

การปรับปรุงการติดตั้งแม่พิมพ์ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์พลาสติก
กรณีศึกษา โรงงานฉีดขึ้นส่วนยานยนต์พลาสติก

วรรณวิมล พงศ์ธาดาทพร

TNI

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ปีการศึกษา 2560

MOLD SETUP IMPROVEMENT OF AUTOMOTIVE PARTS
A CASE STUDY OF AUTOMOTIVE PLASTIC PART INJECTION FACTORY

Wanwimon Phongthadaporn

TNI

A Term Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Business Administration Program in Industrial Management

Graduate School
Thai-Nichi Institute of Technology

Academic Year 2017

หัวข้อสารนิพนธ์

การปรับปรุงการติดตั้งแม่พิมพ์ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์
พลาสติก กรณีศึกษา โรงงานฉีดขึ้นส่วนยานยนต์พลาสติก

โดย

วรรณวิมล พงศ์ธาดาท

สาขาวิชา

การจัดการอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ดร. ปาลีรัฐ เลขะวัฒนะ

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. พิศุทธิ์ พงศ์ชัยฤกษ์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จักร ดิงศรัทย์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ดร. ปาลีรัฐ เลขะวัฒนะ)

วรรณวิมล พงศ์ธาดาทพร : การปรับปรุงการติดตั้งแม่พิมพ์ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์พลาสติก กรณีศึกษา โรงงานฉีดขึ้นส่วนยานยนต์พลาสติก. อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร. ปาลีรัฐ เลขะวัฒนะ, 59 หน้า.

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงขั้นตอนการติดตั้งและลดเวลาการติดตั้งแม่พิมพ์ในโรงงานฉีดขึ้นส่วนยานยนต์พลาสติก โดยศึกษาขั้นตอนการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ตามหลักการและเทคนิคการปรับตั้งเครื่องจักรแบบ Single Minute Exchange of Die (SMED) เป็นการปรับปรุงกิจกรรมภายในและกิจกรรมภายนอกและย้ายกิจกรรมภายในเป็นกิจกรรมภายนอกเพื่อลดเวลาที่สูญเสียเปล่าและลดความผันแปรของเวลา ทำให้การติดตั้งแม่พิมพ์มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

เครื่องฉีดพลาสติกที่ใช้ในการศึกษาคือเครื่องฉีดพลาสติกขนาด 2300 ตัน โดยศึกษาขั้นตอนการติดตั้งแม่พิมพ์ในปัจจุบันด้วยการบันทึกขั้นตอนและเวลาที่ใช้แต่ละขั้นตอนเพื่อค้นหาปัจจัยที่ทำให้การติดตั้งแม่พิมพ์ใช้เวลานานและมีความผันแปร โดยปรับใช้เทคนิคการปรับตั้งเครื่องจักรตามหลักการ SMED

ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อเวลาการติดตั้งแม่พิมพ์คือการเตรียมการก่อนการติดตั้งและความพร้อมของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง จึงแยกกิจกรรมภายในและภายนอกจากนั้นทำการย้ายกิจกรรมภายในไปเป็นกิจกรรมภายนอก 3 ขั้นตอน ทำให้สามารถปรับปรุงเวลากิจกรรมภายในให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น จากผลการปรับปรุงสามารถลดเวลารวมการติดตั้งแม่พิมพ์จากเดิม 221 นาที ลดเหลือ 185 นาที (ลดลง 36 นาที) และลดเวลากิจกรรมภายในได้ 69 นาที หรือ 35% โดยสามารถแปรเวลาที่ลดกิจกรรมภายในเป็นมูลค่าสินค้าได้ถึง 365,400 บาท/เดือน นอกจากนี้ยังสามารถลดเวลาผันแปรของเวลาจากเดิม 78 นาที ลดเหลือ 23 นาที (ลดลง 55 นาที)

WANWIMON PHONGTHADAPORN : MOLD SETUP IMPROVEMENT OF
AUTOMOTIVE PARTS : A CASE STUDY OF AUTOMOTIVE PLASTIC PART
INJECTION FACTORY. ADVISOR : DR. PALEERAT LEKHAWATTHANA, 59 PP.

The objective of this study aims to improve the mold setup process and the setup time of automotive plastic part injection machine by applying the Single Minute Exchange of Die (SMED) concept. In this concept, the current process of mold setup is observed to consider the separation of the internal and external activities. Then, the internal activities are converted to be external activities where possible. The goal of the study is to reduce the waste time and the time variance by improving the mold setup process to be more efficient.

The injection machine in the case study is the machine with 2300 ton capacity. The current method of mold setup was studied and the time of each activity was recorded to investigate the factors which affect the mold setup and the time variance by using SMED techniques.

The result of the study indicates that the main factors of mold setup inefficiency are due to improper preparation and conditions of the equipment. After separating the external and internal activities, 3 internal activities can be converted to be external activities so that the internal activity time was improved. As a consequence, the total setup time was reduced from 221 minutes to 185 minutes (36 minutes reduced). Also the time used for internal activity was reduced for 69 minutes or 35% reduction, which can be used to produce the products with the value of 365,400.- Baht per month. In addition, the time variance was changed from 78 minutes to 23 minutes (55 minutes reduced).

Graduate School
Field of Study Industrial Management
Academic Year 2017

Student's Signature.....
Advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างสูงจากอาจารย์ ดร. ปาลีรัฐ เลชะวัฒนะ ที่สละเวลาให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องจนสำเร็จด้วยดี และขอขอบพระคุณ คณาจารย์คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา ความรู้สาขาต่างๆ รวมทั้งกรุณาให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาการศึกษา ให้สามารถนำมาพัฒนา งานในความรับผิดชอบ

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร ทีมช่างติดตั้งแม่พิมพ์และพนักงานโรงงานกรณีศึกษา ที่ให้ความร่วมมือในการศึกษาและปรับปรุงกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์ในครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาปริญญาปริญญาโท สาขาการจัดการอุตสาหกรรม คณะบริหาร ธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ทุกท่าน ที่เป็นกำลังใจ แรงกระตุ้นและช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

วรรณวิมล พงศ์ธาดาวร

TNI

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูป	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
ขอบเขตของการศึกษา	2
ขั้นตอนการศึกษาและการดำเนินการ	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
แผนงานและระยะเวลาในการดำเนินงาน.....	4
2 หลักการพื้นฐาน เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
หลักการพื้นฐาน.....	5
การปรับตั้งเครื่องจักรด้วยเวลาอันรวดเร็ว Single Minute Exchange of Die (SMED).....	5
หลักการฉีดพลาสติกพลาสติกด้วยแม่พิมพ์	8
การจัดความสูญเสียเปล่า (MUDA).....	10
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	15
ขั้นตอนการศึกษาและวิธีดำเนินการ	15
เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการ.....	15
โรงงานกรณีศึกษา.....	15

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4	
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	21
สภาพปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา	21
การศึกษาเวลาการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ในสภาพปัจจุบัน	24
การปรับปรุงกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์	29
การกำหนดมาตรฐานการทำงาน	47
สรุปผลการศึกษา	48
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป	50
บรรณานุกรม	52
ภาคผนวก	55
ภาคผนวก ก. การเปรียบเทียบเวลาผันแปรก่อนและหลังการปรับปรุง	56
ประวัติผู้เขียนสารนิพนธ์	59

TNI

TAHITI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน	4
2 รายการเครื่องฉีดพลาสติกโรงงานกรณีศึกษา	17
3 เวลาที่ใช้ในการติดตั้งแม่พิมพ์ ระยะเวลา 6 เดือน	23
4 จำนวนการเปลี่ยนแม่พิมพ์ ระยะเวลา 6 เดือน	24
5 ขั้นตอนการทำงานในการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ (ก่อนการปรับปรุง)	25
6 การบันทึกเวลาการทำงานแต่ละขั้นตอนของการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ (ก่อนการปรับปรุง)	27
7 ขั้นตอนที่มีความผันแปรของเวลาที่ใช้ในการติดตั้งสูง	29
8 แยกขั้นตอนการทำงานเป็นกิจกรรมภายนอกและกิจกรรมภายใน	30
9 การเปลี่ยนกิจกรรมภายในให้เป็นกิจกรรมภายนอก	31
10 ผลการปรับปรุงการเปลี่ยนกิจกรรมภายในเป็นกิจกรรมภายนอก ขั้นตอนที่ 7	32
11 ผลการปรับปรุงการเปลี่ยนกิจกรรมภายในเป็นกิจกรรมภายนอก ขั้นตอนที่ 14	36
12 ผลการปรับปรุงการเปลี่ยนกิจกรรมภายในเป็นกิจกรรมภายนอก ขั้นตอนที่ 15	37
13 ผลการปรับปรุงการใช้ Check Sheet ขั้นตอนที่ 3	38
14 เปรียบเทียบเวลาผันแปรก่อนและหลังการปรับปรุง ขั้นตอนที่ 13 และ 14	41
15 เปรียบเทียบเวลาผันแปรก่อนและหลังการปรับปรุง ขั้นตอนที่ 17	43
16 เปรียบเทียบเวลาผันแปรก่อนและหลังการปรับปรุง ขั้นตอนที่ 19	43
17 เปรียบเทียบขั้นตอนการติดตั้งก่อนและหลังปรับปรุง	45
18 ขั้นตอนการทำงานใหม่หลังการปรับปรุง	47
19 เปรียบเทียบเวลาก่อนและหลังการปรับปรุงกิจกรรมภายนอกและภายใน	48
20 เปรียบเทียบความผันแปรของเวลา 4 ขั้นตอน ก่อนและหลังปรับปรุง	49
21 การคำนวณมูลค่าสินค้าจากเวลาที่ปรับปรุง	49
22 เปรียบเทียบเวลาผันแปร ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง	57

