Engng.J.CMU.(2019) 26 (3), 102–110

วารสารวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Engineering Journal
Chiang Mai University

การลดเวลาติดตั้งและปรับแต่งแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

Reducing Setup and Adjustment Time of Plastic Injection Mold

ชุติกาญจน์ ลีธีระ* ณัฐทิชา หมั่นขีด และ นิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์

Chutikan Leetera*, Natticha Munkeed and Ninlawan Choomrit

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,

63 หมู่ 7 ถนนรังสิต-นครนายก อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก 26120

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Srinakharinwirot University,
63 Moo 7, Rangsit-nakhonnayok Road, Ongkharak District, Nakhon Nayok 26120
*E-mail : chutikan.sand@gmail.com, ninlawan@g.swu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางในการปรับลดเวลาการปรับเปลี่ยนแม่พิมพ์ของกระบวนการฉีดพลาสติกในโรงงานตัวอย่าง จากการสำรวจกระบวนการฉีดพลาสติกพบว่า เครื่องฉีดพลาสติกแบบสองหัว ขนาด 260 ตัน มีการสูญเสียเวลาในการปรับเปลี่ยนแม่พิมพ์นานถึง 194.36 นาที โดยมีกิจกรรมที่ใช้เวลานานประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ 1) การดำเนินการแก้ไขในส่วนของการปรับเปลี่ยนแม่พิมพ์ คือ การเตรียมอุปกรณ์ การถอด/ต่อสายน้ำ และการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ใช้ในการไข Clamp และ 2) การดำเนินการแก้ไขในส่วนของการปรับค่าพารามิเตอร์ จึงเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยใช้หลักการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว เพื่อแยกกิจกรรมการปรับเปลี่ยนแม่พิมพ์ออกเป็นงานภายใน (งานที่จำเป็นต้องหยุดเครื่องจักรเท่านั้น จึงจะทำได้) และงานภายนอก (งานที่ไม่จำเป็นต้องหยุดเครื่องจักร) นำงานภายนอกไปทำคู่ขนานกับงานภายใน และปรับปรุงงานภายในและงานภายนอก เพื่อลดเวลาการปรับเปลี่ยนแม่พิมพ์ให้ลดลง โดยเลือกเฉพาะงานภายในที่ใช้เวลาปรับเปลี่ยนมากกว่า 5 นาที และงานทั้งหมดที่ได้ดำเนินการแก้ไขแล้วทั้งสองส่วนข้างต้น ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ปัญหาด้วยคำถาม ทำไม-ทำไม ร่วมกับการควบคุมด้วยการมองเห็น การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ และการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ผลการแก้ไขปรับปรุงพบว่า เวลาในการปรับเปลี่ยนแม่พิมพ์จาก 194.36 นาที เหลือ 131.40 นาที เวลาที่ลดลง คือ 62.56 นาที คิดเป็นร้อยละ 32.19

ABSTRACT

The objective of this research paper is to search for setup-time reduction in mold change of injection process. From surveying in a plastic injection process, an injection molding machine in 260 tons capacity with two-nozzle type takes long setup time in mold change about 194.36 minutes. There are two main activities 1) mold change: preparing tools, connecting water pipes and changing tool in fixing clamp and 2) parameter adjustment. Quick changeover technique; separate internal activities (those can only be performed when the machine is stopped) and external activities (those can be done while the machine is still running), convert internal to external activities and streamline all activities, is applied to reduce setup time. Internal activities with setup time five minutes more are selected then utilize why-why analysis, visual control, tool replacement and preventive maintenance as improvement tools. The result reveals that setup time is decreased from 194.36 minutes to 131.40 minutes. Reduction time is 62.56 minutes which is 32.19%.

Received 5 July 2018
Revised 21 January 2019
Accepted 14 February 2019

1. บทนำ

อุตสาหกรรมพลาสติกมีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจชาติ ในสภาวการณ์ปัจจุบันธุรกิจทุกแขนงมีการแข่งขันทางการค้าที่รุนแรง ลูกค้ามีความต้องการสินค้าที่มีความหลากหลายในเวลาที่รวดเร็ว ทำให้ต้องประสบปัญหาการแข่งขันระหว่างผู้ประกอบการเป็นจำนวนมากการเพิ่มอัตราการผลิตและการปรับปรุงการทำงานจึงเป็นหัวใจสำคัญของการอยู่รอดทางธุรกิจและการเติบโตทางอุตสาหกรรม

