บทความวิจัย

การพัฒนาแนวปฏิบัติด้านการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องสำหรับการจัดการคลังสินค้าแบบหมุนเวียน: กรณีศึกษากระบวนการบรรจุเม็ดพลาสติกในประเทศไทย*

DEVELOPMENT OF CONTINUOUS IMPROVEMENT GUIDELINE FOR CIRCULAR WAREHOUSE OPERATIONS: A CASE STUDY OF PLASTIC PELLET PACKING IN THAILAND

ธนัชธ์พร แก้วฉีด
Tanaporn Kaewcheed
คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ระยอง ประเทศไทย
Faculty of Business Administration, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Rayong, Thailand
Corresponding author E-mail: Tanaporn.k@fba.kmutnb.ac.th
Tel: 062-494-4792

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และอธิบายสภาพปัญหาในกระบวนการบรรจุเม็ดพลาสติกในประเทศไทย และ เพื่อสร้างแนวทางปฏิบัติสำหรับระบบการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องของการจัดการคลังสินค้าแบบหมุนเวียน ช่วยลดต้นทุนการจัดการถุงบรรจุขนาดใหญ่และลดเวลาที่ส่งผลต่อผลิตภาพในขั้นตอนการบรรจุ ด้วยการวิจัยแบบผสานวิธี พื้นที่วิจัยเป็นสถานประกอบการผู้ผลิตเม็ดพลาสติกในนิคมอุตสาหกรรมเขตอุตสาหกรรมภาคตะวันออกของประเทศไทย ขั้นตอนการบรรจุในคลังสินค้าของอุตสาหกรรมการผลิตเม็ดพลาสติก ตัวอย่างเป็นพนักงานผลิตและคลังสินค้า สุ่มแบบเฉพาะเจาะจง เครื่องมือวิจัย แบ่งออกเป็น การใช้แบบบันทึกเวลา แบบสัมภาษณ์เริ่มจากการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพในสภาพปัจจุบัน และกระบวนการทำงานด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึกสรุปข้อความด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา การสังเกตแบบมีส่วนร่วมในสายการผลิตใช้บันทึกภาคสนาม และแบบสอบถามเป็นข้อคำถามด้านประสิทธิภาพการทำงานเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงงาน การศึกษาวิเคราะห์กระบวนการทำงาน ร่วมกับการสำรวจความคิดเห็น สรุปการศึกษา มิติด้านผลิตภาพด้วยค่าเวลาดีขึ้น 19.33% และอัตราการปรับปรุงเพิ่มขึ้น 18.5% ผลการศึกษาแสดงผลลัพธ์ด้วยกรอบแนวทางปฏิบัติโครงการด้านการปรับปรุงและตัวบ่งชี้ในมิติผลิตภาพ กับความสามารถในการหมุนเวียนวัสดุมาใช้ใหม่ ความพึงพอใจของผู้ปฏิบัติงานโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก งานวิจัยนี้ช่วยสังเคราะห์หลักการนำสู่การขยายผลต่อในกระบวนการย่อยอื่น ๆ และเป็นองค์ความรู้ข้อค้นพบในรูปแบบการปรับปรุงการทำงานประจำวันจากการศึกษากระบวนการโดยคัดเลือกขั้นตอนที่สร้างผลกระทบตัวบ่งชี้ด้านผลิตภาพ และความสามารถในการใช้วัสดุหมุนเวียนได้แนวทางการดำเนินงานเป็นแนวทางปรับปรุงตามหลักการพัฒนาปรับปรุงอย่างต่อเนื่องในกระบวนการคลังสินค้าหมุนเวียน

* Received 18 June 2026; Revised 16 July 2026; Accepted 19 July 2026

คำสำคัญ: การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง, คลังสินค้าแบบหมุนเวียน, การปรับปรุงผลิตภาพ, การจัดการโซ่อุปทาน, การวิเคราะห์งาน

Abstract

This research aimed to analyze and explain operational problems in the plastic pellet packaging process in Thailand and to develop practical guidelines for continuous improvement system within a circular warehouse management framework. The study focused on reducing the management costs of large packaging bags and decreasing processing time that affects productivity during the packaging stage. A mixed-methods approach was employed in plastic pellet manufacturing company located in the Eastern Industrial Zone of Thailand. The research area covered warehouse packaging operations in plastic pellet manufacturing industry. The sample consisted of production and warehouse employees selected through purposive sampling. The research instruments included time-recording forms, interview protocols, field observations, and questionnaires. Qualitative data was first collected to examine current conditions and work processes through in-depth interviews. The interview data were summarized using content analysis, while participatory observations on production line were documented through field notes. Quantitative data were gathered using questionnaires that assessed operational efficiency before and after the improvement initiative. The study combined work process analysis with employee opinion surveys to evaluate effectiveness of implemented improvements. The findings indicated significant productivity enhancement. Time-related productivity improved by 19.33%, while the overall improvement rate increased by 18.50% following implementation of proposed practices. The results were presented through a project-based improvement framework that incorporated productivity indicators and measures of material recirculation capability. Overall operator satisfaction with improved process was rated at very high level. The study contributes by synthesizing practical principles that can be extended to other sub-processes within warehouse operations. It also provides new knowledge in the form of a daily work improvement model derived from process analysis and selection of operational steps that have greatest impact on productivity indicators and the effective reuse of circulating materials. The proposed operational guidelines offer a practical approach for continuous improvement and support development of sustainable circular warehouse management practices.

Keywords: Continuous Improvement, Circular Warehousing, Productivity Improvement, Supply Chain Management, Work Analysis

บทนำ

ปัจจุบันระบบนิเวศอุตสาหกรรมเผชิญแรงกดดันจากปัจจัยทั้งภายในและภายนอกองค์กร โดยเฉพาะข้อกำหนดด้านสิ่งแวดล้อม การจัดการของเสีย และการลดผลกระทบต่อระบบนิเวศ แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนจึงได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในฐานะกลไกสำคัญในการยกระดับความยั่งยืนของภาคอุตสาหกรรม ผ่านการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด การนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ และการลดของเสียตั้งแต่ต้นทาง (Farooque, M. et al., 2019) การเปลี่ยนผ่านดังกล่าวไม่เพียงเกี่ยวข้องกับการปรับเปลี่ยนเทคโนโลยี แต่ยังรวมถึงการพัฒนากระบวนการทำงาน การจัดการข้อมูล และการเรียนรู้จากการปฏิบัติงานจริงในโรงงานอุตสาหกรรม (Aghalari, H. & Parvaresh, F., 2025); (Sonke, J. et al., 2025) หลักการของโซ่อุปทานหมุนเวียนมุ่งรักษาวัสดุและสินค้าให้อยู่ในวงจรการใช้งานให้นานที่สุด แตกต่างจากโซ่อุปทานแบบเส้นตรงที่มีลักษณะ “ผลิต - ใช้ - ทิ้ง” ซึ่งก่อให้เกิดของเสียจำนวนมากและเพิ่มภาระต่อสิ่งแวดล้อม (Somlai, C. et al., 2023) ในทางปฏิบัติ องค์กรสามารถนำวัสดุ เช่น พลาสติก โลหะ พาเลต หรือบรรจุภัณฑ์กลับมาใช้ใหม่ ซ่อมแซม หรือผลิตซ้ำเพื่อลดการใช้ทรัพยากรใหม่และลดต้นทุนการดำเนินงาน (Choudhary, D. & Kumar, R., 2021); (Chien, C. et al., 2022) อย่างไรก็ตาม การดำเนินการดังกล่าวยังเผชิญข้อจำกัดด้านต้นทุน เทคโนโลยี และระบบจัดการของเสียที่ยังไม่เชื่อมโยงกันอย่างมีประสิทธิภาพ (Chen, C. et al., 2023) อุตสาหกรรมพลาสติกเป็นภาคส่วนที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากแนวโน้มดังกล่าว เนื่องจากบรรจุภัณฑ์พลาสติกเป็นแหล่งกำเนิดขยะสำคัญของโลก โดยมีสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 51 ของการใช้พลาสติกทั้งหมด (OECD, 2022) ประเทศไทยจึงเผชิญความท้าทายในการลดขยะพลาสติกและเพิ่มอัตราการนำกลับมาใช้ใหม่ โดยเฉพาะในกระบวนการบรรจุและจัดเก็บวัสดุในคลังสินค้า (Houssini, K. et al., 2025); (Hsu, W. et al., 2022) แนวทางเศรษฐกิจหมุนเวียนจึงมุ่งเน้นการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ซ้ำได้ การปรับปรุงระบบรีไซเคิล และการจัดการวัสดุให้สามารถถอดประกอบ ซ่อมแซม หรือผลิตซ้ำได้ง่ายขึ้น (Gong, B. et al., 2022) จากบริบทดังกล่าว การพัฒนาแนวปฏิบัติด้านการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องสำหรับคลังสินค้าแบบหมุนเวียนจึงมีความสำคัญต่อการยกระดับประสิทธิภาพของกระบวนการบรรจุเม็ดพลาสติก งานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้เครื่องมือ ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify) เพื่อกำจัดกิจกรรมที่ไม่จำเป็น รวมงานที่ซ้ำซ้อน และจัดลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่ ผลการปรับปรุงแสดงให้เห็นว่าการลดเวลาการทำงานเกิดจากการออกแบบกระบวนการใหม่ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ไม่ใช่จากการเพิ่มความเร็วในการทำงานของพนักงาน ส่งผลให้เกิดการเพิ่มผลิตภาพอย่างยั่งยืน พร้อมทั้งลดการใช้ทรัพยากรและของเสียในกระบวนการ

