

การปรับปรุงกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม โดยใช้การศึกษาการทำงาน Improving Production Processes in The Garment Industry Using Work Study

ศศิวิมล ไชยรักษ์

สาขาวิชาการจัดการวิศวกรรมและเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

E-mail: 6514940015@rumail.ru.ac.th

นิติเดช คุหาทองสัมฤทธิ์

ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

E-mail: nitidetch.k@rumail.ru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตกางเกงเพื่อเพิ่มกำลังการผลิตด้วยหลักการ ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify) และการศึกษาเวลามาตรฐานจากการวิเคราะห์กระบวนการทำงานทั้งหมด 46 ขั้นตอน พบว่ามี 3 ขั้นตอนที่ไม่จำเป็นและใช้เวลานานเกินไป ได้แก่ ขั้นตอนปูผ้าตามจำนวนที่ลูกค้าสั่ง ขั้นตอนตอกมาร์คตามจุด และขั้นตอนตรวจรายละเอียดงาน จึงได้ดำเนินการปรับปรุงด้วยการกำจัด (Eliminate) ขั้นตอนเหลือ 43 ขั้นตอน โดยนำเครื่องจักรอัตโนมัติและเทคนิคการทำงานที่มีประสิทธิภาพมาใช้เพื่อรวมขั้นตอนการทำงาน (Combine) ส่งผลให้เวลามาตรฐานในการผลิตลดลงจาก 63.88 นาทีต่อตัว เหลือ 36.82 นาทีต่อตัว หรือคิดเป็นการลดลง 42.36% และเพิ่มปริมาณการผลิตจาก 116 ตัวต่อวันเป็น 134 ตัวต่อวัน ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จในการลดระยะเวลาในการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงาน รวมถึงการสร้างวัฒนธรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องในองค์กรเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันและความพึงพอใจของลูกค้าในระยะยาว

คำสำคัญ: กำลังการผลิต, หลักการ ECRS, การศึกษาการทำงาน, อุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม

ABSTRACT

This study aims to enhance the pants production process by increasing productivity through the application of ECRS principles (Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify) and the analysis of standard time across 46 work steps. The analysis identified three unnecessary, time-consuming steps: fabric layering according to customer orders, marking specific points, and inspecting job details. Improvements were implemented by eliminating these steps, reducing the process to 43 steps, and incorporating automated machinery and efficient techniques to combine work stages. As a result, the standard production time decreased from 63.88 minutes per item to 36.82 minutes, a reduction of 42.36%, increasing daily output from 116 to 134 items. The findings demonstrate success in reducing production time, boosting productivity, and fostering a culture of continuous improvement within the organization, contributing to long-term competitiveness and customer satisfaction.

KEYWORDS: Production Capacity, ECRS Principles, Work Study, Garment Industry

ปัญหาอย่างรอบคอบและคำถามเพื่อใช้ในการพัฒนาปรับปรุง ซึ่งสามารถแบ่งลักษณะของการตั้งคำถาม (นงลักษณ์ นิมิทกุล, 2557) ดังนี้

- 1) What ทำอะไรอยู่ เป็นการย้าความคิดว่าวิธีการที่ทำอยู่คืออะไร
- 2) Why ทำไมทำอย่างนั้น เป็นการไล่หาวัตถุประสงค์ของงานนั้น ทำให้ผู้วิเคราะห์ สามารถตรวจพิจารณาวัตถุประสงค์และวิธีการได้
- 3) Where ทำที่ไหน เพื่อตรวจสอบสถานที่ทำงาน ว่ามีที่เหมาะสมกว่าหรือไม่
- 4) When ทำเมื่อไหร่ เป็นการทบทวนจังหวะเวลา และลำดับการทำงานให้เหมาะสม
- 5) Who ใครหรือเครื่องจักรไหนทำงานนี้อยู่ ควรสับเปลี่ยนพนักงานหรือไม่ คำถามนี้ ใช้หาความสัมพันธ์กับเครื่องจักร
- 6) How ใช้วิธีการอย่างไร คำถามเกี่ยวกับวิธีการทำงาน ช่วยให้มีประสิทธิภาพและทำงานง่าย

3.1.2 หลักการ ECRS

ทฤษฎีการลดความสูญเปล่าด้วยหลักการระบบ ECRS คือหลักการที่ประกอบด้วย การกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และการทำให้ง่าย (Simplify) (กิตติชัย อธิกุลรัตน์, 2562) ดังนี้

1) การกำจัด (Eliminate) หมายถึง การพิจารณาการทำงานปัจจุบันและทำการกำจัดความสูญเปล่าทั้ง 7 ที่พบในการผลิตออกไป คือการผลิตมากเกินไป การรอคอย การเคลื่อนที่/เคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ การเก็บสินค้าที่มากเกินไป การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็นของเสียและลดการเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนลงอีกด้วย เพราะถ้ามีการรวมขั้นตอนกัน การเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนก็ลดลง

2) การรวมกัน (Combine) สามารถลดการทำงานที่ไม่จำเป็นลงได้ โดยการพิจารณาว่าสามารถรวมขั้นตอนการทำงานให้ลดลงได้หรือไม่ เช่น จากเดิมเคยทำ 5 ขั้นตอนก็รวมบางขั้นตอนเข้าด้วยกัน ทำให้ขั้นตอนที่ต้องทำลดลงจากเดิม การผลิตก็จะสามารถทำได้เร็วขึ้น

3) การจัดใหม่ (Rearrange) คือ การจัดขั้นตอนการผลิตใหม่เพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น หรือ การรอคอย เช่น ในกระบวนการผลิต หากทำการสลับขั้นตอนที่ 2 กับ 3 โดยทำขั้นตอนที่ 3 ก่อน 2 จะทำให้ระยะทางการเคลื่อนที่ลดลง เป็นต้น

4) การทำให้ง่าย (Simplify) คือ การปรับปรุงการทำงานให้ง่ายและสะดวกขึ้น โดยอาจจะออกแบบจิ๊ก (jig) หรือ fixture เข้าช่วยในการทำงานเพื่อให้การทำงานสะดวกและแม่นยำมากขึ้น ซึ่งสามารถลดของเสียลงได้ จึงเป็นการลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็นและลดการทำงานที่ไม่จำเป็น

