

การออกแบบอุปกรณ์รีดผิวหน้าปะเก็น เพื่อลดเวลาการผลิต

Design of gasket surface extrusion equipment to reduce production time.

อุษาวดี อินทร์คล้าย

ภาควิชาวิศวกรรมกระบวนการและอุตสาหกรรม สถาบันวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย นนทบุรี 10530

E-mail: usawadee@mut.ac.th

Manuscript Received August 25, 2023

Revised September 19, 2023

Accepted October 3, 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาในการผลิตปะเก็น สำหรับเครื่องยนต์การเกษตร ของบริษัทกรณีศึกษา A โดยงานวิจัยนี้ได้ใช้หลักการศึกษางาน ในการหาเวลามาตรฐานการปฏิบัติงาน ซึ่งจากการวิเคราะห์เชิงลึกเวลามาตรฐานพบว่าในขั้นตอนการรีดผิวหน้าชิ้นงานเป็นขั้นตอนที่ใช้ระยะเวลานานที่สุด และยังเป็นขั้นตอนที่ใช้แรงงานคนในการปฏิบัติงานด้วย ดังนั้นจึงใช้หลักการวิศวกรรมเครื่องมือ ร่วมกับหลักการออกแบบ เพื่อวิเคราะห์การออกแบบกำหนดขนาด และเลือกวัสดุสำหรับแต่ละชิ้นส่วน ภายใต้ข้อจำกัดของชิ้นงาน และการใช้งานจริง ในการออกแบบอุปกรณ์ช่วยสำหรับรีดผิวหน้าปะเก็น จากนั้นทำการทดลองใช้อุปกรณ์ พบว่าอุปกรณ์สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี และส่งผลให้เวลาในการรีดผิวหน้าชิ้นงานลดลงอย่างมีนัยสำคัญ จากก่อนปรับปรุงใช้เวลา 4.30 นาที หลังปรับปรุงใช้เวลา 2.78 นาที และเวลาในการผลิตปะเก็นลดลงจาก 11.35 นาที เหลือ 9.76 นาที

คำสำคัญ: การลดเวลา ปรับปรุงกระบวนการ อุปกรณ์รีดผิวหน้าปะเก็น

ABSTRACT

This research aims to reduce time in gasket production for agricultural engines. Case study company A. This research applies work study for determining the operation standard time. In deep analysis of time study, the data reveals that preparing surfacing extrusion process is the main problem

because it takes the longest processing time and lot of work force. Therefore, the principles of tool engineering and design theory to analyze the designs, determine dimensions, and select materials for each part under the constraints of the workpiece and practical use in the design of auxiliary equipment for gasket surface extrusion. Next, the proposed equipment is tested in real operation. The results indicate that the proposed equipment can be applied efficiently for this process and reduced the surfacing extrusion process time significantly from 4.30 minutes to 2.78 minutes and reduced the gasket production time from 11.35 minutes to 9.76 minutes.

Keywords: Reduce time, process improvement, gasket extrusion equipment

1. บทนำ

บริษัทกรณีศึกษา ประกอบธุรกิจผลิตอุปกรณ์เครื่องจักรกล และเครื่องยนต์การเกษตร ซึ่งจากการสำรวจกระบวนการผลิตชิ้นส่วนพบปัญหาในการผลิตปะเก็น โดยเฉพาะในขั้นตอนการรีดผิวหน้าชิ้นงาน ที่ใช้แรงงานคนในการนำแท่งเหล็กมารีดผิวหน้าชิ้นงานให้เรียบ ซึ่งใช้เวลาในการรีดนาน แม้ขั้นตอนการทำงานจะไม่ซับซ้อน แต่ต้องใช้แรงในการกดรีด ทำให้เกิดการเมื่อยล้าขึ้นได้ และส่งผลต่อเวลาในการทำงาน จึงทำให้ผลิตปะเก็นไม่เพียงพอต่อความต้องการในปัจจุบัน

จากปัญหาข้างต้นนี้ เป็นที่มาของการออกแบบอุปกรณ์สำหรับรีดผิวหน้าชิ้นงาน โดยแนวคิดในการออกแบบอุปกรณ์จะต้อง 1) รีดผิวหน้าปะเก็นได้เรียบ 2) ใช้เวลาในการรีดลดลง 3) ช่วยทุ่นแรงพนักงานและต้องใช้งานได้ง่าย โดยในหัวข้อที่ 2 จะอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีที่ใช้ในการดำเนินงาน หัวข้อที่ 3 จะกล่าวถึงรายละเอียดการดำเนินงาน หัวข้อที่ 4 จะแสดงผลการดำเนินงาน และสรุปผลในหัวข้อที่ 5

2. ทฤษฎีในการดำเนินงาน

ในการดำเนินงานใช้ทฤษฎีในการวิเคราะห์ปัญหา และแก้ไขปัญหาดังต่อไปนี้

2.1 การศึกษาการทำงาน

การศึกษาการทำงาน (Work Study) คือ การศึกษากระบวนการทำงานและองค์ประกอบต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตที่เป็นสภาพการทำงานจริงและเป็นปัจจุบัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น และใช้ประโยชน์ด้านการพัฒนาพื้นฐานของการทำงานของพนักงาน รวมถึงการลดเวลาการทำงานของแต่ละกระบวนการ เพื่อนำไปสู่การเพิ่มผลผลิต โดยการศึกษาการทำงาน มีลำดับขั้นตอนในการศึกษาดังต่อไปนี้

1) การเลือกงาน ควรมีวิธีการในการเลือกงาน และต้องมีสาเหตุหรือสิ่งบอกว่าสมควรปรับปรุง

2) การบันทึกงาน หรือการเก็บข้อมูลการทำงานโดยแบ่งออกเป็นงานย่อย ใช้สำหรับวิเคราะห์หาสาเหตุความบกพร่อง และใช้เพื่อทำให้เข้าใจปัญหาและสาเหตุของปัญหาได้ง่ายขึ้น โดยในการบันทึกงานจะทำการบันทึกเวลาในการทำงานไปพร้อมกันด้วย นิยมใช้หลักการศึกษาเวลา (Motion and Time Study) ซึ่งเป็นการจัดทำเวลามาตรฐานโดยใช้เครื่องวัดเวลา และมีการวัดประสิทธิภาพรวมทั้งการกำหนดเวลาเพื่อที่เหมาะสม [1] การศึกษาเวลาโดยปกติคำนวณเวลา 3 ชนิด ดังต่อไปนี้