พื้นที่ศึกษาในจังหวัดระยองมีความสำคัญเป็นพิเศษ เนื่องจากเป็นศูนย์กลางอุตสาหกรรมปิโตรเคมีและมีปริมาณขยะอุตสาหกรรมสูง การนำวัสดุสิ้นเปลืองจากกระบวนการบรรจุเม็ดพลาสติกกลับมาใช้ใหม่จึงช่วยลดขยะต้นทางได้โดยตรง ซึ่งเป็นลำดับสูงสุดของการจัดการขยะตามหลักเศรษฐกิจหมุนเวียน นอกจากนี้ การลดการใช้วัสดุใหม่ยังช่วยลดภาระการจัดการของเสียของท้องถิ่นและสนับสนุนการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าในระดับพื้นที่ ผลลัพธ์ดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ Wichaiutcha, N. et al. ซึ่งระบุว่าอุตสาหกรรมพลาสติกเรซิ่นมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูง และการประยุกต์ใช้แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนร่วมกับพลังงานสะอาดสามารถลดผลกระทบดังกล่าวได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยวัสดุสิ้นเปลืองที่นำกลับมาใช้ใหม่ทุก 1 ตันสามารถลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้ประมาณ 1.5 - 2.0 tCO_2e ซึ่งสนับสนุนเป้าหมาย Net Zero ของจังหวัดระยองอย่างเป็นรูปธรรม ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเสนอว่าการบูรณาการแนวคิดโซ่อุปทานหมุนเวียน เครื่องมือวิศวกรรมอุตสาหการ และระบบการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

สามารถสร้างทั้งประสิทธิภาพเชิงปฏิบัติการและความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมได้พร้อมกัน โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมพลาสติกที่มีการใช้บรรจุภัณฑ์และวัสดุสิ้นเปลืองจำนวนมาก ซึ่งเป็นแนวทางที่สามารถขยายผลไปยังอุตสาหกรรมการผลิตและโลจิสติกส์อื่น ๆ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืนในระยะยาว (Wichaiutcha, N. et al., 2023)

จากความสำคัญของเศรษฐกิจหมุนเวียนในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ ปัญหาการจัดการถุงบรรจุขนาดใหญ่ (Big Bag) เป็นประเด็นสำคัญของการศึกษานี้ เนื่องจากการจัดเก็บและเตรียมถุงบรรจุที่ไม่มีประสิทธิภาพส่งผลให้เกิดเวลารอคอยสูง กระทบต่อเวลาในการบรรจุและทำให้ผลผลิตไม่เป็นไปตามเป้าหมาย นอกจากนี้ ผู้ปฏิบัติงานยังขาดกรอบแนวปฏิบัติที่ชัดเจนในการปรับเปลี่ยนขั้นตอนการทำงาน ส่งผลให้การปรับปรุงกระบวนการเกิดขึ้นได้ยาก งานวิจัยจึงมุ่งศึกษาการถอดองค์ความรู้เชิงปฏิบัติจากภาคอุตสาหกรรมผลิต เพื่อพัฒนาระบบการหมุนเวียนและการใช้ซ้ำของบรรจุภัณฑ์ในโรงงานผลิตเม็ดพลาสติก โดยเชื่อมโยงหลักการวิเคราะห์งานและเวลาระดับกิจกรรมย่อยเข้ากับมาตรฐานการทำงานและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี (Aghalari, H. & Parvaresh, F., 2025); (Das, T., 2024) การศึกษายังครอบคลุมรูปแบบธุรกิจบรรจุภัณฑ์และการจัดการคลังสินค้า เพื่อพัฒนาแนวทางปฏิบัติสำหรับคลังสินค้าแบบหมุนเวียน โดยใช้โรงงานผลิตเม็ดพลาสติกเป็นกรณีศึกษา และเสนอเป็นต้นแบบสำหรับการขยายผลสู่ภาคอุตสาหกรรมการผลิตอื่นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์และอธิบายสภาพปัญหาในกระบวนการบรรจุเม็ดพลาสติกในประเทศไทย
2. เพื่อสร้างแนวทางปฏิบัติสำหรับระบบการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องของการจัดการคลังสินค้าแบบหมุนเวียน

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้การวิจัยแบบผสานวิธี (Mixed Methods Research) โดยการออกแบบการทดลอง (Experimental Design) และการวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อให้ได้ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยมุ่งเน้นการตรวจสอบผลของการปรับปรุงกระบวนการจัดการคลังสินค้าหมุนเวียนตามหลักการพัฒนาปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง กำหนดพื้นที่วิจัยเป็นสถานประกอบการผู้ผลิตเม็ดพลาสติกในนิคมอุตสาหกรรมเขตอุตสาหกรรมภาคตะวันออกของประเทศไทย ประชากรเป็นพนักงานในสายการผลิตและคลังสินค้า กลุ่มตัวอย่างเลือกพนักงานผลิตและคลังสินค้า เฉพาะเจาะจงเป็นผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดการวัสดุโรงงานที่ 11 ใช้การสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง เพื่อให้ได้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน เครื่องมือวิจัย แบ่งออกเป็น การใช้แบบบันทึกเวลา (Time Study) แบบสัมภาษณ์ที่ผ่านทบทวนและตรวจสอบจากหัวหน้างาน และผู้เชี่ยวชาญ โดยเริ่มจากการการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพในสภาพปัจจุบัน และข้อมูลกระบวนการทำงาน ด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) เฉพาะเจาะจงผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ผลิตของโรงงาน 11 ในขั้นตอนการบรรจุ และแนวคิดการปรับปรุงการทำงานเป็นคำถามปลายเปิดจำนวน 5 ข้อ บันทึกสรุปข้อความด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา การสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participant Observation) ในสายการผลิต โรงงาน 11 และบันทึกภาคสนาม (Field Notes) และแบบสอบถามเป็นข้อคำถามด้านประสิทธิภาพการทำงานเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงงาน (ค่า IOC = 1 จากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ค่าความเชื่อมั่น Cronbach's Alpha เป็น 0.735 ซึ่งถ้าค่าที่ได้มากกว่า 0.7) และ ข้อมูลการผลิตจริง (Production Records) (Das, T., 2024)

เริ่มต้นจากการสำรวจและศึกษาสภาพการณ์ปัจจุบันของการจัดการคลังสินค้า ขั้นตอนการบรรจุเม็ดพลาสติกแล้ว นำหลักการจัดการคลังสินค้าแบบหมุนเวียนมาประยุกต์ใช้ด้วยแนวทางวิศวกรรมอุตสาหการเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการในขั้นตอนย่อยของโซ่อุปทานหมุนเวียน ซึ่งเป็นข้อกำหนดและแนวทางปฏิบัติ (Enable) ขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการในการศึกษา ยกกรณีศึกษาต้นแบบเป็นการจัดการคลังสินค้าแบบหมุนเวียน ในขั้นตอนย่อย การบรรจุเม็ดพลาสติก ลำดับการวิเคราะห์เพื่อการพัฒนาเป็นขั้นตอนกำหนดแนวทางการศึกษาเป็นลำดับ ได้ดังนี้

1. ลักษณะพื้นที่ที่ทำการวิจัย (Site Description) โรงงานผลิตเม็ดพลาสติก เป็นส่วนหนึ่งในธุรกิจให้บริการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานครบวงจร ด้วยตั้งอยู่ในพื้นที่อุตสาหกรรมแบ่งพื้นที่โรงงาน 11 โรงงานในบริเวณเดียวกัน ได้มีการกำหนดแนวทางและเทคโนโลยี ดังนี้ 1) กำหนดนโยบายการคัดแยกขยะต้นทาง ใช้จุดรวบรวม (Drop Points) และส่งต่อไปยังโรงงานรีไซเคิลหรืออัพไซเคิลเพื่อปรับเพิ่มมูลค่า 2) บริหารส่วนของพื้นที่โรงงานรีไซเคิลหรืออัพไซเคิล เน้นการใช้เครื่องจักรสำหรับพลาสติกที่คัดแยกได้ และกระบวนการทางเคมีเพื่อย่อยและแปรสภาพสำหรับพลาสติกปนเปื้อนที่ปกติไม่สามารถรีไซเคิลได้ และการใช้งานพลาสติกชีวภาพ (Bio-based plastic) ที่สามารถย่อยสลายได้อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยในระบบการผลิตเป็นระบบที่เชื่อมโยงการจัดการขยะพลาสติกทุกขั้นตอนตั้งแต่รวบรวม คัดแยก ขนส่ง ไปจนถึงรีไซเคิล ซึ่งระบบในคลังสินค้าในมาบตาพุดออกแบบรองรับการจัดเก็บและขนส่งขยะพลาสติกไปยังโรงงานรีไซเคิล การจัดการการไหลของวัตถุดิบทำให้คลังสินค้าสามารถรองรับการหมุนเวียนของวัสดุและลดความสูญเสียจากการจัดเก็บขยะ และรวมแพลตฟอร์ม End-to-End Waste Management กับระบบคลังสินค้าเป็นแนวนโยบายขององค์กร ทั้งนี้ในระหว่างการเปลี่ยนสู่แพลตฟอร์มการเชื่อมโยงที่ทำให้สามารถติดตามปริมาณและประเภทขยะพลาสติกได้อย่างเป็นระบบ ลดความซ้ำซ้อนและเพิ่มผลผลิตเชิงเศรษฐกิจ การศึกษานี้เป็นส่วนที่ทำมาตรฐานการทำงานพื้นที่ผลิต คลังสินค้า และพื้นที่จัดเตรียมการส่งออกและด้านศุลกากร ตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ปัญหาการจัดการกระบวนการ คือ การนำเข้าวัตถุดิบบางส่วนลำเลียงมาโดยรถบรรทุกถัง (Tank Car) ระหว่างการนำสินค้าเข้าสู่สายการผลิต ขั้นตอนการผลิตเป็นการผลิตแบบต่อเนื่อง ดังนั้น เมื่อเครื่องจักรทำงาน 24 ชั่วโมง ขั้นตอนสุดท้ายของการทำงาน คือ การบรรจุเม็ดพลาสติกจึงเป็นขั้นตอนสำคัญของแต่ละโรงงานที่ยังปัจจุบันผลลัพธ์ด้านการบรรจุไม่ได้ตามเป้าหมายของโรงงานที่ตั้งไว้

