

การปรับปรุงกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต: กรณีศึกษาบริษัท ABC จำกัด

วิชชุดร์ งามสะอาด^{1*} ปิยะเนตร นาคสีดี¹ และ ณ์ฐพล อิงประเสริฐ²

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

² สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์, คณะบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

* ผู้ประสานงานเผยแพร่, E-mail: witchayut_tim@utcc.ac.th

วันที่รับบทความ: 7 กรกฎาคม 2566; วันที่ทบทวนบทความ: 24 พฤศจิกายน 2566; วันที่ตอบรับบทความ: 29 พฤศจิกายน 2566
วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 28 ธันวาคม 2566

บทคัดย่อ: บริษัท ABC จำกัดเป็นธุรกิจรับจ้างผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปตามความต้องการของลูกค้า (Original Design Manufacturing) โดยปัจจุบันกำลังประสบปัญหาด้านการส่งมอบสินค้าล่าช้า ทำให้เสียคะแนนการประเมินด้านการส่งมอบสินค้าตรงเวลา และสูญเสียรายได้จากอัตราส่วนลดตามวันที่ส่งมอบสินค้าเกินกำหนด รวมถึงการเก็บเงินค่าขนส่งสินค้าทางอากาศจากโรงงานตามข้อตกลงการส่งมอบ ซึ่งจากข้อมูลที่ได้มีการบันทึกไว้ย้อนหลัง 1 ปี พบว่าสาเหตุหลักเกิดจากปัญหาด้านความล่าช้าในการผลิต เป็นผลให้ผลิตสินค้าเสร็จหลังจากวันกำหนดส่งมอบสินค้าทางผู้จัดทำจึงได้เลือกสินค้ารุ่นตัวอย่างที่มีการบันทึกว่ามีจำนวนและมูลค่าความเสียหายจากการที่ส่งมอบล่าช้ามากที่สุดมาเป็นตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ โดยผลการศึกษาพบว่า ก่อนการปรับปรุงมีขั้นตอนการผลิตในรุ่นสินค้าตัวอย่างทั้งหมด 30 สถานี ความเร็วในการผลิตเฉลี่ย 106 วินาทีต่อตัว มีกำลังการผลิต 272 ตัวต่อวัน ใน 1 วันทำงาน 8 ชั่วโมง คิดเป็นประสิทธิภาพการผลิตที่ 54% ซึ่งหลังปรับปรุงขั้นตอนการผลิตและจัดสมดุลการผลิตใหม่โดยใช้หลักการจัดสมดุลสายการผลิต และเทคนิค ECRS ที่สามารถเข้ามาช่วยลดขั้นตอนการผลิต ลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิต การจัดเรียงขั้นตอนการทำงานใหม่ รวมถึงการกระจายงานย่อยไปยังสถานีใกล้เคียงเพื่อปรับสมดุลของระยะเวลารอคอยในแต่ละสถานี พบว่าลงมีขั้นตอนการผลิตลดลงเหลือ 28 สถานี มีรอบการผลิตเฉลี่ยลดลงเหลือ 77 วินาทีต่อตัว ส่งผลให้มีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 374 ตัวต่อวัน คิดเป็นประสิทธิภาพการผลิตที่ 80 %

คำสำคัญ: ประสิทธิภาพในการผลิต; การจัดสมดุลการผลิต; ความสูญเสีย

Garment Production Process Improvement to Increase Production Efficiency: A Case Study of ABC Co., Ltd.

Witchayut Ngamsaard^{1*}, Piyanate Nakseedee¹ and Nutthaphon Ingprasert²

¹ Faculty of Engineering, University of the Thai Chamber of Commerce

² Master of Business Administration, University of the Thai Chamber of Commerce

* Corresponding author, witchayut_tim@utcc.ac.th

Received: 7 July 2023; Revised: 24 November 2023; Accepted: 29 November 2023

Online Published: 28 December 2023

Abstract: ABC Co., Ltd., a garment manufacturer operating as an Original Design Manufacturing (ODM) company, is currently facing issues related to delayed delivery, resulting in a decline in on-time delivery performance, discounted rates due to late delivery, and increased air freight costs. The primary cause of these problems, identified through the analysis of last year's records, is factory production delays. Therefore, We chose the sample product that was recorded to have the highest amount and value of damage from delayed delivery as a sample for this study. The results of the study found that before the improvement, there were 30 stations in the production process for the sample product models. The average takt time was 106 seconds per unit, with a production capacity of 272 units per day in 1 working day of 8 hours, which is considered to be a production efficiency of 54%. After improving the production process and rebalancing production. Using the principle of Line balancing and ECRS techniques can help to reduce the steps and waste that occur in the production process. Rearranging work steps This includes distributing subtasks to nearby stations to balance waiting times at each station. The results were found that the production process was reduced to 28 stations, with the average takt time reduced to 77 seconds per piece which made the increase in production capacity to 374 pieces per day and a production efficiency of 80%.

Keywords: Production Efficiency; Line Balancing; Waste



1. บทนำ

กลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะชะลอตัวลงตามสถานการณ์เศรษฐกิจโลกประกอบกับการแข่งขันที่สูงขึ้นในแง่ของการจัดการต้นทุน โดยเฉพาะกลุ่มลูกค้าที่มีความเสี่ยงในด้านของอุปสงค์ของลูกค้ามีความผันผวนมาก หลังจากเผชิญสถานการณ์โควิด 19 จึงเริ่มมีการย้ายฐานการผลิตไปยัง เวียดนาม และเมียนมา มากยิ่งขึ้น ด้วยปัจจัยด้านทักษะของแรงงาน ค่าแรงและต้นทุนที่มีข้อได้เปรียบกว่าไทย ทำให้โรงงานต่างๆ ทรุดตัวระดับประสิทธิภาพในการส่งมอบสินค้าให้แก่ลูกค้าไว้อยู่ในเกณฑ์ที่ดี ทั้งในด้านของคุณภาพสินค้า ต้นทุน และการส่งมอบสินค้าที่ตรงเวลา ยังมีส่วนสำคัญอย่างมากในการรักษาฐานลูกค้าที่มีการใช้ฐานโรงงานการผลิตในไทย เพื่อป้องกันการสูญเสียลูกค้าในสถานการณ์ที่มองหาลู่ไปของอุปสงค์เข้ามาทดแทนได้ยาก รวมถึงกรณีที่เลวร้ายที่สุดคือการเชิญพนักงานออกเพื่อลดกำลังการผลิตให้เหมาะสมกับอุปสงค์ รวมถึงลดการแบกรับต้นทุนในขนาดหรือเกิดการปิดกิจการ

บริษัท ABC จำกัด เป็นธุรกิจรับจ้างผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปในรูปแบบ ODM (Original Design Manufacturing) โดยใช้หลักการผลิตตามคำสั่งซื้อล่วงหน้าของลูกค้า (Make to Order) ตั้งอยู่ในพื้นที่เขตสามพราน จังหวัด นครปฐม มีปัจจัยสำคัญในการส่งมอบสินค้าคือ กำลังการผลิต คุณภาพและนวัตกรรมการผลิตให้แก่แบรนด์ต่างๆ ซึ่งในปัจจุบันบริษัทประสบปัญหาด้านการส่งมอบสินค้าล่าช้าจากวันนัดหมายของลูกค้า โดยเฉพาะในกลุ่มลูกค้าหลักที่มีจำนวนการสั่งซื้อเยอะ ส่งผลให้บริษัทเสียคะแนนด้านความสามารถใน