เวลาจริง (Selected Time) หมายถึง รอบเวลาที่ใช้ไปจริง ๆ ในการทำงานของพนักงาน ซึ่งได้มาจากการจับเวลาโดยตรง โดยทำการจับเวลา 5 หรือ 10 รอบเวลาทำงาน จากนั้นทำการหาค่าเฉลี่ยของเวลา เพื่อใช้เป็น เวลาตัวแทน (Representative time)

เวลาปกติ (Normal Time) หมายถึง ค่าเวลาตัวแทนการทำงานของพนักงานที่ทำงานด้วยความเร็วปกติ หรือตามค่าอัตราความเร็ว

ที่ประเมินได้จากตารางประเมินอัตราความเร็วของพนักงาน สามารถคำนวณค่าเวลาปกติได้จากสมการที่ 1

$$NT = RT \times RF \quad (1)$$

โดยที่ NT คือเวลาปกติ RT คือเวลาตัวแทน และ RF คือค่าอัตราความเร็ว

เวลามาตรฐาน (Standard Time) หมายถึง ค่าเวลาปกติของการทำงานของพนักงานที่มีค่าเวลาเพื่อการทำงาน จากการประเมินการทำงานตามตารางวิเคราะห์เวลาเพื่อของการทำงาน สามารถคำนวณหาเวลามาตรฐานในการทำงานของพนักงานได้จากสมการที่ 2

$$Std. T = NT(1 + A) \quad (2)$$

โดยที่ Std. T คือเวลามาตรฐาน NT คือเวลาปกติ และ A คือเวลาเผื่อในการทำงาน

3) การวิเคราะห์งาน เป็นขั้นตอนที่ช่วยให้เข้าใจปัญหา และเกิดแนวคิดในการแก้ไขปัญหา เทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์งานประกอบด้วย เทคนิคการตั้งคำถาม เทคนิคการแยกความสำคัญของปัญหา และเทคนิคการแบ่งแยกประเภทของงาน

4) การปรับปรุงงาน ในขั้นตอนนี้จะใช้ความรู้ทางด้านวิศวกรรมมาประยุกต์ในการแก้ไขปัญหาในการทำงาน เพื่อลดความสูญเสียจากการทำงาน

5) การเปรียบเทียบประเมินผลการปรับปรุงงาน เป็นขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการวัดผล ซึ่งจะต้องทำการวัดผลของวิธีการทำงานเดิมเปรียบเทียบกับผลการปรับปรุง โดยมีเกณฑ์วัดผลงานเป็นเวลาในการทำงาน จำนวนขั้นตอน จำนวนของเสีย หรือผลผลิตที่ได้ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการปรับปรุง [2]

2.2 หลักการวิศวกรรมเครื่องมือ (Tool Engineering)

วิศวกรรมเครื่องมือ (Tool Engineering) เป็นแนวทางในการออกแบบอุปกรณ์ช่วย เพื่อใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม โดยมีกระบวนการ วิเคราะห์ วางแผน และออกแบบก่อนการสร้างอุปกรณ์ใช้จริง [3]

การสร้างจิ๊กซ์ (Jig) หรือฟิกซ์เจอร์ (Fixture) มีวิธีออกแบบ 4 ขั้นตอน คือ

1) วิเคราะห์แบบและแผนการผลิตชิ้นงาน เป็นการศึกษาแบบของชิ้นงานร่วมกับแผนการผลิตอย่างละเอียด ทำให้เกิดระบบ

กำหนดตำแหน่งของชิ้นงานในจิ๊กซ์หรือฟิกซ์เจอร์ จุดส่งแรงยึด และจุดรองรับต่าง ๆ บนผิวชิ้นงาน

2) ออกแบบเบื่องตัน และการกำหนดขนาดของชิ้นส่วนพิจารณาเลือกใช้ตัวกำหนดตำแหน่ง กลไกการยึดชิ้นงาน และตัวรองรับ แล้วจึงวาดเป็นภาพแบบประกอบ โดยแสดงเป็นภาพฉายตั้งฉากในสามมุมมอง ประกอบด้วยด้านหน้า ด้านบน และด้านข้าง

3) กำหนดรายละเอียดของวัสดุ และขนาดให้กับชิ้นส่วนแต่ละชิ้น เลือกวัสดุสำหรับทำชิ้นส่วนแต่ละชิ้น รวมไปถึงการกำหนดกรรมวิธีทางความร้อนที่ต้องใช้เพื่อให้ชิ้นส่วนมีคุณสมบัติที่ต้องการ และกำหนดขนาดและความคลาดเคลื่อนให้กับมิติต่าง ๆ ซึ่งอาจจำเป็นต้องใช้วิธีประมาณแรงที่เกิดจากการตัดโลหะ และการคำนวณในด้านความแข็งแรง หรือใช้เทคนิคของการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนเพื่อควบคุมขนาดของมิติให้สามารถทำหน้าที่ได้ตามต้องการ

4) เขียนแบบวิศวกรรม นำรายละเอียดทั้งหมดจากการออกแบบข้างต้นมาแสดงเป็นแบบวิศวกรรม

การจัดทำอุปกรณ์ ต้องมีขั้นตอนการเตรียมงาน และทำการศึกษาแบบของอุปกรณ์ จากนั้นกำหนดขนาดของวัสดุแต่ละชิ้น โดยเมื่อวัสดุสำหรับการตัดออก และเพื่อการจับชิ้นงาน จากนั้นผ่านกระบวนการตัด และกลึง ให้ได้ตามขนาดรูปทรงที่กำหนดไว้ แล้วนำมาประกอบกันให้ได้ตามแบบที่วางไว้ [4]

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการแก้ไขปัญหสำหรับอุตสาหกรรมที่มีความหลากหลาย ทำให้เกิดการวิจัยที่หลากหลาย โดยมีการใช้ทฤษฎีและการดำเนินการที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความเหมาะสม หนึ่งในนั้นคือการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการทำงาน เช่น การลดเวลาในกระบวนการผลิตถึงลมนรถบรรทุก ASM รุ่น 003 ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลเวลามาตรฐาน ซึ่งพบว่าขั้นตอนของการขัดชิ้นงานเป็นจุดคอขวดของกระบวนการ จากนั้นใช้แผนภูมิแกงปลา ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา พบสาเหตุหลักคือ กระบวนการขัดใช้เวลาาน จึงแก้ไขปัญหโดยการออกแบบอุปกรณ์ช่วยป้องกันสะเก็ดเชื่อมถึงลมเพื่อลดสะเก็ดเชื่อมให้น้อยลง และทำให้การขัดชิ้นงานมีความรวดเร็วมากขึ้น ผลที่ได้ทำให้เวลาในกระบวนการขัดชิ้นงานลดลงจาก 754.23 วินาทีต่อชิ้น เหลือเพียง 477.38 วินาทีต่อชิ้น หรือลดลงร้อยละ 36.70 และมีผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.5 [5]