สารบัญรูป

รูป		หน้า
1	การปรับตั้งเครื่องจักรตามแนวคิดของหลักการ SMED	7
2	เครื่องฉีดพลาสติก	8
3	ส่วนประกอบหลักของเครื่องฉีดพลาสติก	9
4	แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	10
5	การลดต้นทุนเพื่อเพิ่มผลกำไร.....	11
6	แผนผังโรงฉีดพลาสติกโรงงานกรณีศึกษาแผนผังส่วนที่ 3 ซึ่งเป็นบริเวณกรณีศึกษา โซนเครื่องฉีดพลาสติกขนาดใหญ่	19
7	แผนผังโซนที่ 3 เครื่องฉีดกรณีศึกษาฯ ขนาด 2,300 ตัน.....	20
8	เปรียบเทียบความซับซ้อนของอุปกรณ์แม่พิมพ์ขนาดใหญ่และขนาดเล็ก	22
9	ที่ตั้งเครื่องฉีดและชั้นจัดเก็บแม่พิมพ์	33
10	กำหนดจุดวางแม่พิมพ์ “รอจัดเก็บ” และแม่พิมพ์ “รอติดตั้ง”	33
11	การเพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์หลังการติดตั้งแม่พิมพ์ลงเครื่องจักรแล้ว	34
12	การอุ่นแม่พิมพ์ก่อนการติดตั้ง.....	35
13	อาร์มโรบอทที่ตรวจสอบก่อนการติดตั้ง	36
14	ตัวอย่าง Check Sheet เดิมที่ใช้ในการตรวจสอบแม่พิมพ์	39
15	การเพิ่มขั้นตอนการตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนการติดตั้ง.....	40

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **โรงงานกรณีศึกษา** คือ โรงงานฉีดขึ้นส่วนรถยนต์พลาสติกด้วยแม่พิมพ์
2. **SMED** คือ เทคนิคการปรับตั้งเครื่องจักรด้วยเวลาอันรวดเร็วโดยการขจัดความสูญเปล่า
3. **MUDA** คือ ความสูญเปล่า 7 ประการ
4. **เครื่องฉีดพลาสติก** คือ เครื่องฉีดพลาสติก ขนาด 2300 ตัน ยี่ห้อ Engel
5. **Hot Runner** คือ ฮีตเตอร์แม่พิมพ์หรือแท่งให้ความร้อนภายในแม่พิมพ์
6. **ตัวควบคุมอุณหภูมิ** คือ อุปกรณ์ให้ความร้อนและควบคุมอุณหภูมิของฮีตเตอร์

แม่พิมพ์

7. **Purge** คือ การไล่วัสดุดิบเก่าที่ค้างในกระบอกฉีดก่อนการฉีดขึ้นงานรายการใหม่
8. **First Piece Approval** คือ ชิ้นงานแรกที่ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพรับรองให้ผลิตงาน

ต่อเนื่องได้

TNI

บทที่ 2

หลักการพื้นฐาน เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักการพื้นฐาน

การศึกษาการปรับปรุงการติดตั้งแม่พิมพ์ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์พลาสติกในครั้งนี้ผู้ศึกษาได้ศึกษาทฤษฎี หลักการและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อประโยชน์ต่อการกำหนดแนวทางและวิธีปรับปรุงการติดตั้งแม่พิมพ์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยหลักการพื้นฐานที่ใช้ในการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

1. การปรับตั้งเครื่องจักรด้วยเวลาอันรวดเร็ว Single Minute Exchange of Die (SMED)
2. หลักการฉีดพลาสติกพลาสติกด้วยแม่พิมพ์
3. การขจัดความสูญเปล่า (MUDA)
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การปรับตั้งเครื่องจักรด้วยเวลาอันรวดเร็ว Single Minute Exchange of Die (SMED)

Shigeo Shingo ผู้คิดหลักการ SMED หรือเทคนิคการปรับตั้งเครื่องจักรด้วยเวลาอันรวดเร็วโดยการขจัดความสูญเปล่า ซึ่งมีหลักการปฏิบัติพื้นฐานในการติดตั้งเครื่องจักร แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ชิจิโอะ ชินโก (Shigeo Shingo. 1985)

ขั้นตอนที่ 1 การแยกประเภทการติดตั้งภายในและการติดตั้งภายนอกเครื่องจักร (Separating Internal and External Setup) โดยทั่วไปหากสามารถแยกการติดตั้งเครื่องจักรภายในและภายนอกได้ จะสามารถลดเวลาการติดตั้งได้ถึง 30-50%

การติดตั้งภายในเครื่องจักร Internal Setup (IED) คือ กิจกรรมใดๆ ที่ต้องดำเนินการภายในเครื่องจักร เช่น การติดตั้งแม่พิมพ์เข้าเครื่องจักรหรือการถอดแม่พิมพ์ออกจากเครื่องจักร

การติดตั้งภายนอกเครื่องจักร External Setup (OED) หมายถึงกิจกรรมต่างๆ ที่สามารถดำเนินการได้ล่วงหน้าและสามารถกระทำภายนอกเครื่องจักร เช่น การเคลื่อนย้ายแม่พิมพ์ออกจากที่เก็บไปยังเครื่องจักรหรือการเตรียมอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง เช่น ขั้วต่อ น้ำ สายน้ำ หรือภาชนะบรรจุ เป็นต้น หากต้องหยุดการผลิตลงเนื่องจากมีอุปกรณ์ไม่ครบ จะเป็นการสูญเสียเวลาโดยไม่จำเป็น ดังนั้นการจัดเตรียมขั้นตอนติดตั้งภายนอกจึงสามารถทำได้ล่วงหน้า โดยการกำหนดรายการอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้และจัดเก็บอุปกรณ์ดังกล่าวอย่างเป็นระเบียบ จะช่วยลดปัญหาความล่าช้าในการติดตั้งลงได้และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในทางอ้อมด้วย

ขั้นตอนที่ 2 การเปลี่ยนกิจกรรมภายในให้เป็นกิจกรรมภายนอกแทน (Converting Internal to External Setup) เพื่อให้สามารถจัดเตรียมหรือปฏิบัติขั้นตอนต่างๆ ได้ล่วงหน้า มีแนวคิดสำคัญ 2 ข้อ คือ 1) การสำรวจการปฏิบัติงานในปัจจุบันในแต่ละขั้นตอน ว่ามีขั้นตอน

การติดตั้งภายในเครื่องจักรรายการใดบ้างที่ไม่จำเป็น 2) หาวิธีเปลี่ยนการติดตั้งภายในไปทำภายนอกเพื่อลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร

ขั้นตอนที่ 3 การปรับปรุงการปรับตั้งในทุกด้านให้ง่ายในการติดตั้ง (Streamlining All Aspects of the Setup Operation) ให้สามารถติดตั้งได้ง่ายหรือเป็นอุปกรณ์ประเภทเดียวกัน หรือขนาดเท่ากันจะช่วยลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรได้

เทคนิคการปรับใช้ตามขั้นตอนของ SMED

1. ขั้นตอนที่ 1 การแยกการติดตั้งภายในและการติดตั้งภายนอกเครื่องจักร

- การทำ Check List เพื่อให้สามารถดำเนินการกิจกรรมการเตรียมการภายนอก ขณะที่เครื่องจักรยังผลิตงานเดิมอยู่ โดยทำรายการ (Check List) ที่ต้องเตรียมหรือใช้ในการติดตั้งแม่พิมพ์แต่ละรายการและแต่ละเครื่อง ประกอบด้วยข้อมูลที่จำเป็น เช่น

- รายการและชื่อ
- จำนวนของอุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงแม่พิมพ์
- เครื่องทำความร้อนสำหรับอุ่นแม่พิมพ์
- เครื่องมือวัดต่างๆ ที่จำเป็น เป็นต้น

- การตรวจสอบสภาพความพร้อมของเครื่องจักรอุปกรณ์ ตามรายการที่กำหนดใน Check List ต้องกำหนดวิธีการตรวจสอบรายการต่างๆ ด้วย หากไม่ได้ตรวจสอบ และพบว่า มีอุปกรณ์เสียหายต้องซ่อมแซมจะทำให้เสียเวลาหยุดเครื่องจักร

- การเคลื่อนย้าย ควรทำภายนอกการติดตั้งและมีการเคลื่อนย้ายน้อยที่สุดระหว่างการติดตั้ง โดยการกำหนดพื้นที่จัดวางแม่พิมพ์และอุปกรณ์ให้อยู่ใกล้กับเครื่องจักรที่จะผลิต ในช่วงเวลาการจัดเตรียมที่สามารถทำได้ล่วงหน้า

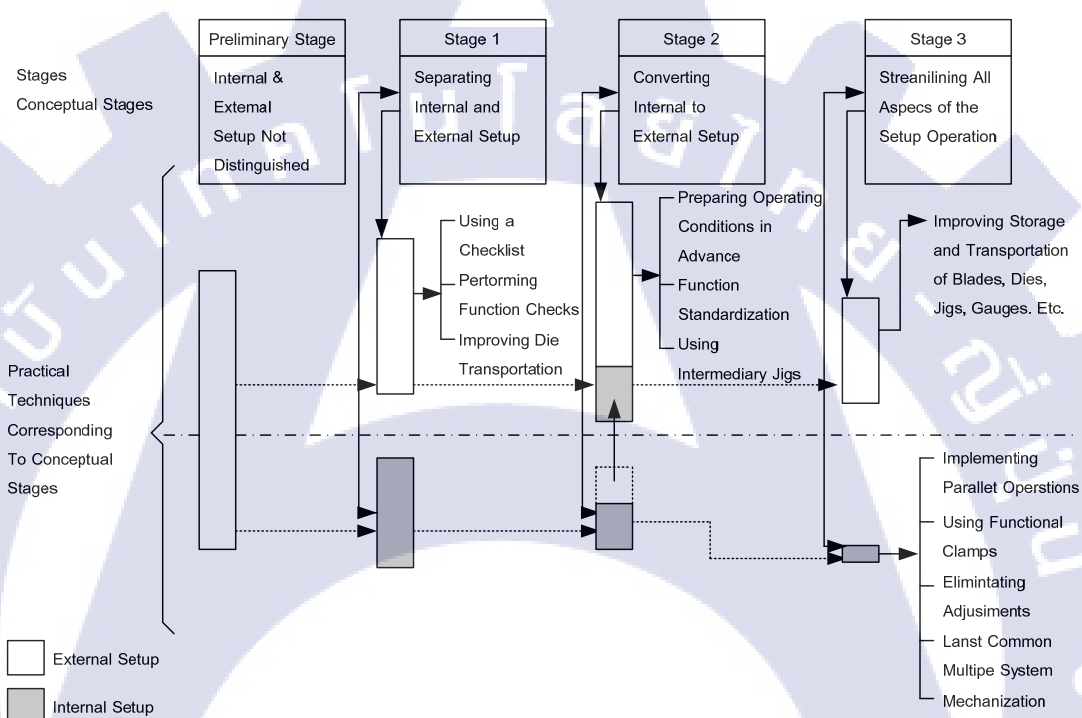
2. ขั้นตอนที่ 2 การเปลี่ยนขั้นตอนภายในให้เป็นการขั้นตอนภายนอก