ทฤษฎีหลัก ECRS นี้ไม่จำเป็นต้องใช้ทั้งหมดพร้อมกัน จะเลือกใช้ ECRS ตัวใดตัวหนึ่งก็ได้ตามความเหมาะสม (สุกกาล ดุษฎีเมวงศ์ และคณะ, 2567)

3.1.3 คำนวณหาเวลามาตรฐาน (Standard Time Calculation)

การหาค่าเวลามาตรฐาน อาศัยการจับเวลาการทำงานจริงของคนงานโดยแบ่งงานออกเป็นงานย่อย ๆ แล้วจับเวลาในแต่ละงานย่อย โดยอาจจับเวลาแบบซ้ำหรือแบบสุ่มก็ได้ จากนั้นนำเวลาที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและคำนวณหาค่าเผื่อต่าง ๆ การหาเวลามาตรฐาน (Standard Time) เป็นการหาเวลาทั้งหมดที่ชิ้นงานนั้นควรเสร็จ โดยหลังจากที่ได้ทราบเวลาปกติและเวลาเผื่อแล้วนั้นจะสามารถคำนวณเวลามาตรฐานของการทำงานได้จากสมการ ดังต่อไปนี้ (กิตติชัย อธิกุลรัตน์, 2562)

$$ST = NT + A (NT)$$

โดยที่ ST = เวลามาตรฐาน

NT = เวลาปกติ

A = เวลาเพื่อที่อยู่ในรูปร้อยละของเวลาปกติ

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นงลักษณ์ นิมิตรภูวดล (2557) ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของกิจกรรมในคลังสินค้า เทคนิคการวิเคราะห์ ปรับปรุงการทำงานด้วย ECRS จากการศึกษาพบว่า มีการรวมกิจกรรมการรับและจัดเก็บสินค้าเข้าด้วยกัน 4 กิจกรรมและจัดลำดับใหม่เพื่อลดขั้นตอนเวลาการทำงาน ลดเวลากิจกรรมที่ไม่เกิดคุณค่าจากเดิม 4.4 นาที เป็น 0.7 นาที คิดเป็น 84.09% ลดเวลารวมจากการทำงานเดิม 6.98 นาที เป็น 4.12 นาที คิดเป็น 40.97%

ลักขณา ฤกษ์เกษม และคณะ (2562) ประยุกต์ใช้การผลิตแบบลีนในโรงงานตัดเย็บเสื้อผ้าแฟชั่น เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตทางเกงแฟชั่น โดยใช้แนวคิด Lean Manufacturing และหลักการ ECRS พบว่าสามารถลดระยะเวลาการผลิตได้ 7% จาก 51.97 นาที เหลือ 48.32 นาที และลดระยะทางการผลิตลงได้ 76% จาก 147 เมตร เหลือ 35 เมตร

นิวัฒน์ เคษอำไพ และกาญจนาเศรษฐนันท์ (2557) ปรับปรุงกระบวนการผลิตการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตชุดชั้นในสตรี ผลจากการปรับปรุงพบว่ามีจำนวนผลผลิตเฉลี่ยต่อวันเพิ่มขึ้น 17% และ 20% มีเวลานำการผลิตลดลง 16% และ 19%

กิตติชัย อธิกุลรัตน์ (2562) เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยประยุกต์ใช้แนวคิดระบบการผลิตแบบลีน เพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต เพื่อให้เกิดการไหลอย่างต่อเนื่อง จากนั้นประยุกต์ใช้การศึกษา วิธีการทำงาน เพื่อปรับปรุงการทำงานลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลการวิจัยทำให้สามารถเพิ่มกำลังการผลิตจากเดิม 125 ชิ้นต่อชั่วโมง เป็น 160 ชิ้น ต่อชั่วโมงหรือเพิ่มขึ้น ร้อยละ 28 อีกทั้งยังสามารถปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงานทำให้ ลดระยะทางเคลื่อนย้ายงานได้ จากเดิม 14 เมตร เหลือ 10 เมตร หรือลดลง ร้อยละ 28.57

จักรกฤษณ์ อันยะลา (2557) ปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตทางเกงเวสในโรงงานอุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูปโดยวิธีการศึกษาเวลามาตรฐานของการทำงาน ในแต่ละขั้นตอนการผลิตของพนักงานก่อนและหลังการประยุกต์ใช้หลักการ ECRS พบว่าสามารถลดระยะเวลาการผลิตจาก 44.44 นาที เหลือ 41.42 นาที ลดลง 6.79% และลดขั้นตอนการผลิตจาก 155 ขั้นตอน เหลือ 98 ขั้นตอน ลดลง 36.77%

4. วิธีดำเนินการวิจัย

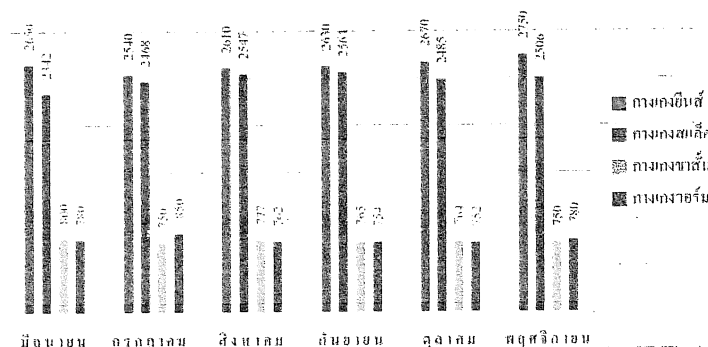
วิธีการดำเนินการวิจัยเรื่องการปรับปรุงกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มโดยใช้หลักการ ECRS มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

