

นวัตกรรมเพื่อการพัฒนาประสิทธิภาพในธุรกิจคลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้า

Innovations for Enhancing Efficiency in Warehousing and Distribution Center Operations

สมิตรา รัศมี¹ และ กฤษดา เขียววัฒนสุข^{2*}

(Samitra Rasamee¹ and Krisada Chienwattanasook^{2*})

¹คณะบริหารธุรกิจและการบัญชี มหาวิทยาลัยปทุมธานี, ปทุมธานี

¹Faculty of Business Administration and Accounting, PathumThani University, Pathum Thani, Thailand

²คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี

²Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Thanyaburi,

Pathum Thani, Thailand

*Corresponding author e-mail: krisada_c@rmutt.ac.th

Article history

Received 12 March 2025 Revised 30 April 2025

Accepted 2 May 2025 SIMILARITY INDEX = 4.49 %

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของนวัตกรรมและเทคโนโลยีอัตโนมัติต่อการพัฒนาประสิทธิภาพในธุรกิจคลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้า ทั้งในแง่บวกและแง่ลบ โดยพิจารณาผลกระทบในด้านแรงงาน การพัฒนาบุคลากรเพื่อรองรับระบบอัตโนมัติ ความท้าทายด้านต้นทุนการลงทุน และความปลอดภัยของข้อมูลเมื่อนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการดำเนินงาน การศึกษานี้ดำเนินการโดยการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และวิเคราะห์เปรียบเทียบแนวทางการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในคลังสินค้า พร้อมทั้งเสนอแนวทางการจัดการผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี

บทความชี้ให้เห็นว่าการใช้ระบบอัตโนมัติช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน ลดต้นทุนในระยะยาว และเพิ่มความคล่องตัวในกระบวนการโลจิสติกส์ อย่างไรก็ตาม การนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ส่งผลกระทบต่อแรงงาน โดยลดความต้องการในตำแหน่งงานที่ต้องทำซ้ำ แต่เพิ่มความต้องการในตำแหน่งที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี เช่น การจัดการระบบอัตโนมัติและการวิเคราะห์ข้อมูล องค์กรจำเป็นต้องส่งเสริมการพัฒนาทักษะแรงงานผ่านการฝึกอบรมและแนวทางการเรียนรู้ตลอดชีวิต ด้านการลงทุน แม้ว่าระบบอัตโนมัติจะมีต้นทุนเริ่มต้นสูง แต่สามารถลดต้นทุนระยะยาวได้ หากมีการวางแผนการลงทุนอย่างเป็นระบบ โดยแนวทางที่เหมาะสมคือการลงทุนแบบค่อยเป็นค่อยไปเพื่อลดความเสี่ยง นอกจากนี้ การรักษาความปลอดภัยของข้อมูลเป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ต้องให้ความสำคัญ โดยองค์กรควรใช้มาตรการป้องกันที่เหมาะสมเพื่อป้องกันภัยคุกคามไซเบอร์ ในอนาคต คลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้าจะพัฒนาไปสู่การใช้เทคโนโลยีที่สามารถคาดการณ์และปรับปรุงกระบวนการทำงานได้อย่างอัตโนมัติ รวมถึงแนวทางการดำเนินงานที่คำนึงถึงความยั่งยืนมากขึ้นเพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของธุรกิจ

คำสำคัญ: คลังสินค้าอัจฉริยะ ศูนย์กระจายสินค้า ประสิทธิภาพการดำเนินงาน การลงทุนเทคโนโลยี โลจิสติกส์อัจฉริยะ

ABSTRACT

This article aims to analyze the impact of innovation and automation technology on increasing the efficiency of warehouse and distribution centers, considering both positive and negative aspects. By focuses on the most important aspects, including the impact on the workforce, workforce development for automation, high investment costs, and data security when implementing technology into operational processes. This article utilizes literature review methodology, compares different approaches to technology adoption in warehouse operations, and presents management strategies to overcome the challenges posed by these technological shifts.

The article explains that automation systems significantly improve operational efficiency, reduce long-term costs and increase logistical flexibility. However, the introduction of automation reduces repetitive tasks while increasing the demand for technology management and data analysis positions. Companies must therefore introduce training programs for their employees and lifelong learning strategies to facilitate workforce adaptation. In terms of investment, automation requires high initial costs, but a systematic and gradual investment approach can mitigate financial risks. In terms of data security, companies should prioritize cybersecurity measures to protect digital operations. Looking to the future, warehouses and distribution centers will evolve into intelligent systems capable of optimizing processes proactively and autonomously. In addition, sustainable operating practices will gain in importance and further strengthen the competitiveness of companies in the long term.

Keywords: Smart Warehousing, Distribution Center, Operational Efficiency, Technology Investment, Intelligent Logistics

1. บทนำ

ธุรกิจคลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้ามีบทบาทสำคัญในห่วงโซ่อุปทานยุคใหม่ในฐานะจุดเชื่อมต่อโยงระหว่างผู้ผลิต ผู้ค้าปลีก และผู้บริโภค การจัดการสินค้าคงคลังและกระบวนการกระจายสินค้าที่มีประสิทธิภาพเป็นหัวใจสำคัญที่ช่วยเสริมสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันขององค์กรในสภาวะตลาดที่มีพลวัตสูง โดยเฉพาะภายใต้แรงขับเคลื่อนจากการเติบโตของอีคอมเมิร์ซและการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมผู้บริโภคอย่างต่อเนื่อง (QueueMe, n.d.; WeChronicle, 2023) เพื่อตอบสนองต่อความเปลี่ยนแปลงนี้ ธุรกิจคลังสินค้าจึงได้ปรับตัวด้วยการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีอัตโนมัติเข้ามาใช้ในกระบวนการทำงาน อาทิ ระบบการจัดการคลังสินค้า (WMS) ระบบการจับและขนส่งสินค้าอัตโนมัติ (AS/RS) และระบบติดตามสินค้าแบบเรียลไทม์ ซึ่งมีส่วนช่วยลดข้อผิดพลาดจากมนุษย์ เพิ่มความแม่นยำในการดำเนินงาน และลดต้นทุนได้อย่างมีนัยสำคัญ (Uniserve Marketing, 2024)