การลดเวลาในกระบวนการประกอบปลั๊กไฟฟ้า จากการศึกษาพบปัญหาเวลาการผลิตสูงกว่าอัตราความต้องการของลูกค้า จึงทำการวิเคราะห์ด้วยแผนผังสาเหตุและผล พบว่าสาเหตุหลักเกิดจากวิธีปฏิบัติงาน ในการบัดกรีชิ้นส่วน ยังขาดอุปกรณ์จับยึดช่วยในการปฏิบัติงาน อีกทั้งมีการจัดวางวัตถุดิบอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบไม่ถูกต้องตามหลักการเคลื่อนไหว จึงทำการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการบัดกรี และจัดทำกล่องใส่วัตถุดิบ เพื่อกำหนดการจัดวางวัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ถูกต้องตามหลักการเคลื่อนไหว จากนั้นจัดลำดับงานใหม่ด้วยหลักการฮิซาร์เอส โดยผลการดำเนินงานพบว่าการลดเวลาการผลิตต่อชิ้นลดลงจาก 143.91 วินาที เหลือ 101.19 วินาที หรือลดลง 42.72 วินาที ซึ่งทำให้ผลิตได้เพิ่มขึ้น เป็น 142 ชิ้นต่อวัน ส่งผลให้สามารถผลิตได้ทันต่อความต้องการของลูกค้า [6]

การลดเวลาในกระบวนการผลิตกล่องเก็บรองเท้า ซึ่งสามารถผลิตสินค้าได้เพียง 116 กล่องต่อเดือน ไม่เพียงพอต่อความต้องการที่ 150 กล่องต่อเดือน ในปัจจุบันมีเวลาในการผลิตจริงเท่ากับ 99.12 นาทีต่อกล่อง จากการวิเคราะห์ปัญหาพบว่า ขั้นตอนที่ใช้เวลานานคือขั้นตอนประกอบและแต่งสี ซึ่งเป็นงานที่ต้องใช้ฝีมือและความประณีตสูง จึงมีแนวคิดในการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการประกอบ และใช้เทคนิคการปรับปรุงงาน ECRS เพื่อโยกย้ายงานหลังการปรับปรุงพบว่าเวลาในการประกอบลดลงจาก 89.41 เหลือ 53.75 นาทีต่อกล่อง และเวลาในกระบวนการแต่งสีลดลงจาก 99.12 เหลือ 73.71 นาทีต่อกล่อง โดยสามารถเพิ่มกำลังการผลิตสูงสุดได้เท่ากับ 150 กล่องต่อเดือน [7]

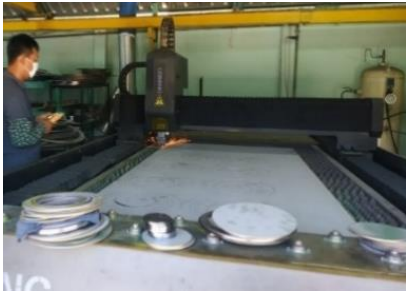
3. การดำเนินงาน

ในการดำเนินงานมีขั้นตอนการศึกษาการทำงาน การวิเคราะห์ปัญหา และการแก้ไขปัญหาดังนี้

3.1 การศึกษากระบวนการทำงาน

จากการศึกษาขั้นตอนการผลิตประเก็น พบว่ามีขั้นตอนในการผลิต 5 ขั้นตอน ซึ่งมีการแบ่งงานย่อยที่ชัดเจน จึงสามารถนำมากำหนดเป็นขั้นตอนการทำงานในการศึกษาเวลาต่อไปได้ โดยในขั้นตอนที่ 1, 2, 3 และ 5 เป็นการทำงานของพนักงานร่วมกับเครื่องจักร มีเพียงขั้นตอนที่ 4 ที่เป็นการทำงานโดยแรงงานพนักงานแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการผลิตปะเก็น

ขั้นตอน	รายละเอียด และรูปภาพ
1. ตัดชิ้นงาน	ตัดชิ้นงานด้วยเครื่องตัดเลเซอร์ 
2. กลึงร่องชิ้นงาน	กลึงร่องชิ้นงาน 45 องศา ด้วยเครื่องกลึง 
3. ลบคมชิ้นงาน	ลบคมร่องชิ้นงาน 
4. รีดผิวหน้าชิ้นงาน	รีดผิวหน้าปะเก็นให้เรียบ ด้วยแท่งเหล็ก 

ขั้นตอน	รายละเอียด และรูปภาพ
5. ประกอบวงแหวนกลาง	ประกอบวงแหวนกลาง ด้วยเครื่องปั๊ม 

เมื่อทำการศึกษาขั้นตอนการทำงานทั้ง 5 ขั้นตอนอย่างละเอียดแล้ว ทำการจับเวลาการทำงาน โดยจับเวลาทั้งหมด 10 รอบการทำงาน จากนั้นนำข้อมูลเวลามาพิจารณารอบการจับเวลาที่เหมาะสม โดยอ้างอิงจากตาราง Maytag ซึ่งได้ค่ารอบการจับเวลาที่เหมาะสม เท่ากับ 2 ซึ่งหมายความว่า รอบเวลาที่จับมา 10 รอบนั้นเพียงพอในการนำมาใช้งานแล้ว จึงใช้เวลาเฉลี่ยที่คำนวณได้มาเป็นเวลาตัวแทน (RT) สำหรับการคำนวณหาเวลาปกติต่อไป แสดงข้อมูลและการคำนวณดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ข้อมูลเวลาในขั้นตอนย่อยของการผลิตปะเก็น

ขั้นตอน	เวลาย่อยในแต่ละขั้นตอน (นาท)					เวลาเฉลี่ย (นาท)
1	2.08	2.01	2.04	2.03	2.02	2.03
	2.05	2.07	2.01	2.00	2.03	
2	1.04	1.06	1.03	1.04	1.05	1.05
	1.06	1.07	1.00	1.08	1.10	
3	1.30	1.33	1.35	1.37	1.32	1.35
	1.36	1.39	1.34	1.31	1.40	
4	3.36	3.35	3.37	3.40	3.38	3.40
	3.42	3.40	3.39	3.43	3.45	
5	1.12	1.10	1.13	1.15	1.11	1.14
	1.14	1.13	1.16	1.18	1.17	

ตารางที่ 3 แสดงการคำนวณหารอบการจับเวลาที่เหมาะสม

ขั้นตอน	พิสัย (R)	เวลาเฉลี่ย ($\bar{X}$)	$R / \bar{X}$	รอบจับเวลา ที่เหมาะสม
1	0.08	2.03	0.04	2
2	0.10	1.05	0.10	2
3	0.10	1.35	0.07	2
4	0.10	3.40	0.03	2
5	0.08	1.14	0.07	2

