

การพัฒนาอุปกรณ์จับยึดเพื่อลดเวลาในกระบวนการกัดยาง กันกระแทกคัปปลิง

DEVELOPMENT OF JIG AND FIXTURE TO REDUCE TIME IN RUBBER COUPLING MILLING

ณัฐภัทร กาญจนเรืองรอง¹ และ ศรีนยา ประทีปชนะชัย^{2*}

^{1,2*}อาจารย์, สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ 422 ถนนมรุพงษ์ ตำบลหน้าเมือง อำเภอเมือง
จังหวัดฉะเชิงเทรา 24000, ¹dr.nattapat@techno.rru.ac.th, ^{2*}sarinya@techno.rru.ac.th

Nattapat Kanchanaruangrong¹ and Sarinya Prateepchanachai^{2*}

^{1,2*}Lecturer, Department of Industrial Management Engineering, Faculty of Industrial
Technology, Rajabhat Rajanagarindra University, 422 Marupong Road Na Muang, Muang,
Chachoengsao, 24000, Thailand, ¹dr.nattapat@techno.rru.ac.th, ^{2*}sarinya@techno.rru.ac.th

* ผู้ประพันธ์บทความ (Corresponding author)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานเพื่อลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรในกระบวนการกัดยางกันกระแทกสำหรับคัปปลิงด้วยเครื่องกัดแบบซีเอ็นซี โดยชิ้นงานผลิตจากวัสดุเทปลอนซึ่งมีความลื่นและยึดหยุ่นสูง ส่งผลให้การจับยึดและการกำหนดตำแหน่งด้วยแรงงานคนเกิดความแปรปรวนและใช้เวลานาน งานวิจัยดำเนินการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลาโดยใช้แผนภูมิมือซ้าย-มือขวา ร่วมกับการจับเวลาโดยตรง การประเมินอัตราเร็วในการทำงานตามระบบ Westinghouse และการคำนวณเวลามาตรฐาน ก่อนนำหลักการ ECRS มาวิเคราะห์เพื่อระบุขั้นตอนที่ก่อให้เกิดความสูญเสีย จากผลการวิเคราะห์พบว่าขั้นตอนการตั้งค่าเครื่องมือตัดและการตั้งค่าจุดอ้างอิงของชิ้นงานเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลามากและพึ่งพาแรงงานคนสูง จึงได้ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานจากวัสดุ MC Nylon เพื่อช่วยกำหนดตำแหน่งอ้างอิงให้คงที่ หลังการปรับปรุงสามารถลดจำนวนขั้นตอนการทำงานจาก 10 ขั้นตอนเหลือ 9 ขั้นตอน ลดเวลารอบเวลาการผลิตจาก 1,151.05 วินาที เหลือ 956.43 วินาที หรือคิดเป็นร้อยละ 16.9 โดยเวลาสูญเสียของมือซ้ายลดลงร้อยละ 16.3 ขณะที่เวลาการกัดด้วยเครื่องจักรยังคงเดิม ผลการวิจัยเวลาในการปรับตั้งระบบ ก่อนปรับปรุง เท่ากับ 352.57 และเวลาในการปรับตั้งระบบหลังปรับปรุง

เท่ากับ 151.85 วินาที ผลการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรลดเวลาได้ทั้งหมด 200.72 วินาทีต่อชิ้น คิดเป็นการลดลงร้อยละ 56.93 โดยไม่กระทบต่อขั้นตอนการกัดชิ้นงาน แสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยลดระยะเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร เพิ่มความสม่ำเสมอของตำแหน่งชิ้นงาน และลดความแปรปรวนที่เกิดจากแรงงานคน ส่งผลให้กระบวนการผลิตมีความต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

คำสำคัญ: อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน, การลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักร, แผนภูมิมือซ้าย-มือขวา, ECRS, เครื่องกัดซีเอ็นซี

ABSTRACT

This research aims to develop a jig and fixture to shorten machine setup time in the CNC milling process of rubber coupling components made from polytetrafluoroethylene (PTFE). Due to the high slipperiness and flexibility of the material, conventional manual clamping and positioning resulted in long setup time and high variability. The study applied work and time study techniques, including left-right hand chart analysis, direct time measurement, Westinghouse performance rating, and standard time calculation. The ECRS principle was employed to identify non-value-added activities, particularly in tool setup and workpiece reference positioning. Based on the analysis, a new jig and fixture made from MC Nylon was designed to provide a fixed reference position and minimize reliance on operator skill. After improvement, the number of production steps was reduced from 10 to 9, and the total cycle time declined from 1,151.05 seconds to 956.43 seconds, representing a 16.9% improvement. The non-value-added time of the left hand dropped by 16.3%, while the CNC machining time remained unchanged. The research results indicate that the developed workpiece fixture can effectively shorten machine setup time, improve the consistency of workpiece positioning, and mitigate variability caused by human operations. As a result, the production process becomes more continuous and operates with higher efficiency.

KEYWORDS: Jig and fixture, Machine setup time reduction, Left-right hand chart, ECRS, CNC milling

1. บทนำ

ในสภาวะการแข่งขันทางธุรกิจในปัจจุบัน ภาคอุตสาหกรรมการผลิตต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและความต้องการของตลาดที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง สถานประกอบการ

จึงมีความจำเป็นต้องปรับปรุงกระบวนการทำงานให้มีความคล่องตัว สามารถตอบสนองต่อคำสั่งผลิตได้อย่างรวดเร็ว และใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างเหมาะสม การวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการทำงานจึงมีบทบาทสำคัญในการลดกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า และเพิ่มความพร้อมของระบบการผลิตให้สอดคล้องกับสภาพการแข่งขัน [1]

ชิ้นส่วนยางกันกระแทกคัปปลิง (Rubber Coupling) ที่ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์ส่วนใหญ่ผลิตจากวัสดุประเภทเทพลอน หรือโพลีเตตระฟลูออโรเอทิลีน (Teflon/Polytetrafluoroethylene: PTFE) เพื่อรองรับแรงสั่นสะเทือนและแรงกระแทกที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน วัสดุเทพลอนมีคุณสมบัติเด่น ได้แก่ ความทนทานต่อแรงเสียดสี น้ำหนักเบา ไม่ดูดซึมน้ำ และมีเสถียรภาพทางเคมีสูง จึงเหมาะสมต่อการใช้งานที่ต้องการทั้งความทนทานและความยืดหยุ่น อย่างไรก็ตาม เทพลอนเป็นวัสดุที่มีค่าความเหนียวและค่าความลื่นสูง ส่งผลให้เกิดการเคลื่อนตัวได้ง่ายในระหว่างกระบวนการกัดขึ้นรูป และมีแนวโน้มที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนของมุมกัดมากกว่าวัสดุโลหะทั่วไป ในกระบวนการกัดขึ้นรูปชิ้นส่วนดังกล่าว ปัญหาสำคัญที่พบคือการจับยึดชิ้นงานที่ขาดความมั่นคงเนื่องจากพื้นผิวของวัสดุมีความลื่นสูง ส่งผลให้ชิ้นงานเกิดการขยับตัวระหว่างการกัด ทำให้มุมกัดที่ได้จริงไม่เป็นไปตามแบบที่กำหนด สถานการณ์ดังกล่าวอาจก่อให้เกิดงานเสีย (Defect) งานทำซ้ำ (Rework) หรือความคลาดเคลื่อนในการประกอบเข้ากับคัปปลิง ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อประสิทธิภาพการส่งกำลังและอายุการใช้งานของชุดประกอบในระบบยานยนต์

ในกระบวนการกัดยางกันกระแทกสำหรับคัปปลิง พบว่าขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักร (Set-up) เป็นขั้นตอนที่มีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพของการผลิต โดยในปัจจุบันยังคงอาศัยการจัดตำแหน่งและการจับยึดชิ้นงานด้วยแรงงานคนเป็นหลัก ผ่านการชนน็อตยึดชิ้นงานเข้ากับแท่นเครื่องกัดแบบซีเอ็นซี (Computer Numerical Control: CNC) ส่งผลให้ตำแหน่งของชิ้นงานในแต่ละครั้งขาดความแน่นอน ผู้ปฏิบัติงานจึงจำเป็นต้องทำการปรับตั้งศูนย์แกน X และแกน Y ใหม่ทุกครั้ง ทำให้ต้องใช้เวลาในการปรับตำแหน่งและตรวจสอบความถูกต้องซ้ำหลายครั้งก่อนเริ่มกระบวนการกัด สถานการณ์ดังกล่าวส่งผลให้ระยะเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรเพิ่มขึ้น และก่อให้เกิดความไม่สม่ำเสมอของขั้นตอนการทำงานในแต่ละรอบการผลิต ดังนั้น เมื่อการปรับตั้งเครื่องจักรใช้เวลานาน ย่อมก่อให้เกิดการรอคอย ทำให้เครื่องจักรไม่สามารถสร้างผลงานได้อย่างเต็มศักยภาพ และส่งผลให้เกิดต้นทุนด้านแรงงานเพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็น [2]

อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน (Jig & Fixture) เป็นเครื่องมือที่มีบทบาทสำคัญในการกำหนดตำแหน่งของชิ้นงานให้ถูกต้อง ลดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น และช่วยให้ขั้นตอนการทำงานมีความเป็นมาตรฐานมากยิ่งขึ้น หากอุปกรณ์ดังกล่าวได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับลักษณะของชิ้นงาน และกระบวนการผลิต จะสามารถช่วยลดขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักร รวมถึงลดการพึ่งพาทักษะเฉพาะบุคคลของผู้ปฏิบัติงานได้

อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนการดำเนินงานที่ผ่านมา พบว่าการพัฒนาอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานสำหรับกระบวนการกัดอย่างกันกระแทกยังมีการศึกษาค้นคว้าจำกัด อีกทั้งอุปกรณ์ที่ใช้งานอยู่ยังไม่สามารถตอบสนองต่อการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรได้อย่างเป็นรูปธรรม โดยเฉพาะในบริบทของการผลิตจริงที่มีข้อจำกัดด้านเครื่องจักรและพื้นที่การทำงาน และมุ่งเน้นการลดความสูญเสียจากแรงงานคนทั่วไป แต่ยังขาดการออกแบบอุปกรณ์จับยึดเฉพาะสำหรับวัสดุที่มีความลื่นและยึดหยุ่นสูงในกระบวนการกัด CNC

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการกัดขึ้นรูปวัสดุเทปลอน เพื่อเพิ่มความแม่นยำของมุมกัดให้เป็นไปตามแบบที่กำหนด และ 2) เพื่อลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรในกระบวนการกัดอย่างกันกระแทกสำหรับคัปปลิง

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม ได้แก่

2.1 แผนภูมิมือซ้าย-มือขวา (Left and Right Hand Chart)

เพื่อวิเคราะห์ความสมดุลของการเคลื่อนไหวของพนักงานระหว่างมือทั้งสองข้าง ดังตารางที่ 1 การวิเคราะห์การทำงานของพนักงานในการศึกษาขั้นตอนของการปฏิบัติงาน ณ จุดต่าง ๆ ซึ่งใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ชุดเดียวกันกับสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการ แต่มีความหมายที่เปลี่ยนไปเพื่อให้เหมาะสมกับการทำงานของมือโดยมีเพียง 4 ตัว [3]

ตารางที่ 1 แสดงสัญลักษณ์ของแผนภูมิมือซ้าย-มือขวา

สัญลักษณ์	ชื่อเรียก	ความหมาย
○	การปฏิบัติงาน (Operation)	การใช้มือหยิบจับชิ้นงานหรือสิ่งของ การจัดตั้ง การปล่อยวัตถุออกจากมือ
⇒	การเคลื่อนมือ (Transportation)	การเคลื่อนของมือจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง
D	มือว่าง (Delay)	ช่วงเวลาที่มืออยู่ว่าง โดยไม่ได้ทำงานอะไรเลย
▽	การถือ (Hold)	กำลังถือของอยู่ในมือ เพื่อให้อีกมือหนึ่งทำงานบนวัตถุนั้น หรือรองงาน

2.2 การปรับปรุงกระบวนการทำงานตามหลักการ ECRS

หลักการลดความสูญเปล่า (ECRS) ประกอบด้วย การกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และการทำให้ง่าย (Simplify) ซึ่งเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการเริ่มลดความสูญเปล่าอย่างมีประสิทธิภาพ โดยแนวทางการลดความสูญเปล่าลงสามารถทำได้โดยอาศัย 4 หลักการที่เรียกสั้น ๆ ว่า ECRS ดังนี้

- 1) การกำจัด (Eliminate) หมายถึง การวิเคราะห์กระบวนการปัจจุบันและการขจัดความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการที่มีอยู่ในกระบวนการผลิต
- 2) การรวมกัน (Combine) สามารถลดการทำงานที่ไม่จำเป็น โดยการพิจารณาว่าสามารถลดขั้นตอนการทำงานได้หรือไม่
- 3) การจัดใหม่ (Rearrange) หมายถึง การปรับเปลี่ยนขั้นตอนการผลิต เพื่อให้ลดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นหรือการรอคอย
- 4) การทำให้ง่าย (Simplify) หมายถึง การปรับปรุงกระบวนการทำงานให้มีความสะดวกและง่ายต่ายยิ่งขึ้น โดยอาจออกแบบจิ๊ก (Jig) หรืออุปกรณ์จับยึด (Fixture) เพื่อเพิ่มความสะดวกและความแม่นยำในการดำเนินงาน [4]

2.3 การออกแบบเครื่องมือจับยึดชิ้นงาน

2.3.1 จิ๊ก (Jig) เป็นเครื่องมือพิเศษที่สร้างขึ้นมาเพื่อช่วยในการกำหนดตำแหน่ง จับยึดชิ้นงาน และยังเป็นตัวนำทางของเครื่องมือตัด (Cutting Tools) เช่น ในการกัด หรือคว้านรู จิ๊กจะมีบล็อกนำทางซึ่งอัดติดแน่นอยู่เสมอ บล็อกนำทางนี้ทำด้วยเหล็กพิเศษที่ผ่านการชุบแข็งมาแล้ว และจะเป็นตัวที่ใช้สำหรับนำทางในการกัดของดอกสว่านหรือเครื่องมือตัดอื่น ๆ ความสัมพันธ์ของเครื่องมือตัดกับจิ๊ก

2.3.2 ฟิกซ์เจอร์ (Fixture) เป็นเครื่องมือสำหรับการผลิตที่ใช้ในการกำหนดตำแหน่ง ยึดจับ และรองรับชิ้นงานให้อยู่คงที่เครื่องจักรกำลังทำงานอยู่ สำหรับฟิกซ์เจอร์จะมีแท่งตั้งระยะและแผ่นกดเป็นตัวช่วยในการให้ตั้งระยะของเครื่องมือตัดตรงตำแหน่งที่ถูกต้องที่กระทำต่อชิ้นงาน ความสัมพันธ์ของเครื่องมือตัดกับฟิกซ์เจอร์

2.3.3 หลักการของการยึดจับชิ้นงาน ตัวยึดจับชิ้นงานจะถูกนำมาใช้สำหรับอธิบายถึงชิ้นส่วนของจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ ที่ทำหน้าที่ในการยึดจับชิ้นงานไม่ว่าจะเป็นแบบแผ่นยึดตัวจับ และแบบหนีบยึดจับชิ้นงานให้ยึดแน่นอยู่กับจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการอย่างเที่ยงตรง และอยู่ในตำแหน่งดังกล่าวโดยสามารถต่อต้านแรงที่เกิดจากการตัดของเครื่องมือตัดที่กระทำต่อชิ้นงานได้เป็นอย่างดี กฎเกณฑ์ขั้นพื้นฐานของการยึดจับชิ้นงานนั้น การทำงานของปากกาหรือตัวยึดจับชิ้นงานในการที่จะยึดชิ้นงานให้ยึดแน่นกับจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ในระหว่างที่เครื่องจักรกำลังทำงานอยู่

ศึกษาการผลิตภายใต้เครื่องกัด CNC จำนวน 1 เครื่อง โดยเก็บข้อมูลการผลิตจำนวน 10 รอบ ก่อนปรับปรุง และ 10 รอบหลังปรับปรุง เพื่อวิเคราะห์เวลามาตรฐานและเปรียบเทียบผล จะต้องให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและมั่นคงเพื่อให้ได้ผลงานออกมาอย่างดีและถูกต้อง [5]

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Thavornwat and Jonguwuttanaruk [6] ศึกษาการลดเวลาการประกอบตู้ควบคุมระบบโซลาร์ปั๊ม ได้ทำการศึกษาการลดเวลาการประกอบตู้ควบคุมระบบโซลาร์ปั๊ม โดยประยุกต์ใช้แนวคิด ECRS เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ลดความสูญเปล่า และลดระยะเวลาการประกอบชิ้นงาน การปรับปรุงกระบวนการดำเนินการผ่านการปรับลำดับขั้นตอนการทำงานและการใช้เครื่องมือช่วย ได้แก่ การใช้จิ๊ก (Jig) และการจัดลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่ ผลการวิจัยพบว่าสามารถลดระยะเวลาการทำงานลงได้ และส่งผลให้ประสิทธิภาพของสายการผลิตเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแนวคิด ECRS สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Tantiwong et al [7] ศึกษาการประยุกต์ใช้ข้อมูลระยะเอี่ยมในการปรับปรุงสถานีนงานบรรจุหมีโคราช งานวิจัยเป็นการวิจัยเชิงสำรวจและเชิงทดลอง ศึกษาความไม่สบายของร่างกายจากการทำงานโดยใช้แบบประเมินความเสี่ยงของระบบโครงสร้างกระดูกและกล้ามเนื้อ ร่วมกับการวัดระยะเอี่ยมของแขนในมุมต่าง ๆ และการศึกษาเวลา จากนั้นปรับปรุงสถานีนงานและตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์โดยอาศัยหลักการยศาสตร์และ ECRS เพื่อการจัดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น ผลการวิจัยพบว่าการจัดวางอุปกรณ์ให้อยู่ในช่วงระยะเอี่ยมปกติสามารถลดอาการปวดเมื่อยของผู้ปฏิบัติงานได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะบริเวณหลังส่วนล่างและไหล่ นอกจากนี้ ยังสามารถลดขั้นตอนการทำงานจาก 11 ขั้นตอน เหลือ 8 ขั้นตอน และลดเวลาการทำงานลง ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มขึ้น แม้งานวิจัยดังกล่าวจะแสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลของการปรับปรุงสถานีนงานและการจัดวางอุปกรณ์ตามหลักการยศาสตร์ แต่ยังไม่เน้นการลดความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวของแรงงานคนเป็นหลัก โดยยังไม่มีการออกแบบหรือพัฒนาอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานเพื่อช่วยกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน ลดการพึ่งพาท่าทางของผู้ปฏิบัติงาน และลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรในกระบวนการผลิตที่ใช้เครื่องจักรโดยตรง

