

การลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นในกระบวนการพิมพ์บรรจุภัณฑ์โลหะ: กรณีศึกษา

Reducing Model Changeover Times in the Metal Packaging Printing Process: A Case Study

ศุภิสรา ชินปักดี¹, สมัชชา คุ่มทอง¹, อัสวิน มานะบัง^{1,*} และ นิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

องครักษ์ องค์กรฯ นครนายก 26120

Supisara Chinpakdee¹, Samachaya Koomthong¹, Asawin Manabang^{1,*} and Ninlawan Choomrit¹

¹Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Srinakharinwirot University,

Ongkharak, Ongkharak, Nakhon Nayok, 26120, Thailand

*Corresponding Author E-mail: asawin.pon@g.swu.ac.th

Received: May 27, 2023; Revised: Oct 06, 2023; Accepted: Oct 18, 2023

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นในกระบวนการพิมพ์บรรจุภัณฑ์โลหะ จากการรวบรวมข้อมูลเวลาการเปลี่ยนรุ่นของเครื่องพิมพ์ออฟเซต LP7 และใช้แผนภูมิกระบวนการไหลมาวิเคราะห์ทั้ง 4 กิจกรรมได้แก่ ป้อนแผ่นเหล็ก พิมพ์สี อาบเคลือบ และจัดเรียงแผ่นเหล็ก พบว่าบางขั้นตอนเกิดการรอคอยและใช้เวลานาน ดังนั้นแนวทางการปรับปรุงเพื่อลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นด้วยเทคนิคการลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรโดยทำการเปลี่ยนงานภายในไปเป็นงานภายนอก และประยุกต์ใช้หลักการอิชิโอะริเอสโดยมีการออกแบบอุปกรณ์เสริมในการดักสี การใช้แผ่นฟอยด์รองรางหมึก การสลับลำดับงาน และการจัดชั้นวางพาเลท ผลการวิจัยพบว่าเวลาในการเปลี่ยนรุ่นของกิจกรรมพิมพ์สีลดลงจากเดิม 221.26 นาที เหลือ 167.26 นาที คิดเป็น 24.41% กิจกรรมอาบเคลือบลดลงจากเดิม 79.45 นาที เหลือ 49.45 นาที คิดเป็น 37.76% และกิจกรรมจัดเรียงแผ่นเหล็กลดลงจากเดิม 55 นาที เหลือ 30 นาที คิดเป็น 45.45% ของเวลาก่อนการปรับปรุง

คำสำคัญ: การเปลี่ยนรุ่น, บรรจุภัณฑ์โลหะ, เทคนิคการลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร, หลักการอิชิโอะริเอส

Abstract

The objective of this research is to decrease the duration of model changeover times in the metal package printing process. The study involved the collection of data on the changeover times of the LP7 offset printer model, followed by the utilization of flow process charts to examine four different activities: Feeder, Printer, Coater, and Stacker. It was discovered that certain procedures experienced delays and exhibited prolonged durations. Hence, this study proposed guidelines for improvement aimed at minimizing the duration required for model alteration through the application of the Single Minute Exchange of Die (SMED) principle, achieved by transitioning internal tasks to external tasks. The application of the ECRS method involved the creation of an additional equipment to scoop ink, the use of ink duct foils to cover an ink plate, the rearrangement of work sequences, and the set of pallet shelves. The results indicated that there was a decrease in changeover times in the Printer activity, from 221.26 minutes to 167.26 minutes, resulting in a reduction of 24.41%. Similarly, in the Coater activity, the changeover times decreased from 79.45 minutes to 49.45 minutes, representing a decrease of 37.76%.

Additionally, in the Stacker activity, the changeover times decreased from 55 minutes to 30 minutes, representing a reduction of 45.45% compared to the previous duration.

Keywords: Model changeover, Metal packaging, Single minute exchange of die, ECRS principle

1. บทนำ

กรณีศึกษาเป็นผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์ประเภทโลหะรายใหญ่ของประเทศไทย ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของกรณีศึกษา คือ กระป๋องนมผง กระป๋องน้ำผลไม้ และกระป๋องสี กระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์ประเภทโลหะประกอบด้วย กระบวนการตัดโลหะ กระบวนการเคลือบพื้นผิวโลหะ กระบวนการพิมพ์สีหรือพิมพ์ลวดลาย กระบวนการเคลือบวานิช และกระบวนการขึ้นรูปเป็นบรรจุภัณฑ์ บริษัทมีการผลิตสินค้าแบบตามสั่งและเป็นสินค้าที่มีหลากหลายแบบทั้งในเรื่องของขนาดรูปทรง และลวดลาย จึงต้องมีการเปลี่ยนรุ่นการผลิต (Change Over) ในทุกกระบวนการ ซึ่งการเปลี่ยนรุ่นการผลิตในแต่ละกระบวนการจะต้องคำนึงถึงระยะเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักรให้เหมาะสม

จากการรวบรวมข้อมูลของเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตพบว่ากระบวนการพิมพ์สีเป็นกระบวนการที่ใช้เวลานานที่สุด เป็นกระบวนการคอขวดที่ส่งผลต่อเวลาโดยรวมของกระบวนการผลิตทั้งหมด ผู้วิจัยได้ศึกษาขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของเครื่องพิมพ์ออฟเซต LP7 ซึ่งเป็นเครื่องพิมพ์หลักที่มีการเปลี่ยนรุ่นการผลิตทุกขนาดทั้งขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ รวบรวมข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่น จากนั้นทำการวิเคราะห์สาเหตุและหาแนวทางการปรับปรุงเพื่อลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต โดยนำเทคนิคการลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร (Single Minute Exchange of Die, SMED) และหลักการอีซีอาร์เอส (Eliminate, Combine, Rearrange and Simplify, ECRS) มาช่วยในการปรับปรุงวิธีการทำงานให้มีความเหมาะสม มีต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการดำเนินการน้อย และให้สามารถรองรับต่อการผลิตที่เพิ่มขึ้นได้ในอนาคต

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การปรับตั้งเครื่องจักรว่าเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม ดังนั้นจึงมุ่งลดกิจกรรมดังกล่าวให้เหลือน้อย

ที่สุด เพื่อเป็นการลดความสูญเปล่าในสายการผลิต โดยเฉพาะเวลาที่ใช้ในการจัดเตรียม เช่น การถอดเปลี่ยนตัวจับยึดงาน (Fixture) และการปรับตำแหน่งจนสามารถเดินเครื่องได้ เทคนิคการลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร (SMED) จะแบ่งงานออกเป็น 2 ส่วนคือ งานภายใน (Internal Setup) และ งานภายนอก (External Setup) งานภายในเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นในขณะที่เครื่องจักรหยุดทำงาน ส่วนงานภายนอกเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นในขณะที่เครื่องจักรทำงานอยู่ แนวทางการลดเวลาจะทำการเปลี่ยนงานภายในให้เป็นงานภายนอก Silva and Filho [1] ได้สำรวจงานวิจัยที่นำเทคนิค SMED ไปประยุกต์ใช้ร่วมกับเครื่องมืออื่น ๆ เช่น ไคเซ็น 5ส การวัดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร เป็นต้น เพื่อช่วยลดเวลา ลดต้นทุน หรือเพิ่มผลผลิต Ribeiro et al. [2] และ Ani and Shafei [3] ลดเวลาปรับตั้งหัววัดงานในเครื่องกลึง CNC จากเดิม 18 นาทีลดลงเหลือ 7 นาที โดยกำหนดวิธีการทำงานให้เป็นมาตรฐาน และเพิ่มรถเข็นที่ใส่อุปกรณ์เพื่อสะดวกต่อการใช้งาน นอกจากจะเป็นการลดเวลารวมในกระบวนการผลิตแล้วยังเป็นการเพิ่มผลผลิตอีกด้วย Silva et al. [4] ลดเวลาปรับตั้งของกระบวนการตัดजूไม้ก๊อที่ใช้แผนภาพสปาเก็ตตี้ (Spaghetti Diagram) วิเคราะห์การไหลงานเพื่อระบุความซ้ำซ้อนในกระบวนการทำงาน ปรับปรุงระบบการจัดเก็บเครื่องมือและจัดทำมาตรฐานงานใหม่ ทำให้ลดจำนวนพนักงานในกระบวนการตัดจากเดิม 3 คน เหลือ 2 คน นอกจากนี้งานวิจัยที่ใช้เทคนิค SMED มาช่วยลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักรในกระบวนการผลิตมีหลากหลายงาน ได้แก่ Gavali et al. [5], Chokpaiboon and Kiatcharoenpol [6], Sugarindra et al. [7], Deros et al. [8] และ Kedziora and Trojanowska [9] ด้วยการจัดเตรียมอุปกรณ์ล่วงหน้า การอุ่นแม่พิมพ์ก่อนใช้งาน การกำหนดโปรแกรมตั้งค่าพารามิเตอร์ช่วยลดการป้อนค่าโดยพนักงาน การปรับปรุงอุปกรณ์ช่วยยึดจับงาน กิจกรรมเหล่านี้ช่วยทำให้ค่าเวลาปรับตั้งงานลดน้อยลง