การส่งมอบตรงเวลา จากผลการประเมิน Outsource ของลูกค้า ซึ่งจะกระทบต่อจำนวนคำสั่งซื้อที่ลูกค้าจะวางแผนให้สำหรับการสั่งรอบถัดไป และสูญเสียรายได้จากการที่ลูกค้าขอส่วนลดจากมูลค่าของคำสั่งซื้อที่ส่งมอบล่าช้าออกไปตามเกณฑ์ที่กำหนด รวมถึงต้องรับผิดชอบค่าขนส่งทางอากาศในกรณีที่ลูกค้าต้องการสินค้าเร่งด่วน จากวันที่แจ้งขอส่งมอบล่าช้า พบว่ามีมูลค่าความเสียหาย 4.6 ล้านบาท โดยพบว่าปัจจุบันมีความสามารถในการผลิตต่อในกลุ่มสินค้านี้วันละ 272 ตัวต่อวัน

ปัญหาที่พบจากการศึกษาข้อมูลพบว่าสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อมากที่สุดเกิดจากความล่าช้าการดำเนินงานของโรงงานที่ไม่สามารถผลิตสินค้าให้เสร็จได้ทันเวลา โดยสามารถเกิดขึ้นได้จากหลากหลายสาเหตุ เช่น จำนวนงานที่ต้องส่งมอบเกินความสามารถในการผลิตของแผนการผลิตรายสัปดาห์, ความชำนาญในทักษะของพนักงานตัดเย็บ, ความยากของงาน, เครื่องจักรมีปัญหา และขั้นตอนการผลิต เป็นต้น ทางผู้จัดทำจึงเล็งเห็นว่า การปรับปรุงที่ขั้นตอนการผลิตสามารถทำให้เกิดประสิทธิภาพในการผลิตมากยิ่งขึ้น ลดระยะเวลาในการผลิตต่อชิ้นลง เพิ่มความเร็วในการผลิตเพื่อเพิ่มความสามารถในการผลิตให้เสร็จทันเวลา ซึ่งกระบวนการผลิตเป็นสาเหตุที่ปัจจัยภายนอกไม่สามารถส่งผลกระทบต่อการแก้ไขปัญหาได้ทำให้พนักงาน 1 คน สามารถผลิตชิ้นงานต่อวันได้มากขึ้น

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาแนวทางในการปรับปรุงขั้นตอนการผลิตเพื่อเพิ่มความเร็วในการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต



2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีจัดสมดุลสายการผลิต

การจัดสมดุลสายการผลิตเป็นการกำหนดงานให้กับหน่วยการผลิต โดยแบ่งออกเป็นสถานีงานหลายๆ สถานี ที่มีเครื่องมือ เครื่องจักร จำนวนคนและหน้าที่ในการประกอบสินค้าที่แตกต่างกันออกไป จุดประสงค์ของการจัดสมดุลเพื่อให้ภาระงานของแต่ละสถานี มีความสมดุล ให้เกิดระยะเวลาการรอคอยและการว่างงานน้อยที่สุดในสถานีต่าง ๆ รวมถึงทำให้มีอัตราการผลิตสอดคล้องกับความต้องการที่มีอยู่ ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการจัดสมดุลสายการผลิต ประกอบด้วย ปริมาณการผลิต ลำดับขั้นการทำงาน และเวลาการทำงานของแต่ละขั้น [1-4]

กำลังการผลิตต่อวัน = เวลาในการทำงานในสายการผลิตต่อวัน/รอบเวลาในการผลิตต่อชิ้น

ประสิทธิภาพการผลิต = ผลผลิตที่ทำได้จริงต่อวัน/ผลผลิตที่ต้องการต่อวัน

ความเร็วในการผลิต (Takt Time) = เวลาที่ใช้ในการทำงานต่อวัน/ปริมาณความต้องการของลูกค้า

2.2 การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา

การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา (Motion and Time Study) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์การปฏิบัติงาน เพื่อการพัฒนาวิธีการทำงานที่ดียิ่งขึ้น โดยทำการหางานที่ไม่จำเป็นและขจัดออกหรือเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานให้ดีขึ้น ทั้งในด้านของมาตรฐาน สภาพการทำงาน และเครื่องมือ ไปจนถึงการฝึกพนักงานให้ทำงานด้วยวิธีการที่ถูกต้อง

การหาเวลาที่เป็นมาตรฐานในการทำงานที่ใช้สำหรับการวัดผลงานเป็นเวลาทำงานได้ เรียกว่า เวลามาตรฐาน (Standard Time) หมายถึงเวลาที่พนักงาน

ทำงานภายใต้เงื่อนไขการทำงานปกติด้วยอัตราความเร็วมาตรฐาน โดยมีขั้นตอนหลักประกอบด้วย การแยกงานออกมาเป็นงานย่อย แบ่งกลุ่มงานย่อย การสังเกตและจับเวลา การคำนวณ หารอบเวลาในการผลิต การคำนวณหาเวลาเฉลี่ย การคำนวณหาเวลาปกติและเวลามาตรฐาน ซึ่งการศึกษาเวลาแบ่งออกเป็น 2 ประเภท [5-8]

2.2.1 การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study) คือ การศึกษาเวลาผ่านการจับเวลาในการทำงานของพนักงาน ซึ่งต้องมีการกำหนดจำนวนครั้งในการจับเวลาแล้วจึงนำมาหาเวลาทำงานปกติและเวลามาตรฐานต่อไป

2.2.2 การสุ่มงาน (Sampling) เป็นการศึกษาเวลาเพื่อให้ได้เวลามาตรฐานจากการสุ่มจับเวลาที่ใช้ในการทำงานจริงในสายการผลิต

2.3 ทฤษฎี ECRS

การลดต้นทุนหรือขั้นตอนที่ไม่จำเป็นนอกจากการทำงานที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างแพร่หลายในการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน มี 4 หลักการสำคัญซึ่ง ECRS ย่อมาจาก Eliminate, Combine, Rearrange และ Simplify หรือการขจัด การผสม การจัดใหม่ และการทำให้ง่าย ซึ่งแต่ละวิธีมีความหมายดังนี้ [9]

2.3.1 การกำจัด (Eliminate) หมายถึง การกำจัดเอาขั้นตอนในการทำงานที่ไม่จำเป็นออกไป

2.3.2 การผสม (Combine) หมายถึง การรวมขั้นตอนการทำงานที่มีความคล้ายคลึงกัน เข้ามาทำงานร่วมกันในจุดเดียว เพื่อลดปริมาณงานที่ไม่จำเป็นหรือเกิดงานที่ซ้อนทับกัน

2.3.3 การจัดใหม่ (Rearrange) หมายถึง การจัดเรียงขั้นตอนการทำงานใหม่ ไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อน หรือ



จัดเรียงตามความถนัดเพื่อลดความยุ่งยากในขั้นตอนที่
ไม่จำเป็น

2.3.4 การทำให้ง่าย (Simplify) หมายถึง การ
จัดรูปแบบของงานให้เข้าใจง่าย หาวิธีการดำเนินงาน
แบบใหม่แทนรูปแบบเดิมเพื่อให้คนทำงานสามารถ
ทำงานนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.4 ทฤษฎี Pareto

ทฤษฎี Pareto คือเครื่องมือที่ใช้สำหรับตรวจสอบ
ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น ที่สามารถไปประยุกต์ใช้ได้กับทุก
ปัญหา ซึ่งจะแสดงให้เห็นในรูปของแผนผัง แบ่งปัญหา
ออกมาตามประเภทของสาเหตุ พร้อมกับลำดับ
ความสำคัญของปัญหา เพื่อให้เห็นถึงสัดส่วนของ
ปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อมากน้อยเพียงใด โดยแผนภูมิจะ
แสดงด้วยกราฟแท่ง สื่อถึงปัญหาที่เกิดขึ้นมากที่สุด
ร่วมกับกราฟเส้นที่จะบอกการสะสมของปัญหาทุก
ปัญหาอย่างต่อเนื่อง [10]

2.5 ทฤษฎีกังปลา

ทฤษฎีกังปลาเป็นแผนผังเพื่อแสดงสาเหตุและผล
แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาที่เกิดขึ้นกับสาเหตุ
ทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่จะก่อให้เกิดปัญหานั้นเพื่อนำไปสู่
แนวทางการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้อง โดยการกำหนด
ปัจจัยของแผนผังนั้น สามารถกำหนดกลุ่มปัจจัยตาม
ความสำคัญหรือแยกตามจุดประสงค์เป้าหมายของงาน
ตามหลักการ 4M เป็นกลุ่มปัจจัยเพื่อนำไปสู่การ
แยกแยะสาเหตุของปัญหา ประกอบไปด้วยรายละเอียด
ดังนี้

2.5.1 Man พนักงาน หรือ บุคลากร

2.5.2 Machine เครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์อำนวยความสะดวก

2.5.3 Material วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้
ในกระบวนการ

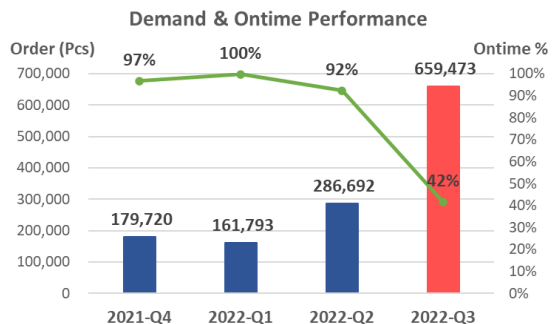
2.5.4 Method ขั้นตอนงาน กระบวนการทำงาน

3. การวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

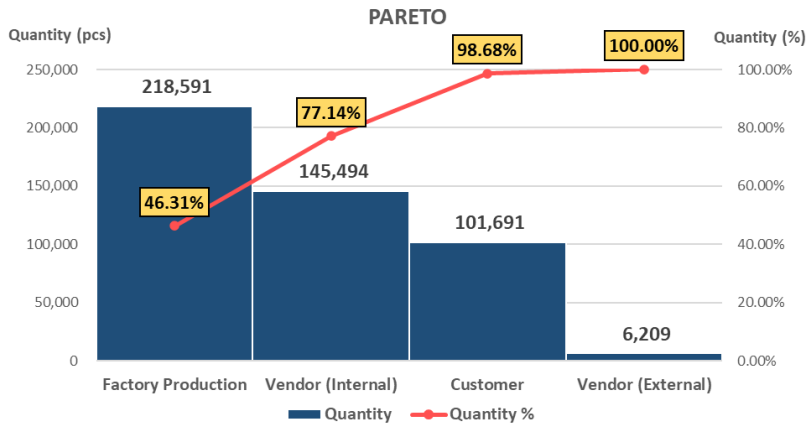
3.1 การวิเคราะห์ปัญหา

จากการศึกษาสาเหตุของปัญหาพบว่าในช่วง 1 ปี
ย้อนหลังตั้งแต่ปี 2021 ไตรมาสที่ 4 ถึงปี 2022
ไตรมาสที่ 3 โดยมีอุปสงค์สูงสุดในช่วงไตรมาสที่ 3 ของ
ปี 2022 หลังจากการฟื้นตัวหลังสถานการณ์ Covid 19
รวมถึงเป็นช่วงมีความสามารถในการส่งมอบสินค้าตรง
เวลาน้อยที่สุดดังรูปที่ 1

เมื่อดูข้อมูลย้อนหลังที่มีการบันทึกสาเหตุของการ
ส่งมอบล่าช้าด้วยแผนภูมิ Pareto ดังรูปที่ 2 พบว่า
สาเหตุหลักที่มีส่วนมากที่สุดเกิดจาก Factory
Production ซึ่งหมายถึงสาเหตุการผลิตของโรงงาน ซึ่ง
มีสัดส่วนอยู่ที่ 46.31% จากจำนวนทั้งหมด ลำดับถัดมา
คือ Vendor (Internal) หมายถึง ผู้ส่งมอบวัตถุดิบที่
บริษัทเป็นคนจัดหาเอง, Customer หมายถึง ความ
ล่าช้าที่เกิดจากทางลูกค้า และ Vendor (External)
หมายถึงผู้ส่งมอบวัตถุดิบที่ลูกค้าเป็นคนจัดหาเอง



รูปที่ 1 ข้อมูลอุปสงค์และความสามารถในการส่ง
มอบสินค้าตรงเวลา 1 ปี ย้อนหลัง



รูปที่ 2 ข้อมูลสัดส่วนสาเหตุของการส่งมอบสินค้าล่าช้าย้อนหลัง

หลังจากนั้นได้ทำการวิเคราะห์เพื่อหาสัดส่วนของชนิดสินค้าที่เกิดการส่งมอบล่าช้ามากที่สุด โดยพิจารณาจากมูลค่าความเสียหาย พบว่ากลุ่มสินค้า Jacket มีสัดส่วนของจำนวนการส่งมอบสินค้าล่าช้าและเกิดค่าความเสียหายมากที่สุด ดังตารางที่ 1

ทางผู้จัดทำจึงได้เลือกรุ่นสินค้า Jacket ที่มีการผลิตแล้วเกิดการส่งมอบล่าช้ามาเป็นสินค้าตัวอย่างดังรูปที่ 3 สำหรับการศึกษารุ่นนี้

จากแผนภูมิ Pareto และการวิเคราะห์สินค้านี้ ตัวอย่างดังรูปที่ 2 และตารางที่ 1 พบว่าสาเหตุของปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อมากที่สุดคือปัญหาจากการผลิตของโรงงาน จึงนำแผนภูมิแก๊งปลาประกอบการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้านประสิทธิภาพการผลิตในสินค้านี้ตัวอย่างดังรูปที่ 4

การวิเคราะห์แผนภูมิแก๊งปลา พบว่าสาเหตุหลักของปัญหาที่เกิดขึ้นในการผลิตสินค้านี้จะเป็นสาเหตุด้านขั้นตอนและวิธีการทำงาน เช่น มีขั้นตอนที่ทำงานซ้ำซ้อน มีความสูญเปล่าเกิดขึ้นระหว่างการผลิตรวมถึงทักษะความชำนาญของพนักงาน

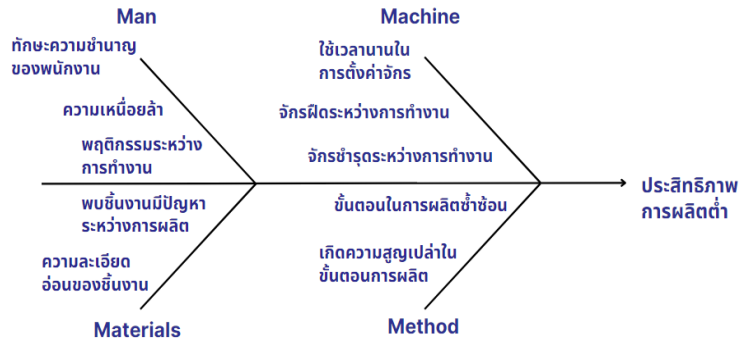
ตารางที่ 1 สัดส่วนประเภทของสินค้าที่ส่งมอบล่าช้า

ประเภทสินค้า	จำนวนที่ส่งมอบล่าช้า	ความเสียหาย (USD)	On-time Delivery %
แจ็กเก็ต	96,543	71,669	74%
เสื้อยืด	65,648	32,642	78%
กางเกงขาสั้น	57,669	28,608	78%
กางเกงขายาว	4,363	1,316	85%

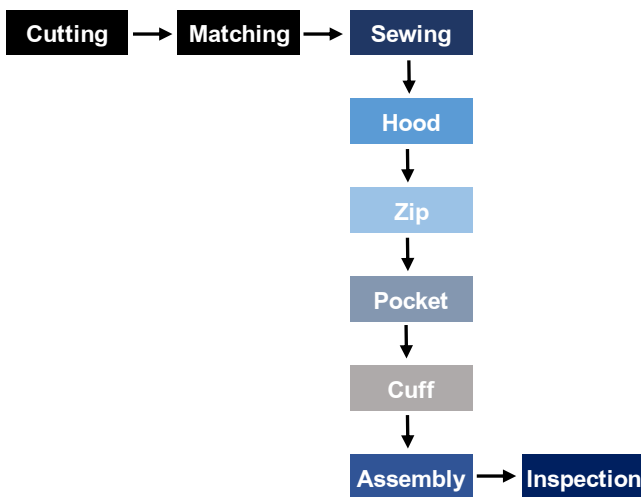


รูปที่ 3 สินค้า Jacket รุ่นตัวอย่าง H01

หลังจากนั้น ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตสินค้านี้ตัวอย่างในรูปที่ 5 และแผนผังสายการผลิตของสินค้านี้ตัวอย่างนี้ดังรูปที่ 6



รูปที่ 4 แผนภูมิแก๊งปลา



รูปที่ 5 ขั้นตอนการผลิตสินค้ารุ่นตัวอย่าง

ขั้นตอนการผลิตเริ่มจากการตัดผ้า (Cutting) การนำชิ้นส่วนผ้าไปผ่านกระบวนการย่อย เช่น การสกรีนผ้า การปักโลโก้ และนำชิ้นงานมาประกบคู่ (Matching) รวมกันซึ่งขั้นตอนเหล่านี้จะไม่ถูกนำมาคำนวณอยู่ในรอบเวลาการผลิต เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ตั้งอยู่นอกสายการผลิต ไม่เกี่ยวข้องกับส่วนของการตัดเย็บ หลังจากนั้นจึงนำเข้าสู่สายการผลิต ดังรูปที่ 6

Sewing Line

Input	Output
1	30
2	29
3	28
4	27
5	26
6	25
7	24
8	23
9	22
10	21
11	20
12	19
13	18
14	17
15	16

46 processes 30 stations

รูปที่ 6 แผนผังสายการผลิตสินค้ารุ่นตัวอย่าง

ที่มีลักษณะการจัดวางสายการผลิตส่วนของการตัดเย็บ (Sewing) แบบ U-Shape สำหรับขั้นตอนการเย็บทั้งหมด 30 สถานี ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนหลักๆ คือ การทำหมวก การทำซิป การทำถุงกระเป๋าคอ ขอบแขน การประกอบตัวและการตรวจสอบสินค้า โดยกราฟในข้อมูลหลังจากนี้ ขั้นตอนการตัดเย็บต่างๆ จะอ้างอิงสีดังรูปที่ 5 รวมถึงใน 1 สถานี อาจมีจำนวนงานมากกว่า 1 งาน ดังตารางที่ 2



ตารางที่ 2 ขั้นตอนการผลิตสินค้ารุ่นตัวอย่าง

Station	Work load	NO	Process	Machine	Takt Time
S1	Sub1	1	LOAD	M	37
S1	Sub2	2	HOOD	4OL	28
S2	Sub1	3	HOOD	IL	42
S3	Sub1	4	HOOD	BH	47
S4	Sub1	5	HOOD	4OL	39
S4	Sub2	6	HOOD	4OL	32
S5	Sub1	7	HOOD	M	10
S5	Sub2	8	HOOD	SN	60
S6	Sub1	9	HOOD	SN	24
S6	Sub2	10	ZIP	SN	20
S7	Sub1	11	FRONT & POCKET	M	38
S7	Sub2	12	FRONT & POCKET	IL	46
S8	Sub1	13	FRONT & POCKET	3OL	27
S9	Sub1	14	FRONT & POCKET	SN	48
S9	Sub2	15	FRONT & POCKET	SN	37
S10	Sub1	15	FRONT & POCKET	SN	37
S10	Sub2	16	FRONT & POCKET	BT	27
S10	Sub3	17	FRONT & POCKET	M	18
S11	Sub1	18	SLEEVE CUFF	SN	52
S12	Sub1	19	PRE SLEEVE	4OL	56
S13	Sub1	20	ASSEMBLY	4OL	34
S14	Sub1	21	ASSEMBLY	IL	26
S14	Sub2	22	ASSEMBLY	SN	11
S15	Sub1	23	ASSEMBLY	4OL	93
S16	Sub1	24	ASSEMBLY	IL	73
S17	Sub1	25	ASSEMBLY	4OL	55
S17	Sub2	26	ASSEMBLY	4OL	35
S18	Sub1	27	ASSEMBLY	IL	54
S19	Sub1	28	ASSEMBLY	IL	76
S20	Sub1	29	ASSEMBLY	4OL	48
S21	Sub1	30	ASSEMBLY	SN	33
S21	Sub2	31	ASSEMBLY	SN	49
S22	Sub1	32	ASSEMBLY	4OL	62
S23	Sub1	33	ASSEMBLY	IL	56
S24	Sub1	34	ASSEMBLY	SN	92
S25	Sub1	34	ASSEMBLY	SN	92
S26	Sub1	35	ASSEMBLY	SN	49
S26	Sub2	36	ASSEMBLY	SN	57
S27	Sub1	37	ASSEMBLY	SN	96
S28	Sub1	38	ASSEMBLY	SN	41
S28	Sub2	39	ASSEMBLY	M	6
S28	Sub3	40	ASSEMBLY	M	34
S28	Sub4	41	ASSEMBLY	SN	16
S29	Sub1	42	ASSEMBLY	BT	25
S29	Sub2	43	ASSEMBLY	BT	46
S30	Sub1	44	INSPECTION	M	79

หลังจากนั้นได้ทำการเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างสำหรับการศึกษาด้วยการจับเวลาในแต่ละขั้นตอนการผลิตของแต่ละสถานี ทั้งหมด 30 ตัวอย่าง แบ่งออกเป็นทั้งหมด 3 ชุดช่วงเวลา รอบที่ 1 เวลา 10.00 น. ในรูปที่ 7 รอบที่ 2 เวลา 13.00 น. ในรูปที่ 8 และรอบที่ 3 เวลา 16.00 น. ในรูปที่ 9 เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของเวลาสรุปออกมาด้วยแผนภูมิ Yamazumi Chart โดยเส้นสีแดงด้านบนคือระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตเพื่อให้เห็นต่อความต้องการของลูกค้าที่ 104 วินาที โดยคำนวณจากรอบเวลาการผลิตและประสิทธิภาพในการผลิตที่กำหนดไว้ ดังตัวแปรต่อไปนี้

จำนวนสถานี = 30 สถานี

ชั่วโมงการทำงาน = 8 ชั่วโมงต่อวัน

รอบเวลาการผลิตที่ลูกค้ากำหนด = 31.1 นาทีต่อชิ้น

ประสิทธิภาพในการผลิต = 60%

กำลังการผลิตตามปริมาณความต้องการของลูกค้า

= จำนวนสถานี x ชั่วโมงการทำงาน x นาที x

ประสิทธิภาพการผลิต / รอบเวลาการผลิตต่อชิ้น

= $30 \times 8 \times 60 \times 0.6 / 31.1$

= 8,640 / 31.1

= 278 ชิ้น ต่อวัน

ความเร็วในการผลิตต่อวัน

= เวลาที่ใช้ในการทำงานต่อวัน/ปริมาณความต้องการของลูกค้า

= $8 \times 60 \times 60 / 278$

= 104 วินาทีต่อชิ้น

(เส้นสีเหลืองด้านล่างคือระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตตามรอบเวลาที่กำหนดไว้ที่ 95 วินาที ซึ่งเป็นเวลาอ้างอิงจากรุ่นเก่าที่มีลักษณะแบบใกล้เคียงกัน) ดังตัวแปรต่อไปนี้



จำนวนสถานี = 30 สถานี

ชั่วโมงการทำงาน = 8 ชั่วโมงต่อวัน

รอบเวลาการผลิตที่โรงงานกำหนด = 28.6 นาทีต่อชิ้น

ประสิทธิภาพในการผลิต = 60%

กำลังการผลิตตามรอบการผลิตที่โรงงานกำหนด

= จำนวนสถานี x ชั่วโมงการทำงาน x นาที x

ประสิทธิภาพการผลิต / รอบเวลาการผลิตต่อชิ้น

= 30 x 8 x 60 x 0.6 / 28.6

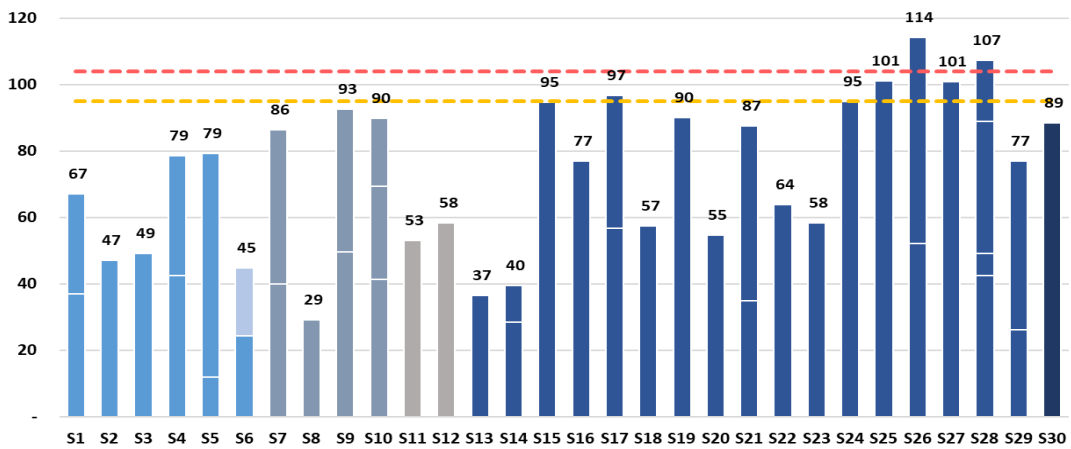
= 8,640 / 28.6

= 302 ชิ้น ต่อวัน

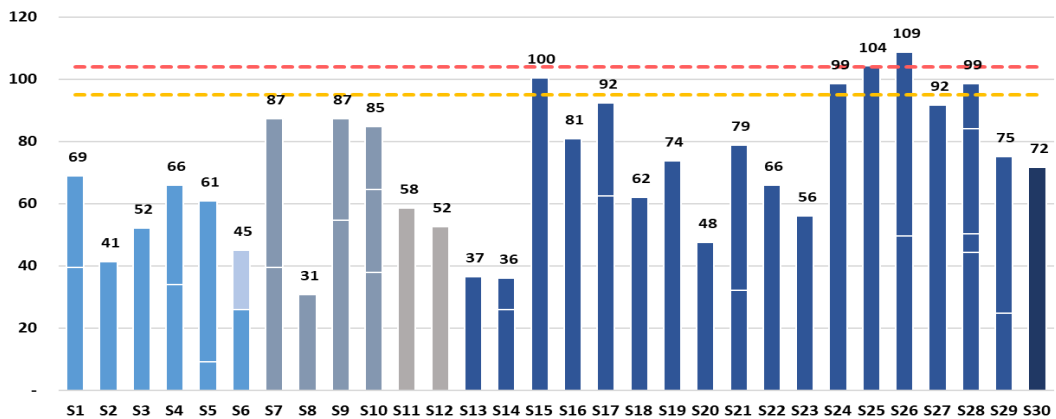
ความเร็วในการผลิตต่อวัน = เวลาที่ใช้ในการทำงาน
ต่อวัน/ปริมาณความต้องการของลูกค้า

= 8 x 60 x 60 / 302

= 95 วินาทีต่อชิ้น



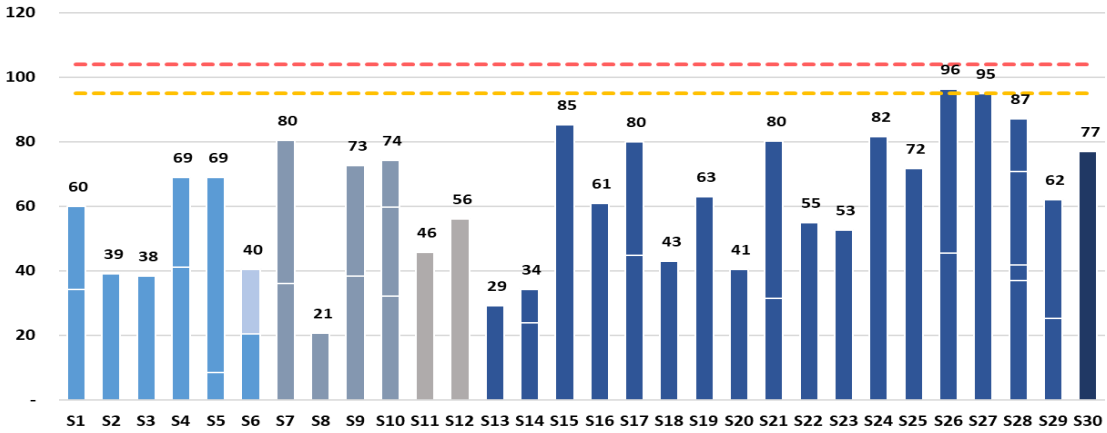
รูปที่ 7 ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการผลิตจากกลุ่มตัวอย่างชุดที่ 1



รูปที่ 8 ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการผลิตจากกลุ่มตัวอย่างชุดที่ 2



บทความวิจัย



รูปที่ 9 ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการผลิตจากกลุ่มตัวอย่างชุดที่ 3

หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลทั้ง 3 ชุดเฉลี่ยออกมาเป็น Takt Time ที่ใช้ในการผลิตก่อนการปรับปรุงเพื่อลดความผันผวนจากค่าเวลาในแต่ละช่วงของวัน ดังรูปที่ 10 ที่มีปัจจัยมาจากความเหนื่อยล้าของพนักงาน ในแต่ละช่วงเวลาของวันที่แตกต่างกันออกไป

จากข้อมูลกราฟข้างต้นจะปรากฏเส้นควบคุมสีแดงและสีเหลืองที่มีความหมายดังนี้
เส้นสีแดง หมายถึง Takt Time ที่ได้จากการคำนวณกำลังการผลิตตามปริมาณความต้องการของลูกค้า
เส้นสีเหลือง หมายถึง Cycle Time ของเวลาอ้างอิงจากรุ่นเก่าที่มีลักษณะแบบใกล้เคียงกันที่เคยผลิตผ่านมาใช้เป็นเป้าหมายในการปรับปรุงเวลา

การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการผลิตจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดพบว่า มี ทั้งหมด 3 สถานีที่ใช้เวลามากกว่ารอบเวลาการทำงานที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ทำให้เกิดคอขวดในสายการผลิต รวมถึงยังมีหลายสถานีที่ใช้เวลาในขั้นตอนการผลิตของตนเองน้อยมากเมื่อเทียบกับ ทำให้สายการผลิตขาดความสมดุล

อย่างมาก เมื่อดูจากค่าสูงสุด 106 วินาที ในสถานีที่ 26 และน้อยสุด 27 วินาที ในสถานีที่ 6 ส่งผลให้มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากเวลาที่ใช้ในการผลิตของแต่ละสถานีอยู่ที่ 21.43 วินาที

จากรูปที่ 11 ในแท่งสีแดงแสดงให้เห็นถึงระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตจริงมากกว่าระยะเวลามาตรฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งพบว่ามีอยู่ 28 สถานีที่ใช้ระยะเวลามากกว่าระยะเวลามาตรฐาน

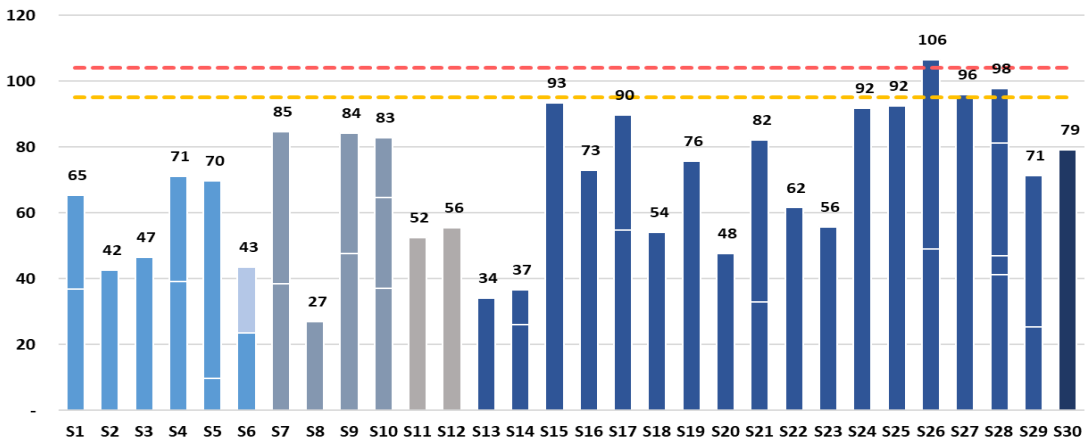
3.2 แนวทางการแก้ไขปัญหา

ขั้นตอนที่ 1 เริ่มจากการหาขั้นตอนหรือการเคลื่อนไหวที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า (NVA) ในกระบวนการผลิต ผ่านการสังเกตวิธีการทำงานและคำแนะนำจากหัวหน้างาน ซึ่งพบว่ามี 12 ขั้นตอน จากทั้งหมด 11 สถานี ที่มีการเคลื่อนไหวที่เกิดความสูญเปล่าประกอบไปด้วยสถานีที่ 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 22, 24, 25 และ 27 ซึ่งสถานีส่วนใหญ่จะอยู่ในขั้นตอนการประกอบชิ้นงาน โดยสังเกตที่แท่งสีแดงดังรูปที่ 12

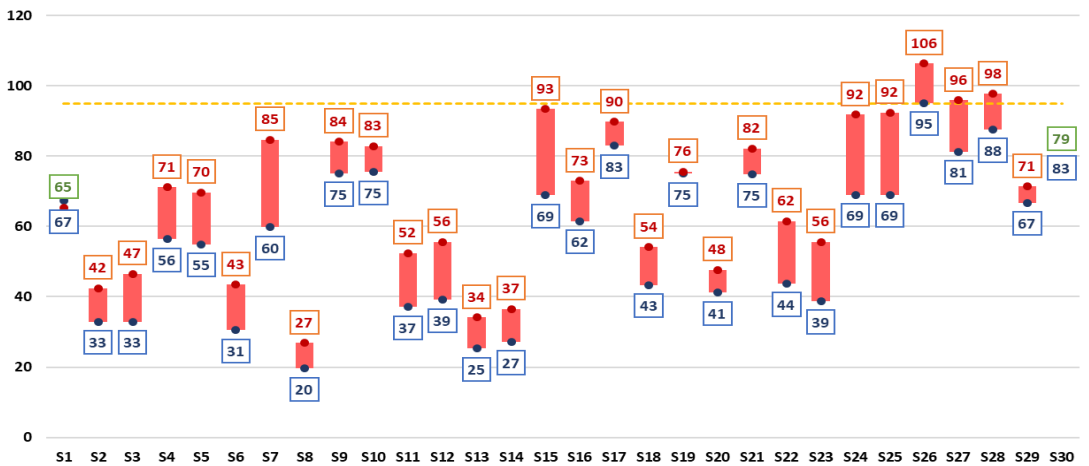


ขั้นตอนที่ 2 หลังจากที่ทำกรวิเคราะห์เพื่อหาขั้นตอนที่มีความสูญเสียเปล่า เริ่มทำการปรับปรุงวิธีการเคลื่อนไหวโดยมีหัวหน้างานให้คำแนะนำแก่พนักงานและอ้างอิงจากสินค้าที่เคยมีการปรับปรุง พัฒนาขั้นตอนการผลิต ซึ่งมีขั้นตอนการผลิตที่คล้ายคลึงกันกับสินค้าตัวอย่าง 80% จึงได้นำวิธีการเหล่านั้นเข้ามาช่วยในการปรับวิธีการจับชิ้นงานระหว่างเย็บ

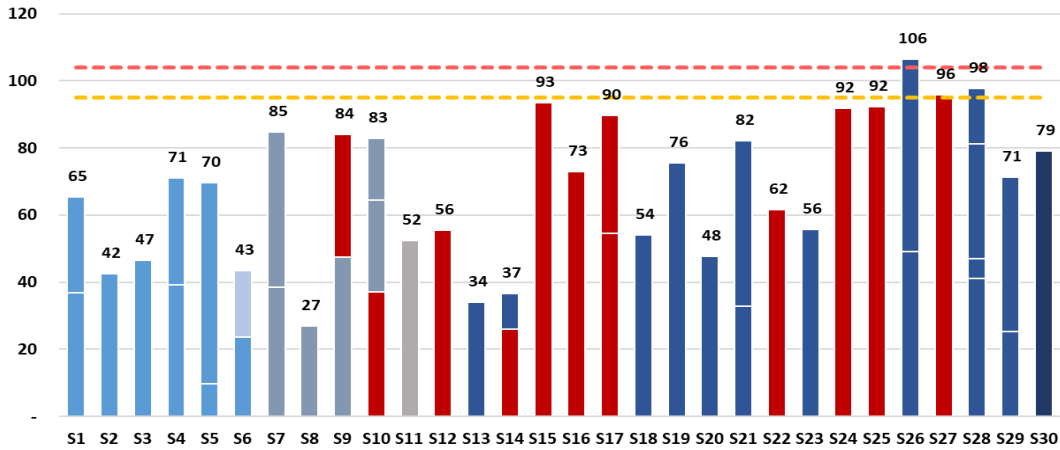
การปรับมุดตอนเอาชิ้นงานเข้าเครื่องจักรให้มีความแม่นยำและรวดเร็วยิ่งขึ้น รวมถึงสาเหตุของการหยุดจักรบ่อยในบางสถานี ที่ส่งผลให้ใช้เวลาในการทำงานนานกว่าค่าเวลายามาตรฐานที่กำหนดไว้ จากนั้นจึงทำการประมาณเวลาที่สามารถลดลงได้จากการใช้ข้อมูลในอดีตเพื่อประเมินความเป็นไปได้ว่าสามารถลดเวลาในการผลิตไปได้ดังตารางที่ 3



รูปที่ 10 ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการผลิตจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด



รูปที่ 11 ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการผลิตเกินในแต่ละสถานี



รูปที่ 12 กราฟแสดงขั้นตอนที่มีการเคลื่อนไหวที่สูญเปล่าในการผลิต

ขั้นตอนที่ 3 การจัดเรียงขั้นตอนการทำงานและสถานีใหม่ โดยอ้างอิงจากสินค้าที่เคยมีการปรับปรุงพัฒนาขั้นตอนการผลิต ซึ่งมีขั้นตอนการผลิตที่คล้ายคลึงกันกับสินค้าตัวอย่าง จากเดิมจะทำการผลิตโดยเริ่มจากการทำชุดไปตามองค์ประกอบของเสื้อ จากนั้นจึงเริ่มประกอบตัว ซึ่งหลังจากการศึกษาขั้นตอนของสินค้าในอดีต พบว่าขั้นตอนการเย็บชิ้นงานไม่จำเป็นที่จะต้องเสร็จตามองค์ประกอบของเสื้อที่ละส่วน พนักงานเย็บสามารถผลิตชิ้นงานในส่วนของตนเองได้โดยไม่เกิดปัญหาคุณภาพตามมา โดยช่วยให้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาที่ใช้ในการผลิตของแต่ละสถานี 21.43 ลดลงเหลือ 17.01 แสดงให้เห็นว่าสมดุลในไลน์การผลิตดีขึ้นเมื่อทำการจัดเรียงขั้นตอนใหม่ โดยที่ยังไม่ได้ทำการคัดแยกงานย่อยหลังจากการปรับสมดุลใหม่ดังรูปที่ 13

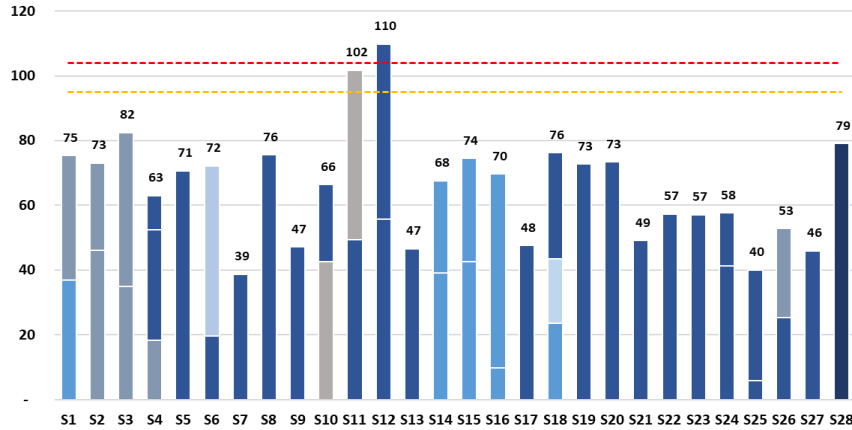
ขั้นตอนที่ 4 หลังจากการทำการจัดเรียงขั้นตอนการผลิตใหม่ในขั้นตอนที่ 3 แล้วจำเป็นจะการคัดแยกงานย่อยในขั้นตอนการทำงานที่ไม่ใช่ทักษะเฉพาะ หรือการมอบหมายงานสนับสนุนไปยังสถานีใกล้เคียงเพื่อปรับสมดุลการผลิต เนื่องจากยังคงมีบางสถานีที่เป็นขั้นตอนที่ต้องใช้เวลาในการผลิตนานเกินกว่าเวลามาตรฐาน รวมถึงยังมีความแตกต่างของเวลาในแต่ละสถานี โดยสังเกตจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 17.01 ซึ่งสถานีใกล้เคียงจะประกอบด้วย ด้านซ้าย ขวา และสถานีตรงกันข้าม เพื่อลดระยะเวลาการเคลื่อนไหวของพนักงานจากสถานีหนึ่งไปยังอีกสถานี เช่น การจัดเรียงชิ้นงานเพื่อให้สถานีถัดไป ไม่ต้องใช้เวลาในการหาชิ้นงานเพื่อไปทำต่อ, การช่วยจับมุมชิ้นงานขณะเลื่อนชิ้นงานออกจากจักรเพื่อให้ชิ้นงานถูกเย็บอย่างต่อเนื่อง รวมถึงการช่วยสถานีสุดท้ายในการวัดไซส์มาตรฐาน ซึ่งเป็นหนึ่งในงานย่อยของการตรวจสินค้าเบื้องต้น เป็นต้น



ตารางที่ 3 ตัวอย่างการปรับปรุงขั้นตอนการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่า

ลำดับ	สถานี	หน้าที่	เทคนิค ECRS	Cycle time (วินาที)
ก่อนปรับปรุง	9	เย็บติดกระเป๋าด้านใน	C	35
	10	เย็บคิ้วและเนาริมล่าง	C	35
หลังปรับปรุง	9	เย็บติดกระเป๋าด้านใน เย็บคิ้วพร้อมกัน	C	30
ก่อนปรับปรุง	14	ลาหัดคิ้วไหล่	C & S	20
	15	ลาตะเข็บข้างแขน	C & S	62
หลังปรับปรุง	14	ลาไหล่และข้างแขนต่อเนื่องด้วยการปรับ motion การวางชิ้นงานก่อนเข้าจักร	C & S	54

ลำดับ	สถานี	หน้าที่	เทคนิค ECRS	Cycle time (วินาที)
ก่อนปรับปรุง	27	เสียเวลาในการเย็บผ้าตลอด 2 แนวข้างหลังเย็บซิปและต้องคอยกดผ้าเพื่อย้ายจักร	E & S	81
หลังปรับปรุง	27	ตั้งเส้นลีดที่ขั้นตอนเจาะซิปและให้วางผ้าพอดีกับเส้นกันทำให้การคว้ซิปไม่ต้องเย็บผ้าออกและตั้ง auto จักรในการย้ายเพื่อลด motion ในการกดผ้า	E & S	43
ก่อนปรับปรุง	12	โพ่งเข้าแขนโดยหยุดจักรบ่อยและใช้กลองกระตาะ	E & S	39
หลังปรับปรุง	12	เปลี่ยนวิธีการจับผ้าลด motion ในการหยุดจักรและเปลี่ยนที่ใส่ผ้า	E & S	26



รูปที่ 13 กราฟแสดง cycle Time หลังการจัดเรียงขั้นตอนการผลิต

ตารางที่ 4 ผลลัพธ์ของการปรับปรุงขั้นตอนการผลิต เพื่อลดเวลาในการผลิตของแต่ละสถานี

สถานี	Cycle time ก่อนปรับปรุง (วินาที)	Cycle time หลังปรับปรุง (วินาที)	ลดลง (วินาที)
9,10	70	30	40
12	39	26	13
14,15	82	54	28
16	69	46	23
17	48	32	16
22	34	23	11
24	44	29	15
25	92	73	19
27	81	43	38

ตารางที่ 5 สรุปผลลัพธ์ของการปรับปรุงขั้นตอนการผลิต

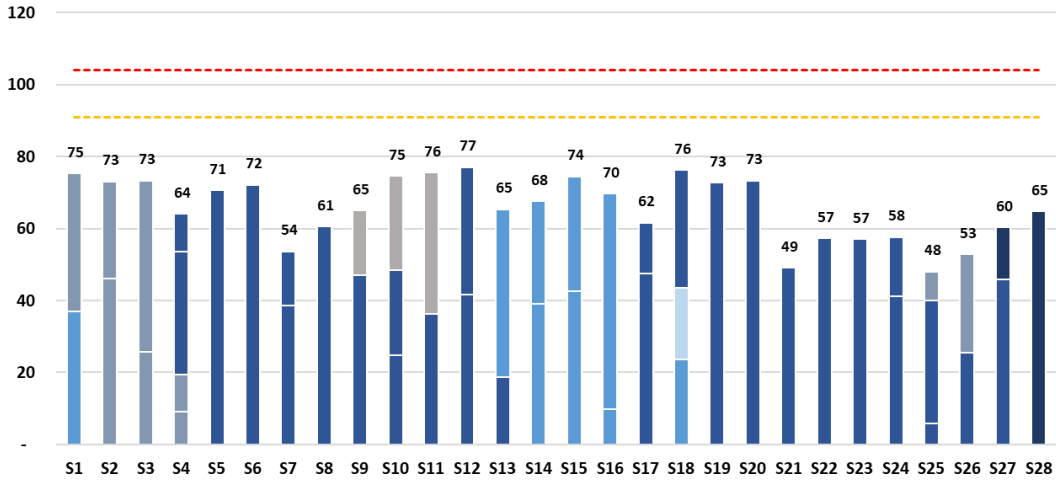
Total Cycle Time	Before	After	Saving	Unit
Actual Cycle time (Sec)	2,063	1,860	203	per pcs
Actual Cycle time (Mins)	34.38	31.00	3.38	per pcs
Station	30	28	2	sewers

4. ผลการดำเนินงาน

การปรับปรุงการจัดสมดุลการผลิต (Line Balancing) ด้วยการวิเคราะห์หาขั้นตอนที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า (NVA) เพื่อกำจัดการเคลื่อนไหวที่สูญเปล่า (Eliminate) การรวมขั้นตอนเข้ามาทำต่อเนื่องกันในสถานีเดียว (Combine) และการทำให้พนักงานทำงานได้ง่ายขึ้น (Simplify) จากนั้นทำการการจัดเรียงขั้นตอนการผลิตใหม่ (Rearrange) โดยอ้างอิงจากสินค้าที่เคยมีการปรับปรุงมาก่อน ตามหลัก ECRS จากนั้นทำการแบ่งงานย่อยของสถานีออกมา มอบหมายงานย่อยให้กับสถานีใกล้เคียงด้านข้างและด้านตรงข้าม ที่ใช้เวลาในการทำงานน้อยกว่า เพื่อปรับสมดุลให้แต่ละสถานีมีระยะเวลาในการทำงานที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งจะส่งผลให้ขั้นตอนการผลิตเกิดสภาวะคอขวดลดลงและมีประสิทธิภาพการผลิตที่สูงขึ้น จาก Takt time สูงสุดในทุกสถานีที่ลดน้อยเหลือสูงสุดในสถานีที่ 12 ที่ใช้เวลา 77 วินาทีดังรูปที่ 14 รวมถึงการเคลื่อนไหวในการแบ่งงานย่อยของพนักงานก่อนและหลังปรับปรุงดังรูปที่ 15

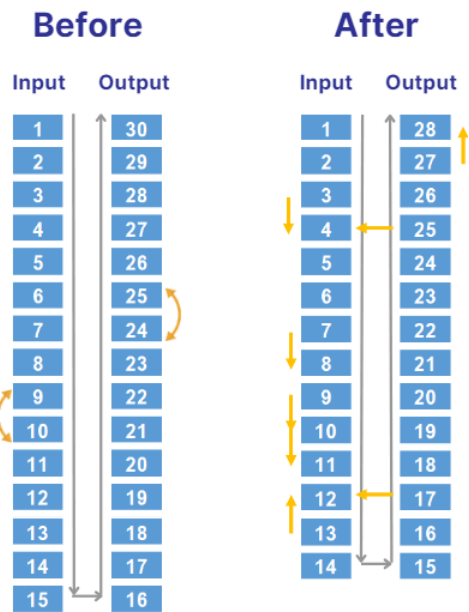


บทความวิจัย



รูปที่ 14 กราฟแสดง Takt Time หลังการปรับปรุง

โดย Cycle Time สูงสุดก่อนปรับปรุงอยู่ที่ 106 วินาที น้อยสุด 27 วินาที และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 21.43 วินาที จากทั้งหมด 30 สถานี ซึ่งหากประมาณการจากการวางแผนด้วยชั่วโมงการทำงาน 8 ชั่วโมง จะสามารถผลิตได้ 272 ตัวต่อวัน หรือ 34 ชิ้นต่อชั่วโมงคิดเป็นประสิทธิภาพการผลิตที่ 54% และหลังจากปรับปรุงในขั้นตอนการจัดเรียงและแบ่งงานย่อยใหม่แล้ว ในสายการผลิตใช้ Cycle Time สูงสุดที่ 77 วินาที น้อยสุด 48 วินาที และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 8.80 วินาที จากทั้งหมด 28 สถานี ซึ่งหากประมาณการจากการวางแผนด้วยชั่วโมงการทำงาน 8 ชั่วโมง จะสามารถผลิตได้ 374 ตัวต่อวัน หรือ 46.75 ชิ้นต่อชั่วโมง คิดเป็นประสิทธิภาพการผลิตที่ 80%



รูปที่ 15 Layout และการเคลื่อนไหวในการแบ่งงานย่อยของพนักงานก่อนและหลังปรับปรุง



5. สรุปผล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อปรับปรุงขั้นตอนการผลิตและประสิทธิภาพการผลิตในสินค้าตัวอย่าง ผู้จัดทำได้นำแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการลดความสูญเสียความสูญเสียนในการทำงานอย่าง ECRS และการจัดสมดุลการผลิต พบว่าพนักงานในสายการผลิตมีการเคลื่อนไหวที่สูญเสียเปล่า โดยอ้างอิงแนวทางการปรับปรุงจากสินค้ารุ่นอื่นที่เคยผ่านการปรับปรุงในอดีต เพื่อลดการเคลื่อนไหวที่สูญเสียเปล่า เพื่อให้พนักงานสามารถทำงานได้รวดเร็วขึ้น ซึ่งหลังจากปรับปรุงแล้วคาดว่าจะสามารถลดระยะเวลาลงได้ 203 วินาทีต่อการผลิตเสื้อ 1 ตัว อีกทั้งมีจำนวนสถานีลดลงจากสถานีเดิมก่อนปรับปรุงที่ 10 และ 15 ทั้งหมด 2 สถานี

หลังจากนั้น จึงทำการจัดเรียงขั้นตอนการทำงาน และ Layout ใหม่ ทำให้สามารถลดระยะเวลาการรอคอยลงได้ รวมถึงการปรับสมดุลการผลิต ส่งผลให้งานในแต่ละสถานีมีความสมดุลมากยิ่งขึ้น สามารถลด Cycle Time ที่นานที่สุดจากเดิม 106 วินาที เหลือ 77 วินาที และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากเดิม 21.23 เหลือ 8.80 วินาทีต่อสถานี แสดงให้เห็นถึงระยะเวลาการรอคอยที่ลดลง จากค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้แต่ละสถานีซึ่งหากประมาณการจากการวางแผนด้วย ชั่วโมงการทำงาน 8 ชั่วโมง ประสิทธิภาพการผลิตจากเดิม 54% เพิ่มขึ้นเป็น 80%

6. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ ที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำ ตรวจสอบตราและแก้ไขเนื้อหา

ตลอดจนให้กำลังใจในการทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และบุคคลที่เกี่ยวข้องภายในบริษัท ABC จำกัด ที่ให้ความรู้ ความร่วมมือและความช่วยเหลือตลอดการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] T. Wuttipornpun, Methods for sequencing and scheduling production, Amarin Book Center Co., Ltd., Bangkok, Thailand, 2016. (in Thai)
- [2] C. Saringkarnsiri, Production planning and control, Technology Promotion Association (Thailand-Japan), Bangkok, Thailand, 2000. (in Thai)
- [3] P. Lersakwanich and P. Klomjit, Setup time reduction for hot pressing mold changeover Journal of Engineering RMUTT, 2020, 18(2), 47-58. (in Thai)
- [4] W. Rakphakawong, J. Sacharung, R. Taweechalermdit, A. Chanwuthinun, T. Chattaweelarp and P. Parinyarux, Waiting time and service times for outpatient services at a middle-level private hospital, Thai Journal of Clinical Pharmacy, 2021, 2(27), 53-63. (in Thai)
- [5] T. Kuaites, Calculating the standard time of workers: A case study in hotel industry, Journal of Logistics and Supply Chain College, 2021, 7(1), 5-18. (in Thai)



- [6] P. Khumla, C. Yasopha, T. Chaikambang, P. To-on, R. Taengphukieo, N. Issarapong and K. Sarawan, Standard time in production process of ready mixed concrete using direct time study, Industrial Technology Journal Surindra Rajabhat University, 2021, 6(2), 41-51. (in Thai)
- [7] W. Sitticharoen, Work study, Rajamangala University, Bangkok, Thailand, 2004. (in Thai)
- [8] W. Rijiravanich, Time study, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand, 2005. (in Thai)
- [9] K. Krajungduang, P. Singhdong and P. Weerapong, Improving warehouse operations with mobile applications and ECRS concepts case study of Yusen Logistics (Thailand) Co., Ltd., Journal of Learning Innovation and Technology, 2021, 1(2), 62-69. (in Thai)
- [10] P. Klomjit, Productivity improvement: Principle and practice, SE-Education Public Co., Ltd., Bangkok, Thailand, 2014. (in Thai)