

การลดเวลาในการปรับตั้งแม่พิมพ์ ในกระบวนการอัดขึ้นรูปร้อน

พรลภัส เลิศศักดิ์วานิช^{1*} และประจวบ กล่อมจิตร²

lerdsakwanich.pas@gmail.com^{1*}, prachuab12326@gmail.com²

¹⁻² ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

Received : 18-Feb-2020
Revised : 10-Apr-2020
Accepted : 02-Jun-2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาและปรับปรุงการปรับตั้งแม่พิมพ์ในกระบวนการอัดขึ้นรูปร้อนของโรงงานผู้ผลิตดีสก์เบรกรถยนต์ ซึ่งรูปทรงของดีสก์เบรคมีความหลากหลายตามรุ่นของรถ ทำให้ในการผลิตต้องมีการปรับตั้งแม่พิมพ์ จากการศึกษากระบวนการอัดขึ้นรูปร้อนมีการเปลี่ยนรุ่นการผลิตเฉลี่ย 15 ครั้งต่อวัน และใช้เวลาในการปรับตั้งเครื่องนานที่สุด จึงศึกษาขั้นตอนปรับตั้งแม่พิมพ์ด้วยหลักการศึกษางานและจับเวลาการทำงานโดยใช้วิธีการศึกษาเวลาโดยตรง และวิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงด้วยเทคนิคการเปลี่ยนแม่พิมพ์อย่างรวดเร็ว (Single Minute Exchange of Die: SMED) ร่วมกับหลักการตั้งคำถาม 5W1H พบว่ามีขั้นตอนที่สามารถทำได้ในขณะเครื่องจักรทำงาน จำนวน 6 ขั้นตอน แบ่งเป็นขั้นตอนที่ไม่เพิ่มคุณค่า จำนวน 1 ขั้นตอน และเป็นขั้นตอนที่ไม่เพิ่มคุณค่าแต่จำเป็นต้องมี จำนวน 5 ขั้นตอน นอกจากนี้เวลาร้อยละ 70 ของการปรับตั้งแม่พิมพ์ถูกใช้ไปกับขั้นตอนในการถอดแม่พิมพ์ชุดเก่าและติดตั้งแม่พิมพ์ชุดใหม่ งานวิจัยนี้จึงนำหลักการ ECRS มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงงานสามารถลดขั้นตอนการทำงานจากเดิม 10 ขั้นตอน เหลือ 6 ขั้นตอน ใช้เวลาเฉลี่ยลดลงจากเดิม 946.2 วินาที เหลือเพียง 492.8 วินาที คิดเป็นลดลง 52% จากนั้นคำนวณหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมของการจับเวลาและตรวจสอบการกระจายของข้อมูลด้วยโปรแกรมมินิแทปที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และระดับความคลาดเคลื่อน $\pm 5\%$ ผลการคำนวณพบว่าจำนวนรอบการจับเวลาเบื้องต้น 30 ครั้ง มีความเหมาะสมแล้วและข้อมูลมีการกระจายแบบปกติทำให้ค่าเวลาเฉลี่ยสามารถเป็นตัวแทนของชุดข้อมูลได้ จึงสรุปได้ว่าเวลาเฉลี่ยรวมหลังปรับปรุงมีค่าลดลงและอยู่ในเกณฑ์ที่บริษัทกำหนดไว้

คำสำคัญ: การลดเวลา แนวคิด SMED หลักการ ECRS เวลาการปรับตั้งแม่พิมพ์

Setup Time Reduction for Hot Pressing Mold Changeover

Ponlapas Lerdsakwanich^{1*} and Prachuab Klomjit²
lerdsakwanich.pas@gmail.com^{1*}, prachuab12326@gmail.com²

^{1,2} Department of Industrial Engineering and Management, Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University

Received	: 18-Feb-2020
Revised	: 10-Apr-2020
Accepted	: 02-Jun-2020

Abstract

This research aims to reduce setup time and to improve the mold changeover process in disc brake manufacturer. Certainly, the shape of the disc brakes varies according to the car model. That is why the production is required to include mold changeover process. The research findings indicate that mold changeover has an average of 15 times a day in the hot-pressing process which takes the longest time to set up the machine. As the researchers, we performed examination on the procedures and time spent on mold changeover by work and direct time study principles and analyzed the ways to improve the processes by applying the SMED concept with 5W1H questions. The study found that there are 6 activities that can be taken while the machine is operating that including 1 non-value added (NVA) activity and 5 necessities but non-value added (NNVA) activities. In addition, approximately 70 percent of overall setup time was spent on uninstallation of the old mold and reinstallation of the new one. Therefore, this study applied the ECRS principles to improve activity for mold changeover. As a result, the activities have been reduced from 10 activities to 6 activities while the setup time has plummeted from 946.2 seconds to 492.8 seconds, which resulted in 52 percent decrease in setup time. After performing calculations on the optimal number of times and assessment of the normality of data by Minitab at the confidence level of 95% and the tolerance of $\pm 5\%$, the results show that the number of basic laps in the 30 timings is appropriate and the data has a normal distribution. The average time of data can be representative of the group. Therefore, after the process improvement, the total average time is considerably decreased and is compliant with the standard of company.

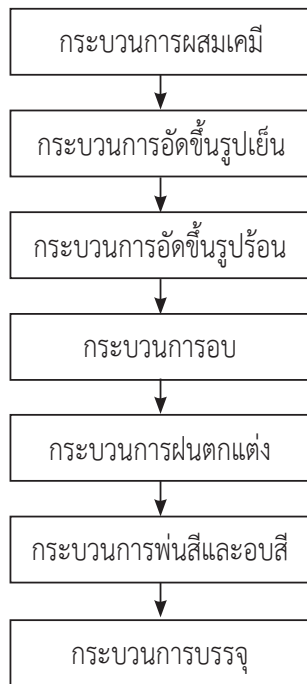
Keywords: Time Reduction, Single Minute Exchange of Die (SMED), ECRS, Setup Time.