หลักการอีซีอาร์เอส (ECRS) เป็นหลักการที่ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการทำงานด้วยการลดหรือกำจัดความสูญเปล่า (Waste) ประกอบด้วย Eliminate (E) คือการกำจัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออก Combine (C) คือการรวมขั้นตอนที่คล้ายกันเข้าด้วยกัน Rearrange (R) คือการจัดลำดับใหม่ให้มีความเหมาะสม และ Simplify (S) คือการทำให้ขั้นตอนในการทำงานง่ายขึ้น หลักการนี้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายทั้งในงานอุตสาหกรรมและงานบริการ ตัวอย่างของงานวิจัย อาทิเช่น Kelendar and Mohammed [10] พัฒนารอบแนวคิดการใช้ ECRS ช่วยหาแนวทางการลดความสูญเปล่าในระบบการดูแลสุขภาพ Sindhuja et al. [11] ใช้หลักการ ECRS มาช่วยลดเวลาด้วยการเพิ่มอุปกรณ์จับยึดบนโต๊ะประกอบ การติดตั้งอุปกรณ์ช่วยทำความสะอาดบนสายพาน ทำให้อัตราการผลิตจากเดิม 156 ชิ้นต่อชั่วโมง เพิ่มขึ้นเป็น 216 ชิ้นต่อชั่วโมง หลักการ ECRS ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคนิคอื่น ตัวอย่างเช่น Kasemset et al. [12] ประยุกต์ใช้หลักการ ECRS และเทคนิคการจำลองสถานการณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตบรรจุภัณฑ์กระดาษ Kittiyankajon [13] นำเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต และ ECRS มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาแนวทางการลดความสูญเปล่าในกระบวนการบรรจุฉลึงค์สัตว์ และ Phakphonhamin [14] ลดรอบเวลาการทำงานด้วยการปรับปรุงงานมาตรฐาน และศึกษาการเคลื่อนไหวในการทำงานโดยใช้กรณีศึกษาจากอุตสาหกรรมสิ่งทอ

ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้หลักการ ECRS ร่วมกับเทคนิค SMED ได้แก่ Heebgaew and SomSud [15] ทำการศึกษากระบวนการผลิตกระสอบพลาสติกพบว่าใช้เวลาปรับตั้งเครื่องจักร 96 นาทีสูงกว่าค่าเป้าหมาย 50 นาที หลังจากแยกเป็นกิจกรรมภายในและภายนอกแล้ว ทำการปรับปรุงการทำงานของพนักงานคุมเครื่องจักรและเพิ่มอุปกรณ์มาเป็นอะไหล่สำหรับปรับตั้งเครื่องจักร พบว่าสามารถลดเวลาการปรับตั้งโดยเฉลี่ยเหลือเพียง 46 นาที Rattanakool et al. [16] ศึกษาการลดเวลาปรับตั้งเครื่องพิมพ์หมึกสีในโรงงานผลิตกล่องกระดาษด้วยการลดเวลาทำความสะอาดแผ่นฟอยด์และลดเวลาเดินไปหยิบอุปกรณ์โดยการจัดเตรียมให้พร้อมก่อนเริ่มผลิต มีการปรับเปลี่ยนลำดับ

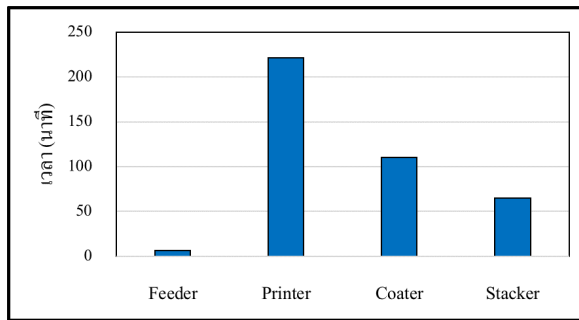
งานให้มีความเหมาะสม พบว่าจำนวนขั้นตอนการทำงานเดิม 56 ขั้นตอนลดลงเหลือ 37 ขั้นตอน เวลาทำงานจากเดิม 102 นาทีลดลงเหลือ 68 นาที

จากการสำรวจงานวิจัยข้างต้นพบว่าเทคนิค SMED และหลักการ ECRS ถูกนำมาใช้เพื่อช่วยลดเวลาสูญเปล่าลดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็น และเพิ่มผลผลิต ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ใช้เป็นกรอบแนวคิดเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการพิมพ์บรรจุภัณฑ์โลหะ โดยเปลี่ยนงานภายในให้เป็นงานภายนอก การทำให้ขั้นตอนการทำงานง่ายขึ้น และการจัดลำดับงานใหม่ ทั้งนี้วิธีการปรับปรุงจะมีความแตกต่างกันเช่น มีการออกแบบอุปกรณ์เสริมที่ช่วยดักสี มีการเสนอการใช้แผ่นฟอยด์รองรางหมึกเพื่อช่วยลดการล้างสี และการเพิ่มชั้นวางพาเลทใกล้กับเครื่องพิมพ์เพื่อลดระยะทาง เป็นต้น แนวทางการปรับปรุงเหล่านี้จะทำให้ลดเวลาเปลี่ยนรุ่นการผลิต

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นในกระบวนการพิมพ์บรรจุภัณฑ์โลหะของเครื่องพิมพ์ LP7 ซึ่งเป็นเครื่องพิมพ์หลักที่มีรุ่นการผลิตหลายขนาดทั้งขนาดเล็ก (2 หัวพิมพ์) ขนาดกลาง (3-4 หัวพิมพ์) และขนาดใหญ่ (5-6 หัวพิมพ์) มีการเปลี่ยนรุ่นการผลิตมากที่สุด ทำให้เสียเวลานานในการปรับตั้งเครื่องจักร กระบวนการพิมพ์สีประกอบด้วย 4 กิจกรรม ได้แก่ (1) Feeder คือส่วนที่ทำหน้าที่ในการป้อนแผ่นเหล็ก (2) Printer คือส่วนที่ทำหน้าที่ในการพิมพ์สีและลดความหนาบนแผ่นเหล็ก (3) Coater คือส่วนที่ทำหน้าที่ในการอบเคลือบแลกเกอร์และอบแผ่นเหล็กหลังจากการพิมพ์ และ (4) Stacker คือส่วนที่ทำหน้าที่ในการรองรับแผ่นเหล็กที่ผ่านการอบมาแล้วโดยมีการจัดเรียงซ้อนกันตามจำนวนที่ผลิต