โรงงานตัวอย่างเป็นผู้รับฉีดชิ้นงานพลาสติกตามความต้องการของลูกค้าในอุตสาหกรรมยานยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องฉีดพลาสติกมีตั้งแต่ขนาดเล็ก 35 ตัน ถึงขนาดใหญ่ 450 ตัน จากการสำรวจข้อมูลกระบวนการฉีดพลาสติกพบว่าการปรับเปลี่ยนแม่พิมพ์แต่ละครั้งจะใช้เวลานานประมาณ 3 ชั่วโมงก่อนที่จะเริ่มผลิตจริง โดยขั้นตอนเริ่มจากการเตรียมแม่พิมพ์ตามแผนการผลิต เตรียมเม็ดพลาสติก เปลี่ยนแม่พิมพ์ และทำการฉีดตามพารามิเตอร์มาตรฐาน ทางคณะผู้วิจัยจึงเสนอแนวทางในการลดเวลาของการปรับเปลี่ยนแม่พิมพ์โดยใช้เทคนิคการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว ร่วมกับหลักการลดความสูญเปล่า ECRS (การกำจัด Eliminate, การรวมกัน Combine, การจัดใหม่ Rearrange และการทำให้ง่าย Simplify) โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อหาแนวทางในการปรับลดเวลาการปรับเปลี่ยนแม่พิมพ์ของกระบวนการฉีดพลาสติกในโรงงานตัวอย่าง ขอบเขตการวิจัยจะศึกษาเฉพาะเครื่องฉีดพลาสติกขนาด 260 ตันซึ่งเป็นเครื่องฉีดแบบสองหัวและใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์หลักของโรงงาน

2. การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว

การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (Quick Changeover) [1] เป็นเทคนิคที่ใช้ในการลดเวลาปรับเปลี่ยนเครื่องจักรหรือปรับเปลี่ยนชิ้นงานโดยมีเป้าหมายให้ใช้เวลาปรับเปลี่ยนต่ำกว่า 10 นาที เพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต เป็นเทคนิคสำคัญที่นำเอาหลักการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) มาปฏิบัติ ขั้นตอนการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ คือ งานภายใน (Internal Setup) และงานภายนอก (External Setup) งานภายใน หมายถึง งานที่สามารถทำได้ก็ต่อเมื่อเครื่องจักรต้องหยุดทำงานเท่านั้น เช่น การถอดสายน้ำออกจากแม่พิมพ์ เป็นต้น งานภายนอก หมายถึง งานที่สามารถทำได้ในขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงานอยู่ เช่น การจัดเตรียมอุปกรณ์ในการเปลี่ยนแม่พิมพ์ เป็นต้น ขั้นตอนการดำเนินการมี 3 ขั้นตอน คือ

1) แยกงานภายในและงานภายนอกออกจากกัน (Separate Internal and External Setup)
ส่วนนี้จะมีงานที่เป็นทั้งงานภายและงานภายนอกปะปนกันอยู่ ให้แยกให้ออกว่า อะไรคืองานภายในและงานภายนอกจริง ๆ ให้นำกิจกรรมที่เป็นงานภายนอกมาทำก่อนที่เครื่องจักรจะหยุด และจะเหลืองานที่เป็นงานภายในจริง ๆ

2) เปลี่ยนงานภายในให้เป็นงานภายนอก (Convert Internal to External Setup)
ขั้นตอนนี้จะเป็นงานภายในล้วน ๆ ที่จะต้องเปลี่ยนออกมาให้เป็นงานภายนอก โดยอาจทำการจัดเตรียมสภาวะการปฏิบัติงานไว้ล่วงหน้า หรือการวิเคราะห์งานภายในแต่ละกิจกรรมอย่างละเอียดเพื่อหาแนวทางการปรับเปลี่ยนเป็นงานภายนอก

3) ทำการปรับปรุงงานทั้งสองประเภท (Further Improvement on both Setup Operations)
ขั้นตอนนี้จะเป็นการปรับปรุงทั้งงานภายในและงานภายนอกให้ง่ายและรวดเร็วขึ้น ตัวอย่างเช่นใช้การควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) การปฏิบัติงานแบบคู่ขนาน (Parallel Operations)

เทคนิคการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็วถูกนำไปประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น การลดเวลาในการติดตั้งแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกสำหรับชิ้นส่วนประกอบของอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ [2, 3] การลดของเสียในกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยระบบสุญญากาศ [4] และการเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมในกระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก [5] นอกจากนี้ยังพบการนำเทคนิคนี้ไปใช้ร่วมกับเครื่องมือในการแก้ปัญหา

อื่น ๆ เช่น การผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in Time, JIT) เพื่อให้เกิดการไหลอย่างต่อเนื่องด้วยเวลาจัดส่งและระดับสินค้าคงคลังที่ลดลง [6] และการออกแบบการทดลองด้วยวิธีการของทากูชิ (Taguchi Experimental Design) เพื่อลดจำนวนครั้งในการปรับค่าพารามิเตอร์ [7] รวมถึงการพัฒนาวิธีการใหม่ ๆ ที่มีเทคนิคนี้เป็นแนวคิดพื้นฐาน เช่น Tailored SMED ที่เพิ่มขั้นตอนของการลดงานภายนอก [8] หรือ FIS-SMED ที่นำกระบวนการทางฟัซซี่มาใช้ในการกำหนดค่าปรับแต่งพารามิเตอร์ [9]