- การเตรียมการสำหรับการปรับจืดล่วงหน้า เช่น การอุ่นแม่พิมพ์ด้วยตัวควบคุม อุณหภูมิความร้อนหรือระบบน้ำร้อนไว้ล่วงหน้าก่อนการติดตั้งแม่พิมพ์เข้าเครื่อง จะช่วยลดเวลา ในการปรับตั้งการจืดและลดปริมาณของเสียระหว่างการปรับจืด ได้งานคุณภาพดีเร็วขึ้น

- กำหนดขนาดมาตรฐานของเครื่องจักรอุปกรณ์ ให้มีขนาดที่สามารถใช้ร่วมกันได้ เช่น ขนาดแม่พิมพ์ ขนาดข้อต่อ น้ำ ขนาดข้อหรือสายน้ำ ทำให้สามารถใช้อุปกรณ์การติดตั้งร่วมกัน และติดตั้งได้รวดเร็วขึ้น

3. ขั้นตอนที่ 3 การปรับปรุงการทำงานและอุปกรณ์เพื่อให้ง่ายต่อการปรับตั้งเครื่องจักร

- การปรับปรุงการติดตั้งที่สามารถทำภายนอกเครื่องจักร เช่น การปรับปรุงการขนย้ายอุปกรณ์ แม่พิมพ์ต่างๆ โดยการบรรจุในภาชนะที่มีขนาดเท่ากัน หรือการสร้างมาตรฐานอุปกรณ์ให้ใช้ร่วมกันได้
- การปรับปรุงการติดตั้งภายในโดยใช้เทคนิคต่างๆ เพื่อลดเวลา สามารถทำได้โดยการทำงานขนานกันของพนักงานติดตั้ง 2 คน ช่วยลดเวลาในการปรับตั้งได้เช่นกันด้วยหลักการปรับตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์ด้วยเทคนิค SMED จะช่วยลดเวลาการติดตั้งแม่พิมพ์ได้



รูปที่ 1 การปรับตั้งเครื่องจักรตามแนวคิดของหลักการ SMED

ที่มา : Shigeo Shingo. (1985). **A Revolution in Manufacturing the SMED System.**

p. 25.

เวลาที่ใช้ในการติดตั้งเครื่องจักร (Machine Setup Time) หมายถึงเวลาตั้งแต่เครื่องจักรหยุดการผลิตชิ้นงานเดิม การถอดแม่พิมพ์ออกจากเครื่อง ตลอดจนถึงกิจกรรมในการติดตั้งแม่พิมพ์ตัวใหม่เข้าเครื่อง การปรับตั้งการปรับฉีด การทดสอบฉีด จนสามารถผลิตชิ้นงานดีได้เป็นชิ้นแรก เพื่อเริ่มการผลิตอย่างต่อเนื่อง ขั้นตอนการติดตั้งและปรับตั้งนี้ถือว่ามีสำคัญต่อประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ดังนั้นการเตรียมการเพื่อลดระยะเวลาในการติดตั้งจึงเป็นสิ่งสำคัญ

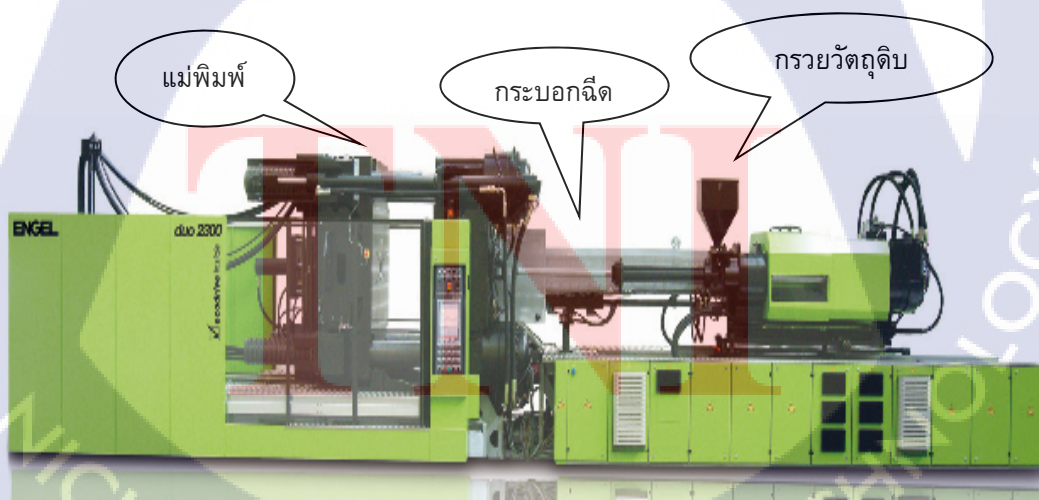
การเตรียมการล่วงหน้าหรือกิจกรรมที่สามารถทำได้ภายนอกเครื่องจักร เพื่อให้สามารถลดเวลา
ที่จำเป็นต้องทำภายในให้เหลือน้อยที่สุด

รูปแบบการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร มี 7 ขั้นตอน ดังนี้ (นุกูล อุบลมาน. 2554)

1. ศึกษาขั้นตอนการทำงานในปัจจุบัน
2. ระบุกิจกรรมภายนอกและกิจกรรมภายในให้ชัดเจน
3. ปรับเปลี่ยนกิจกรรมภายในให้เป็นกิจกรรมภายนอกให้ได้มากที่สุด
4. กำหนดกิจกรรมที่สามารถทำขนานกันได้
5. ลดเวลาในการทำกิจกรรมภายใน
6. กำหนดตัวชี้วัดเพื่อตรวจติดตาม
7. จัดทำมาตรฐานขั้นตอนการทำงานตามที่ปรับปรุงใหม่

หลักการฉีดพลาสติกพลาสติกด้วยแม่พิมพ์

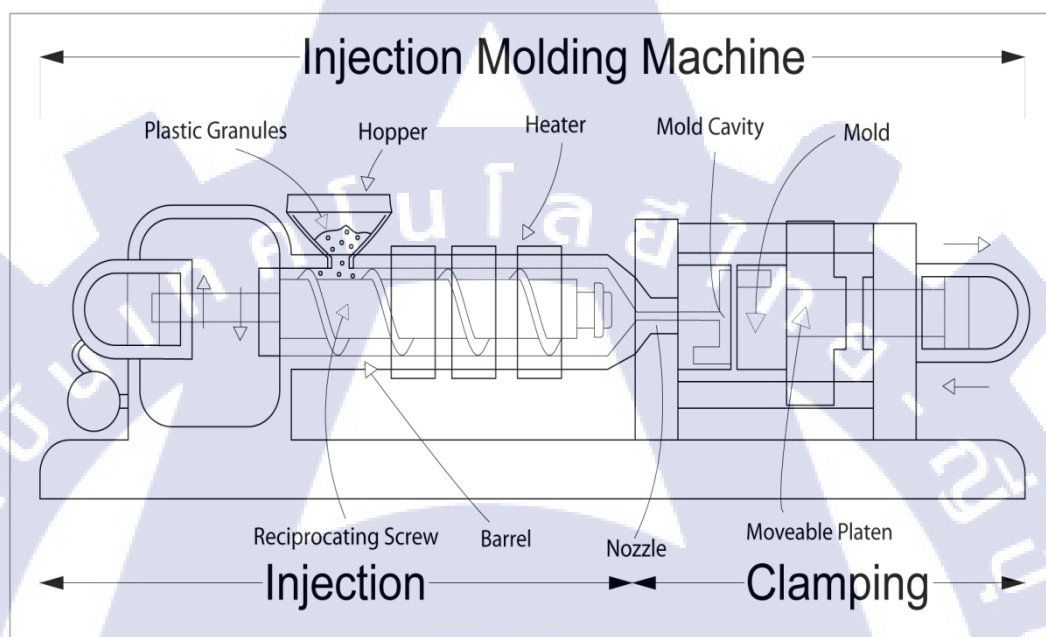
บรรเลง ศรีนิล (2558) ได้กล่าวถึงการฉีดพลาสติกด้วยแม่พิมพ์ว่าเป็นกระบวนการเปลี่ยน
เม็ดพลาสติกด้วยความร้อนให้กลายเป็นของเหลว โดยเม็ดพลาสติกจะอยู่ในสกรูของกระบอกล
หลอมพลาสติก ซึ่งมีแผ่นความร้อนหรือน้ำมันร้อนห่อหุ้มอยู่ เมื่อเม็ดพลาสติกหลอมละลายแล้ว
เครื่องจะเคลื่อนสกรูเพื่อดันพลาสติกในกระบอกลฉีดเข้าสู่แม่พิมพ์ที่ปิดอยู่ โดยผ่านทางหัวฉีด
(Nozzle) จนเต็มในปริมาณที่กำหนด หลังจากนั้นเครื่องจะอัดย่ำ (Holding) เมื่อพลาสติกเย็นตัว
สกรูในกระบอกลหลอมพลาสติกจะถอยตัว และแม่พิมพ์เปิด เพื่อนำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์
เป็นอันจบกระบวนการฉีด 1 ครั้ง (Shot)



รูปที่ 2 เครื่องฉีดพลาสติก

องค์ประกอบสำคัญของการฉีดพลาสติก ประกอบด้วย

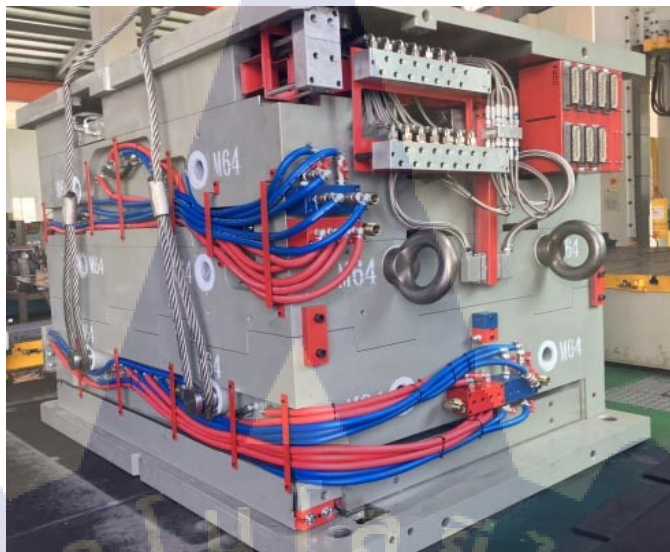
1. เครื่องฉีดพลาสติก มีทั้งแบบที่ฉีดงานตามแนวนอน หัวฉีดแบบแนวตั้ง มีขนาดแตกต่างกันตั้งแต่ขนาดเล็ก (Micro Injection Molding Machine) จนถึงเครื่องฉีดขนาดใหญ่ (Large Injection Molding Machine) เครื่องฉีดพลาสติกด้วยแม่พิมพ์มีส่วนประกอบสำคัญ คือ ชุดฉีด (Injection Unit) และชุดเปิด-ปิดแม่พิมพ์ (Clamping Unit)



รูปที่ 3 ส่วนประกอบหลักของเครื่องฉีดพลาสติก

ที่มา : Wikimedia. (2016). **Injection Molding Machine**. Online.