4.1.วิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนภาพก้างปลา (Fishbone Diagram) วิเคราะห์ปัญหาจากการนำหลักการ 4M1E ในด้าน คน (Man) ยังขาดทักษะ เทคนิคการทำงาน หน้าทีรับผิดชอบไม่ชัดเจน พนักงานขาดความเข้าใจในหน้าที่ ด้านเครื่องจักร (Machine) ไม่มีการบำรุงรักษา ด้านวัตถุดิบ และด้านวิธีการ (Method) ขั้นตอนการทำงานพบว่าสาเหตุหลักของปัญหามาจากวิธีการ (Method) ที่ไม่มีการใช้อุปกรณ์ช่วยเย็บและการทำงานของพนักงานในสายการผลิตที่ไม่สมดุล เนื่องจากที่การทำงานมีการหมุนเวียนหน้าที่การทำงาน และด้านสิ่งแวดล้อม

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

อุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มไทยเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่สร้างรายได้สำคัญให้กับประเทศและได้รับการยอมรับในระดับสากล เนื่องจากมีกระบวนการผลิตที่ครบวงจรตั้งแต่อุตสาหกรรมต้นน้ำจนถึงอุตสาหกรรมปลายน้ำ แต่จากปัญหาเศรษฐกิจโลกและการปรับค่าแรงขั้นต่ำในประเทศ ทำให้นักลงทุนหันไปลงทุนในประเทศที่มีฐานการลงทุนต่ำ (จักรกฤษณ์ ฮั่นยะลา, 2557)

บริษัทกรณีศึกษาอยู่ในอุตสาหกรรมตัดเย็บเสื้อผ้าซึ่งเน้นการใช้แรงงานเป็นหลัก พบปัญหาผลิตสินค้าไม่ทันตามความต้องการ หรือคำสั่งซื้อ โดยเฉพาะการผลิตกางเกงขาสั้นในแผนกเย็บ ที่ใช้ระยะเวลาทำงานนานและมีขั้นตอนที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า จากข้อมูลพบว่ายอดการผลิตกางเกงในแต่ละเดือนต่ำกว่าความต้องการขายที่ 825 ตัวต่อเดือน ส่งผลกระทบต่อการตอบสนองความต้องการของลูกค้าและรายได้ของบริษัท ดังภาพที่ 1 งานวิจัยนี้จึงนำแนวคิด ECRS และการศึกษาการทำงานมาปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดระยะเวลาในการผลิตและเพิ่มกำลังการผลิต พร้อมทั้งศึกษาเวลามาตรฐานที่ใช้ในการผลิต เพื่อให้การจัดการระยะเวลาในการผลิตเป็นแนวทางในการผลิตกางเกงต่อไป งานวิจัยนี้เริ่มจากการศึกษาปัญหาด้วยการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุ พร้อมปรับปรุงการผลิตใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน โดยคาดว่า การปรับปรุงนี้จะลดระยะเวลาการผลิตได้อย่างน้อยร้อยละ 10 เมื่อเทียบกับวิธีการเดิม (ชนิสรา มงคลไช, 2564)



ภาพที่ 1 ปริมาณการผลิตสินค้ากางเกงจำแนกรายชนิด 4 ชนิด เป็นเวลา 6 เดือน (หน่วย:ตัว)

2. วัตถุประสงค์

เพื่อปรับปรุงกระบวนการทำงานและลดระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนให้กับกระบวนการผลิตกางเกงด้วยหลักการ ECRS พร้อมทั้งศึกษาเวลามาตรฐานให้กับขั้นตอนการทำงาน

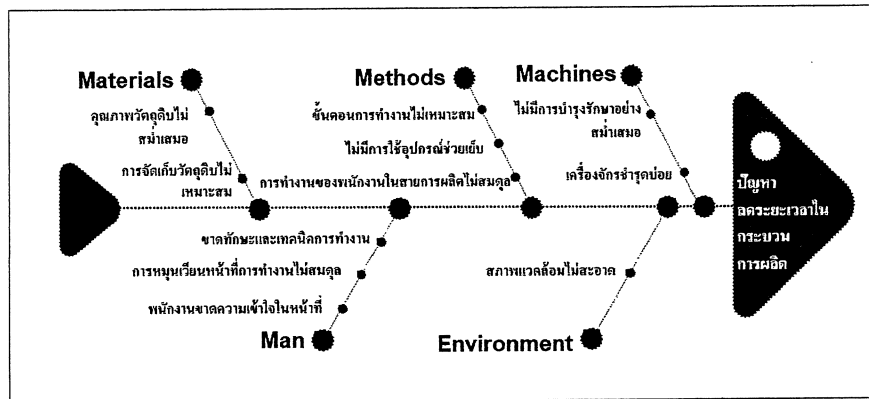
3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 เทคนิคการตั้งคำถาม 5WH

แนวคิด 5W+1H เป็นการพิจารณาข้อมูลที่ได้โดยการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ซึ่งจะใช้เทคนิคการตั้งคำถามช่วยกำหนดแนวทางในการวิเคราะห์ปรับปรุงกระบวนการทำงาน ใ้ภายหลัง จากการวิเคราะห์ด้วยแผนผังแสดงสาเหตุและผล โดยมีการตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ของกระบวนการดำเนินงาน พิจารณา

(Environment) การใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ทำความสะอาดที่เหมาะสม การอบรมพนักงานเกี่ยวกับความสำคัญ
ของความสะอาด แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 วิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนภาพกังปลา

4.2. วิเคราะห์ 5W1H เพื่อลดขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อนและเพิ่มกำลังการผลิตขั้นตอนที่มีปัญหา เช่น การวางชิ้นงานไม่ได้ตำแหน่ง ลดเวลาในแก้ไข การเดิน ระยะทาง อีกทั้งยังช่วยให้ลดเวลาในการเตรียมจักรที่ต้อง ร้อยด้ายใหม่ และลดเวลาในการรอกอจะส่งผลให้ผลิตทางงมีกำลังการผลิตมากขึ้นสามารถเพิ่มผลผลิตได้ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 วิเคราะห์ 5W1H