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลเวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของเครื่องพิมพ์ LP7 ตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม 2565 ถึงวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2566 พบว่าเวลาเฉลี่ยในการเปลี่ยนรุ่นของ Feeder เท่ากับ 6.30 นาที Printer เท่ากับ 221.26 นาที ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้เวลานานที่สุดเนื่องจากต้องอาศัยความชำนาญในการปรับตั้งเครื่องจักร Coater เท่ากับ 79.45 นาที และ Stacker เท่ากับ 55 นาที ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 เวลาการเปลี่ยนรุ่นในกระบวนการพิมพ์สีของเครื่องพิมพ์ LP7

จากรูปที่ 1 กิจกรรม Printer ใช้เวลาในการเปลี่ยนรุ่นมากที่สุดในกระบวนการพิมพ์สี ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเพื่อหาแนวทางการลดเวลาเปลี่ยนรุ่นของกิจกรรมต่างๆ มีดังนี้

1. แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) ใช้ในวิเคราะห์การทำงานของพนักงานและเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภูมิได้แก่ วงกลม (Operation) ลูกศร (Transportation) สี่เหลี่ยม (Inspection) ครึ่งวงกลม (Delay) และสามเหลี่ยม (Storage) จากนั้นพิจารณาว่างานใดเป็นงานภายใน งานใดเป็นงานภายนอก และงานใดที่ก่อให้เกิดการเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น

2. เทคนิคการลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร (SMED) แยกงานภายในและงานภายนอกออกจากกัน จากนั้นทำการเปลี่ยนงานภายในให้เป็นงานภายนอก ตัวอย่างเช่น การเตรียมสี การเดินไปหยิบอุปกรณ์ ซึ่งสามารถจัดเตรียมไว้ล่วงหน้าหรือทำในขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงานอยู่ เป็นต้น เป็นการลดเวลาการทำงานในขั้นตอนนั้น

3. หลักการอีซีอาร์เอส (ECRS) เป็นหลักการง่าย ๆ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อลดความสูญเปล่า (Muda) ลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้ได้นำหลักการนี้มาใช้ในการปรับปรุงการปฏิบัติงานให้ง่ายขึ้น ตัดขั้นตอนที่ก่อให้เกิดความสูญเปล่า ซ้ำซ้อน สิ้นเปลืองเวลาออกไป

รายละเอียดการวิเคราะห์และแนวทางการปรับปรุงของแต่ละกิจกรรมจะแสดงในหัวข้อถัดไป

4. ผลการดำเนินงาน

การวิเคราะห์ขั้นตอนการปฏิบัติงานและหาแนวทางการปรับปรุงเพื่อลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นในกระบวนการพิมพ์สี จะเลือกกิจกรรมที่เป็นคอขวดและใช้เวลานานที่สุด ได้แก่กิจกรรม Printer รองลงมาคือกิจกรรม Coater, Stacker และ Feeder ตามลำดับ ผู้วิจัยได้ออกแบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลในแต่ละกิจกรรม วิเคราะห์ด้วยแผนภูมิกระบวนการไหล หาแนวทางการปรับปรุงด้วยเทคนิคการลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรและหลักการอีซีอาร์เอส การวัดผลจะพิจารณาเปรียบเทียบจากเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุง

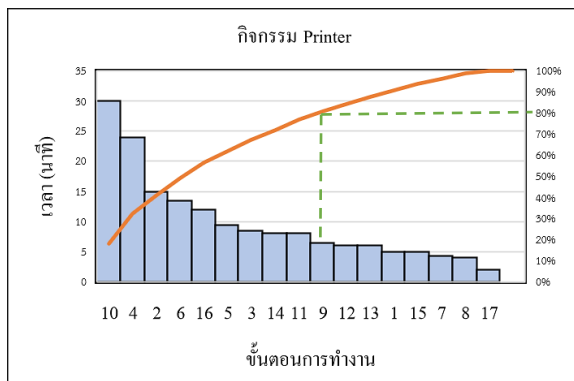
4.1 การปรับปรุงในกิจกรรม Printer

จากการวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการไหลของกิจกรรม Printer (ดังรูปที่ 2) มีขั้นตอนการทำงาน 20 ขั้นตอน ใช้เวลารวม 221.26 นาที แบ่งออกเป็นการปรับตั้ง (Set up) ในขั้นตอนที่ 1–17 และการปรับแต่ง (Adjustment) ในขั้นตอนที่ 18–20 ผู้วิจัยจะทำการลดเวลาเฉพาะในส่วนของการปรับตั้งที่มีจำนวนขั้นตอน 17 ขั้นตอนและใช้เวลามากกว่าการปรับแต่ง

ประเภทการ Change Over			☐ Chang Over Large (ใหญ่)	วันที่ปฏิบัติงาน :							
Activity : Printer			☐ Chang Over Middle (กลาง)	ผู้ปฏิบัติงาน :							
			☐ Chang Over Small (เล็ก)	ตำแหน่ง :							
เวลาเริ่ม :	เวลาสิ้นสุด :	เวลารวม :	Line : LP7	Manpower (person) : 3							
No.	Work Element	Time (Minute)	Distance (Meter)	OPERATION	TRANSPORT	INSPECT	DELAY	STORE	Internal - ค่าตามเครื่องจักร		
									int	ext	ลด เวลา
1	ดู Plan การผลิตและเตรียม Plate	5		●					5		
2	เดินไปเตรียมสีการพิมพ์	15			●					15	
3	ตัดสีออกจากรางหมึกพิมพ์	8.42		●					8.42	/	
4	ล้างสีในรางหมึกพิมพ์	24		●					24	/	
5	ใส่สีใหม่ในการเตรียมพิมพ์	9.36		●					9.36		
6	ล้างสีในชุดลูกหมึก กดล้าง Rollers	13.40		●					13.40		
7	กดล้าง Plate cylinder	4.26		●					4.26		
8	กดล้าง Blanket	4.04		●					4.04		
9	กดล้าง Impression cylinder	6.46		●					6.46		
10	ล้าง Plate งานเก่า	30		●						30	
11	ถอด Plate งานเก่าออก	8		●					8		
12	ใส่ Plate งานใหม่เข้าเครื่อง	6		●					6		
13	ชุด Plate งานใหม่ ปิด Guard พิมพ์	6		●					6		
14	ถอดล้างงานเก่า	8.12		●					8.12		
15	เดินไปเตรียมสีทำงานใหม่	5			●					5	
16	ใส่สีในรางหมึกพิมพ์	12		●					12		
17	ล้างสีในชุดลูกหมึก	2		●					2		
18	ล้างระลอกพิมพ์ทุก Unit ให้ตรงกัน	18		●					18		
19	ใส่สีใหม่ให้ผ่านเครื่องตาม Key sheet data	30		●					30	/	
20	พิจารณาและปรับตั้งระหว่าง PD+QA	5		●					5		
Total		20	221.26						171.26	50	

รูปที่ 2 แผนภูมิกระบวนการไหลของกิจกรรม Printer

รูปที่ 3 แสดงแผนภูมิพาร์โต เรียงลำดับเวลาของแต่ละขั้นตอนจากมากไปน้อย จากหลักการของพาร์โต 80 / 20 พบว่าร้อยละ 80 ของเวลาปรับตั้งเครื่องจักรมาจากขั้นตอน 10, 4, 2, 6, 16, 5, 3, 14, 11 และ 9 ในงานวิจัยนี้จะพิจารณาขั้นตอนที่จะปรับปรุงก่อนโดยคำนึงถึงการทำงานของพนักงานที่สะดวกและรวดเร็วขึ้น



รูปที่ 3 แผนภูมิพาร์โตของกิจกรรม Printer

ผู้วิจัยได้นำเทคนิค SMED มาประยุกต์ใช้ โดยเปลี่ยนงานภายในให้เป็นงานภายนอก 3 ขั้นตอนได้แก่