3. วิธีดำเนินการวิจัย

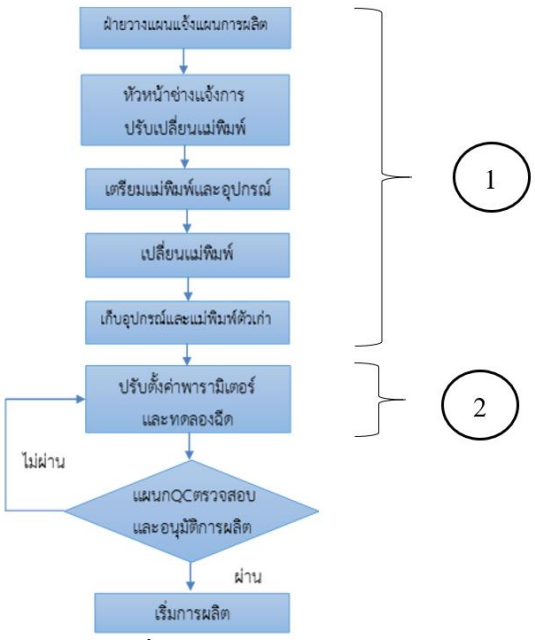
3.1 ศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น

จากการรวบรวมข้อมูลการผลิตในกระบวนการฉีดพลาสติกพบว่าในการเปลี่ยนแม่พิมพ์ทุกครั้งจะใช้เวลานานถึง 3 ชั่วโมงตั้งแต่การแจ้งเปลี่ยนแม่พิมพ์ ถอดและเปลี่ยนแม่พิมพ์ ปรับตั้งค่าพารามิเตอร์เพื่อทดลองฉีดจนสามารถเริ่มการผลิตได้ คิดเป็น 12.5% ของเวลาทำงาน 1 วัน (2 กะ รวมเวลาทำงาน 24 ชั่วโมง) ดังรูปที่ 1 โดยเครื่องฉีดพลาสติกแบบสองหัวฉีดขนาด 260 ตัน เป็นเครื่องฉีดที่มีกำลังการผลิตสูงที่สุด เมื่อพิจารณากระบวนการเปลี่ยนแม่พิมพ์ สามารถจำแนกงานออกเป็น 2 ส่วนหลักคือ (1) การปรับเปลี่ยนแม่พิมพ์ (Mold Change) และ (2) การปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ (Parameter Adjustment)

3.2 การวิเคราะห์กระบวนการเปลี่ยนแม่พิมพ์

ขั้นตอนการเปลี่ยนแม่พิมพ์แบ่งเป็น 54 งานย่อย แต่ละงานย่อยจะดำเนินต่อเนื่องกันตามลำดับ ลำดับงานและเวลาของแต่ละงานได้มาจากการวิเคราะห์แผนภูมิการไหลและจับเวลารวม 3 ครั้งมาคำนวณเป็นเวลาเฉลี่ย การเปลี่ยนแม่พิมพ์จะใช้พนักงานทั้งหมด 3 คน โดยที่ขั้นตอนที่ 1-4, 15, 21-23, 39 และ 45-54 ใช้พนักงาน 1 คน ส่วนขั้นตอนที่เหลือจะใช้พนักงาน 2 คน หลักการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็วเริ่มต้นด้วยการจำแนกงานออกเป็น 2 ประเภทคืองานภายนอก 4 งาน และงานภายใน 50 งาน ทำการรวบรวมเวลาของแต่ละงานรวมทั้งหมด 3 ครั้งเพื่อหาเวลาเฉลี่ย พบว่างานภายนอก (ลำดับที่ 1–4) รวมเวลาเฉลี่ย 16.22 นาที เป็นงานที่ทำเตรียมไว้ได้ก่อนในขณะที่เครื่องจักรทำงานอยู่ ส่วนงานภายใน (ลำดับที่ 5–54) รวมเวลาเฉลี่ย 178.14 นาที เป็นงานที่ทำได้เมื่อหยุดเครื่องจักรเท่านั้น แสดงดังตารางที่ 1

หลังจากจำแนกประเภทของงานแล้ว จะทำการเปลี่ยนงานภายในให้เป็นงานภายนอก เมื่อพิจารณางานลำดับที่ 22, 23 และ 39 พบว่าเป็นการค้นหาอุปกรณ์คือ Center Mold, Clamp และสายน้ำหล่อเย็น สามารถจัดเตรียมอุปกรณ์เหล่านี้ไว้ก่อนได้ นั่นคือเปลี่ยน 3 งานนี้ให้เป็นงานภายนอก ทำให้ลดเวลาของงานภายในเดิมจาก 178.14 นาที เหลือเป็น 172.34 นาที หรือลดลง 5.40 นาที และงานภายนอกจะเพิ่มขึ้นเป็น 22.02 นาที จากนั้นจะทำการแยกงานภายนอกออกไปดำเนินการคู่ขนานกับงานภายใน ส่งผลให้เวลาในการเปลี่ยนแม่พิมพ์ลดลงเหลือเฉพาะงานภายในเท่านั้น ดังนั้นเวลาเฉลี่ยในการเปลี่ยนแม่พิมพ์จากเดิม 194.36 นาที จะลดเหลือ 172.34 นาที คิดเป็น 11.33% ดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแม่พิมพ์

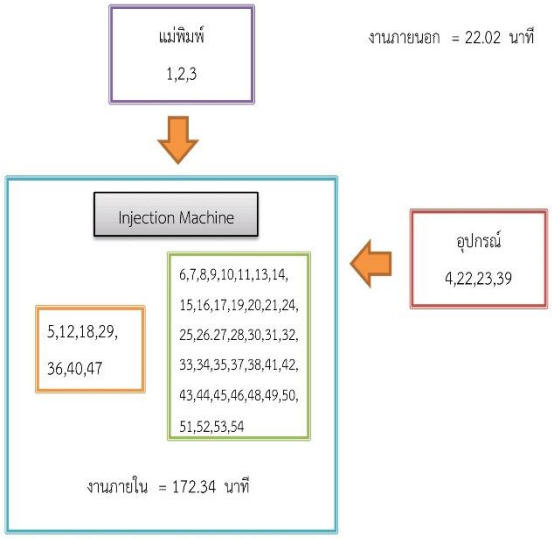
ตารางที่ 1 การจำแนกงานภายในและงานภายนอก

ขั้นตอนการดำเนินการ	งาน	เวลาเฉลี่ย (นาที:วินาที)
1. หัวหน้าช่างแจ้งช่างทำการเปลี่ยนแม่พิมพ์	Ex	0.57
2. ช่างเช็คและเบิกแม่พิมพ์	Ex	1.48
3. ใช้ Hand Lift ย้ายแม่พิมพ์ไว้ข้างเครื่องฉีด	Ex	3.55
4. เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนแม่พิมพ์	Ex	9.42
5. ถอดสายน้ำออกจากแม่พิมพ์ทั้ง 2 ตัว	In	9.53
6. ทำความสะอาดตัวถัง	In	4.40
7. ถอยหัวสกรูเครื่องฉีด	In	0.44
8. เช็ดทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์	In	0.56
9. ฉีดสเปรย์กันสนิมที่แม่พิมพ์ทั้ง 2 ตัว	In	1.34
10. เลื่อนหัวสกรูเครื่องไปด้านหน้าจนแม่พิมพ์ปิด	In	0.39
11. นำรอกเกี่ยว Hook ที่แม่พิมพ์ตัวที่ 1 และล็อค	In	1.07
12. หยิบประแจไขคลาย Clamp ทั้งหมด (แม่พิมพ์ 1)	In	9.28
13. ถอยหัวสกรูเครื่องฉีด	In	0.37
14. ยกแม่พิมพ์ตัวที่ 1 ออกจากเครื่องฉีด และวางลง	In	1.15
15. คลายตัว Lock ของรอกกับแม่พิมพ์ตัวที่ 1	In	0.13
16. เลื่อนหัวสกรูเครื่องไปด้านหน้าจนแม่พิมพ์ปิด	In	0.31
17. นำรอกเกี่ยว Hook ที่แม่พิมพ์ตัวที่ 2 และล็อค	In	1.09
18. หยิบประแจไขคลาย Clamp ทั้งหมด (แม่พิมพ์2)	In	9.01
19. ถอยหัวสกรูเครื่องฉีด	In	0.54
20. ยกแม่พิมพ์ตัวที่ 2 ออกจากเครื่องฉีด และวางลง	In	1.09
21. คลายตัว Lock ของรอกกับแม่พิมพ์ตัวที่ 2	In	0.58
22. เดินหา Center Mold มาประกอบ	In	2.35
23. เดินหา Clamp	In	1.23
24. นำรอกเกี่ยว Hook ที่แม่พิมพ์ใหม่ตัวที่ 1	In	1.04
25. เช็ครูการไหลของน้ำ โดยการฉีดน้ำเข้าไป	In	1.24
26. ยกแม่พิมพ์ใหม่ตัวที่ 1 เข้าเครื่องฉีด	In	1.51
27. เลื่อนหัวสกรูเครื่องฉีดมาให้ติดแม่พิมพ์	In	0.57
28. ปรับแม่พิมพ์เพื่อให้ตรงกับช่องหัวฉีด	In	4.06
29. นำประแจมาไข Clamp ให้แน่นเข้ากับเครื่องฉีด	In	9.12

ตารางที่ 1 (ต่อ) การจำแนกงานภายในและงานภายนอก

ขั้นตอนการดำเนินการ	งาน	เวลาเฉลี่ย (นาที:วินาที)
30. คลาย Lock ของรอกกับแม่พิมพ์ออก	In	0.51
31. นำรอกเกี่ยว Hook ที่แม่พิมพ์ใหม่ตัวที่ 2	In	1.08
32. เช็ครูการไหลของน้ำโดยการฉีดน้ำเข้าไป	In	1.18
33. ยกแม่พิมพ์ใหม่ตัวที่ 2 เข้าเครื่องฉีด	In	1.48
34. เลื่อนหัวสกรูเครื่องฉีดมาให้ติดแม่พิมพ์	In	0.51
35. ปรับแม่พิมพ์เพื่อให้ตรงกับช่องหัวฉีด	In	3.59
36. นำประแจมาไข Clamp ให้แน่นเข้ากับเครื่องฉีด	In	8.57
37. คลาย Lock ของรอกกับแม่พิมพ์ออก	In	0.53
38. ตรวจสอบวงสวิงและตั้งค่าโปรแกรม	In	4.52
39. เดินหาสายน้ำหล่อเย็น	In	1.42
40. ต่อสายน้ำ	In	12.19
41. ตรวจสอบโดยนำประแจมาไขเพื่อให้แน่น	In	3.52
42. เก็บอุปกรณ์ รอก Hand Lift และแม่พิมพ์	In	2.08
43. เช็ดทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์	In	4.07
44. เติมเม็ดพลาสติก โดยใช้เม็ด Scrap	In	1.32
45. เช็คการหลอมเหลวของเม็ดพลาสติก โดยฉีดทิ้ง	In	4.44
46. ตั้งค่าเครื่อง โดยตั้งค่าตามมาตรฐาน	In	2.13
47. ทดลองฉีดเม็ด Scrap และปรับค่าจนฉีดสำเร็จ	In	34.05
48. ตักเม็ด Scrap ที่เหลือออกจากถัง	In	2.13
49. ทำความสะอาดถัง	In	1.15
50. เทเม็ดพลาสติกจริงลงถัง	In	1.47
51. ฉีดเม็ดเก่าทิ้ง	In	4.43
52. เริ่มฉีดชิ้นงานเพื่อตรวจสอบก่อนผลิตจริง	In	2.52
53. พนักงาน QC มาตรวจสอบหน้างาน และอนุมัติฉีด	In	4.30
54. เตรียมเครื่องเพื่อผลิตจริง	In	2.15
รวมเวลาทั้งหมด		194.36
งานภายนอก		16.22
งานภายใน		178.14

หมายเหตุ: Ex คือ งานภายนอก และ In คือ งานภายใน



รูปที่ 2 การเปลี่ยนงานภายในให้เป็นงานภายนอก

3.3 การปรับปรุงงานภายในของการเปลี่ยนแม่พิมพ์

จากการเปลี่ยนงานภายในให้เป็นงานภายนอก ทำให้เหลืองานภายในทั้งหมด 47 งาน รวมเวลาเฉลี่ย 172.34 นาที ขั้นตอนต่อไปเป็นการหาแนวทางการลดเวลาของงานภายใน เพื่อทำให้กระบวนการเปลี่ยนแม่พิมพ์รวดเร็วขึ้น โดยเลือกงานภายในที่ใช้เวลามากกว่า 5 นาที มีทั้งหมด 7 งาน (ดังตารางที่ 2) รวมเวลาเฉลี่ย 92.55 นาที คิดเป็น 53.70% ของเวลางานภายในทั้งหมด เพื่อนำมาหาแนวทางในการปรับปรุงต่อไป

งานภายใน 6 ลำดับแรกจะเป็นการปรับเปลี่ยนแม่พิมพ์ ส่วนงานลำดับที่ 7 จะเป็นการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์

3.3.1 การปรับเปลี่ยนแม่พิมพ์

ประกอบด้วยงานถอด/ต่อสายน้ำ (ลำดับที่ 5 และ 40) และการไข Clamp (ลำดับที่ 12, 18, 29 และ 36) แนวทางการปรับปรุงมีดังนี้

1) การเตรียมอุปกรณ์ เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนแม่พิมพ์มีการจัดเก็บที่ไม่เป็นระเบียบ ประกอบกับมีแม่พิมพ์หลายแบบที่ใช้กับเครื่องฉีดพลาสติกขนาด 260 ตัน ดังนั้นจึงจัดหากล่องใส่อุปกรณ์ (ดังรูปที่ 3) และจัดทำบัญชีอุปกรณ์ที่จำแนกตามกลุ่มแม่พิมพ์ทั้งหมด 4 กลุ่ม (ดังตารางที่ 3) เพื่อสะดวกต่อการค้นหาและการใช้งาน

ตารางที่ 2 งานภายในที่มีเวลามากกว่า 5 นาที

ลำดับ	กิจกรรม	เวลาเฉลี่ย (นาที : วินาที)
5	ถอดสายน้ำออกจากแม่พิมพ์ทั้ง 2 ตัว	9.53
12	หยิบประแจไขคลาย Clamp ทั้งหมด (แม่พิมพ์ 1)	9.28
18	หยิบประแจไขคลาย Clamp ทั้งหมด (แม่พิมพ์ 2)	9.01
29	นำประแจมาไข Clamp ให้แน่นเข้ากับเครื่องฉีด	9.12
36	นำประแจมาไข Clamp ให้แน่นเข้ากับเครื่องฉีด	8.57
40	ต่อสายน้ำ	12.19
47	ทดลองฉีดเม็ด Scrap และ ปรับค่าจนฉีดสำเร็จ	34.05

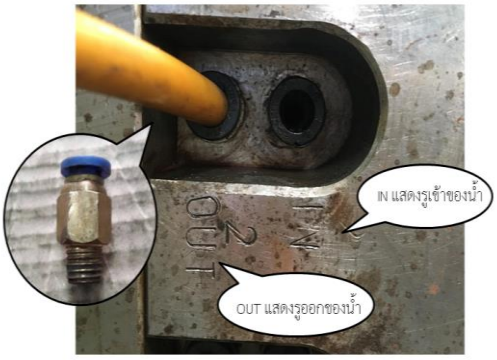
(ก) ก่อนปรับปรุง (ข) หลังปรับปรุง

รูปที่ 3 กล่องอุปกรณ์

ตารางที่ 3 บัญชีอุปกรณ์จำแนกตามกลุ่มของแม่พิมพ์

ลำดับ	อุปกรณ์	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	หมายเหตุ
1	ไขควง	1 อัน	1 อัน	1 อัน	1 อัน	
2	ประแจเลื่อน	1 อัน	1 อัน	1 อัน	1 อัน	
3	ท่อแป๊ป	1 อัน	1 อัน	1 อัน	1 อัน	
4	ประแจเอลเบอร์	1 อัน	1 อัน	1 อัน	1 อัน	
5	รอก	1 อัน	1 อัน	1 อัน	1 อัน	
6	ตัวเกี่ยวที่แม่พิมพ์	1 อัน	1 อัน	1 อัน	1 อัน	
7	โซ่	1 เส้น	1 เส้น	1 เส้น	1 เส้น	
8	สเปรย์กันสนิม	1 กระป๋อง	1 กระป๋อง	1 กระป๋อง	1 กระป๋อง	
9	ผ้าเช็ดงาน	2 ผืน	2 ผืน	2 ผืน	2 ผืน	
10	สายน้ำ	8 เส้น	12 เส้น	8 เส้น	4 เส้น	
11	Quick Fitting	24 ตัว	32 ตัว	24 ตัว	16 ตัว	สามารถติดตั้งถาวรที่แม่พิมพ์ได้
12	เทปพันเกลียว	1 ม้วน	1 ม้วน	1 ม้วน	1 ม้วน	ใช้สำหรับติด Quick Fitting Joint
13	ตู้ควบคุม	-	-	1 ตู้	-	

2) การถอด/ต่อ สายน้ำ เสนอให้เปลี่ยนข้อต่อสายน้ำเป็นแบบ Quick Fitting Joint และทำสัญลักษณ์ Visual Control แสดงจุดที่เข้าและออกของน้ำ โดยการตอกสัญลักษณ์คือ IN แสดงรูเข้า OUT แสดงรูออก และตัวเลขแสดงจำนวนรูของสายน้ำ (ดังรูปที่ 4)

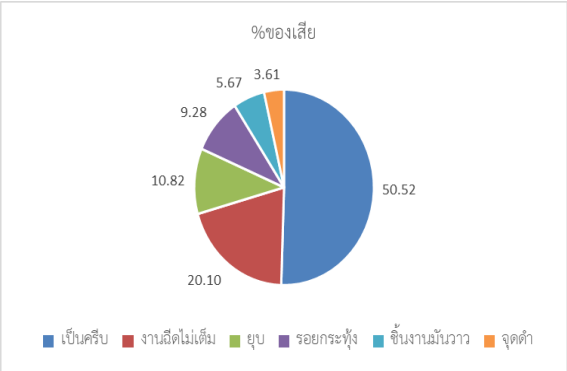


รูปที่ 4 การทำสัญลักษณ์ที่แม่พิมพ์

3) การไข Clamp เดิมใช้ประแจตัวที ทางผู้วิจัยร่วมกับทีมช่าง ค้นหาอุปกรณ์อื่นที่จะช่วยทำงานได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น โดยพิจารณาระหว่างบล็อกลมและชุดประแจกระบอก ด้วยข้อจำกัดด้านค่าใช้จ่าย จึงตัดสินใจเปลี่ยนเป็นชุดประแจกระบอกซึ่งมีราคาถูกกว่า

3.3.2 การปรับตั้งค่าพารามิเตอร์

การปรับตั้งค่าพารามิเตอร์และทดลองฉีดจนได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์นั้นเป็นงานที่ใช้เวลาเฉลี่ยนานถึง 34.05 นาที การลดเวลาในการปรับตั้งทำได้โดยศึกษาจากลักษณะของของเสียที่เกิดจากการปรับค่าพารามิเตอร์จากการรวบรวมข้อมูลตั้งแต่วันที่ 18 พฤศจิกายน พ.ศ. 2560 ถึงวันที่ 30 มกราคม พ.ศ. 2561 พบว่าชิ้นงานที่เกิดครีบมีมากที่สุดคือร้อยละ 50.52 (ดังรูปที่ 5) เมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการตั้งคำถาม ทำไม-ทำไม (Why-why Analysis) พบว่าสาเหตุของการเกิดครีบมาจากเม็ดพลาสติก เครื่องฉีดพลาสติก แม่พิมพ์ และค่าพารามิเตอร์



รูปที่ 5 สัดส่วนของเสียที่เกิดจากการปรับค่าพารามิเตอร์

แนวทางปรับปรุงเพื่อลดการเกิดครีบ มีดังนี้

1) การอบเม็ดพลาสติก ทางโรงงานมีเครื่อง Hopper ที่ใช้อบเพื่อลดความชื้น แต่บางครั้งไม่ได้ถูกนำมาใช้งาน หรือใช้งานตามประสบการณ์ของพนักงาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงรวบรวมมาตรฐานทั่วไปของการอบเม็ดพลาสติกโดยคัดเลือกเฉพาะชนิดของเม็ดพลาสติกที่ทางโรงงานใช้ ระบุอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการอบ

2) จัดทำแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันสำหรับเครื่องฉีดพลาสติกแบบสองหัวฉีดขนาด 260 ตัน และกลุ่มแม่พิมพ์ประกอบด้วยรายการส่วนประกอบหลักและใบรายการตรวจสอบสภาพรายวัน

3) การหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม เริ่มด้วยการเก็บค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการฉีด ตั้งแต่วันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2561 ถึงวันที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 รวม 10 วัน (ดังรูปที่ 6) พบว่าสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นน้อยที่สุดคือวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 ร้อยละ 2.78 ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้ค่าพารามิเตอร์นี้ (ดังตารางที่ 4) มาทดลองฉีดพลาสติก ร่วมไปกับการบำรุงรักษาเครื่องฉีดและแม่พิมพ์พลาสติก

รูปที่ 6 การเปรียบเทียบสัดส่วนของเสีย

ตารางที่ 4 ค่าพารามิเตอร์ที่เลือกใช้ในการทดลอง

Nozzle		พลาสติก		ยาง	
Cylinder Temp	H1	275		210	
	H2	225		195	
	H3	200		185	
	H4	190		180	
Mold Temp	Core	16		16	
	Cav.	25		25	
Hopper Drying		85		-	
Inj. Press		55	50	50	50
Inj. Speed		14	14	35	38
Hold Press		65		55	
Time Hold		5		5	
Screw Position		161		36.8	
Cooling Time		38		38	
Monitoring Actual	Cycle time	80		80	
	Inj. Time	3	2	0.15	0.33
	Cushion	0.3		0.1	

หลังทำการบำรุงรักษาเครื่องฉีดพลาสติกและแม่พิมพ์ตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ จึงได้ทดลองฉีดผลิตภัณฑ์ตัวเดิมด้วยค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดเป็นเวลา 10 วัน (ตั้งแต่วันที่ 1–10 เมษายน พ.ศ. 2561) พบว่า สัดส่วนของเสียหลังปรับปรุงลดลงจากเดิม ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สัดส่วนของเสียหลังการปรับปรุง

วันที่	จำนวนผลิต (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	สัดส่วนของเสีย (%)
1 เม.ย. 2561	2060	5	0.24
2 เม.ย. 2561	2013	12	0.60
3 เม.ย. 2561	2075	10	0.48
4 เม.ย. 2561	1991	12	0.60
5 เม.ย. 2561	2064	4	0.19
6 เม.ย. 2561	1845	11	0.60
7 เม.ย. 2561	2180	0	0.00
8 เม.ย. 2561	2054	12	0.58
9 เม.ย. 2561	2120	9	0.42
10 เม.ย. 2561	2014	5	0.24

4. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

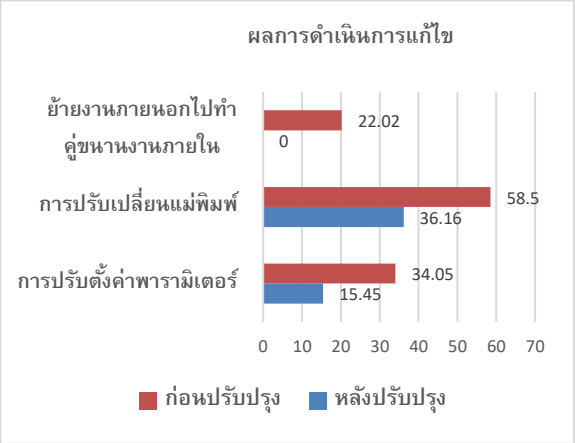
4.1 สรุปผล

จากการปรับปรุงงานภายในทั้งสองส่วนคือการปรับเปลี่ยนแม่พิมพ์ และการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ ส่งผลต่อการลดเวลาในกระบวนการเปลี่ยนแม่พิมพ์ ดังตารางที่ 6 การปรับเปลี่ยนแม่พิมพ์ทั้ง 6 งาน เดิมใช้เวลาเฉลี่ย 58.5 นาที ลดลงเหลือ 36.16 นาที ส่วนการปรับค่าพารามิเตอร์ เดิมใช้เวลา 34.05 นาที ลดลงเหลือ 15.45 นาที

ตารางที่ 6 เวลาที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนแม่พิมพ์ก่อนและหลังการปรับปรุง

กิจกรรม	ก่อนปรับปรุง (นาที : วินาที)	หลังปรับปรุง (นาที : วินาที)
การปรับเปลี่ยนแม่พิมพ์		
ถอดสายน้ำออกจากแม่พิมพ์ทั้ง 2 ตัว	9.53	4.38
หยิบประแจไขคลาย Clamp ทั้งหมด (แม่พิมพ์ 1)	9.28	6.15
หยิบประแจไขคลาย Clamp ทั้งหมด (แม่พิมพ์ 2)	9.01	6.59
นำประแจมาไข Clamp ให้แน่นเข้ากับเครื่องฉีด	9.12	5.35
นำประแจมาไข Clamp ให้แน่นเข้ากับเครื่องฉีด	8.57	6.59
ต่อสายน้ำ	12.19	5.50
การปรับค่าพารามิเตอร์		
ทดลองฉีดเม็ด Scrap และ ปรับค่าจนฉีดสำเร็จ	34.05	15.45

สรุปผลการลดเวลาในการเปลี่ยนแม่พิมพ์ทั้งหมดโดยใช้หลักการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว เริ่มตั้งแต่การจำแนกงานภายในและงานภายนอก การเปลี่ยนงานภายในให้เป็นงานภายนอก และการปรับปรุงงานภายใน (ดังรูปที่ 7) เดิมใช้เวลาเปลี่ยนแม่พิมพ์ทั้งหมด 194.36 นาที ลดลงเหลือ 131.40 นาที (2 ชั่วโมง 11 นาที) หรือลดลง 62.56 นาที คิดเป็น 32.19% ของเวลาทั้งหมด ซึ่งเป็นการลดลงของเวลาในการย้ายงานภายนอกไปทำคู่ขนานงานภายใน 22.02 นาที การปรับเปลี่ยนแม่พิมพ์ 22.34 นาที และการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ 18.20 นาที



รูปที่ 7 เปรียบเทียบผลการปรับปรุง

4.2 ข้อเสนอแนะ

1) ทางโรงงานควรมีการจัดอบรมแลกเปลี่ยนความรู้เบื้องต้นในการบำรุงรักษา ระหว่างช่างซ่อมกับพนักงานฝ่ายผลิต เพื่อพนักงานปฏิบัติงานได้ด้วยตนเองและสามารถแก้ไขปัญหาหน้างานได้ทันที

2) ควรมีการศึกษาหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม โดยใช้หลักการออกแบบการทดลอง เนื่องจากค่าพารามิเตอร์ 3 ค่า คือ Injection Press, Injection Speed และ Screw Position มีการปรับเปลี่ยนค่าที่ใช้ในการฉีดและไม่ตรงกับค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

3) นำวิธีการปรับปรุงที่ใช้กับเครื่องฉีดพลาสติกแบบสองหัวขนาด 260 ตัน ไปประยุกต์ใช้กับเครื่องจักรที่มีอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนที่คล้ายคลึงกันได้

เอกสารอ้างอิง

[1] พรเทพ เหลือทรัพย์สุข และยุพร กลอนกลาง. การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (Quick Changeover for Operators: The SMED System). กรุงเทพฯ: อี.ไอ.สแควร์ สำนักพิมพ์, 2550.

[2] บุญสิน นาดอนคู่. การลดเวลาในการปรับตั้งแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา, 2555.

[3] ธนัฐพงษ์ บุญสุวรรณโน และสาสินี สันติธีรากุล. การลดเวลาการติดตั้งแม่พิมพ์ของงานฉีดพลาสติกในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2560.

[4] วัชรากร อรุณวิราม, บุญชัย แซ่สิ้ว และศุภรัชชัย วรรัตน์. การลดเวลาสูญเปล่าและของเสียในกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยระบบสุญญากาศ. บัณฑิตศึกษา, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, 2558.

[5] จารุเดช หิรัญวัฒนสุข, อริย บุญดำเนิน และนิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์. การเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องพิมพ์ 2 สี ในกระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก. *วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา*, 2561; 29(1): 45 – 52.

[6] Rodríguez-Méndez, R., Sánchez-Partida, D., Flores, J.L.M. and Arvizu, E. A Case Study: SMED & JIT Methodologies to Develop Continuous Flow of Stamped Parts into AC Disconnect Assembly Line in Schneider Electric Tlaxcala Plant. *International Federation of Automatic Control*, 2515; 48-3: 1399–1404.

[7] Karasu, K.M., Cakmakci, M., Merve B.Cakiroglu, M.B., Ayva, E. Demirel-Ortabas, N. Improvement of changeover times via Taguchi empowered SMED/case study on injection molding production. *Measurement*, 2014; 47: 741–748.

[8] Ferradas, P.G. and Salonitis, K. Improving Changeover Time: A Tailored SMED Approach for Welding Cells. *Procedia CIRP*, 2013; 7: 598-603.

[9] Karasu, M.K. and Salum, L. FIS-SMED: A Fuzzy Inference System Application for Plastic Injection Mold Changeover. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2018; 94: 545–559.