

การลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของกระบวนการฉีดพลาสติก: กรณีศึกษา

Reducing Changeover Time in the Plastic Injection Process: Case Study

รัตนภรณ์ วงษ์ทอง¹ อธิรุฒิ เชื้อนแก้ว^{1*} เอกองค์การ น้อมมนัส¹ พรวิทย์ เจียนดอน¹

ปรเมศวร์ เบ้าวรรณ¹ และ เฉลิมชัย กุลเลียบ¹

¹สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

150 หมู่ 6 ถนนศรีจันทร์ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

Ratanaporn Wongthong¹ Teerawut Khuenkaew^{1*} Aekongkan Nommanas¹ Porawit Jiandon¹

Paramet Baowan¹ and Chalermchai Kulliap¹

¹Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering,

Rajamangala University of Technology Isan, Khon Kaen Campus

150 Village No. 6, Srichan Road, Mueang District, Khon Kaen Province 40000

*Corresponding author Email: teerawut.ke@rmuti.ac.th

(Received: June 20, 2025; Revise: June 27, 2025; Accepted: June 27, 2025)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของกระบวนการฉีดพลาสติก พร้อมทั้งวิเคราะห์ผลตอบแทนเชิงเศรษฐศาสตร์ของการปรับปรุง เริ่มจากการระบุและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการเปลี่ยนรุ่นอย่างเป็นระบบ โดยใช้เครื่องมือแผนผังสาเหตุและผล เพื่อระบุปัจจัยสาเหตุ และ Why-Why Analysis เพื่อเจาะลึกถึงรากเหง้าของปัญหา แนวทางการแก้ไขและปรับปรุงงานได้รับการพัฒนาขึ้นตามหลักการ ECRS ผลลัพธ์จากการดำเนินการพบว่าเวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตลดลงอย่างมีนัยสำคัญ จาก 3,960 วินาที เหลือ 3,582 วินาที คิดเป็นการลดลง 378 วินาที หรือร้อยละ 9.54 นอกจากนี้ การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ชี้ให้เห็นว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านแรงงานได้ 348,872.8 บาทต่อปี และโครงการนี้มีจุดคุ้มทุนเพียง 7 วัน การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการประยุกต์ใช้เครื่องมือการศึกษางานและเวลาในการเพิ่มผลผลิตและสร้างผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์อย่างเป็นรูปธรรม

คำสำคัญ: การเปลี่ยนรุ่นการผลิต แผนผังสาเหตุและผล และการลดความสูญเสีย

Abstract

This research focuses on reducing the changeover time of the plastic injection process and analyzing the economic benefits of improvement. It starts with identifying and analyzing the problems that occur in the changeover process systematically, using the cause-and-effect mapping tool to identify the causal factors and the Why-Why Analysis to evaluate the root causes of the problems. The work correction and improvement approach is developed based on the ECRS principle. The results of the operation show that the changeover time is significantly reduced from 3,960 seconds to 3,582 seconds, which is a reduction of 378 seconds, or 9.54 percent. In addition, the economic analysis indicates that labor costs can be reduced by 348,872.8 baht per

year, and the project has a break-even point of only 7 days. This study demonstrates the effectiveness of applying the work and time study to increase productivity and create tangible economic benefits.

Keywords: Changeover, Cause and Effect Diagram, and ECRS

1. บทนำ

ในภาคอุตสาหกรรมการผลิต การบริหารต้นทุนอย่างมีประสิทธิภาพถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการแข่งขันขององค์กร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพแวดล้อมทางธุรกิจที่มีการแข่งขันสูงและมีความต้องการของลูกค้าที่หลากหลาย การผลิตในลักษณะเฉพาะตามคำสั่ง (Make to Order) หรือแม้แต่การผลิตหลายรุ่นผลิตภัณฑ์ (Multi-Product Manufacturing) จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนรุ่นการผลิต (Changeover) บ่อยครั้ง ซึ่งการเปลี่ยนรุ่นดังกล่าวมักใช้ระยะเวลาและทรัพยากรจำนวนมาก ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตโดยรวมเพิ่มสูงขึ้น การลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตจึงเป็นแนวทางที่สำคัญในการลดต้นทุนการผลิตอย่างยั่งยืน ทั้งนี้ เนื่องจากช่วงเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตถือเป็นเวลาที่ไม่เพิ่มมูลค่าต่อการผลิตโดยตรง (Non-Value-Added Time) การปรับปรุงและลดเวลาส่วนนี้ลง จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร เพิ่มอัตราการผลิต และลดต้นทุนต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ยังช่วยลดความเสี่ยงจากการตั้งค่าเครื่องจักรที่ไม่เหมาะสม และเพิ่มความยืดหยุ่นในการตอบสนองต่อความต้องการของตลาด [1]