หัวข้อที่ถาม	การตั้งคำถามเพื่อระบุข้อเท็จจริง	คำตอบ	การตั้งคำถามเพื่อหาแนวทางแก้ไข	คำตอบ
การวางชิ้นงานไม่ได้ตำแหน่งทำให้ขนาดขอบเอววกลบ	What	ต้องวางเพราะอะไร	การวางชิ้นงานนี้ยังมีความจำเป็นอยู่หรือไม่	ยังคงมีความจำเป็นเพราะต้องใช้วางตำแหน่งขนาดของขอบเอววกาง
	Why	ทำไมต้องวาง	มีวิธีอื่นที่สะดวกกว่านี้หรือไม่	
คนเย็บสามารถทำเองได้ไหม	Who	ต้องเป็นคนเย็บวางชิ้นงานก่อนเย็บ	มีบุคคลอื่นอีกหรือไม่ที่ปฏิบัติงานนั้นได้	ควรจะต้องทำได้โดยพนักงานระดับช่าง
	Why	ทำไมต้องทำได้แค่คนเย็บ	ให้ผู้ช่วยคนเย็บสามารถทำแทนได้ไหม	
การวัดขนาดขอบเอว	When	การวัดขนาดเริ่มทำตอนไหน	เมื่อไหร่ที่ไม่ต้องวัดขนาดขอบเอว	เมื่อมีเครื่องจักรตัดอัตโนมัติ
	Why	ทำไมต้องวัดขนาด	ทำไมไม่มีการเปลี่ยนขั้นตอน	เพราะยังใช้การวัดขนาดวิธีการเดิม
สามารถทำที่อื่นก่อนได้ไหม	Where	ที่ไหนสามารถทำได้บ้าง	ทำที่อื่นได้หรือไม่	ต้องทำแล้วเย็บเลย
	Why	ทำไมต้องทำที่โต๊ะตัด	ทำไมถึงสะดวกที่สุด	
มีขั้นตอนการทำงานอย่างไร	How	มีขั้นตอนการทำงานอย่างไร	มีวิธีอื่นที่สะดวกกว่านี้หรือไม่ที่จะใช้	ใช้เครื่องตัดอัตโนมัติและขนาดที่ถูกต้อง
	why	ทำไมช่างอื่นทำไม่ได้	ทำไมไม่มีวิธีการหรืออุปกรณ์แบบอื่น	

4.3.ปรับปรุงขั้นตอนการทำงานด้วยหลักการ ECRS

3.1 การกำจัด (Eliminate) กำจัดขั้นตอนที่เป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ ในกระบวนการเย็บผลิตภัณฑ์ชนิดกางเกงมีด้วยกันถึง 46 ขั้นตอน ถ้าดูกิจกรรมทั้งหมดจะเห็นว่าบางขั้นตอนที่สามารถกำจัดออกจากกระบวนการได้โดยได้กำจัดขั้นตอนการตรวจสอบออก เนื่องจากมีการตรวจสอบด้วยผู้ปฏิบัติงานในทุกขั้นตอนแล้ว

3.2 การรวม (Combine) ในกระบวนการผลิตกางเกง สามารถดำเนินการพร้อมกันได้ เพื่อเป็นการประหยัดเวลาและทรัพยากร ในขั้นตอนการตัด ฟูผ้าให้ได้ตามจำนวนที่ถูกคำสั่ง ทำการมาร์คจุดลักษณะพิเศษสำหรับชิ้นส่วนประกอบของกางเกง ด้วยการกระทำเพียงแค่ขั้นตอนเดียว

3.3 การจัดเรียงใหม่ (Rearrange) ในกระบวนการผลิตกางเกงการปรับปรุงลำดับขั้นตอนการผลิตภายในกระบวนการที่มีอยู่ โดยไม่ต้องโยกย้ายเครื่องจักร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดเวลาในการผลิต เริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ขั้นตอนการผลิตกางเกงในปัจจุบันอย่างละเอียด ระบุเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน จุดคอขวด (Bottleneck) และขั้นตอนใดที่สามารถปรับปรุงได้ จัดกลุ่มขั้นตอนการผลิตที่เกี่ยวข้องกัน เพื่อลดการเคลื่อนย้ายวัสดุและลดเวลาในการรอคอย รวมขั้นตอนการตัดเย็บชิ้นส่วนที่ใกล้เคียงกันเข้าด้วยกัน เช่น ขั้นตอนการตรวจสอบ และปรับลำดับขั้นตอนการผลิตใหม่ เพื่อลดเวลาในการผลิตโดยรวม โดยการลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็น ตรวจสอบขั้นตอนการผลิตทั้งหมด เพื่อหาขั้นตอนที่ไม่จำเป็นหรือซ้ำซ้อน และพิจารณาตัดออกหรือปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3.4 การทำให้เรียบง่าย (Simplify) การนำเครื่องจักรที่มีหลายฟังก์ชันมาใช้ เช่น จักรโพง ทำให้ลดจำนวนขั้นตอนและเวลาในการผลิตลงได้อย่างมากการใช้เครื่องจักรที่มีหลายฟังก์ชันช่วยลดความซับซ้อนของกระบวนการผลิตได้ เช่น การใช้จักรโพงสามารถทำการเย็บหลายแบบได้ในเครื่องเดียว ลดจำนวนเครื่องจักรที่ใช้และลดเวลาในการเปลี่ยนเครื่องจักร ซึ่งช่วยลดจำนวนขั้นตอนการผลิตลงได้ รวมถึงการลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็น และการรวมขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกัน เป็นการลดความซับซ้อนของกระบวนการผลิต โดยการใช้เครื่องจักรที่มีหลายฟังก์ชัน และการกำจัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็น ส่งผลให้ลดจำนวนขั้นตอนการผลิตกางเกงเหลือ 43 ขั้นตอน