ต่อมาจะทำการวิเคราะห์ลักษณะการทำงานของพนักงานในแต่ละขั้นตอน เพื่อประเมินค่าอัตราความเร็วในการทำงานของพนักงาน (RF) ซึ่งจากการประเมินได้ค่าเท่ากับ 1.11 แสดงข้อมูลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การประเมินอัตราความเร็วของพนักงานก่อนการปรับปรุง

ขั้นตอน	องค์ประกอบค่าอัตราความเร็ว				RF
	Skill	Effort	Condition	Consistency	
1	C1 +0.06	C2 +0.02	C +0.02	C +0.01	0.11
2	C1 +0.06	C2 +0.02	C +0.02	C +0.01	0.11
3	C1 +0.06	C2 +0.02	C +0.02	C +0.01	0.11
4	C1 +0.06	C2 +0.02	C +0.02	C +0.01	0.11
5	C1 +0.06	C2 +0.02	C +0.02	C +0.01	0.11

จากนั้นวิเคราะห์ค่าเวลาเฉลี่ยในการทำงานของพนักงาน (A) จากสภาพการทำงานจริงของพนักงานทุกขั้นตอนการทำงาน ซึ่งจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับร้อยละ 14 หรือคิดเป็นค่าเวลาเฉลี่ยการทำงานเท่ากับ 1.14 แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตารางวิเคราะห์เวลาเฉลี่ยของการทำงานการปรับปรุง

หัวข้อเวลาเฉลี่ย	รวม
เวลาเฉลี่ยคงที่ - เวลาส่วนเผื่อสำหรับทำกิจส่วนตัว (5%) - เวลาส่วนเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าเบื้องต้น (4%)	9%
เวลาส่วนแปรผัน - เวลาส่วนเผื่อสำหรับการยืน (1%) - เวลาส่วนเผื่อสำหรับท่าทางผิดปกติ (1%) - สภาพความตึงเครียดทางจิตใจ (1%) - ความซ้ำซาก (1%) - เครื่องป้องกันอันตราย (1%)	5%
อื่น ๆ	0%
รวมเวลาเฉลี่ยในการทำงานของพนักงาน (A)	14%

เมื่อได้ข้อมูลค่าเวลาตัวแทน (RT) ค่าอัตราความเร็วในการทำงานของพนักงาน (RF) และค่าเวลาเฉลี่ยในการทำงานของพนักงาน (A) ครบถ้วนแล้ว จะทำการคำนวณหาค่าเวลาปกติ (NT) และเวลามาตรฐาน (Std. T) จากสมการที่ 1 และสมการที่ 2 แสดงเวลามาตรฐานในการทำงานก่อนการปรับปรุงที่ได้จากการคำนวณข้างต้น ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การคำนวณเวลามาตรฐานก่อนการปรับปรุง

ขั้นตอน	RT (นาท)	อัตรา เร็ว	NT (นาท)	เวลาเฉลี่ย	Std. T (นาท)
1	2.03	1.11	2.26	1.14	2.57
2	1.05	1.11	1.17	1.14	1.33
3	1.35	1.11	1.50	1.14	1.70
4	3.40	1.11	3.77	1.14	4.30
5	1.14	1.11	1.26	1.14	1.44
รวม	8.87		9.95		11.35

จากข้อมูลเวลาในการผลิตประกัน จะเห็นว่าขั้นตอนการรีดผิวหน้าชิ้นงาน ใช้เวลาในการทำงานนานที่สุด และเป็นขั้นตอนที่ใช้แรงงานคนในการทำงาน โดยไม่มีอุปกรณ์ช่วยในการทำงาน จึงเป็นที่มาให้ผู้วิจัยดำเนินการออกแบบอุปกรณ์ในการรีดผิวหน้าชิ้นงาน โดยคำนึงถึงการใช้งานร่วมกับพนักงาน ซึ่งต้องใช้งานได้ง่าย ช่วยทุ่นแรงในการทำงาน รีดผิวหน้าประกันได้เรียบ และต้องลดเวลาในการทำงานได้

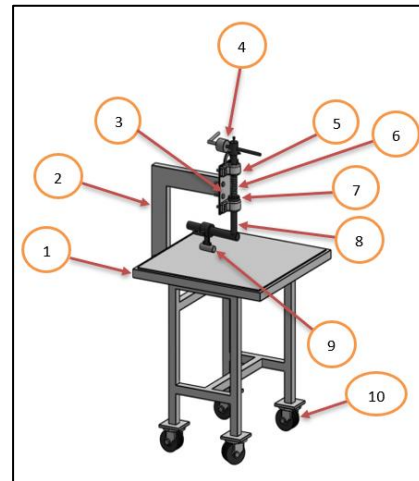
3.2 การออกแบบอุปกรณ์

ในการออกแบบอุปกรณ์รีดผิวหน้าประกัน ได้ประยุกต์ใช้หลักการวิศวกรรมเครื่องมือ (Tool Engineering) ในการออกแบบ ซึ่งมีขั้นตอนการออกแบบดังต่อไปนี้

1) การออกแบบและวิเคราะห์แบบ ในการออกแบบได้พิจารณา ลักษณะของการทำงานที่พนักงานใช้แท่งเหล็กในการรีดผิวหน้า ซึ่งแท่งเหล็กมีขนาดยาว ส่งผลต่อการถ่ายเทน้ำหนักที่ไม่สม่ำเสมอ และต้องใช้แรงในการกดมาก จึงออกแบบอุปกรณ์ตามการทำงานเดิม แต่เปลี่ยนให้แท่งเหล็กมีขนาดสั้นลง และเคลื่อนที่เป็นวงกลม หมุนไปรอบ ๆ ตามแนววงของผิวหน้าประกัน เพื่อให้ผิวหน้าเรียบเสมอกัน หน้าโต๊ะทำงานวางกระบอกเพื่อลดการขีดขัดของผิวหน้าประกัน เพราะต้องรีดทั้งสองด้าน ส่วนการถอดใส่ชิ้นงานใช้การเลื่อนลูกตุ้มหมุนยกแกนเพลากลาง ซึ่งง่ายต่อการใช้งาน แสดงแบบ 3 มิติของอุปกรณ์รีดผิวหน้าประกัน ดังรูปที่ 1