2. แม่พิมพ์สำหรับฉีดพลาสติก (Injection Mold) เป็นต้นแบบที่ทำให้เกิดรูปทรงของชิ้นงานตามแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกแบบไว้ นำมาทำเป็นแม่พิมพ์สำหรับฉีด แต่ละชิ้นงานจะมีความแตกต่างกันตามรูปร่าง ลักษณะการนำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ หรือหัวนำฉีด จะได้รับการออกแบบให้มีลักษณะเฉพาะ ตามความเหมาะสมของชิ้นงาน และชนิดของเม็ดพลาสติกที่ใช้รวมถึงงบประมาณในการทำแม่พิมพ์ด้วย



รูปที่ 4 แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

3. เม็ดพลาสติก เกิดจากกระบวนการสังเคราะห์ เม็ดพลาสติกแต่ละชนิดมีโครงสร้างโมเลกุลที่ต่างกันและมีคุณสมบัติแตกต่างกันทั้งในด้านการทนความร้อนหรือสารเคมี การแตกตัว การยืดหยุ่น การแตกหัก หรือกลิ่น การเลือกใช้เม็ดพลาสติกจึงต้องคำนึงถึงคุณสมบัติเบื้องต้นของเม็ดพลาสติกแต่ละชนิดให้ตรงตามความต้องการตามการใช้งานของชิ้นงานแต่ละตัว เนื่องจากความแตกต่างกันของเม็ดพลาสติกดังกล่าวส่งผลให้การปรับตั้งการฉีดเม็ดพลาสติกแต่ละชนิดแตกต่างกันไปด้วยเพื่อให้เหมาะสมกับคุณลักษณะของเม็ดพลาสติก และให้เกิดการหลอมละลายและฉีดได้คุณภาพงานที่ดี

การฉีดงานพลาสติกให้ได้งานที่มีคุณภาพดี ต้องเกิดจากความสอดคล้องและเหมาะสมตั้งแต่ชนิดของเม็ดพลาสติก การออกแบบแม่พิมพ์ที่ดี การอ้างอิงคุณสมบัติเฉพาะของเม็ดพลาสติก เช่น ค่าหดตัว การไหล เพื่อกำหนดขนาดทอริงของเม็ดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์ และหัวฉีดของแม่พิมพ์ รวมถึงขนาดและประเภทเครื่องฉีดต้องสอดคล้องกันระหว่างขนาดแม่พิมพ์และกำลังแคลมป์ของเครื่องจักรต้องมีความเหมาะสม จึงจะทำให้ได้งานฉีดที่มีคุณภาพ

การจัดความสูญเสีย (MUDA)

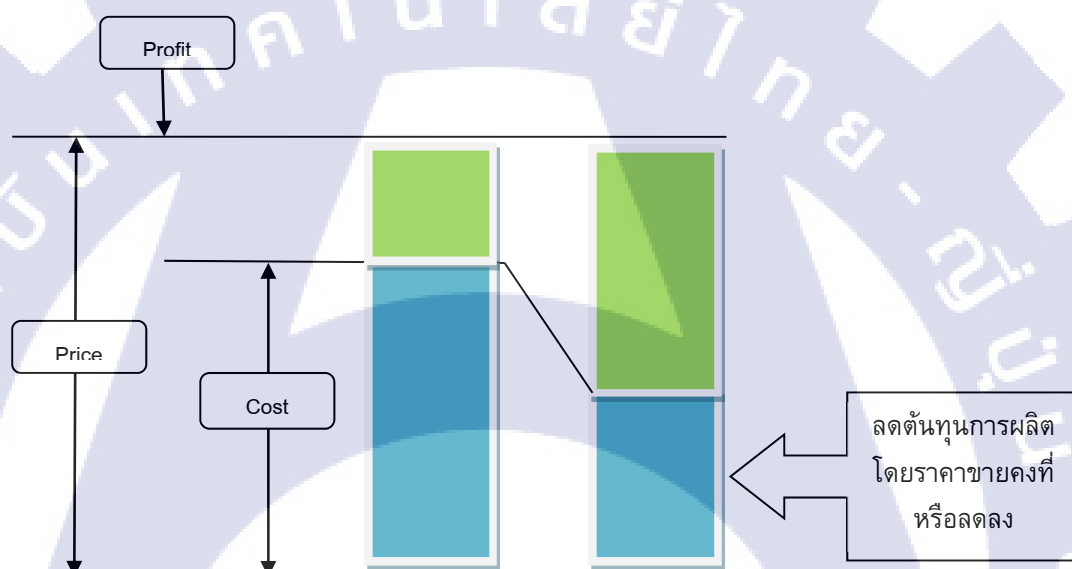
การจัดความสูญเสียในที่นี้ผู้ทำวิจัยมุ่งเน้นที่การเตรียมการก่อนการผลิตและความสูญเสียระหว่างการผลิต ซึ่งการเตรียมการก่อนการผลิตถือเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการผลิตในแต่ละครั้ง หากมีการเตรียมการก่อนการผลิตที่ดี จะทำให้การผลิตราบรื่น ต่อเนื่องและส่งผลถึงระดับของเสียระหว่างผลิตที่อาจเป็นศูนย์ หรือลดลงอย่างเห็นได้ชัด หรือกล่าวโดยสรุปคือการลดต้นทุน เปลี่ยนเป็นการสร้างผลกำไร ตามสมการที่ว่า กำไร = ราคาขาย-

ต้นทุนการผลิต ซึ่งถือเป็นเป้าหมายที่ทุกองค์กรต้องการ คือมีผลกำไรจากการดำเนินการ ดังนั้น การปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อลดต้นทุนการผลิตจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในยุคแห่งการแข่งขันทางธุรกิจในปัจจุบัน ดังเช่นที่ (โตโยต้า ไชยานุ; และโฮชิโกะ ทางเกร์โก. 2553 : 6-7) ได้กล่าวโดยสรุปว่า

- ต้นทุนการผลิตเปลี่ยนด้วยวิธีการผลิต
- ราคาขายกำหนดโดยราคาในตลาด

มาตรการการเพิ่มผลกำไรด้วยการลดต้นทุนการผลิต ตามระบบการผลิตแบบโตโยต้า สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5

การลดต้นทุนการผลิต → อุปสงค์ $\leq$ การผลิต



รูปที่ 5 การลดต้นทุนเพื่อเพิ่มผลกำไร

เนื่องจากการแข่งขันในปัจจุบัน ราคาขายถูกกำหนดโดยตลาดและผู้บริโภค ดังนั้น ผู้ประกอบการจึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ เพื่อช่วยในการลดต้นทุนสินค้า ซึ่งเป็นช่องทางในการเพิ่มผลกำไรระยะยาวจากการลดต้นทุน และรวมถึงการปรับปรุงคุณภาพในแต่ละกระบวนการนั่นเอง

การทบทวนกระบวนการจะทำให้มองเห็น “MUDA” หรือ “ความสูญเปล่า” จำนวนมาก ซึ่งเป็นสิ่งที่โตโยต้าได้นิยามไว้ว่าเป็นสิ่งใดๆ ที่กินเวลา แต่ไม่ได้เพิ่มคุณค่าให้แก่ลูกค้า (เจฟฟรีย์ ไลเคอร์. 2548 : 55-61)

การลดต้นทุนเริ่มต้นได้ด้วยการจัดความสูญเปล่า หรือที่รู้จักกันแพร่หลายในกลุ่มผู้ใช้การผลิตแบบโตโยต้า คือคำว่า “MUDA” ซึ่งประกอบด้วยความสูญเปล่า 7 ประเภท คือ

1. การผลิตมากเกินไป (Over Production) เป็นการผลิตสินค้าที่เกินความต้องการของลูกค้าที่ได้สั่งซื้อมาทำให้องค์กรต้องแบกรับภาระต้นทุนในการเก็บรักษาและการขนย้าย

2. การรอคอย (Waiting Time) เป็นการรอของพนักงานไม่ว่าจะเป็นการรอให้เครื่องจักรทำงานจบครบรอบ การรอเพื่อผลิตชิ้นต่อไป ชิ้นงานต่อไป หรือการรอเครื่องมือ วัตถุดิบ ภาชนะบรรจุ เนื่องจากการเตรียมการที่ไม่พร้อม

3. การเคลื่อนที่หรือการขนย้าย (Transport or Conveyance) ได้แก่การเคลื่อนย้ายในระหว่างการผลิต การขนย้ายวัตถุดิบและชิ้นส่วนต่างๆ หรือแม้แต่นำสินค้าไปจัดเก็บและการนำสินค้าออกจากคลังเก็บสินค้าเพื่อจัดส่งหรือเข้ากระบวนการผลิตอีกรอบ ล้วนเป็นความสูญเปล่า

4. การผลิตโดยใช้ขั้นตอนมากเกินไป (Over Processing) เกิดจากการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ เครื่องมือการผลิตที่ไม่ดีหรือแม้แต่วิธีการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องที่จะส่งต่อคุณภาพชิ้นงาน

5. สินค้าคงคลังมากเกินไป (Excess Inventory) ไม่ว่าจะเป็นวัตถุดิบ ชิ้นงานระหว่างการผลิต สินค้าสำเร็จรูป ที่เก็บไว้มากเกินความจำเป็น ก่อให้เกิดต้นทุนทั้งในด้านการขนย้าย การจ่ายเงินล่วงหน้า และที่สำคัญกรณีสินค้าหมดรุ่นจะทำให้เกิดสินค้าค้างสต็อก จะก่อให้เกิดความเสียหายได้

6. การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Movement) คือ การเคลื่อนไหวของพนักงานที่ไม่เกิดประโยชน์ ไม่ว่าจะเป็นการมองหา การเดิน การเอื้อมหยิบ หรือการเรียงชิ้นส่วน หรือเครื่องมืออุปกรณ์ล้วนเป็นความสูญเปล่า

7. การผลิตของเสีย (Defects) คือ การผลิตชิ้นส่วนที่คุณภาพไม่ดี ชิ้นส่วนที่บกพร่องหรือจำเป็นต้องมีการแก้ไขให้เป็นงานดี หรือการตรวจคุณภาพซ้ำซึ่งทำให้สูญเสียเวลาในกระบวนการผลิต

โดยในการศึกษาเพื่อปรับปรุงการติดตั้งแม่พิมพ์ในครั้งนี้จะเน้นที่ Muda ในหัวข้อต่อไป

1. ความสูญเปล่าจากการรอคอย (Waiting Time) ไม่ว่าจะเป็นการรอเนื่องจากการไหลของขั้นตอนที่ไม่เหมาะสม การวาง Layout การทำงานที่ไม่เหมาะสมทำให้ต้องรออุปกรณ์การติดตั้งแม่พิมพ์หรือการรอเครน เป็นต้น

2. ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนย้าย (Transport) ที่เกินความจำเป็น หรือทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายซ้ำๆ เช่น การยกแม่พิมพ์ไปยังจุดต่างๆ

3. ความสูญเปล่าของการเคลื่อนไหว (Unnecessary Movement) ไม่ว่าจะเป็นการเดินของพนักงานเพื่อไปหยิบอุปกรณ์และเครื่องมือ และการวางที่ไม่เหมาะสม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษางานวิจัยที่ความเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงกระบวนการผลิตและมุ่งเน้นการใช้หลักการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวมเร็ว ซึ่งเป็นพื้นฐานหลักในการปรับปรุงการลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักรของชิจิโอะ ชินโก (Shigeo Shingo. 1985) ตามหลักการ Single Minute Exchange of Die หรือเป็นที่รู้จักกันในชื่อย่อว่า SMED เนื่องจากสามารถนำเทคนิคการปรับตั้งเครื่องจักร ไปปรับใช้ได้กับการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับการผลิตทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นการฉีดพลาสติก การฉีดงานอลูมิเนียม งานโลหะหรือแม้แต่การพิมพ์ ที่เน้นการแยกกิจกรรมการติดตั้งภายในและภายนอกเครื่องจักร และการสร้างมาตรฐานอุปกรณ์เพื่อช่วยให้การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรทำได้รวดเร็วขึ้น ซึ่งเป็นพื้นฐานที่หากนำไปใช้แล้วจะสามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องได้จริงและได้ศึกษากระบวนการผลิตแบบโตโยต้า เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิต ให้ได้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด ทั้งนี้มีนักวิจัยได้ศึกษากระบวนการและหลักการต่างๆ ตามหลักทฤษฎีที่สะท้อนให้เห็นผลจากการปรับปรุงดังกล่าว

ขวัญใจ โชคไพบุลย์; และทศพล เกียรติเจริญผล (2555) ได้ศึกษาการลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักรของกระบวนการพิมพ์โดยประยุกต์ใช้เทคนิค SMED โดยศึกษาหลักการผลิตแบบสิ้นและการสูญเสียเวลา (Waste Time) ในกระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์ ซึ่งพบว่ากิจกรรมที่สูญเสียเวลาเกิดจากการปรับตั้งเครื่องจักร จึงได้นำหลักการ SMED มาปรับใช้เพื่อลดเวลาที่สูญเสียจากการปรับตั้งขึ้นงานตามหลักการแยกงานในและงานนอกโดยการลดเวลาการเคลื่อนที่ลง การเปลี่ยนงานในเป็นงานนอกโดยจัดเตรียมกิจกรรมที่สามารถทำได้ก่อนหยุดเครื่องจักร เช่น การเตรียมอุปกรณ์ การผสมสี การทำความสะอาดอุปกรณ์ก่อนหยุดเครื่องจักร นอกจากนี้ยังเปลี่ยนกิจกรรมต่างๆ ให้ง่ายและรวดเร็วในการติดตั้ง โดยจัดทำตัวอย่างสีเพื่อให้การตรวจสอบง่ายและสามารถทำได้รวดเร็ว โดยสามารถปรับปรุงเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรให้ลดลงจาก 6,306 วินาที หลังปรับปรุงลดเหลือ 2,604 วินาที คิดเป็น 59% จากเวลารวม

อดิศักดิ์ นาวเหนือ; และคณะ (2554) ได้นำหลักการ SMED ไปประยุกต์ใช้ในการปรับตั้งเครื่องขึ้นรูปแม่พิมพ์ทราย ซึ่งเกิดความสูญเสียจากการปรับตั้งเครื่องจักร จึงใช้เทคนิค SMED ในการแยกงานนอกงานใน เน้นปรับลดระยะทางเดินและการทำงานเป็นคู่ขนาน โดยการปรับปรุงพื้นที่การทำงาน การจัดวางอุปกรณ์ให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม การแยกกิจกรรมภายในและภายนอก การทำงานคู่ขนาน การแปลงงานภายในเป็นงานนอกได้ 2 ขั้นตอน คือ การนำห่วงประกอบเข้ากับ Pattern Mold และการนำห่วงจาก Pattern Mold ตัวเก่าเข้าติดตั้งที่พิมพ์ตัวใหม่ โดยสามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรการขึ้นรูปแม่พิมพ์ทรายได้จากเดิม 28.80 นาที เป็น 5.95 นาที (ลดลง 79.34%) และสามารถเพิ่มผลผลิตอีกด้วย

ดาริกา อวะภาค; ศุภชัย ภิลัชเพ็ญ; และมณฑิรา เอียดเสน (2552) ได้นำหลักการ SMED และ ECRS ไปประยุกต์ใช้ในการลดเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตไอศกรีมแท่ง โดยนำหลักการ SMED ไปปรับปรุงกิจกรรมย่อยในการเตรียมสายการผลิต โดยแยกกิจกรรมภายใน

และกิจกรรมภายนอก จากเดิมเป็นกิจกรรมภายใน 23 กิจกรรม หลังปรับปรุงสามารถย้ายกิจกรรมภายในไปเป็นกิจกรรมภายนอก 3 กิจกรรม เหลือกิจกรรมภายใน 20 กิจกรรม ทำให้เวลาเตรียมสายการผลิตลดลง 16 นาที

ธนรัตน์ รัตนกุล; และคณะ (2555) ศึกษาการลดเวลาปรับตั้งเครื่องพิมพ์หมึกสีในโรงงานผลิตกล่องกระดาษ โดยประยุกต์ใช้หลักการ SMED และ ECRS เนื่องจากการผลิตกล่องกระดาษเป็นกระบวนการผลิตต่อเนื่อง มีหลายขั้นตอนและมีความรวดเร็ว การเปลี่ยนรุ่นการผลิตใช้เวลาปรับตั้งเครื่องจักรนาน โดยพบว่าขั้นตอนที่สูญเสียเวลานานที่สุดคือขั้นตอนการทำความสะอาดซึ่งมีหลายขั้นตอน หลังปรับปรุงสามารถเปลี่ยนงานภายในเป็นงานภายนอกได้ 5 ขั้นตอน โดยลดการเดินของพนักงานในการเดินไปหยิบสีและอุปกรณ์ต่างๆ ในห้องเก็บ โดยจัดลำดับการทำงานใหม่ สามารถลดเวลาการทำงานจากเดิม 102 นาที ลดเหลือ 68 นาที คิดเป็น 33 เปอร์เซ็นต์

อมลวรรณ บุญยจรัสพงศ์ (2556) ได้ศึกษาการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความพร้อมใช้งานของเครื่องพิมพ์ออฟเซต ในการพิมพ์ฟอร์มต่อเนื่อง โดยประยุกต์ใช้หลักการและเทคนิคการติดตั้งเครื่องพิมพ์ ตามหลัก SMED พบว่าสามารถลดเวลาในการติดตั้งเครื่องพิมพ์ โดยปรับปรุงขั้นตอนการปรับตั้งและลดกิจกรรมที่เป็นกิจกรรมที่สร้างความสูญเปล่าในขั้นตอนการทำงาน โดยแยกความสูญเปล่า (Muda) งานปรับตั้งภายใน และงานปรับตั้งภายนอก ส่งผลให้สามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องพิมพ์จากเดิม 229 นาที ลดเหลือ 92 นาที

นิรัญ วีระสะ (2558) ได้ศึกษาหลักการของ SMED และนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการไฟน์แบล๊ส กิ้ง เพลส โดยเน้นการปรับปรุงการแยกงานภายนอกและงานภายในของกระบวนการติดตั้งเครื่องจักร ศึกษาการทำงานขนานกันของพนักงาน และพบว่าหลังจากแยกงานภายนอกออกจากงานภายในแล้ว สามารถลดเวลาการทำงานได้ถึง 66 นาที จากเดิม 161 นาที ลดเหลือ 95 นาที และการจัดสมดุลของงานให้พนักงานทำควบคู่กัน สามารถปรับลดเวลาลงได้ 5 นาที รวมเวลาที่ลดลงหลังปรับปรุงลดลง 102 นาที หรือลดลงจากเดิม 63.4%

นอกจากนี้ยังชี้ให้เห็นว่าเวลาที่ลดลงนั้นนอกจากจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรแล้วยังเป็นการเพิ่มกำลังการผลิตและสร้างรายได้ให้กับบริษัทได้มากขึ้น เมื่อนำผลการปรับปรุงที่ได้จากการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรหรือการเพิ่มโอกาสการผลิต มาดีเป็นมูลค่าเงินพบว่าจะสามารถเพิ่มรายได้ให้กับบริษัท มากกว่าหนึ่งล้านบาทต่อปี