แม้ว่าการนำเทคโนโลยีมาใช้จะก่อให้เกิดประโยชน์มากมาย แต่ขณะเดียวกันก็ส่งผลกระทบต่อภาคแรงงานอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ความต้องการแรงงานมนุษย์ในรูปแบบเดิมลดลง ขณะที่บทบาทใหม่ ๆ ที่เน้นทักษะด้านเทคโนโลยี ฟู่นยนต์ และการวิเคราะห์ข้อมูลได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลให้เกิดความจำเป็นเร่งด่วนในการพัฒนาทักษะและเสริมสร้างสมรรถนะของบุคลากรให้สามารถปรับตัวได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ การพึ่งพาเทคโนโลยีอัตโนมัติยังนำมาซึ่งความเสี่ยงด้านความมั่นคงของข้อมูล อาทิ การโจมตีทางไซเบอร์และการรั่วไหลของข้อมูลสำคัญ องค์กรจึงต้องให้ความสำคัญกับการเสริมสร้างระบบรักษาความปลอดภัยไซเบอร์อย่างรัดกุม เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นทั้งในระดับการดำเนินงานและภาพลักษณ์องค์กร

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่า การนำเทคโนโลยีอัตโนมัติและนวัตกรรมดิจิทัลมาใช้ในธุรกิจคลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้าส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานในด้านใดบ้าง ตลอดจนวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อแรงงานและความมั่นคงของข้อมูล พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางในการบริหารจัดการเพื่อเตรียมความพร้อมและเสริมสร้างความยั่งยืนในระยะยาว โดยตั้งคำถามการวิจัยหลักว่า องค์กรสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการแข่งขันได้อย่างไรภายใต้กระแสการเปลี่ยนผ่านสู่ระบบอัตโนมัติในธุรกิจคลังสินค้า

เพื่อให้ครอบคลุมประเด็นที่เกี่ยวข้อง บทความนี้เริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์การลงทุนในนวัตกรรมเทคโนโลยี โดยพิจารณาถึงต้นทุนเริ่มต้นและผลตอบแทนที่องค์กรอาจได้รับในระยะยาว จากนั้นกล่าวถึงผลกระทบของเทคโนโลยีต่อแรงงานและสังคม โดยชี้ให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างแรงงาน ความท้าทายในการบริหารทรัพยากรมนุษย์ และความจำเป็นในการพัฒนาทักษะและการเรียนรู้เพื่อปรับตัวต่อบทบาทใหม่ นอกจากนี้ยังนำเสนอการวิเคราะห์ด้านความมั่นคงของข้อมูลในระบบอัตโนมัติ โดยเน้นถึงความเสี่ยงที่ต้องเผชิญและมาตรการรักษาความปลอดภัยที่จำเป็น สุดท้ายจึงสรุปแนวทางการบริหารจัดการเพื่อสร้างความพร้อมและความยั่งยืนในระยะยาว ผ่านการพัฒนาทักษะบุคลากร การเสริมสร้างระบบรักษาความปลอดภัยทางข้อมูล และการกำหนดนโยบายเชิงกลยุทธ์ที่สอดคล้องกับบริบทการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี ด้วย

การศึกษาเชิงลึกในประเด็นเหล่านี้ ผู้เขียนมุ่งหวังว่าจะสามารถนำเสนอองค์ความรู้และแนวทางที่เป็นประโยชน์ สำหรับภาคธุรกิจคลังสินค้าในการปรับตัวและสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันอย่างยั่งยืนในยุคดิจิทัล

2. แนวคิดสำคัญที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาและการใช้งานเทคโนโลยีในคลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้าเป็นกลยุทธ์สำคัญที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ลดต้นทุน และสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันในยุคเศรษฐกิจดิจิทัล อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลกระทบต่อหลายด้าน ทั้งในเชิงเศรษฐกิจ สังคม แรงงาน และความมั่นคงของข้อมูล ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 การลงทุนในนวัตกรรมเทคโนโลยี: ต้นทุนและผลตอบแทน

การติดตั้งระบบอัตโนมัติ เช่น Automated Cellular Case Picking System (ACCPs) ต้องใช้ต้นทุนเริ่มต้นที่สูง (Ruzayqat, 2016) และยังคงแบกรับค่าใช้จ่ายในการบูรณาการระบบเดิม (Carlan et al., 2023) การประเมินความคุ้มค่าจึงควรครอบคลุมทั้งระยะเวลาการคืนทุนและผลกระทบต่อกระบวนการภายในองค์กร นอกจากนี้ ต้นทุนดำเนินงานระยะยาว เช่น ค่าบำรุงรักษาและการฝึกอบรมพนักงาน (Hamborg & Verriet, 2012) ก็มีบทบาทสำคัญ และจำเป็นต้องวิเคราะห์ว่าสัดส่วนต้นทุนดังกล่าวสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาใด

แม้ว่าระบบอัตโนมัติจะช่วยลดการพึ่งพาแรงงานมนุษย์และเพิ่มความแม่นยำในการดำเนินงาน (Fager et al., 2021) แต่งานวิจัยบางชิ้นโต้แย้งว่าหากไม่มีการวางแผนการเปลี่ยนแปลงที่ดี การลงทุนดังกล่าวอาจไม่สามารถลดต้นทุนจริงได้ในระยะยาว นอกจากนี้ การวิเคราะห์เชิงลึกด้านต้นทุน-ประโยชน์โดยเฉพาะในเรื่องของ Return on Investment (ROI) จึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการประเมินความคุ้มค่าของการเปลี่ยนแปลง (Carlan et al., 2023)

2.2 ผลกระทบของเทคโนโลยีต่อแรงงานและสังคม

การนำเทคโนโลยีอัตโนมัติเข้ามาใช้งาน เช่น ระบบ ASRS และหุ่นยนต์ช่วยลดจำนวนตำแหน่งงานแบบดั้งเดิม (Aunadi & Reyad, 2024; Dhaliwal, 2020) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยของ Bessen et al. (2019) ชี้ให้เห็นว่าแรงงานบางกลุ่มได้รับผลกระทบเชิงลบทั้งในด้านจิตใจและรายได้ ซึ่งการสนับสนุนจากภาครัฐยังไม่เพียงพอ

แม้ว่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะสร้างตำแหน่งงานใหม่ เช่น ผู้ดูแลระบบหรือผู้วิเคราะห์ข้อมูล แต่กระบวนการเปลี่ยนผ่านยังคงขาดความราบรื่น และโอกาสในการเข้าถึงงานใหม่ไม่ได้กระจายอย่างเท่าเทียม (Bessen et al., 2019) ความเร็วของการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี เช่น การนำ AGVs และแขนกลมาใช้ อาจสร้างภาระการปรับตัวที่หนักเกินไปสำหรับองค์กรที่ขาดความพร้อมด้านทุนมนุษย์ (Dhaliwal, 2020)

ในมิติระยะยาว แม้ว่าการลดแรงงานจะดูเหมือนเป็นเป้าหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ แต่การขาดแผนรับมือผลกระทบทางสังคมอาจนำไปสู่การต่อต้านจากแรงงานเดิม และลดความร่วมมือภายในองค์กร (Eikebrokk & Olsen, 2019) ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นในการกำหนดนโยบายการเปลี่ยนผ่านที่ครอบคลุมทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม

2.3 การพัฒนาทักษะและการเรียนรู้เพื่อปรับตัว

การเรียนรู้ตลอดชีวิตกลายเป็นข้อกำหนดสำคัญในยุคการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี World Economic Forum รายงานว่ากว่า 50% ของแรงงานจะต้องพัฒนาทักษะใหม่ภายในปี 2025 (Li, 2022) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยชี้ว่ายังขาดความพร้อมขององค์กร SMEs ในการจัดระบบสนับสนุนการเรียนรู้ซึ่งเป็นรูปธรรม

การใช้ AI ในระบบ WMS และการวิเคราะห์ข้อมูลกลายเป็นทักษะที่มีความต้องการสูงขึ้น แต่ก็มีความเสี่ยงว่าพนักงานจำนวนหนึ่งจะไม่สามารถตามทันการเปลี่ยนแปลงได้ทันเวลา ปัญหาเรื่องช่องว่างทักษะ (Skills Gap) จึงยังคงเป็นอุปสรรคสำคัญในการเปลี่ยนผ่านแรงงาน งานวิจัยของ Martinez-Comesaña et al. (2023) เสนอว่าควรมีการเสริมสร้างความร่วมมือระหว่างภาคธุรกิจและสถาบันการศึกษาเพื่อเร่งพัฒนาทักษะเหล่านี้

2.4 ความมั่นคงของข้อมูลในระบบอัตโนมัติ

เมื่อระบบอัตโนมัติขยายตัว ความเสี่ยงจากการถูกโจมตีทางไซเบอร์ก็เพิ่มสูงขึ้น งานวิจัยของ Ye et al. (2015) เสนอโมเดล DAS เพื่อประเมินความเสี่ยง แต่ยังมีข้อจำกัดในการนำไปใช้กับบริบทที่แตกต่างกัน การยึดมาตรฐาน ISO 31000:2009 (Andry et al., 2022) ช่วยวางกรอบการจัดการความเสี่ยงอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ แนวโน้มการใช้ AI ในการตรวจจับภัยคุกคาม (Automated Risk Management) ก็กำลังเติบโต แม้ว่าจะยังมีข้อกังวลเกี่ยวกับความโปร่งใสของอัลกอริธึม การป้องกันเชิงรุกจึงต้องพัฒนาให้สอดคล้องกับภัยคุกคามที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว แนวทางแบบ adaptive และการนำแนวคิด Zero Trust มาใช้ถือเป็นแนวโน้มสำคัญที่ควรติดตามในอนาคต

2.5 แนวทางการบริหารจัดการเพื่อสร้างความพร้อมและความยั่งยืนในระยะยาว

การเตรียมความพร้อมรับมือการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีในธุรกิจคลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้าควรมุ่งเน้นสี่ประเด็นหลัก ได้แก่ การพัฒนาศักยภาพแรงงานด้วยการฝึกอบรม reskilling และ upskilling อย่างต่อเนื่อง (World Economic Forum, 2023) การวางแผนบริหารทรัพยากรมนุษย์ที่เน้นความยืดหยุ่น (McKinsey & Company, 2022) การลงทุนในระบบความปลอดภัยทางไซเบอร์และการจัดทำแผนความต่อเนื่องทางธุรกิจ (ISO, 2022) และการเชื่อมโยงนวัตกรรมเข้ากับความยั่งยืน เช่น การออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน และการลดคาร์บอนฟุตพริ้นต์ด้วยเทคโนโลยี blockchain (United Nations Conference on Trade and Development [UNCTAD], 2021)

3. กรณีศึกษา

การวิเคราะห์กรณีศึกษาจริงช่วยให้เข้าใจผลกระทบของเทคโนโลยีต่อการดำเนินงานคลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้าได้อย่างลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น กรณีศึกษาที่เลือกมานี้ประกอบด้วยองค์กรที่มีลักษณะต่างกันทั้งในแง่ของภูมิศาสตร์ ขนาดธุรกิจ และระดับของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี ได้แก่ CP ALL, Flash Fulfillment, และ Amazon Robotics โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสะท้อนให้เห็นถึงแนวโน้มร่วมของการพัฒนาเทคโนโลยีอัตโนมัติ ตลอดจนลักษณะเฉพาะที่สะท้อนกลยุทธ์ของแต่ละองค์กรในการปรับตัวเข้าสู่ยุค Industry 4.0

3.1 CP ALL (7-Eleven Distribution Center)

CP ALL เป็นกรณีศึกษาที่แสดงให้เห็นการนำ IoT และ AI มาใช้ในบริบทของธุรกิจค้าปลีกในประเทศไทย โดยโครงการ Smart Coffee Machine Service by IoT System ได้ช่วยให้สามารถตรวจสอบและแก้ไขปัญหาเครื่องชงกาแฟอัตโนมัติได้อย่างรวดเร็ว ลดค่าใช้จ่ายในการจ้างซ่อมลงถึง 823,500 บาทต่อปี อีกทั้งยังพัฒนา Outdoor Delivery Robot ซึ่งเป็นหุ่นยนต์ส่งของพลังงานไฟฟ้า 100% ที่ใช้ AI ในการนำทางอัตโนมัติ โดยขณะนี้อยู่ในระยะพัฒนาเฟสที่ 2 และมีเป้าหมายในการขยายการใช้งานไปยังธุรกิจอื่น ๆ ใกล้เคียงร้าน 7-Eleven (CP All Plc., 2023) กรณีนี้ชี้ให้เห็นถึงการนำเทคโนโลยีเพื่อยกระดับคุณภาพการให้บริการและประสิทธิภาพในระดับปฏิบัติการ พร้อมทั้งส่งเสริมแนวทางด้านความยั่งยืน

3.2 แฟลช ฟูลฟิลล์เมนต์ (Flash Fulfillment)

Flash Fulfillment เป็นผู้ให้บริการโลจิสติกส์ที่นำเทคโนโลยีเข้ามาปรับปรุงกระบวนการดำเนินงานอย่างครอบคลุม โดยใช้ระบบ AGV (Automated Guided Vehicle) และ RCS (Robot Control System) ในการลำเลียงสินค้า รวมถึงพัฒนาโซลูชันซอฟต์แวร์อย่าง ERP, WMS และ SCM เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแพลตฟอร์มอีคอมเมิร์ซ เช่น Lazada และ Shopee ซึ่งส่งผลให้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการรองรับคำสั่งซื้อจาก 15,000 ออเดอร์/วัน เป็นหลักแสนออเดอร์/วัน (ประชาชาติธุรกิจ, 2566) จุดแข็งของกรณีนี้อยู่ที่การบูรณาการระบบอัตโนมัติและการจัดการข้อมูลแบบเรียลไทม์ ทำให้เกิดความยืดหยุ่นและความแม่นยำในการบริหารคลังสินค้าอย่างครบวงจร

3.3 Amazon Robotics

Amazon Robotics เป็นกรณีศึกษาที่แสดงให้เห็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระดับสูงในระดับอุตสาหกรรม หุ่นยนต์ Proteus สามารถขนย้ายรถเข็นสินค้า (GoCart) ได้โดยอัตโนมัติและหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวางได้โดยไม่ต้องอาศัยคนงาน ในขณะที่หุ่นยนต์แขนกล Cardinal ใช้ AI และ Computer Vision ในการคัดแยกสินค้าโดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ยังมีระบบ Amazon Robotics Identification (AR ID) ซึ่งช่วยให้การสแกนบาร์โค้ดเป็นไปโดยอัตโนมัติ ลดการใช้แรงงานและลดความเสี่ยงจากการบาดเจ็บของพนักงาน

เทคโนโลยีเหล่านี้มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรองรับตลาดอีคอมเมิร์ซที่เติบโตอย่างรวดเร็ว (Amazon, n.d.)

เมื่อพิจารณากรณีศึกษาทั้งสามแห่ง จะเห็นได้ว่ามีประเด็นร่วมที่สะท้อนถึงแนวโน้มสำคัญของการนำเทคโนโลยีเข้ามายกระดับคลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้า ไม่ว่าจะเป็นการลดต้นทุนด้วยระบบอัตโนมัติ การเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการสินค้า และการส่งเสริมความยั่งยืนผ่านการใช้พลังงานสะอาด องค์กรทั้งในระดับประเทศ เช่น CP ALL และ Flash Fulfillment ไปจนถึงระดับโลกอย่าง Amazon ต่างตระหนักถึงความจำเป็นในการปรับตัวเพื่อรองรับการแข่งขันในยุคดิจิทัลและการเติบโตของอีคอมเมิร์ซอย่างรวดเร็ว

แม้จะแบ่งปันเป้าหมายหลักในด้านประสิทธิภาพและความแม่นยำ แต่แต่ละกรณีก็มีลักษณะเฉพาะที่น่าสนใจ CP ALL เป็นตัวอย่างขององค์กรขนาดใหญ่ที่เริ่มนำเทคโนโลยีมาใช้ในลักษณะเฉพาะจุด เช่น การจัดการเครื่องชั่งกานาอัตโนมัติ และการพัฒนาหุ่นยนต์ส่งของซึ่งอยู่ในช่วงเริ่มต้นของการทดสอบและขยายผล การดำเนินงานลักษณะนี้สะท้อนถึงการวางแผนอย่างเป็นระบบและรอบคอบ โดยใช้เวลาทดลองในหน่วยย่อยก่อนการขยายผลในระดับกว้าง ต่างจาก Flash Fulfillment ที่เน้นการลงทุนเชิงกลยุทธ์ในระบบอัตโนมัติทั้งในระดับฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์อย่างบูรณาการ เพื่อให้บริการ fulfillment แก่แพลตฟอร์มอีคอมเมิร์ซต่าง ๆ ได้อย่างครบวงจร ซึ่งชี้ให้เห็นถึงความพร้อมด้านเทคโนโลยีและความสามารถในการสร้างระบบเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างองค์กรกับลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในทางตรงกันข้าม Amazon Robotics แสดงให้เห็นระดับของเทคโนโลยีที่ล้ำหน้า โดยมุ่งเน้นการพัฒนาเครื่องจักรและระบบปัญญาประดิษฐ์ที่สามารถทดแทนแรงงานได้เกือบทั้งหมด ทั้งในด้านความปลอดภัย ความเร็ว และความแม่นยำ การที่ Amazon ลงทุนในหุ่นยนต์ที่สามารถแยกสินค้าได้อัตโนมัติ และระบบสแกนบาร์โค้ดแบบไม่ต้องใช้แรงงานคน สะท้อนให้เห็นการวางกลยุทธ์ระยะยาวที่มุ่งสู่การสร้างคลังสินค้าที่มีความเป็นอัตโนมัติสมบูรณ์แบบ และพร้อมรองรับการเติบโตอย่างไม่หยุดยั้งของอุตสาหกรรมอีคอมเมิร์ซระดับโลก

จากการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบนี้สามารถสรุปได้ว่า องค์กรสามารถเลือกแนวทางในการปรับใช้เทคโนโลยีตามศักยภาพและลักษณะเฉพาะของตน ไม่จำเป็นต้องยกระดับสู่ความเป็นอัตโนมัติเต็มรูปแบบในทันที หากแต่สามารถเริ่มต้นจากจุดเล็ก ๆ ที่สร้างผลลัพธ์เชิงบวก แล้วค่อยต่อยอดไปสู่ระดับที่สูงขึ้น การเรียนรู้จากกรณีศึกษาเหล่านี้จะช่วยให้องค์กรอื่น ๆ เห็นภาพรวมของความเป็นไปได้ในการปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานให้ทันสมัย และสามารถสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันอย่างยั่งยืนในยุคดิจิทัล

4. แนวโน้มนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาประสิทธิภาพในธุรกิจคลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้า

ในยุคเศรษฐกิจดิจิทัลหลังปี 2026 ภาคธุรกิจคลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้ากำลังก้าวเข้าสู่การเปลี่ยนผ่านที่สำคัญ โดยมีเทคโนโลยีอัตโนมัติและดิจิทัลเป็นแรงขับเคลื่อนหลัก แนวโน้มสำคัญที่กำลังเปลี่ยนโฉมระบบโลจิสติกส์ ได้แก่ (1) การพัฒนาคลังสินค้าอัจฉริยะ (2) การนำระบบอัตโนมัติขั้นสูงและหุ่นยนต์มาใช้

งาน (3) การบูรณาการแนวทางความยั่งยืน และ (4) การใช้พลังงานสะอาดและระบบจัดการพลังงานอัจฉริยะ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

4.1 การพัฒนาคลังสินค้าอัจฉริยะ

คลังสินค้าอัจฉริยะคือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เช่น ระบบ IoT, AI และระบบ WMS เพื่อเพิ่มความคล่องตัวในการจัดการสินค้าแบบเรียลไทม์ ช่วยลดข้อผิดพลาดจากมนุษย์ และสามารถตอบสนองต่ออุปสงค์ที่ผันผวนของตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะภายหลังวิกฤตการณ์โควิด-19 ที่ห่วงโซ่อุปทานทั่วโลกเกิดความไม่แน่นอนสูง (Min, 2023) ทั้งนี้ การใช้ AI ในการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการ ช่วยปรับระดับสินค้าคงคลังได้แบบคาดการณ์ล่วงหน้า ลดของเสียและค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น

4.2 การนำระบบอัตโนมัติขั้นสูงและหุ่นยนต์มาใช้งาน

ระบบ Automation เช่น Automated Item Handling System และแขนกลอัจฉริยะ มีบทบาทสำคัญในการยกระดับคุณภาพของกระบวนการจัดการสินค้า โดยเฉพาะระบบ ACCPS (Automated Cellular Case Picking System) ซึ่งสามารถเพิ่มพื้นที่ใช้งาน ลดเวลาการหยิบสินค้า และลดข้อผิดพลาดในคำสั่งซื้อได้อย่างมีนัยสำคัญ (Ruzayqat, 2016) ขณะที่ AGVs และหุ่นยนต์ AMRs ได้รับการพิสูจน์ว่าสามารถช่วยลดเวลาจัดส่งได้ถึง 30% และเพิ่มความปลอดภัยแก่พนักงาน (Kudelska & Niedbat, 2020) นอกจากนี้ Amazon Robotics ยังแสดงให้เห็นการใช้หุ่นยนต์ Proteus ที่สามารถขนย้ายสินค้าและหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้โดยไม่ต้องมีคนควบคุม ตอกย้ำแนวโน้มของคลังสินค้าไร้แรงงานในอนาคต (Amazon, n.d.)

4.3 การบูรณาการแนวทางความยั่งยืน

ธุรกิจคลังสินค้าสมัยใหม่ต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมควบคู่กับประสิทธิภาพการดำเนินงาน การใช้เทคโนโลยี Direct Air Capture (DAC) ช่วยลดคาร์บอนไดออกไซด์จากกระบวนการโลจิสติกส์ และทำให้กระบวนการขนส่งเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น (McQueen & Drennan, 2024) นอกจากนี้ บางองค์กรยังลงทุนในอาคารคลังสินค้าที่ใช้วัสดุก่อสร้างประหยัดพลังงาน และใช้ระบบควบคุมอุณหภูมิอัจฉริยะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

4.4 การใช้พลังงานสะอาดและระบบจัดการพลังงานอัจฉริยะ

การใช้พลังงานสะอาด เช่น โซลาร์เซลล์ และแบตเตอรี่ลิเธียมความจุสูง ถูกนำมาใช้รองรับการทำงาน of ระบบอัตโนมัติอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในคลังสินค้าขนาดใหญ่ที่มีภาระงานตลอด 24 ชั่วโมง การติดตั้ง Smart Sensors เพื่อควบคุมแสงและอุณหภูมิช่วยลดค่าไฟฟ้าลงได้กว่า 20% และลดคาร์บอนฟุตพริ้นต์ขององค์กรอย่างมีนัยสำคัญ (TLI Magazine, 2025; Tubis, 2023)

โดยสรุป แนวโน้มด้านนวัตกรรมคลังสินค้าในยุคดิจิทัลสะท้อนให้เห็นถึงการปรับเปลี่ยนที่ครอบคลุมทั้งด้านเทคโนโลยี กระบวนการ และคุณค่าเชิงสิ่งแวดล้อม การลงทุนในคลังสินค้าอัจฉริยะและระบบอัตโนมัติ แม้จะมีต้นทุนเริ่มต้นสูง แต่สามารถคืนทุนได้ในระยะยาวผ่านการลดแรงงานและเพิ่มประสิทธิภาพองค์กร (Carlan et al., 2023) ขณะเดียวกัน การผสมผสานแนวคิดความยั่งยืนและพลังงานสะอาดเข้ากับการดำเนินงาน ทำให้ธุรกิจสามารถตอบโจทย์ทั้งด้านผลกำไรและความรับผิดชอบต่อสังคมได้อย่างสมดุล

5. ความท้าทายของนวัตกรรมระบบอัตโนมัติในคลังสินค้า

แม้ว่าการพัฒนาระบบอัตโนมัติจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ลดต้นทุน และปรับปรุงกระบวนการโลจิสติกส์ได้อย่างมาก แต่ยังคงมีความท้าทายที่ต้องพิจารณา คือ ประการแรก ความสามารถในการขยายขนาด (Scalability) องค์กรต้องพิจารณาว่าเทคโนโลยีที่ลงทุนไปสามารถขยายขนาดได้หรือไม่ ประการที่สอง ต้นทุนการลงทุนเริ่มต้นสูง แม้ว่าระบบอัตโนมัติจะช่วยลดต้นทุนในระยะยาว แต่การลงทุนครั้งแรกยังคงเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณา และประการที่สาม การพัฒนาเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง เทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว องค์กรต้องเตรียมพร้อมสำหรับ การอัปเดตและพัฒนาระบบให้ทันสมัยอยู่เสมอ

ในอนาคต คลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้าจะได้รับการพัฒนาอย่างก้าวกระโดดจากนวัตกรรมทางเทคโนโลยี โดยเฉพาะการบูรณาการ แนวคิดคลังสินค้าอัจฉริยะ ระบบอัตโนมัติขั้นสูง และแนวทางด้านความยั่งยืน (Min, 2023; Hamberg & Verriet, 2012; Ruzayqat, 2016; McQueen & Drennan, 2024) คลังสินค้าอัจฉริยะช่วย เพิ่มประสิทธิภาพต้นทุนและผลิตภาพแรงงาน ขณะที่ ระบบอัตโนมัติช่วยลดข้อผิดพลาดในการดำเนินงานและปรับปรุงคุณภาพของการบริหารจัดการสินค้า อย่างไรก็ตาม การนำเทคโนโลยีเหล่านี้มาใช้ยังคงมีความท้าทายด้านต้นทุน การขยายขนาด และการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งองค์กรต้องคำนึงถึงเพื่อให้สามารถแข่งขันในตลาดโลจิสติกส์ยุคใหม่ได้อย่างยั่งยืน

6. บทสรุป

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของนวัตกรรมและเทคโนโลยีอัตโนมัติต่อธุรกิจคลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้า โดยมุ่งศึกษาสามประเด็นสำคัญ ได้แก่ บทบาทของเทคโนโลยีในการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน ผลกระทบต่อแรงงานและโครงสร้างองค์กร และแนวทางการบริหารจัดการเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า การนำเทคโนโลยีอัตโนมัติเข้ามาใช้ เช่น ระบบคลังสินค้าอัจฉริยะ หุ่นยนต์ AGVs ระบบจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ และการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย AI ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ลดความผิดพลาด และลดต้นทุนในระยะยาวได้อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งยังทำให้ธุรกิจสามารถตอบสนองต่อความต้องการของตลาดที่เปลี่ยนแปลงรวดเร็วได้อย่างทันท่วงที (Min, 2023; Ruzayqat, 2016; Tubis, 2023)

อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนผ่านทางเทคโนโลยีนี้ไม่ได้ส่งผลเฉพาะต่อกระบวนการทำงานเชิงเทคนิคเท่านั้น แต่ยังมีผลกระทบต่อโครงสร้างแรงงานอย่างลึกซึ้ง โดยเฉพาะการลดลงของตำแหน่งงานที่เป็นแรงงานซ้ำซาก และการเพิ่มขึ้นของความต้องการแรงงานที่มีทักษะด้านเทคโนโลยีดิจิทัล การวิเคราะห์ข้อมูล และความเข้าใจในระบบอัตโนมัติ ส่งผลให้ประเด็นเรื่องการพัฒนาองค์ความรู้ของแรงงานกลายเป็นหัวใจสำคัญของความสามารถในการปรับตัวขององค์กร (Bessen et al., 2019; Li, 2022) องค์กรควรลงทุนในระบบฝึกอบรมที่เน้นทั้งการ reskilling และ upskilling อย่างเป็นระบบ พร้อมสร้างความร่วมมือกับสถาบันการศึกษาเพื่อให้เกิดการพัฒนาทักษะอย่างต่อเนื่องตามความต้องการของอุตสาหกรรมยุคใหม่ (World Economic Forum, 2023)

นอกจากนี้ การจัดการทรัพยากรมนุษย์จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงจากระบบแบบตายตัวสู่รูปแบบที่มีความยืดหยุ่นมากขึ้น ทั้งในด้านการจัดสรรกำลังคน การบริหารตารางการทำงาน และการใช้เทคโนโลยี AI มาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการแรงงานให้เหมาะสมกับปริมาณงานที่ผันผวน องค์กรยังควรส่งเสริมสภาพแวดล้อมการทำงานที่เอื้อต่อการเรียนรู้ เปิดรับเทคโนโลยีใหม่ และสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่พร้อมต่อการเปลี่ยนแปลง (McKinsey & Company, 2022) พร้อมกันนี้ ความปลอดภัยของระบบคลังสินค้าในโลกดิจิทัลก็เป็นอีกมิติที่ต้องได้รับความสำคัญ องค์กรควรลงทุนในระบบความปลอดภัยทางไซเบอร์ เช่น การเข้ารหัสข้อมูล การควบคุมการเข้าถึง และการวางแผนรับมือเหตุการณ์ไม่คาดคิด ผ่านการจัดทำแผน Business Continuity Plan (ISO, 2022)

ในระยะยาว การวางกลยุทธ์ขององค์กรไม่ควรมุ่งเน้นเฉพาะการเติบโตทางเศรษฐกิจ แต่ควรผสมผสานแนวคิดด้านนวัตกรรมเข้ากับเป้าหมายด้านความยั่งยืน ไม่ว่าจะเป็นการออกแบบศูนย์กระจายสินค้าให้ประหยัดพลังงาน การใช้พลังงานทดแทน เช่น ระบบโซลาร์เซลล์ การลดคาร์บอนฟุตพริ้นต์ในการขนส่ง หรือแม้แต่การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี blockchain เพื่อเพิ่มความโปร่งใสในการจัดการห่วงโซ่อุปทาน (UNCTAD, 2021) แนวทางเหล่านี้จะช่วยให้องค์กรสามารถสร้างภาพลักษณ์ที่ดีในระดับสากล และเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงแหล่งเงินทุนหรือสิทธิประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมในอนาคต

โดยสรุป ธุรกิจคลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้าในยุคดิจิทัลจำเป็นต้องปรับตัวอย่างรอบด้าน ทั้งในมิติของเทคโนโลยี ทุนมนุษย์ โครงสร้างองค์กร และสิ่งแวดล้อม การกำหนดทิศทางเชิงกลยุทธ์ที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะเป็นกุญแจสำคัญที่ช่วยให้องค์กรสามารถแข่งขันได้อย่างมั่นคงและยั่งยืนในอนาคต

6. ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่ต้องการศึกษาในอนาคต

เพื่อเพิ่มองค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีอัตโนมัติในธุรกิจคลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้า การศึกษาวิจัยในอนาคตควรมุ่งเน้นการเพิ่มขีดความสามารถของธุรกิจให้สามารถปรับตัวต่อเทคโนโลยีใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อแรงงาน การลงทุน และความปลอดภัยของข้อมูล เพื่อให้ธุรกิจเติบโตอย่างมั่นคงและยั่งยืนในยุคดิจิทัล

การศึกษาควรครอบคลุมผลกระทบของระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมอาหาร ยานยนต์ และค้าปลีก เพื่อนำเสนอแนวทางปรับตัวที่เหมาะสม ควรพัฒนาโมเดลการฝึกอบรมแรงงานที่เหมาะสมโดยเปรียบเทียบระหว่าง E-learning, AI-driven Learning Systems และ Hands-on Training เพื่อหาวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ด้านความปลอดภัยของข้อมูล ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้ AI และ Blockchain ในการป้องกันภัยไซเบอร์ สำหรับการลงทุน ควรมีการวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ของเทคโนโลยีอัตโนมัติแต่ละประเภท เพื่อช่วยให้ธุรกิจเลือกใช้เทคโนโลยีที่คุ้มค่าที่สุด นอกจากนี้ ควรศึกษาการประยุกต์ใช้แนวคิดความยั่งยืนในคลังสินค้าอัจฉริยะ เช่น พลังงานสะอาด เทคโนโลยีลดการปล่อยคาร์บอน และระบบรีไซเคิลอัจฉริยะ เพื่อให้คลังสินค้ายุคใหม่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

ประชาชาติธุรกิจ. (2566). "แพลตฟอร์ม" ใช้หุ่นยนต์ บริหารจัดการคลังสินค้าครบวงจร ช่วยพ่อค้าแม่ค้าออนไลน์.

[ออนไลน์] ค้นเมื่อ 9 มีนาคม 2568 จาก <https://today.line.me/th/v2/article/kEeMy3k>

Amazon. (n.d.). **Amazon robotics**. [Online]. Retrieved February 15, 2025 from:

<https://amazon.jobs/content/en/teams/ftr/amazon-robotics#search>

Aunadi, M. J., & Reyad, Z. H. (2024). **The Future of Work: How HR Can Prepare for Automation and Job Displacement**. Cambridge Open Engage.