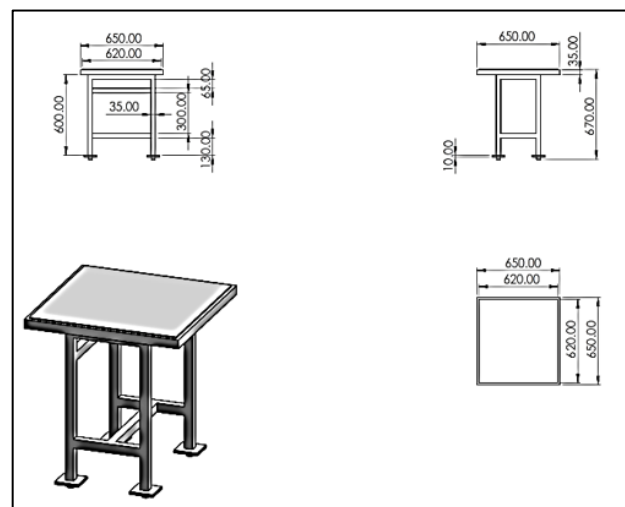
จากตารางที่ 6 แสดงชิ้นส่วนประกอบอุปกรณ์รีดผิวหน้าประกันทั้งหมด 10 ชิ้นส่วน ซึ่งมีชิ้นส่วนสำเร็จรูป คือชิ้นส่วนหมายเลข 5, 6, 7, 10, น็อตเบอร์ 17 และกระบอกสำหรับวางชิ้นงาน ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่สามารถซื้อตามขนาดที่ต้องการได้ ส่วนชิ้นส่วนหมายเลข 1, 2, 3, 4, 8 และ 9 ถูกออกแบบขึ้นเพื่อให้มีขนาดที่เหมาะสมกับชิ้นงานประกัน และการทำงานของพนักงาน แสดงรายละเอียดของชิ้นส่วนและขนาด (หน่วยเป็นเซนติเมตร) ดังรูปที่ 2

- 7



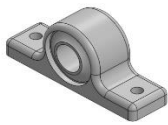
รูปที่ 1 แบบ 3 มิติ ของอุปกรณ์รีดผิวหน้าประกัน

2) การกำหนดขนาดและการเขียนแบบวิศวกรรมของอุปกรณ์รีดผิวหน้าประกัน อุปกรณ์ประกอบด้วยชิ้นส่วน 10 ชิ้นส่วน ดังตารางที่ 7

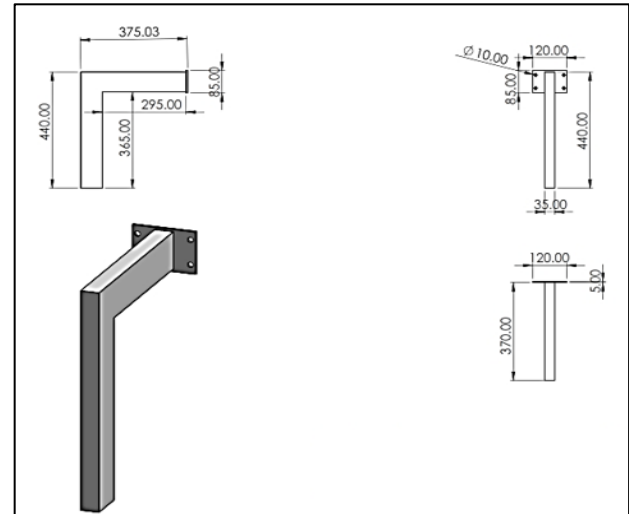


รูปที่ 2 ชิ้นส่วนหมายเลข 1 โต๊ะทำงาน

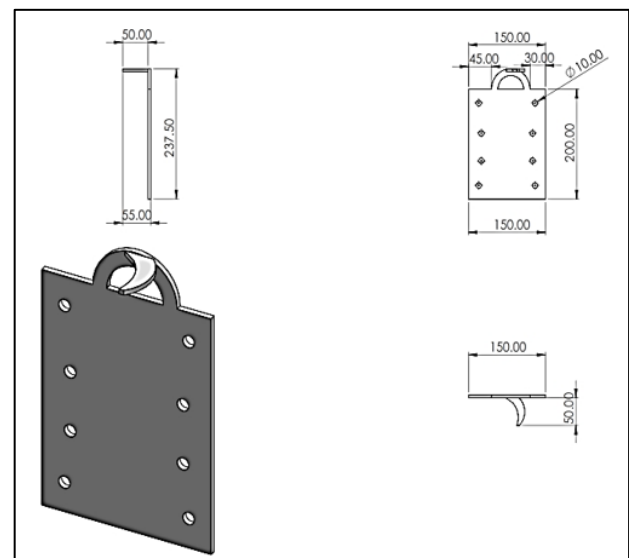
ตารางที่ 7 ชิ้นส่วนอุปกรณ์รีดผิวหน้าปะเก็น

เลข	รายละเอียด	รูปภาพ
1	โต๊ะทำงาน ทำหน้าที่ไว้เพื่อวางชิ้นงานในตอนทำงานและมีแผ่นกระจกอยู่ด้านบนเพื่อไม่ให้ชิ้นงานเป็นรอย	
2	เสาจับยึด ทำหน้าที่ยึดชิ้นส่วนชุดรีดกับโต๊ะทำงาน	
3	แผ่นรองเสาจับยึด ทำหน้าที่เชื่อมระหว่างเสาจับยึดกับชิ้นส่วนชุดรีดให้มีความมั่นคง	
4	ด้ามหมุน ทำหน้าที่เป็นตัวหมุนเป็นวงกลม	
5	ตลับลูกปืนตึกตา 2 ตลับ ทำหน้าที่เป็นตัวรองรับการหมุนของแกนเพลาด้ามหมุน ให้หมุนเป็นวงกลม (ใช้ขนาดมาตรฐาน อิงตามขนาดแกนเพลาด้ามหมุน)	
6	สปริง ทำหน้าที่ให้แรงกดเพื่อไปรีดผิวหน้าของปะเก็นให้เรียบ (ใช้ขนาดมาตรฐาน อิงตามขนาดแกนเพลาด้ามหมุน)	
7	ตัวรองสปริง 2 ตัว ทำหน้าที่เป็นตัวรองรับสปริงกับตลับลูกปืนตึกตา (ใช้ขนาดมาตรฐาน อิงตามขนาดแกนเพลาด้ามหมุน)	
8	แกนเพลาด้ามหมุน ทำหน้าที่หมุนตามด้ามหมุนเป็นวงกลม	
9	หัวรีดผิวหน้าปะเก็น ทำหน้าที่รีดผิวหน้าปะเก็นให้เรียบและสามารถเลื่อนตามขนาดของกะเก็น	