1. บทนำ

อุตสาหกรรมยานยนต์ไทยมีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ เนื่องจากไทยเป็นฐานการผลิตขนาดใหญ่ที่สำคัญก่อให้เกิดการจ้างงานเป็นจำนวนมาก พร้อมทั้งเป็นอุตสาหกรรมที่สามารถหารายได้เข้าสู่ประเทศ ซึ่งการเติบโตของอุตสาหกรรมยานยนต์นั้นส่วนหนึ่งได้รับการสนับสนุนมาจากอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ไทย แต่สถานการณ์ในสภาวะปัจจุบันของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ไทยต้องเผชิญกับการแข่งขันทางธุรกิจที่รุนแรงขึ้น [1] โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากประเทศคู่แข่งที่มีความได้เปรียบทางด้านต้นทุนที่อยู่ในระดับต่ำกว่าเข้ามาชิงส่วนแบ่งทางการตลาด ทำให้ลูกค้ามีทางเลือกในการซื้อสินค้ามากขึ้น บริษัทจึงต้องเพิ่มศักยภาพในการแข่งขัน ดังนั้นระบบการผลิตที่สามารถลดต้นทุน ลดความสูญเสียและความสูญเสียโอกาสทางการผลิต จะทำให้บริษัทสามารถปรับตัวและอยู่รอดได้พร้อมตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมุ่งเน้นที่หลักการ 3 อย่าง ได้แก่ หลักการที่ 1 คือ การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) หลักการที่ 2 คือ การสร้างคุณค่าเพิ่ม (Value Added Creation) เป็นการจำแนกและกำจัดความสูญเสียโดยจำแนกกิจกรรมออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ กิจกรรมเพิ่มคุณค่า (Value Added: VA) กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non Value Added: NVA) และกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าแต่จำเป็นต้องทำ (Necessary but Non Value Added: NNVA) เพื่อกำจัดความสูญเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งมีลักษณะ 7 ประการ คือ การผลิตมากเกินไป การรอคอย การขนย้าย กระบวนการที่ไม่เหมาะสม การเก็บวัสดุคงคลัง การเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น และของเสีย หลักการที่ 3 คือ การมุ่งเน้นที่ลูกค้า หมายถึง ผลิตตามความพึงพอใจของลูกค้า ซึ่งมีปรัชญาในการผลิตแบบลีน คือ การเพิ่มคุณภาพและส่งมอบสินค้าที่มีต้นทุนต่ำ โดยมีเป้าหมายพื้นฐาน คือ ลดเวลาการผลิตและจัดเตรียมทรัพยากรให้สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงคำสั่งซื้อของลูกค้าได้ด้วยระดับสินค้าคงคลังที่ต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ [2] ซึ่งมีนักวิจัยหลายท่านที่ได้ทำการศึกษาและปรับปรุงกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น โดยประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม ได้แก่ การใช้เทคนิคศึกษาเวลา

และการเคลื่อนไหวที่นำไปใช้ในกระบวนการทดสอบความดันระยะสั้นของท่อพีวีซีแข็งของโรงงานผลิตท่อพีวีซีแห่งหนึ่ง เพื่อกำจัดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นออกไป [3] รวมไปถึงหลักการศึกษาวិธีการทำงาน หลักการศึกษาเวลา และหลักการความสูญเสียเปล่า 7 ประการ เพื่อศึกษารวบรวมข้อมูลและจำแนกความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นในสายการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ที่มีขั้นตอนการผลิตที่ซับซ้อนและใช้เวลานาน [4] นอกจากนี้ยังมีการใช้แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) ในการศึกษาการทำงานเพื่อวิเคราะห์หาขั้นตอนหรือวิธีการใดที่ก่อให้เกิดความสูญเสียเปล่าขึ้นในกระบวนการผลิต และใช้ร่วมกับแนวคิดการปรับตั้งเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (Single-Minute Exchange of Dies, SMED) เพื่อลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรหรือแม่พิมพ์ ซึ่งแนวคิดนี้มีนักวิจัยหลายท่านได้นำไปประยุกต์ใช้ในสายการผลิตต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข [5,6,7] ทั้งนี้ยังมีหลักการปรับปรุงของกระบวนการผลิตที่นิยมนำมาใช้ คือ หลักการ ECRS ได้แก่ การกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และการทำให้ง่าย (Simplify) เช่น การออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน [8] การลดขั้นตอนการผลิต ลดจำนวนคนและยุบรวมขั้นตอนที่เหมือนกันในแม่พิมพ์เดียวกัน [9] เป็นหลักการในการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นในการทำงาน อย่างไรก็ตามยังมีงานวิจัยที่ทำการศึกษาและปรับปรุงเวลาในการทำงาน เพื่อนำไปสู่การศึกษาเวลาและหาเวลามาตรฐานในการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก และในการติดตั้งแม่พิมพ์ของบริษัทผลิตถุงพลาสติกอีกด้วย [10,11]

บริษัทในกรณีศึกษาเป็นผู้ผลิตในอุตสาหกรรมเบรกรถยนต์ มีผลิตภัณฑ์ 3 ประเภท ได้แก่ ดิสก์เบรก ก้ามเบรก และผ้าเบรก ซึ่งสายการผลิตที่จะทำการศึกษาและปรับปรุงแก้ไขเป็นสายผลิตที่ผลิตผลิตภัณฑ์หลักของบริษัทและต้องการเพิ่มกำลังการผลิต คือ สายการผลิตดิสก์เบรก เนื่องจากดิสก์เบรกมีตลาดขนาดใหญ่เป็นส่วนประกอบของรถในหลายประเภท ได้แก่ รถเก๋ง รถกระบะ และรถตู้ บริษัทจึงมีกลยุทธ์ที่จะขายดิสก์เบรกให้ครอบคลุมต่อความต้องการของตลาด สายการผลิตนี้จึงมีจำนวนรุ่นการผลิตมากที่สุด โดยการผลิตดิสก์เบรกมี 7 กระบวนการผลิตหลัก ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กระบวนการผลิตดิสก์เบรก