Sumranhun [8] ศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตสินค้าตามฤดูกาลด้วยการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา ร่วมกับการออกแบบอุปกรณ์จับยึดในการลดความสูญเปล่าในการทำงาน งานวิจัยดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตของชิ้นส่วนสปริงเกอร์ ผ่านการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังปรับปรุง โดยใช้แผนภูมิมือซ้ายและมือขวาซึ่งเป็นเครื่องมือการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวและเวลา เพื่อช่วยประเมินและปรับปรุงวิธีการทำงาน การใช้หลักการ ECRS ในการออกแบบจัดการของมือซ้ายและมือขวาใหม่ทั้งสองข้าง ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญในการปรับปรุงกระบวนการ

ทำงานเพื่อลดขั้นตอน ลดเวลา และใช้ทรัพยากรอย่างเหมาะสม แสดงให้เห็นว่างานวิจัยก่อนหน้านี้ได้ใช้การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวและเวลา รวมถึงการออกแบบอุปกรณ์จับยึดเป็นแนวทางหลักในการเพิ่มผลผลิต นอกจากนี้ Pornprasert et al [9] ศึกษาการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการซ่อมสัรยนต์ โดยทำการออกแบบและทดสอบอุปกรณ์ช่วยในการทำงาน ผลการวิจัยพบว่าสามารถลดเวลาในการทำงานและลดของเสียจากกระบวนการซ่อมได้

Wonginyoo et al [10] ศึกษาการลดเวลาในกระบวนการผลิตถึงน้ำมัน โดยการประยุกต์ใช้แนวคิด ECRS เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเชื่อมถึงย่อยของรถชุดไฮดรอลิก ในการศึกษากระบวนการผลิตพบว่าปัญหาหลักอยู่ในขั้นตอนการเชื่อมส่วนบนของถัง ซึ่งใช้เวลานานไปกับการจัดตำแหน่งชิ้นงาน ซึ่งต้องทำซ้ำทุกครั้งเมื่อมีการนำชิ้นงานใหม่เข้าสู่กระบวนการ ส่งผลให้กำลังการผลิตลดลงและต้นทุนแรงงานเพิ่มขึ้น จึงได้ใช้แนวคิด ECRS มาวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยการตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออก และได้ออกแบบพัฒนาอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานเพื่อช่วยในกระบวนการเชื่อม อุปกรณ์ดังกล่าวช่วยให้สามารถจัดตำแหน่งชิ้นงานได้อย่างแม่นยำ ทำให้เวลาในขั้นตอนการเชื่อมลดลง

ดังนั้น จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า มีการประยุกต์ใช้การออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการทำงานร่วมกับเครื่องมือวิเคราะห์กระบวนการ รวมถึงหลักการ ECRS เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานและลดความสูญเสียในกระบวนการผลิต ผลการวิจัยส่วนใหญ่แสดงให้เห็นว่าสามารถลดระยะเวลาในการทำงานและลดของเสีย ซึ่งสะท้อนถึงประสิทธิผลของการใช้การออกแบบอุปกรณ์จับยึดและการปรับปรุงวิธีการทำงานเป็นเครื่องมือหลักในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ผ่านมายังมุ่งเน้นการปรับปรุงกระบวนการทำงานทั่วไป ขณะที่การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานเฉพาะสำหรับกระบวนการกัดขึ้นรูปวัสดุที่มีความลื่นและความยืดหยุ่นสูง เช่น วัสดุเทปลอน รวมถึงการประยุกต์ใช้อุปกรณ์จับยึดเพื่อลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรในกระบวนการกัดอย่างกันกระแทกสำหรับคัปปลิง ยังมีการศึกษาอย่างจำกัด จึงนำไปสู่การดำเนินงานวิจัยนี้ ซึ่งมุ่งพัฒนาอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานที่เหมาะสมกับลักษณะของวัสดุและกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มความแม่นยำของมุมกัดและลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร จะช่วยยกระดับประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตโดยรวม ลดความล่าช้าในการทำงานทำให้ต้นทุนในการผลิตมากขึ้น [11]

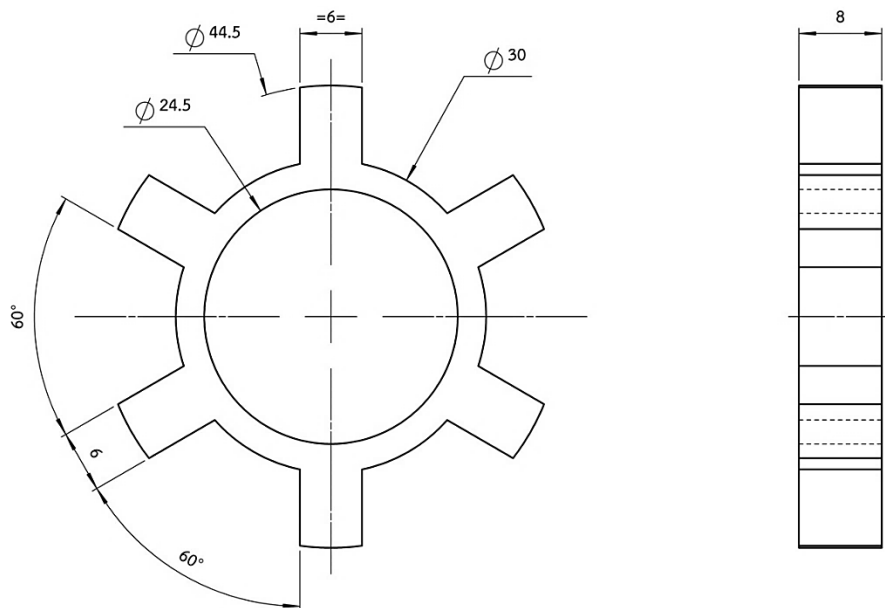
3. การดำเนินงานวิจัย

3.1 สำนวจสภาพปัจจุบัน

กระบวนการกัดอย่างกันกระแทกสำหรับคัปปลิงพบว่า ในปัจจุบันผู้ปฏิบัติงานดำเนินการจัดตำแหน่งและจับยึดชิ้นงานด้วยแรงงานคน โดยใช้วิธีการขันน็อตยึดชิ้นงานเข้ากับแท่นเครื่องกัด

แบบซีเอ็นซี ชิ้นส่วนยางกันกระแทกสำหรับคัปปลิงผลิตจากวัสดุที่มีความยืดหยุ่นสูง ประเภทเทป ล่อนหรือโพลีเอสเตอร์ฟลูออโรเอทิลีน ซึ่งมีลักษณะและรายละเอียดสำคัญดังรูปที่ 1 ชิ้นงาน มีลักษณะเป็นแผ่นวงแหวน โดยส่วนกลางเป็นรูวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24.5 มิลลิเมตร ใช้สำหรับสวมกับเพลลาหรือชิ้นส่วนคัปปลิง ตัววงแหวนมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกประมาณ 44.5 มิลลิเมตร และมีปีกยื่นรอบวงจำนวน 6 ตำแหน่ง จัดเรียงในระนาบเชิงมุมเท่ากันที่ 60 องศา เพื่อให้สามารถรับแรงบิดและถ่ายแรงได้อย่างสม่ำเสมอ ชิ้นงานมีความหนา 8 มิลลิเมตร และมีคุณสมบัติเด่นด้านความเหนียวและความลื่น ส่งผลให้ชิ้นงานเกิดการเคลื่อนตัวได้ง่ายระหว่าง กระบวนการกัดขึ้นรูป และเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดความคลาดเคลื่อนของมุมกัดจากค่าที่กำหนดไว้

การออกแบบอุปกรณ์จับยึดกำหนดตามหลักการกำหนดตำแหน่งเพื่อล็อกองศาอิสระของ ชิ้นงานให้คงที่ โดยกำหนดผิวจุดอ้างอิง (Datum) เพื่อควบคุมตำแหน่งในแกน X-Y และความสูงใน แกน Z ใช้ตัวหยุดเพื่อควบคุมการหมุนของชิ้นงานให้ได้มุมตามต้องการ ตำแหน่งการกัดจับถูก ออกแบบให้ด้านทิศทางแรงตัดจากการกัด เพื่อลดการเลื้อนและการสั่นของชิ้นงานที่มีความลื่นสูง อุปกรณ์มีข้อจำกัดด้านการสึกหรอของจุดกำหนดตำแหน่งและสมบัติวัสดุ จึงควรกำหนดการ ตรวจสอบสภาพ การปรับตั้งเป็นระยะ และการใช้งานต้องเป็นไปตามช่วงขนาดชิ้นงานที่ออกแบบ รองรับ