4.4. ศึกษาเวลามาตรฐานของการผลิตกางเกง

การจับเวลาขั้นตอนการทำงานเพียงครั้งเดียว อาจไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้คำนวณเวลามาตรฐานที่มีความน่าเชื่อถือ เนื่องจากอาจเกิดความคลาดเคลื่อนจากการจับเวลาเพียงครั้งเดียว ดังนั้น จึงใช้วิธีการหาจำนวนรอบที่เหมาะสม ด้วยวิธีการเปิดตาราง Maytag โดยทฤษฎีนี้จะเป็นการคำนวณหาจำนวนครั้งของการจับเวลา โดยใช้ค่าพิสัย (Range) ในการประมาณค่า จำนวนครั้งในการจับเวลาซึ่งจะใช้ค่าสูงสุดและค่าต่ำของข้อมูลที่ได้ทำการจับเวลามาพิจารณาว่าจำนวนรอบการจับเวลาเพียงพอหรือไม่ พบว่ามีจำนวนกิจกรรมที่รอบจับเวลาเพียงพอจำนวน 41 กิจกรรม และมีจำนวนกิจกรรมที่รอบจับเวลาไม่เพียงพอ จำนวน 2 กิจกรรม ดังนั้นต้องจับเวลาเพิ่มทุกขั้นตอนการทำงานเป็น 11 รอบ ทางผู้วิจัยได้ศึกษาจากทฤษฎีการศึกษาเวลา พบว่ายิ่งรอบการจับเวลามากเท่าไรเวลาเฉลี่ยและเวลามาตรฐานนั้นจะแม่นยำและความเป็นปกติของพนักงานเมื่อทำงานหลาย ๆ ครั้งทำให้ทุกครั้งที่พนักงานทำงานจะทำงานไม่เร็วเกินไปหรือช้าเกินไป จะทำให้การจับเวลาที่ได้นั้นแม่นยำมากที่สุดดังนั้นทางผู้วิจัยจึงเห็นควรว่าต้องจับเวลา เพิ่มเป็น 21 รอบทุกกิจกรรม

ขั้นตอนต่อมาทำการประเมินค่าความเร็ว โดยวิธีของเวสดิงเฮาส์ การประเมินอัตราความเร็วของขั้นตอนต่อมาเมื่อได้เวลาปกติแล้วต้องมาคำนวณหาเวลามาตรฐานโดยผู้ศึกษาได้กำหนด ค่าเผื่อเป็นมาตรฐานไว้ที่ร้อยละ 9 (หรือ 0.09) แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การหาเวลามาตรฐาน

ขั้นตอนการทำงาน	เวลาปกติ	เวลาเผื่อ	เวลามาตรฐาน (100)	เวลามาตรฐาน (60)
1. เลือกผ้าตามแบบที่ลูกค้าสั่ง	0.64	0.09	0.70	0.42
2. นำผ้าที่เลือกมาเตรียมพร้อมที่โต๊ะตัด	0.63	0.09	0.69	0.41
3. ปูผ้าผืนแรก เพื่อวาดแบบ	0.84	0.09	0.91	0.55
4. วาดแบบ	1.61	0.09	1.76	1.46
5. ตัดผ้าผืนแรกที่วาดแบบ	0.55	0.09	0.60	0.36
6. นำผ้าผืนแรกที่มีการวาดแบบแล้วมาปูทับ	0.90	0.09	0.98	0.59
7. ตัดชิ้นตามแบบที่วาดลงบนผ้า	3.63	0.09	3.96	3.58
8. นำผ้าที่ตัดเสร็จมาตรวจสอบที่โต๊ะ QC	0.13	0.09	0.14	0.08
9. ตรวจสอบชิ้นส่วนที่ตัด	0.89	0.09	0.97	0.58
10. นำชิ้นส่วนตัดไปเข้า Process	1.54	0.09	1.68	1.41
11. เย็บติดผ้าบังกระเป๋าค้น	1.81	0.09	1.98	1.59
12. วางชิ้นเย็บติดผ้าบังกระเป๋าค้น	0.16	0.09	0.18	0.11
13. หยิบและเย็บกลับกระเป๋าค้น	1.84	0.09	2.00	2.00
14. ส่งชิ้นเย็บ และกลับกระเป๋าค้น	0.10	0.09	0.11	0.07
15. หยิบและเย็บสาปจีบ	2.46	0.09	2.68	2.41
16. วางชิ้นเย็บสาปจีบ	0.13	0.09	0.14	0.08
17. หยิบและเย็บชิ้นหน้าปะกัน	1.30	0.09	1.42	1.25
18. ส่งชิ้นเย็บหน้าปะกัน	0.10	0.09	0.11	0.07
19. หยิบและเย็บกระเป๋าคู้ และกลับผ้าหลัง	1.86	0.09	2.03	2.02
20. วางชิ้นเย็บกระเป๋าคู้ และกลับผ้าหลัง	0.13	0.09	0.14	0.08
21. หยิบและเย็บสาปกระเป๋าคู้	1.93	0.09	2.10	2.06
22. ส่งชิ้นเย็บสาปกระเป๋าคู้	0.15	0.09	0.16	0.10
23. หยิบและเย็บผ้าติดผ้า กับตัวกางเกง	1.86	0.09	2.03	2.02
24. วางชิ้นเย็บผ้าติดผ้า กับตัวกางเกง	0.10	0.09	0.11	0.07
25. หยิบและเย็บกระเป๋าค้น	1.70	0.09	1.85	1.51
26. ส่งชิ้นเย็บกระเป๋าค้น	0.10	0.09	0.11	0.07
27. หยิบและเย็บลิ้นตะเข็บกัน 2 เส้น	1.72	0.09	1.88	1.53
28. วางชิ้นเย็บลิ้นตะเข็บกัน 2 เส้น	0.13	0.09	0.14	0.08
29. หยิบและเย็บกระเป๋าค้นข้าง	1.42	0.09	1.54	1.32
30. ส่งชิ้นเย็บกระเป๋าค้นข้าง	0.13	0.09	0.14	0.08
31. หยิบและเย็บเข้าข้าง	1.33	0.09	1.45	1.27
32. วางชิ้นเย็บเข้าข้าง	0.13	0.09	0.14	0.08
33. หยิบและเย็บพับขอบ	1.56	0.09	1.70	1.42
34. ส่งชิ้นเย็บพับขอบ	0.10	0.09	0.11	0.07
35. พับปลายขาใส่เชือก	1.18	0.09	1.29	1.17
36. วางชิ้นเย็บพับปลายขาใส่เชือก	0.13	0.09	0.14	0.08
37. หยิบและเย็บแท็กกิ่งหูรัดเข้าตัวกางเกง	1.23	0.09	1.34	1.20
38. วางชิ้นเย็บแท็กกิ่งหูรัดเข้าตัวกางเกง	0.10	0.09	0.11	0.07
39. ตัดแต่งเศษผ้า	1.55	0.09	1.69	1.41
40. นำงานที่เย็บเสร็จตรวจสอบที่โต๊ะ QC	0.13	0.09	0.14	0.08
41. ตรวจสอบชิ้นส่วนที่เย็บเสร็จ	0.58	0.09	0.63	0.38
42. นำงานที่ตรวจสอบเสร็จไปแผนกพับแพค	0.72	0.09	0.78	0.47
43. แพ็คใส่ถุง	1.18	0.09	1.29	1.17
ผลรวมเวลา			43.86	36.82