ซึ่งดิสก์เบรกของรถแต่ละรุ่นจะมีรูปร่างและลักษณะที่แตกต่างกันไป ทำให้ในแต่ละกระบวนการหากมีการเปลี่ยนรุ่นการผลิตจะต้องมีการปรับตั้งค่าตามเงื่อนไขการผลิต ซึ่งกระบวนการผลิตที่เลือกมาศึกษา คือ กระบวนการอัดขึ้นรูปร้อน เนื่องจากมีการเปลี่ยนรุ่นการผลิตบ่อยครั้งและใช้เวลาปรับตั้งค่าเครื่องจักรนานที่สุด ซึ่งการเปลี่ยนรุ่นการผลิต หมายถึง การเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ชุดใหม่ ผู้วิจัยพบปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการอัดขึ้นรูปร้อน จากข้อมูลเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม 2562 พบว่ามีการเปลี่ยนรุ่นการผลิตจำนวนเฉลี่ย 15 ครั้งต่อวัน และมีการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของเครื่องพิมพ์ร้อนในช่วงเวลาเดียวกันบ่อยครั้งทำให้เกิดการรอคอยขึ้นเป็นความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเวลาในการปรับตั้งแม่พิมพ์ของกระบวนการอัดขึ้นรูปร้อน และหาแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งแม่พิมพ์จะทำให้บริษัทมีกระบวนการผลิตที่พร้อมตอบสนองความต้องการที่หลากหลายขึ้นของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาเวลาที่ใช้ในการติดตั้งแม่พิมพ์เมื่อมีการเปลี่ยนรุ่นการผลิต เป็นการศึกษาเพื่อลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ โดยมีแนวทางในการดำเนินการวิจัยตามหลักการห้าข้อซึ่งเป็นวิธีการเชิงระบบ (System approach) และประยุกต์ใช้ตามแบบวงจรคุณภาพของเดมมิง โดยการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้มีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การสำรวจสภาพปัจจุบันของปัญหา เป็นการศึกษาและเก็บข้อมูลจากสภาพการทำงานจริงของพนักงานในปัจจุบัน ซึ่งใช้หลักการศึกษางาน (Work Study) เพื่อทำการศึกษารายละเอียดและเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งแม่พิมพ์เมื่อมีการเปลี่ยนรุ่นการผลิต บันทึกเวลาเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนลงในแผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) โดยเวลาเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละขั้นตอนย่อยเป็นข้อมูลเบื้องต้นจากการใช้วิธีจับเวลาโดยตรงทั้งหมด 30 ครั้ง จากนั้นทำการคำนวณหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการจับเวลา [12] จากสมการที่ (1) และดำเนินการตรวจสอบว่าข้อมูลทั้งหมดมีการกระจายตัวแบบปกติ (Normal Distribution) ด้วยโปรแกรมมินิแทป (Minitab)

$$N = \left[40 \frac{\sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}}{\sum_{i=1}^n x_i} \right]^2 \quad (1)$$

โดย N = จำนวนรอบที่เหมาะสมในการจับเวลาที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และระดับความคลาดเคลื่อน $\pm 5\%$

n = จำนวนรอบในการจับเวลาเบื้องต้น

x_i = ค่าเวลาที่อ่านได้ของแต่ละขั้นตอน

2.2 การวิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาแนวทางปรับปรุงแก้ไข เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาว่าขั้นตอนใดที่ก่อให้เกิดความสูญเสียในการทำงานและหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขต่อไป โดยทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเปลี่ยนแม่พิมพ์อย่างรวดเร็ว (Single Minute Exchange of Die: SMED) ร่วมกับหลักการ 5W1H ซึ่งมีทั้งหมด 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 เป็นการวิเคราะห์

เพื่อแยกขั้นตอนการทำงานออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทที่ 1 เป็นขั้นตอนการทำงานที่จำเป็นต้องหยุดเครื่องจักรเท่านั้น (งานใน) และประเภทที่ 2 เป็นขั้นตอนการทำงานที่สามารถทำได้โดยไม่จำเป็นต้องหยุดเครื่องจักร (งานนอก) ขั้นตอนที่ 2 เป็นการวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานที่จำเป็นต้องหยุดเครื่องจักรเท่านั้นว่าสามารถเปลี่ยนแปลงให้เป็นขั้นตอนงานที่ทำได้โดยไม่จำเป็นต้องหยุดเครื่องจักรหรือไม่ เพื่อลดเวลารวมที่ใช้ให้น้อยลง ขั้นตอนที่ 3 เป็นการวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานทั้ง 2 ประเภท เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงที่ทำให้เวลาในแต่ละขั้นตอนเร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

2.3 การปรับปรุงแก้ไขในกระบวนการ เป็นการนำแนวทางที่ได้จากการคิดวิเคราะห์โดยประยุกต์ใช้หลักการ ECRS มาดำเนินการปรับปรุงและปรับใช้ในการทำงานจริงของพนักงาน

2.4 การประเมินและสรุปผลการดำเนินงานปรับปรุง เป็นการเปรียบเทียบผลของเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งแม่พิมพ์ก่อนและหลังการปรับปรุงว่ามีผลแตกต่างกันอย่างไร ถ้าเวลาที่อ่านค่าได้หลังจากการปรับปรุงไม่ลดลง แต่ดำเนินการทุกกิจกรรมครบถ้วนตามแผนแนวทางการปรับปรุงแล้ว ต้องทำการวิเคราะห์ซ้ำเพื่อหาแนวทางใหม่ในการปรับปรุง แต่หากเวลาที่อ่านค่าได้หลังการปรับปรุงมีค่าลดลงแล้วจึงนำไปจัดทำมาตรฐานการทำงานต่อไป

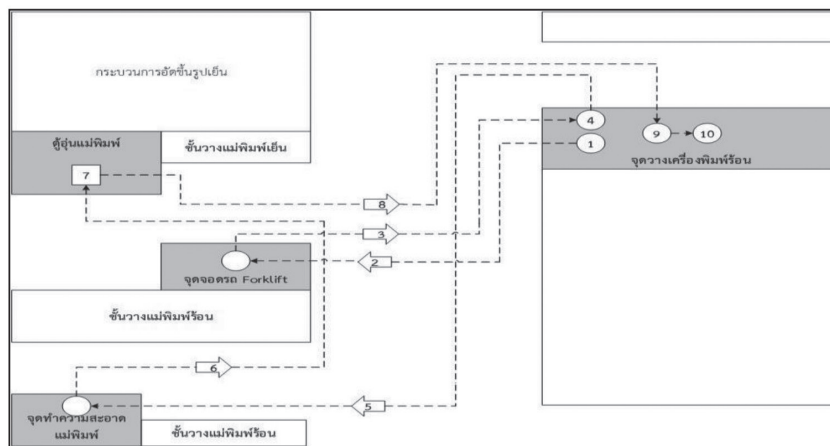
3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการสำรวจสภาพปัจจุบันของปัญหา โดยใช้หลักการศึกษางาน (Work Study) และทำการจับเวลาเบื้องต้นทั้งหมด 30 ครั้ง บันทึกการทำงานโดยใช้แผนภูมิกระบวนการไหล ซึ่งมีผลการศึกษาดังตารางที่ 1 พบว่ามีขั้นตอนของการปรับตั้งแม่พิมพ์ในปัจจุบันทั้งหมด 10 ขั้นตอน ใช้เวลาเฉลี่ยรวม 946.2 วินาที โดยมี 5 ขั้นตอนที่พนักงานมีการเคลื่อนที่คิดเป็นระยะทาง 134.28 เมตร ทั้งนี้เส้นทางในการเคลื่อนที่ของลำดับงานที่ 2 กับ 3 ใช้เส้นทางเดิมแต่ต่างกัน ในวิธีการ กล่าวคือ ขั้นตอนของงานลำดับที่ 2 ใช้วิธีการเดิน และขั้นตอนของงานลำดับที่ 3 ใช้วิธีการขับรถ ซึ่งเป็นการไปและกลับมาที่จุดเดิม ดังรูปที่ 2

