วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2021.10.003

บทความวิจัย

การปรับปรุงกระบวนการปั๊มขึ้นรูปในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์

นพมณี วัฒนสังสุทธิ์* และ วรพจน์ มีถม

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
* ผู้ประสานงานเผยแพร่ (Corresponding Author), E-mail: nopmanee_w@hotmail.com

วันที่รับบทความ: 19 กุมภาพันธ์ 2564; วันที่ทบทวนบทความ: 19 กรกฎาคม 2564 ; วันที่ตอบรับบทความ: 7 กันยายน 2564
วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 30 ตุลาคม 2564

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการปรับปรุงกระบวนการปั๊มขึ้นรูปในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์ โดยศึกษาชิ้นงาน BRACE-FR PLR UPR HINGE ในสายการผลิต H ซึ่งพบว่า กระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์ใช้เวลาในการติดตั้งแม่พิมพ์ที่เครื่องปั๊มเฉลี่ย 8.18 นาทีต่อครั้ง และใช้เวลาในกระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูปเฉลี่ย 0.81 นาทีต่อชิ้น ทำให้ได้ปริมาณการผลิตต่อหน่วยเวลาเฉลี่ย เท่ากับ 422 ชิ้นต่อชั่วโมง ซึ่งไม่เป็นไปตามแผนที่ได้กำหนดไว้ คือ 450 ชิ้นต่อชั่วโมง ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อลดเวลาในการติดตั้งแม่พิมพ์และเพิ่มปริมาณการผลิตต่อหน่วยเวลา โดยใช้การศึกษางานด้วยเทคนิคตั้งคำถาม 5W1H หลักการ ECRS และหลักการเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว ซึ่งจะออกแบบวิธีการทำงานใหม่ในกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์และสร้างอุปกรณ์ขนถ่ายเศษชิ้นงานในขั้นตอนที่ 2 ของกระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูป รวมไปถึงการปรับเปลี่ยนตำแหน่งของปุ่มกดแฮนด์สวิตซ์ใหม่ ผลการปรับปรุง พบว่า สามารถลดเวลาในการติดตั้งแม่พิมพ์ได้ จากเดิมเฉลี่ย 8.18 นาทีต่อครั้ง เป็น 5.51 นาทีต่อครั้ง คิดเป็นร้อยละ 32.64 และปริมาณการผลิตต่อหน่วยเวลาเพิ่มขึ้นจากเดิมเฉลี่ย 422 ชิ้นต่อชั่วโมง เป็น 474 ชิ้นต่อชั่วโมง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 12.32

คำสำคัญ: อุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์; การปรับปรุงกระบวนการ; เทคนิคตั้งคำถาม 5W1H; หลักการ ECRS; หลักการเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2021.10.003

บทความวิจัย

Improvement of Pressing Process in Automotive Industry

Nopmanee Wattanasungsuth* **and Warapoj Meethom**

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

* Corresponding author, E-mail: nopmanee_w@hotmail.com

Received: 19 February 2021; Revised 19 July 2021; Accepted: 7 September 2021
Online Published: 30 October 2021

Abstract: This research was the improvement of pressing process in the automotive industry that studied BRACE-FR PLR UPR HINGE part in H production line. Which found that the average time of the die setting process was 8.18 minutes per time and the average time of pressing process was 0.81 minutes per piece. Resulting the average production rate was 422 pieces per hour which did not achieve the production plan at 450 pieces per hour. Therefore, this research aimed to improve the working method to decrease the time of the die setting process and increase the production rate by using the work-study with 5W1H question technique, ECRS principle, and the principle of motion economy. Which designed the new working method for the die setting process and made the scrap conveyor in process 2 for the pressing process, including changing the new location of hand switches. The results of improvement showed that the average time for die setting decreased from 8.18 minutes per time to 5.51 minutes per time or 32.64% and the average production rate increased from 422 pieces per hour to 474 pieces per hour or 12.32%.

Keywords: Automotive Industry, Improvement of Process, 5W1H Question Technique, ECRS Principle, Principle of Motion Economy

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2021.10.003

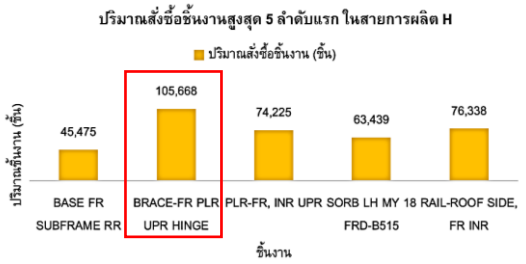
บทความวิจัย

1. บทนำ

อุตสาหกรรมยานยนต์และการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์นับเป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการพัฒนาเศรษฐกิจภายในประเทศ เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมหลากหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมเหล็ก อุตสาหกรรมเครื่องหนัง และอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ จึงถือเป็นสาขาในการผลิตที่สร้างรายได้หลักให้กับประเทศและเป็นอุตสาหกรรมที่มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดการแข่งขันกันอย่างมาก บริษัทจึงจำเป็นที่จะต้องทำการปรับปรุงกระบวนการ โดยมุ่งไปที่การปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ ต้นทุนในการผลิตลดลง และสร้างความน่าเชื่อถือให้กับบริษัท เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน

บริษัทกรณีศึกษาเป็นบริษัทที่ทำการปั๊มขึ้นรูปชิ้นส่วนรถยนต์ให้กับบริษัทชั้นนำทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ จากการศึกษาสายการผลิต H ซึ่งมีปริมาณสั่งซื้อชิ้นงานมากที่สุดเมื่อเทียบกับสายการผลิตอื่น ดังแสดงในรูปที่ 1 ในสายการผลิต H มีชิ้นงานที่มีปริมาณสั่งซื้อสูงสุด 5 ลำดับแรก ดังแสดงในรูปที่ 2 เมื่อพิจารณาข้อมูลในรูปที่ 2 จะพบว่าชิ้นงาน BRACE-FR PLR UPR HINGE เป็นชิ้นงานที่มีปริมาณสั่งซื้อมากที่สุดในสายการผลิตนี้ แสดงตัวอย่างชิ้นงานได้ดังรูปที่ 3 ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเลือกศึกษาชิ้นงาน BRACE-FR PLR UPR HINGE สำหรับกระบวนการปั๊มขึ้นรูปชิ้นงาน จะประกอบไปด้วย 2 กระบวนการหลักด้วยกัน คือ กระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์และกระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูป

รูปที่ 1 กราฟแสดงปริมาณสั่งซื้อชิ้นงานทั้งหมดของแต่ละสายการผลิต



รูปที่ 2 กราฟแสดงปริมาณสั่งซื้อชิ้นงานสูงสุด 5 ลำดับแรก ในสายการผลิต H

รูปที่ 3 ชิ้นงาน BRACE-FR PLR UPR HINGE

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2021.10.003

เมื่อทำการศึกษา พบว่า ในกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์นั้นมีการใช้เวลาในการติดตั้งแม่พิมพ์ที่เครื่องปั๊มเฉลี่ย 8.18 นาทีต่อครั้ง และใช้เวลาในกระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูปเฉลี่ย 0.81 นาทีต่อชิ้น ทำให้ได้ปริมาณการผลิตต่อหน่วยเวลาเฉลี่ย เท่ากับ 422 ชิ้นต่อชั่วโมง ซึ่งไม่เป็นไปตามแผนที่ได้กำหนดไว้ คือ 450 ชิ้นต่อชั่วโมง ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อลดเวลาในการติดตั้งแม่พิมพ์และเพิ่มปริมาณการผลิตต่อหน่วยเวลา

กฤตกร [1] ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตลูกกลิ้งสายพานลำเลียงเพื่อลดรอบเวลาและเพิ่มผลผลิตในสายการผลิต จึงใช้เทคนิค 5W1H และหลักการ ECRS โดยออกแบบปรับปรุงอุปกรณ์ทำงานและจัดสมดุลสายการผลิต ซึ่งพบว่า รอบเวลาในการผลิตลดลง จากเดิม 75.62 วินาที เหลือ 57.94 วินาที และผลผลิตเพิ่มขึ้น จากเดิม 376 ชิ้นต่อวัน เป็น 495 ชิ้นต่อวัน

พิชญ์ [2] ทำการเพิ่มผลผลิตในสายการผลิตเครื่องทำน้ำอุ่นให้กับเครื่องทำน้ำอุ่นรุ่น Super Slim อย่างน้อยร้อยละ 10 โดยใช้การศึกษางาน (Work Study) และการศึกษาการเคลื่อนไหวแบบไมโคร (Micromotion Study) ผลการปรับปรุง พบว่า รอบเวลาการผลิตจาก 164.07 วินาที เหลือ 105.80 วินาที และสามารถเพิ่มผลผลิตของเครื่องทำน้ำอุ่นจาก 168 เครื่องต่อวัน เป็น 260 เครื่องต่อวัน