ชาณิดา พิทยานนท์; และปริญญา พัฒนสันต์พร (2560) ศึกษาการลดเวลาการเปลี่ยนลูกกลิ้งและปรับตั้งเครื่องรีดพลาสติกด้วยแผ่นด้วยเทคนิค SMED โดยศึกษาขั้นตอนการทำงานการจับเวลา และให้หลักการแยกงานในงานนอก และการย้ายงานในไปเป็นงานนอก ซึ่งโรงงานกรณีศึกษา มีการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับการรีดแผ่นพลาสติกวันละ 12 ครั้ง การปรับปรุงสามารถย้ายงานในไปเป็นงานนอก สามารถลดเวลาตั้งค่าเครื่องรีดพลาสติกแผ่น จากครั้งละ 46 นาที เหลือ 38 นาทีต่อครั้ง

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการศึกษาและวิธีดำเนินการ

การปรับปรุงกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์เพื่อลดเวลาในการปรับตั้ง มีลำดับขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

1. ศึกษาสภาพการทำงานในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล
2. ศึกษาทฤษฎี หลักการ เทคนิคและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. กำหนดเครื่องมือและแนวทางการปรับปรุง
4. ดำเนินการปรับปรุง
5. วัดผลหลังการปรับปรุง
6. สร้างมาตรฐานการทำงาน
7. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการ

1. การบันทึกภาพขั้นตอนการทำงานด้วยกล้องและวิดีโอ
2. นาฬิกาจับเวลาการทำงานแต่ละขั้นตอน
3. Check Sheet สำหรับตรวจสอบสภาพเครื่องจักรและอุปกรณ์
4. ตารางขั้นตอนการติดตั้งแม่พิมพ์แยกกิจกรรมภายในและภายนอก

โรงงานกรณีศึกษา

บริษัทกรณีศึกษา ก่อตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2506 มีผู้ถือหุ้นเป็นคนไทย 100% ปัจจุบันดำเนินธุรกิจการฉีดพลาสติกด้วยแม่พิมพ์ (Plastic Injection Molding) การฉีดงานอลูมิเนียมและสังกะสีด้วยแม่พิมพ์ (Die Casting) ผลิตยางจักรยานและจักรยานยนต์ (Rubber Tire) การขึ้นรูปชิ้นงานพลาสติกด้วยระบบดูด (Thermoforming) และการฉีดและเป่าพลาสติก (Injection Blow Molding) โดยสามารถแบ่งเป็นกลุ่มชิ้นส่วนรถยนต์ ชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ ชิ้นส่วนรถจักรยาน ชิ้นส่วนเครื่องไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องบิน และภาชนะทางการแพทย์ โดยมีการฉีดพลาสติกด้วยแม่พิมพ์เป็นธุรกิจหลักของบริษัท มีพนักงานทั้งหมดจำนวน 900 คน แบ่งเป็นพนักงานส่วนอุตสาหกรรมฉีดพลาสติก 450 คน

การศึกษาในครั้งนี้มุ่งปรับปรุงเฉพาะส่วนงานฉีดขึ้นส่วนยานยนต์พลาสติก ซึ่งมีลูกค้าหลักคือโตโยต้า โดยขั้นตอนการทำงานของโรงงานกรณีศึกษา เริ่มจากการรับใบยืนยันการสั่งซื้อและใบประเมินการสั่งซื้อจากลูกค้าล่วงหน้า 3 เดือน (Firm Order + 3 Months Forecast) เพื่อเตรียมการสั่งซื้อวัตถุดิบและตรวจสอบกำลังการผลิต ฝ่ายวางแผนการผลิตวางแผนการผลิตสินค้าแต่ละรายการโดยออกเป็นแผนการผลิตล่วงหน้า 1 สัปดาห์ เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเตรียมการทั้งในส่วนเครื่องจักร แม่พิมพ์และกำลังคน ในแต่ละวันทางฝ่ายวางแผนจะตรวจสอบแผนการผลิตล่วงหน้า 1 วันเพื่อยืนยันหรือปรับแผนการผลิตและออกไปสั่งผลิตมอบให้กับฝ่ายผลิตนำไปเสียบยังตู้เสียบ Kanban ทางทีมช่างจะดูคำสั่งผลิตจากตู้คัมบังและจอคอมพิวเตอร์ที่แสดงผลการผลิตของงานปัจจุบันและแผนการเปลี่ยนแม่พิมพ์รุ่นถัดไป โดยเตรียมแม่พิมพ์สำหรับรุ่นการผลิตถัดไปรออยู่จุดวางแม่พิมพ์รอติดตั้ง เมื่อจบการผลิตรุ่นเดิมจะทำการหยุดการผลิตและเปลี่ยนแม่พิมพ์ ปรับตั้งการฉีด และยืนยันการผลิตเมื่อผลิตครบตามแผนที่กำหนดโดยฝ่ายผลิต

การผลิตเป็นการผลิตชิ้นส่วนโดยใช้แม่พิมพ์ โรงงานกรณีศึกษา มีเครื่องฉีดพลาสติกทั้งหมดจำนวน 40 เครื่อง แบ่งตามโซนที่จัดวางไว้ 4 โซน เครื่องฉีดพลาสติกมีขนาดกำลังอัด (Clamping Force) ตั้งแต่ 15 ตัน ถึง 3200 ตัน และมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์แบบกึ่งอัตโนมัติและแบบใช้คนยก มีรายละเอียด ดังนี้

โซนที่ 1 มีเครื่องฉีดพลาสติก จำนวน 9 เครื่อง มีรูปแบบการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์โดยใช้คนยก มีเครื่องฉีดพลาสติกขนาดกลาง ตั้งแต่ 300 ตัน - 800 ตัน และมีเครื่องฉีดพลาสติกขนาดใหญ่ ตั้งแต่ 1600 ตัน - 2000 ตัน

โซนที่ 2 มีเครื่องฉีดพลาสติก จำนวน 20 เครื่อง เปลี่ยนแม่พิมพ์โดยใช้โต๊ะเปลี่ยนแม่พิมพ์กึ่งอัตโนมัติ จำนวน 1 เครื่อง และเปลี่ยนด้วยวิธีการใช้คนยก จำนวน 19 เครื่อง เป็นเครื่องฉีดพลาสติกขนาดเล็กตั้งแต่ 25 ตัน - 180 ตัน เครื่องฉีดพลาสติกขนาดกลาง ตั้งแต่ 420 ตัน - 900 ตัน และขนาดใหญ่ 1300 ตัน

โซนที่ 3 มีเครื่องฉีดพลาสติก จำนวน 3 เครื่อง เป็นเครื่องฉีดพลาสติกขนาดใหญ่ทั้งหมด ตั้งแต่ 1500 ตัน - 3200 ตัน เปลี่ยนแม่พิมพ์โดยใช้คนยก

โซนที่ 4 มีเครื่องฉีดพลาสติก จำนวน 8 เครื่อง การเปลี่ยนแม่พิมพ์ใช้โต๊ะเปลี่ยนแม่พิมพ์กึ่งอัตโนมัติ เป็นเครื่องฉีดพลาสติกขนาด 1600 ตัน ทั้ง 8 เครื่อง

รายละเอียดการแบ่งพื้นที่โซนเครื่องจักร ขนาดเครื่องจักรและรูปแบบการติดตั้ง ดังปรากฏในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รายการเครื่องฉีดพลาสติกโรงงานกรณีศึกษาฯ

พื้นที่โซน	ขนาดเครื่องฉีดพลาสติก	จำนวน (เครื่อง)	วิธีการติดตั้งแม่พิมพ์	
			เปลี่ยนด้วยเครน (Manual)	เปลี่ยนด้วยโต๊ะ กึ่งอัตโนมัติ (Quick Change Table)
1	110 ตัน	1	○	X
1	300 ตัน	2	○	X
1	400 ตัน	3	○	X
1	800 ตัน	1	○	X
1	1600 ตัน	1	○	X
1	2000 ตัน	1	○	X
2	25 ตัน	2	○	X
2	110 ตัน	2	○	X
2	130 ตัน	5	○	X
2	180 ตัน	1	○	X
2	160 ตัน	1	○	X
2	180 ตัน	1	○	X
2	420 ตัน	2	○	X
2	500 ตัน	1	○	X
2	650 ตัน	1	○	X
2	900 ตัน	3	○	X
2	1300 ตัน	1	○	○
3	1500 ตัน	1	○	X
3	2300 ตัน	1	○	X
3	3200 ตัน	1	○	X
4	1600 ตัน	8	○	○

หมายเหตุ : ○ มีวิธีการเปลี่ยนแม่พิมพ์แบบนั้นๆ

X ไม่มีวิธีการเปลี่ยนแม่พิมพ์แบบนั้นๆ

โรงงานกรณีศึกษามีรูปแบบการเปลี่ยนแม่พิมพ์ด้วยโต๊ะเปลี่ยนกึ่งอัตโนมัติจำนวน 9 เครื่อง โดยอยู่ในโซนที่ 4 จำนวน 8 เครื่อง และโซนที่ 2 จำนวน 1 เครื่อง สำหรับเครื่องฉีดพลาสติกที่ใช้โต๊ะเปลี่ยนแม่พิมพ์กึ่งอัตโนมัติในการเปลี่ยนแม่พิมพ์นี้ ทุกเครื่องจะสามารถเปลี่ยนมาใช้เครนในการเปลี่ยนแทนได้กรณีโต๊ะเปลี่ยนแม่พิมพ์เสียหรือขัดข้อง เครื่องฉีดพลาสติกอีก 31 เครื่องเปลี่ยนแม่พิมพ์ด้วยการใช้เครนยก