จากนั้นนำเวลามาตรฐานที่คำนวณได้นำเสนอในแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับขั้นตอนการผลิตกางเกงก่อนการปรับปรุง แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แผนภูมิการไหลการผลิตทางงอกก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

คำอธิบายขั้นตอนก่อนปรับปรุง	ระยะทาง	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์					คำอธิบายขั้นตอนหลังปรับปรุง	ระยะทาง	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์				
			○	→	D	□	▽				○	→	D	□	▽
1.เลือกผ้าตามแบบที่ลูกค้าสั่ง		1.30	●	→	D	□	▽	1.เลือกผ้าตามแบบที่ลูกค้าสั่ง		0.42	●	→	D	□	▽
2.นำผ้าที่เลือกเตรียมพร้อมที่โต๊ะตัด	17	1.12	○	→	D	□	▽	2.นำผ้าที่เลือกมาเตรียมพร้อมที่โต๊ะตัด	17	0.41	○	→	D	□	▽
3.ปูผ้าผืนแรก เพื่อวาดแบบ		2.10	●	→	D	□	▽	3.ปูผ้าผืนแรก เพื่อวาดแบบ		0.55	●	→	D	□	▽
4. วาดแบบ		2.40	●	→	D	□	▽	4. วาดแบบ		1.46	●	→	D	□	▽
5.ตัดผ้าผืนแรกที่วาดแบบ		1.30	●	→	D	□	▽	5.ตัดผ้าผืนแรกที่วาดแบบ		0.36	●	→	D	□	▽
6.ปูผ้าตามจำนวนที่ลูกค้าสั่ง		2.30	●	→	D	□	▽	6.นำผ้าผืนแรกที่มีการวาดแบบแล้วมาปูทับ		0.59	●	→	D	□	▽
7.นำผ้าผืนแรกที่มีการวาดแบบแล้วมาปูทับ		2.50	●	→	D	□	▽	7.ตัดชิ้นตามแบบที่วาดลงบนผ้า		3.58	●	→	D	□	▽
8.ดอกรมาร์คตามจุด		2.40	●	→	D	□	▽	8.นำผ้าที่ตัดเสร็จมาตรวจสอบที่โต๊ะ QC	5	0.08	○	→	D	□	▽
9.ตัดชิ้นตามแบบที่วาดลงบนผ้า		4.12	●	→	D	□	▽	9.ตรวจสอบชิ้นส่วนที่ตัด		0.58	○	→	D	□	▽
10.นำผ้าที่ตัดเสร็จมาตรวจสอบที่โต๊ะ QC	5	0.33	○	→	D	□	▽	10.นำชิ้นส่วนตัด ไปเข้า Process	51	1.41	○	→	D	□	▽
11.ตรวจสอบชิ้นส่วนที่ตัด		2.60	○	→	D	□	▽	11.เย็บติดผ้าบังกระเป๋าน้ำหู		1.59	●	→	D	□	▽
12.นำชิ้นส่วนตัด ไปเข้า Process	51	2.72	○	→	D	□	▽	12.วางชิ้นเย็บติดผ้าบังกระเป๋าน้ำหู		0.11	●	→	D	□	▽
13.เย็บติดผ้าบังกระเป๋าน้ำหู		1.69	●	→	D	□	▽	13.หียบและเย็บกลับกระเป๋าน้ำ		2.00	●	→	D	□	▽
14.วางชิ้นเย็บติดผ้าบังกระเป๋าน้ำหู		0.13	●	→	D	□	▽	14.ส่งชิ้นเย็บ และกลับกระเป๋าน้ำ	1	0.07	○	→	D	□	▽
15.หียบและเย็บกลับกระเป๋าน้ำ		2.47	●	→	D	□	▽	15.หียบและเย็บสายจับ		2.41	●	→	D	□	▽
16.ส่งชิ้นเย็บ และกลับกระเป๋าน้ำ	1	0.12	○	→	D	□	▽	16.วางชิ้นเย็บสายจับ		0.08	●	→	D	□	▽
17.หียบและเย็บสายจับ		2.48	●	→	D	□	▽	17.หียบและเย็บชิ้นหน้าปะกัน		1.25	●	→	D	□	▽
18.วางชิ้นเย็บสายจับ		0.11	●	→	D	□	▽	18.ส่งชิ้นเย็บหน้าปะกัน	1	0.07	○	→	D	□	▽
19.หียบและเย็บชิ้นหน้าปะกัน		2.27	●	→	D	□	▽	19.หียบและเย็บกระเป๋าคูและกลับผ้าหลัง		2.02	●	→	D	□	▽
20.ส่งชิ้นเย็บหน้าปะกัน	1	0.10	○	→	D	□	▽	20.วางชิ้นเย็บกระเป๋าคู และกลับผ้าหลัง		0.08	●	→	D	□	▽
21.หียบและเย็บกระเป๋าคู และกลับผ้าหลัง		2.63	●	→	D	□	▽	21.หียบและเย็บสายกระเป๋าคูหลัง		2.06	●	→	D	□	▽
22.วางชิ้นเย็บกระเป๋าคู และกลับผ้าหลัง		0.09	●	→	D	□	▽	22.ส่งชิ้นเย็บสายกระเป๋าคูหลัง	1	0.10	○	→	D	□	▽
23.หียบและเย็บสายกระเป๋าคูหลัง		2.41	●	→	D	□	▽	23.หียบและเย็บผ้าติดฝา กับตัวกางเกง		2.02	●	→	D	□	▽
24.ส่งชิ้นเย็บสายกระเป๋าคูหลัง	1	1.00	○	→	D	□	▽	24.วางชิ้นเย็บผ้าติดฝา กับตัวกางเกง		0.07	●	→	D	□	▽
25.หียบและเย็บผ้าติดฝา กับตัวกางเกง		1.73	●	→	D	□	▽	25.หียบและเย็บกระเป๋าคูหลัง		1.51	●	→	D	□	▽
26.วางชิ้นเย็บผ้าติดฝา กับตัวกางเกง		0.12	●	→	D	□	▽	26.ส่งชิ้นเย็บกระเป๋าคูหลัง	1	0.07	○	→	D	□	▽
27.หียบและเย็บกระเป๋าคูหลัง		2.77	●	→	D	□	▽	27.หียบและเย็บลิ้นตะเข็บกัน 2 เส้น		1.53	●	→	D	□	▽
28.ส่งชิ้นเย็บกระเป๋าคูหลัง	1	0.08	○	→	D	□	▽	28.วางชิ้นเย็บลิ้นตะเข็บกัน 2 เส้น		0.08	●	→	D	□	▽
29.หียบและเย็บลิ้นตะเข็บกัน 2 เส้น		1.61	●	→	D	□	▽	29.หียบและเย็บกระเป๋าคูข้าง		1.32	●	→	D	□	▽
30.วางชิ้นเย็บลิ้นตะเข็บกัน 2 เส้น		0.11	●	→	D	□	▽	30.ส่งชิ้นเย็บกระเป๋าคูข้าง	1	0.08	○	→	D	□	▽