3.2 ผลการวิเคราะห์ปัญหาพร้อมแนวทางปรับปรุงแก้ไข ซึ่งวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเปลี่ยนแม่พิมพ์อย่างรวดเร็ว (Single Minute Exchange of Die: SMED) ผ่านการวิเคราะห์ทั้งหมด 3 ขั้นตอน ซึ่งขั้นตอนแรกทำการวิเคราะห์เพื่อแยกประเภทขั้นตอนการปรับตั้งแม่พิมพ์ที่ทำให้ขณะเครื่องจักรทำงาน (งานนอก) ออกจากขั้นตอนที่ทำได้ขณะเครื่องจักรหยุดทำงานเท่านั้น (งานใน) เพื่อลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออก การวิเคราะห์สามารถแสดงได้ ดังตารางที่ 1 ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ เพื่อแยกประเภทขั้นตอนการปรับตั้งแม่พิมพ์ พบว่า มีขั้นตอนการทำงานที่จัดอยู่ในประเภทที่ 1 คือ งานในจำนวน 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ถอดแม่พิมพ์ชุดเก่า 4) นำแม่พิมพ์ชุดเก่าวางบนรถยก 9) นำแม่พิมพ์ชุดใหม่วางบนแท่นที่เครื่องพิมพ์ร้อน และ 10) ติดตั้งแม่พิมพ์ใหม่ ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้จะดำเนินงานได้ตอนเครื่องจักรหยุดทำงานเท่านั้น

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการปรับตั้งแม่พิมพ์ก่อนปรับปรุง

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	สัญลักษณ์กิจกรรม	แยกประเภทขั้นตอน		ระยะทาง (เมตร)	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
		○ ➡ □ ▢ ▽	งานใน	งานนอก			
1	ถอดแม่พิมพ์ชุดเก่า	● ➡ □ ▢ ▽	/		-	197.4	0.43
2	เดินไปยังจุดจอดรถยก	○ ➡ □ ▢ ▽		/	19.30	37.2	0.03
3	ขับรถยกไปที่เครื่องพิมพ์รีออน	○ ➡ □ ▢ ▽		/	19.30	42.0	0.02
4	นำแม่พิมพ์ชุดเก่าวางบนรถ	● ➡ □ ▢ ▽	/		-	9.6	0.03
5	ขับรถไปจุดทำความสะอาดแม่พิมพ์	○ ➡ □ ▢ ▽		/	38.54	50.4	0.12
6	ขับรถยกไปตู้อุ่นแม่พิมพ์	○ ➡ □ ▢ ▽		/	33.04	14.4	0.03
7	ดูตารางเปลี่ยนแม่พิมพ์	○ ➡ □ ▢ ▽		/	-	30.6	0.10
8	ขับรถยกนำแม่พิมพ์ชุดใหม่มาที่เครื่องพิมพ์รีออน	○ ➡ □ ▢ ▽		/	24.10	88.8	0.04
9	นำแม่พิมพ์ชุดใหม่วางบนแท่นที่เครื่องพิมพ์รีออน	● ➡ □ ▢ ▽	/		-	11.4	0.01
10	ติดตั้งแม่พิมพ์ชุดใหม่	● ➡ □ ▢ ▽	/		-	464.4	0.43
รวม					134.28	946.2	



รูปที่ 2 ตำแหน่งและเส้นทางในการเคลื่อนย้าย

และไม่สามารถแปลงไปเป็นขั้นตอนการทำงานประเภทที่ 2 หรืองานนอกได้ และมีขั้นตอนการทำงานที่จัดอยู่ในประเภทที่ 2 คือ งานนอก จำนวน 6 ขั้นตอน ซึ่งสามารถทำได้ในขณะที่เครื่องจักรทำงานและจากการวิเคราะห์ด้วยหลักการตั้งคำถาม 5W1H ดังตารางที่ 2-7 พบว่ามี 2 ขั้นตอน ได้แก่ 2) เดินไปยังจุดจอดรถยก และ 3) ขับรถยกไปที่เครื่องพิมพ์รีออน จากการตั้งคำถามทำให้ทราบว่าทั้ง 2 ขั้นตอนนี้มีจุดประสงค์เดียวกัน คือ เพื่อใช้รถยกนำแม่พิมพ์ชุดเก่าออกจากเครื่องพิมพ์รีออนเท่านั้น ซึ่งเป็นขั้นตอนที่มีเส้นทางไปและกลับมาที่เครื่องพิมพ์รีออนเครื่องเดิม จึงสามารถจัดเตรียม

รถยกมาที่เครื่องพิมพ์รีออนได้ล่วงหน้า รวมไปถึงขั้นตอนลำดับที่ 7 ดูตารางเปลี่ยนแม่พิมพ์เพื่อเปิดช่องอุ่นแม่พิมพ์ได้ถูกต้อง เป็นลักษณะงานเพื่อการตรวจสอบซึ่งสามารถจัดเตรียมไว้ล่วงหน้าได้เช่นกัน และมี 3 ขั้นตอน ได้แก่ ลำดับที่ 5, 6, และ 8 มีลักษณะการทำงานที่ต้องทำต่อเนื่องกันไปตามลำดับเพื่อเคลื่อนย้ายแม่พิมพ์ชุดเก่าและชุดใหม่ เพราะมีข้อจำกัดในเรื่องทรัพยากรด้านคนงานและรถยก จึงจำเป็นที่จะต้องดำเนินงานโดยใช้เส้นทางนี้ ทำให้มีระยะทางในการเคลื่อนที่มาก แม้ว่าจะไม่เพิ่มคุณค่าแต่เป็นขั้นตอนที่จำเป็นต้องมี

ตารางที่ 2 ขั้นตอนที่ 2 เดินไปยังจุดจอตrolley

คำถาม 5W1H	คำตอบ
ทำอะไร (What) ทำไม (Why)	- เดินไปยังจุดจอตrolley - เพื่อใช้รอกยกน้ำแม่พิมพ์ชุดเก่าออกจากเครื่องพิมพ์ร้อน
ทำที่ไหน (Where) ทำไม (Why)	- บริเวณจุดจอตrolley - รอกจอตอยู่ที่นี่
ทำเมื่อไหร่ (When) ทำไม (Why)	- หลังจากถอดแม่พิมพ์ชุดเก่าเสร็จสิ้น - ไม่ได้จัดเตรียมไว้ก่อน
ใครทำ (Who) ทำไม (Why)	- พนักงานทีมเปลี่ยนแม่พิมพ์ - มีทักษะในการขับรอกขนย้ายแม่พิมพ์
ทำอะไร (How) ทำไม (Why)	- เดินจากบริเวณเครื่องพิมพ์ร้อนที่ทำการถอดแม่พิมพ์ชุดเก่าไปยังจุดจอตrolley - ใช้วิธีนี้มานาน