วิเคราะห์ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมในเชิงพื้นที่ เห็นได้ว่า แนวนโยบายด้านการจัดการขยะครบวงจรเป็นจุดเด่นขององค์กรนี้ เช่นนั้นการศึกษาริเริ่มในภาพรวมขององค์กรต่อสังคมและชุมชนทั้งการจัดการการรั่วไหลของเสียสู่แหล่งน้ำในชุมชน หรือภาระการจัดการขยะของท้องถิ่น จึงเป็นที่มาและจุดริเริ่มในการกำหนดจุดการปรับปรุงในสายกระบวนการผลิต ในพื้นที่ที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อชุมชน คือ โรงงานผลิต และบรรจุ เป็นความสำคัญของการทำ “คลังสินค้าหมุนเวียน” ในบริบทของพื้นที่สู่การศึกษาแนวทางในการวิจัยนี้ สอดคล้องกับข้อมูลจากการสัมภาษณ์กลุ่มย่อยผู้ปฏิบัติงานด้านการผลิตและการจัดการคลังสินค้าเรื่องนโยบายขององค์กรส่งเสริมให้ผู้ปฏิบัติงานตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการของเสีย และการจัดการกระบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดการเพิ่มคุณค่าเรียนรู้และพัฒนาด้วยการนำเสนอรูปแบบข้อเสนอแนะ (Suggestion) และพร้อมให้การสนับสนุนในการปรับกระบวนการหากแต่ต้องมีผู้ประสานงานระหว่างส่วนงานที่ชัดเจนเป็นกระบวนการมาตรฐาน

2. ศึกษาวิเคราะห์กระบวนการบรรจุเม็ดพลาสติกและเก็บข้อมูลการผลิตเบื้องต้น ศึกษากระบวนการประกอบด้วย ขั้นตอนการจัดเก็บ ประกอบด้วย ผลิตตั้งแต่ กระบวนการตรวจรับวัตถุดิบ จนกระทั่งการบรรจุหีบห่อและการส่งออก ปริมาณที่ผลิตต่อเดือน ปริมาณ ของเสียที่เกิดขึ้น และลักษณะของเสียที่พบ ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดการย่อยขั้นตอนงานออกเป็นงานย่อยดัง แสดงเป็นตารางเปรียบเทียบขั้นตอน งานวิจัยนี้ของ Houssini, K. et al. จากการสำรวจการปฏิบัติงาน สามารถอธิบายกระบวนการผลิตพลาสติกต้นน้ำ (Houssini, K. et al., 2025) หรือ กระบวนการผสมพลาสติกแบบผสม หมายถึง วิธีการผสมโพลีเมอร์พื้นฐานกับสารเติมแต่งต่าง ๆ เพื่อเพิ่มหรือปรับแต่งคุณสมบัติของพลาสติกให้เหมาะกับการใช้งานเฉพาะ เป็นการปรับแต่งวัสดุให้ทำหน้าที่ตามที่คุณต้องการให้เป็นไปตามนั้น เช่น แข็งแรงขึ้น ยืดหยุ่นขึ้น ทนความร้อนมากขึ้น เป็นต้น สามารถสรุปกระบวนการตามลำดับ ดังนี้ 1) การเลือกโพลีเมอร์พื้นฐาน วัตถุดิบเรซิน พลาสติกดิบ เช่น โพลิโพรพิลีน หรือ โพลีเอทิลีน เป็นต้น 2) การผสมสารเติมแต่ง ผสมเรซินพื้นฐานกับสารเติมแต่ง เช่น สี สารกันแสงยูวี สารหน่วงการติดไฟ สารพลาสติไซเซอร์ หรือสารตัวเติม เป็นต้น สารเหล่านี้จะปรับเปลี่ยนคุณสมบัติของวัสดุเพื่อให้ตรงตามความต้องการด้านประสิทธิภาพหรือความสวยงามได้ 3) การผสมด้วยกระบวนการหลอมละลาย (Melt Compounding) ส่วนผสมจะถูกให้ความร้อนและผสมโดยใช้เครื่องจักร เช่น เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ เพื่อให้แน่ใจว่าสารเติมแต่งกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ เป็นต้น 4) การทำให้เย็นลงและการทำให้เป็นเม็ด (Cooling & Pelletizing) ส่วนผสมที่หลอมละลายจะถูกทำให้เย็นลงโดยปกติแล้วจะใช้น้ำ จากนั้นจึงสับเป็นเม็ดเล็กๆ ที่เรียกว่า Compounds 5) บรรจุภัณฑ์ นำเม็ดพลาสติกบรรจุลงถุงขนาดใหญ่ (Big Bag) เม็ดพลาสติกเหล่านี้จะพร้อมใช้ในกระบวนการผลิต เช่น การฉีดขึ้นรูปหรือการอัดขึ้นรูปต่อไป เป็นต้น ข้อมูลการผลิตและการควบคุมการผลิตโดยค่าเป้าหมายการผลิตเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตที่ได้ วิเคราะห์ผลลัพธ์ไม่ได้ตามเป้าหมาย ได้เพียง 810-918 ตัน/วัน จากเป้าหมายที่ตั้งไว้ รายชั่วโมง 18-22 ตัน/ชั่วโมง หรือ 960 ตัน/วัน โดยวิเคราะห์ในปัจจัยการผลิต 3 ส่วน คน เครื่องจักร และกระบวนการเป็นสาเหตุหลักของความไม่ต่อเนื่องในการบรรจุเม็ดพลาสติกจากการทำงานร่วมกันระหว่าง คน - เครื่องจักร

3. วิเคราะห์ของเสียของสายการผลิตโดยใช้แผนผังเหตุและผล เพื่อหาของเสียที่มีสัดส่วนเป็นร้อยละ เทียบจากปริมาณทั้งหมด และนำมาวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของของเสียที่เกิดขึ้นจากเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการ

4. ระบุสาเหตุของของเสียที่เลือกมาโดยการสร้างแผนผังเหตุและผลอย่างเป็นระบบ (Cause and Effect Diagram) โดยใช้การระดมสมองกับผู้ปฏิบัติงาน สรุปสาเหตุหลักของของเสีย

5. กำหนดแนวทางลดของเสียที่เกิดขึ้น โดยทำการจัดทำวิธีการปรับตั้งเครื่องจักรที่เป็นมาตรฐาน ประยุกต์ใช้ Visual Control เพื่อวางผังจัดการพื้นที่ปฏิบัติงาน (Workstation) ใช้หลักการ ECRS (Eliminate, Combine, Reduce, Simplify) และนำเสนอการบำรุงรักษาด้วยตนเองสำหรับเครื่องจักร ในกระบวนการผลิต และการสร้างมาตรฐานการทำงานจากการวิเคราะห์ค่าเวลา (Time study) เพื่อกำหนดเวลามาตรฐานและเป้าหมายการผลิตต่อชั่วโมงงาน

6. นำแนวทางปรับปรุงไปทดลองจริง และวัดผลความสูญเปล่าด้วยเวลาในกระบวนการที่ดีขึ้น และเป้าหมายหลังการปรับปรุงที่เพิ่มขึ้น

7. เปรียบเทียบสัดส่วนของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง โดยใช้วิธีการทดลองซ้ำกระทั่งได้วิธีการทำงานที่ได้ค่าเป้าหมายสอดคล้องกับความสามารถในการผลิตตามที่วางแผน หรือค่าความสามารถของกระบวนการ

8. สรุปผลการดำเนินการและสรุปเป็นแนวทางปฏิบัติในการปรับปรุง ออกแบบโมดูลเชื่อมโยงหลักการในหัวข้อทางการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องในกระบวนการคลังสินค้า และผลลัพธ์จากการสำรวจความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงาน ด้วยการวิเคราะห์สถิติพรรณนา

ผลการวิจัย

ผลของการสรุปข้อมูลในสภาพการณ์ปัจจุบันของการจัดการคลังสินค้า ขั้นตอนการบรรจุเม็ดพลาสติกแล้วนำหลักการจัดการคลังสินค้าแบบหมุนเวียนมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาปรับปรุงตามลำดับการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์และอธิบายสภาพปัญหาด้วยเครื่องมือ ECRS แผนภาพสายธารแห่งคุณค่า และการใช้ DMAIC ใน Six Sigma และแนวคิดลีน เพื่อดำเนินการตามขั้นตอนการกำหนดปัญหา และชี้บ่งในกระบวนการทำงานนำไปสู่การปรับปรุงการทำงานในกิจกรรมงานย่อย ในกระบวนการบรรจุภัณฑ์ในสายการผลิตเม็ดพลาสติกจะบรรจุในถุงพลาสติกขนาดใหญ่ เพื่อเคลื่อนย้ายสู่กระบวนการผลิตต่อไป กรณีศึกษาวิเคราะห์ขั้นตอนการบรรจุและการจัดการคลังสินค้าเม็ดพลาสติกในสายการผลิต การศึกษาปัญหาในขั้นตอนวิเคราะห์ปัญหาได้ดังแสดงในแผนผังเหตุและผลในอธิบายลักษณะของการทำงานก่อนการปรับปรุงได้ถึงประเด็นสาเหตุในการบรรจุเม็ดพลาสติก จากกระบวนการบรรจุไม่ต่อเนื่อง สามารถบรรจุได้ 15 - 17 ตัน/ชั่วโมง จึงได้ยอดไม่ได้ตามเป้าหมาย ได้เพียง 810 - 918 ตัน/วัน จากเป้าหมายที่ตั้งไว้ รายชั่วโมง 18 - 22 ตัน/ชั่วโมง หรือ 960 ตัน/วัน โดยวิเคราะห์ในปัจจัยการผลิต 3 ส่วน คน เครื่องจักร และกระบวนการเป็นสาเหตุหลักของความไม่ต่อเนื่องในการบรรจุเม็ดพลาสติกจากการทำงานร่วมกันระหว่าง คน-เครื่องจักร ทั้งนี้บริษัทยังไม่มีการบันทึกข้อมูลปริมาณขยะ Big bag และปริมาณการซื้อแยกตามโรงงาน ซึ่งยังลักษณะเป็นข้อมูลรวมทุกโรงงาน ข้อมูลดังกล่าวจึงเป็นหนึ่งในความท้าทายด้านการวัดผลความประหยัดที่งานวิจัยฉบับนี้และเป็นโอกาสในการศึกษาในอนาคต

ตารางที่ 1 ผลการศึกษากระบวนการและเวลาในกระบวนการผลิต (วินาที)

ขั้นตอน	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	เวลาเฉลี่ย	ค่าความแปรปรวน
1. การเตรียมถุงบรรจุ					
1.1 เตรียมถุง	6.07	5.83	6.10	6.00	0.12
1.2 แขวนถุง	40.64	39.78	41.62	40.68	0.75
1.3 เป่าลมเข้าถุง	8.78	8.83	8.83	8.81	0.02
2. จัดเตรียมพาเลทเข้าเครื่อง					
2.1 จัดวางพาเลทครั้งละหนึ่ง	21.82	21.79	21.91	21.84	0.05
2.2 โหลดพาเลทเข้าสู่เครื่อง	21.91	22.42	22.95	22.43	0.42
3. การบรรจุ					
3.1 จัดเตรียมบรรจุ	30.21	30.19	30.13	30.18	0.03
3.2 เติมเม็ดน้ำหนักชดเชย	6.77	5.52	6.41	6.23	0.53
3.3 มัดปากถุง	28.59	24.27	28.72	27.19	2.07
4. Finishing					
4.1 ติดป้าย	1.09	1.02	0.96	1.02	0.05
4.2 จัดเรียงถุง	39.19	38.79	40.24	39.41	0.61

ตารางที่ 1 ผลการศึกษากระบวนการและเวลาในกระบวนการผลิต (วินาที) (ต่อ)

ขั้นตอน	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	เวลาเฉลี่ย	ค่าความแปรปรวน
5. รถโฟล์กลิฟต์ขนย้ายไปยังพื้นที่พักสินค้า	38.95	37.34	28.52	34.94	4.58

จากตารางที่ 1 ขั้นตอนที่ใช้เวลามากที่สุด คือ แขวนถุง (40.68) และ จัดเรียงถุง (39.41) ค่าความแปรปรวนสูงสุดอยู่ที่ มัดปากถุง (2.07) และ รถโฟล์กลิฟต์ขนย้าย (4.58) บ่งชี้ว่ามีความไม่สม่ำเสมอในการทำงาน และเวลานำทั้งกระบวนการประมาณ 253 วินาที โดยมีเวลาสูญเปล่ามากกว่า 120 วินาที ซึ่งเป็นโอกาสในการปรับปรุงกระบวนการบรรจุ ผลการวิเคราะห์เวลาในกระบวนการด้วยแนวคิดการวิเคราะห์ความสูญเปล่า (Waste Analysis) มาใช้เพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการ เช่น เวลารอคอย (Waiting Time) รวมถึง การรอเครื่องจักรที่ชำรุด และการรอระหว่างการเปลี่ยนถุงบรรจุ เวลาจากการเคลื่อนที่ (Motion) การพักเบรกของพนักงานทำให้บรรจุไม่ต่อเนื่อง เป็นต้น และ เวลาในกระบวนการ (Processing Time) ไม่ว่าจะเป็นสาเหตุจากการขาดเป้าหมายที่ชัดเจนในการกำหนดยอดบรรจุเป็นรายชั่วโมง การปรับปรุงวิธีการทำงาน เป็นต้น การวิเคราะห์งานและเวลางานจากกิจกรรมย่อยสามารถเป็นข้อมูลเป็นรอบเวลา (Cycle Time) เปรียบเทียบใช้อ้างอิงเพื่อการคำนวณผลิตภาพ (Productivity)

2. การสร้างแนวทางปฏิบัติสำหรับระบบหมุนเวียนในการใช้วัสดุ ขั้นตอนย่อยการบรรจุเม็ดพลาสติก โดยกำหนดมาตรฐานการทำงานเป็นข้อกำหนดเบื้องต้นในกระบวนการบรรจุ ดังนี้ มาตรฐานการบรรจุถุงใหญ่ (Big bag packing standard) 1) ขณะทำการเดินเครื่องผลิตในกรณีที่เกิดการหยุดชะงักที่ไม่คาดคิด (เช่น เครื่องจักรขัดข้องหรือพื้นที่ทำงานไม่เพียงพอ เป็นต้น) ให้ดำเนินการตามตารางการทำงานเดิมและมาตรฐานที่กำหนดไว้ 2) หากเครื่องจักรทำงานตามปกติ ให้ตั้งเป้าหมายรายวันไว้ที่ 160 ตันต่อทีม โดยไม่มีช่วงเวลาพักคงที่ตามตาราง พนักงานสามารถปรับช่วงเวลาพักได้ตามความเหมาะสม และ 3) ในกรณีเครื่องจักรทำงานเป็นช่วง ๆ ให้คำนวณชั่วโมงการทำงานที่มีประสิทธิภาพ และ รักษาอัตราการบรรจุที่ 18 ตันต่อชั่วโมงเป็นส่วนหนึ่งของการทำสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) และเป้าหมายผลลัพธ์ในการทำงาน (Yield)

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์งานเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง

กระบวนการ	การปรับปรุงกระบวนการ (วินาที/ถุง)			ผลลัพธ์ (ตัน/8 ชั่วโมง)		
	ก่อน	หลัง	อัตราการปรับปรุง (%)	ก่อน	หลัง	อัตราการปรับปรุง (%)
การบรรจุเม็ดพลาสติก	253.06	189.80	19.33	810	960	18.5

จากตารางที่ 2 พบว่า ขั้นตอนที่พนักงานทำงานร่วมกับเครื่องจักรอัตโนมัติมีความแปรปรวนของเวลาการปฏิบัติงานแตกต่างกัน โดยเฉพาะขั้นตอน “รถโฟล์กลิฟต์ขนย้ายไปยังพื้นที่พักสินค้า” ซึ่งมีความไม่สม่ำเสมอสูง อันเกิดจากข้อจำกัดด้านการจัดสรรเวลาใช้งานโฟล์กลิฟต์และระยะทางในการขนย้าย หลังการปรับปรุงกระบวนการพบว่า จุดคอขวดที่สำคัญ คือ ขั้นตอน แขวนถุง (15.90 วินาที) และจัดเรียงถุง (15.80 วินาที) การปรับปรุงขั้นตอนแขวนถุงส่งผลให้เวลาของขั้นตอนเป่าลมเข้าถุงและมัดปากถุงลดลงตามลำดับ แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงของกิจกรรมภายในกระบวนการ

ในมิติด้านผลิตภาพ เวลาของกิจกรรมย่อยลดลงจาก 80.09 วินาที เหลือ 31.15 วินาที หรือ ลดลง 61.1% ขณะที่เวลารวมของกระบวนการลดลง 19.33% และผลผลิตเพิ่มขึ้น 18.5% จาก 810 เป็น 960 ตันต่อ 8 ชั่วโมงทำงาน หรือเพิ่มขึ้น 150 ตันต่อรอบการผลิต สะท้อนลักษณะของการเพิ่มผลิตภาพแบบ Breakthrough ซึ่งผลผลิตเพิ่มขึ้นในขณะที่ใช้ปัจจัยนำเข้าด้านเวลาลดลง

เมื่อวิเคราะห์ภายใต้กรอบ PQCDSME พบว่า การกำหนดมาตรฐานการทำงานระหว่างคนและเครื่องจักรช่วยให้กระบวนการบรรจุมีความต่อเนื่องและสม่ำเสมอมากขึ้น ส่งผลต่อการประกันคุณภาพและการใช้ประโยชน์เครื่องจักรอย่างมีประสิทธิภาพ ด้านต้นทุน คาดการณ์ว่ายอดขายสามารถเพิ่มขึ้นประมาณ 18.5% จากราว 10 ล้านบาทต่อปี เป็น 12 ล้านบาทต่อปี ด้านการส่งมอบ สามารถรองรับคำสั่งซื้อเพิ่มขึ้นประมาณ 20% เนื่องจากเวลาการผลิตลดลง ด้านความปลอดภัย การจัดพื้นที่ทำงานและกำหนดรอบเวลามาตรฐานช่วยลดความเมื่อยล้าและความเสี่ยงจากอุบัติเหตุ ด้านขวัญกำลังใจ พนักงานมีภาระงานลดลงและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่วนด้านสิ่งแวดล้อม ถุงบรรจุขนาดใหญ่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้ 6 ครั้ง ช่วยลดการใช้วัสดุสิ้นเปลืองในคลังสินค้า

ผลสำรวจความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงาน จำนวน 32 คน ซึ่งมีประสบการณ์ทำงานมากกว่า 1 ปี พบว่าหลังการปรับปรุงกระบวนการ ผู้ตอบแบบสอบถามเห็นว่าการทำงานดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยด้านผลลัพธ์การมีส่วนร่วม และการใช้วัสดุหมุนเวียนอย่างคุ้มค่าอยู่ในระดับ ดีมาก สะท้อนว่าการปรับปรุงไม่เพียงเพิ่มผลิตภาพแต่ยังได้รับการยอมรับจากผู้ปฏิบัติงานและสนับสนุนการดำเนินงานตามแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนอย่างเป็นรูปธรรม

อภิปรายผล

หลักการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติในคลังสินค้าหมุนเวียนจากงานวิจัยนี้อธิบายขั้นตอนการกำหนดการปรับปรุงกระบวนการย่อยและการใช้ค่าเป้าหมายในการสร้างมาตรฐานการทำงาน เพื่อสนับสนุนโซ่อุปทานหมุนเวียนจึงจำเป็นต้องทำให้โลจิสติกส์ภายในในระดับหน่วยการผลิตสามารถทำงานได้ตามเป้าหมายในการผลิต แนวคิด การหมุนเวียนจึงช่วยสร้างความยืดหยุ่นในการทำงานและลดต้นทุนจากการใช้ทรัพยากรหมุนเวียนอย่างมีประสิทธิภาพ (Aghalari, H. & Parvaresh, F., 2025); (Das, T., 2024) ภายใต้หลักการและความหมายของการจัดเก็บสินค้าแบบหมุนเวียนเป็นแนวทางการเปลี่ยนแปลงในการบริหารจัดการโซ่อุปทานโดยมีเป้าหมายหลักในการรักษาผลิตภัณฑ์วัสดุและทรัพยากรให้อยู่ในวงจรให้นานที่สุด ซึ่งจะช่วยลดความจำเป็นในการดึงทรัพยากรใหม่และลดของเสียให้เหลือน้อยที่สุด แนวทางนี้สามารถขยายลงในระดับการปฏิบัติหรือการปรับปรุงในการบรรจุเม็ดพลาสติก โดยสามารถนำวัสดุสิ้นเปลืองในกระบวนการเข้าสู่กระบวนการและส่งเสริมให้การปรับปรุงการทำงานทำได้รวดเร็วขึ้น ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาสภาพปัญหาและสภาพปัจจุบันอย่างละเอียดด้วยการวิเคราะห์งานและเวลาในการทำงาน โดยทำงานร่วมกับผู้ปฏิบัติผ่านการระดมสมองเพื่อเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ ร่วมกับข้อมูลการผลิตจากตารางการทำงาน รายวันสู่การวิเคราะห์ข้อมูลแบบผสมผสาน สังเคราะห์ร่วมกับการใช้เครื่องมือวิเคราะห์กระบวนการและความสูญเสียในการคัดเลือกขั้นตอนย่อยที่ต้องปรับปรุง (Das, T., 2024) งานวิจัยนี้นำเสนอความสอดคล้องอย่างมีนัยสำคัญกับแนวคิด Lean-Green Synergy ซึ่งเป็นแนวทางหลักในการจัดการโซ่อุปทานอย่างยั่งยืนสมัยใหม่ การใช้ระเบียบวิธีแบบผสมผสานและการระดมสมองกับผู้ปฏิบัติงานในขั้นตอนที่ 1) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Salibi, J. et al. ที่ค้นคว้าทบทวนความสำคัญของการนำหลักการลีนมาร่วมในการเปลี่ยนสู่เศรษฐกิจหมุนเวียน (Salibi, J. et al., 2022) ที่ระบุว่า

ความสำเร็จในการเปลี่ยนสู่เศรษฐกิจหมุนเวียนขึ้นอยู่กับการสร้างวัฒนธรรมการมีส่วนร่วมและการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องมากกว่าการพึ่งพาเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ แนวทางการศึกษาโลจิสติกส์ภายในเพื่อลดการลงทุนใหม่ หรือปรับกระบวนการใหม่ทั้งหมดสำหรับใช้ทรัพยากรใหม่ยังสอดคล้องกับกลยุทธ์การใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ (Resource Tight Loops) ของ Geissdoerfer, M. et al ซึ่งเน้นว่าการหมุนเวียนวัสดุในระดับปฏิบัติการเป็นจุดยุทธศาสตร์ในการลดต้นทุนและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการหมุนเวียนในระดับมหภาค (Geissdoerfer, M. et al., 2020)

2. การสร้างแนวทางปฏิบัติสำหรับระบบโลจิสติกส์หมุนเวียนโดยศึกษาครบวงจรในกระบวนการย่อยที่คัดเลือกจาก 1) ใช้เครื่องมือวิศวกรรมอุตสาหกรรม เช่น การปรับปรุงพื้นที่การทำงานภายใต้หลักการวิเคราะห์งานและเวลาจากผลการทำ ECRS หรือแผนผังความสัมพันธ์ของงานกับพื้นที่ หรือการวิเคราะห์ความสูญเสียในขั้นตอนย่อย พร้อมคำนวณเวลาในการทำงานเพื่อคำนวณค่าเวลามาตรฐาน นับเป็นการนำเครื่องมือวิศวกรรมดั้งเดิมมาประยุกต์ใช้ในบริบทใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ หลังการปรับปรุงกระบวนการโดยใช้ ECRS, Value Stream Mapping, DMAIC และการกำหนดมาตรฐานการทำงาน ทำให้เวลาการผลิตลดลงจาก 253.06 วินาที เหลือ 189.80 วินาที (ลดลง 19.33%) ในขณะที่ผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก 810 ตัน เป็น 960 ตันต่อวัน (18.5%) ผลดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่า การเพิ่มผลิตภาพไม่ได้เกิดจากการเพิ่มกำลังการผลิตหรือการลงทุนเครื่องจักรใหม่ แต่เกิดจากการกำจัดกิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่า เช่น เวลารอคอย การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น และการขนย้าย ซึ่งเป็นความสูญเปล่าตามหลักลีน การลดเวลานำทำให้เครื่องจักรเดินต่อเนื่องมากขึ้น พนักงานทำงานสอดคล้องกันมากขึ้น ลดเวลาหยุดรอ ส่งผลให้ประสิทธิภาพของระบบเพิ่มขึ้นโดยไม่ต้องเพิ่มทรัพยากร ผลนี้สอดคล้องกับหลักการของลีน และ การลด Waste ซึ่งอธิบายว่าการลดความสูญเปล่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการเพิ่มผลิตภาพ และเมื่อวิเคราะห์เชิงระบบ มาตรฐานการทำงานช่วยลดความแปรปรวน ผลการศึกษาพบว่า หลังจัดทำและปรับปรุงงานเป็น เวลาการทำงานของแต่ละขั้นตอนมีความสม่ำเสมอมากขึ้น สามารถอภิปรายได้ว่า ความแปรปรวนของกระบวนการเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผลผลิตไม่แน่นอน คุณภาพไม่สม่ำเสมอ เครื่องจักรหยุดรอ เมื่อมีมาตรฐานการทำงาน พนักงานทุกคน ใช้วิธีเดียวกัน ใช้เวลาใกล้เคียงกัน ลดความผิดพลาดจากประสบการณ์ส่วนบุคคล จึงทำให้ประสิทธิภาพของระบบเพิ่มขึ้น มุ่งลดความแปรปรวนของกระบวนการ ประเด็นนี้สนับสนุนการทบทวนวรรณกรรมและข้อเสนอแนะของ Teixeira, N. ในแนวทางของเศรษฐกิจหมุนเวียนและมุมมองการใช้เทคโนโลยีในมิติด้านการใช้ทรัพยากร (Teixeira, N., 2025) และ Ndoka, E. et al ที่ศึกษางานวิจัยการเปลี่ยนผ่านสู่ตัวแบบเศรษฐกิจแบบหมุนเวียนในประเทศกำลังพัฒนาที่เสนอการมุ่งเน้นสนับสนุนการเปลี่ยนผ่านสู่เศรษฐกิจหมุนเวียนโดยเน้นการวิเคราะห์อุปสรรคและศึกษาปัจจัยสนับสนุน (Ndoka, E. et al., 2025) สรุปว่าการปรับปรุงกระบวนการหมุนเวียนในอุตสาหกรรมพลาสติกต้องอาศัยการกำจัดกิจกรรมที่ไม่เกิดมูลค่าเพื่อลดต้นทุนการจัดการวัสดุใช้ซ้ำที่มักสูงกว่าต้นทุนวัสดุใหม่ การวัดผลผ่านมิติ PQCDSME ขยายขอบเขตการประเมินผลให้รวมมิติความยั่งยืน ซึ่งสอดคล้องกับกรอบการประเมินประสิทธิภาพของ Govindan, K. & Hasanagic, M. ในงานวิจัยที่อธิบายไว้ว่า การเปลี่ยนผ่านสู่เศรษฐกิจหมุนเวียนในมุมมองโซ่อุปทานต้องอาศัยทั้งแรงผลักดันจากภายนอก และการปรับตัวภายในองค์กร โดยมีความท้าทายด้านต้นทุนและเทคโนโลยีเป็นอุปสรรคสำคัญ แต่หากสามารถจัดการได้ จะนำไปสู่ความยั่งยืนและความสามารถในการแข่งขันระยะยาว (Govindan, K. & Hasanagic, M., 2018) สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยนี้ในการปรับปรุงและปรับตัวภายในองค์กร

ที่ให้ความสำคัญกับวัดผลการปรับปรุง ว่า การวัดผลแค่ด้านต้นทุนไม่เพียงพอสำหรับคลังสินค้าหมุนเวียน แต่ต้องรวมมิติด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การลดการใช้ทรัพยากรใหม่และความปลอดภัย เพื่อสร้างความยืดหยุ่นในระบบ