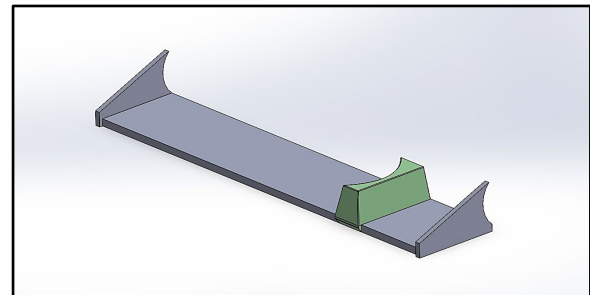
- ขั้นตอนที่ 2 เตรียมสีการผลิตตาม Key Sheet
- ขั้นตอนที่ 10 ล้าง Plate งานเก่า
- ขั้นตอนที่ 15 เตรียมผ้ายางงานใหม่

โดยการให้พนักงานเตรียมสี ผ้ายางให้พร้อมใช้งานก่อนการเปลี่ยนรุ่นการผลิตและจัดหาพื้นที่สำหรับล้าง Plate งานเก่าในขณะที่เครื่องจักรทำงานอยู่ ผลการปรับปรุง 3 ขั้นตอน ลดเวลาลงได้ 50 นาที

ผู้วิจัยได้นำหลักการ ECRS มาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนที่ 3 การตัดสีออกจากรางหมึกพิมพ์ ที่ใช้เวลา 8.42 นาที พนักงานจะใช้เกรียงที่มีขนาดเล็กตัดสีออกจากรางหมึกพิมพ์ ซึ่งใช้เวลานานเพราะเนื้อสีมีความหนืด ต้องตัดซ้ำกันหลายครั้ง ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบอุปกรณ์เสริมเพื่อช่วยตัดสีให้รวดเร็วขึ้น (ทำให้ง่าย Simplify) โดยคำนึงถึงความสะดวกในการใช้งานและประสิทธิภาพในการตัดสีออกจากรางด้วยการปาดครั้งเดียว รูปทรงและตำแหน่งการวางของอุปกรณ์ที่ออกแบบจะมีลักษณะหน้ากว้างประกบพอดีกับขนาดของรางหมึก หน้ากว้างเป็นส่วนโค้งเพื่อให้สามารถรวบสีไม่ให้ลื่นออกจากราง และมีแฉงที่ขอบล่าง

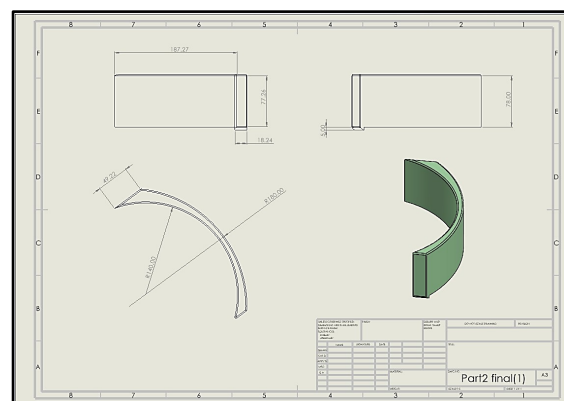
ของอุปกรณ์เพื่อช่วยบังคับทิศทางให้เคลื่อนที่ไปตามแนวรางได้พอดี ดังรูปที่ 4

เมื่อทำการออกแบบแล้ว จึงสร้างอุปกรณ์นี้ด้วยเครื่องกัด CNC ใช้เวลาขึ้นรูปนาน 7 ชั่วโมง สำหรับวัสดุที่ใช้ทำอุปกรณ์เป็น MC Nylon มีน้ำหนักเบา ทนสารเคมี คงสภาพทางสีและกายภาพเมื่อใช้งานในอุณหภูมิที่สูงขึ้น



รูปที่ 4 อุปกรณ์เสริมช่วยตัดสีออกจากราง

จากการทดลองใช้งานจริงพบว่าอุปกรณ์เสริมใช้งานได้ตรงตามความต้องการ ทิศทางการไหลของสีเป็นไปตามที่กำหนดคือไหลออกทางด้านหน้า สามารถใช้ถึงสีรองรับสีขณะใช้อุปกรณ์เสริมได้ และลดเวลาการทำงานได้ 4 นาที แต่ยังพบปัญหาในการใช้งานคือส่วนฐานที่สัมผัสกับรางหมึกที่มีสีหนืดเกาะอยู่ ทำให้อุปกรณ์เสริมติดกับรางหมึกแน่น ต้องใช้แรงมาก ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงแบบโดยทำให้มีขนาดที่บางลง ลดพื้นที่สัมผัสกับรางหมึก เป็นแนวทางในการปรับปรุงต่อไป ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 อุปกรณ์เสริมที่ออกแบบใหม่

ผู้วิจัยได้นำหลักการ ECRS มาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนที่ 4 การล้างสีในรางหมึกพิมพ์ ที่ใช้เวลา 24 นาที พนักงานจะต้องใช้

ผ้าชุบน้ำยาล้างสี ทำการล้างสีออกจากกราฟมิกพิมพ์ 4-5 รอบ จนกว่ากราฟมิกจะสะอาด ซึ่งใช้เวลานานและเกิดการเปื้อนอะเปื้อนของสี ผู้วิจัยจึงได้เสนอการใช้ แผ่นฟอยด์ร่องรางหมึก (Ink Duct Foil) ซึ่งผลิตจาก Polyethylene Terephthalate (PET)

มารองที่รางหมึกแทนเพื่อลดการล้างสี (ทำให้ง่าย Simplify) คุณสมบัติของแผ่นฟอยด์มีความทนทานต่ออุณหภูมิสูง และทนต่อการกัดกร่อน ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบแผ่นฟอยด์ของบริษัทผู้จำหน่าย 2 บริษัท ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบแผ่นฟอยด์ร่องรางหมึก

การเปรียบเทียบ	ผ้าชุบ + น้ำยาล้างสี	บริษัทผู้ผลิต Ink Duct Foil	
		Caiye	Heidelberg's
วิธีการใช้	ผ้าชุบน้ำยาเช็ดล้างสี	แผ่นฟอยล์พลาสติกติดที่รางหมึกพิมพ์	แผ่นฟอยล์พลาสติกติดที่รางหมึกพิมพ์
คุณสมบัติ	- ผ้าชุบเป็นเศษผ้าที่ซับน้ำได้ดี - น้ำยาล้างสี (Solvent1425 + White Spirit) เป็นน้ำยาที่มีคุณสมบัติในการละลายสารอื่นได้ดี ระเหยง่าย มีความไวไฟสูง	- ผลิตจากวัสดุ PET - ทนทานต่ออุณหภูมิสูง - ทนทานต่อการกัดกร่อนและสึกหรอ - เหมาะสำหรับหมึกทั่วไปและหมึก UV	- ผลิตจากวัสดุ PET - ทนทานต่ออุณหภูมิสูง - ทนทานต่อการกัดกร่อนและสึกหรอ - เหมาะสำหรับหมึกทั่วไปและหมึก UV
ความหนา	-	250 ไมครอน	300 ไมครอน
การล้างสีรางหมึกพิมพ์	24 นาทีต่อครั้ง	3 นาทีต่อครั้ง	3 นาทีต่อครั้ง
ค่าใช้จ่าย	- ผ้าชุบ 63 บาทต่อกิโลกรัม (20 ผืน) - น้ำยาล้างสี 265 บาทต่อ 5 ลิตร (ลิตรละ 53 บาท)	1,900 บาท ต่อ 100 แผ่น (แผ่นละ 19 บาท)	2,200 บาท ต่อ 100 แผ่น (แผ่นละ 22 บาท)
จำนวนที่ใช้ต่อ 1 ครั้ง	- ผ้าชุบ 10 ผืน 31.50 บาท - น้ำยาล้างสี 5 ลิตร 265 บาท	6 แผ่น	6 แผ่น