ตารางที่ 3 แผนภูมิการไหลการผลิตทางแกงก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง (ต่อ)

คำอธิบายขั้นตอนก่อนปรับปรุง	ระยะทาง	เวลา (นาท)	สัญลักษณ์					คำอธิบายขั้นตอนหลังปรับปรุง	ระยะทาง	เวลา (นาท)	สัญลักษณ์				
			○	⇒	D	□	▽				○	⇒	D	□	▽
31.หยิบและเขี่ยกระเป๋าช้างคู่		2.18	●	⇒	D	□	▽	31.หยิบและเขี่ยเข้าข้าง		1.27	●	⇒	D	□	▽
32.วางชิ้นเขี่ยกระเป๋าช้างคู่		0.09	●	⇒	D	□	▽	32.วางชิ้นเขี่ยเข้าข้าง		0.08	●	⇒	D	□	▽
33.หยิบและเขี่ยเข้าข้าง		1.39	●	⇒	D	□	▽	33.หยิบและเขี่ยพับขอบ		1.42	●	⇒	D	□	▽
34.ส่งชิ้นเขี่ยเข้าข้าง	1	0.11	○	⇒	D	□	▽	34.ส่งชิ้นเขี่ยพับขอบ	1	0.07	○	⇒	D	□	▽
35.หยิบและเขี่ยพับขอบ		1.51	●	⇒	D	□	▽	35.พับปลายขาใส่เชือก		1.17	●	⇒	D	□	▽
36.วางชิ้นเขี่ยพับขอบ		0.12	●	⇒	D	□	▽	36.วางชิ้นเขี่ยพับปลายขาใส่เชือก		0.08	●	⇒	D	□	▽
37.พับปลายขาใส่เชือก		1.37	●	⇒	D	□	▽	37.หยิบและเขี่ยแท็กกิ่งหุ้รัดเข้าตัว กางเกง		1.20	●	⇒	D	□	▽
38.ส่งชิ้นเขี่ยพับปลายขาใส่เชือก	1	0.10	○	⇒	D	□	▽	38.วางชิ้นเขี่ยแท็กกิ่งหุ้รัดเข้าตัวกางเกง		0.07	●	⇒	D	□	▽
39.หยิบและเขี่ยแท็กกิ่งหุ้รัดเข้าตัว กางเกง		1.30	●	⇒	D	□	▽	39.ตัดแต่งเศษผ้า		1.41	●	⇒	D	□	▽
40.วางชิ้นเขี่ยแท็กกิ่งหุ้รัดเข้าตัว กางเกง		0.10	●	⇒	D	□	▽	40.นำงานที่เขี่ยเสร็จตรวจสอบที่โต๊ะ QC	2	0.08	○	⇒	D	□	▽
41.ตัดแต่งเศษผ้า		2.12	●	⇒	D	□	▽	41.ตรวจสอบชิ้นส่วนที่เขี่ยเสร็จ		0.38	●	⇒	D	□	▽
42.นำงานที่เขี่ยเสร็จตรวจสอบที่ โต๊ะ QC	2	0.12	○	⇒	D	□	▽	42.นำงานที่ตรวจสอบเสร็จไปแผนกพับแพค	23	0.47	○	⇒	D	□	▽
43.ตรวจสอบชิ้นส่วนที่เขี่ยเสร็จ		1.45	○	⇒	D	□	▽	43.แพ็คใส่ถุง		1.17	●	⇒	D	□	▽
44.ตรวจรายละเอียดงาน		1.65	○	⇒	D	□	▽								
45.นำงานที่ตรวจสอบเสร็จไปแผนกพับ แพค	23	1.15	○	⇒	D	□	▽								
46.แพ็คใส่ถุง		2.00	●	⇒	D	□	▽								
รวม	104	63.88						รวม	104	36.82					