ผลติดตามการทำงานหลังการปรับเปลี่ยนจากตัวชี้วัดที่กำหนด จุดคอขวด (Bottleneck) เป็นตัวกำหนดสมรรถนะของทั้งระบบ ผลการศึกษาพบว่า ขั้นตอนแขวนถุง จัดเรียงถุง ใช้เวลาสูงที่สุด รวมทั้ง การมัดปากถุง การขนย้ายด้วย Forklift มีความแปรปรวนสูง สิ่งนี้สะท้อนว่า ประสิทธิภาพของสายการผลิตถูกจำกัดโดยกระบวนการที่ใช้เวลานานที่สุด เมื่อสามารถลดเวลาในขั้นตอนคอขวด ทำให้เวลาลดลง การสมดุลสายการผลิตดีขึ้น เครื่องจักรไม่ต้องรอคน คนไม่ต้องรอเครื่อง จึงทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ผลดังกล่าวสนับสนุนแนวคิด Theory of Constraints (TOC) ซึ่งอธิบายว่า การเพิ่มประสิทธิภาพควรเริ่มจากการปรับปรุงข้อจำกัดของระบบก่อน เพราะข้อจำกัดเป็นตัวกำหนดผลลัพธ์ของทั้งกระบวนการจากระบบการรายงานและแจ้งข้อมูลด้วยแบบฟอร์มออนไลน์ และระบบการติดตามสนับสนุนแบบเรียลไทม์เพื่อนำส่งผลลัพธ์เชิงปริมาณ และข้อมูลที่ตั้งเป็นค่าเป้าหมายได้ และได้รับผลการสำรวจความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงานต่อการปรับปรุงการทำงานตามแนวทางการหมุนเวียนอย่างเป็นระบบ ประเด็นสำคัญของงานวิจัยนี้ คือ ไม่ใช่เพียงเพิ่มผลิตภาพ แต่เป็นการสร้างระบบ คลังสินค้าหมุนเวียน ผลการศึกษาพบว่า Big Bag สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้ 6 ครั้ง รวมทั้งลดการใช้วัสดุสิ้นเปลือง สามารถอภิปรายได้ว่า การลดเวลาการผลิตทำให้วัสดุเสียลดลง การจัดเก็บเป็นระบบ การหมุนเวียนบรรจุภัณฑ์ทำได้ง่ายขึ้น ส่งผลให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นหัวใจของเศรษฐกิจหมุนเวียน ดังนั้น ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า แนวคิดลีน และเศรษฐกิจหมุนเวียนไม่ได้ขัดแย้งกัน แต่สามารถส่งเสริมกันได้ กล่าวคือ ลีนช่วยลดความสูญเปล่า ส่วนเศรษฐกิจหมุนเวียนเพิ่มการใช้ทรัพยากรให้เกิดมูลค่าสูงสุด ประกอบกับการจัดการระบบของพื้นที่วิจัยเป็นสถานประกอบการที่มีระบบการรายงานและแจ้งข้อมูลด้วยแบบฟอร์มออนไลน์ และระบบการติดตามสนับสนุนแบบเรียลไทม์ทำให้การศึกษาและสร้างระบบการทดลองวิจัยในครั้งนี้เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว และรัดกุม ภายใต้ระบบเทคโนโลยีดิจิทัลที่มาสนับสนุนการติดตามและควบคุมกระบวนการช่วยลดความหน่วงของข้อมูลและสร้างความยั่งยืนช่วยให้สามารถติดตามผลการดำเนินงานเทียบกับค่าเป้าหมาย วิเคราะห์ความเบี่ยงเบนของกระบวนการ แจ้งเตือนเมื่อเกิดความผิดปกติ และสนับสนุนการตัดสินใจบนพื้นฐานข้อมูล ส่งผลให้การปรับปรุงผลิตภาพ การลดความสูญเปล่าและการดำเนินงานตามแนวคิดคลังสินค้าแบบหมุนเวียนสามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่อง มีความโปร่งใสและสามารถวัดผลเชิงปริมาณได้อย่างเป็นระบบ ทั้งยังสอดคล้องกับแนวคิดอุตสาหกรรม 4.0, การผลิตอัจฉริยะและโซ่อุปทานดิจิทัลที่มุ่งใช้ข้อมูลแบบเรียลไทม์ในการยกระดับประสิทธิภาพและความยั่งยืนของระบบ

ทบทวนรายงานผลการปรับปรุงและระบุผลลัพธ์ภายใต้มิติการปรับปรุงการทำงาน ด้วย PQCDSME เพื่อขยายผลในการใช้ระบบการหมุนเวียนในกระบวนการปรับปรุงการทำงานในการจัดการคลังสินค้าแบบหมุนเวียนเพื่อการใช้ซ้ำของวัสดุสิ้นเปลือง ซึ่งแสดงผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงผลิตภาพในกระบวนการย่อยที่สำคัญ (Cui, L. et al., 2021); (Wu, K. et al., 2021) การเพิ่มผลิตภาพไม่ได้ส่งผลเฉพาะด้านผลผลิต ผลการศึกษาพบว่า การปรับปรุงส่งผลต่อ PQCDSME พร้อมกัน สามารถอภิปรายได้ว่า แนวทางการปรับปรุงไม่ได้มุ่งเพียง “ผลิตได้มากขึ้น” แต่ยังช่วยให้ลดต้นทุน ส่งมอบเร็วขึ้น ลดความเหนื่อยล้าของพนักงาน ลดความเสี่ยงอุบัติเหตุและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แสดงให้เห็นว่า การจัดการคลังสินค้าแบบหมุนเวียนสามารถสร้างคุณค่าหลายมิติ (Multi-dimensional Performance) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการโลจิสติกส์อย่างยั่งยืน โมเดลนี้มีศักยภาพ

ในการปรับใช้กับอุตสาหกรรมอื่นที่มีลักษณะการดำเนินงานแบบกระบวนการ เช่น อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์หรืออาหาร อย่างไรก็ตามในการศึกษาของ Tseng, M. et al อธิบาย การสร้างโซ่อุปทานแบบหมุนเวียนในอุตสาหกรรมอาหารของเวียดนามจำเป็นต้องอาศัยทั้งศักยภาพภายในองค์กร และความร่วมมือภายนอกโดยมีเทคโนโลยีและผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจเป็นแรงผลักดันหลักนั้น ให้ข้อสังเกตว่าการปรับใช้ในอุตสาหกรรมที่มีความซับซ้อนของวัสดุมาก อาจต้องเพิ่มขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพเชิงเทคนิคเข้าไปในมาตรฐานการทำงาน เพื่อป้องกันความเสี่ยงจากการเสื่อมสภาพของวัสดุหมุนเวียน แม้โมเดลนี้จะไม่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงเช่น IoT หรือ AI ในงานวิจัยจากกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว (Tseng, M. et al., 2021) ขณะที่งานวิจัยในตัวแบบธุรกิจเชิงนวัตกรรมเพื่อการปรับใช้ในอุตสาหกรรมของ Jabbour, A. et al. การอภิปรายนี้สอดคล้องกับการวิจัยนี้ที่ระบุชี้ให้เห็นว่า โมเดลการปรับปรุงคลังสินค้าหมุนเวียนถูกออกแบบมาเพื่อการใช้งานจริงในอุตสาหกรรมภายใต้หลักการที่เรียบง่ายและมีระบบ รูปแบบที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนนี้ เป็นจุดแข็งสำหรับอุตสาหกรรมในประเทศเศรษฐกิจเกิดใหม่ เนื่องจากช่วยลดอุปสรรคด้านการลงทุนและทักษะทางเทคนิค ทำให้เกิดการยอมรับและนำไปปฏิบัติได้จริง (Jabbour, A. et al., 2020) จึงไม่เพียงเป็นเครื่องมือในการเพิ่มประสิทธิภาพในระดับท้องถิ่นหรือเฉพาะในเขตอุตสาหกรรมในจังหวัดระยอง แต่ยังมีรากฐานทางทฤษฎีที่แข็งแกร่งและสอดคล้องกับมาตรฐานการวิจัยระดับสากล การใช้รูปแบบนี้จะช่วยสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันที่ยั่งยืนโดยบูรณาการประสิทธิภาพการดำเนินงานและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมเข้ากันอย่างเป็นรูปธรรม งานวิจัยนี้สะท้อนให้เห็นแนวปฏิบัติการประยุกต์ใช้เครื่องมือวิศวกรรมอุตสาหการร่วมกับแนวคิดลีน Six Sigma และการจัดการคลังสินค้าแบบหมุนเวียน สามารถยกระดับผลิตภาพของกระบวนการบรรจุเม็ดพลาสติกได้อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากการปรับปรุงมุ่งลดความสูญเปล่าในกระบวนการ ลดความแปรปรวนของการทำงาน และขจัดข้อจำกัดของระบบผ่านการกำหนดมาตรฐานการทำงาน การจัดสมดุลสายการผลิต และการมีส่วนร่วมของพนักงาน ผลลัพธ์ที่ได้ไม่เพียงเพิ่มผลผลิตและลดเวลาในกระบวนการ แต่ยังส่งผลเชิงบวกต่อคุณภาพ ต้นทุน การส่งมอบ ความปลอดภัย ขวัญกำลังใจ และสิ่งแวดล้อมตามกรอบ PQCDSME นอกจากนี้การนำหลักการเศรษฐกิจหมุนเวียนมาบูรณาการกับการจัดการคลังสินค้าโดยเฉพาะการหมุนเวียนใช้ซ้ำของบรรจุภัณฑ์และการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า แสดงให้เห็นว่า ลีน และระบบเศรษฐกิจหมุนเวียนสามารถทำงานร่วมกันเพื่อสร้างทั้งประสิทธิภาพเชิงปฏิบัติการและความยั่งยืนของโซ่อุปทาน ซึ่งเป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตในยุคที่มุ่งสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน

การศึกษาในครั้งนี้เชื่อมโยงผลกระทบที่สำคัญระหว่างประสิทธิภาพการปรับปรุงการทำงานของผู้ผลิตเม็ดพลาสติกและความยั่งยืนของระบบนิเวศในจังหวัดระยอง ที่สามารถอภิปราย ได้ดังนี้

1. ระยองเป็นศูนย์กลางอุตสาหกรรมปิโตรเคมีที่มีปริมาณขยะอุตสาหกรรมสูง การนำวัสดุสิ้นเปลืองจากกระบวนการบรรจุเม็ดพลาสติกกลับมาใช้ใหม่ตามแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนจึงช่วยลดขยะต้นทางได้โดยตรง ซึ่งถือเป็นลำดับสูงสุดของการจัดการขยะ การประยุกต์ใช้เครื่องมือ ECRS เพื่อกำจัดกิจกรรมที่ไม่จำเป็น รวมงานที่ซ้ำซ้อน และจัดลำดับขั้นตอนใหม่ ช่วยลดเวลาการทำงานและเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการ โดยไม่เกิดจากการเร่งการทำงานของพนักงาน แต่เกิดจากการออกแบบกระบวนการใหม่ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการเพิ่มผลิตภาพอย่างยั่งยืน จากผลลัพธ์ดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ Wichaiutcha, N. et al. ที่ชี้ว่า

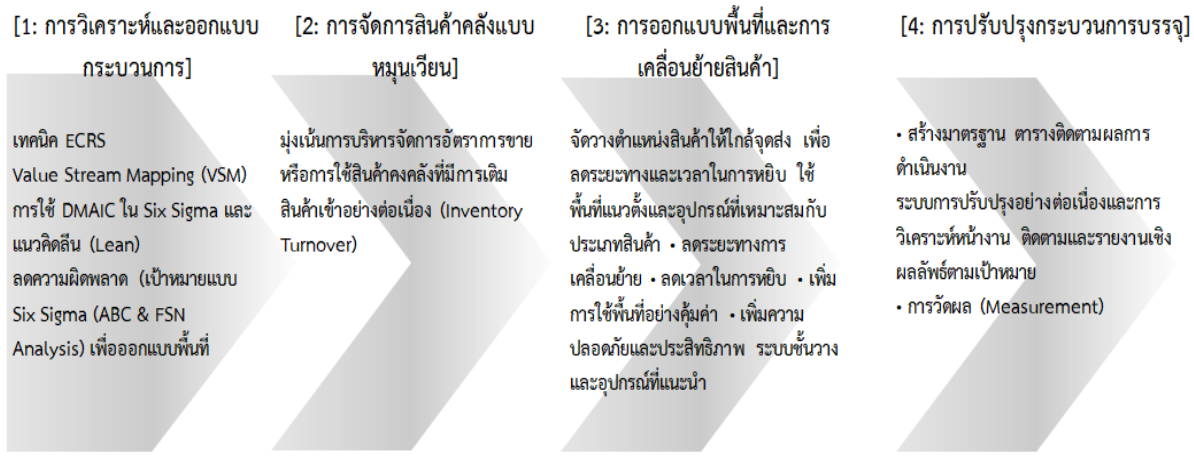
อุตสาหกรรมพลาสติกเรซิ่นมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูง และการประยุกต์ใช้แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนร่วมกับพลังงานสะอาดสามารถลดผลกระทบดังกล่าวได้ โดยวัสดุสิ้นเปลืองที่นำกลับมาใช้ใหม่ทุก 1 ตัน สามารถลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้ประมาณ 1.5 - 2.0 tCO_2e ซึ่งสนับสนุนเป้าหมาย Net Zero ของจังหวัดระยองอย่างเป็นรูปธรรม (Wichaiutcha, N. et al., 2023)

2. การสร้างระบบปิดภายในคลังสินค้าตามแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนช่วยลดภาระการจัดการขยะของท้องถิ่นได้อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากวัสดุสิ้นเปลืองที่ไม่เป็นอันตรายซึ่งเดิมอาจเข้าสู่ระบบกำจัดขยะของเทศบาล ถูกนำกลับมาใช้ซ้ำภายในกระบวนการผลิตแทน แนวทางนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Addis, M. et al. ที่เน้นความสำคัญของการออกแบบผลิตภัณฑ์และระบบจัดการของเสียให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่หรือรีไซเคิลได้ง่าย เพื่อลดการสะสมของพลาสติกและการแพร่กระจายของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาชี้ว่า การจัดการวงจรการนำวัสดุหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ภายในโรงงานเป็นกลไกสำคัญในการลดปริมาณขยะที่ต้องส่งออกไปกำจัดภายนอก เมื่อประยุกต์ใช้ร่วมกับหลักการทั้ง 4 ของคลังสินค้าแบบหมุนเวียน จะช่วยลดต้นทุนการกำจัดของเสียขององค์กร และลดภาระงบประมาณขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการจัดการขยะอุตสาหกรรมและขยะชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Addis, M. et al., 2025)

3. เมื่อเปรียบเทียบกับแบบจำลองเศรษฐกิจหมุนเวียนในยุโรป เช่น Kalundborg Symbiosis ซึ่งเน้นการแลกเปลี่ยนวัสดุระหว่างโรงงาน งานวิจัยนี้ให้ความสำคัญกับการเริ่มต้นจากการปรับปรุงกระบวนการภายในโรงงานก่อน แนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ Tseng, M. et al. ที่เสนอว่าการเปลี่ยนผ่านสู่โซ่อุปทานแบบหมุนเวียนในประเทศเศรษฐกิจเกิดใหม่ควรเริ่มจากการเสริมสร้างมาตรฐานภายในองค์กรให้เข้มแข็ง ก่อนขยายไปสู่เครือข่ายความร่วมมือภายนอก สำหรับบริบทของประเทศไทย การสร้างมาตรฐานการทำงานและการประเมินผลด้วยกรอบ PQCDSME โดยเฉพาะมิติด้านสิ่งแวดล้อม สามารถใช้เป็นตัวชี้วัดสำคัญในการสนับสนุนยุทธศาสตร์ “ระยองเมืองสะอาด” และความยั่งยืนของเขตอุตสาหกรรม รวมถึงเป็นพื้นฐานสำหรับการกำหนดแรงจูงใจทางภาษีหรือสิทธิประโยชน์แก่โรงงานที่สามารถพิสูจน์ผลการลดของเสียและการใช้ทรัพยากรหมุนเวียนได้อย่างเป็นรูปธรรม (Tseng, M. et al., 2021)

องค์ความรู้ใหม่

องค์ความรู้จากการศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาแนวปฏิบัติด้านการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องสำหรับการจัดการคลังสินค้าแบบหมุนเวียน กรณีศึกษากระบวนการบรรจุเม็ดพลาสติกในประเทศไทยนี้ สรุปได้ว่า 4 หลักการในการวิเคราะห์กระบวนการและการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเป็นจุดเริ่มต้นสำหรับการเพิ่มผลิตภาพ นำเสนอ มีดังนี้



ภาพที่ 1 สรุป 4 หลักการวิเคราะห์การปรับปรุงอย่างต่อเนื่องสำหรับการจัดการคลังสินค้าแบบหมุนเวียน

หลักการที่ 1 การวิเคราะห์และออกแบบกระบวนการ มุ่งลดกิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่าโดยใช้เทคนิค ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify) เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานและลดเวลาในกระบวนการ ร่วมกับการใช้ Value Stream Mapping เพื่อตรวจจับจุดสูญเปล่าและวิเคราะห์การไหลของงานในกระบวนการบรรจุวัสดุ นอกจากนี้ยังประยุกต์ใช้แนวคิด DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) ภายใต้ Six Sigma และ Lean เพื่อควบคุมความแปรปรวน ลดข้อผิดพลาด และกำหนดเป้าหมายการปรับปรุงอย่างเป็นระบบ รวมถึงใช้การจัดหมวดหมู่สินค้าแบบ ABC และ FSN Analysis เพื่อสนับสนุนการออกแบบพื้นที่จัดเก็บและลำดับขั้นตอนการทำงาน

หลักการที่ 2 การจัดการสินค้าคลังแบบหมุนเวียน เน้นการบริหารอัตราการหมุนเวียนของสินค้าคงคลังและการเติมสินค้าอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลังและรักษาระดับการให้บริการลูกค้า โดยใช้อัตราการหมุนเวียนสินค้าคงคลังเป็นตัวชี้วัดเชิงกลยุทธ์ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบ การติดตามข้อมูลปริมาณและมูลค่าของบรรจุภัณฑ์ที่นำกลับมาใช้ใหม่ เช่น Big Bag ช่วยให้สามารถประเมินผลด้านความประหยัดและความคุ้มค่าของระบบหมุนเวียนได้อย่างเป็นรูปธรรม

หลักการที่ 3 การออกแบบพื้นที่และการเคลื่อนย้ายสินค้า มุ่งลดระยะทางและเวลาการขนย้าย โดยจัดวางสินค้าที่มีความถี่ในการเคลื่อนไหวสูงไว้ใกล้จุดส่งและใช้พื้นที่แนวตั้งผ่านระบบชั้นวาง เช่น Conventional Racking, Drive-in Racks และ Mobile Racks ให้เหมาะสมกับลักษณะสินค้าและรูปแบบการเคลื่อนย้าย แนวทางดังกล่าวช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ ลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น และสนับสนุนการไหลของงานอย่างต่อเนื่อง