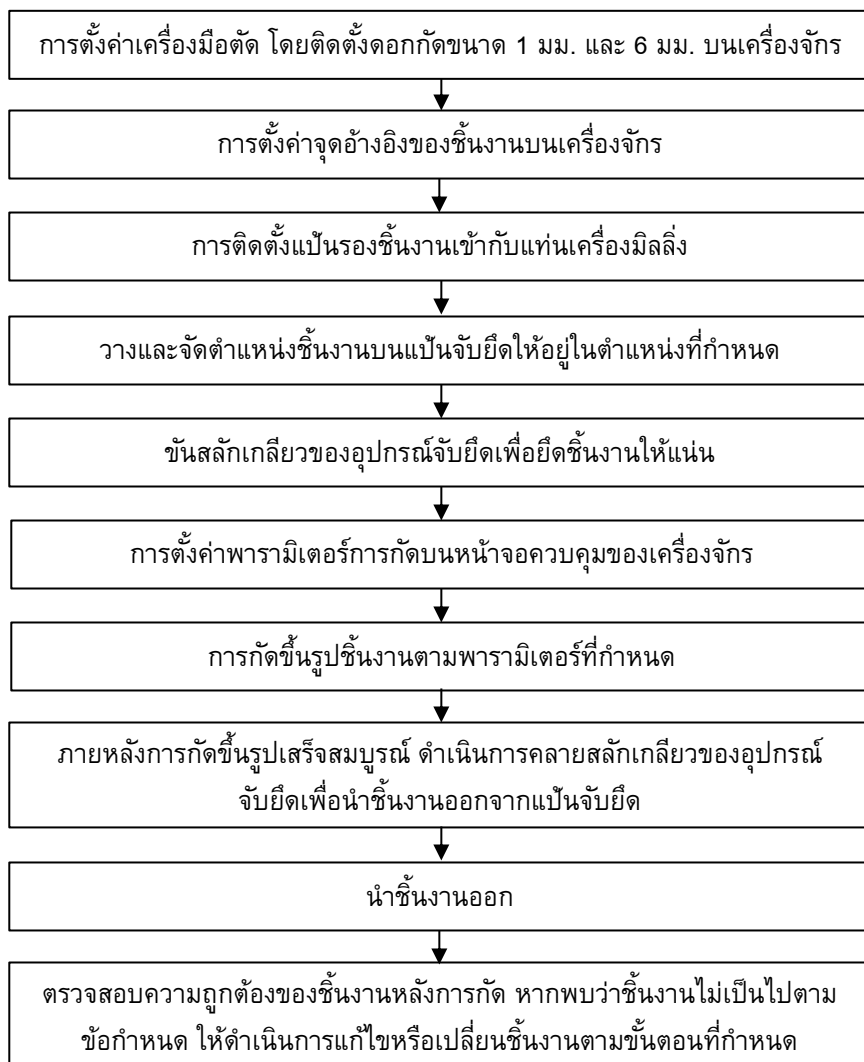


รูปที่ 1 ภาพเขียนแบบชิ้นงานยางกันกระแทกสำหรับคัปปลิง

ดำเนินการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา ใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ปัญหาพร้อมกับการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของมือ และการออกแบบอุปกรณ์ช่วยยึดชิ้นงาน เพื่อปรับปรุงวิธีการและลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อลดเวลาการทำงานลง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.2 ลำดับขั้นตอนการทำงาน

ขั้นตอนการผลิตยางกันกระแทกคัปปลิงด้วยเครื่องกัดแบบซีเอ็นซี แบ่งเป็น 10 ขั้นตอน ดังนี้



รูปที่ 2 ขั้นตอนการทำงานในการผลิตยางกันกระแทกคัปปลิงด้วยเครื่องกัดแบบซีเอ็นซี

3.3 การศึกษาเวลาโดยตรง

ดำเนินการจับเวลาเบื้องต้น การหาเวลาปกติ และการกำหนดเวลามาตรฐาน ดังนี้

3.3.1 การจับเวลาเบื้องต้น

ผู้วิจัยได้จับเวลาเบื้องต้นและหาค่าเฉลี่ยในการทำงานทั้ง 10 ขั้นตอน ในการศึกษาการจับเวลาการทำงานใช้ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ ± 5 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และจำนวนครั้งที่จับเวลามาเบื้องต้นทุกขั้นตอนมีความเพียงพอและน่าเชื่อถือสามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ต่อได้ เพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูล ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความสามารถของระบบการวัด (Measurement System Analysis: MSA) โดยพิจารณาค่าร้อยละความแปรปรวนของระบบ (% Variation) และความสามารถในการทำซ้ำ (Repeatability) จากการทดลองภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน ผลการตรวจสอบพบว่า ค่าความแปรปรวนของระบบเท่ากับ ร้อยละ 12.5 และค่าความสามารถในการทำซ้ำเท่ากับ ร้อยละ 87.5 ซึ่งอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้สำหรับการศึกษางานลักษณะนี้ แสดงให้เห็นว่าข้อมูลมีความสม่ำเสมอในระดับที่เหมาะสม ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การจับเวลาเบื้องต้น

ขั้นตอน ที่	ค่าเฉลี่ย (วินาที) ($\bar{X}$)	ค่าพิสัย (R)	ค่าพิสัยต่อค่าเฉลี่ย $\left(\frac{R}{\bar{X}}\right)$	จำนวนรอบที่ เหมาะสม (N)
1	121.52	2.80	0.02	3
2	187.20	2.00	0.01	3
3	7.70	1.00	0.13	4
4	4.10	1.00	0.24	17
5	10.60	1.00	0.09	3
6	5.30	1.00	0.19	10
7	799.80	0.00	0.00	3
8	9.23	1.20	0.13	4
9	2.00	1.00	0.50	74
10	3.60	1.10	0.31	27

จากตารางที่ 2 แสดงผลการคำนวณจำนวนรอบที่เหมาะสมในแต่ละขั้นตอนการผลิต ผู้วิจัยกำหนดจำนวนรอบการจับเวลาโดยพิจารณาจากระยะเวลาของแต่ละขั้นตอนการผลิต ขั้นตอนการทำงานที่มีระยะเวลาการปฏิบัติงานเฉลี่ยไม่เกิน 2 นาทีต่อรอบ จะดำเนินการจับเวลาจำนวน 10 รอบต่อขั้นตอน ในขณะที่ขั้นตอนการทำงานที่มีระยะเวลาการปฏิบัติงานเฉลี่ยมากกว่า 2 นาทีต่อรอบ จะดำเนินการจับเวลาจำนวน 5 รอบต่อขั้นตอน เพื่อให้ได้ข้อมูลเวลาที่มีความเพียงพอและเหมาะสมต่อการวิเคราะห์ และสอดคล้องกับหลักการศึกษางาน โดยการคำนวณหาจำนวนรอบที่เหมาะสมอ้างอิงตามตาราง MayTag [10]

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 เป็นขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักร (Machine Setup Time) ในระดับเครื่องจักร มีค่าพิสัยต่อค่าเฉลี่ย หรือความแปรปรวนของเวลาอยู่ในระดับต่ำ (เนื่องจากค่าพิสัยต่อค่าเฉลี่ยใช้เป็นตัวชี้วัดความแปรปรวนของเวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอน เมื่อค่าพิสัยต่อค่าเฉลี่ยมีค่าต่ำ) แสดงว่าการปฏิบัติงานมีความสม่ำเสมอและมีมาตรฐานการปฏิบัติงานที่ชัดเจน ส่งผลให้กระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรสามารถควบคุมเวลาในการทำงานได้ดี และไม่เป็นแหล่งก่อให้เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต ในทางตรงกันข้าม ขั้นตอนที่ 3 - 6 และขั้นตอนที่ 8 - 10 มีค่าพิสัยต่อค่าเฉลี่ยสูง อยู่ระหว่าง 0.13 - 0.50 ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความแปรปรวนของเวลาการทำงานที่ค่อนข้างสูง เนื่องมาจากการพึ่งพาการปฏิบัติงานของแรงงานคนเป็นหลัก โดยเฉพาะกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดตำแหน่ง การจับยึด และการถอดชิ้นงาน ส่งผลให้ขั้นตอนเหล่านี้มีความไม่สม่ำเสมอ และมีแนวโน้มก่อให้เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต จึงมีความเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการนำแนวคิดการออกแบบอุปกรณ์จับยึดมาประยุกต์ใช้ เพื่อลดความแปรปรวนของเวลาและเพิ่มความเป็นมาตรฐานของการทำงาน สำหรับขั้นตอนที่ 7 ซึ่งเป็นกระบวนการกัดขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเครื่องจักร CNC พบว่ามีค่าพิสัยต่อค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.00 แสดงถึงความเสถียรของการทำงานของเครื่องจักร และความสม่ำเสมอของเวลาตัดเฉือน ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของกระบวนการที่ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ ถ้าหากออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์จับยึด จะมีบทบาทเกี่ยวข้องกับตำแหน่งและความแม่นยำมากกว่าการลดเวลาการผลิต

3.3.2 การประเมินอัตราเร็วในการทำงาน

ผู้วิจัยดำเนินการประเมินอัตราเร็วในการทำงาน เนื่องจากในบางครั้งผู้ปฏิบัติงานมีงานช้าหรือเร็วกว่าปกติ เนื่องจากหลายสาเหตุ จึงต้องปรับเวลาให้เป็นเวลาปกติด้วยการปรับอัตราเร็ว (Rating Factor) ก่อนนำเวลาไปกำหนดเป็นเวลามาตรฐานต่อไป สำหรับงานวิจัยนี้ใช้วิธีการประเมินระบบ Westinghouse system of rating [3] โดยระบบนี้ประเมินผู้ปฏิบัติงานจาก 4 ปัจจัยหลัก คือ 1) ทักษะ (Skill) 2) ความพยายาม (Effort) 3) เงื่อนไขในการทำงาน (Conditions) 4) ความสม่ำเสมอ (Consistency) โดยให้คะแนนแต่ละปัจจัย แล้วนำมา

รวมกันเป็นค่าปรับสมรรถนะ (Rating Factor) การคำนวณหาค่าเวลาปกติ (Normal Time: NT) ดังสมการที่ (1) [8]

$$NT = ST \times (1 + RF) \quad (1)$$

โดยที่ NT คือ เวลาปกติ (วินาที) ST คือ ค่าตัวแทนเวลา (Selected time) และ RF คือ การประเมินอัตราเร็ว (Rating factor)

3.3.3 กำหนดเวลามาตรฐาน

การกำหนดเวลามาตรฐาน สามารถหาได้จากสมการที่ (2)

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

โดยที่ Std.T คือ เวลามาตรฐาน (วินาที) NT คือ เวลาปกติ (วินาที) และ A คือ ค่าเวลาเผื่อ (Allowance time)

ตารางที่ 3 เวลามาตรฐานของแต่ละกระบวนการ

ขั้นตอนที่	ค่าตัวแทนเวลา	การประเมินอัตราเร็ว	เวลาปกติ (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
1	121.52	+1.05	127.60	127.60
2	187.20	+1.05	196.56	196.56
3	7.70	+1.10	8.47	8.47
4	4.10	+1.10	4.51	4.51
5	10.60	+1.05	11.13	11.13
6	5.30	+1.00	5.30	5.30
7	799.80	+1.10	879.78	879.78
8	9.23	+1.05	9.69	9.69
9	2.00	+1.15	2.30	2.30
10	3.60	+1.10	3.96	3.96

งานวิจัยนี้ไม่รวมเวลาเผื่อกิจกรรมต่าง ๆ ในการคำนวณเวลามาตรฐาน โดยกำหนดค่า Allowance เท่ากับศูนย์ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกระบวนการในเชิงเวลาเท่านั้น ดังตารางที่ 3 เนื่องจากมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลก่อน-หลังของการปรับปรุงวิธีการทำงานและการใช้อุปกรณ์จับยึดภายใต้เงื่อนไขการผลิตเดียวกัน เพื่อให้ผลต่างของเวลาเกิดจากการปรับปรุงเป็นหลัก โดยผลการวิจัยจึงสะท้อนเวลาปกติของกระบวนการสำหรับการเปรียบเทียบเชิงทดลอง ทั้งนี้ เวลาที่ได้ยังไม่รวมค่าเผื่อที่ใช้ในสภาวะการผลิตจริง จึงควรมีการกำหนดค่าเผื่อตามนโยบายองค์กรหรือการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมหากนำไปใช้วางแผนกำลังการผลิต

3.3.4 ความเร็วในการผลิต

ความเร็วในการผลิต หรือ Takt Time ใช้สำหรับเปรียบเทียบกับเวลาในการทำงานว่าสามารถรองรับความต้องการของลูกค้าได้หรือไม่ หากขั้นตอนใดมีเวลามาตรฐานสูงกว่า Takt Time ขั้นตอนนั้นจะต้องถูกปรับปรุงเพื่อลดเวลาลง ดังสมการที่ 3 [8]

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{เวลาในการทำงาน}}{\text{ปริมาณความต้องการ}} \quad (3)$$

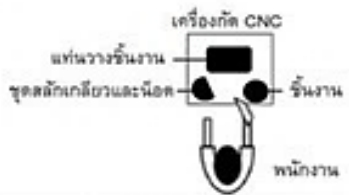
บริษัทกรณีศึกษามีเวลาทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน (28,800 วินาทีต่อวัน) ทำงาน 26 วันต่อเดือน ส่งผลให้มีเวลาทำงานรวมทั้งสิ้น 748,800 วินาทีต่อเดือน (28,800 x 26) โดยคิดจากปริมาณความต้องการสูงสุด 6,000 ชิ้นต่อเดือน หรือคิดเป็น 230.77 ชิ้นต่อวัน (6000/26) จะมี Takt Time เท่ากับ 124.8 วินาทีต่อชิ้น (28,800/230.77)

จากตารางที่ 3 พบว่า ขั้นตอนที่ 1 การตั้งค่าเครื่องมือตัด โดยติดตั้งดอกกัดขนาด 1 มิลลิเมตร และ 6 มิลลิเมตร บนเครื่องจักรและขั้นตอนที่ 2 การตั้งค่าจุดอ้างอิงของชิ้นงานบนเครื่องจักร มีเวลาในการทำงานที่เกินกว่า Takt Time เท่ากับ 2.8 วินาที และ 71.76 วินาทีตามลำดับ จึงเป็นขั้นตอนที่ต้องนำมาวิเคราะห์และลดเวลาการทำงานลง

4. ผลการวิจัย

4.1 การวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิมือซ้าย-ขวา ก่อนปรับปรุง

จากการจัดทำแผนภูมิมือซ้าย-ขวาของกระบวนการผลิตของพนักงาน 1 คน ก่อนการปรับปรุง พบว่าการปฏิบัติงานส่วนใหญ่ยังอาศัยแรงงานคนโดยใช้มือขวาเป็นหลักมากกว่ามือซ้าย ส่งผลให้เกิดความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่ไม่เพิ่มคุณค่าในกระบวนการผลิต ผู้วิจัยจึงใช้แผนภูมิมือซ้าย-ขวาในการวิเคราะห์อย่างละเอียด ดังรูปที่ 3

แผนภูมิมือซ้าย-ขวา					
ขั้นตอน : งานกัดยางกันกระแทกสำหรับคัปปลิ่ง					
	ประสิทธิภาพ	ความสูญเสีย			
มือซ้าย	9.70	1,141.35			
มือขวา	351.25	799.80			
ผลรวม	360.95	1,941.15			
มือซ้าย	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์		เวลา (วินาที)	มือขวา
ประกอบดอกกัด	<u>121.52</u>	▽	○	121.52	ใช้มือติดตั้งและขันดอกกัด
จับและประกอบแผงควบคุม	<u>187.20</u>	▽	○	187.20	กดปุ่ม Jog เพื่อตั้งค่าอ้างอิง
ใช้สองมือยกและประกอบแป้นรองให้เข้าตำแหน่ง	7.70	○	○	7.70	ใช้สองมือจัดแนวและวางลงยึดแป้นรองกับแท่นวางชิ้นงาน
จับชิ้นงานกันเลื่อน	<u>4.10</u>	▽	➡	4.10	เอื้อมมือตวัดชิ้นงานให้ชิดแนวอ้างอิง
จับชิ้นงานกันเลื่อน	<u>10.60</u>	▽	○	10.60	ขันชุดสลักเกลียวและน็อตเพื่อล็อกชิ้นงานด้วยประแจ
ว่าง	<u>5.30</u>	D	○	5.30	กดปุ่มป้อนค่าการกัดชิ้นงาน
เฟื่อการทำงานของเครื่องกัด	<u>799.80</u>	D	D	<u>799.80</u>	เฟื่อการทำงานของเครื่องกัด
จับประกอบชิ้นงาน	<u>9.23</u>	▽	○	9.23	คลายชุดสลักเกลียวและน็อต
ใช้สองมือยกชิ้นงานออกและเคลื่อนย้ายไปจุดวาง	2.00	➡	➡	2.00	ใช้สองมือยกชิ้นงานและเคลื่อนย้ายไปจุดวาง
จับและประกอบชิ้นงาน	<u>3.60</u>	▽	○	3.60	ตรวจสอบชิ้นงานโดยใช้เครื่องมือวัด
	1151.05			1151.05	

รูปที่ 3 การวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิมือซ้าย-ขวา ก่อนปรับปรุง

จากรูปที่ 3 พบว่ามือซ้ายมีขั้นตอนการว่างงาน 1,141.35 วินาที เพราะมือซ้ายทำหน้าที่หลักในการประกอบชิ้นงาน จับยึด และรอคอย ซึ่งส่วนใหญ่มาจากการใช้เวลาปรับตั้งค่าเครื่องจักรเป็นเวลานาน และมือขวามีขั้นตอนที่สูญเสียไปรวม 799.80 วินาที อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาในมุมของการทำงานของเครื่องกัด พบว่าเป็นช่วงเวลาที่เครื่องจักรกำลังปฏิบัติงานตัดเฉือนชิ้นงานอย่างต่อเนื่อง จึงถือเป็นการทำงานเต็มประสิทธิภาพของเครื่องจักร ผู้วิจัยจึงนำผลการวิเคราะห์ดังกล่าวมาพิจารณาร่วมกับหลักการ ECRS พบว่า ในขั้นตอนที่ 1 การตั้งค่าเครื่องมือกัด สามารถ

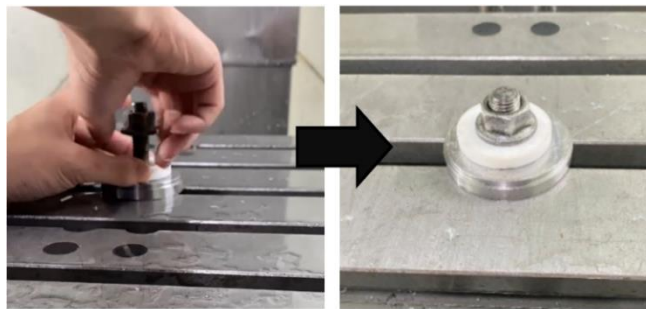
ลดขั้นตอนการขันยึดและปรับตั้งตำแหน่งด้วยแรงงานคน โดยการประยุกต์ใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ช่วยให้การปรับตั้งค่าเครื่องจักรทำได้สะดวกและรวดเร็ว (Simplify) มากขึ้น และในขั้นตอนที่ 2 การตั้งค่าจุดอ้างอิงของชิ้นงาน สามารถกำจัดจัดการตั้งค่าจุดอ้างอิงซ้ำในทุกครั้งของการผลิต (Eliminate) และลดการเอื้อม การคาดคะเนตำแหน่ง และความแปรปรวนจากแรงงานคน ซึ่งขึ้นอยู่กับทักษะและประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงาน โดยการใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานจะช่วยกำหนดตำแหน่งอ้างอิงได้ง่ายขึ้น (Simplify)

นอกจากนี้ ในส่วนของการรวมกัน (Combine) พบว่าสามารถรวมกิจกรรมจับชิ้นงานและวางบนอุปกรณ์ยึดกับประกอบชิ้นงานให้แนบกับอุปกรณ์ยึด ให้เป็นจังหวะการทำงานเดียวกัน โดยออกแบบอุปกรณ์จับยึดให้สามารถจัดแนวและล็อกตำแหน่งได้พร้อมกัน ลดการเคลื่อนไหวซ้ำของมือซ้าย-ขวา และลดเวลาการจับยึดหลายครั้งติดต่อกัน ส่งผลให้จำนวนขั้นตอนลดลงและเวลาปฏิบัติงานรวมลดลงอย่างชัดเจน และในส่วนของการจัดใหม่ (Rearrange) ผู้วิจัยได้พิจารณาปรับลำดับขั้นตอนและตำแหน่งอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับทิศทางการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน เช่น การจัดวางอุปกรณ์จับยึดและเครื่องมือวัดให้อยู่ในระยะเอื้อมหยิบตามธรรมชาติ ลดการหมุนตัวหรือเอื้อมข้ามลำตัว รวมทั้งปรับลำดับการเตรียมอุปกรณ์ก่อนเริ่มติดตั้งดอกกัด เพื่อลดการย้อนกลับของขั้นตอนการทำงาน

จากแผนภูมิมือซ้าย-ขวาของกระบวนการกัดอย่างกันกระแทกด้วยเครื่อง CNC เมื่อพิจารณากิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า (Value Added: VA) พบว่าไม่มีขั้นตอนใดที่แรงงานคนสร้างคุณค่าให้กับชิ้นงานโดยตรง เนื่องจากช่วงเวลาที่ทำให้ชิ้นงานเกิดการเปลี่ยนแปลงตามข้อกำหนดของลูกค้า คือระยะที่เครื่อง CNC ทำการกัดขึ้นรูป ซึ่งใช้เวลา 799.80 วินาที กิจกรรมดังกล่าวจึงนับเป็นขั้นตอนที่สร้างคุณค่าในกระบวนการผลิต ขณะที่บทบาทของแรงงานในแผนภูมิส่วนใหญ่เป็นการเตรียมงาน ควบคุม และสนับสนุนการทำงานของเครื่องจักร ส่วนกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าแต่จำเป็น (Necessary Non-Value Added: NNVA) ได้แก่ การประกอบและติดตั้งดอกกัด จับและประกอบแผงควบคุม การจัดแนวและยึดจับชิ้นงานให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง จับชิ้นงานกันเลื่อน การยึดล็อกชิ้นงาน เพราะเป็นการตั้งค่าเครื่องก่อนผลิต การคลายชุดล็อกหลังการกัด การเคลื่อนย้ายชิ้นงานออกจากจุดปฏิบัติงาน รวมถึงการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานภายหลังการผลิต กิจกรรมเหล่านี้ไม่ได้ทำให้ชิ้นงานเกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงกายภาพโดยตรง แต่มีความจำเป็นต่อความถูกต้อง ความปลอดภัย และความต่อเนื่องของกระบวนการผลิต จึงไม่สามารถตัดออกได้ทันที ขณะที่กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non-Value Added: NVA) ได้แก่ ช่วงเวลาว่างและการเฝารอการทำงานของเครื่องกัดในระหว่างที่เครื่อง CNC ดำเนินกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นเวลาที่แรงงานไม่ได้มีส่วนทำให้ชิ้นงานเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มมูลค่าใด ๆ ต่อผลิตภัณฑ์ กิจกรรมลักษณะนี้ถือเป็นความสูญเปล่าประเภทการรอคอย จึงเป็นประเด็นที่ควรพิจารณาปรับปรุง เช่น การจัดสมดุล

คนกับเครื่องจักรหรือมอบหมายงานอื่นในช่วงที่เครื่องกำลังทำงาน เพื่อลดเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิต

ดังนั้น กิจกรรมที่จัดเป็นเวลาในการปรับตั้งระบบ คือขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมความพร้อมของเครื่องจักร ก่อนเริ่มการตัดจริง ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การตั้งค่าเครื่องมือตัด ค่าเวลามาตรฐานเท่ากับ 127.60 วินาที ขั้นตอนที่ 2 การตั้งค่าจุดอ้างอิงของชิ้นงาน ค่าเวลามาตรฐานเท่ากับ 196.56 วินาที และขั้นตอนที่ 3-6 การติดตั้ง วาง จัดตำแหน่ง ชิ้นยึด และตั้งค่าพารามิเตอร์ ค่าเวลามาตรฐานเท่ากับ 8.47, 4.51, 11.13 และ 5.30 รวมเวลาในการปรับตั้งระบบก่อนปรับปรุงเท่ากับ 352.57 วินาที

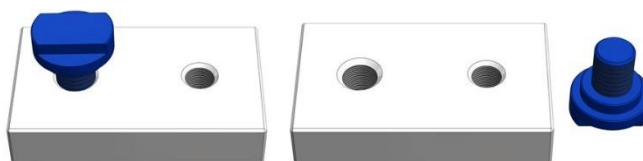


รูปที่ 4 การติดตั้งชิ้นงานบนแท่นวางก่อนปรับปรุง

4.2 การปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่างกันกระแทกคัปปลิ้ง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงกระบวนการกักตักอย่างกันกระแทกคัปปลิ้ง โดยออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานขึ้นใหม่ เพื่อสนับสนุนการทำงานของผู้ปฏิบัติงานให้มีความสะดวกและเป็นระบบมากขึ้น อุปกรณ์ดังกล่าวช่วยให้พนักงานสามารถวางชิ้นงานลงในฟิกซ์เจอร์และทำการล็อกชิ้นงานด้วยจิกได้อย่างง่ายดาย

รูปที่ 5 แสดงลักษณะอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานที่ออกแบบและพัฒนาขึ้น ซึ่งผลิตจากวัสดุเอ็มซีไนลอน (MC Nylon) ที่มีสมบัติด้านความแข็งแรง ความเหนียว และความทนทานต่อการสึกหรอ สามารถรองรับแรงยึดจับได้ดีโดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อผิวชิ้นงาน จึงเหมาะสมสำหรับการใช้งานเป็นอุปกรณ์จับยึดในกระบวนการผลิต และช่วยเพิ่มความสม่ำเสมอของตำแหน่งชิ้นงาน



รูปที่ 5 อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานใหม่

ภายหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลขั้นตอนการผลิตด้วยกัน กระแทกปลั่งด้วยเครื่องกดแบบซีเอ็นซี โดยครั้งแรกยังคงแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 10 ขั้นตอนเช่นเดิม อย่างไรก็ตาม พบว่าสามารถลดระยะเวลาในขั้นตอนที่ 2 ได้อย่างชัดเจน เหลือเพียง 9 ขั้นตอน จะถูกจัดออกตามหลัก ECRS เนื่องจากไม่จำเป็นต้องดำเนินการตั้งค่าจุดอ้างอิงของชิ้นงานบนเครื่องจักรซ้ำในทุกรอบการผลิต เนื่องจากการใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานที่ได้กำหนดตำแหน่งอ้างอิงไว้ตั้งแต่ชิ้นงานชิ้นแรก และสามารถรักษาตำแหน่งชิ้นงานให้คงที่ตลอดกระบวนการผลิต ในการทำงานทั้ง 9 ขั้นตอน สามารถสรุปขั้นตอนโดยสังเขปดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 คือ การตั้งค่าเครื่องมือตัด ขั้นตอนที่ 2 คือ การติดตั้งแป้นรองชิ้นงานเข้ากับแท่นเครื่องมิลลิ่ง ขั้นตอนที่ 3 คือ วางและจัดตำแหน่งชิ้นงานบนแป้นจับยึด ขั้นตอนที่ 4 คือ ขนอุปกรณ์จับยึดเพื่อยึดชิ้นงานให้แน่น ขั้นตอนที่ 5 คือ การตั้งค่าพารามิเตอร์การกัดบนหน้าจอควบคุม ขั้นตอนที่ 6 คือ การกัดขึ้นรูปชิ้นงานตามพารามิเตอร์ที่กำหนด ขั้นตอนที่ 7 คือ คลายยึดของอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ขั้นตอนที่ 8 คือ นำชิ้นงานออก และ ขั้นตอนที่ 9 คือ การตรวจสอบชิ้นงาน

เมื่อจับเวลาหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต สามารถหาเวลามาตรฐานของแต่ละกระบวนการหลังปรับปรุง โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ ± 5 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เวลามาตรฐานของแต่ละกระบวนการหลังปรับปรุง

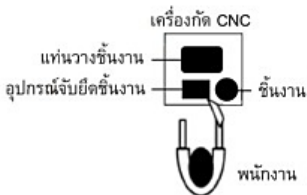
ขั้นตอนที่	ค่าตัวแทนเวลา	การประเมินอัตราเร็ว	เวลาปกติ (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
1	121.52	+1.05	127.60	127.60
2	6.80	+1.05	7.14	7.14
3	3.50	+1.05	3.68	3.68
4	8.50	+1.05	8.93	8.93
5	4.50	+1.00	4.50	4.50
6	799.80	+1.10	879.78	879.78
7	7.50	+1.05	7.88	7.88
8	1.50	+1.05	1.58	1.58
9	2.80	+1.05	2.94	2.94

จากตารางที่ 4 เวลามาตรฐานของแต่ละกระบวนการหลังปรับปรุงพบว่า การใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานช่วยลดระยะเวลาในขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการจับยึดและการจัดตำแหน่งชิ้นงานได้อย่างชัดเจน

ในขณะที่ขั้นตอนการกัดชิ้นงานด้วยเครื่องจักร CNC (ขั้นตอนที่ 6) ยังคงใช้เวลาเท่าเดิม เนื่องจากเป็น เวลาการทำงานของเครื่องจักรโดยตรง สะท้อนให้เห็นว่าการปรับปรุงด้วยอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน สามารถลดรอบเวลาการผลิตโดยรวม และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตได้อย่างเหมาะสม

4.3 การวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิมือซ้าย-ขวา หลังปรับปรุง

จากประยุกต์ใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้จัดทำแผนภูมิมือซ้าย-มือขวา เพื่อ ใช้เปรียบเทียบวิธีการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุง ดังแสดงในรูปที่ 6

แผนภูมิมือซ้าย-ขวา					
ขั้นตอน : งานกัดยางกันกระแทกสำหรับคัปปลิ่ง					
	ประสิทธิภาพ	ความสูญเสีย			
มือซ้าย	1.5	954.92			
มือขวา	156.63	799.80			
ผลรวม	158.13	1754.72			
มือซ้าย	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์		เวลา (วินาที)	มือขวา
ประกอบอุปกรณ์ขณะตั้ง ค่าเครื่องมือกัด	<u>121.52</u>	▽	○	121.52	ใช้มือติดตั้งและขันดอกกัด
จับชิ้นงานเตรียมวางลง อุปกรณ์จับยึด	<u>6.80</u>	▽	○	6.80	วางชิ้นงานลงอุปกรณ์จับยึดตาม ตำแหน่งอ้างอิง
ประกอบชิ้นงานให้แนบ กับอุปกรณ์จับยึด	<u>3.50</u>	▽	○	3.50	กดและล็อกอุปกรณ์จับยึดเพื่อ กำหนดตำแหน่ง
จับประกอบชิ้นงาน	<u>8.50</u>	▽	○	8.50	ขันเกลียวอุปกรณ์จับยึดให้แน่น
ว่าง	<u>4.50</u>	D	○	4.50	ตั้งค่าพารามิเตอร์การกัดบน หน้าจอ CNC
รอการทำงานของ เครื่องจักร CNC	<u>799.80</u>	D	D	<u>799.80</u>	รอการทำงานของเครื่องจักร CNC
จับประกอบขณะปลด ล็อกอุปกรณ์จับยึด	<u>7.50</u>	▽	○	7.50	คลายเกลียวของอุปกรณ์จับยึด
ใช้สองมือหยิบชิ้นงาน ออกจากอุปกรณ์จับยึด	1.50	⇒	⇒	1.50	ใช้สองมือหยิบชิ้นงานออกจาก อุปกรณ์จับยึด
จับและประกอบชิ้นงาน	<u>2.80</u>	▽	○	2.80	ตรวจสอบชิ้นงานโดยใช้เครื่องมือวัด
	956.43			956.43	

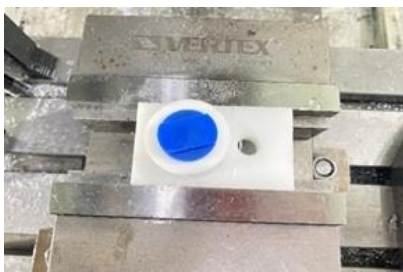
รูปที่ 6 การวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิมือซ้าย-ขวา หลังปรับปรุง

จากแผนภูมิมือซ้าย-ขวาหลังการปรับปรุง พบว่าเวลารวมต่อรอบการผลิตเท่ากับ 956.43 วินาที โดยมือซ้ายมีเวลาที่ก่อให้เกิดคุณค่าเพียง 1.50 วินาที และมีความสูญเสียเปล่าสูงถึง 954.92 วินาที เนื่องจากทำหน้าที่หลักในการประกอบและรอคอยเป็นส่วนใหญ่ ขณะที่มือขวามีเวลาที่ก่อให้เกิดคุณค่า 156.63 วินาที และมีความสูญเสียเปล่า 799.80 วินาที ซึ่งส่วนใหญ่มาจากการรอการทำงาน ของเครื่องกัด CNC ผลการวิเคราะห์สะท้อนให้เห็นว่า หลังการใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน กิจกรรมการจัดตำแหน่งและการจับยึดด้วยแรงงานคนลดลง ทำให้การทำงานมีความเป็นระบบและสม่ำเสมอมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ความสูญเสียเปล่ายังคงเกิดจากเวลาการทำงานของเครื่องจักรเป็นหลัก ซึ่งเป็นข้อจำกัดของกระบวนการกัด CNC

ดังนั้น ผู้วิจัยสามารถสรุปเวลารวมจากแผนภูมิซ้าย-ขวาก่อนและหลังปรับปรุง ไว้ในตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า หลังการปรับปรุงด้วยอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน เวลาสูญเสียเปล่าของมือซ้ายลดลงอย่างชัดเจนจากการใช้มือจับหรือประกอบชิ้นงาน อุปกรณ์ หรือวัตถุไว้โดยยังไม่เกิดการทำงานที่สร้างคุณค่ารอคอย ขณะที่เวลารอของมือขวายังคงเดิมเนื่องจากเป็นเวลาการทำงานเต็มที่ของเครื่อง CNC ส่งผลให้รอบเวลาการผลิตรวมลดลง 16.9% ช่วยเพิ่มความสมดุลของการใช้แรงงานและสนับสนุนการผลิตให้เข้าใกล้ Takt Time มากขึ้น

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบเวลารวมจากแผนภูมิซ้าย-ขวา

รายการ	ก่อนปรับปรุง (วินาที)	หลังปรับปรุง (วินาที)	วิเคราะห์ผล
มือซ้าย-เวลาสูญเสียเปล่า	1,141.35	954.92	ลดลง 186.43 วินาที (16.3%)
มือขวา-เวลาสูญเสียเปล่า	799.80	799.80	คงเดิม (เวลารอเครื่อง CNC ทำงาน)
รอบเวลาการผลิต	1,151.05	956.43	ลดลง 192.62 วินาที (16.9%)



ก) การใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานที่พัฒนาขึ้นในการปฏิบัติงานจริง



ข) ชิ้นงานกันกระแทกคัปปลิงจากเทปลอน หลังการกัดขึ้นรูปด้วย CNC

รูปที่ 7 การปรับปรุงกระบวนการกัดอย่างกันกระแทกคัปปลิงโดยใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน

จากรูปที่ 7 แสดงการใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ทำให้ลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร พบว่าขั้นตอนที่ 1 ค่าเวลามาตรฐานเท่ากับ 127.60 นาที (คงเดิม) และขั้นตอนที่ 3-6 มีค่าเวลามาตรฐานเท่ากับ 7.14, 3.68, 8.93 และ 4.50 รวมเวลาในการปรับตั้งระบบหลังปรับปรุง เท่ากับ 151.85 วินาที ผลการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร ลดเวลาได้ทั้งหมด 200.72 วินาทีต่อชิ้น คิดเป็นการลดลงประมาณ 57.1%

ค่าความแปรปรวนของระบบสะท้อนการกระจายของข้อมูลเวลา โดยหลังการปรับปรุ่ ค่าดังกล่าวลดลงจากร้อยละ 12.5 เหลือร้อยละ 7.2 ขณะที่ค่าความสามารถในการทำซ้ำเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 87.5 เป็นร้อยละ 92.8 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการมีความสม่ำเสมอมากขึ้น ในด้านเวลาเวลารอบการผลิตลดลงจาก 1,151.05 วินาที เหลือ 956.43 วินาที และเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรลดลงจาก 352.57 วินาที เหลือ 151.85 วินาที พร้อมทั้งจำนวนขั้นตอนลดลงจาก 10 เหลือ 9 ขั้นตอน ส่งผลให้กระบวนการโดยรวมมีความกระชับและมีเสถียรภาพมากขึ้น สามารถสรุปผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สรุปผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง

ตัวชี้วัด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	การเปลี่ยนแปลง
เวลารอบการผลิต (วินาที)	1,151.05	956.43	ลดลง 194.62 (16.09%)
เวลา setup (วินาที)	352.57	151.85	ลดลง 200.72 (56.93%)
จำนวนขั้นตอน (ขั้นตอน)	10	9	ลดลง 1 ขั้นตอน
%Variation	12.5%	7.2%	ลดลง
Repeatability	87.5%	92.8%	เพิ่มขึ้น

5. อภิปรายผล

จากผลการวิจัยการพัฒนาอุปกรณ์จับยึดเพื่อลดเวลาในกระบวนการกัดยางกันกระแทก คัปปลิ่ง พบว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความแตกต่างจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอย่างชัดเจน โดยงานวิจัยก่อนหน้านี้มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้หลักการ ECRS และการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลาเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตทั่วไป หรือปรับปรุงสถานงานและท่าทางการทำงานของแรงงานคนเป็นหลัก [6-9] ขณะที่งานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาอุปกรณ์จับยึดเฉพาะสำหรับกระบวนการกัดวัสดุเทปลอน ซึ่งมีคุณสมบัติด้านความลื่นและความยืดหยุ่นสูง และก่อให้เกิดปัญหาการเคลื่อนตัวของชิ้นงานในระหว่างการกัด ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า เวลาการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนปรับปรุง เท่ากับ 352.57 วินาที และลดลงเหลือ 151.85 วินาที หลังการพัฒนาอุปกรณ์จับยึด คิดเป็นการลดลง 200.72 วินาทีต่อชิ้น หรือร้อยละ 56.93 ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวแสดงให้เห็นถึง