จากการศึกษางานวิจัยที่มีการบูรณาการร่วมกันระหว่างนักวิจัยและสถานประกอบการพบว่าบริษัทฯ ศึกษามีการวางแผนการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าโดยมีเครื่องฉีดพลาสติก 44 เครื่องใช้ในการผลิต ในแต่ละวันมีการเปลี่ยนรุ่นการผลิตเฉลี่ย 2 รอบต่อเครื่องต่อวัน ซึ่งการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของกระบวนการฉีดพลาสติกดังกล่าวใช้เวลานานจนเกิดผลกระทบต่อเวลาการผลิต ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะปรับปรุงเพื่อลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของกระบวนการฉีดพลาสติกดังกล่าว ซึ่งการปรับปรุงดังกล่าวมีหลักการ มีแนวคิดที่มีความสอดคล้องกับ นักวิจัยหลายๆ ท่าน เช่น ศักดิ์ดา คำจันทร์และคณะ [2] ได้นำเทคนิคการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร และแนวคิดการลดความสูญเสีย (ECRS) มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาเพื่อการกำหนดมาตรฐานการเปลี่ยนรุ่นแม่พิมพ์และเพิ่มประสิทธิภาพการเปลี่ยนรุ่นแม่พิมพ์ในกระบวนการฉีดพลาสติกของบริษัทฯ เพิ่มขึ้นส่วนยานยนต์ ทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตร้อยละ 10.72 ซึ่งเทคนิคและการปรับปรุงดังกล่าวสอดคล้องกับทีมงานวิจัยก้าวหน้า จงวัฒนารักษ์ และคณะ [3] ได้ทำการปรับปรุงการเปลี่ยนรุ่นการผลิตเครื่องยาสายไฟอัตโนมัติของโรงงานผู้ผลิตสายไฟในรถยนต์โดยนำเทคนิคการปรับเปลี่ยนอย่างรวดเร็ว (Single Minute Exchange of Die : SMED) และหลักการ ECRS มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของเครื่องยาสายไฟอัตโนมัติ โดยทำการสร้างมาตรฐานในการจัดเตรียมงานไว้วางหน้า ปรับปรุงเครื่องจักร และจัดเรียงขั้นตอนการทำงานใหม่ ทำให้สามารถลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตร้อยละ 53.50 นอกจากนั้นการนำวิธีการวิเคราะห์แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตร่วมกับการประยุกต์ใช้หลักการ ECRS โดยสุภิสรา ชินภักดี และคณะ [4] ทำให้สามารถลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นในกระบวนการพิมพ์บรรจุภัณฑ์โลหะได้ร้อยละ 24.41

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของกระบวนการฉีดพลาสติกและการเปรียบเทียบผลการดำเนินงานเชิงเศรษฐศาสตร์ก่อนและหลังปรับปรุง โดยทำการหาปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตและการเปลี่ยนรุ่นการผลิต จากนั้นใช้การวิเคราะห์ปัญหาและการสาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังสาเหตุและผล แล้วทำการวิเคราะห์หาแนวทางในการแก้ไขปัญหโดยใช้ Why Why Analysis จากนั้นใช้หลักการ ECRS ในการแก้ปัญหาและปรับปรุงงาน

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1. หลักการ ECRS [5,6] ประกอบด้วย 4 แนวทางหลักในการปรับปรุงกระบวนการทำงาน ดังนี้

1) การกำจัด (Eliminate) เป็นการพิจารณาตัดขั้นตอนหรือกิจกรรมที่ไม่จำเป็นออกจากกระบวนการทำงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความซับซ้อนของระบบ และช่วยลดระยะเวลาในการดำเนินงาน ซึ่งส่งผลให้กระบวนการโดยรวมมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2) การรวม (Combine) หมายถึง การพิจารณารวมขั้นตอนหรือกิจกรรมที่มีลักษณะคล้ายกันหรือสามารถดำเนินการควบคู่กันได้มารวมกัน เพื่อให้สามารถประหยัดเวลาและทรัพยากรที่ใช้ในกระบวนการ อีกทั้งในบางกรณียังสามารถลดจำนวนแรงงานที่ต้องใช้ได้

3) การจัดเรียงใหม่ (Rearrange) เป็นการปรับเปลี่ยนลำดับหรือรูปแบบของขั้นตอนการทำงานเสียใหม่ เพื่อให้การดำเนินงานมีความต่อเนื่อง ราบรื่น และมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยบางครั้งการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในลำดับขั้นตอนสามารถช่วยลดความล่าช้าและปัญหาคอขวดในกระบวนการได้อย่างมีนัยสำคัญ

4) การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) หมายถึง การปรับปรุงหรือออกแบบวิธีการทำงานใหม่ให้มีความเรียบง่ายและสะดวกต่อการปฏิบัติงานมากขึ้น ทั้งนี้ เพื่อลดระยะเวลาในการดำเนินงาน และลดความเสี่ยงต่อการเกิดข้อผิดพลาดจากขั้นตอนที่มีความซับซ้อน ซึ่งช่วยเสริมสร้างความแม่นยำและความรวดเร็วในการทำงาน

2.2 เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools) [7,8] เป็นเครื่องมือพื้นฐานในการวิเคราะห์และปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการ โดยช่วยระบุปัญหาและหาสาเหตุอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วย

- 1) ฮิสโตแกรม (Histogram) แสดงการกระจายของข้อมูล ช่วยวิเคราะห์แนวโน้มและปัญหา
- 2) แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) บันทึกข้อมูลจริงในแบบฟอร์ม ช่วยรวบรวมและวิเคราะห์ได้รวดเร็ว
- 3) แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) เรียงข้อมูลจากมากไปน้อยเพื่อระบุปัญหาสำคัญตามหลัก 80/20
- 4) แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) หรือแผนผังอิชิกาวา ใช้ระบุและจัดกลุ่มสาเหตุของปัญหาอย่างเป็นระบบ เพื่อหาแนวทางแก้ไขที่ตรงจุด

5) แผนภูมิ (Graph) แสดงข้อมูลในรูปแบบภาพ เช่น กราฟเส้นหรือกราฟแท่ง ช่วยให้เข้าใจข้อมูลและความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ชัดเจน

6) แผนภูมิควบคุม (Control Chart) ใช้ตรวจสอบความเสถียรของกระบวนการ โดยเปรียบเทียบค่าข้อมูลกับขอบเขตควบคุมที่กำหนด เพื่อติดตามแนวโน้มความเปลี่ยนแปลง

7) แผนภูมิกระจาย (Scatter Diagram) แสดงจุดข้อมูลของตัวแปรสองชุดบนกราฟ เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์และแนวโน้มระหว่างตัวแปรนั้น ๆ

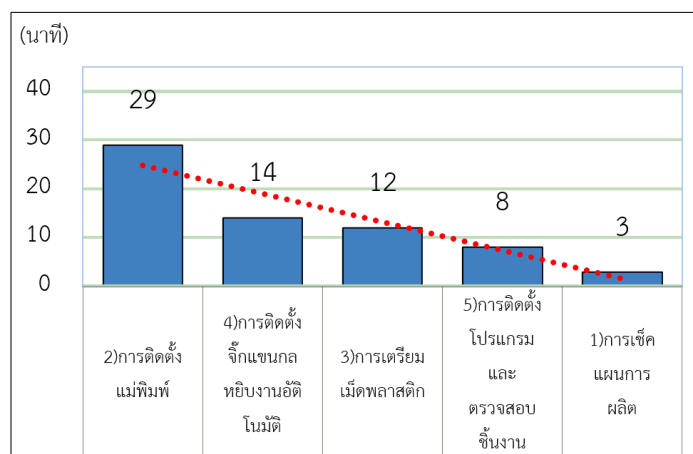
2.3. การฉีดพลาสติก (Plastic Injection Molding) เป็นกระบวนการผลิตที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมพลาสติก เนื่องจากสามารถผลิตชิ้นส่วนที่มีความแม่นยำและปริมาณมากได้ในระยะเวลาอันสั้น กระบวนการนี้เริ่มจากการฉีดเม็ดพลาสติกที่หลอมละลายเข้าไปในแม่พิมพ์ (Mold) จากนั้นพลาสติกจะเย็นตัวและแข็งกลายเป็นรูปทรงที่ต้องการ อย่างไรก็ตาม หนึ่งในขั้นตอนสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพของชิ้นงานคือ การเปลี่ยนรุ่นการผลิต ซึ่งเป็นขั้นตอนในการกำหนดตำแหน่งและการยึดจับแม่พิมพ์หรือชิ้นส่วนต่าง ๆ ให้มีความมั่นคงและถูกต้อง ในขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นการผลิต หากการตั้งค่ามีความผิดพลาด อาจส่งผลให้คุณภาพชิ้นงานที่ได้มีข้อบกพร่อง หรือการไม่ตรงตามมาตรฐานที่กำหนด นอกจากนี้การเปลี่ยนรุ่นการผลิตที่ไม่เหมาะสมยังอาจทำให้เครื่องฉีดพลาสติกทำงานผิดพลาดซึ่งไม่เพียงส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แต่ยังทำให้เกิดความสูญเสียทางเวลาและค่าใช้จ่าย

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การศึกษากระบวนการผลิตปัจจุบัน บริษัทกรณีศึกษามีขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของกระบวนการฉีดพลาสติกมี 5 ขั้นตอน คือ

- 1) การเช็คแผนการผลิต
- 2) การติดตั้งแม่พิมพ์
- 3) การเตรียมเม็ดพลาสติก
- 4) การติดตั้งจิ๊กแขนกลหยิบงานอัตโนมัติ
- 5) การติดตั้งโปรแกรมและตรวจสอบชิ้นงาน

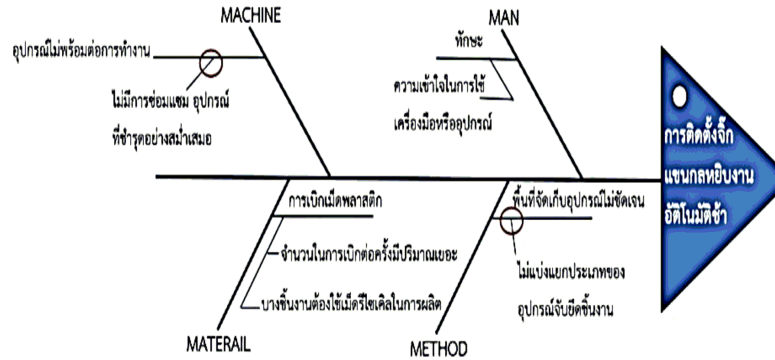
จากการศึกษาวิธีการทำงานและเวลาในขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นการผลิตชิ้นส่วนพลาสติกตามรูปที่ 1 ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดขั้นตอนการทำงานลำดับสุดท้าย จะเห็นได้ว่าขั้นตอนที่ 2 การติดตั้งแม่พิมพ์ใช้เวลาการทำงานมากที่สุด ขั้นตอนที่ 4 การติดตั้งจิ๊กแขนกลหยิบงานอัตโนมัติ ขั้นตอนที่ 3 การเตรียมเม็ดพลาสติก ขั้นตอนที่ 5 การติดตั้งโปรแกรมและตรวจสอบชิ้นงาน และขั้นตอนที่ 1 การเช็คแผนการผลิต ใช้เวลาการทำงานจากมากไปหาน้อยตามลำดับ แต่เนื่องด้วยระยะเวลาในการดำเนินการปรับปรุงมีเวลาจำกัดรวมทั้งการปรับปรุงดังกล่าวกระทบต่อเวลาในการผลิต ดังนั้นจึงเลือกขั้นตอนที่ 4 การติดตั้งจิ๊กแขนกลหยิบงานอัตโนมัติซึ่งเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลามากอันดับที่สองของการเปลี่ยนรุ่นการผลิตมาทำการปรับปรุง



รูปที่ 1 เวลาของขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นการผลิตชิ้นส่วนพลาสติก (เรียงจากมากไปหาน้อย)

3.2) วิเคราะห์ปัญหาและค้นหาสาเหตุ

จากการศึกษากระบวนการฉีดพลาสติกทำให้ทราบปัญหาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของกระบวนการฉีดพลาสติกใช้เวลานานจนเกิดความล่าช้ามีผลกระทบต่อเวลาการผลิต ดังนั้นจึงทำการระบุปัญหาการติดตั้งจิ๊กแขนกลหยิบงานอัตโนมัติเข้าปัญหาดังกล่าวถูกนำไปวิเคราะห์ปัญหาและค้นหาสาเหตุโดยใช้แผนภูมิแสดงเหตุและผล ซึ่งได้ทำการแบ่งกลุ่มปัจจัยที่ส่งผลโดยใช้หลักของ 4M ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนภูมิแสดงเหตุและผล

จากนั้นทำการวิเคราะห์หาแนวทางในการแก้ไขปัญหาโดยใช้ Why Why Analysis และได้แนวทางในการแก้ไขปัญหาแสดงดังตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่ามี 2 แนวทางที่ต้องทำการแก้ไข เพื่อให้การติดตั้งจิ๊กแขนกลหยิบงานอัตโนมัติมีความรวดเร็วและใช้เวลาในการทำงานน้อยลงแนวทางดังกล่าว ได้แก่

- 1) ทำการซ่อมแซมอุปกรณ์ของจิ๊กแขนกลหยิบงานอัตโนมัติให้พร้อมใช้งานตลอดเวลา
- 2) ปรับปรุงพื้นที่จัดเก็บให้เป็นระเบียบ พร้อมทั้งแบ่งแยกประเภทให้ชัดเจน

ตารางที่ 2 วิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาด้วย Why-Why Analysis

ปัญหา	สาเหตุ	สาเหตุรอง1	สาเหตุรอง2	สาเหตุย่อย	แนวทางการแก้ไข
ติดตั้ง	ใช้เวลาใน	- จิ๊กบางตัวไม่พร้อมใช้งาน	- ไม่มีการซ่อมแซม	- ไม่แบ่งแยกชนิดหรือ	- ทำการซ่อมแซมอุปกรณ์ให้อยู่ใน
จิ๊กเข้ากับโร	การเลือก	ใช้งาน	บำรุงรักษา	ประเภทของอุปกรณ์จับยึด	สภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา
บอทช้า	จิกนาน	- พื้นที่จัดเก็บจิ๊กไม่สะดวกต่อการใช้งาน	- อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานมีจำนวนมาก	ชิ้นงาน	- ปรับปรุงพื้นที่จัดเก็บให้เป็นระเบียบ แบ่งแยกประเภทให้ชัดเจน

3.3) การแก้ไขปัญหา

แนวทางการแก้ไขปัญหาด้วย Why-Why Analysis ทั้ง 2 แนวทางได้ทำการดำเนินการแก้ไขปัญหาโดยใช้หลักการ ECRS มาใช้เพื่อกำจัดเวลาที่สูญเปล่าในการทำงานของพนักงานตามรูปที่ 3 และตารางที่ 3 กล่าวคือ

การกำจัด (Eliminate) จากการรวบรวมข้อมูลในการปรับปรุงตามรูปที่ 3ก) ได้กำจัดการซ่อมแซมจิ๊กระหว่างติดตั้ง โดยทำการแยกประเภทของอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน และแยกอุปกรณ์ที่ชำรุดเสียหายออกจากกันแล้วทำการซ่อมแซมอุปกรณ์ที่ชำรุดเสียหายให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลาตามรูปที่ 3ข) และกำจัดเวลาในการเลือกจิ๊ก โดยจัดทำป้ายบอกชื่อรหัสชิ้นงานติดกับอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน มีการระบุกลุ่มของแม่พิมพ์ตามกลุ่มลูกค้าโดยใช้ป้ายสีที่ต่างชนิด นอกจากนั้นได้ทำการปรับปรุงพื้นที่จัดเก็บอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน โดยการแบ่งพื้นที่จัดเก็บแต่ละสีออกจากกันเพื่อให้การใช้งานสะดวกและง่ายขึ้น

การรวมกัน (Combine) ได้รวบรวมขั้นตอนการทำงานต่างๆ เข้าด้วยกันหลังจากการกำจัดวิธีการที่เกิดเวลาสูญเปล่าออกไปแล้วจัดลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่

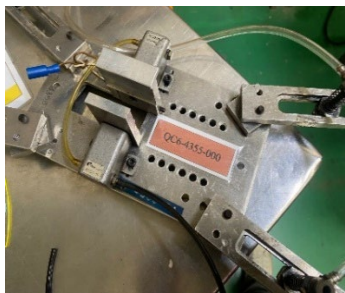
การจัดใหม่ (Rearrange) ได้ปรับปรุงพื้นที่การจัดเก็บแยกตามชื่อลูกค้าโดยแบ่งพื้นที่จัดเก็บจิ๊กตามป้ายบอกชื่อลูกค้า รวมทั้งทำป้ายระบุหมายเลขชิ้นงานให้มีความสอดคล้องกับชิ้นงานตามรูปที่ 3ค) มีปรับเปลี่ยนตำแหน่งที่เก็บโดยนำจิ๊กที่ใช้ในการผลิตความถี่สูงเอาไว้ใกล้ทางเดิน จิ๊กที่มีน้ำหนักมากเอาไว้ด้านล่างสุด เพื่อสะดวกในการหยิบจับ ทำป้ายระบุหมายเลขชิ้นงานให้มีความสอดคล้องกับชิ้นงานที่ทำการผลิตตาม รูปที่ 3ง)



ก)



ข)



ค)



ง)

รูปที่ 3 การแก้ปัญหา ก) รวบรวมข้อมูล ข) การซ่อมแซม

ค) การติดป้ายบ่งชี้ ง) การจัดตำแหน่งการจัดเก็บ

การทำให้ง่าย (Simplify) การกำหนดการควบคุมด้วยสีแยกประเภทของจิ๊กและการมองด้วยตาเปล่าแล้วสามารถหยิบจิ๊กเพื่อนำไปประกอบได้อย่างถูกต้องได้นำไปเขียนเป็นขั้นตอนการปฏิบัติงานแล้วสอนให้พนักงานเข้าใจ และสามารถปฏิบัติงานได้

ตารางที่ 3 การจัดความสูญเปล่า ด้วยหลักการ ECRS

หลักการขจัดสิ่งสูญเปล่า	การพิจารณา	รายละเอียด	หมายเหตุ
การกำจัด (Eliminate)	จะกำจัดเวลาสูญเปล่าได้ไหม	กำจัดเวลาในการเลือกจิก	แบ่งพื้นที่จัดเก็บจิก ให้ใช้งานสะดวก
การรวมกัน (Combine)	รวมเข้าด้วยกันได้ไหม	รวบรวมขั้นตอนการทำงานต่างๆ เข้าด้วยกันหลังจากการกำจัด ขั้นตอนที่เกิดเวลาสูญเปล่าออกไปแล้ว	จัดลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่
การจัดใหม่ (Rearrange)	จะจัดขั้นตอนงานได้ไหม	การปรับเปลี่ยนตำแหน่งพื้นที่จัดเก็บจิก	ลดเวลาในการเลือกจิกของพนักงาน
การทำให้ง่าย (Simplify)	จะปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ไหม	การทำงานมีประสิทธิภาพสูงขึ้น	สามารถลดเวลาในเตรียมกระบวนการผลิต โดยลดเวลาสูญเปล่าในการหาอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน

4. ผลการทดลอง

ผลการดำเนินงานหลังจากการปรับปรุง ได้จัดทำขั้นตอนการปฏิบัติงาน (WI) และขออนุมัติใช้เพื่อทำการสอนให้กับพนักงานประจำเครื่องได้เรียนรู้ จนสามารถปฏิบัติงานได้จริงโดยผ่านการประเมินทักษะ จากการจับเวลาในการติดตั้งจิกจำนวน 15 รอบที่ได้จากการคำนวณเพื่อหาค่ารอบการจับเวลาที่เหมาะสม ภายใต้ความเชื่อมั่น 95% นั้นทำให้ทราบผลการแก้ไขปัญหา ซึ่งสรุปจากแผนภูมิกระบวนการไหลตามรูปที่ 4 ได้ดังนี้ จากเวลาการเตรียมกระบวนการผลิตชิ้นส่วนพลาสติกก่อนทำการปรับปรุงใช้เวลาในการปฏิบัติงาน 66 นาที หรือ 3,960 วินาที หลังการปรับปรุงใช้เวลาในการปฏิบัติงาน 59 นาที 42 วินาที หรือ 3,582 วินาที ลดลงจากเดิม 6 นาที 18 วินาที หรือ 378 วินาทีต่อรอบ ดังแสดงในรูปที่ 4

แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart)				ประเภท: ผลิตภัณฑ์ / วัสดุ / พนักงาน			
แผนภูมิหมายเลข 01 แผ่นที่ 1 ใน 1 แผ่น				สรุปผล			
สถานที่ : บริษัท				Activity	ปัจจุบัน	หลังปรับปรุง	ลดลง
กรรมวิธี : กระบวนการผลิตชิ้นส่วนพลาสติก				ปฏิบัติงาน	7	7	-
วิธีการทำงาน : ปัจจุบัน ปรับปรุง				เคลื่อนย้าย	6	6	-
ตำแหน่งที่ตั้ง :				ลำช้า	-	-	-
				ตรวจสอบ	1	1	-
				จัดเก็บ	-	-	-
ผู้บันทึก :				ระยะทาง (เมตร)	108	108	-
ผู้อนุมัติ :				เวลา (นาที)	66	59.42	6.18

คำอธิบาย	แม่พิมพ์ (ลูก)	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์	หมายเหตุ
1. เช็คน้ำมันเครื่อง	-	3		●→	
2. ไปจัด Mold ที่ขึ้นต้นด้วย	10	2		●→	
3. เช็คน้ำมันเครื่อง	-	3		●→	
4. นำ Mold ไปขึ้นเครื่อง	8	4		●→	
5. ติดตั้ง Mold กับเครื่อง	-	20		●→	
6. ไปเปิดเม็ดพลาสติก	40	5		●→	
7. นำเม็ดพลาสติกไปขึ้นเครื่อง	40	6		●→	
8. เติมน้ำมันเครื่อง	-	1		●→	
9. ไปขึ้นต้นด้วย jig	5	1		●→	
10. เลิก jig ขึ้นต้น	-	2.42		●→	
11. นำ jig ไปขึ้นเครื่อง	5	1		●→	
12. ประกอบ jig กับเบส	-	3		●→	
13. ติดตั้งโปรแกรมและทำการผลิต	-	5		●→	
14. ตรวจสอบ	-	3		■	
รวม	1	108	59.42	7 6 1	

แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart)					ประเภท: ผลิตภัณฑ์ / วัสดุ / พนักงาน			
แผนภูมิหมายเลข 01 แผ่นที่ 1 ใน 1 แผ่น					สรุปผล			
สถานที่: บริษัท					Activity	ปัจจุบัน	หลังปรับปรุง	ลดลง
กรรมวิธี: กระบวนการผลิตชิ้นส่วนพลาสติก					ปฏิบัติงาน	7	7	-
วิธีการทำงาน: ปัจจุบัน ปรับปรุง					เคลื่อนย้าย	6	6	-
ตำแหน่งที่ตั้ง:					ลำช้า	-	-	-
					ตรวจสอบ	1	1	-
					จัดเก็บ	-	-	-
ผู้บันทึก:					ระยะทาง (เมตร)	108	108	-
ผู้อนุมัติ:					เวลา (นาฬิกา)	66	59.42	6.18

รูปที่ 4 แผนภูมิกระบวนการไหลหลังการปรับปรุง

จากข้อมูลในการศึกษากระบวนการผลิตของโรงงาน โรงงานมีเครื่องฉีดพลาสติกทั้งหมด 44 เครื่อง มีการผลิต 23 วันทำงานต่อเดือน โดยทำงาน 2 ช่วงเวลาทำงานต่อวัน (2กะ) การเปลี่ยนรุ่นการผลิตเฉลี่ย 2 รอบต่อวัน ดังนั้นใน 1 วันจะมีการเปลี่ยนรุ่นการผลิตรวม 88 ครั้ง การผลิตชิ้นงานในกระบวนการผลิตที่ทำการศึกษาที่มีรอบการทำงาน (Cycle Time) โดยเฉลี่ย 10.5 วินาที ต่อชิ้น ดังนั้น จากแก้ปัญหาลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตในขั้นตอนการติดตั้งจิ๊กแขนกลหยิบงานอัตโนมัติจะสามารถนำเวลาที่ลดได้ไปทำการผลิตชิ้นงานได้ 3,168 ชิ้นต่อวัน $((378/10.5) \times 88)$ การเปรียบเทียบเชิงเศรษฐศาสตร์เฉพาะขั้นตอนการเตรียมกระบวนการผลิตชิ้นส่วนพลาสติก สามารถลดค่าใช้จ่ายจากแรงงานได้ 1,264.03 บาทต่อวัน $(378 \times 0.038 \times 88)$ ค่าใช้จ่ายเกิดจากการดำเนินงาน 7,830 บาท ดังนั้นจุดคุ้มทุน 6.19 วัน $(7,830/1,264.03)$ หรือ ประมาณ 7 วันทำงาน ผลการดำเนินงานในภาพรวมในการลดเวลาการเตรียมกระบวนการผลิตชิ้นส่วนพลาสติกในขั้นตอนการติดตั้งจิ๊กแขนกลหยิบงานอัตโนมัติ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ใช้เวลานาน ตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการดำเนินงานในภาพรวม

รายการ	ต่อวัน	ต่อเดือน	ต่อปี
ค่าแรงงานลดลง (บาท)	1,264.03	29,072.7	348,872.8
ผลผลิตเพิ่มขึ้น (ชิ้น)	3,168.0	72,864.0	874,368.0
จุดคุ้มทุน	6.19 วัน หรือ 7 วัน		

5. อภิปรายผลและสรุปผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของกระบวนการฉีดพลาสติก และวิเคราะห์ผลตอบแทนเชิงเศรษฐศาสตร์ของการปรับปรุง โดยมุ่งเน้นศึกษาเฉพาะขั้นตอนการติดตั้งจิ๊กแขนกลหยิบงานอัตโนมัติ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ใช้เวลานาน

ผลการดำเนินงานแสดงให้เห็นถึงการลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นที่สำคัญและมีนัยยะทางเศรษฐศาสตร์ การวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบถูกนำไปใช้โดยเริ่มจากการใช้แผนผังสาเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram) เพื่อระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อความล่าช้าในการติดตั้งจิ๊กแขนกลหีบงานอัตโนมัติ ครอบคลุมด้าน Machine, Man, Material, และ Method จากนั้นทำการการวิเคราะห์แบบ Why-Why Analysis เพื่อเจาะลึกถึงรากเหง้าของปัญหา ซึ่งระบุได้แก่ การชำรุดของอุปกรณ์และการจัดการพื้นที่จัดเก็บที่ไม่เป็นระเบียบ การระบุสาเหตุที่ชัดเจนเหล่านี้เป็นฐานในการพัฒนาแนวทางการแก้ไขที่ตรงจุด สำหรับแนวทางการปรับปรุงได้รับการออกแบบและประยุกต์ใช้ตามหลักการ ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify) อย่างเป็นรูปธรรม ได้แก่ Eliminate (การกำจัด) ได้ลดกิจกรรมที่ไม่จำเป็น เช่น การซ่อมแซมอุปกรณ์ระหว่างการติดตั้ง โดยเปลี่ยนเป็นการบำรุงรักษาเชิงรุก และกำจัดเวลาในการค้นหาจิ๊กด้วยระบบการระบุตัวตนและจัดเก็บที่ชัดเจน Combine (การรวม) ได้ปรับรวมขั้นตอนที่สามารถทำร่วมกันได้เพื่อลดการเคลื่อนไหวและเวลาที่สูญเปล่า Rearrange (การจัดเรียงใหม่) ได้ปรับผังการจัดเก็บจิ๊กให้เข้าถึงง่ายขึ้น ตามความถี่ในการใช้งานและน้ำหนัก เพื่อลดเวลาในการหยิบและจัดวาง Simplify (การทำให้ง่ายขึ้น) ได้พัฒนากระบวนการติดตั้งให้ง่ายขึ้นผ่านการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน (Standard Work Instruction) และใช้ระบบ Visual Control เพื่อให้พนักงานสามารถปฏิบัติงานได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง ผลลัพธ์เชิงปริมาณจากการปรับปรุงยืนยันถึงประสิทธิภาพของวิธีการที่นำมาใช้ โดยเวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตลดลงจาก 3,960 วินาที เหลือ 3,582 วินาที ซึ่งคิดเป็นการลดลง 378 วินาที หรือร้อยละ 9.54 ผลการลดเวลานี้สอดคล้องกับแนวคิดการเพิ่มผลิตภาพตามหลักการ Lean Manufacturing และงานวิจัยอื่น ๆ ที่ประยุกต์ใช้ ECRS ในบริบทอุตสาหกรรมที่คล้ายคลึงกัน (เช่น คักดีดา คำจันทร์และคณะ, ศรีสุรา ชินภักดีและคณะ). แม้ว่าการวิจัยนี้ไม่ได้ประยุกต์ใช้เทคนิค SMED โดยตรงเหมือนงานของ ก้าวหน้า จงวัฒนารักษ์และคณะ แต่หลักการ ECRS ที่ใช้ก็เป็นองค์ประกอบสำคัญในการปรับปรุงกิจกรรมให้มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับการแยกกิจกรรมภายในและภายนอกใน SMED นอกจากนี้ประโยชน์ด้านเวลาแล้ว การปรับปรุงนี้ยังก่อให้เกิดผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์อย่างชัดเจน โดยสามารถลดต้นทุนค่าแรงงานได้ถึง 348,872.8 บาทต่อปี และมีจุดคุ้มทุนที่รวดเร็วเพียง 7 วัน การประหยัดเวลาและต้นทุนนี้ช่วยเพิ่มกำลังการผลิตขึ้นงานได้ถึง 3,168 ชิ้นต่อวัน หรือ 874,368 ชิ้นต่อปี ซึ่งไม่เพียงช่วยให้บริษัทบรรลุเป้าหมายในการลดเวลา แต่ยังเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันและตอบสนองความต้องการของลูกค้าในตลาดที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้คือการศึกษานี้เฉพาะกรณีในขั้นตอนเดียวของกระบวนการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้อาจแตกต่างกันไปในบริบทอื่น ๆ