หลักการที่ 4 การปรับปรุงกระบวนการบรรจุ มุ่งเพิ่มความแม่นยำและลดเวลาการค้นหาโดยการกำหนดรหัสและตำแหน่งบรรจุภัณฑ์ที่ชัดเจน รวมขั้นตอนการตรวจสอบและบรรจุเข้าด้วยกันเพื่อลดการทำซ้ำ และประยุกต์ใช้บาร์โค้ดและเครื่องมืออัตโนมัติเพื่อลดข้อผิดพลาด นอกจากนี้ ยังมีการกำหนดตัวชี้วัดประสิทธิภาพ ตารางติดตามผลและแผนผังเหตุและผล เพื่อควบคุมและติดตามปัญหาอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ลดระยะการเคลื่อนย้ายสินค้า ลดต้นทุนแรงงาน และเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานโดยรวม

กรอบแนวปฏิบัตินี้ไม่เพียงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของคลังสินค้า แต่ยังสนับสนุนการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า การนำบรรจุภัณฑ์กลับมาใช้ซ้ำ และการลดของเสียตามแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน องค์ความรู้ที่ได้สามารถขยายผลไปยังอุตสาหกรรมอื่น เช่น อุตสาหกรรมอาหาร เกษตรแปรรูป และโรงงานผลิตที่มีลักษณะการจัดการวัสดุคล้ายคลึงกัน ในมุมมองเชิงกลยุทธ์ การประยุกต์ใช้หลักการทั้ง 4 ช่วยสร้างการพัฒนาแบบองค์รวมที่ครอบคลุมมิติด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ผ่านการลดของเสีย เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของพนักงาน พร้อมทั้งเปิดโอกาสในการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้เพื่อเพิ่มคุณภาพและความสามารถในการแข่งขันขององค์กรในระยะยาว

สรุปและข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้นำเสนอแนวปฏิบัติด้านการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องสำหรับการจัดการคลังสินค้าแบบหมุนเวียน เพื่อยกระดับประสิทธิภาพกระบวนการบรรจุเม็ดพลาสติกในภาคอุตสาหกรรม โดยประยุกต์ใช้เครื่องมือ ECRS, Value Stream Mapping, DMAIC การศึกษางานและเวลา และการกำหนดมาตรฐานการทำงาน ผลการศึกษาพบว่าสามารถลดเวลารอบการผลิตลงได้ 19.33% และเพิ่มกำลังการผลิตจาก 810 เป็น 960 ตันต่อวัน หรือเพิ่มขึ้น 18.5% โดยไม่ต้องลงทุนเครื่องจักรเพิ่มเติม การปรับปรุงดังกล่าวช่วยลดกิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่า ลดความแปรปรวนของกระบวนการ และเพิ่มความต่อเนื่องของการทำงานระหว่างคนและเครื่องจักร นอกจากนี้ การใช้ระบบรายงานข้อมูลออนไลน์และระบบติดตามผลแบบเรียลไทม์ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจบนพื้นฐานข้อมูล และการติดตามผลเทียบกับค่าเป้าหมายอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เกิดการพัฒนาในทุกมิติของ PQCDSME ได้แก่ ผลผลิต คุณภาพ ต้นทุน การส่งมอบ ความปลอดภัย ขวัญกำลังใจ และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและการใช้ซ้ำของบรรจุภัณฑ์ตามแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน ซึ่งสามารถเป็นต้นแบบสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตอื่นในการยกระดับความสามารถในการแข่งขันและความยั่งยืนของโซ่อุปทาน ข้อเสนอแนะจากการศึกษา ประกอบด้วย 1) การเชื่อมโยงการปรับปรุงกระบวนการกับการพัฒนาองค์ความรู้ขององค์กร 2) การบูรณาการหลักการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องผ่านวงจร PDCA 3) การพัฒนาระบบการจัดการความรู้เพื่อสนับสนุนการเก็บและแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ 4) การพัฒนาทักษะของผู้ปฏิบัติงานผ่านการประยุกต์ใช้ความรู้ในงานจริง และ 5) การปรับปรุงระบบเก็บข้อมูลและมาตรฐานการทำงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความรวดเร็วในการตัดสินใจ สำหรับการวิจัยในอนาคต ควรศึกษาการถ่ายทอดเทคนิคจากผู้ปฏิบัติงานและการมีส่วนร่วมของทุกหน่วยงาน รวมถึงปัจจัยด้านสังคมและวัฒนธรรมการทำงาน ตลอดจนการประยุกต์ใช้แนวคิดคลังสินค้าแบบหมุนเวียนกับวัสดุประเภทอื่นที่มีบริบทใกล้เคียงกัน โดยเริ่มจากการวิเคราะห์สภาพพื้นที่และปัญหาเฉพาะของแต่ละอุตสาหกรรม ในเชิงวิชาการ งานวิจัยนี้มีคุณูปการสำคัญในการเสนอกรอบแนวคิดเชิงบูรณาการสำหรับการจัดการคลังสินค้าและกระบวนการผลิตอย่างยั่งยืน พร้อมแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ว่าการลดความสูญเปล่าผ่านการวิเคราะห์งานและเวลา ร่วมกับการสร้างมาตรฐานการทำงานสามารถเพิ่มผลิตภาพ ควบคู่กับการใช้ทรัพยากรหมุนเวียนและการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างเป็นรูปธรรม

เอกสารอ้างอิง

Addis, M. et al. (2025). Global material flow of macro- and microplastics to support a circular economy. Journal of Advanced Manufacturing and Processing, 3(7) https://doi.org/10.1002/amp2.70015.

Aghalari, H. & Parvaresh, F. (2025). Analyzing factors affecting the recycling and reuse of bread waste using content analysis, descriptive statistics, and structural equations. International journal of research in industrial engineering, 14(2), 281-297.

Chen, C. et al. (2023). Evaluating a Sustainable Circular Economy Model for the Indonesian Fashion Industry under Uncertainties: A Hybrid Decision-Making Approach. Journal of Industrial and Production Engineering, 40(3), 188-204.

Chien, C. et al. (2022). Smart Semiconductor Manufacturing for Pricing, Demand Planning, Capacity Portfolio and Cost for Sustainable Supply Chain Management. International Journal of Logistics Research and Applications, 27(1), 193-216.

Choudhary, D. & Kumar, R. (2021). Risk Investigation in Circular Economy: A Hierarchical Decision Model Approach. International Journal of Logistics Research and Applications, 27(1), 1-26.

Cui, L. et al. (2021). Exploring Circular Supply Chain Practices from a dual Perspective: Using a Hybrid Method under Uncertainty. International Journal of Logistics Research and Applications, 27(12), 1-24.

Das, T. (2024). Productivity optimization techniques using industrial engineering tools: A review. International Journal of Science and Research Archive, 12(1), 375-385.

Farooque, M. et al. (2019). Circular Supply Chain Management: A Definition and Structured Literature Review. Journal of Cleaner Production, (228), 882-900. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.303.

Geissdoerfer, M. et al. (2020). Circular Business Models: A Review. Journal of Cleaner Production, 277, 123741. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123741.

Gong, B. et al. (2022). Cooperate or Compete? A Strategic Analysis of Formal and Informal Electric Vehicle Battery Recyclers under Government Intervention. International Journal of Logistics Research and Applications, 27(1), 149-169.

Govindan, K. & Hasanagic, M. (2018). A systematic review on drivers, barriers, and practices towards circular economy: a supply chain perspective. International Journal of Production Research, 56(2), 278-311.

Houssini, K. et al. (2025). Complexities of the global plastics supply chain revealed in a trade-linked material flow analysis. Commun Earth Environ, 6(257). https://doi.org/10.1038/s43247-025-02169-5.

Hsu, W. et al. (2022). Closing the loop on plastics in Europe: the role of data, information and knowledge. Sustainability Production Consum, (33), 942-951. https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.08.019.

Jabbour, A. et al. (2020). Stakeholders, innovative business models for the circular economy and sustainable performance of firms in an emerging economy facing institutional voids. Journal of Environmental Management, 264, 110416. https://doi.org/10.1016/j.jenvman. 2020.110416.

Ndoka, E. et al. (2025). Transitioning to circular business models in developing countries: a systematic literature review of barriers, enablers, and future directions. Discov Sustain, 6, 605. https://doi.org/10.1007/s43621-025-01339-x.

OECD. (2022). Global Plastics Outlook. Retrieved February 9, 2025, from https://www.oecd-ilibrary.org/environment/ data/global-plastic-outlook_c0821f81-en

Salibi, J. et al. (2022). Lean and the circular economy: A systematic literature review. Journal of Lean Systems, 7(4), 23-46.

Somlai, C. et al. (2023). Plastic packaging waste in Europe: Addressing methodological challenges in recording and reporting. Waste Management and Research, 41(6), 1134-114.

Sonke, J. et al. (2025). Global environmental plastic dispersal under OECD policy scenarios toward 2060. Science advances, 11(16), 2396. https://doi.org/10.1126/sciadv.adu2396.

Teixeira, N. (2025). Circular economy perspectives: challenges, innovations, and sustainable futures. Discov Sustain, 6, 738 (2025). https://doi.org/10.1007/s43621-025-01606-x.

Tseng, M. et al. (2021). Modelling Hierarchical Circular Supply Chain Management Enablers in the Seafood Processing Industry in Vietnam under Uncertainties. International Journal of Logistics Research and Applications, 27(1), 30-58.

Wichaiutcha, N. et al. (2023). Life Cycle Assessment of Plastic Resin: A Case Study of the Petrochemical Industry in Thailand for the Production of HDPE Resin. Applied Environmental Research, 45(1). https://doi.org/10.35762/AER.2023004.

Wu, K. et al. (2021). Structuring an Influential Model for Indonesian Pulp and Paper Circular Supply Chain Practices. International Journal of Logistics Research and Applications, 27, 6-29. https://doi.org/10.1080/13675567.2021.1959903.