การพัฒนาอุปกรณ์จับยึดช่วยลดเวลาในขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรโดยตรง ซึ่งมีความแตกต่างจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ โดยงานส่วนใหญ่มักนำเสนอผลในระดับภาพรวมของสายการผลิต และยังขาดการวิเคราะห์เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรเชิงกระบวนการ โดยเฉพาะในงานกัดชิ้นงานด้วยเครื่อง CNC สำหรับวัสดุโพลีเอสเตอร์ฟลูออโรเอทิลีน นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ยังแสดงให้เห็นว่า เวลาการกัดของเครื่องจักรจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่การลดขั้นตอนการตั้งค่าจุดอ้างอิงซ้ำ และการออกแบบฟิกซ์เจอร์ให้กำหนดตำแหน่งได้ทันที ทำให้จำนวนขั้นตอนลดลงจาก 10 ขั้นตอน เหลือ 9 ขั้นตอน และ รอบเวลาการผลิตลดลงร้อยละ 16.9 สะท้อนให้เห็นว่าการออกแบบอุปกรณ์เฉพาะกระบวนการสามารถยกระดับความสม่ำเสมอและลดความแปรปรวนจากแรงงานคนได้มากกว่าการปรับลำดับงานเพียงอย่างเดียว ดังนั้น ยังไม่มีงานวิจัยที่ออกแบบอุปกรณ์จับยึดเฉพาะสำหรับวัสดุที่มีความลื่นสูง และการประยุกต์ใช้เพื่อมุ่งลดเวลา เวลาในการปรับตั้งระบบของเครื่องจักรในกระบวนการ กัดยางกันกระแทกสำหรับคัปปลิง งานวิจัยนี้ได้พัฒนาอุปกรณ์จับยึดที่เหมาะสมกับลักษณะเชิงกลของวัสดุเทปลอน ซึ่งแสดงผลเชิงปริมาณของการลดเวลาเวลาในการปรับตั้งระบบอย่างชัดเจน เชื่อมโยงผลการวิเคราะห์แผนภูมิมือซ้าย-มือขวา เข้ากับการออกแบบทางวิศวกรรมของฟิกซ์เจอร์ แยกกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าแต่จำเป็น และกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า อย่างเป็นระบบในบริบทเครื่องจักร CNC งานวิจัยนี้พัฒนาเครื่องมือที่ช่วยควบคุมตำแหน่งชิ้นงานอย่างคงที่ ลดการพึ่งพาทักษะเฉพาะบุคคล และทำให้กระบวนการผลิตมีความเสถียรมากขึ้น จึงเป็นการขยายองค์ความรู้ด้านการออกแบบ Jig & Fixture ในบริบทการกัดวัสดุโพลีเอสเตอร์ฟลูออโรเอทิลีนซึ่งยังมีการศึกษาค่อนข้างจำกัดในงานวิจัยที่ผ่านมา

6. สรุป

งานวิจัยนี้ศึกษาการพัฒนาอุปกรณ์จับยึดเพื่อลดเวลาในกระบวนการกัดยางกันกระแทกคัปปลิง เพื่อพัฒนาอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการกัดชิ้นรูปวัสดุเทปลอน และเพื่อลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรในกระบวนการกัดยางกันกระแทกสำหรับคัปปลิง พบว่ากิจกรรมที่จัดเป็นเวลาในการปรับตั้งระบบคือ ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมความพร้อมของเครื่องจักร ก่อนเริ่มการตัดจริง ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การตั้งค่าเครื่องมือตัด ค่าเวลามาตรฐานเท่ากับ 127.60 วินาที ขั้นตอนที่ 2 การตั้งค่าจุดอ้างอิงของชิ้นงาน ค่าเวลามาตรฐานเท่ากับ 196.56 วินาที และขั้นตอนที่ 3-6 การติดตั้ง วาง จัดตำแหน่ง ชิ้นยึด และตั้งค่าพารามิเตอร์ ค่าเวลามาตรฐานเท่ากับ 8.47, 4.51, 11.13 และ 5.30 รวมเวลาในการปรับตั้งระบบก่อนปรับปรุง เท่ากับ 352.57 วินาที และผลการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรหลังการปรับปรุง โดยการประยุกต์ใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานพบว่าขั้นตอนที่ 1 ค่าเวลามาตรฐานเท่ากับ 127.60 นาที (คงเดิม) โดยขั้นตอนที่ 2 ถูกตัดออก (Eliminate) ไม่ต้องตั้งจุดอ้างอิงซ้ำ ส่วนขั้นตอนที่ 3-6 ลดเวลาจากการจัดตำแหน่งอัตโนมัติและลดการถือ ประคอง และการเคลื่อนย้ายตำแหน่ง ค่าเวลามาตรฐานเท่ากับ 7.14, 3.68, 8.93 และ

4.50 รวมเวลาในการปรับตั้งระบบหลังปรับปรุง เท่ากับ 151.85 วินาที ผลการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร ลดเวลาได้ทั้งหมด 200.72 วินาทีต่อชิ้น คิดเป็นการลดลงประมาณ 56.93% โดยไม่กระทบต่อขั้นตอนการกักชิ้นงาน ซึ่งยังคงมีเวลาเท่าเดิม แสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานมีบทบาทสำคัญในการลดเวลาในการปรับตั้งระบบและความสูญเสียจากแรงงานคนโดยตรง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความรู้และความเอื้อเฟื้อจากสถานประกอบการที่ให้ข้อมูลและคำปรึกษาอันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษางานวิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้บริหาร หัวหน้างานฝ่ายผลิต หัวหน้าพนักงาน ตลอดจนผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องทุกท่าน รวมถึงมหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์ ที่ได้ให้การสนับสนุนและเอื้ออำนวยต่อการดำเนินงานวิจัยจนสำเร็จเรียบร้อย

References

- [1] Noavabutra P, Sudasna-Na-Ayudhya P, Witchakul S. Comparison of forecasting methods for spread of Covid-19 in Bangkok. Proceedings of the 41st Conference of Industrial Engineering Network; 2023 May 11-12; Chonburi, Thailand. p. 117-22. (In Thai)
- [2] Heebgaew T and Somsud A. Machine setup time reduction to increase the efficiency in production. Proceedings of the 36th Conference of Industrial Engineering Network; 2018 July 23-26; Ubonratchathani, Thailand. p. 1015-20. (In Thai)
- [3] Kanchanapanyakorn R. Industrial Work Study. Bangkok: Top Publishing; 2009. (In Thai)
- [4] Pangjundee T, Inmanee C, Thongbaisri A, Thammavijit K, Rassami C. Reducing waste in manufacturing process of the motorcycle seat lock. Journal of Industrial Technology: Suan Sunandha Rajabhat University 2016;4(2):73-82. (In Thai)
- [5] Meesaeng A. Jig and fixture design for waste reduction in air hose cutting process: a case study of an automotive part factory [Thesis]. Pathum Thani: Rajamangala University of Technology Thanyaburi; 2011. (In Thai)
- [6] Thavornwat C, Jonguwuttanaruk K, Na-Badalung C, Sangkatip R. Reducing assembly time for solar pump control panels. Proceedings of the 43th Conference of Industrial Engineering Network 2025; 2025 May 7-9; Krabi, Thailand. p. ID166-1-6. (In Thai)
- [7] Tantiwong P, Suksai K, Raksasombat N. Application of reach distance data for improving workstation of Korat noodle packing. EAU Heritage Journal Science and Technology 2022;16(1):114-26. (In Thai)

- [8] Sumranhun P, Saisuwan N, Rungcharoen S, Damrongwatthanayothin B, Puinun S, Ruamsup W, et al. The improving productivity in seasonal product manufacturing by motion and time study and jig design. Thai Industrial Engineering Network Journal 2024;10(1):51-9. (In Thai)
- [9] Pomprasert P, Prateepchanachai S. Monmongkol M, Ployngam J, Palaphan N, Keanmanee S. Reducing wastes in process of flat washers to edge welding car with collapsible case study: auto paint car repair establishment. Proceedings of the 41st Conference of Industrial Engineering Network; 2023 May 11-12, Chonburi, Thailand. p. 435-41. (In Thai)
- [10] Wonginyoo C, Bumpen P, Wangphanich P, Choomrit N. Streamlining production: ECRS approach to enhancing efficiency in case tank sub weld of hydraulic excavator. Engineering and Technology Horizons 2025;42(4):420401. doi: 10.55003/ETH.420401.
- [11] Inseemeesak B and Lertkowitz P. Improving the efficiency of the production process of automotive part in order to reduce cost. Journal of Science and Technology Thonburi University 2024;8(1):44-59. (in Thai)

ประวัติผู้เขียนบทความ



ดร. ณัฐภัทร กาญจนเรืองรอง อาจารย์ประจำหลักสูตร สาขาวิชา วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ 422 ถนนมรุพงษ์ ตำบลหน้าเมือง อำเภอเมือง ฉะเชิงเทรา 24000 E-mail: dr.nattapat@techno.rru.ac.th



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศรีนยา ประทีปชนะชัย อาจารย์ประจำหลักสูตร สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ 422 ถนนมรุพงษ์ ตำบลหน้าเมือง อำเภอเมือง ฉะเชิงเทรา 24000 E-mail: sarinya@techno.rru.ac.th

Article History:

Received: January 6, 2026

Revised: April 5, 2026

Accepted: April 10, 2026