เมธินี [3] ทำการศึกษาการจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการประกอบเครื่องล้างจานอัตโนมัติ โดยใช้หลักการ ECRS และการจัดสมดุลสายการผลิต พบว่า รอบเวลาการผลิตลดลงจาก 261.7 วินาที เหลือ 200.6 วินาที ทำให้เพิ่มผลผลิตจาก 110 ชิ้นต่อวัน เป็น 143 ชิ้นต่อวัน

สุนันท์ [4] ทำการเพิ่มผลผลิตสำหรับเครื่องจักรทดสอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ ซึ่งพบว่า เครื่องจักรมีเวลาสูญเปล่าจากการรอคอยขณะที่พนักงานตรวจสอบชิ้นงาน จึงใช้หลักการ ECRS โดยออกแบบวิธีการทำงานใหม่ พบว่า อัตราการผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม 122 ชิ้นต่อชั่วโมง เป็น 163 ชิ้นต่อชั่วโมง

Moktadir และคณะ [5] ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพโดยการศึกษางานในอุตสาหกรรมเครื่องหนัง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตกระเป๋าสตรี โดยประยุกต์ใช้การศึกษางานเพื่อหาเวลาที่เป็นมาตรฐานในการทำงาน ผลที่เกิดขึ้น คือ ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม 240 ชิ้นต่อวัน เป็น 582 ชิ้นต่อวัน และเมื่อจัดสมดุลสายการผลิต พบว่า ผลผลิตสามารถเพิ่มขึ้นได้อีกเป็น 656 ชิ้นต่อวัน และมีประสิทธิภาพในการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.71

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าว ทำให้สามารถนำทฤษฎีต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม โดยนำเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษางานอย่างเทคนิคตั้งคำถาม 5W1H มาวิเคราะห์ปัญหาอย่างมีเหตุมีผลกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาในขั้นตอนของการกำหนดปัญหาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ใช้หลักการ ECRS วิเคราะห์แต่ละขั้นตอนเพื่อหาแนวทางการปรับปรุงวิธีการทำงานใหม่ และหลักการเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหวเพื่อปรับสภาพสถานีงานให้เหมาะสมกับพนักงานในขั้นตอนของการกำหนดแนวทางการปรับปรุง นอกจากนี้ยังใช้

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2021.10.003

การจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อให้เวลาที่ใช้ในการผลิตของแต่ละสถานีงานเกิดความสมดุลในขั้นตอนของการศึกษากระบวนการปั๊มขึ้นรูป

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การศึกษางาน (Work Study)

วันชัย [6] กล่าวว่า การศึกษางานนั้นพัฒนาต่อเนื่องมาจากวิชาการศึกษาการเคลื่อนที่และเวลา (Motion and Time Study) ตามแนวคิดและหลักการของ Frank B. Gillbreth และ Federick W. Taylor ต่อมากลายเป็นการศึกษาวิธี (Method Study) โดยเป็นการศึกษาการทำงานที่มีอยู่เดิมและใช้หลักการปรับปรุงวิธีการทำงานใหม่

ส่วนการศึกษาเวลา (Time Study) เป็นกระบวนการวัดเวลาเพื่อกำหนดเวลามาตรฐาน (Standard Time)และเก็บข้อมูลการทำงาน ใช้เป็นการวัดผลงานส่วนหนึ่ง คมสัน [7] กล่าวว่า การศึกษาเวลาคือการหาเวลาที่เป็นมาตรฐานในการทำงาน ซึ่งสามารถคำนวณหาเวลามาตรฐานได้ดังสมการที่ (1) และ (2)

$$\text{เวลาปกติ (Normal Time)} = \text{เวลาตัวแทน (Selected Time)} \times \text{ค่าปรับความเร็ว (Rating Factor)} \quad (1)$$

$$\text{เวลามาตรฐาน (Standard Time)} = \text{เวลาปกติ (Normal Time)} \left(1 + \frac{\%\ \text{เวลาเผื่อ}}{(\%\ \text{Allowance})} \right) \quad (2)$$

รัชต์วรรณ [8] ได้อธิบายเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษางานไว้ดังนี้

1. เทคนิคตั้งคำถาม 5W1H เป็นเทคนิคในการตั้งคำถามเพื่อให้ทราบถึงต้นเหตุของปัญหาและนำไปสู่การพัฒนาวิธีการทำงานที่ดีกว่า แสดงดังตารางที่ 1

2. หลักการ ECRS เป็นหลักการในการลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น ซึ่งประกอบด้วย 4 ประการ คือ การกำจัดขั้นตอนที่ ไม่จำเป็น (Eliminate) การรวมขั้นตอนเข้าด้วยกัน (Combine) การเปลี่ยนลำดับขั้นตอนใหม่ (Rearrange) และการปรับปรุงขั้นตอนให้ง่ายขึ้น (Simplify)

3. หลักการเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว [9] เป็นหลักการเคลื่อนไหวอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดความเครียดของพนักงานและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ การใช้โครงร่างของมนุษย์ การจัดตำแหน่งของสถานที่ปฏิบัติงาน และการออกแบบเครื่องมือและอุปกรณ์

ตารางที่ 1 การใช้เทคนิคตั้งคำถาม 5W1H

หัวข้อ	5W1H	
เป้าหมาย	What	ทำอะไร
	Why	ทำไมต้องทำ จำเป็นไหม
สถานที่	Where	ทำที่ไหน
	Why	ทำไมต้องทำที่นั่น
ลำดับ	When	ทำเมื่อไร
	Why	ทำไมต้องทำตอนนี้
ผู้ปฏิบัติ	Who	ใครเป็นคนทำ
	Why	ทำไมต้องเป็นคนนี้
วิธีการ	How	ทำอย่างไร
	Why	ทำไมต้องใช้วิธีนี้
สามารถเปลี่ยนวิธีการทำงานได้หรือไม่		

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2021.10.003

2.1.2 การจัดสมดุลสายการผลิต (Production Line Balancing)

พิชิต [10] กล่าวว่า การจัดสมดุลสายการผลิต คือ การลดเวลาว่างงานของพนักงานในสถานีงานของสายการผลิต โดยมุ่งเน้นให้เวลาที่ใช้ในการผลิตของแต่ละสถานีงานนั้นเท่าๆ กันหรือเกิดความสมดุลกันให้ได้มากที่สุด

จังหวะความต้องการของลูกค้า (Takt Time) คือ ความเร็วในการผลิตหรือการผลิตให้ทันต่อความต้องการของลูกค้า เพื่อกำหนดจังหวะในการผลิตชิ้นงานต่อชิ้น ซึ่งพนักงานทุกคนต้องควบคุมจังหวะในการผลิตหนึ่งสถานีการผลิตไม่ให้นานเกินเวลา โดยสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (3)

$$\text{จังหวะความต้องการของลูกค้า} = \frac{\text{เวลาทำงานสุทธิในหนึ่งวัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ต้องการต่อวัน}} \quad (3)$$

กำลังการผลิต (Capacity) คือ ความสามารถสูงสุดที่ระบบสามารถผลิตได้ในหนึ่งช่วงเวลาที่กำหนด โดยจะถูกกำหนดด้วยเวลาที่มากที่สุดในการทำงานย่อยใดงานย่อยหนึ่ง ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (4)

$$\text{กำลังการผลิต} = \frac{\text{เวลาทำงานสุทธิในหนึ่งวัน}}{\text{รอบเวลาการทำงาน}} \quad (4)$$

2.2 ศึกษากระบวนการปั๊มขึ้นรูป

กระบวนการปั๊มขึ้นรูปชิ้นงาน ประกอบไปด้วย 2 กระบวนการหลักด้วยกัน คือ กระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์และกระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูป โดยกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์นั้น จะประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนหลัก คือ การนำแผ่นชิ้นงานเข้าสู่กระบวนการ การเคลื่อนย้ายแม่พิมพ์ และการติดตั้งแม่พิมพ์ที่เครื่องปั๊ม แต่จะทำการศึกษาเฉพาะในขั้นตอนการติดตั้งแม่พิมพ์ที่เครื่องปั๊ม เนื่องจากทั้ง 2 ขั้นตอนนั้นจะมีการเตรียมไว้ล่วงหน้าก่อนที่จะมีการผลิต ซึ่งดำเนินการโดยหัวหน้างานและพนักงานคลัง 2 คน จึงไม่มีผลต่อเวลาในการปั๊มขึ้นรูป โดยการติดตั้งแม่พิมพ์ที่เครื่องปั๊มจะใช้พนักงาน 8 คน ประจำที่เครื่องปั๊ม 4 เครื่อง เครื่องละ 2 คน ซึ่งพนักงานแต่ละเครื่องจะมีภาระงานที่เหมือนกันและดำเนินการไปพร้อมกัน โดยหัวหน้างานได้เลือกพนักงานจากเครื่องปั๊มที่ 1 มาเป็นตัวแบบในการวิเคราะห์ภาระงานของพนักงานและการจับเวลา เนื่องจากมีความชำนาญในการทำงานและมีอัตราการทำงานคงที่ สามารถสรุปขั้นตอนของกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์เป็นแผนภูมิการปฏิบัติงานของกลุ่มพนักงาน (Gang Process Chart) แสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ขั้นตอนของกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์

พนักงาน			
พนักงานประจำเครื่องคนที่ 1	**เวลา (วินาที)**	**พนักงานประจำเครื่องคนที่ 2**	**เวลา (วินาที)**
1. ปรับคำสั่งของเครื่องปั๊มให้ประกบกัน	1.54		
2. เดินไปที่ปุ่มแฮนด์สวิตซ์	2.78		
3. กดปุ่มแฮนด์สวิตซ์ให้เครื่องปั๊มประกบกัน	6.42	3. กดปุ่มแฮนด์สวิตซ์ให้เครื่องปั๊มประกบกัน	6.42
4. เดินไปกดปุ่มคลายออโตแคลมป์	2.84		
		5. เดินไปที่แท่นวาง ซึ่งมีแม่พิมพ์ที่ผลิตเสร็จแล้วอยู่ แล้วปลดออโตแคลมป์ออกทั้งหมด	65.90

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2021.10.003

ตารางที่ 2 (ต่อ)

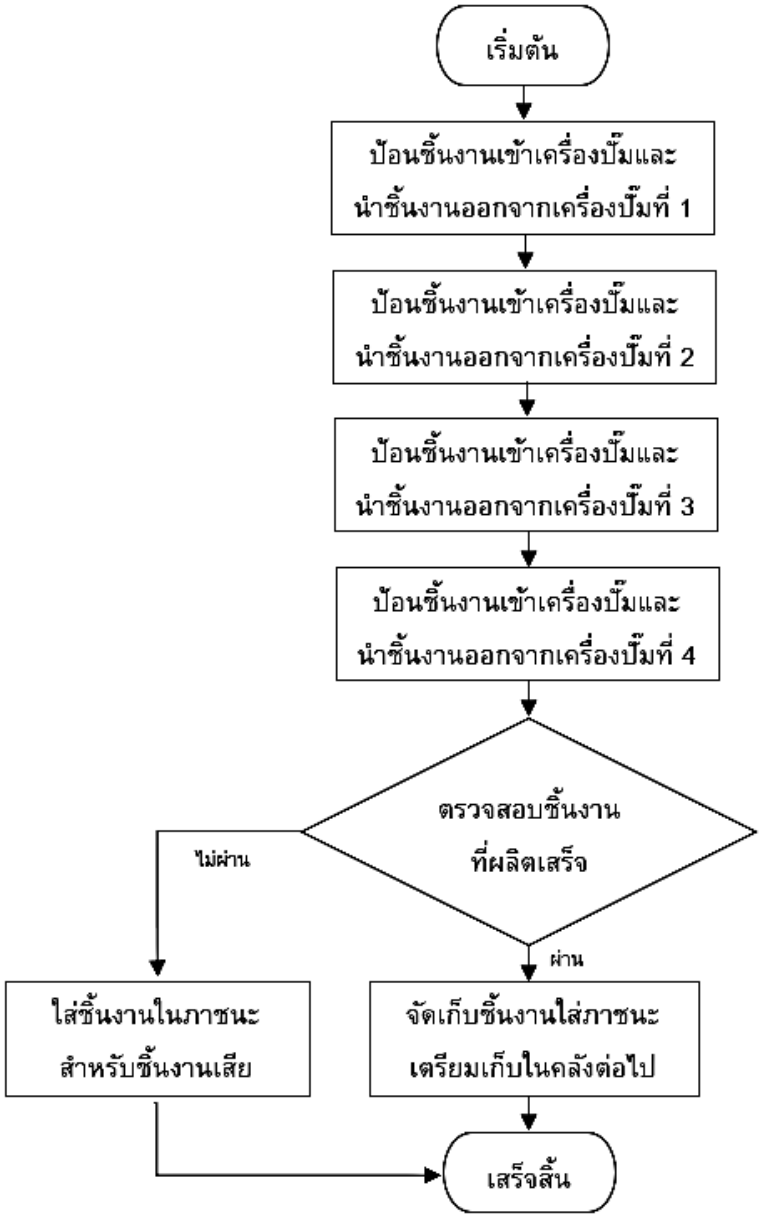
พนักงาน					
พนักงานประจำเครื่องคนที่ 1	**เวลา (วินาที)**		**พนักงานประจำเครื่องคนที่ 2**	**เวลา (วินาที)**	
6. ปรับคำสั่งของเครื่องปั๊มให้แยกกัน	1.53				
7. เดินไปที่ปุ่มแฮนด์สวิตช์	2.86				
8. รอกดปุ่มแฮนด์สวิตช์	7.44				
9. กดปุ่มแฮนด์สวิตช์ให้เครื่องปั๊มแยกกัน	6.40		9. กดปุ่มแฮนด์สวิตช์ให้เครื่องปั๊มแยกกัน	6.40	
10. เดินไปที่หน้าประตูของเครื่องปั๊ม	5.32				
11. เปิดประตูเพื่อให้แท่นวางเลื่อนออก	5.57				
12. เดินไปปรับคำสั่งให้แท่นวางเลื่อนออก	7.92				
13. เลื่อนแท่นวางออกไปจนสุด	91.96				
14. ใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาดใต้เครื่องปั๊ม	59.61				
15. เดินไปปรับคำสั่งให้แท่นวางซึ่งมีแม่พิมพ์ที่จะผลิตเลื่อนเข้าไป	3.81				
16. เลื่อนแท่นวางเข้าไปจนสุด	91.31				
17. เดินไปที่หน้าประตูของเครื่องปั๊ม	5.16				
18. ปิดประตูด้านที่แท่นวางเลื่อนเข้า	5.52				
19. เดินไปปรับคำสั่งของเครื่องปั๊มให้ประกบกัน	8.12				

ตารางที่ 2 (ต่อ)

พนักงาน					
พนักงานประจำเครื่องคนที่ 1	**เวลา (วินาที)**		**พนักงานประจำเครื่องคนที่ 2**	**เวลา (วินาที)**	
20. เดินไปที่ปุ่มแฮนด์สวิตช์	2.83				
21. กดปุ่มแฮนด์สวิตช์ให้เครื่องปั๊มประกบกัน	6.42		21. กดปุ่มแฮนด์สวิตช์ให้เครื่องปั๊มประกบกัน	6.42	
			22. เดินไปที่แท่นวาง แล้วทำการใส่ออโตแคลมป์ทั้งหมดตามตำแหน่งให้ครบ	65.81	
23. เดินไปกดปุ่มล็อคออโตแคลมป์	2.82				
24. ปรับคำสั่งของเครื่องปั๊มให้แยกกัน	2.01				
25. เดินไปที่ปุ่มแฮนด์สวิตช์	2.86				
26. รอกดปุ่มแฮนด์สวิตช์	4.37				
27. กดปุ่มแฮนด์สวิตช์ให้เครื่องปั๊มแยกกัน	6.52		27. กดปุ่มแฮนด์สวิตช์ให้เครื่องปั๊มแยกกัน	6.52	
28. เดินไปปรับค่าตามที่ต้องการ	5.74				
29. เดินไปที่ปุ่มแฮนด์สวิตช์	2.86				
30. กดปุ่มแฮนด์สวิตช์เพื่อทดสอบการปั๊ม	6.67		30. กดปุ่มแฮนด์สวิตช์เพื่อทดสอบการปั๊ม	6.67	
รวม			**490.91 วินาที หรือ 8.18 นาที**		

หลังจากที่พนักงานประจำเครื่องทั้ง 8 คน ได้ทำการติดตั้งแม่พิมพ์ที่เครื่องปั๊มแล้วนั้น ภาระงานต่อไปจะเป็นการเข้าสู่กระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูปดังรูปที่ 4 ซึ่งพนักงานประจำเครื่องแต่ละเครื่องจะทำการป้อนชิ้นงานเข้าเครื่องปั๊มและนำชิ้นงานออกจากเครื่องปั๊ม โดยมีขั้นตอนแสดงเป็นแผนภูมิการปฏิบัติงานของกลุ่มพนักงานได้ดังตารางที่ 3

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2021.10.003



รูปที่ 4 ผังงาน (Flowchart) ของกระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูป

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2021.10.003

ตารางที่ 3 ขั้นตอนของกระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูปสำหรับพนักงานประจำเครื่อง

พนักงาน			
พนักงานประจำเครื่องคนที่ 1	**เวลา (วินาที)**	**พนักงานประจำเครื่องคนที่ 2**	**เวลา (วินาที)**
1. ป้อนชิ้นงานเข้าเครื่องปั๊มและนำชิ้นงานออกจากเครื่องปั๊มที่ 1	5.19		
1.1 หยิบชิ้นงานจากแท่นวาง			
1.2 วางชิ้นงานบนเครื่อง			
1.3 กดปุ่มแฮนด์สวิตช์ให้เครื่องปั๊มประกบกัน		1.3 กดปุ่มแฮนด์สวิตช์ให้เครื่องปั๊มประกบกัน	
		1.4 หยิบชิ้นงานออกจากเครื่อง	
		1.5 วางชิ้นงานบนสายพานที่ 1	
2. ป้อนชิ้นงานเข้าเครื่องปั๊มและนำชิ้นงานออกจากเครื่องปั๊มที่ 2	8.35		
2.1 หยิบชิ้นงานจากสายพานที่ 1			
2.2 วางชิ้นงานบนเครื่อง			
		2.3 ทาน้ำมันบนแม่พิมพ์	
2.4 กดปุ่มแฮนด์สวิตช์ให้เครื่องปั๊มประกบกัน		2.4 กดปุ่มแฮนด์สวิตช์ให้เครื่องปั๊มประกบกัน	
2.5 กวาดเศษชิ้นงานลงถัง			
		2.6 หยิบชิ้นงานออกจากเครื่อง	
		2.7 วางชิ้นงานบนสายพานที่ 2	
		2.8 กวาดเศษชิ้นงานลงถัง	

ตารางที่ 3 (ต่อ)

พนักงาน			
พนักงานประจำเครื่องคนที่ 1	**เวลา (วินาที)**	**พนักงานประจำเครื่องคนที่ 2**	**เวลา (วินาที)**
3. ป้อนชิ้นงานเข้าเครื่องปั๊มและนำชิ้นงานออกจากเครื่องปั๊มที่ 3	5.49		
3.1 หยิบชิ้นงานจากสายพานที่ 2			
3.2 วางชิ้นงานบนเครื่อง			
		3.3 ทาน้ำมันบนแม่พิมพ์	
3.4 กดปุ่มแฮนด์สวิตช์ให้เครื่องปั๊มประกบกัน		3.4 กดปุ่มแฮนด์สวิตช์ให้เครื่องปั๊มประกบกัน	
		3.5 หยิบชิ้นงานออกจากเครื่อง	
		3.6 วางชิ้นงานบนสายพานที่ 3	
4. ป้อนชิ้นงานเข้าเครื่องปั๊มและนำชิ้นงานออกจากเครื่องปั๊มที่ 4	5.40		
4.1 หยิบชิ้นงานจากสายพานที่ 3			
4.2 วางชิ้นงานบนเครื่อง			
		4.3 ทาน้ำมันบนแม่พิมพ์	
4.4 กดปุ่มแฮนด์สวิตช์ให้เครื่องปั๊มประกบกัน		4.4 กดปุ่มแฮนด์สวิตช์ให้เครื่องปั๊มประกบกัน	
		4.5 หยิบชิ้นงานออกจากเครื่อง	
		4.6 วางชิ้นงานบนลูกกลิ้งลำเลียง	
รวม		**24.43 วินาที**	

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2021.10.003

ส่วนสองขั้นตอนสุดท้าย คือ การตรวจสอบชิ้นงานที่ผลิตเสร็จและการจัดเก็บชิ้นงานใส่ภาชนะ จะเป็นภาระงานของพนักงานท้ายสายการผลิตอีก 2 คน คือ พนักงานตรวจสอบและพนักงานจัดเก็บ ซึ่งมีขั้นตอนแสดงเป็นแผนภูมิการปฏิบัติงานของกลุ่มพนักงานได้ดังตารางที่ 4

หลังจากนั้นทำการบันทึกเวลาแต่ละขั้นตอนโดยจะบันทึกเวลาไว้เบื้องต้นที่ 10 ครั้ง แล้วทำการหาเวลาเฉลี่ยแต่ละขั้นตอน พร้อมคำนวณหาจำนวนครั้งในการจับเวลาที่เหมาะสม ณ ระดับความเชื่อมั่น 95% ความคลาดเคลื่อน 5% โดยเวลาเฉลี่ยแต่ละขั้นตอนของกระบวนการปั๊มขึ้นรูปสรุปได้ดังตารางที่ 5

ทำการหาจังหวะความต้องการของลูกค้า โดยมีการคำนวณดังสมการที่ (3) โดยที่ 1 วัน ทำงาน 8 ชั่วโมง และปริมาณการผลิตที่กำหนด เท่ากับ 450 ชิ้นต่อชั่วโมง ได้ผลลัพธ์ดังนี้

$$\text{จังหวะความต้องการของลูกค้า} = \frac{8 \times 60 \times 60}{8 \times 450}$$

$$= 8 \text{ วินาทีต่อชิ้น}$$

เมื่อทำการเปรียบเทียบจังหวะความต้องการของลูกค้ากับเวลาแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูปดังรูปที่ 5 จะเห็นได้ว่าเวลาในการปั๊มขึ้นรูปของเครื่องปั๊มที่ 2 ใช้เวลาเฉลี่ย เท่ากับ 8.35 วินาทีต่อชิ้น ซึ่งเป็นขั้นตอนเดียวในกระบวนการที่เวลานั้นมากกว่าจังหวะความต้องการของลูกค้า ดังนั้น จึงจะทำการกำหนดปัญหาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการต่อไป

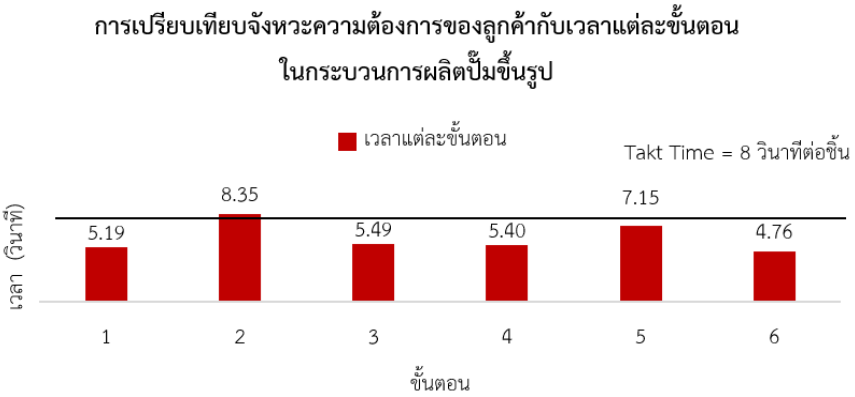
ตารางที่ 4 ขั้นตอนของกระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูปสำหรับพนักงานท้ายสายการผลิต

พนักงาน					
พนักงานตรวจสอบ	**เวลา (วินาที)**		**พนักงานจัดเก็บ**	**เวลา (วินาที)**	
5. ตรวจสอบชิ้นงานที่ผลิตเสร็จ	7.15				
5.1 หยิบชิ้นงานจากลูกกลิ้งลำเลียง					
5.2 ตรวจสอบชิ้นงานที่ผลิตเสร็จ					
5.3 ทำการส่งต่อชิ้นงาน					
6. จัดเก็บชิ้นงานใส่ภาชนะ	4.76				
			6.1 หยิบชิ้นงาน		
			6.2 เก็บชิ้นงานลงในภาชนะ		
รวม			**11.91 วินาที**		

ตารางที่ 5 เวลาเฉลี่ยแต่ละขั้นตอนของกระบวนการปั๊มขึ้นรูป

เวลาเฉลี่ยแต่ละขั้นตอนของกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์ (วินาที)					
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1.54	2.78	6.42	2.84	65.90	1.53
7	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
2.86	7.44	6.40	5.32	5.57	7.92
13	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**
96.96	59.61	3.81	97.31	5.16	5.52
19	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
8.12	2.83	6.42	65.81	2.82	2.01
25	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
2.86	4.37	6.52	5.74	2.86	6.67
รวม 490.91 วินาที หรือ 8.18 นาที					
เวลาเฉลี่ยแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูป (วินาที)					
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
5.19	8.35	5.49	5.40	7.15	4.76
รวม 48.34 วินาที หรือ 0.81 นาที (รวมเวลาของชิ้นงานบนสายพานและลูกกลิ้งลำเลียงแล้ว ซึ่งมีเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 3 วินาที รวม 12 วินาที)					

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2021.10.003



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบจังหวะความต้องการของลูกค้ากับเวลาแต่ละขั้นตอน ในกระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูปก่อนการปรับปรุง

2.3 กำหนดปัญหาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

จากการศึกษากระบวนการปั๊มขึ้นรูปสามารถสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นจากทั้งกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์และกระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูปแสดงได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ปัญหาที่เกิดขึ้นของกระบวนการปั๊มขึ้นรูป

ขั้นตอน	ปัญหา
กระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์	
5 และ 22	ภาระงานเป็นของพนักงานคนใดคนหนึ่งในขณะที่พนักงานอีกคนว่างงาน
10-11, 14 และ 17-18	ภาระงานเป็นของพนักงานที่จะต้องมีการทำงานในขั้นตอนต่อไป
12, 14, 17 และ 19	ต้องรอให้ขั้นตอนก่อนหน้าเสร็จสิ้นจึงจะเริ่มทำขั้นตอนเหล่านี้
กระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูป	
กดปุ่มแฮนด์สวิตซ์ให้เครื่องปั๊มประกบกัน	พนักงานจะต้องท้าวหลังเพื่อกดปุ่ม
กวาดเศษชิ้นงานลงถัง	พนักงานจะใช้มือกวาดเศษชิ้นงานลงถัง

สำหรับปัญหาของกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์นั้นมีสาเหตุมาจากบริษัทไม่มีการจัดภาระงานของพนักงานและการกำหนดขั้นตอนการทำงานที่เหมาะสม จึงใช้เทคนิคตั้งคำถาม 5W1H ในการวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยเทคนิคตั้งคำถาม 5W1H ของตารางที่ 7 คือ ขั้นตอนที่ 5 และ 22 ส่วนตารางที่ 8 คือ ขั้นตอนที่ 10-11 และ 17-18 และตารางที่ 9 คือ ขั้นตอนที่ 14

ส่วนปัญหาของกระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูปนั้นมีสาเหตุมาจากการที่พนักงานไม่มีวิธีการทำงานอย่างเหมาะสมจึงได้ใช้เทคนิคตั้งคำถาม 5W1H เช่นเดียวกับกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์ โดยเทคนิคตั้งคำถาม 5W1H ของตารางที่ 10 คือ ขั้นตอนกดปุ่มแฮนด์สวิตซ์ให้เครื่องปั๊มประกบกัน และตารางที่ 11 คือ ขั้นตอนกวาดเศษชิ้นงานลงถัง

2.4 กำหนดแนวทางการปรับปรุง

จากปัญหาที่เกิดขึ้น จึงใช้การศึกษาวิธีในการหาแนวทางการปรับปรุงโดยประยุกต์ใช้หลักการ ECRS สำหรับกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์ ซึ่งสรุปได้ดังตารางที่ 12

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2021.10.003

ตารางที่ 7 เทคนิคตั้งคำถาม 5W1H ในขั้นตอนที่ 5, 22

5W1H	คำตอบ
What	ปลดหรือใส่ออโตแคลมป์ให้กับแม่พิมพ์
Why	เพื่อนำแม่พิมพ์ที่ผลิตเสร็จแล้วไปเก็บ (ขั้นตอนที่ 5) และเพื่อล็อคแม่พิมพ์ไม่ให้มีการขยับระหว่างที่ทำการปั๊มขึ้นรูป (ขั้นตอนที่ 22)
Where	เครื่องปั๊ม
Why	เพราะใกล้ที่จัดเก็บแม่พิมพ์ แผ่นชิ้นงาน และคลัง
When	หลังจากกดปุ่มคลายออโตแคลมป์ (ขั้นตอนที่ 5) และหลังจากที่กดปุ่มแฮนด์สวิตซ์ให้เครื่องปั๊มประกบกัน (ขั้นตอนที่ 22)
Why	เพราะออโตแคลมป์ล็อคอยู่ ต้องกดปุ่มคลายเสียก่อน (ขั้นตอนที่ 5) และเพราะแม่พิมพ์ต้องประกบกัน จึงจะใส่ออโตแคลมป์ได้ (ขั้นตอนที่ 22)
Who	พนักงานประจำเครื่องคนที่ 2
Why	เพราะได้รับการฝึกฝนจนเกิดความชำนาญ
How	พนักงานใช้มือปลดหรือใส่ออโตแคลมป์ทางฝั่งท้ายเครื่อง 4 ตัว และเดินไปฝั่งหัวเครื่องอีก 4 ตัว
Why	-
เปลี่ยนวิธีได้หรือไม่	ได้ โดยให้พนักงานประจำเครื่องคนที่ 1 ช่วยปลดหรือใส่ออโตแคลมป์ทางฝั่งหัวเครื่อง 4 ตัว

ตารางที่ 8 เทคนิคตั้งคำถาม 5W1H ในขั้นตอนที่ 10-11, 17-18

5W1H	คำตอบ
What	เดินไปหน้าประตูเครื่องปั๊ม แล้วเปิดหรือปิดประตู
Why	เพื่อให้แท่นวางเลื่อนออก (ขั้นตอนที่ 10-11) และเพื่อป้องกันอันตรายจากการปั๊มขึ้นรูป (ขั้นตอนที่ 17-18)
Where	เครื่องปั๊ม
Why	เพราะใกล้ที่จัดเก็บแม่พิมพ์ แผ่นชิ้นงาน และคลัง
When	ก่อนเลื่อนแท่นวางออก (ขั้นตอนที่ 10-11) และหลังจากที่แท่นวางเลื่อนเข้ามาจนสุด (ขั้นตอนที่ 17-18)
Why	เพื่อไม่ให้แท่นวางชนประตู (ขั้นตอนที่ 10-11) และเพื่อป้องกันพนักงานลืม (ขั้นตอนที่ 17-18)
Who	พนักงานประจำเครื่องคนที่ 1
Why	เพราะได้รับการฝึกฝนจนเกิดความชำนาญ
How	พนักงานเดินไปหน้าประตูเครื่องปั๊ม แล้วใช้มือปลดสลักเลื่อนประตูเพื่อเปิดหรือเลื่อนประตูเพื่อปิดแล้วทำการล็อคสลัก
Why	-
เปลี่ยนวิธีได้หรือไม่	ได้ โดยให้เป็นหน้าที่ของพนักงานประจำเครื่องคนที่ 2 เพื่อช่วยแบ่งภาระงานของพนักงานประจำเครื่องคนที่ 1 ที่จะต้องมีหน้าที่ต่อไป

ตารางที่ 9 เทคนิคตั้งคำถาม 5W1H ในขั้นตอนที่ 14

5W1H	คำตอบ
What	ใช้ผ้าเช็ดใต้เครื่องปั๊มให้สะอาด
Why	เพื่อไม่ให้แท่นวางเกิดความเสียหาย เนื่องจากเศษชิ้นงานที่หล่นอยู่ตามพื้น
Where	เครื่องปั๊ม
Why	เพราะใกล้ที่จัดเก็บแม่พิมพ์ แผ่นชิ้นงาน และคลัง
When	หลังจากเลื่อนแท่นวางออกไปแล้ว
Why	เพราะเป็นช่วงเวลาที่ใต้เครื่องปั๊มโล่ง ไม่มีแท่นวาง
Who	พนักงานประจำเครื่องคนที่ 1
Why	เพราะได้รับการฝึกฝนจนเกิดความชำนาญ
How	พนักงานใช้ผ้าเช็ดใต้เครื่องปั๊มให้สะอาด
Why	-
เปลี่ยนวิธีได้หรือไม่	ได้ โดยให้เป็นหน้าที่ของพนักงานประจำเครื่องคนที่ 2 เพื่อช่วยแบ่งภาระงานของพนักงานประจำเครื่องคนที่ 1

ตารางที่ 10 เทคนิคตั้งคำถาม 5W1H ในขั้นตอนกดปุ่มแฮนด์สวิตซ์ให้เครื่องปั๊มประกบกัน

5W1H	คำตอบ
What	กดปุ่มแฮนด์สวิตซ์ให้เครื่องปั๊มประกบกัน
Why	จำเป็น เพื่อให้ชิ้นงานเกิดการปั๊มขึ้นรูป
Where	เครื่องปั๊ม
Why	เพราะใกล้ที่จัดเก็บแม่พิมพ์ แผ่นชิ้นงาน และคลัง
When	หลังจากวางชิ้นงานลงบนเครื่อง
Why	เพื่อให้เกิดการปั๊มขึ้นรูปชิ้นงาน
Who	พนักงานประจำเครื่องทั้ง 2 คน
Why	เพราะได้รับการฝึกฝนจนเกิดความชำนาญ
How	พนักงานใช้มือสองข้างท้าวหลังกดปุ่มแฮนด์สวิตซ์
Why	เพราะตำแหน่งของปุ่มแฮนด์สวิตซ์ไม่เหมาะสม
เปลี่ยนวิธีได้หรือไม่	ได้ โดยจัดตำแหน่งของปุ่มแฮนด์สวิตซ์ให้กดปุ่มได้สะดวกขึ้น

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2021.10.003

ตารางที่ 11 เทคนิคตั้งคำถาม 5W1H ในขั้นตอนกวาดเศษชิ้นงานลงถัง

5W1H	คำตอบ
What	กวาดเศษชิ้นงานลงถัง
Why	จำเป็น เพราะเศษชิ้นงานที่เหลือจากกระบวนการตัดชิ้นงานไม่สามารถไหลลงมาถึงถังได้
Where	เครื่องปั๊ม
Why	เพราะใกล้ที่จัดเก็บแม่พิมพ์ แผ่นชิ้นงาน และคลัง
When	พนักงานประจำเครื่องคนที่ 1 จะทำหลังจากกดปุ่มแฮนด์สวิตซ์ ส่วนพนักงานประจำเครื่องคนที่ 2 จะทำหลังจากวางชิ้นงานบนสายพานแล้ว
Why	เพื่อให้ชิ้นงานเกิดการปั๊มขึ้นรูปและส่งชิ้นงานไปยังขั้นตอนต่อไปก่อน ป้องกันไม่ให้พนักงานเข้าใจผิดว่าชิ้นงานนั้นมีการปั๊มขึ้นรูปแล้ว
Who	พนักงานประจำเครื่องทั้ง 2 คน
Why	เพราะได้รับการฝึกฝนจนเกิดความชำนาญ
How	พนักงานใช้มือกวาดเศษชิ้นงานลงในถังจนหมด
Why	เพราะอุปกรณ์ขนถ่ายไม่ได้ถูกออกแบบมาให้เศษชิ้นงานไหลลงมาถึงถัง
เปลี่ยนวิธีได้หรือไม่	ได้ โดยการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายให้เศษชิ้นงานสามารถไหลลงมาถึงถังได้เอง

ส่วนกระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูปนอกจากประยุกต์ใช้หลักการ ECRS แล้ว ยังใช้หลักการเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหวในการปรับสภาพสถานีงานให้เหมาะสม เพื่อให้พนักงานปฏิบัติงานได้ง่ายและสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แนวทางการปรับปรุงของกระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูป

ขั้นตอน	การปรับปรุง	ECRS	เศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว
กดปุ่มแฮนด์สวิตซ์	จัดตำแหน่งของปุ่มแฮนด์สวิตซ์ให้กดปุ่มสะดวกขึ้น	-	/
กวาดเศษชิ้นงานลงถัง	ออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายให้เศษชิ้นงานไหลลงถังได้เอง	S	/

ตารางที่ 12 แนวทางการปรับปรุงของกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์

ขั้นตอน	การปรับปรุง	ECRS
5	ให้พนักงานประจำเครื่องคนที่ 1 ช่วยปลดออโตแคลมป์ทางฝั่งหัวเครื่อง 4 ตัว	S
10-11	ให้เป็นหน้าที่ของพนักงานประจำเครื่องคนที่ 2 เพื่อช่วยแบ่งภาระงานของพนักงานประจำเครื่องคนที่ 1 ที่จะต้องมีหน้าที่ในขั้นตอนต่อไป	S
12	ให้พนักงานประจำเครื่องคนที่ 1 เดินไปปรับคำสั่งได้ทันทีหลังจากเสร็จขั้นตอนที่ 9 ไม่ต้องรอทำงานหลังจากขั้นตอนที่ 11	R
14	1. ให้เป็นหน้าที่ของพนักงานประจำเครื่องคนที่ 2 เพื่อช่วยแบ่งภาระงานของพนักงานประจำเครื่องคนที่ 1 2. เมื่อแท่นวางเลื่อนออกพ้นประตูไปแล้วให้พนักงานทำการเช็ดได้ทันที	R, S
17-18	1. ให้เป็นหน้าที่ของพนักงานประจำเครื่องคนที่ 2 เพื่อช่วยแบ่งภาระงานของพนักงานประจำเครื่องคนที่ 1 ที่จะต้องมีหน้าที่ในขั้นตอนต่อไป 2. เมื่อแท่นวางเลื่อนเข้าพ้นประตูไปให้พนักงานเดินไปปิดประตูได้ทันที	R, S
19	ให้พนักงานประจำเครื่องคนที่ 1 เดินไปปรับคำสั่งได้ทันทีหลังจากเสร็จขั้นตอนที่ 16 ไม่ต้องรอทำงานหลังจากขั้นตอนที่ 18	R
22	ให้พนักงานประจำเครื่องคนที่ 1 ช่วยใส่ออโตแคลมป์ทางฝั่งหัวเครื่อง 4 ตัว	S

3. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

3.1 การปรับปรุงวิธีการทำงาน

3.1.1 การปรับปรุงกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์

เพื่อลดเวลาการติดตั้งแม่พิมพ์ที่เครื่องปั๊ม จึงได้ปรับปรุงวิธีการทำงานใหม่ ซึ่งกล่าวไว้แล้วในตารางที่ 12

3.1.2 การปรับปรุงกระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูป

1. การกดปุ่มแฮนด์สวิตซ์ให้เครื่องปั๊มประกบกันโดยใช้หลักการเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหวเกี่ยวกับ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2021.10.003

การใช้โครงร่างมนุษย์และการจัดตำแหน่งสถานที่ปฏิบัติงาน เพื่อให้พนักงานทำงานได้อย่างสะดวก เดิมตำแหน่งของปุ่มนั้นจะวางอยู่ด้านหลังของพนักงาน ทำให้พนักงานต้องใช้มือสองข้างท้าวหลังกดปุ่ม ดังแสดงในรูปที่ 6

จากนั้น ปรับตำแหน่งของปุ่มใหม่โดยวางไว้ด้านหน้าของพนักงาน ดังแสดงในรูปที่ 7 เพื่อลดอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อบริเวณแขนทั้งสองข้างที่เกิดอาการตึงและลดความเมื่อยล้าของพนักงาน เพราะเป็นตำแหน่งที่พนักงานใช้พื้นที่ในการเคลื่อนไหวน้อยที่สุด

2. การกวาดเศษชิ้นงานลงถัง โดยใช้หลักการ ECRS คือ การทำงานให้ง่ายขึ้น (Simplify) และหลักการเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหวเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องมือและอุปกรณ์ เพื่อให้พนักงานมีวิธีการทำงานที่ง่ายและสะดวก เมื่อชิ้นงานผ่านการปั๊มขึ้นรูป เศษชิ้นงานนั้นจะไหลลงมายังถาดขนาดใหญ่ที่รองรับเศษชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 8 หลังจากนั้นพนักงานจะใช้มือกวาดเศษชิ้นงานให้ลงถัง

นอกจากพนักงานจะเกิดความเมื่อยล้าแล้ว ยังสูญเสียชิ้นงานไปโดยเปล่าประโยชน์ เนื่องจากจะต้องหยุดการผลิต จึงปรับปรุงโดยการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายเพื่อให้เศษชิ้นงานไหลลงมาถึงถังได้เอง ดังแสดงในรูปที่ 9 และ 10 โดยสร้างอุปกรณ์ขนถ่าย 1 เครื่อง เพื่อเป็นแบบอย่างให้กับบริษัท แต่ในความเป็นจริงจะมีการกวาดเศษชิ้นงานทั้ง 2 ด้านของแม่พิมพ์ ซึ่งในการสร้างอุปกรณ์ขนถ่าย 1 เครื่องนี้ จะลดการสูญเสียชิ้นงานในการผลิตได้ 20 ชิ้นต่อชั่วโมง

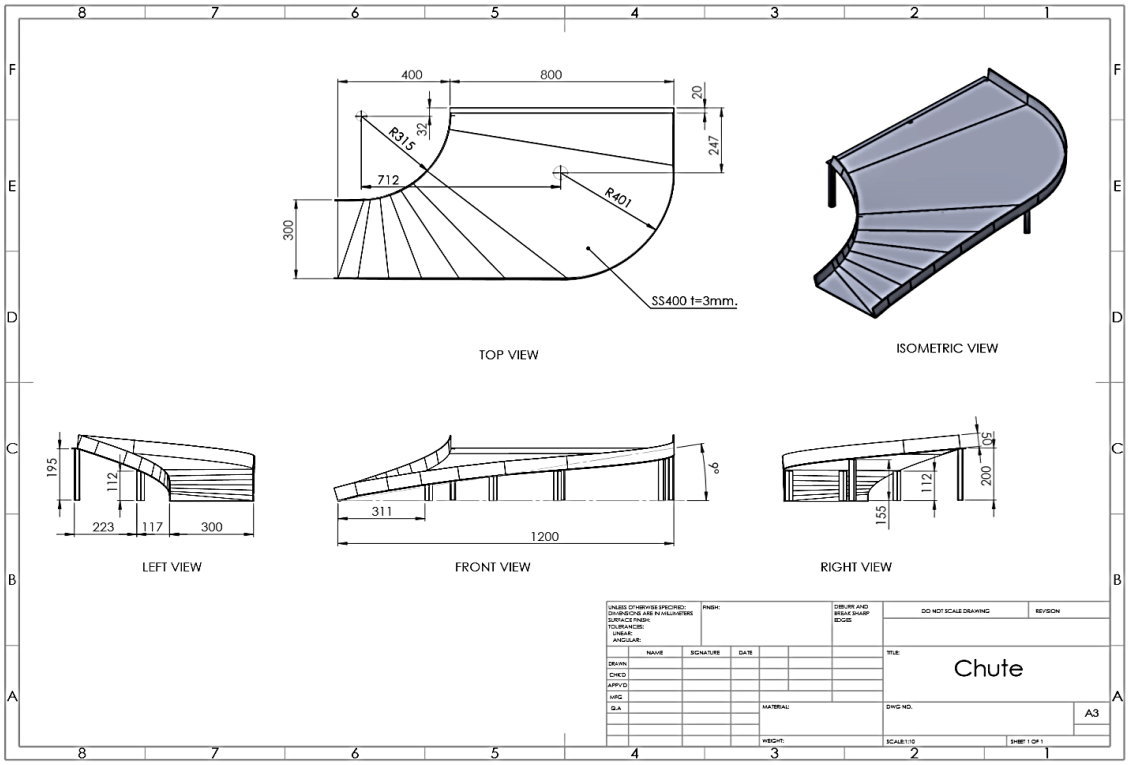
รูปที่ 6 ตำแหน่งของปุ่มแฮนด์สวิตช์ก่อนปรับปรุง

รูปที่ 7 ตำแหน่งของปุ่มแฮนด์สวิตช์หลังปรับปรุง

รูปที่ 8 ถาดขนาดใหญ่สำหรับรองรับเศษชิ้นงาน

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2021.10.003

รูปที่ 9 อุปกรณ์ขนถ่ายเศษชิ้นงาน



รูปที่ 10 แบบของอุปกรณ์ขนถ่ายเศษชิ้นงาน

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2021.10.003

3.2 ผลการวิจัย

หลังจากทำการปรับปรุงวิธีการทำงานของพนักงาน ทำให้พนักงานมีขั้นตอนการทำงานใหม่และมีภาระงานใหม่ โดยขั้นตอนใหม่ของกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์แสดงได้ดังตารางที่ 14 ส่วนขั้นตอนของกระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูปนั้นยังคงเดิม แต่เครื่องปั๊มที่ 2 จะไม่มีขั้นตอนของการกวาดเศษชิ้นงานลงถังของพนักงานประจำเครื่องคนที่ 1 จากนั้นทำการบันทึกเวลาในแต่ละขั้นตอนเช่นเดิม แล้วทำการหาเวลามาตรฐาน เพื่อหาเวลาที่เป็นมาตรฐานในการทำงานของพนักงานดังสมการที่ (1) และ (2) ซึ่งสามารถหาเวลามาตรฐานได้ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 14 ขั้นตอนใหม่ของกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์

พนักงาน			
พนักงานประจำเครื่องคนที่ 1	**เวลา (วินาที)**	**พนักงานประจำเครื่องคนที่ 2**	**เวลา (วินาที)**
1. ปรับคำสั่งของเครื่องปั๊มให้ประกบกัน	1.65		
2. เดินไปที่ปุ่มแฮนด์สวิตช์	3.07		
3. กดปุ่มแฮนด์สวิตช์ให้เครื่องปั๊มประกบกัน	6.95	3. กดปุ่มแฮนด์สวิตช์ให้เครื่องปั๊มประกบกัน	6.95
4. เดินไปกดปุ่มคลายออโตแคลมป์	3.10		
5. เดินไปที่แท่นวาง ซึ่งมีแม่พิมพ์ที่ผลิตเสร็จแล้วอยู่ แล้วปลดออโตแคลมป์ออกทั้งหมด	20.16	5. เดินไปที่แท่นวาง ซึ่งมีแม่พิมพ์ที่ผลิตเสร็จแล้วอยู่ แล้วปลดออโตแคลมป์ออกทั้งหมด	20.16

ตารางที่ 14 (ต่อ)

พนักงาน			
พนักงานประจำเครื่องคนที่ 1	**เวลา (วินาที)**	**พนักงานประจำเครื่องคนที่ 2**	**เวลา (วินาที)**
6. ปรับคำสั่งของเครื่องปั๊มให้แยกกัน	1.63		
7. เดินไปที่ปุ่มแฮนด์สวิตช์	3.13		
8. กดปุ่มแฮนด์สวิตช์ให้เครื่องปั๊มแยกกัน	6.97	8. กดปุ่มแฮนด์สวิตช์ให้เครื่องปั๊มแยกกัน	6.97
9.1 เดินไปปรับคำสั่งให้แท่นวางเลื่อนออก	4.19	9.2 เดินไปที่หน้าประตูของเครื่องปั๊ม	5.54
		10. เปิดประตูเพื่อให้แท่นวางเลื่อนออก	5.87
11.1 เลื่อนแท่นวางออกไปจนสุด	98.94	11.2 ใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาดใต้เครื่องปั๊มเมื่อแท่นวางเลื่อนพ้นประตูออกไป	64.99
12. ปรับคำสั่งให้แท่นวางเลื่อนเข้าไป	1.63		
13.1 เลื่อนแท่นวางเข้าไปจนพ้นประตูของเครื่องปั๊ม	93.64		
		13.2 เดินไปที่หน้าประตูของเครื่องปั๊ม	5.49
13.4 ปรับคำสั่งของเครื่องปั๊มให้ประกบกันเมื่อแท่นวางเลื่อนเข้าไปจนสุด	1.61	13.3 ปิดประตูด้านที่แท่นวางเลื่อนเข้า	5.85
13.5 เดินไปที่ปุ่มแฮนด์สวิตช์	3.11		

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2021.10.003

ตารางที่ 14 (ต่อ)

พนักงาน			
พนักงานประจำเครื่องคนที่ 1	**เวลา (วินาที)**	**พนักงานประจำเครื่องคนที่ 2**	**เวลา (วินาที)**
14. รอกดปุ่มแฮนด์สวิตช์	7.02		
		(เดินกลับไปยังปุ่มแฮนด์สวิตช์)	5.89
15. กดปุ่มแฮนด์สวิตช์ให้เครื่องปั๊มประกบกัน	7.06	15. กดปุ่มแฮนด์สวิตช์ให้เครื่องปั๊มประกบกัน	7.06
16. เดินไปที่แท่นวาง แล้วทำการใส่ออโตแคลมป์ทั้งหมดตามตำแหน่งให้ครบ	20.98	16. เดินไปที่แท่นวาง แล้วทำการใส่ออโตแคลมป์ทั้งหมดตามตำแหน่งให้ครบ	20.98
17. เดินไปกดปุ่มล็อคออโตแคลมป์	3.11		
18. ปรับคำสั่งของเครื่องปั๊มให้แยกกัน	2.08		
19. เดินไปที่ปุ่มแฮนด์สวิตช์	3.14		
20. กดปุ่มแฮนด์สวิตช์ให้เครื่องปั๊มแยกกัน	7.10	20. กดปุ่มแฮนด์สวิตช์ให้เครื่องปั๊มแยกกัน	7.10
21. เดินไปปรับค่าตามที่ต้องการ	6.30		
22. เดินไปที่ปุ่มแฮนด์สวิตช์	3.18		
23. กดปุ่มแฮนด์สวิตช์เพื่อทดสอบการปั๊ม	7.16	23. กดปุ่มแฮนด์สวิตช์เพื่อทดสอบการปั๊ม	7.16
รวม		**330.72 วินาที หรือ 5.51 นาที**	

ตารางที่ 15 เวลามาตรฐานของกระบวนการปั๊มขึ้นรูปหลังการปรับปรุง

กระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์					
ขั้นตอน	**เวลาตัวแทน (Selected Time)**	**ค่าปรับความเร็ว (Rating Factor)**	**เวลาปกติ (Normal Time)**	**%เวลาเผื่อ (%Allowance Time)**	**เวลามาตรฐาน (Standard Time)**
1	1.51	1.00	1.51	9	1.65
2	2.82	1.00	2.82	9	3.07
3	6.37	1.00	6.37	9	6.95
4	2.84	1.00	2.84	9	3.10
5	19.32	0.94	18.16	11	20.16
6	1.49	1.00	1.49	9	1.63
7	2.87	1.00	2.87	9	3.13
8	6.39	1.00	6.39	9	6.97
9.1	3.84	1.00	3.84	9	4.19
9.2	5.29	0.96	5.08	9	5.54
10	5.51	0.96	5.29	11	5.87
11.1	90.77	1.00	90.77	9	98.94
11.2	21.37	1.02	21.80	11	24.20
12	1.50	1.00	1.50	9	1.63
13.1	85.91	1.00	85.91	9	93.64
13.2	5.25	0.96	5.04	9	5.49
13.3	5.49	0.96	5.27	11	5.85
13.4	1.48	1.00	1.48	9	1.61
13.5	2.85	1.00	2.85	9	3.11
14	6.44	1.00	6.44	9	7.02
15	6.47	1.00	6.47	9	7.06
16	20.11	0.94	18.90	11	20.98
17	2.86	1.00	2.86	9	3.11
18	1.91	1.00	1.91	9	2.08
19	2.88	1.00	2.88	9	3.14
20	6.51	1.00	6.51	9	7.10
21	5.78	1.00	5.78	9	6.30
22	2.92	1.00	2.92	9	3.18
23	6.57	1.00	6.57	9	7.16
รวม			**330.72 วินาที หรือ 5.51 นาที**		

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2021.10.003

ตารางที่ 15 (ต่อ)

กระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูป					
ขั้นตอน	เวลาตัวแทน (Selected Time)	ค่าปรับความเร็ว (Rating Factor)	เวลาปกติ (Normal Time)	%เวลาเผื่อ (%Allowance Time)	เวลามาตรฐาน (Standard Time)
1	4.30	1.00	4.30	14	4.90
2	6.65	1.00	6.65	14	7.58
3	4.57	1.00	4.57	14	5.21
4	4.50	1.00	4.50	14	5.13
5	6.94	1.00	6.94	9	7.56
6	4.62	1.00	4.62	11	5.13
รวม			**47.51 วินาที หรือ 0.79 นาที** (รวมเวลาของชิ้นงานบนสายพานและลูกกลิ้งลำเลียงแล้ว ซึ่งมีเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 3 วินาที รวม 12 วินาที)		

จากนั้น เปรียบเทียบเวลาแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูปหลังการปรับปรุงกับจังหวะความต้องการของลูกค้า ซึ่งเท่ากับ 8 วินาทีต่อชิ้น ดังรูปที่ 11 พบว่า หลังจากที่ทำการปรับปรุง จะไม่มีขั้นตอนใดที่เวลามากกว่าจังหวะความต้องการของลูกค้าเลย หมายความว่ากระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูปนี้สามารถผลิตได้ตามแผนที่กำหนด คือ 450 ชิ้นต่อชั่วโมง โดยกำลังการผลิตคำนวณได้ดังนี้

$$\text{กำลังการผลิต} = \frac{8 \times 60 \times 60}{7.58}$$

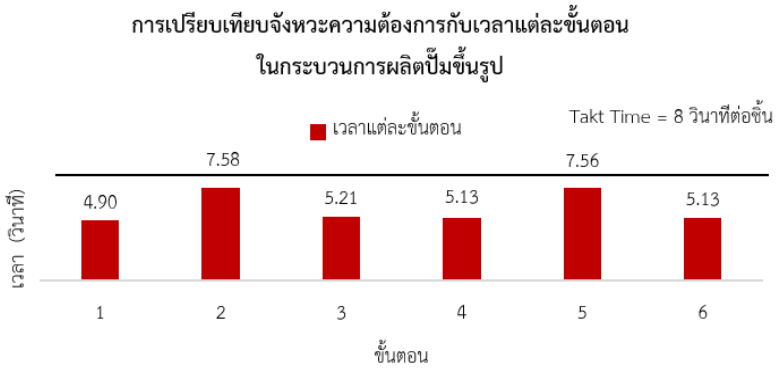
$$= 3{,}799 \text{ ชิ้นต่อวัน}$$

หรือ 474 ชิ้นต่อชั่วโมง

นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบเป็นก่อนและหลังการปรับปรุง สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 16 ซึ่งจะเห็นได้ว่า การนำหลักการ ECRS มาประยุกต์ใช้ทำให้เวลาในการติดตั้งแม่พิมพ์ลดลง อีกทั้งยังมีหลักการเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว ซึ่งทำให้ปริมาณการผลิตต่อหน่วยเวลาเพิ่มขึ้นด้วยนั่นเอง

ตารางที่ 16 ผลที่ได้จากการปรับปรุงกระบวนการปั๊มขึ้นรูป

รายการ	ก่อน	หลัง	ผล
เวลาในการติดตั้งแม่พิมพ์ (นาทีต่อครั้ง)	8.18	5.51	-2.67
ปริมาณการผลิตต่อหน่วยเวลา (ชิ้นต่อชั่วโมง)	422	474	+52



รูปที่ 11 การเปรียบเทียบจังหวะความต้องการของลูกค้ากับเวลาแต่ละขั้นตอนในกระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูปหลังการปรับปรุง

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2021.10.003

4. บทสรุป

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงกระบวนการปั๊มขึ้นรูปในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์ โดยทำการศึกษากระบวนการปั๊มขึ้นรูปของชิ้นงาน BRACE-FR PLR UPR HINGE ในสายการผลิต H ซึ่งพบว่า กระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์มีการใช้เวลาในการติดตั้งแม่พิมพ์ที่เครื่องปั๊มเฉลี่ย 8.18 นาทีต่อครั้ง และใช้เวลาในกระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูปเฉลี่ย 0.81 นาทีต่อชิ้น ทำให้ได้ปริมาณการผลิตต่อหน่วยเวลาเฉลี่ย เท่ากับ 422 ชิ้นต่อชั่วโมง ซึ่งไม่เป็นไปตามแผนที่ได้กำหนดไว้ คือ 450 ชิ้นต่อชั่วโมง ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อลดเวลาในการติดตั้งแม่พิมพ์และเพิ่มปริมาณการผลิตต่อหน่วยเวลา โดยใช้การศึกษางานด้วยเทคนิคตั้งคำถาม 5W1H หลักการ ECRS และหลักการเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว ซึ่งพบว่าสามารถลดเวลาในการติดตั้งแม่พิมพ์ได้ จากเดิม 8.18 นาทีต่อครั้ง เป็น 5.51 นาทีต่อครั้ง คิดเป็นร้อยละ 32.64 และปริมาณการผลิตต่อหน่วยเวลาเพิ่มขึ้น จากเดิม 422 ชิ้นต่อชั่วโมง เป็น 474 ชิ้นต่อชั่วโมง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 12.32

5. เอกสารอ้างอิง

[1] K. Sangthong, Productivity improvement of roller conveyor production line, The 5th National Conference of Industrial Operations Development, Proceeding, 2014, 570-576. (in Thai)

[2] P. Sermsuwan, Productivity improvement for water heater production line, Thesis, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Thailand, 2017. (in Thai)

[3] M. Ninkham, The line balancing for reduce waste in dish washer assembly process, Thesis, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Thailand, 2010. (in Thai)

[4] S. Rerksirathai, Work study for through-put improvement of head gimbals assembly tester, Thesis, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Thailand, 2009. (in Thai)

[5] M.A. Moktadir, S. Ahmed, Fatema-Tuj-Zohra and R. Sultana, Productivity improvement by work study technique: A case on leather products industry of Bangladesh. Industrial Engineering & Management, 2017, 6(1), 1000207.

[6] V. Rijiravanich, Work study, 2nd Ed., Chulalongkorn University Press, Bangkok, Thailand, 2000. (in Thai)

[7] K. Jirapatarasilp, Industrial work study, PTE391, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, Thailand, 2002. (in Thai)

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2021.10.003

[8] R. Kanjanapanyakom, Industrial work study, 1st Ed., Top Publishing Co., Ltd., Bangkok, Thailand, 2009. (in Thai)

[9] http://pirun.ku.ac.th/~fengcsr/courses/2008_01/206341/ch12.pdf. (Accessed on 9 Aug 2019)

[10] P. Sukcharoenpong, Production engineering management, H.N. Group Co., Ltd., Bangkok, Thailand, 1995. (in Thai)