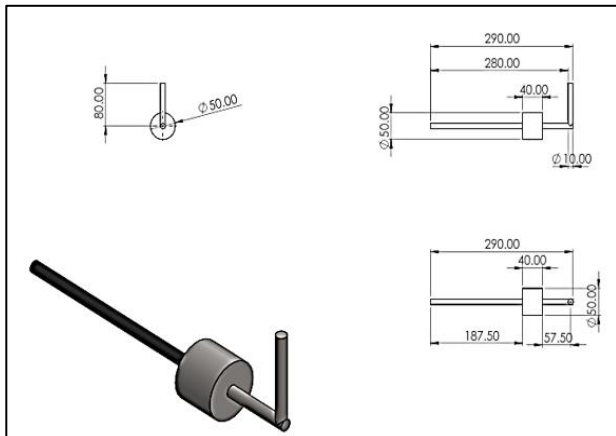
เลข	รายละเอียด	รูปภาพ
10	ล้อโต๊ะ และระนาบสำหรับประกอบล้อเข้ากับโต๊ะ 4 ล้อ ทำหน้าที่เคลื่อนตัวไปตามทิศทางที่ต้องการ (ใช้ขนาดมาตรฐาน)	



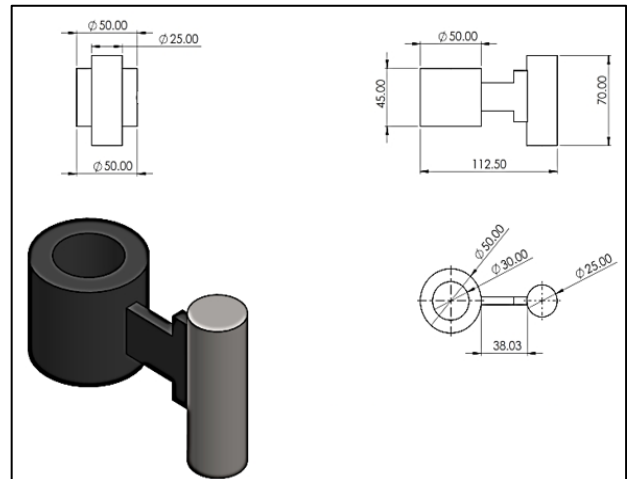
รูปที่ 3 ชิ้นส่วนหมายเลข 2 เสาจับยึด



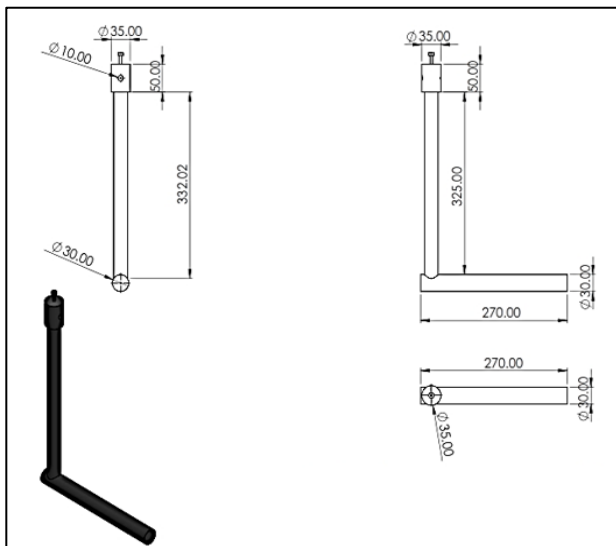
รูปที่ 4 ชิ้นส่วนหมายเลข 3 แผ่นรองเสาจับยึด



รูปที่ 5 ชิ้นส่วนหมายเลข 4 ค้ำหมุน



รูปที่ 7 ชิ้นส่วนหมายเลข 9 หัวรีดผิวหน้าปะเก็น



รูปที่ 6 ชิ้นส่วนหมายเลข 8 แกนเพลาดำหมุน

3) วิเคราะห์วัสดุ พิจารณาเลือกวัสดุที่เหมาะสมในแต่ละชิ้นส่วน โดยพิจารณาลักษณะการใช้งานเป็นหลัก โดยเลือกวัสดุดังนี้

เหล็กเพลากลม S45C เหล็กคาร์บอนปานกลาง ทำการชุบแข็ง ได้ง่าย ทนทานต่อการเสียดสีสูง เหมาะสำหรับทำชิ้นส่วนพื้นฐานทั่วไป นำมาใช้เป็นค้ำตัวหมุนและแกนเพลาดำหมุน

เหล็กเพลาสแตนเลส 304 มีส่วนผสมของเหล็กและคาร์บอน ซึ่งมีจุดหลอมเหลวสูง จึงทำให้มีความทนทานสูง ยืดหยุ่น และป้องกันการแตกร้าว มีคุณสมบัติทนทานต่อการกัดกร่อนทำให้ป้องกันการเกิดสนิมได้ดี นำมาใช้เป็นหัวรีดชิ้นงาน

เหล็กเพลาสแตนเลส 304 มีส่วนผสมของเหล็กและคาร์บอน ซึ่งมีจุดหลอมเหลวสูง จึงทำให้มีความทนทานสูง ยืดหยุ่น และป้องกันการแตกร้าว มีคุณสมบัติทนทานต่อการกัดกร่อนทำให้ป้องกันการเกิดสนิมได้ดี นำมาใช้เป็นหัวรีดชิ้นงาน

เหล็กแผ่นดำ SS490 มีความเหนียว แข็งแรง และทนทาน สามารถนำไปแปรรูปใช้กับงานได้หลากหลาย มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน นำมาใช้เป็นแผ่นรองระหว่างเสาจับยึด

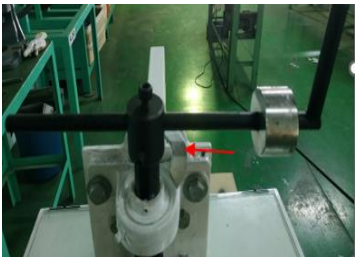
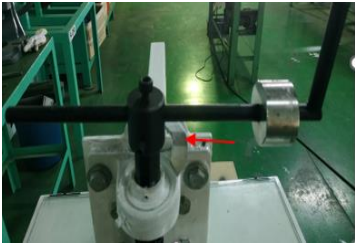
เหล็กกล่อง SS400 เหล็กกล่องมีน้ำหนักเบา แข็งแรง ทนทาน ต่อการใช้งาน สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่น ๆ ได้หลากหลาย ทั้งงานก่อสร้างทั่วไปขนาดเล็กและขนาดกลาง นำมาใช้เป็นเสาจับยึดตลับลูกปืนและโครงสร้างของโต๊ะ