จากตารางที่ 1 ถ้าใช้แผ่นฟอยล์ของบริษัทที่ 1 มาทดแทนการทำงานแบบเดิมที่ต้องล้างรางหมึกด้วยน้ำยาล้างสีและผ้าชุบ พบว่าค่าใช้จ่ายของแผ่นฟอยด์ต่อ 1 งานเท่ากับ $19 \times 6 = 114$ บาท และถ้าใช้แผ่นฟอยล์ของบริษัทที่ 2 จะมีค่าใช้จ่ายต่อ 1 งานเท่ากับ $22 \times 6 = 132$ บาท ในขณะที่ค่าใช้จ่ายของวิธีการเดิมที่ต้องล้างรางหมึกเท่ากับ 296 บาทต่อ 1 งาน ซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่แพงกว่า ทางผู้วิจัยได้นำเสนอผลเปรียบเทียบให้กับบริษัทกรณีศึกษาเพื่อพิจารณาในการปรับปรุงงานต่อไป

ผลการปรับปรุงในกิจกรรม Printer พบว่าสามารถลดเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตลงจากเดิม 221.26 นาที เหลือ 167.26 นาที คิดเป็นร้อยละ 24.41

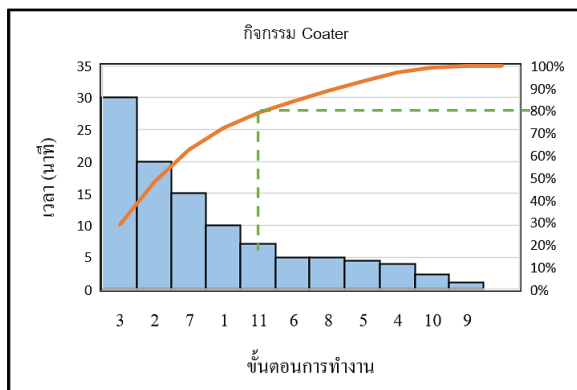
4.2 การปรับปรุงในกิจกรรม Coater

จากการวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการไหลของกิจกรรม Coater (ดังรูปที่ 6) มีขั้นตอนการทำงาน 11 ขั้นตอน ใช้เวลารวม 79.45 นาที รูปที่ 7 แสดงแผนภูมิพาเรโต เรียงลำดับเวลาของแต่ละขั้นตอนจากมากไปน้อย จากหลักการของพาเรโต 80/20 พบว่าร้อยละ 80 ของเวลาปรับตั้งเครื่องจักรมาจากขั้นตอน 3, 2, 7, 1 และ 11 ใน

งานวิจัยนี้จะพิจารณาขั้นตอนที่จะปรับปรุงก่อน โดยคำนึงถึงการทำงานของพนักงานที่สะดวกและรวดเร็วขึ้น

ประเภทการ Change Over				Change Over Large (ใหญ่)		วันที่ปฏิบัติงาน :							
Activity : Coater				Change Over Middle (กลาง)		ผู้ปฏิบัติงาน :							
				Change Over Small (เล็ก)		ตำแหน่ง :							
เวลาเริ่ม :		เวลาสิ้นสุด :		เวลารวม :		Line : LP7							
						Manpower (person) : 1							
No.	Work Element	Time (Minute)	Distance (meter)	OPERATION	TRANSPORT	INSPECT	DELAY	STORE	Informal = ภาระเครื่องจักร				
									External = ภาระคนเดิน				
									int	ext	ลดเวลา		
1	เดินไปเตรียม Lacquer ตาม Key Sheet	10										10	
2	เดินไปจัดหาลูกยางตามขนาด	20										20	
3	ประกอบอุปกรณ์หัวอบ	30									30		/
4	นำ Lacquer ในถัง 200 l เทใส่ถังผสม	4									4		
5	ปรับตั้งแรงกดลูกยางให้เหมาะสมกับลูกฟาว์เทน	4.45										4.45	
6	ปรับตั้งระยะขอบเหล็กและชุด Side lay	5									5		
7	ปรับตั้งสายพานSheet support	15									15		
8	ปรับตั้งระยะลูกยางกับแผ่นเหล็ก	5									5		
9	ปรับตั้งอุณหภูมิเตาอบ	1									1		
10	ติดเหรียญและปล่อยแผ่นทองพิมพ์	2.32									2.32		
11	วัดเหรียญ เพื่อวัดค่า DFW (Dry film weight)	7.15									7.15		
Total		11	79.45								49.45	30	

รูปที่ 6 แผนภูมิกระบวนการไหลของกิจกรรม Coater



รูปที่ 7 แผนภูมิพาเรโตของกิจกรรม Coater

ผู้วิจัยได้นำเทคนิค SMED มาประยุกต์ใช้ โดยเปลี่ยนงานภายในให้เป็นงานภายนอก 2 ขั้นตอนได้แก่

- ขั้นตอนที่ 1 การเตรียม Lacquer ตาม Key Sheet
- ขั้นตอนที่ 2 จัดหาลูกยางตามขนาด

โดยการให้พนักงานเตรียมสี ปั่นกวน Lacquer ให้พร้อมใช้งานขณะเครื่องจักรทำงาน และให้พนักงานจัดหาลูกยางที่สไตร์ลูกยาง นำมาเตรียมไว้ที่ข้างเครื่องพิมพ์ก่อนการเปลี่ยนรุ่นการผลิต ผลการปรับปรุง 2 ขั้นตอน ลดเวลาลงได้ 30 นาที

ผู้วิจัยได้นำหลักการ ECRS มาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนที่ 3 การประกอบอุปกรณ์หัวอบ ที่ใช้เวลา 30 นาที ขั้นตอนนี้มีพนักงาน 1 คนทำการประกอบอุปกรณ์หัวอบซึ่งมีหลาย

งานย่อย และต้องเดินไปหยิบเครื่องมือเช่น รอก รถยก (ดังรูปที่ 8)

ขั้นตอนการประกอบอุปกรณ์หัวอบของพนักงาน Coater 1	เวลา (นาที)
1. เข็นรถยกลูกยางมาที่บริเวณข้างเครื่องอบ	4
2. ใช้รอกยกลูกยาง ติดตั้งลูกยางเข้าเครื่องอบ	3
3. ติดตั้ง Sheet Support	7
4. เข็นรถยกถัง Lacquer มาที่บริเวณข้างเครื่องอบ	2
5. ติดตั้งมอเตอร์ ก๊อกลายสำหรับถ่ายเท Lacquer	10
6. ใช้รอกยกถัง Lacquer เข้าแท่นวางสำหรับถ่ายเท	2
7. ปรับตั้งที่เครื่องควบคุม	2
เวลารวม	30
พนักงาน (คน)	1

รูปที่ 8 การประกอบอุปกรณ์หัวอบของพนักงาน Coater

ผู้วิจัยจึงได้เสนอแนวทางการปรับปรุงงานด้วยการจัดลำดับใหม่ให้มีความเหมาะสม (Rearrange) ยกตัวอย่างการจัดลำดับงานใหม่ของพนักงาน Feeder 1 คน และพนักงาน Coater 1 คน เพื่อให้เกิดความสมดุลของงาน โดยมีงานย่อย 3 งานของพนักงาน Coater ย้ายไปให้พนักงาน Feeder ทำแทน ดังรูปที่ 9

- งานย่อยที่ 3 ติดตั้ง Sheet Support
- งานย่อยที่ 4 เข็นรถยกถัง Lacquer มาที่เครื่องอบ
- งานย่อยที่ 6 ใช้รอกยกถัง Lacquer เข้าแท่นวาง

ทั้ง 3 งานย่อยเป็นงานอิสระ สามารถสับเปลี่ยนได้โดยไม่ทำให้เกิดการว่างงานหรือการรอคอยของพนักงาน

Feeder 1	เวลา (นาที)	Coater 1	เวลา (นาที)
1. กำหนด Size setting แผ่น Sheet	1	1. เข็นรถยกลูกยางมาที่บริเวณข้างเครื่องอบ	4
2. นำลูกเหล็กเตรียมเข้าชุด Feeder	3	2. ใช้รอกยกลูกยาง ติดตั้งลูกยางเข้าเครื่องอบ	3
3. ย้ายชุดลูกปืน และ Sensor ตรวจจับ	1.30	3. ติดตั้ง Sheet Support	7
4. Reset Double Sheet	1	4. เข็นรถยกถัง Lacquer มาที่บริเวณข้างเครื่องอบ	2
5. ติดตั้ง Sheet Support	7	5. ติดตั้งมอเตอร์ ก๊อกลายสำหรับถ่ายเท Lacquer	10
6. เข็นรถยกถัง Lacquer มาที่บริเวณข้างเครื่องอบ	2	6. ใช้รอกยกถัง Lacquer เข้าแท่นวางสำหรับถ่ายเท	2
7. ใช้รอกยกถัง Lacquer เข้าแท่นวางสำหรับถ่ายเท	2	7. ปรับตั้งที่เครื่องควบคุม	2
เวลารวม (ก่อน)	6.30	เวลารวม (ก่อน)	30
เวลารวม (หลัง)	17.30	เวลารวม (หลัง)	19

รูปที่ 9 การจัดลำดับงานของพนักงาน Feeder และ Coater

จากตัวอย่างการจัดลำดับงานใหม่ของพนักงาน Feeder และพนักงาน Coater สามารถลดเวลาการทำงานของพนักงาน Coater จากเดิม 30 นาที ลดลงเหลือ 19 นาที

ในทางปฏิบัติยังไม่สามารถดำเนินการจัดลำดับงานตามนี้ได้ทันที เนื่องจากต้องรอการทดสอบจริงก่อน ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอผลการจัดลำดับงานใหม่ให้กับบริษัทกรณีศึกษาเพื่อพิจารณาในการปรับปรุงงานต่อไป

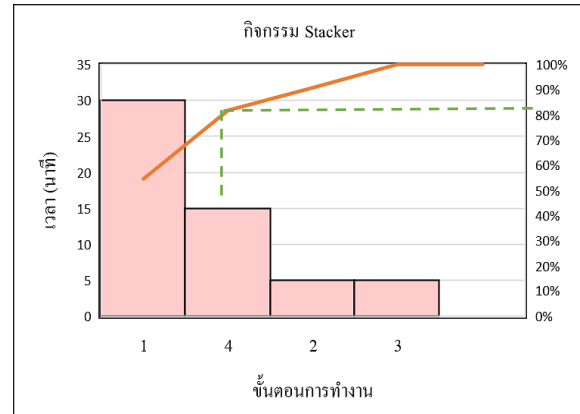
ผลการปรับปรุงในกิจกรรม Coater พบว่าสามารถลดเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตลงจากเดิม 79.45 นาที เหลือ 49.45 นาที คิดเป็นร้อยละ 37.76

4.3 การปรับปรุงในกิจกรรม Stacker

จากการวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการไหลของกิจกรรม Stacker (ดังรูปที่ 10) มีขั้นตอนการทำงาน 4 ขั้นตอน ใช้เวลารวม 55 นาที รูปที่ 11 แสดงแผนภูมิพาเรโตเรียงลำดับเวลาของแต่ละขั้นตอนจากมากไปน้อย จากหลักการของพาเรโต 80/20 พบว่าร้อยละ 80 ของเวลาปรับตั้งเครื่องจักรมาจากขั้นตอน 1 และ 4 ในงานวิจัยนี้จะพิจารณาขั้นตอนที่จะปรับปรุงก่อน โดยคำนึงถึงการทำงานของพนักงานที่สะดวกและรวดเร็วขึ้น

ประเภทการ Change Over		☐ Chang Over Large (ใหญ่)	วันที่ปฏิบัติ :								
Activity : Stacker		☐ Chang Over Middle (กลาง)	ผู้ปฏิบัติ :								
เวลาเริ่ม: เวลาสิ้นสุด:		☐ Chang Over Small (เล็ก)	ตำแหน่ง :								
เวลาเริ่ม: เวลาสิ้นสุด:		เวลาเริ่ม:	Line : LP7	Manpower (person) : 2							
No.	Work Element	Time (Minute)	Distance (meter)	OPERATION	TRANSPORT	INSPECT	DELAY	STORE	Internal = จำนวนเครื่องจักร		
				External = จำนวนเครื่องจักร							
				Mode = ความสูงของ							
				int	ext	ลดเวลา					
1	เตรียมขาไม้พาเลท	30		●	➡	□	□	▽	30		/
2	ปรับตั้งชุดจากประกอบแผ่นเหล็ก จุดที่ 1	5		●					5		
3	ปรับตั้งชุดจากประกอบแผ่นเหล็ก จุดที่ 2	5		●					5		
4	ขนย้ายพาเลทและตัว Support	15		●					15		
Total		4	55						55		

รูปที่ 10 แผนภูมิกระบวนการไหลของกิจกรรม Stacker



รูปที่ 11 แผนภูมิพาเรโตของกิจกรรม Stacker

ผู้วิจัยได้นำหลักการ ECRS มาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนที่ 1 การเตรียมไม้พาเลท ที่ใช้เวลา 30 นาที พนักงานจะนำไม้พาเลทเดิมที่ใช่วงลูกเหล็กในกระบวนการ Feeder มาใช้ซ้ำ และวางเก็บไว้ในพื้นที่ของกิจกรรม Stacker เพื่อเตรียมรองรับงาน แต่จำนวนไม้พาเลทมีไม่เพียงพอเนื่องจากใช้วางชิ้นงานที่ไม่ผ่านการตรวจสอบด้วย ทำให้พนักงานต้องเดินไปหาไม้พาเลทที่วางเก็บไว้บริเวณด้านหลังของโรงงานมาเสริม และบางครั้งไม้พาเลทที่มีอยู่ไม่ตรงกับขนาดของเหล็กซึ่งพนักงานจะต้องเสียเวลาตัดแปลงให้ตรงกับขนาดที่ต้องการ ผู้วิจัยจึงออกแบบ Store Pallet เพื่อใช้สำหรับไม้พาเลทในพื้นที่ของกิจกรรม Stacker (ทำให้ง่าย Simplify)

การออกแบบจะเริ่มต้นด้วยการสำรวจขนาดและปริมาณการใช้ไม้พาเลทของเครื่องพิมพ์ LP7 โดยรวบรวมข้อมูลการผลิตตั้งแต่เดือนธันวาคม 2565 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2566 ดังตารางที่ 2 พบว่ามีการใช้ไม้พาเลททั้งหมด 20 ขนาด

ตารางที่ 2 ปริมาณการใช้ไม้พาเลทของเครื่องพิมพ์ LP7

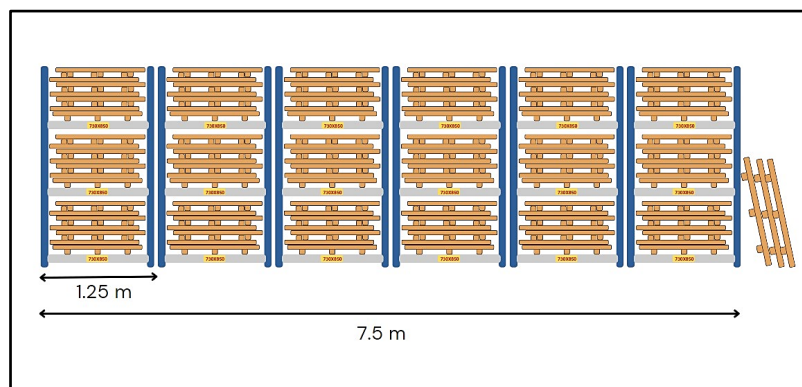
ขนาด		ปริมาณ												รวม
		ธันวาคม 2565				มกราคม 2566				กุมภาพันธ์ 2566				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	730 × 1038	3	-	-	-	1	-	12	4	16	14	-	13	63
2	730 × 850	6	5	19	5	-	5	9	37	4	44	-	53	187
3	730 × 950	-	5	-	-	-	16	-	-	-	7	-	13	41
4	780 × 850	1	1	-	9	-	-	1	2	2	2	-	-	18
5	780 × 942	-	18	18	-	-	9	6	17	5	-	32	-	105
6	805.2 × 803	-	-	19	-	-	17	-	28	-	26	-	-	90

ตารางที่ 2 ปริมาณการใช้ขาไม้พาเลทของเครื่องพิมพ์ LP7

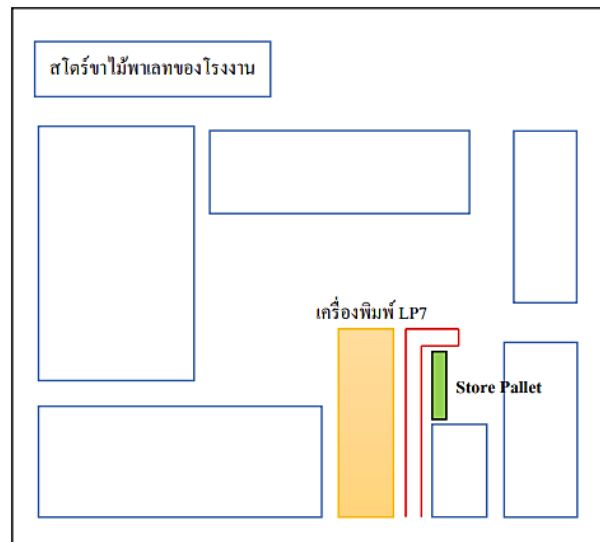
ขนาด		ปริมาณ												รวม
		ธันวาคม 2565				มกราคม 2566				กุมภาพันธ์ 2566				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
7	810 × 1038	1	7	1	-	2	2	11	1	18	8	-	5	56
8	820 × 1038	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	3
9	839 × 1038	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	11
10	833 × 1038	6	9	4	1	-	15	-	8	-	32	6	-	81
11	833 × 850	-	-	2	-	1	-	7	8	6	-	5	4	33
12	853 × 793	-	-	-	-	3	-	1	2	-	-	1	-	7
13	853 × 832	-	1	38	23	-	-	-	1	6	-	34	-	103
14	853 × 924	9	-	13	-	1	11	4	13	8	-	2	8	69
15	854 × 803	7	10	2	-	-	3	10	2	19	-	21	15	89
16	863 × 840	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	3
17	869 × 793	-	2	4	1	-	-	5	3	-	-	13	-	28
18	879 × 924	2	-	-	2	1	4	-	1	1	-	-	1	12
19	916 × 1038	-	-	1	-	-	-	2	1	-	-	-	-	4
20	919 × 969	-	3	6	-	-	-	4	1	10	-	-	11	35

การออกแบบ Store Pallet ให้สามารถจัดวางขาไม้พาเลท 20 ขนาด ปริมาณการสำรองที่เพียงพอต่อการใช้งานในแต่ละครั้ง พนักงานสามารถหยิบใช้งานได้สะดวก มีป้ายระบุขนาดของขาไม้พาเลทที่ชัดเจน ผู้วิจัยจะใช้ชั้นวางเดิมที่มีอยู่ ซึ่งถูกใช้วางงานตรวจแบบหรืองานงานตัวอย่าง มาเป็นชั้นวางขาไม้พาเลทแทน โดยชั้นวางมีขนาดกว้าง 1.25 เมตร สูง

2 เมตร แบ่งเป็น 3 ชั้น แต่ละชั้นใช้บรรจุขาไม้พาเลทได้ 7 อัน และสามารถวางขาไม้พาเลทได้ทุกขนาด ด้วยข้อจำกัดของพื้นที่ใช้งานของกิจกรรม Stacker จึงจัดเรียงชั้นวางได้เพียง 6 ชั้นวาง (ดังรูปที่ 12) และตำแหน่งที่จัดวางจะอยู่ใกล้เครื่องพิมพ์ LP7 ดังรูปที่ 13 เพื่อลดระยะทางและลดเวลาสูญเสียไปจากการเดินทางขาไม้พาเลท



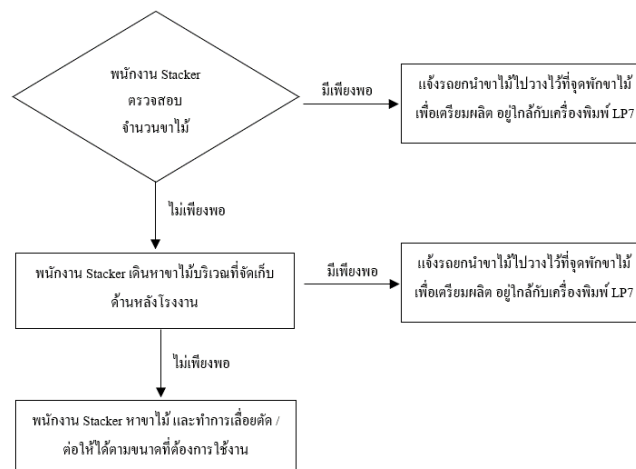
รูปที่ 12 การออกแบบ Store Pallet



รูปที่ 13 แผนผังแสดงตำแหน่งการจัดวาง Store Pallet

Store Pallet 6 ชั้นวาง จะใช้วางขาไม้พาเลท $6 \times 3 = 18$ ขนาด ซึ่งจะเลือกจากขนาดที่มีความถี่ในการใช้งานมากที่สุด ส่วนอีก 2 ขนาดที่มีความถี่ในการใช้งานน้อยที่สุดจะสามารถวางไว้บริเวณด้านข้างของชั้นวางได้ ผู้วิจัยได้จัดทำแนวปฏิบัติ

ในการเตรียมขาไม้พาเลทและเวียนแจ้งให้พนักงานของเครื่องพิมพ์ LP7 ทราบ โดยพนักงานสามารถหยิบใช้จากชั้นวาง Store Pallet ได้เลย หรือต้องไปเบิกจากสโตร์ขาไม้ในกรณีที่ใช้ขาไม้พาเลทที่มีไม่เพียงพอต่อการใช้งาน แสดงดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 แนวปฏิบัติในการเตรียมขาไม้พาเลท

จากการปรับปรุงขั้นตอนการเตรียมขาไม้พาเลทพบว่า Store Pallet ช่วยลดเวลาในการหาขาไม้พาเลทของพนักงาน Stacker ขณะทำการเปลี่ยนรุ่นการผลิต พนักงานไม่ต้องเสียเวลาทำการดัดแปลงขนาดขาไม้เอง พื้นที่การจัดวางมีความเป็นระเบียบมากขึ้น สามารถลดเวลาการเตรียมขาไม้พาเลทจากเดิม 30 นาที ลดลงเหลือ 5 นาที ผลการปรับปรุงในกิจกรรม Stacker พบว่าสามารถลดเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตลงจากเดิม 55 นาที เหลือ 30 นาที

คิดเป็นร้อยละ 45.45 และลดระยะทางไป-กลับสโตร์ขาไม้ด้านหลังโรงงาน 875 เมตรต่อเที่ยว

สำหรับกิจกรรม Feeder ที่ใช้เวลาเปลี่ยนรุ่นน้อยที่สุดคือ 6.30 นาที เมื่อวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิกระบวนการไหลพบว่า มี 4 ขั้นตอนการทำงาน ซึ่งมีการปฏิบัติงานที่เหมาะสมอยู่แล้ว

สรุปการปรับปรุงงานเพื่อลดเวลาเปลี่ยนรุ่นการผลิตในเครื่องพิมพ์ LP7 แสดงดังตารางที่ 3

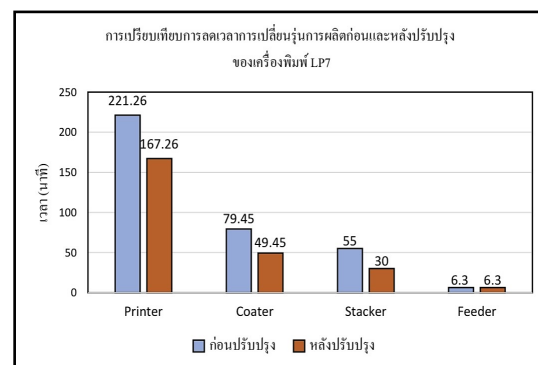
ตารางที่ 3 สรุปการปรับปรุงงานเพื่อลดเวลาเปลี่ยนรุ่นการผลิตในเครื่องพิมพ์ LP7