ตารางที่ 3 ขั้นตอนที่ 3 ขับรอกไปที่เครื่องพิมพ์ร้อน

คำถาม 5W1H	คำตอบ
ทำอะไร (What) ทำไม (Why)	- ขับรอกไปที่เครื่องพิมพ์ร้อน - เพื่อใช้รอกยกน้ำแม่พิมพ์ชุดเก่าออกจากเครื่องพิมพ์ร้อน
ทำที่ไหน (Where) ทำไม (Why)	- ด้านหน้าเครื่องพิมพ์ร้อน - แม่พิมพ์ชุดเก่าอยู่บนแท่นของเครื่องพิมพ์ร้อน
ทำเมื่อไหร่ (When) ทำไม (Why)	- หลังจากถอดแม่พิมพ์ชุดเก่าเสร็จสิ้น - ไม่ได้จัดเตรียมไว้ก่อน
ใครทำ (Who) ทำไม (Why)	- พนักงานทีมเปลี่ยนแม่พิมพ์ - มีทักษะในการขับรอกขนย้ายแม่พิมพ์
ทำอะไร (How) ทำไม (Why)	- ขับรอกจากจุดจอตrolleyไปยังเครื่องพิมพ์ร้อนที่ทำการถอดแม่พิมพ์ชุดเก่าไว้ - เพราะรอกสามารถรับน้ำหนักแม่พิมพ์ได้และเส้นทางนี้เหมาะสมต่อการขนย้ายแล้ว

ตารางที่ 4 ขั้นตอนที่ 5 ขับรอกไปที่จุดทำความสะอาดแม่พิมพ์

คำถาม 5W1H	คำตอบ
ทำอะไร (What) ทำไม (Why)	- ขับรอกไปที่จุดทำความสะอาดแม่พิมพ์ - เพื่อส่งต่อให้ทีมทำความสะอาดแม่พิมพ์
ทำที่ไหน (Where) ทำไม (Why)	- บริเวณจุดทำความสะอาด - เพราะมีอุปกรณ์และทีมที่พร้อมทำความสะอาดแม่พิมพ์
ทำเมื่อไหร่ (When) ทำไม (Why)	- หลังจากนำแม่พิมพ์ชุดเก่าออกจากเครื่องพิมพ์ร้อน - เพราะต้องทำความสะอาดแม่พิมพ์หลังใช้งานทุกครั้ง
ใครทำ (Who) ทำไม (Why)	- พนักงานทีมเปลี่ยนแม่พิมพ์ - มีทักษะในการขับรอกขนย้ายแม่พิมพ์
ทำอะไร (How) ทำไม (Why)	- ขับรอกจากบริเวณเครื่องพิมพ์ร้อนไปยังจุดทำความสะอาดแม่พิมพ์ - เพราะรอกสามารถรับน้ำหนักแม่พิมพ์ได้และเส้นทางนี้เหมาะสมต่อการขนย้ายแล้ว

ตารางที่ 5 ขั้นตอนที่ 6 ขับรอกไปที่ตู้อุ่นแม่พิมพ์

คำถาม 5W1H	คำตอบ
ทำอะไร (What) ทำไม (Why)	- ขับรอกไปที่ตู้อุ่นแม่พิมพ์ - เพื่อเตรียมน้ำแม่พิมพ์ชุดใหม่ออกจากตู้อุ่น
ทำที่ไหน (Where) ทำไม (Why)	- บริเวณตู้อุ่นแม่พิมพ์ - แม่พิมพ์ชุดใหม่อยู่ที่นี่
ทำเมื่อไหร่ (When) ทำไม (Why)	- หลังจากนำแม่พิมพ์ชุดเก่าไปวางที่จุดทำความสะอาด - เพราะรอกสามารถรับแม่พิมพ์ได้ทีละชุด
ใครทำ (Who) ทำไม (Why)	- พนักงานทีมเปลี่ยนแม่พิมพ์ - มีทักษะในการขับรอกขนย้ายแม่พิมพ์
ทำอะไร (How) ทำไม (Why)	- ขับรอกจากบริเวณจุดทำความสะอาดแม่พิมพ์ไปยังบริเวณตู้อุ่นแม่พิมพ์ - เพราะรอกสามารถรับน้ำหนักแม่พิมพ์ได้ทีละชุดและเส้นทางนี้เหมาะสมต่อการขนย้ายแล้ว

ตารางที่ 6 ขั้นตอนที่ 7 ดูตารางเปลี่ยนแม่พิมพ์

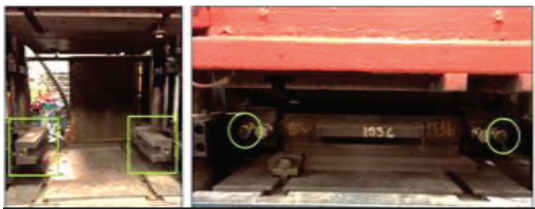
คำถาม 5W1H	คำตอบ
ทำอะไร (What) ทำไม (Why)	- ดูตารางเปลี่ยนแม่พิมพ์ - เพื่อตรวจสอบรหัสแม่พิมพ์ว่าเป็นแม่พิมพ์ชุดใหม่ที่จะใช้ในการติดตั้ง
ทำที่ไหน (Where) ทำไม (Why)	- ด้านข้างของตู้อุ่นแม่พิมพ์ - ตารางเปลี่ยนแม่พิมพ์อยู่ที่นี่
ทำเมื่อไหร่ (When) ทำไม (Why)	- หลังจากนำแม่พิมพ์ชุดเก่าไปวางที่จุดทำความสะอาด - ไม่ได้ตรวจสอบไว้ล่วงหน้า
ใครทำ (Who) ทำไม (Why)	- พนักงานทีมเปลี่ยนแม่พิมพ์ - มีความเข้าใจในการดูตารางเปลี่ยนแม่พิมพ์และชำนาญในการตรวจสอบ
ทำอะไร (How) ทำไม (Why)	- ดูว่ารหัสแม่พิมพ์ชุดใดที่ใช้ในการติดตั้งจากตารางเปลี่ยนแม่พิมพ์ - เพราะในตู้อุ่นมีแม่พิมพ์หลายชุด ซึ่งมีรหัสต่างกัน

ตารางที่ 7 ขั้นตอนที่ 8 ขับรอกยกน้ำแม่พิมพ์ชุดใหม่มาที่เครื่องพิมพ์ร้อน

คำถาม 5W1H	คำตอบ
ทำอะไร (What) ทำไม (Why)	- ขับรอกยกน้ำแม่พิมพ์ชุดใหม่มาที่เครื่องพิมพ์ร้อน - เพื่อขนย้ายแม่พิมพ์ชุดใหม่จากตู้อุ่นไปใช้ในการติดตั้ง
ทำที่ไหน (Where) ทำไม (Why)	- เครื่องพิมพ์ร้อนที่ต้องเปลี่ยนแม่พิมพ์ - สะดวกต่อการติดตั้งแม่พิมพ์ชุดใหม่
ทำเมื่อไหร่ (When) ทำไม (Why)	- หลังจากนำแม่พิมพ์ชุดใหม่ออกจากตู้อุ่น - เพราะต้องการนำแม่พิมพ์ชุดใหม่ไปติดตั้ง
ใครทำ (Who) ทำไม (Why)	- พนักงานทีมเปลี่ยนแม่พิมพ์ - มีทักษะในการขับรอกขนย้ายแม่พิมพ์
ทำอะไร (How) ทำไม (Why)	- ขับรอกยกน้ำแม่พิมพ์ชุดใหม่ออกจากตู้อุ่นมาที่เครื่องพิมพ์ร้อน - เพราะรอกสามารถรับน้ำหนักแม่พิมพ์ได้ทีละชุดและเส้นทางนี้เหมาะสมต่อการขนย้ายแล้ว

3.3 ผลการปรับปรุงแก้ไขที่ได้หลังจากวิเคราะห์จึงเลือกขั้นตอนที่สามารถทำการปรับปรุงได้ทั้งหมด 7 ขั้นตอน แล้วทำการประยุกต์ใช้หลักการ ECRS ในการปรับปรุงแก้ไขได้ 4 ประเด็น ดังนี้

ประเด็นที่ 1 ประเภขั้นตอนการทำงานที่ทำได้ขณะเครื่องจักรหยุดทำงานเท่านั้น (งานใน) ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 และ 10 คือ ขั้นตอนการถอดและติดตั้งแม่พิมพ์ จึงใช้หลักการทำให้ง่าย (Simplify) ในการปรับปรุงเครื่องจักรโดยดำเนินการออกแบบและสร้างตัวประกอบแม่พิมพ์ชิ้นกลางเพื่อลดการชนและคลายน็อตจาก 8 ตัว ซึ่งอยู่บริเวณด้านข้างทั้งซ้ายและขวา เหลือเพียง 2 ตัวที่อยู่บริเวณด้านหน้า ดังรูปที่ 3 ทำให้สะดวก และง่ายต่อการทำงานของพนักงานมากขึ้น



รูปที่ 3 การปรับปรุงเครื่องพิมพ์รีออนด้วย
ตัวประกอบแม่พิมพ์ชิ้นกลาง

ประเด็นที่ 2 ใช้หลักการจัดใหม่ (Rearrange) ปรับปรุงประเภขั้นตอนการทำงานที่ทำได้ขณะเครื่องจักรทำงาน (งานนอก) และเป็นขั้นตอนที่ไม่เพิ่มคุณค่าแต่จำเป็นต้องทำ (NNVA) ได้แก่ ขั้นตอนที่ 3 ขับริยยกไปที่เครื่องพิมพ์รีออน ซึ่งสามารถจัดเตรียมรถยกไปที่เครื่องพิมพ์รีออนที่ต้องทำการเปลี่ยนรุ่นการผลิตไว้ล่วงหน้าได้ รวมไปถึงขั้นตอนที่ 7 ดูตารางเปลี่ยนแม่พิมพ์เพื่อเปิดช่องอุ่นแม่พิมพ์ได้ถูกต้องสามารถตรวจสอบได้ก่อนเริ่มทำการปรับตั้งแม่พิมพ์ เพราะทราบล่วงหน้าจากการนำแผนการผลิตรายวันมาคำนวณเวลา ทำให้การทำงานรวดเร็วยิ่งขึ้น

ประเด็นที่ 3 ใช้หลักการรวมกัน (Combine) ปรับปรุงขั้นตอนที่ 6 กับ 8 คือ ขับริยยกไปที่ตู้อุ่นแม่พิมพ์และขับริยยกนำแม่พิมพ์ชุดใหม่มาที่เครื่องพิมพ์รีออนให้เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องรวมกันได้ เนื่องจากขั้นตอนที่ 7 มีการจัดลำดับใหม่ให้เป็นการดำเนินการตรวจสอบล่วงหน้า

ประเด็นที่ 4 ใช้หลักการกำจัด (Eliminate) ปรับปรุงประเภขั้นตอนการทำงานที่ทำได้ ขณะเครื่องจักรทำงาน (งานนอก) คือ ตัดขั้นตอนที่ 2 เดินไปยังจุดจอดรถยก โดยพิจารณาแล้วเป็นขั้นตอนที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA) และเกิดเป็นความสูญเปล่าในการทำงาน

หลังการปรับปรุงแก้ไขตามหลักการ ECRS ทำให้ในการดำเนินงานมีความสะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น โดยมีขั้นตอนและเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการปรับตั้งแม่พิมพ์ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ขั้นตอนการปรับตั้งแม่พิมพ์หลังปรับปรุง

ลำดับ	ขั้นตอน การทำงาน	สัญลักษณ์กิจกรรม	แยกประเภท ขั้นตอน		ระยะทาง (เมตร)	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
		○ → □ ▽	งาน ใน	งาน นอก			
1	ถอดแม่พิมพ์ชุดเก่า	● → □ ▽	/			171.90	1.21
2	นำแม่พิมพ์ชุดเก่าวางบนรอก	● → □ ▽	/			9.98	0.17
3	ขับรถยกไปที่จุดทำความสะอาดแม่พิมพ์	○ → □ ▽		/	38.54	50.56	2.03
4	ขับรถยกนำแม่พิมพ์ชุดใหม่จากตู้ขึ้นไปยัง เครื่องพิมพ์ร้อน	○ → □ ▽		/	57.14	97.06	4.26
5	นำแม่พิมพ์ชุดใหม่วางบนแท่นที่เครื่องพิมพ์ร้อน	● → □ ▽	/			15.16	0.92
6	ติดตั้งแม่พิมพ์ชุดใหม่	● → □ ▽	/			148.1	4.32
รวม					95.68	492.76	

ผลการจับเวลาเบื้องต้น 30 ครั้ง หลังปรับปรุง
ในแต่ละขั้นตอนในหน่วยวินาที แสดงดังตารางที่ 9-14
ดังนี้

ตารางที่ 9 เวลาถอดแม่พิมพ์ชุดเก่า

173.79	172.05	170.52	170.56	171.20
171.89	171.99	171.21	170.00	173.66
170.34	173.70	173.77	170.87	172.55
170.34	170.35	172.66	172.54	172.68
172.15	170.88	173.12	173.80	170.89
170.99	171.54	171.54	172.49	173.24

ตารางที่ 10 เวลานำแม่พิมพ์ชุดเก่าวางบนรอก

9.70	10.02	10.15	9.85	10.02
10.02	10.10	9.98	9.63	9.99
10.00	9.68	9.88	9.98	9.65
10.23	9.89	10.02	10.00	10.21
10.21	10.05	10.11	10.01	9.88
9.78	10.20	10.10	10.14	9.96

ตารางที่ 11 เวลาขับรถยกไปที่จุดทำความสะอาด
แม่พิมพ์

48.01	55.04	50.18	49.98	52.45
46.58	54.85	49.98	50.58	51.24
46.50	47.85	50.23	51.52	50.65
49.38	48.63	52.69	53.62	50.85
48.54	50.22	50.85	52.87	50.41
50.89	50.47	50.78	50.99	50.02

ตารางที่ 12 เวลาขับรถยกนำแม่พิมพ์ชุดใหม่จากตู้ขึ้น
ไปยังเครื่องพิมพ์ร้อน

89.00	90.21	95.98	95.87	96.69
102.92	91.63	98.52	98.87	89.98
92.48	95.68	101.19	100.28	101.03
95.77	101.89	100.24	101.21	101.50
104.11	95.82	93.86	101.00	96.54
95.64	92.89	100.51	90.87	99.65

ตารางที่ 13 เวลานำแม่พิมพ์ชุดใหม่วางบนแท่นที่เครื่อง
พิมพ์ร้อน

14.78	15.01	15.14	15.01	14.35
15.68	14.65	14.20	13.28	14.88
15.55	15.21	17.21	14.80	15.09
15.61	13.21	15.03	15.54	14.55
16.01	17.60	15.24	15.26	14.63
15.35	15.64	16.00	14.25	16.04

ตารางที่ 14 เวลาติดตั้งแม่พิมพ์ชุดใหม่

159.48	146.41	151.03	148.69	151.97
151.40	146.42	143.78	144.54	152.60
151.06	150.52	139.75	149.15	147.27
150.92	142.86	144.50	150.65	145.53
153.45	149.88	147.27	142.66	147.17
143.84	150.25	147.76	152.20	139.74

จากนั้นทำการคำนวณหาจำนวนรอบที่เหมาะสมของการจับเวลาในแต่ละขั้นตอนหลังปรับปรุง โดยการนำค่าเวลาที่อ่านได้จากการจับเวลาเบื้องต้น จำนวน 30 ชุดข้อมูล ของแต่ละขั้นตอนตามตารางที่ 9-14 แทนค่าตามสมการที่ 1 พบว่าจำนวนรอบที่ได้จากการแทนค่าตามสมการ ดังตารางที่ 15 มีจำนวนรอบการจับเวลาน้อยกว่า 30 ครั้ง ซึ่งเป็นจำนวนรอบเบื้องต้นในการจับเวลาหลังปรับปรุง จึงถือว่าจำนวนรอบการจับเวลาเพียงพอและมีความเหมาะสมแล้ว

ตารางที่ 15 จำนวนรอบที่เหมาะสมในการจับเวลา

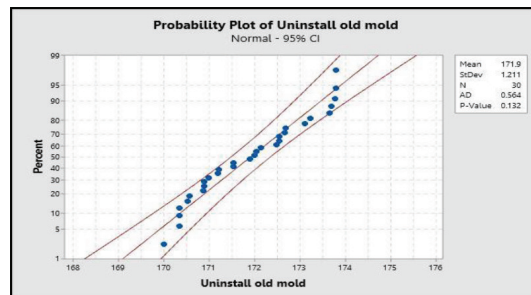
ขั้นตอนการทำงาน	จำนวนรอบการจับเวลา
1. ถอดแม่พิมพ์ชุดเก่า	1
2. นำแม่พิมพ์ชุดเก่าวางบนรดยก	1
3. ขับรดยกไปที่จุดทำความสะอาดแม่พิมพ์	3
4. ขับรดยกนำแม่พิมพ์ชุดใหม่จากตู้อุ่นไปยังเครื่องพิมพ์รีออน	3
5. นำแม่พิมพ์ชุดใหม่วางบนแท่นที่เครื่องพิมพ์รีออน	6
6. ติดตั้งแม่พิมพ์ใหม่	2

นอกจากนี้ทำการตรวจสอบรูปแบบการกระจายตัวของชุดข้อมูลของขั้นตอนต่าง ๆ จากตารางที่ 9-14 เพื่อยืนยันว่าค่าเวลาเฉลี่ยในแต่ละขั้นตอนสามารถเป็นตัวแทนของชุดข้อมูลได้ ด้วยการใช้โปรแกรมมินิแทป (Minitab) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และระดับความคลาดเคลื่อน $\pm 5\%$ โดยตรวจสอบจากค่า P-Value หาก $P\text{-Value} > 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ปฏิเสธ H_1 โดยกำหนดสมมติฐาน ดังนี้

H_0 : ข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ

H_1 : ข้อมูลมีการกระจายไม่ใช่แบบปกติ

ยกตัวอย่างการตรวจสอบการกระจายของข้อมูลในตารางที่ 9 คือ เวลาขั้นตอนถอดแม่พิมพ์ชุดเก่า จำนวน 30 ชุดข้อมูล มีผลการตรวจสอบด้วยโปรแกรมมินิแทป ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ผลการตรวจสอบการกระจายของข้อมูลของขั้นตอนถอดแม่พิมพ์ชุดเก่าด้วยโปรแกรมมินิแทป

พบว่ามีความเฉลี่ยเท่ากับ 171.9 วินาที และมีค่า P-Value เท่ากับ 0.132 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับ H_0 ปฏิเสธ H_1 กล่าวคือข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ และทำการตรวจสอบการกระจายของข้อมูลในทุกขั้นตอน ซึ่งสรุปผลการตรวจสอบด้วยโปรแกรมมินิแทป ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ผลการตรวจสอบการกระจายของข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ยและ P-Value ด้วยโปรแกรมมินิแทป

ขั้นตอนการทำงาน	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	P-Value
1. ถอดแม่พิมพ์ชุดเก่า	171.90	0.132
2. นำแม่พิมพ์ชุดเก่าวางบนรดยก	9.98	0.077
3. ขับรดยกไปที่จุดทำความสะอาดแม่พิมพ์	50.56	0.088
4. ขับรดยกนำแม่พิมพ์ชุดใหม่จากตู้อุ่นไปยังเครื่องพิมพ์รีออน	97.06	0.103
5. นำแม่พิมพ์ชุดใหม่วางบนแท่นที่เครื่องพิมพ์รีออน	15.16	0.117
6. ติดตั้งแม่พิมพ์ใหม่	148.1	0.503

จากตารางที่ 16 ผลการตรวจสอบการกระจายของข้อมูลด้วยโปรแกรมมินิแทป พบว่าทุกขั้นตอนมีค่า P-Value มากกว่า 0.05 จึงยอมรับ H_0 ปฏิเสธ H_1 กล่าวคือข้อมูลมีการกระจายแบบปกติแสดงว่าข้อมูลที่อ่านค่าได้จากการจับเวลาทุกขั้นตอนมีการกระจายของข้อมูลแบบปกติ ที่ระดับความคลาดเคลื่อน 0.05 ทำให้ค่าเวลาเฉลี่ยในแต่ละขั้นตอนสามารถเป็นตัวแทนของชุดข้อมูลได้

4. สรุปผลการวิจัย

การศึกษาเพื่อลดเวลาในการปรับตั้งแม่พิมพ์ของกระบวนการอัดขึ้นรูปรีออน และปรับปรุงกระบวนการด้วยการศึกษาขั้นตอนโดยใช้หลักการทำงานและการจับเวลาโดยตรง จากนั้นนำข้อมูลไปวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิกระบวนการไหลร่วมกับเทคนิค SMED พบว่าก่อนการปรับปรุงเวลาเฉลี่ยรวมในการปรับตั้งแม่พิมพ์ประมาณ 70% เป็นขั้นตอนในการถอดแม่พิมพ์ชุดเก่าและติดตั้งแม่พิมพ์ชุดใหม่ มีเส้นทางในการเคลื่อนที่ไปและกลับมาที่จุดเดิม นอกจากนี้ยังมีขั้นตอนการปรับตั้งค่าที่สามารถทำได้ในขณะที่เครื่องจักรทำงาน (งานนอก) รวมอยู่กับขั้นตอนการปรับตั้งค่าที่สามารถทำได้เมื่อเครื่องจักรจำเป็นต้องหยุดทำงานเท่านั้น (งานใน) จึงทำการแยกประเภทงานและใช้หลักการตั้งคำถาม 5W1H เพื่อวิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงแก้ไข จากนั้นปรับปรุงแก้ไขด้วยการประยุกต์ใช้หลักการ ECRS โดยมีการปรับปรุงตัวเครื่องจักร การเตรียมงานล่วงหน้า และการลดขั้นตอนที่ไม่เพิ่มมูลค่าออกหลังการปรับปรุงจึงมีขั้นตอนและเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งแม่พิมพ์เปลี่ยนไป ดังตารางที่ 17 ซึ่งสามารถลดขั้นตอนการปรับตั้งแม่พิมพ์ในกระบวนการอัดขึ้นรูปรีออนจาก 10 ขั้นตอน เหลือ 6 ขั้นตอน ระยะทางที่ใช้ในการเคลื่อนที่ลดลงจากเดิม 134.28 เมตร เหลือ 95.68 เมตร และผลการจับเวลาหลังการปรับปรุง มีเวลาเฉลี่ยลดลงจากเดิม 946.2 วินาที เหลือเพียง 492.8 วินาที ลดลง 453.4 วินาทีคิดเป็นลดลงร้อยละ 52 ของเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการปรับตั้งแม่พิมพ์ก่อนปรับปรุง ทำให้ลดเวลาการปรับตั้งแม่พิมพ์ได้เฉลี่ย 113.35 นาทีต่อวัน จึงสามารถนำไปสู่การจัดทำเป็นมาตรฐานในการทำงานต่อไปได้

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบขั้นตอนการปรับตั้งแม่พิมพ์ก่อนและหลังปรับปรุงจากแผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart)

สัญลักษณ์ของกิจกรรม	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ลดลง
การปฏิบัติงาน 	4	4	0
การขนส่ง 	5	2	3
การรอคอย 	0	0	0
การตรวจสอบ 	1	0	1
การเก็บ 	0	0	0
ระยะทาง (เมตร)	134.28	95.68	38.60
เวลาเฉลี่ย (นาที)	946.20	492.76	453.44

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยศิลปากร สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ และบริษัท กรณิศศึกษา

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Yongpisanphob W. Business & Industrial Trends of automotive parts in 2018-2020 [Internet]. 2018 [cited 2019 June 20]. Available from: <https://www.krungsri.com/bank/th/Other/research/industry/industry-outlook.html?page=7>.
- [2] Deeseenlatam K. Moving towards excellence with lean manufacturing concepts [Internet]. 2010 [cited 2019 June 20]. Available from: http://www.thailand-industry.com/indust_newweb/articles_preview.php?cid=10255.

- [3] Cheewaworanontree W, Rontlaong P, Boonrak N. Motion and time study: a case study on a short-time hydrostatic failure pressure testing process of rigid PVC plain-end pipes. The Journal of Industrial Technology: Suan Sunandha Rajabhat University. 2018; 6(1):26-38. (in Thai)
- [4] Pinchaioon A, Siriruk N, Luechai S. Improvement production line of auto part using industrial engineering tools. The Journal of Industrial Technology. 2018;14(3):93-105. (in Thai)
- [5] Pittayanon C, Pattanawasanporn P. Roller changing and setup time reduction of plastic sheet extruder using SMED technique. Proceedings of the 2nd RMUTP Conference of Engineering and Technology; 2017 May 19; RMUTP, Bangkok. 344-47.
- [6] Tangwanchaoen P, Reodecha M. Efficiency improvement in hard disk drive components manufacturing. Research and Development Journal. 2010;21(3): 133-40. (in Thai)
- [7] Boonsuwanno T, Santiteerakul S. Reducing setup time of plastic injection in the automotive parts industry. Proceedings of the 1st CMU Conference of Industrial Engineering; 2017 July 26; Chiang Mai. 13-6.
- [8] Jongjun Y, Promsila M, Singthanu S, Pornpraser P. An improvement of car seat grips assembly process by applying the line balancing principle. Thai Industrial Engineering Network Journal. 2017;3(2):37-46. (in Thai)
- [9] Amaluk A, Watthanasoei S. The efficiency improvement by concurrent engineering and ECRS technique: a case study in automotive small parts manufacturer. Thai Industrial Engineering Network Journal. 2019;5(1):21-7. (in Thai)
- [10] Mounmoon K, Kartea N, Chaikumpun M. The standard time study of carton corrugated productions: case study Ruengchana packing limited partnership. Kasem Bundit Engineering Journal. 2016;6(1):107-21. (in Thai)
- [11] Athikulrat K. A standard time study of install the paint mold: a case study of plastic bag manufacturing company. Journal of Engineering RMUTT. 2019;17(1):77-90. (in Thai)
- [12] Kanjanapanyakom R. Industrial work study. Bangkok: Top Publishing Co., Ltd; 2009.