5. ผลการวิเคราะห์การดำเนินงาน และผลสรุป

จากการศึกษาวิธีการทำงานผลิตกางเกง พบว่ามีปัญหาในการดำเนินงานบางขั้นตอน ทำให้เกิดการสูญเสียเวลาและทรัพยากรอย่างไม่จำเป็น การปรับปรุงกระบวนการทำงานได้ใช้หลักการ ECRS ถูกนำมาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยทำการจับเวลาในทุกขั้นตอนของการเย็บกางเกง พบว่ามี 3 ขั้นตอนที่ไม่จำเป็นและใช้เวลามาก จึงได้ตัดออกและปรับปรุงกระบวนการเย็บ ทำให้ลดจำนวนขั้นตอนจาก 46 พบว่ามี 3 ขั้นตอนที่ไม่จำเป็นและใช้เวลามากเกินไป ได้แก่ ขั้นตอนปูผ้าตามจำนวนที่ถูกคำสั่ง ขั้นตอนตอกมาร์กตามจุด และขั้นตอนตรวจรายละเอียดงาน จึงได้ดำเนินการปรับปรุงด้วยการลดขั้นตอนเหลือ 43 ขั้นตอน จากการคำนวณเวลามาตรฐานในแต่ละขั้นตอน พบว่าเวลาในการผลิตกางเกงต่อหนึ่งตัวลดลงจาก 63.88 นาที เหลือเพียง 36.82 นาที ลดลง 27.06 นาทีต่อหนึ่งตัว คิดเป็นร้อยละ 42.36 การปรับปรุงนี้ทำให้เพิ่มกำลังการผลิตสูงขึ้นและลดการสูญเสียเวลาและทรัพยากรในกระบวนการผลิตได้

จากนั้นเปรียบเทียบเวลาแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตกางเกงหลังการปรับปรุง โดยใช้เวลาที่ Cycle Time ที่นานที่สุดของรอบเวลาการผลิตที่ขั้นตอนตัดขึ้นตามแบบที่วาดลงบนผ้า เวลา 3.58 นาที เมื่อกำหนดเวลาในการทำงาน 1 วัน เท่ากับ 8 ชั่วโมง หรือ 480 นาที โดยสามารถเพิ่มกำลังการผลิตจากเดิม 116 ตัวต่อวัน เป็น 134 ตัวต่อวันหรือเพิ่มขึ้น ร้อยละ 15.52 ในกระบวนการผลิตกางเกงหลังปรับปรุง แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สรุปผลการปรับปรุงสายการผลิตทางแกง

รายการ	ก่อน	หลัง	ผลต่าง	ผลต่าง (ร้อยละ)
ระยะเวลาการผลิต (นาที/ตัว)	63.88	36.82	-27.06	-42.36
จำนวนพนักงานทั้งหมด (คน)	16	16	-	0
ขั้นตอนการทำงานสายการผลิต (ขั้นตอน)	46	43	-3	-6.52
ปริมาณการผลิต (ตัว)	116	134	-18	-15.52

6. ข้อเสนอแนะ

เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตในกระบวนการผลิตทางแกงข้อเสนอแนะสำคัญคือ การใช้หลักการ ECRS อย่างต่อเนื่องในการประเมินและปรับปรุงกระบวนการทำงาน โดยเน้นการกำจัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็น การรวมและจัดลำดับขั้นตอนใหม่ๆ ให้เหมาะสม นอกจากนี้ควรจัดฝึกอบรมพนักงานเกี่ยวกับเทคนิคการทำงานใหม่และการใช้เครื่องมือที่ทันสมัย เพื่อเพิ่มทักษะและเพิ่มกำลังการผลิตในการทำงาน การวางแผนสายการผลิตใหม่โดยลดการเคลื่อนที่ ที่ไม่จำเป็นและการใช้เทคโนโลยีที่มีความแม่นยำสูงจะช่วยเพิ่มกำลังการผลิต รวมถึงการวัดและประเมินผลการทำงานอย่างสม่ำเสมอเพื่อปรับปรุงกระบวนการให้ตรงจุด อีกทั้งการส่งเสริมวัฒนธรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องในองค์กรจะช่วยให้พนักงานทุกคนมีส่วนร่วมในการปรับปรุงและเพิ่มความพึงพอใจของลูกค้า ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันขององค์กรในระยะยาว

7. เอกสารอ้างอิง

- กิตติชัย อธิกุลรัตน์. (2562). การศึกษาเวลามาตรฐานการติดตั้งแม่พิมพ์ กรณีศึกษา บริษัทผลิตถุงพลาสติก. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม, 17(1), 77-90.
- จักรกฤษณ์ อ้นยะลา. (2557). การพัฒนาประสิทธิภาพกระบวนการผลิตทางแกงในโรงงานอุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูป กรณีศึกษาบริษัท นอร์ธเทิร์น แอพไพร์จำกัด. วารสารวิชาการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี, 7(1), 14-25.
- ชนิศา มงคลไช. (2564). การลดความสูญเปล่าในการจัดการสินค้าคงคลังเครื่องสำอางโดยใช้หลักการ ECRS. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยการจัดการและเทคโนโลยีอีสเทิร์น, 18(2), 39-47.
- นงลักษณ์ นิมิตกุล. (2557). การลดความสูญเปล่าในกระบวนการคลังสินค้าด้วยแนวคิดลีน กรณีศึกษา อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์. วารสารวิชาการจัดการสมัยใหม่, 7(2), 66-72.
- นิวัฒน์ เสงี่ยม และกาญจนา เศรษฐนันท์. (2557). การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตชุดชั้นในสตรีโดยประยุกต์ใช้แนวคิดการผลิตแบบลีน. วารสารวิทยาลัยบัณฑิตศึกษาด้านการจัดการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 7(2), 13-27.
- ลักขณา ฤกษ์เกษม และชนิภา นิवासานนท์. (2562). การประยุกต์ใช้การผลิตแบบลีนในโรงงานตัดเย็บเสื้อผ้าแฟชั่น. วารสารวิจัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, 2(2), 41-48.
- ศุภกานต์ ดุ้ยเต็มวงศ์, อมรรัตน์ ปิ่นชัยมูล, วรพจน์ ศิริรักษ์, ณัฐพล ศิริรักษ์ และ กิตติชัย จินะไชย (2567). การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตเตาอั้งโล่โดยการลดความสูญเปล่าตามหลักการ ECRS. วารสารข่าวงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมไทย, 10(1), 67-77.