กิจกรรม	ขั้นตอนการทำงาน	เครื่องมือที่ใช้
Printer	เตรียมสีการผลิตตาม Key Sheet	เปลี่ยน Internal ไปเป็น External
	ดักสีออกจากรางหมึกพิมพ์	Simplify (อุปกรณ์เสริม)
	ล้างสีในรางหมึกพิมพ์	Simplify (อุปกรณ์ช่วย)
	ล้าง Plate งานเก่า	เปลี่ยน Internal ไปเป็น External
	เตรียมผ้ายางงานใหม่	เปลี่ยน Internal ไปเป็น External
Coater	เตรียม Lacquer ตาม Key Sheet	เปลี่ยน Internal ไปเป็น External
	จัดหาลูกยางตามขนาด	เปลี่ยน Internal ไปเป็น External
	ประกอบอุปกรณ์หัวอาบ	Rearrange (การสลับลำดับงาน)
Stacker	เตรียมขาไม้พาเลท	Simplify (Store pallet)

5. สรุปผล และข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตบรรจุภัณฑ์ประเภท โลหะนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตใน กระบวนการพิมพ์สี ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้เวลาในการ เปลี่ยนรุ่นการผลิตมากที่สุด ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลเวลาและ วิเคราะห์ด้วยแผนภูมิกระบวนการไหล หาแนวทางการ ปรับปรุงเพื่อลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นด้วยเทคนิคการลดเวลาใน การปรับตั้งเครื่องจักรและหลักการอีซีอาร์เอส พบว่ากิจกรรม ทั้ง 3 กิจกรรมของกระบวนการพิมพ์สีมีการปรับปรุงด้วยการ เปลี่ยนงานภายในเป็นงานภายนอก ทำให้งานบางขั้นตอนง่ายขึ้น ด้วยการใช้อุปกรณ์เสริมช่วยดักสีจากราง การใช้แผ่น พอยด์รองรางหมึก การจัดทำชั้นวางสำรอง และการจัดลำดับ งานใหม่ ผลการดำเนินงานหลังปรับปรุงของกิจกรรม Printer สามารถลดเวลาเปลี่ยนรุ่นการผลิตลงจากเดิม 221.26 นาที ลดลงเหลือ 167.26 นาที คิดเป็นร้อยละ 24.41 กิจกรรม Coater ลดเวลาจากเดิม 79.45 นาที ลดลงเหลือ 49.45 นาที คิดเป็น ร้อยละ 37.76 และกิจกรรม Stacker ลดเวลาจากเดิม 55 นาที ลดลงเหลือ 30 นาที คิดเป็นร้อยละ 45.45 ดังรูปที่ 15

งานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดในการสลับลำดับงานของ พนักงานที่ยังไม่มีทักษะความชำนาญกับงานใหม่ จึงได้ เสนอการจัดทำแผนการพัฒนาทักษะการทำงานเพื่อ สามารถทดแทนหรือหมุนเวียนตำแหน่งงานได้ รวมถึงการ นำแนวทางการปรับปรุงไปขยายผลกับเครื่องพิมพ์อื่นที่มี ลักษณะการทำงานคล้ายกัน



รูปที่ 15 การเปรียบเทียบผลปรับปรุงของเครื่องพิมพ์ LP7

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้บริหารและพนักงานของบริษัท ทัศนศึกษาที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] B. Silva and M. G. Filho, "Single-minute exchange of die (SMED): a state-of-the-art literature review," *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 102, pp. 4289–4307, 2019, doi: 10.1007/s00170-019-03484-w.
- [2] R. B. Ribeiro, J. D. Souza, A. Beluco, L. V. Biehl, J. L. B. Medeiros, F. Sporket, E. G. Rossini and F. A. D. D. Amaral, "Application of the single-minute exchange of die system to the CNC sector of a shoe mold company,"

- Cogent Engineering*, vol. 6, no. 1, pp. 1–11, 2019, doi: 10.1080/23311916.2019.1606376.
- [3] M. N. C. Ani and M. S. S. Shafei, “The effectiveness of the single minute exchange of die (SMED) technique for the productivity improvement,” *Applied Mechanics and Materials*, vol. 465–466, pp. 1144–1148, 2014, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.465-466.1144.
- [4] A. Silva, J. C. Sá, G. Santos, F. J. G. Silva, L. P. Ferreira and M. T. Pereira, “Implementation of SMED in a cutting line,” *Procedia Manufacturing*, vol. 51, pp. 1355–1362, 2020, doi: 10.1016/j.promfg.2020.10.189.
- [5] R. Gavali, S. Chavan and G. G. Dongre, “Set-up time reduction of a manufacturing line using SMED technique,” *International Research Journal of Engineering and Technology*, vol. 3, no. 7, pp. 1748–1750, 2016.
- [6] K. Chokpaiboon and T. Kiatcharoenpol, “Reduction of machine set-up time of printing process by using lean technique,” in *Proc. National Conference of Industrial Engineering Network*, Phetchaburi, Thailand, Oct. 17–19, 2012, pp. 261–265.
- [7] M. Sugarindra, M. Ikhwan and M. R. Suryoputro, “Single minute exchange of dies as the solution on setup processes optimization by decreasing changeover time, a case study in automotive part industry,” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 598, 2019, Art. no. 012026, doi: 10.1088/1757-899X/598/1/012026.
- [8] B. M. Deros, D. Mohamad, M. H. M. Idris, M. N. A. Rahman, J. A. Ghani and A. R. Ismail, “Setup time reduction in an automotive battery assembly line,” *Applied Science and Engineering Progress*, vol. 4, no. 2, pp. 9–13, 2011.
- [9] H. Kedziora and J. Trojanowska, “Application of single minute exchange of die tool in a food industry company to eliminate waste,” *MATEC Web of Conferences*, vol. 343, 2021, Art. no. 02007, doi: 10.1051/mateconf/202134302007.
- [10] H. Kelendar and M. Mohammed, “Lean and the ECRS principle: developing a framework to minimise waste in healthcare sectors,” *International Journal of Public Health and Clinical Sciences*, vol. 7, no. 3, pp. 98–110, 2020.
- [11] D. Sindhuja, N. G. Mohandas and P. Madhumathi, “Redesigning of horn assembly line using ECRS principles,” *International Journal of Engineering and Innovative Technology*, vol. 1, no. 3, pp. 214–217, 2012.
- [12] C. Kasemset, P. Pinmanee and P. Umarin, “Application of ECRS and simulation techniques in bottleneck identification and improvement: a paper package factory,” in *Proc. Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference*, Jeju, Korea, Oct. 12–15, 2014, pp. 1477–1484.
- [13] M. Kittiyankajon, “Waste Reduction of Roasted Peanuts Packing Production Line: An Application of Line Balancing and ECRS Techniques,” *Journal of Engineering and Innovation*, vol. 15, no. 1, pp. 11–22, 2022.
- [14] V. Phakphonhamin, “Research kaizen of standardized work analysis with motion study by time prism software (case study: textile industry),” *TNI Journal of Engineering and Technology*, vol. 7, no. 1, pp. 65–72, 2019.
- [15] T. Heebgaew and A. SomSud, “Machine Setup Time Reduction to Increase the Efficiency in Production,” in *Proc. National Conference of Industrial Engineering Network*, Ubon Ratchathani, Thailand, Jul. 23–26, 2018, pp. 1015–1020.
- [16] T. Rattanakool, K. Pochana, T. Ratanawilai and K. Sukkajang, “Setup Time Reducing of Off-Set Printing Machine in Dispenser Box Plant,” in *Proc. National Conference of Industrial Engineering Network*, Phetchaburi, Thailand, Oct. 17–19, 2012., pp. 440–445.