กระจกเทมเปอร์ เป็นกระจกที่ได้รับความนิยม เนื่องจากมีความคงทน แข็งแรง ทนแรงกดได้ดี มีความปลอดภัยกว่ากระจกธรรมดา 4-5 เท่า เมื่อแตกกระจกจะแตกตัวเป็นเม็ดข้าวโพด ซึ่งไม่ทำให้เกิดอันตรายนำมาใช้วางบนโต๊ะงาน เพื่อป้องกันไม่ให้ชิ้นงานเป็นรอย

3.4 การใช้งานอุปกรณ์รีดผิวหน้าปะเก็น

เมื่อสร้างชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์ครบตามแบบที่กำหนดแล้ว ฝ่ายวิศวกรรมร่วมกับฝ่ายช่างดำเนินการประกอบชุดอุปกรณ์รีดผิวหน้าปะเก็น พร้อมทั้งตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงของอุปกรณ์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงนำอุปกรณ์มาติดตั้งใช้งานจริง และทำการสอนการใช้งานอุปกรณ์ให้กับพนักงาน โดยมีขั้นตอนการใช้งานอุปกรณ์แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ขั้นตอนการใช้งานอุปกรณ์รีดผิวหน้าปะเก็น

ขั้นตอน	รูปภาพ
1. ปรับขนาดหัวรีด โดยเลื่อนตัวรีดผิวหน้า ของชิ้นงานไปทางซ้าย หรือขวา ให้ได้ขนาด ตามที่ต้องการ แล้วขัน ล็อกให้แน่น	
2. นำชิ้นงานไปวาง บนกระจก บริเวณหัว รีดที่ปรับขนาดตาม ชิ้นงานไว้แล้ว	
3. เลื่อนลูกตุ้มเหล็ก ให้สุดด้านหมุนแล้วดัน ขึ้น เพื่อให้แกนเพลลา กลางยกขึ้น แล้วใส่ ชิ้นงานไว้ใต้หัวรีด	
4. จับด้ามหมุน และ หมุนรีดผิวหน้าชิ้นงาน จนกว่าผิวหน้าชิ้นงาน จะเรียบ	
5. เลื่อนลูกตุ้มเหล็ก ให้สุดด้านขึ้นเพื่อ นำชิ้นงานออก	

3.5 ข้อควรระวังและการดูแลรักษาอุปกรณ์กำหนดตำแหน่ง

- 1) การใช้งานเครื่องมือ ควรวางเครื่องมือบนพื้นที่มั่นคง เพื่อการใช้งานเครื่องมือให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด
- 2) การประยุกต์ใช้ สามารถเปลี่ยนหัวรีดให้เหมาะสมกับลักษณะของชิ้นงานแต่ละขนาด
- 3) การบำรุงรักษา หลังจากใช้งานทุกครั้งควรอัดจาระบีที่ตลับลูกปืนตักตา และตรวจสอบการสึกหรอของหัวรีด เมื่อมีการสึกหรอให้ทำการเปลี่ยนหัวรีดใหม่

4. ผลการดำเนินงาน

หลังจากสร้างอุปกรณ์ และนำอุปกรณ์รีดผิวหน้าปะเก็นมาใช้ในขั้นตอนการรีดผิวหน้าชิ้นงาน พบว่าพนักงานสามารถใช้งานอุปกรณ์ได้ง่าย การใช้งานไม่ซับซ้อน คุณภาพของผิวหน้าชิ้นงานมีความเรียบไม่ต่างจากการทำงานเดิม แสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 อุปกรณ์รีดผิวหน้าปะเก็น

หลังจากให้พนักงานใช้งานอุปกรณ์จนคุ้นชินแล้ว จึงทำการจับเวลาการทำงาน 10 รอบการทำงาน จากนั้นนำข้อมูลมาพิจารณาหาค่ารอบการจับเวลาที่เหมาะสม โดยอ้างอิงจากตาราง Maytag ซึ่งได้ค่ารอบการจับเวลาที่เหมาะสมเท่ากับ 2 หมายความว่า รอบเวลาที่จับมา 10 รอบนั้น เพียงพอในการนำมาใช้งานแล้ว จึงใช้เวลาเฉลี่ยมาเป็นเวลาตัวแทน (RT) โดยการจับเวลาดำเนินการโดยพนักงานคนเดียวกับการจับเวลาก่อนการปรับปรุง เพื่อความน่าเชื่อถือ และความถูกต้องของข้อมูลเวลา แสดงข้อมูลและการคำนวณดังตารางที่ 9 และตารางที่ 10

ตารางที่ 9 ข้อมูลเวลาในขั้นตอนย่อยของการผลิตปะเก็น

ขั้นตอน	เวลาย่อยในแต่ละขั้นตอน (นาทิจ)					เวลาเฉลี่ย (นาทิจ)
1	2.08	2.01	2.04	2.03	2.02	2.03
	2.05	2.07	2.01	2.00	2.03	
2	1.04	1.06	1.03	1.04	1.05	1.05
	1.06	1.07	1.00	1.08	1.10	
3	1.30	1.33	1.35	1.37	1.32	1.35
	1.36	1.39	1.34	1.31	1.40	
4	2.19	2.21	2.21	2.17	2.20	2.20
	2.18	2.21	2.23	2.22	2.18	
5	1.12	1.10	1.13	1.15	1.11	1.14
	1.14	1.13	1.16	1.18	1.17	

ตารางที่ 10 แสดงการคำนวณหาค่ารอบการจับเวลาที่เหมาะสม

ขั้นตอน	พิสัย (R)	เวลาเฉลี่ย ($\bar{X}$)	$R/\bar{X}$	รอบจับเวลาที่เหมาะสม
1	0.08	2.03	0.04	2
2	0.10	1.05	0.10	2
3	0.10	1.35	0.07	2
4	0.06	2.20	0.03	2
5	0.08	1.14	0.07	2

ทำการวิเคราะห์การทำงานของพนักงานทุกขั้นตอน เพื่อประเมินค่าอัตราความเร็วในการทำงานของพนักงาน (RF) และวิเคราะห์ค่าเวลาเพื่อในการทำงานของพนักงาน (A) โดยอิงจากการทำงานเดิม เนื่องจากไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงการทำงานไปจากเดิมมากนัก ดังนั้นจึงใช้ค่าอัตราความเร็วในการทำงานของพนักงาน (RF) เท่ากับ 1.11 และค่าเวลาเพื่อในการทำงานของพนักงาน (A) เท่ากับร้อยละ 14 หรือคิดเป็นค่าเวลาเพื่อการทำงานเท่ากับ 1.14