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้เครื่องมือวิเคราะห์ปัญหาและหลักการ ECRS อย่างเป็นระบบ สามารถลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตในกระบวนการฉีดพลาสติกได้อย่างมีนัยสำคัญ (ลดลงร้อยละ 9.54) การปรับปรุงนี้ส่งผลให้เกิดการลดต้นทุนค่าแรงงาน 348,872.8 บาทต่อปี และมีจุดคุ้มทุนภายใน 7 วัน ผลการวิจัยนี้ยืนยันถึงศักยภาพของการประยุกต์ใช้ศาสตร์วิศวกรรมอุตสาหการในการเพิ่มผลิตภาพและสร้างผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมในภาคอุตสาหกรรม

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น และขอขอบพระคุณบริษัทกรณีศึกษาที่ได้อนุญาตให้คณะวิจัยเข้าศึกษาวิจัยให้ข้อมูล และเผยแพร่ข้อมูลงานวิจัยเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาต่อไป

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] W. Nopmanee and M. Warapoj, “Improvement of Pressing Process in Automotive Industry,” *The Journal of Industrial Technology*, vol. 17, no. 3, pp. 79-98, 2021.
- [2] K. Sakda, K. Nanthiya, and K. Wirekha, “Set Standard Work and Improve The Efficiency of Mold Model Changing,” in *Proceeding of 9th Rajamangala Manufacturing and Management Technology Conference 2024 (RMTC2024)*, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Thailand, 2024, pp. 192–197. (in Thai)
- [3] J. Kaona, T. Surat, W. Voraya, and T. Chalernsak, “Setup Time Reduction for Automatic Assembly Wire Harness Machine by SMED Theory A Case Study: Automotive Wire Harness Manufacturer,” in *Proceeding of 7th Rajamangala Manufacturing and Management Technology Conference 2022 (RMTC2022)*, Rajamangala University of Technology Isan, Thailand, 2022, pp. 85–95. (in Thai)
- [4] C. Supisara, K. Samachaya, M. Asawin, and C. Ninlawan, “Reducing Model Changeover Times in the Metal Packaging Printing Process: A Case Study,” *Engineering and Technology Horizons*, vol. 40, no. 4, Art. no. 400405, 2023.
- [5] B. Nipon, *Introduction to Lean Manufacturing*. Bangkok, Thailand: TPA Book, 2005.
- [6] S. Worapot, N. Thassaphong, S. Woraphod, P. Amornrat, and S. Chatcha, “Process Improvement of Electronic Part Assembly with ECRS Technique,” *The Journal of Manufacturing and Management Technology*, vol. 2, no. 1, 2023.
- [7] F. Praphaporn, H. Apisak, B. Paramet, W. Panya, and J. Porawit, “The Improving and Defect Prevention in Production Process of Car Window Trim Seal Parts Case study: Company for Plastic Components,” *The Journal of Manufacturing and Management Technology*, vol. 3, no. 2, 2024.
- [8] Thailand Productivity Institute. (2025, June 16). *QC 7 Tools*. [Online]. Available: <https://productiveeng.co/2022/11/15/qc7tools/>