<https://doi.org/10.33774/coe-2024-71jmd>

Andry, J. F., Liliana, L., Tannady, H., & Arief, A. S. (2022). Data Centre Risk Analysis Using ISO 31000: 2009 Framework. **Journal of Physics: Conference Series**, **2394**, p.012032.

<https://doi.org/10.1088/1742-6596/2394/1/012032>

Bessen, J., Goos, M., Salomons, A., & Berge, W. (2019). **What happens to workers at firms that automate?**. Social Science Research Network.

<https://doi.org/10.2139/SSRN.3328877>

Carlan, V., Ceulemans, D., Van Hassel, E., Derammelaere, S., & Vanelslender, T. (2023).

Automation in cargo loading/unloading processes: do unmanned loading technologies bring benefits when both purchase and operational cost are considered?. **Journal of Shipping and Trade**, **8**(1), 20.

<https://doi.org/10.1186/s41072-023-00146-9>

CP All Public Company Limited. (2023). **นวัตกรรมและการสร้างคุณค่า**. [Online]. Retrieved March 2, 2025 from: <https://www.cpall.co.th/sustain/economic-dimension/innovation-management>

- Dhaliwal, A. (2020). The rise of automation and robotics in warehouse management. In **Transforming management using artificial intelligence techniques** (pp. 63-72). CRC Press.
- Eikebrokk, T., & Olsen, D. (2019). Robotic process automation for knowledge workers—will it lead to empowerment or lay-offs. In **Norsk konferanse for organisasjoners bruk at IT** (Vol. 27, pp. 2015-2017). Bibsys Open Journal Systems.
- Fager, P., Sgarbossa, F., & Calzavara, M. (2021). Cost modelling of onboard cobot-supported item sorting in a picking system. **International Journal of Production Research**, **59**(11), 3269-3284.
- Hamberg, R., & Verriet, J. (2012). **Automation in Warehouse Development**. Springer- Verlag London Limited.
- International Organization for Standardization. (2022). **Information security, cybersecurity and privacy protection—Information security management systems—Requirements (ISO/IEC 27001:2022)**. [Online]. Retrieved March 2, 2025 from: <https://www.iso.org/standard/27001>
- Kudelska, I., & Niedbał, R. (2020). Technological and organizational innovation in warehousing process: Research over workload of staff and efficiency of picking stations. **E&M Economics and Management**, **23** (3), 67–81. <https://doi.org/10.15240/tul/001/2020-3-005>
- Li, L. (2022). Reskilling and upskilling the future-ready workforce for Industry 4.0 and beyond. **Information Systems Frontiers**, **26**, 1697-1712. <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10308-y>
- Martínez-Comesaña, M., Rigueira-Díaz, X., Larrañaga-Janeiro, A., Martínez-Torres, J., Ocarranza-Prado, I., & Kreibel, D. (2023). Impact of artificial intelligence on assessment methods in primary and secondary education: Systematic literature review. **Revista de Psicodidáctica (English ed.)**, **28**(2), 93-103. <https://doi.org/10.1016/j.psicoe.2023.06.002>
- McKinsey & Company. (2022). **The future of work in logistics**. [Online]. Retrieved February 28, 2025 from: <https://www.mckinsey.com/industries/travel-logistics-and-infrastructure/our-insights/the-future-of-work-in-logistics>
- McQueen, N., & Drennan, D. (2024). The use of warehouse automation technology for scalable and low-cost direct air capture. **Frontiers in Climate**, **6**, 1415642, <https://doi.org/10.3389/fclim.2024.1415642>
- Min, H. (2023). Assessing the impact of a COVID-19 pandemic on supply chain transformation: an exploratory analysis. **Benchmarking: An International Journal**, **30**(6), 1765-1781. <https://doi.org/10.1108/BIJ-04-2022-0260>

- QueueMe. (n.d.). **Warehouse innovation**. [Online]. Retrieved March 4, 2025 from:
<https://queueme.io/resources/warehousing/Warehouse-Innovation.html>
- Ruzayqat, M. (2016). **Designing a cellular-based fully automated case picking system**
[Unpublished doctoral dissertation]. Universität Duisburg-Essen.
- TLI Magazine. (2025). **Preparing for 2025: The future trends in warehouse innovation**.
[Online]. Retrieved March 2, 2025 from: <https://tlimagazine.com/news/preparing-for-2025-the-future-trends-in-warehouse-innovation/>
- Tubis, A. (2023). Intelligent warehouse in Industry 4.0—Systematic literature review. **Sensors**,
23(8), 4105. <https://doi.org/10.3390/s23084105>
- Uniserve Marketing. (2024). **The importance of distribution warehousing**. [Online]. Retrieved
March 2, 2025 from: <https://uniserve.co.uk/the-importance-of-distribution-warehousing/>
- United Nations Conference on Trade and Development. (2021). **Technology and innovation
report 2021: Catching technological waves**. [Online]. Retrieved February 20, 2025
from: https://unctad.org/system/files/official-document/tir2020_en.pdf
- WeChronicle. (2023). **Exploring architectural innovations in industrial warehouses and
distribution centers**. [Online]. Retrieved March 1, 2025 from:
<https://wechronicle.com/architecture/exploring-architectural-innovations-in-industrial-warehouses-and-distribution-centers/>
- World Economic Forum. (2023). **Future of Jobs Report 2023**. [Online]. March 3, 2025 from:
<https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2023>
- Ye, X., Zhao, J., Zhang, Y., & Wen, F. (2015). Quantitative vulnerability assessment of cyber
security for distribution automation systems. **Energies**, **8**(6), 5266–5286.
<https://doi.org/10.3390/en8065266>