เมื่อได้ข้อมูลค่าเวลาตัวแทน (RT) ค่าอัตราความเร็วในการทำงานของพนักงาน (RF) และค่าเวลาเพื่อในการทำงานของพนักงาน (A) ครบถ้วนแล้ว จะทำการคำนวณหาค่าเวลาปกติ (NT) และเวลามาตรฐาน (Std. T) จากสมการที่ 1 และสมการที่ 2 แสดงเวลามาตรฐานในการทำงานก่อนการปรับปรุงที่ได้จากการคำนวณข้างต้น ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การคำนวณเวลามาตรฐานหลังการปรับปรุง

ขั้นตอน	RT (นาทิจ)	อัตราเร็ว	NT (นาทิจ)	เวลาเพื่อ	Std. T (นาทิจ)
1	2.03	1.11	2.26	1.14	2.57
2	1.05	1.11	1.17	1.14	1.33
3	1.35	1.11	1.50	1.14	1.70
4	2.20	1.11	2.44	1.14	2.78
5	1.14	1.11	1.26	1.14	1.44
รวม	7.77		8.58		9.76

จากข้อมูลเวลาหลังการใช้อุปกรณ์รีดผิวหน้าปะเก็น จะเห็นว่าเวลาในขั้นตอนที่ 4 การรีดผิวหน้าชิ้นงานลดลง แต่ขั้นตอนการทำงานอื่นยังคงเดิม สามารถแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลเวลาก่อนและหลังการใช้อุปกรณ์รีดผิวหน้าปะเก็นได้ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบข้อมูลเวลาก่อนและหลังการใช้อุปกรณ์

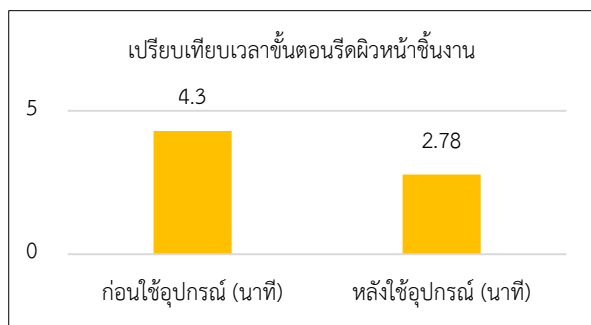
หัวข้อ	ก่อนใช้อุปกรณ์ (นาทิจ)	หลังใช้อุปกรณ์ (นาทิจ)
เวลาขั้นตอนรีดผิวหน้าชิ้นงาน	4.30	2.78
เวลารวมในการผลิตปะเก็น	11.35	9.76

5. ผลสรุป

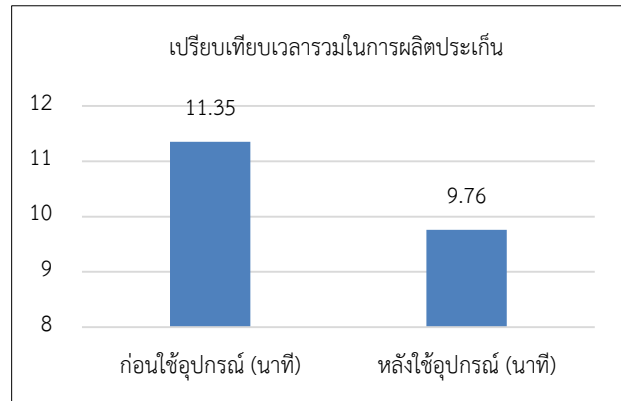
จากการดำเนินการปรับปรุงขั้นตอนการรีดผิวหน้าชิ้นงาน โดยการสร้างอุปกรณ์รีดผิวหน้าประเก็น พบว่าอุปกรณ์สามารถตอบโจทย์แนวคิดในการออกแบบได้เป็นอย่างดี โดยอุปกรณ์สามารถรีดผิวหน้าประเก็นได้เรียบเสมอกัน อุปกรณ์สามารถช่วยทุ่นแรง และพนักงานสามารถใช้งานอุปกรณ์ได้ง่าย ส่งผลให้เวลาในขั้นตอนรีดผิวหน้าชิ้นงานลดลง จากเดิมใช้เวลารีดผิวหน้าชิ้นงาน 4.30 นาที หลังจากใช้อุปกรณ์ใช้เวลารีดผิวหน้าชิ้นงาน 2.78 นาที หรือลดเวลาในการรีดผิวหน้าชิ้นงานลง 35.35 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้เวลารวมในการผลิตประเก็นลดลงจากเดิมใช้เวลา 11.35 นาที เหลือ 9.76 นาที หรือลดเวลารวมในการผลิตประเก็นลง 14.01 เปอร์เซ็นต์ แสดงตารางเปรียบเทียบการทำงานดังตารางที่ 13 และแสดงกราฟเปรียบเทียบเวลาก่อนและหลังการใช้อุปกรณ์ ดังรูปที่ 9 และรูปที่ 10

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบขั้นตอนการทำงานก่อนและหลังการใช้อุปกรณ์

ขั้นตอนการรีดผิวหน้าประเก็น	
ก่อนใช้อุปกรณ์	หลังใช้อุปกรณ์
	



รูปที่ 9 กราฟเปรียบเทียบเวลาขั้นตอนรีดผิวหน้าชิ้นงานก่อนและหลังการใช้อุปกรณ์



รูปที่ 10 กราฟเปรียบเทียบเวลารวมในการผลิตประเก็นก่อนและหลังการใช้อุปกรณ์

เอกสารอ้างอิง

- [1] รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม, INDUSTRIAL WORK STUDY การศึกษา งานอุตสาหกรรม, บริษัท สำนักพิมพ์ ท็อป จำกัด, 2550
- [2] วันชัย อธิจริณน, การศึกษาการทำงานหลักการและกรณีศึกษา, สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539
- [3] วชิระ มีทอง, การออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ (ฉบับปรับปรุง), สำนักพิมพ์ ส.ส.ท สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2559[4] วิภู ศรีสืบสาย, วิศวกรรมเครื่องมือ, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2552
- [5] วรินทร์ เกียรติคุณ, การลดเวลาในกระบวนการผลิตถังลมรถบรรทุก ASM รุ่น 003, การประชุมวิชาการช่วยงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ. 2563, 7-8 พฤษภาคม 2563, กรุงเทพมหานคร
- [6] ธนิตา สุนาร์ักษ์, การลดเวลาในกระบวนการประกอบปลั๊กไฟฟ้า, การประชุมวิชาการช่วยงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ. 2561, 23-26 กรกฎาคม 2561, อุบลราชธานี
- [7] อรณิชา อนุชิตชาญชัย, การลดเวลาในกระบวนการผลิตกล่องเก็บรองเท้า, การประชุมวิชาการช่วยงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ. 2560, 12-15 กรกฎาคม 2560, เชียงใหม่



อชวดี อินทร์คล้าย จบการศึกษาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมกระบวนการและอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร และได้รับตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม