงจำนวน 30 คน และวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach, 1984) ผลการทดสอบพบว่าแบบสอบถามทั้งฉบับมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .906 และค่าความเชื่อมั่นรายด้านอยู่ระหว่าง .842-.929 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ .70 ที่กำหนด แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือวิจัยมีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้

สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ (1) ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistic) และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าสถิติซึ่งประกอบด้วย ค่าความถี่ (frequency) ค่าร้อยละ (percentage) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) โดยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติและการวิเคราะห์สมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling Analysis--SEM) และ (2) การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสาเหตุด้วยการวิเคราะห์แบบ Path Analysis โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติและการวิเคราะห์สมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling Analysis--SEM) และพิจารณาค่า χ^2/df มีค่าน้อยกว่า 2 ค่าดัชนี CFI มีค่าเข้าใกล้ 1 ค่าดัชนี RMSEA และดัชนี RMR มีค่าต่ำกว่า .05 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งถือว่ารูปแบบนั้นมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Hair et al., 2010)

การวิจัยเชิงคุณภาพ (qualitative research) ผู้วิจัยกำหนดผู้ให้ข้อมูลหลัก (Key Informants) และตัวอย่างเชิงทฤษฎี (theoretical sampling) โดยวิธีการคัดเลือกด้วยวิธีการเฉพาะเจาะจง ร่วมกับการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม (non-participant observation) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูลหลักที่มีประสบการณ์เพราะสามารถตีความหมายได้เป็นอย่างดี (ชาย โพธิสิตา, 2564) โดยใช้การสัมภาษณ์เชิงลึกจำนวน 10 คน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา คือ ผู้บริหารระดับสูงของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ในประเทศไทย ขนาดกิจการที่มีความหลากหลายมีความแตกต่างกันตามจำนวนพนักงาน

เครื่องมือ วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพการดำเนินวิธีการโดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เพื่อเป็นแนวคำถามในการสัมภาษณ์เชิงลึก ร่วมกับการศึกษาข้อมูลจากแหล่งทุติยภูมิกับผู้ให้ข้อมูลหลัก ผู้วิจัยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเพื่อเป็นแนวทางสัมภาษณ์เชิงลึก แบ่งเป็น 5 ตอน ตอนที่ 1 แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ให้ข้อมูล ตอนที่ 2 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับปัจจัยเชิงสาเหตุที่บทบาทปัญญาประดิษฐ์ที่ส่งผลต่อผลประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ ตอนที่ 3 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความหมายและองค์ประกอบของบทบาทปัญญาประดิษฐ์ที่ส่งผลต่อผลประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ ตอนที่ 4 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับผลลัพธ์ของบทบาทปัญญาประดิษฐ์ที่ส่งผลต่อผลประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ และตอนที่ 5 ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาและข้อเสนอแนะต่อบทบาทปัญญาประดิษฐ์ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ โดยใช้วิธีวิทยาแบบปรากฏการณ์วิทยา ที่เน้นการหาความหมายโดยการมองผ่านจากสิ่งที่ปรากฏ ไปยังความหมายที่อยู่เบื้องหลังของสิ่งนั้น โดยมุ่งทำความเข้าใจความหมายประสบการณ์ชีวิตที่ได้ประสบเป็นหลัก (ชาย โพธิสิตา, 2564)

การเก็บรวบรวมข้อมูล ทำหนังสือขออนุญาตหน่วยงานพร้อมกับแจ้งให้หน่วยงานรับทราบ นัดวันเวลาที่จะเชิญผู้ให้ข้อมูลร่วมสนทนากลุ่มเฉพาะ บันทึกเสียงคำสนทนา พร้อมกับจดบันทึกรายละเอียดผู้ให้ข้อมูลทั้งนี้ไม่มีการอ้างชื่อผู้ให้ข้อมูลเพียงแต่ระบุเป็นข้อมูลมาจากกลุ่มสนทนาใด ผู้ให้ข้อมูลลำดับที่เท่าใด เป็นต้น

การวิเคราะห์ข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีวิทยาแบบปรากฏการณ์วิทยา (phenomenological approach) เป็นแนวทางในการศึกษามุ่งตีความ เพื่อความเข้าใจความหมายของปรากฏการณ์ โดยผ่านกระบวนการการรวบรวมข้อมูลรวมทั้งการวิเคราะห์ข้อมูล ที่มีความเข้มงวดในการวิเคราะห์และการตีความ โดยมีการกลั่นกรองอย่างมีระบบ (ชาย โพธิสิตา, 2564) การสร้างความเชื่อถือของข้อมูลโดยวิธีการตรวจสอบสามเส้า นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ มาวิเคราะห์เนื้อหาแล้วนำมาสร้างข้อสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการวิจัยนี้ได้ดำเนินการตามหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์และผ่านการรับรองผลการพิจารณาตามเอกสารรับรองเลขที่ COE. 2-273/2025 จากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยเชิงปริมาณ

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 400 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 55.00 อายุ 41–45 ปี ร้อยละ 32.5 จบการศึกษาระดับปริญญาตรีร้อยละ 80.00 มีประสบการณ์ทำงาน 6-10 ปี ร้อยละ 40.00 และดำรงตำแหน่งผู้จัดการ มากที่สุดร้อยละ 35.00 ส่วนใหญ่จดทะเบียนเป็นบริษัทจำกัดร้อยละ 77.50 มีพนักงาน

50-100 คนร้อยละ 52.50 ดำเนินธุรกิจมาแล้ว 5-10 ปีร้อยละ 31.30 และประกอบธุรกิจด้านผู้ให้บริการโลจิสติกส์ ร้อยละ 50.00 และจากการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามในภาพรวม พบว่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณารายด้านทั้ง 5 ด้าน ซึ่งประกอบด้วย เทคโนโลยีและบุคลากร ปัจจัยทางเศรษฐกิจและความยั่งยืน บทบาทปัญญาประดิษฐ์ ความสามารถในการแข่งขัน และประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียว ผลปรากฏว่าทุกด้านต่างมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ดังตาราง 1

ตาราง 1

ผลการศึกษาความคิดเห็นภาพรวมและรายด้านของผู้ตอบแบบสอบถาม

ด้านที่	รายการ	*M*	*SD*	ระดับความคิดเห็น
1	เทคโนโลยีและบุคลากร	4.20	0.68	มาก
2	เศรษฐกิจและความยั่งยืน	4.22	0.64	มาก
3	บทบาทปัญญาประดิษฐ์	4.28	0.61	มาก
4	ความสามารถในการแข่งขัน	4.27	0.60	มาก
5	ประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียว	4.28	0.58	มาก
	รวม	**4.12**	**0.72**	**มาก**

ผู้วิจัยวิเคราะห์พหุตัวแปรด้วย Path Analysis โดยตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นพบว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 20 ตัวแปร อยู่ระหว่าง .147 ถึง .812 ($p < .01$) โดยไม่เกิน .90 แสดงว่าไม่มีปัญหาความสัมพันธ์สูงเกินไป สรุปว่าข้อมูลไม่มีปัญหาภาวะร่วมพหุและเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบและสมการโครงสร้างต่อไป (Hair et al., 2010) ดังตาราง 2

ตาราง 2

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกต

	EA	DI	AM	ES	TC	AT	BD	BC	EM	AE	AR	DA	CS	EN	DF	RE	NM	EU	EC	OM
EA	1	.873**	.863**	.676**	.689**	.714**	.691**	.647**	.428**	.671**	.671**	.686**	.586**	.283**	.350**	.340**	.570**	.690**	.872**	.466**
DI		1	.882**	.682**	.706**	.723**	.670**	.642**	.449**	.678**	.666**	.679**	.587**	.252**	.521**	.612**	.722**	.482**	.465**	.630**
AM			1	.713**	.723**	.725**	.673**	.629**	.414**	.713**	.699**	.675**	.554**	.253**	.625**	.517**	.430**	.520	.601**	.544**
ES				1	.876**	.820**	.734**	.667**	.479**	.814**	.816**	.802**	.628**	.304**	.431**	.617**	.620**	.512*	.680**	.501**
TC					1	.886**	.770**	.701**	.494**	.811**	.816**	.804**	.644**	.337**	.650**	.554**	.690**	.526**	.694**	.528**
AT						1	.780**	.706**	.492**	.818**	.816**	.797**	.686**	.343**	.438**	.443**	.542**	.685**	.560**	.629**
BD							1	.837**	.524**	.771**	.778**	.762**	.623**	.320**	.755**	.751**	.660**	.694**	.589**	.443**
BC								1	.537**	.730**	.689**	.727**	.647**	.303**	.516**	.632**	.527**	.553**	.641**	.646**
EM									1	.505**	.498**	.496**	.463**	.187**	.627**	.614**	.625**	.413**	.765**	.412**
AE										1	.886**	.852**	.701**	.345**	.449**	.530**	.720**	.503**	.481**	.521**
AR											1	.873**	.709**	.351**	.591**	.514**	.690**	.595**	.583**	.655**
DA												1	.814**	.390**	.637**	.654**	.620**	.619**	.581**	.718**

ตาราง 2

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกต (ต่อ)

	EA	DI	AM	ES	TC	AT	BD	BC	EM	AE	AR	DA	CS	EN	DF	RE	NM	EU	EC	OM
CS													1	.465**	.639**	.710**	.733**	.731**	.684**	.766**
EN														1	.744**	.751**	.659**	.594**	.572**	.374**
DF															1	.880**	.768**	.638**	.634**	.434**
RE																1	.807**	.645**	.659**	.443**
NM																	1	.854**	.802**	.552**
EU																		1	.860**	.561**
EC																			1	.652**
OM																				1

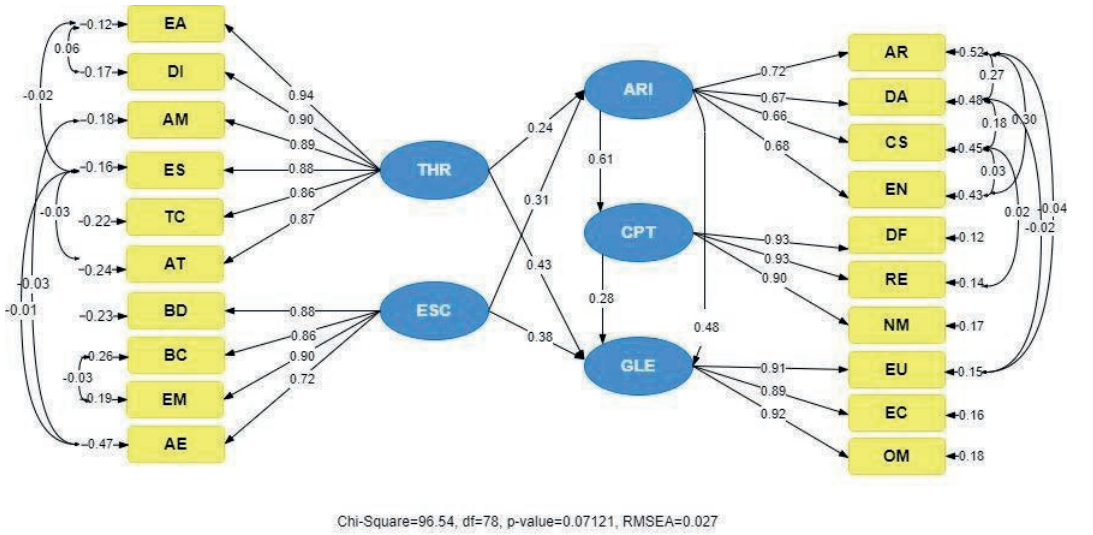
ผลการวิเคราะห์โมเดล ผลการตรวจสอบพบว่า ค่า chi-square = 96.54 *p*-value = .070 ค่าดัชนีวัดความกลมกลืนเชิงสัมพัทธ์ (CFI) เท่ากับ 1.00 ค่าดัชนีวัดความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ .97 ค่าดัชนีวัดความกลมกลืน (AGFI) เท่ากับ .96 ดัชนีทุกค่าผ่านเกณฑ์ที่บ่งบอกได้ว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Hair et al., 2010) ดังตาราง 3

ตาราง 3

ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลตัวแบบเชิงประจักษ์กับตัวแบบทฤษฎี (โมเดลต้นแบบ)

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบ	ค่าที่คำนวณได้	เกณฑ์	แปลผล
Chi-square	96.54	ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ > .05	ผ่านเกณฑ์
Chi-square/*df*	1.23	$\chi^2/df < 2$	ผ่านเกณฑ์
df	78	-	ผ่านเกณฑ์
p-value	.07	$p > .05$	ผ่านเกณฑ์
CFI	1.00	$\geq .95$	ผ่านเกณฑ์
GFI	.97	$> .95$	ผ่านเกณฑ์
AGFI	.96	$> .95$	ผ่านเกณฑ์
RMSEA	.03	$< .05$	ผ่านเกณฑ์

ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของโมเดลพบว่าดัชนีทุกตัวอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งสะท้อนว่าโมเดลนี้มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างเหมาะสม ดังภาพ 2



ภาพ 2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุปัจจัยเชิงสาเหตุบทบาทปัญญาประดิษฐ์ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ในประเทศไทย

ผลการวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยตามสมมุติฐานการวิจัย ดังตาราง 4

ตาราง 4

อิทธิพลทางตรง (DE) อิทธิพลทางอ้อม (IE) และอิทธิพลรวม (TE)

ตัวแปรเชิงสาเหตุ	**ตัวแปรผล**								
	บทบาทปัญญาประดิษฐ์ (ARI)			ความสามารถในการแข่งขัน (CPT)			ประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียว (GLE)		
	DE	IE	TE	DE	IE	TE	DE	IE	TE
เทคโนโลยีและบุคลากร (THR)	.24**	-	.24**	-	.22**	.22**	.43*	.06*	.49**
เศรษฐกิจและความยั่งยืน (ESC)	.31**	-	.31**	-	.28**	.28**	.38**	.08*	.46**
บทบาทปัญญาประดิษฐ์ (ARI)	-	-	-	.61**	-	.61**	.48*	.25**	.73**
ความสามารถในการแข่งขัน (CPT)	-	-	-	-	-	-	.28**	-	.28**

** $p < .01$ * $p < .05$

ค่าที่คำนวณได้ของ R^2 สำหรับตัวแปรผลแต่ละตัว พบว่า บทบาทปัญญาประดิษฐ์ (ARI) R^2 = .15 ความสามารถในการแข่งขัน (CPT) R^2 = .37 ประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียว (GLE) R^2 = .64 ดังนั้นโมเดลมีความสามารถในการอธิบาย ประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียว (GLE) ได้ดีที่สุด รองลงมาคือความสามารถในการแข่งขัน (CPT) และบทบาทปัญญาประดิษฐ์ (ARI) ตามลำดับ จากภาพ 2 และตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ พบว่า

1. ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า เทคโนโลยีและบุคลากร (THR) ส่งผลเชิงบวกต่อบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ (ARI) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงยอมรับสมมุติฐานการวิจัยที่ 1

2. ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า เศรษฐกิจและความยั่งยืน (ESC) ส่งผลเชิงบวกต่อบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ (ARI) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงยอมรับสมมุติฐานการวิจัยที่ 2

3. ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า บทบาทของปัญญาประดิษฐ์ (ARI) ส่งผลเชิงบวกทางตรงต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียว (GLE) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงยอมรับสมมุติฐานการวิจัยที่ 3

4. ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า บทบาทของปัญญาประดิษฐ์ (ARI) ส่งผลเชิงบวกทางตรงต่อความสามารถในการแข่งขัน (CPT) มากที่สุดในโมเดล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงยอมรับสมมุติฐานการวิจัยที่ 4

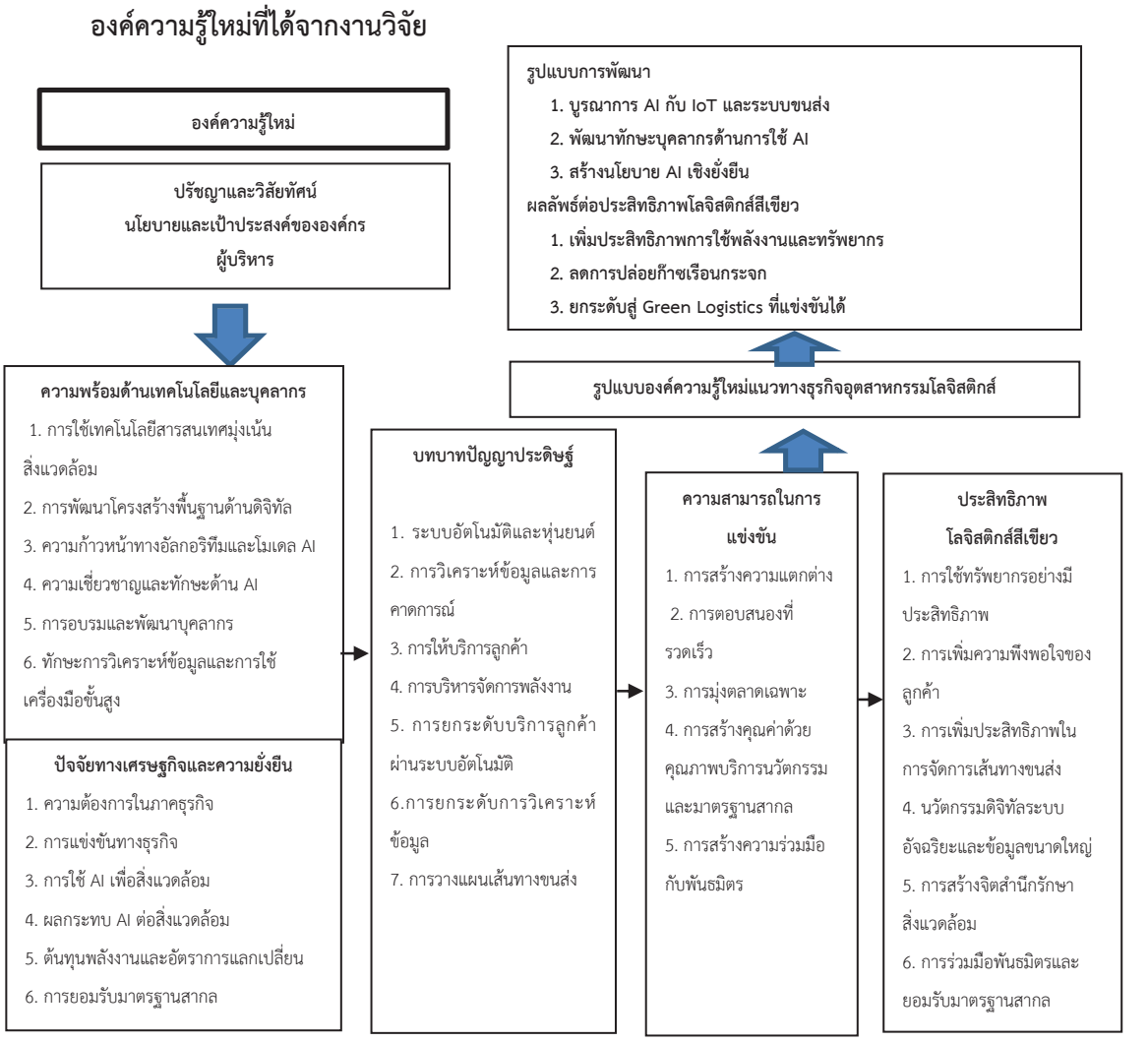
5. ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า ความสามารถในการแข่งขัน (CPT) เป็นตัวแปรส่งผ่านที่มีนัยสำคัญทางสถิติในโมเดล จึงยอมรับสมมุติฐานการวิจัยที่ 5

6. ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า เทคโนโลยีและบุคลากร (THR) ส่งผลต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียว (GLE) ผ่านบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ (ARI) เท่านั้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงยอมรับสมมุติฐานการวิจัยที่ 6

7. ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า เศรษฐกิจและความยั่งยืน (ESC) ส่งผลต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียว (GLE) ทั้งทางตรงและอ้อมผ่านบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ (ARI) โดยมีอิทธิพลรวมสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงยอมรับสมมุติฐานการวิจัยที่ 7

ผลการวิจัยเชิงคุณภาพ

จากการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลหลัก พบว่ามีความคิดเห็นตรงกันเชิงเนื้อหาที่ผู้ประกอบการมีความเข้าใจโดยมีแนวทางการพัฒนาที่ดีขึ้น



ภาพ 3 รูปแบบองค์ความรู้ใหม่ปัจจัยเชิงสาเหตุบทบาทปัญญาประดิษฐ์ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ในประเทศไทย

จากภาพ 3 รูปแบบองค์ความรู้ใหม่ปัจจัยเชิงสาเหตุบทบาทปัญญาประดิษฐ์ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ในประเทศไทย ได้มีการส่งเสริมและขับเคลื่อนในด้านต่าง ๆ โดยผู้ประกอบการมีแนวทางพัฒนาระบบอัจฉริยะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดังนี้

1. เทคโนโลยีและบุคลากร การลงทุนในเทคโนโลยีดิจิทัล เช่น ระบบติดตามและวิเคราะห์ข้อมูล มีความแตกต่างตามขนาดองค์กร องค์กรใหญ่ลงทุนได้มากกว่า ในขณะที่องค์กรขนาดเล็กมีข้อจำกัดด้านทรัพยากร ด้านบุคลากรยังต้องการพัฒนาทักษะการวิเคราะห์ข้อมูลและการใช้เครื่องมือขั้นสูงอย่างต่อเนื่อง แนวทางสำคัญคือการลงทุนควบคู่ทั้งเทคโนโลยีและพัฒนาความรู้ของบุคลากร เพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขัน

2. เศรษฐกิจและความยั่งยืน ความผันผวนทางเศรษฐกิจ เช่น ต้นทุนพลังงานและอัตราแลกเปลี่ยนสร้างความท้าทายในการบริหารจัดการ ในขณะที่แนวคิดความยั่งยืนถูกมองเป็นโอกาสทางธุรกิจ การใช้เทคโนโลยี

สีเขียวและการยอมรับมาตรฐานสากลช่วยสร้างความน่าเชื่อถือ แต่การปรับตัวยังเผชิญอุปสรรคจากต้นทุนการลงทุนสูงและความเข้าใจที่ไม่เพียงพอ การสร้างสมดุลระหว่างแรงกดดันทางเศรษฐกิจและโอกาสจากความยั่งยืนจึงเป็นปัจจัยกำหนดความสำเร็จในระยะยาว

3. บทบาทปัญญาประดิษฐ์ ระบบอัจฉริยะถูกนำมาใช้เพิ่มประสิทธิภาพในหลายด้าน เช่น การพยากรณ์ความต้องการและการวางแผนเส้นทางขนส่ง ช่วยลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพห่วงโซ่อุปทาน รวมถึงยกระดับบริการลูกค้าผ่านระบบตอบคำถามอัตโนมัติและการวิเคราะห์ข้อมูล การนำไปใช้ยังมีข้อจำกัดด้านต้นทุน การขาดบุคลากรเชี่ยวชาญ และความกังวลของพนักงาน การบริหารจัดการปัจจัยเหล่านี้อย่างรอบคอบจึงเป็นกุญแจสู่ความสำเร็จ

4. ความสามารถในการแข่งขัน เทคโนโลยีดิจิทัลเป็นปัจจัยหลักที่เพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุน การมีบุคลากรที่มีทักษะและเปิดรับเทคโนโลยีเป็นเงื่อนไขสำคัญ การแข่งขันมุ่งสร้างคุณค่าด้วยคุณภาพบริการ นวัตกรรม และมาตรฐานสากล แม้จะเผชิญข้อจำกัดด้านการลงทุนและโครงสร้างพื้นฐาน แนวทางการพัฒนาควรมุ่งเน้นการลงทุนที่เหมาะสม การพัฒนาบุคลากร และการสร้างความร่วมมือกับพันธมิตร

5. ประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียว ถูกขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรมดิจิทัล เช่น ระบบอัจฉริยะและข้อมูลขนาดใหญ่ เพื่อบริหารจัดการเส้นทาง ลดการใช้พลังงาน และการปล่อยมลภาวะ ความสำเร็จอาศัยทั้งเทคโนโลยีและการพัฒนาบุคลากรให้มีจิตสำนึกรักษาสิ่งแวดล้อม การร่วมมือกับพันธมิตรและการยอมรับมาตรฐานสากลช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือ แม้มีอุปสรรคด้านค่าใช้จ่าย การสนับสนุนจากภาครัฐและวัฒนธรรมองค์กรที่ใส่ใจสิ่งแวดล้อมจะช่วยให้การดำเนินงานยั่งยืน

การอภิปรายผล

1. เทคโนโลยีและบุคลากรส่งผลเชิงบวกต่อบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงยอมรับสมมุติฐานที่ 1 ทั้งนี้การผสมผสานระหว่างโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีที่แข็งแกร่งและบุคลากรที่มีความพร้อมจึงเป็นเงื่อนไขที่จำเป็นสำหรับการเปิดศักยภาพของ ปัญญาประดิษฐ์อย่างเต็มที่ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันขององค์กร ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ Dubey et al. (2021) ที่แสดงถึงความพร้อมด้านเทคโนโลยีและบุคลากรเป็นปัจจัยหลักที่กำหนดความสำเร็จของปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในโลจิสติกส์ บุคลากรที่มีทักษะดิจิทัลและความเข้าใจในหลักการของปัญญาประดิษฐ์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการทำงานร่วมกับระบบ การตีความผลลัพธ์ และการใช้ข้อมูลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์

2. เศรษฐกิจและความยั่งยืนส่งผลเชิงบวกต่อบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงยอมรับสมมุติฐานที่ 2 ทั้งนี้การบูรณาการระหว่างเสถียรภาพทางเศรษฐกิจกับเป้าหมายความยั่งยืนจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้สร้างประสิทธิภาพและความรับผิดชอบต่อสังคมได้พร้อมกัน ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ Choi et al. (2022) ที่แสดงถึงในด้านความยั่งยืนปัญญาประดิษฐ์ช่วยวิเคราะห์และวางแผนการใช้ทรัพยากร ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และสนับสนุนเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อม สังคม และธรรมาภิบาล (ESG) ซึ่งสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขัน และสอดคล้องกับการศึกษาของ Lamba and Singh (2018) ที่แสดงถึงปัจจัยทางเศรษฐกิจและความยั่งยืนส่งผลต่อการนำปัญญาประดิษฐ์ (AI) มาใช้ในโลจิสติกส์โดยตรง ความมั่นคงทางเศรษฐกิจเป็นเงื่อนไขสำคัญสำหรับการลงทุนในระบบปัญญาประดิษฐ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ

การจัดการคลังสินค้าและการวางแผนขนส่ง

3. บทบาทของปัญญาประดิษฐ์ส่งผลเชิงบวกทางตรงต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงยอมรับสมมุติฐานที่ 3 ทั้งนี้การบรรลุประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวที่ยั่งยืนจึงจำเป็นต้องมีการวางกลยุทธ์ด้านปัญญาประดิษฐ์ที่ควบคู่ไปกับการพัฒนาทุนมนุษย์และโครงสร้างพื้นฐานรองรับ ที่สอดคล้องกับการศึกษาของ Kumar et al. (2021) บทบาทของปัญญาประดิษฐ์ (AI) มีผลกระทบเชิงบวกโดยตรงต่อประสิทธิภาพของโลจิสติกส์สีเขียว โดยเพิ่มความยั่งยืนและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการพยากรณ์ความต้องการ วางแผนเส้นทางขนส่ง และจัดการคลังสินค้าสามารถลดการใช้พลังงาน เพิ่มอัตราการบรรทุกเต็ม และลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

4. บทบาทของปัญญาประดิษฐ์ส่งผลเชิงบวกทางตรงต่อความสามารถในการแข่งขัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงยอมรับสมมุติฐานที่ 4 ทั้งนี้การลงทุนในปัญญาประดิษฐ์จึงไม่เพียงเพิ่มประสิทธิภาพแต่ยังเป็นกลยุทธ์เชิงรุกสำหรับการรักษาความได้เปรียบทางการแข่งขันในระยะยาว โดยต้องควบคู่ไปกับการพัฒนาบุคลากรและโครงสร้างพื้นฐานเพื่อการบูรณาการที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ที่สอดคล้องกับการศึกษาของ Dubey et al. (2021) ที่แสดงถึงปัญญาประดิษฐ์สนับสนุนการสร้างคุณค่าใหม่ผ่านการให้บริการเฉพาะบุคคลและการสร้างนวัตกรรม ตลอดจนเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันที่ยั่งยืนด้วยการเพิ่มความยืดหยุ่นของห่วงโซ่อุปทาน การจัดการความเสี่ยง และการพัฒนาระบบนิเวศดิจิทัล

5. ความสามารถในการแข่งขัน เป็นตัวแปรส่งผ่านที่มีนัยสำคัญทางสถิติในโมเดล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงยอมรับสมมุติฐานที่ 5 ทั้งนี้ความสามารถในการแข่งขันเป็นปัจจัยขับเคลื่อนสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพของโลจิสติกส์สีเขียว องค์กรที่มีความได้เปรียบทางการแข่งขันสูงที่มีทรัพยากรและความสามารถเชิงพลวัต ที่สอดคล้องกับการศึกษาของ Khan et al. (2021) ที่แสดงถึงการบูรณาการกรอบ ESG (Environmental, Social and Governance) และหลักเศรษฐกิจหมุนเวียน (circular economy) เข้ากับกลยุทธ์หลัก สร้างความเชื่อมโยงโดยตรงระหว่างความสามารถในการแข่งขันกับผลการดำเนินงานด้านความยั่งยืน โดยองค์กรสามารถเปลี่ยนขีดความสามารถด้านดิจิทัลและความยืดหยุ่นทางการดำเนินงานให้เป็นผลลัพธ์เชิงสิ่งแวดล้อมที่วัดผลได้ ที่แสดงถึงในบริบทประเทศไทย องค์กรโลจิสติกส์ที่เน้นการสร้างความแตกต่างผ่านนวัตกรรมสีเขียวและเทคโนโลยีชั้นสูง สามารถลดการใช้พลังงานและการปล่อยมลพิษได้ในขณะที่ยังรักษาความพึงพอใจของลูกค้าและความได้เปรียบในการแข่งขันไว้ได้

6. เทคโนโลยีและบุคลากรส่งผลต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียว ผ่านบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ (ARI) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงยอมรับสมมุติฐานที่ 6 ทั้งนี้การสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่สนับสนุนการเรียนรู้และนวัตกรรมยังช่วยให้เกิดการยอมรับเทคโนโลยีและบูรณาการระหว่างคนกับเครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิผล การผสานระหว่างโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีที่แข็งแกร่งและบุคลากรที่มีความพร้อม จึงเป็นเงื่อนไขพื้นฐานที่ทำให้บทบาทของปัญญาประดิษฐ์สามารถแสดงศักยภาพได้เต็มที่ ซึ่งจะนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพของโลจิสติกส์สีเขียวอย่างเป็นรูปธรรมและยั่งยืน ที่สอดคล้องกับการศึกษาของ Wang et al. (2016) ที่แสดงถึงความพร้อมด้านเทคโนโลยีและบุคลากรขององค์กรมีอิทธิพลสำคัญต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียว โดยบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ (AI) ทำหน้าที่เป็นกลไกสำคัญในการเชื่อมโยงนี้ องค์กรที่มีโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีที่ทันสมัย เช่น ระบบ IoT Big Data และแพลตฟอร์มดิจิทัลที่พร้อมเชื่อมโยงกัน ทำให้สามารถประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกเพื่อพยากรณ์ความต้องการ ปรับแผนเส้นทางขนส่ง และจัดการการใช้พลังงานได้อย่างแม่นยำ ส่งผลให้ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและต้นทุนการดำเนินงาน

7. เศรษฐกิจและความยั่งยืนส่งผลต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวทั้งทางตรงและอ้อมผ่านบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ (ARI) โดยมีอิทธิพลรวมสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงยอมรับสมมุติฐานที่ 7 ทั้งนี้ การประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ จึงเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยให้องค์กรสามารถตอบสนองต่อแรงกดดันทางเศรษฐกิจในขณะเดียวกันก็ก้าวสู่การดำเนินงานที่ยั่งยืนและมีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้อย่างสมดุล ที่สอดคล้องกับการศึกษาของ Khan et al. (2021) ที่แสดงถึงปัจจัยทางเศรษฐกิจและความยั่งยืนขององค์กรส่งผลต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวผ่านบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ (AI) โดยทำหน้าที่เป็นตัวแปรกลไกกลาง แรงกดดันทางเศรษฐกิจและความต้องการสร้างความยั่งยืนผลักดันให้องค์กรมองหาโซลูชันที่ชาญฉลาด ปัญญาประดิษฐ์ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกเพื่อจัดการเส้นทางขนส่งและพลังงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ลดทั้งต้นทุนและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1.1 งานศึกษานี้ให้องค์ความรู้ใหม่ในการเชื่อมโยงปัจจัยเชิงดิจิทัล (เทคโนโลยี AI) ด้านเศรษฐกิจและความยั่งยืน เข้ากับผลการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อมในภาคโลจิสติกส์ ช่วยยืนยันและขยายขอบเขตของทฤษฎีนวัตกรรมเชิงสิ่งแวดล้อม (eco-innovation theory) และทฤษฎีการจัดการห่วงโซ่อุปทาน โดยเฉพาะในบริบทประเทศกำลังพัฒนา กรอบแนวคิดที่ได้มานี้สามารถเป็นพื้นฐานสำหรับการวิจัยต่อยอดเกี่ยวกับกลไกการขับเคลื่อนความยั่งยืนด้วยเทคโนโลยีขั้นสูงในภาคอุตสาหกรรมอื่น ๆ

1.2 ผลการวิจัยสนับสนุนการออกแบบนโยบายภาครัฐที่ชัดเจนเพื่อส่งเสริมปัญญาประดิษฐ์ในโลจิสติกส์สีเขียวภาครัฐควรพิจารณามาตรการเชิงบวก เช่น การให้สิทธิประโยชน์ทางภาษีสำหรับการลงทุนในเทคโนโลยีสีเขียว การสนับสนุนเงินทุนสำหรับการวิจัยและพัฒนา และการจัดโครงการพัฒนาทักษะดิจิทัลและความยั่งยืนให้แก่บุคลากรในภาคอุตสาหกรรม นอกจากนี้ ควรมีการแก้ไขช่องว่างเชิงโครงสร้างที่ระบุในงานวิจัยเพื่อยกระดับขีดความสามารถของระบบโลจิสติกส์ไทยให้มีประสิทธิภาพและแข่งขันได้ในเวทีสากล พร้อมกับตอบโจทย์เป้าหมายความยั่งยืน

1.3 ขยายขอบเขตการศึกษา โดยการเปรียบเทียบข้ามภูมิภาคในประเทศไทยและอาเซียน รวมถึงเจาะลึกในอุตสาหกรรมเฉพาะ เช่น อาหารหรือพลังงาน เพื่อสร้างข้อเสนอเชิงนโยบายที่เหมาะสมกับแต่ละบริบท รวมถึงการเจาะลึกเทคโนโลยีและกลไก ศึกษาผลกระทบของปัญญาประดิษฐ์ประเภทต่าง ๆ (เช่น machine learning หุ่นยนต์) ที่เชื่อมโยงกับ Big Data และ IoT ต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์สีเขียวอย่างเป็นระบบ

References

จินตนา สีหาพงษ์. (2569). ปัญญาประดิษฐ์เพื่อการจัดการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานที่ยั่งยืน: แนวโน้มและทิศทาง ในอนาคตด้านการขนส่งและการกระจายสินค้า. *วารสารโลจิสติกส์และดิจิทัลซัพพลายเชน*, *4*(1), 78-100.

ชาย โพธิสิตา. (2564). *ศาสตร์และศิลป์แห่งการวิจัยเชิงคุณภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 9). สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิตยา ทวีชีพ. (2567). เทคโนโลยี AI กับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์อย่างยั่งยืน. *วารสารสังคมศาสตร์เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 8*(3), 365-375.

วิจัยกรุงศรี. (2567). *แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรมปี 2567-2569: ธุรกิจร้านค้าปลีกสมัยใหม่.* https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/wholesale-retail/modern-trade/io/modern-trade-2024-2026?utm_source=chatgpt.com

Ali, Z., Prikshat, V., Abd El Aziz, J., & Vinot, D. (2026). Understanding AI adoption in healthcare organisations through interacting technological, organisational, and environmental conditions. *Journal of Health Organization and Management*, *40*(9), 562-592.

Aydin, O., Karaarslan, E., & Narin, N. G. (2024). *Artificial intelligence, VR, AR and metaverse technologies for human resources management*. https://arxiv.org/abs/2406.15383

Bai, C., & Sarkis, J. (2021). *Green logistics and supply chain management: A sustainable design perspective*. Routledge.

Best, J. W., & Kahn, J. V. (2016). *Research in education* (10th ed.). Pearson Education.

Choi, T. M., Wallace, S. W., & Wang, Y. (2018). Big data analytics in operations management. *Production and operations management*, *27*(10), 1868-1883.

Christopher, M., & Holweg, M. (2024). *Logistics and supply chain management* (6th ed.). Pearson.

Cronbach, L. J. (1984). A research worker's treasure chest. *Multivariate Behavioral esearch, 19*(2-3), 223-240.

Daftari, A. (2024). Logistics 4.0: A systematic investigation leading to an innovative logistics system. *International Journal of Management and Commerce Innovations*, *12*(1), 151-157.

Dubey, R., Gunasekaran, A., Childe, S. J., Fosso Wamba, S., Roubaud, D., & Foropon, C. (2021). Empirical investigation of data analytics capability and organizational flexibility as complements to supply chain resilience. *International journal of production research*, *59*(1), 110-128.

Goodhue, D. L., & Thompson, R. L. (2025). Task-technology fit and individual performance. *MIS Quarterly, 49*(2), 213-236.

Goudarzi, F., Olaru, D., & Bergey, P. (2023). Beyond risk attitude: Unpacking behavioral drivers of supply chain contracts. *International Journal of Production Economics, 255*, 108678.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis* (7th ed.). Pearson Prentice Hall.

International Transport Forum. (2022). *ITF transport outlook 2022*. OECD.

Khan, S. A. R., Razzaq, A., Yu, Z., & Miller, S. (2021). Retracted: Industry 4.0 and circular economy practices: A new era business strategies for environmental sustainability. *Business Strategy and the Environment*, *30*(8), 4001-4014.

Kitcharoen, K. (2023). The adoption of big data to achieve firm performance of global logistic companies in Thailand. *The Journal of Distribution Science, 21*(1), 53–63.

Kumar, R., Singh, R. K., & Dwivedi, Y. K. (2020). Application of industry 4.0 technologies in SMEs for ethical and sustainable operations: Analysis of challenges. *Journal of cleaner production*, *275*, 124063.

Lagorio, A., Zenezini, G., Mangano, G., & Pinto, R. (2022). A systematic literature review of innovative technologies adopted in logistics management. *International Journal of Logistics Research and Applications*, *25*(7), 1043-1066.

Lamba, K., & Singh, S. P. (2018). Modeling big data enablers for operations and supply chain management. *The International Journal of Logistics Management*, *29*(2), 629-658.

Likert, R. (1967). *The method of constructing and attitude scale, in attitude theory and measurement*. Wiley & Son.

Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic management journal*, *18*(7), 509-533.

UNCTAD. (2022). *Review of maritime transport 2022*. United Nations. https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2022_en.pdf

United Nations. (2022). *The sustainable development goals report 2022*. https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/

Wang, Y., Zhang, D., Liu, Q., Shen, F., & Lee, L. H. (2016). Towards enhancing the last-mile delivery: An effective crowd-tasking model with scalable solutions. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *93*, 279-293.