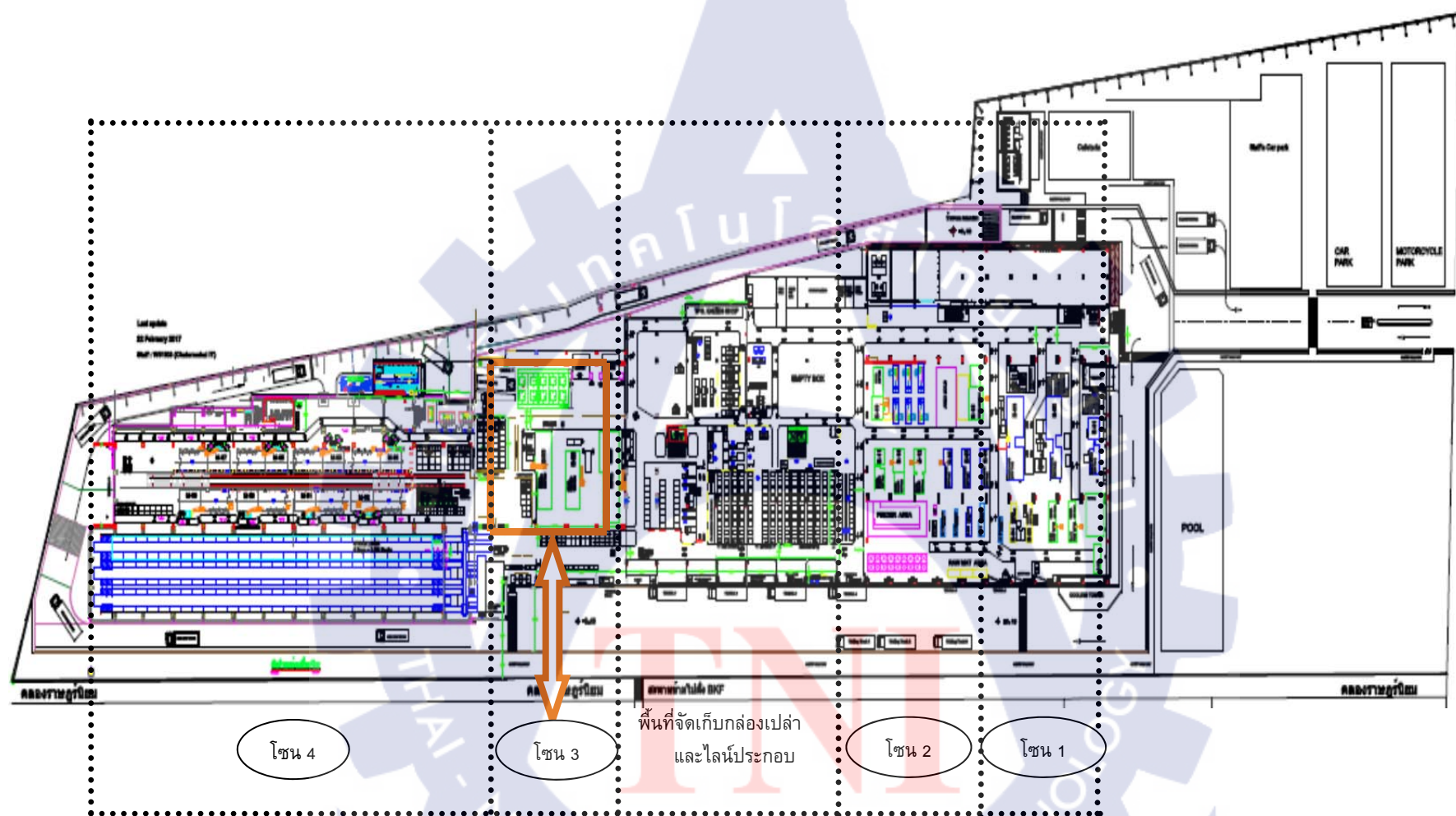
การเปลี่ยนและปรับตั้งแม่พิมพ์ของโรงงานกรณีศึกษาฯ มีทีมช่างเปลี่ยนแม่พิมพ์และปรับฉีดจำนวน 18 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดูแลพื้นที่การผลิตที่กำหนด

พื้นที่ โซน 1 และ 2 มีเครื่องฉีดจำนวน 29 เครื่อง มีช่างติดตั้งและปรับฉีด จำนวน 12 คน
กะละ 6 คน

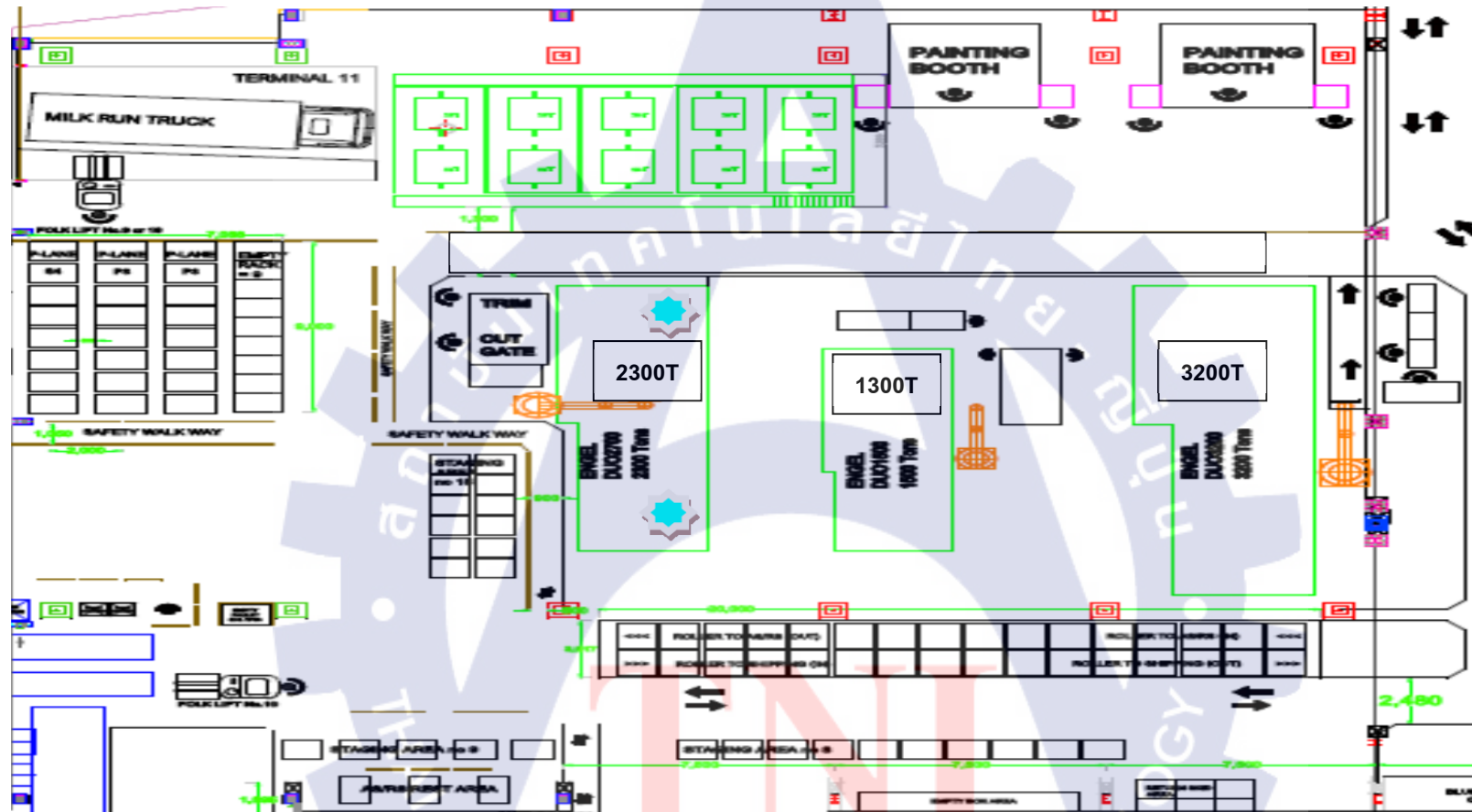
พื้นที่ โซน 3 และ 4 มีเครื่องฉีดจำนวน 11 เครื่อง มีช่างติดตั้งและปรับฉีด จำนวน 6 คน
กะละ 3 คน

ตำแหน่งวางเครื่องจักรทั้ง 40 เครื่องในโรงงานกรณีศึกษาแบ่งเป็น 4 โซน ดังแสดงในรูปที่ 9 และตำแหน่งเครื่องฉีดขนาด 2300 ตัน เครื่องเป้าหมายในการศึกษาวางอยู่ในโซนที่ 3 ดังแสดงในรูปที่ 10





รูปที่ 6 แผนผังโรงฉีดพลาสติกโรงงานกรณีศึกษาแผนผังส่วนที่ 3 ซึ่งเป็นบริเวณกรณีศึกษา โซนเครื่องฉีดพลาสติกขนาดใหญ่



รูปที่ 7 แผนผังโซนที่ 3 เครื่องฉีดกรณีศึกษา ขนาด 2,300 ตัน

บทที่ 4

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาเพื่อปรับปรุงการติดตั้งแม่พิมพ์ในครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ศึกษาข้อมูลของโรงงานฉีดพลาสติกชิ้นส่วนยานยนต์ ในการติดตั้งแม่พิมพ์เครื่องฉีดขนาด 2300 ตัน ซึ่งใช้เวลาในการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์เป็นเวลานานและเปลี่ยนแม่พิมพ์จำนวนหลายครั้งในแต่ละวัน ส่งผลให้สูญเสียเวลาเครื่องจักรสูง ผู้ศึกษามุ่งหวังเพื่อปรับปรุงกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์เพื่อลดเวลาการติดตั้ง โดยใช้หลักการ SMED เป็นเครื่องมือในการปรับปรุง แบ่งขั้นตอนการนำเสนอการศึกษาในครั้งนี้ออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. สภาพปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา
2. การศึกษาเวลาการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ในสภาพปัจจุบัน
 - 2.1 ขั้นตอนการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์
 - 2.2 บันทึกเวลาทำงานในแต่ละขั้นตอน
 - 2.3 ปัญหาที่พบจากการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ในสภาพปัจจุบัน
3. การปรับปรุงกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์
 - 3.1 การประยุกต์ใช้การปรับตั้งเครื่องจักรตามหลักการและเทคนิค SMED
 - 3.2 การแก้ไขปรับปรุงเพื่อลดความผันแปรของเวลา
 - 3.3 ผลการปรับปรุงโดยหลักการ SMED
4. การกำหนดมาตรฐานการทำงาน
5. สรุปผลการศึกษา
6. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

สภาพปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา

เนื่องจากลูกค้าหลักของงานฉีดพลาสติก คือ โตโยต้า ดังนั้นการเรียงงานจากลูกค้าจึงเป็นแบบ Just in Time ตามระบบการเรียงงานด้วยคัมบัง (Kanban) ตามแนวทางการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System) เป็นการเรียงงานตามความต้องการ กล่าวคือเรียกครั้งละน้อยแต่มีรอบการจัดส่งบ่อยครั้ง โรงงานกรณีศึกษาได้กำหนดปริมาณสต็อกของสินค้าสำเร็จรูปไว้ที่ 1.5 - 2 วัน เท่านั้น ปัจจุบันมีจำนวนประเภทชิ้นงานที่ผลิตส่งโตโยต้าจำนวนประมาณ 400 ประเภท (Part Number) จึงต้องวางแผนการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า ด้วยจำนวนเครื่องฉีดพลาสติกที่มีจำนวน 40 เครื่อง ส่งผลให้แต่ละวันมีการเปลี่ยนรุ่นชิ้นงานในการผลิตบ่อยครั้ง

ปัจจุบันพบปัญหาการติดตั้งแม่พิมพ์ล่าช้า โดยเฉพาะเครื่องฉีดพลาสติกขนาดใหญ่ใช้เวลาในการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์นานกว่าเครื่องฉีดพลาสติกขนาดเล็ก เนื่องจากความยากในการเคลื่อนย้ายแม่พิมพ์เข้าและออกเครื่อง รายละเอียดของแม่พิมพ์ขนาดใหญ่มีความซับซ้อนมากกว่าขนาดเล็ก ส่งผลให้อุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งแม่พิมพ์ขนาดใหญ่มีมากกว่าแม่พิมพ์ขนาดเล็กและเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนและติดตั้งนานกว่า ผู้ศึกษาจึงกำหนดเป้าหมายในการศึกษาครั้งนี้ไปที่เครื่องฉีดพลาสติกขนาดใหญ่



รูปที่ 8 เปรียบเทียบความซับซ้อนของอุปกรณ์แม่พิมพ์ขนาดใหญ่และขนาดเล็ก

จากการศึกษาการปฏิบัติงานของโรงงานกรณีศึกษา ในการเปลี่ยนและปรับตั้งแม่พิมพ์พบว่าพนักงานไม่ให้ความสำคัญการเปลี่ยนแม่พิมพ์ตามทฤษฎี SMED การแยกกิจกรรมการติดตั้งภายในและภายนอกยังไม่เหมาะสม ขั้นตอนการทำงานและเอกสารที่เกี่ยวข้องยังไม่ได้รับการปรับปรุงให้เป็นปัจจุบัน ทำให้การทำงานไม่เป็นไปตามขั้นตอน ช่างเปลี่ยนแม่พิมพ์ทำงานหนักโดยอาศัยความจำและความชำนาญส่วนบุคคลเป็นหลัก การสื่อสารระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

การเลือกเครื่องเป้าหมาย

โรงงานกรณีศึกษามีเครื่องฉีดพลาสติกขนาดใหญ่ จำนวน 3 เครื่อง คือ ขนาด 2000 ตัน 2300 ตัน และ 3200 ตัน อย่างละหนึ่งเครื่อง จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ ระยะเวลา 6 เดือน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ได้ข้อมูล

ของเวลาที่ใช้ในการติดตั้งและจำนวนครั้งในการติดตั้งในแต่ละเดือน นำมาพิจารณาปัจจัยหลักที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์เพื่อกำหนดเครื่องเป้าหมายในการศึกษาปรับปรุงในครั้งนี้ ไว้ 3 ปัจจัย

1. ระยะเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์

จากข้อมูลพบว่าเครื่องฉีดพลาสติกขนาดใหญ่ทั้ง 3 เครื่องดังกล่าว ใช้เวลาในการติดตั้งแม่พิมพ์นานกว่าเครื่องฉีดพลาสติกขนาดเล็ก เนื่องจากขนาดแม่พิมพ์ที่ใหญ่ จำนวนข้อต่อและฮีตเตอร์แม่พิมพ์มีจำนวนมากกว่า การยกแม่พิมพ์ใส่เครื่องต้องทำด้วยความระมัดระวังมากกว่า จึงใช้เวลาในการเปลี่ยนและติดตั้งนานกว่า โดยมีรายละเอียดเวลาที่ใช้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เวลาที่ใช้ในการติดตั้งแม่พิมพ์ ระยะเวลา 6 เดือน

เวลาที่ใช้ในการติดตั้งแม่พิมพ์ (นาที)							
เครื่องฉีด	ก.ค. 59	ส.ค. 59	ก.ย. 59	ต.ค. 59	พ.ย. 59	ธ.ค. 59	รวม
2000 ตัน	6,325	6,159	6,762	6,064	6,184	4,391	35,890
2300 ตัน	9,602	10,333	9,861	8,743	9,658	7,238	55,435
3200 ตัน	3,467	5,900	6,211	6,542	2,727	6,416	31,263

เครื่องฉีด 2000 ตัน ใช้เวลาในการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ รวม 35,890 นาที
เครื่องฉีด 2300 ตัน ใช้เวลาในการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ รวม 55,435 นาที
 เครื่องฉีด 3200 ตัน ใช้เวลาในการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ รวม 31,263 นาที
 พบว่าเครื่องฉีดขนาด 2300 ตัน ใช้เวลาในการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์นานกว่าเครื่อง 2000 ตันและ 3200 ตัน

2. จำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์

จากข้อมูลระยะเวลาที่ใช้ในการติดตั้ง ความถี่ในการเปลี่ยนแม่พิมพ์แต่ละครั้งส่งผลต่อระยะเวลารวมที่สูญเสียในการผลิตงานของเครื่องจักรนั้นๆ เมื่อมีการเปลี่ยนแม่พิมพ์จำนวนหลายครั้งเท่ากับสูญเสียเวลาการใช้เครื่องจักรในการผลิตมากตามไปด้วย ระยะเวลา 6 เดือนจากข้อมูลจำนวนครั้งการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนการเปลี่ยนแม่พิมพ์ ระยะเวลา 6 เดือน

จำนวนการเปลี่ยนแม่พิมพ์ (ครั้ง)							
เครื่องฉีด	ก.ค. 59	ส.ค. 59	ก.ย. 59	ต.ค. 59	พ.ย. 59	ธ.ค. 59	รวม
2000 ตัน	42	50	54	55	45	31	278
2300 ตัน	46	55	55	69	70	49	345
3200 ตัน	35	51	37	36	27	32	218

เครื่องฉีด 2000 ตัน มีการเปลี่ยนแม่พิมพ์จำนวน 278 ครั้ง

เครื่องฉีด 2300 ตัน มีการเปลี่ยนแม่พิมพ์จำนวน 345 ครั้ง (เฉลี่ยเดือนละ 58 ครั้ง)

เครื่องฉีด 3200 ตัน มีการเปลี่ยนแม่พิมพ์จำนวน 218 ครั้ง

พบว่าเครื่องฉีดขนาด 2300 ตัน มีจำนวนครั้งในการเปลี่ยนแม่พิมพ์สูงกว่าเครื่องฉีดขนาด 2000 ตัน และขนาด 3200 ตัน

3. มูลค่าชิ้นงาน

ชิ้นส่วนที่ผลิตที่เครื่องฉีดพลาสติกขนาดใหญ่มีมูลค่าต่อชิ้นสูงกว่าชิ้นงานขนาดเล็ก ดังนั้นการสูญเสียเวลาเครื่องจักรของเครื่องขนาดใหญ่จึงมีผลต่อการสูญเสียรายได้จากการผลิตสินค้า การสูญเสียเวลาในการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์แต่ละครั้งที่สะสมมาทำให้เวลาที่ใช้ในการผลิตงานไม่เพียงพอจำเป็นต้องทำงานล่วงเวลา ส่งผลโดยตรงต่อต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้นตามไปด้วย

จากข้อมูลการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ดังกล่าวข้างต้น เครื่องฉีดพลาสติกขนาด 2300 ตัน เป็นเครื่องที่ใช้เวลาในการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์นานที่สุดและมีจำนวนครั้งในการเปลี่ยนแม่พิมพ์มากที่สุดเช่นกัน จึงได้กำหนดให้เครื่องฉีดพลาสติกขนาด 2300 ตัน เป็นเครื่องเป้าหมายในการศึกษาเพื่อปรับปรุงขั้นตอนและเวลาการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

การศึกษาเวลาการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ในสภาพปัจจุบัน

1. ขั้นตอนการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์

หลังกำหนดให้เครื่องฉีดพลาสติกขนาด 2300 ตัน เป็นเครื่องเป้าหมายการศึกษาแล้ว ได้ศึกษาการทำงานในการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ ในเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 พบว่ามีขั้นตอนการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์รวมทั้งหมด 19 ขั้นตอน จึงสามารถผลิตงานได้เริ่มตั้งแต่การตรวจสอบแผนการผลิต การเตรียมการก่อนการหยุดเครื่องจักร การหยุดผลิต การนำแม่พิมพ์ออกจากเครื่องและการติดตั้งแม่พิมพ์ใหม่ การฉีดและการอนุมัติการผลิตจากหน่วยงานตรวจสอบคุณภาพโดยมีขั้นตอนการทำงานดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ขั้นตอนการทำงานในการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ (ก่อนการปรับปรุง)

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน
1	ตรวจสอบแผนการผลิต หมายเลขแม่พิมพ์และตำแหน่งวางแม่พิมพ์ตัวถัดไป
2	ยกแม่พิมพ์ตัวใหม่จากชั้นวางมาที่จตุร
3	ตรวจสอบสภาพแม่พิมพ์ ตาม Check Sheet ที่กำหนด
4	หยุดผลิต
4.1	สั่งหยุดโรบอท เพื่อให้สัญญาณส่งเครื่องฉีดหยุดฉีด
4.2	หยุดเครื่องฉีดโดยเลือกคำสั่งให้เป็นการฉีดแบบ Manual
4.3	ตัดสัญญาณโรบอทให้กลับมาอยู่ที่ Home
4.4	ถอยหัวฉีด
5	ฉีดสเปรย์กันสนิมที่หน้าแม่พิมพ์ทั้ง 2 ฝั่งและปิดแม่พิมพ์ ล็อกตัวกันแม่พิมพ์แยก
6	นำแม่พิมพ์เดิมออกจากเครื่องฉีด
6.1	เดินเครนเหนือเครื่องฉีด คล้องห่วง (Eye Bolt) เข้ากับแม่พิมพ์ในเครื่อง
6.2	ปลดข้อต่อน้ำ ไฟ ออกจากแม่พิมพ์
6.3	บังคับเครนให้ยกตั้งพอดี จึงปลดแคลมป์แม่เหล็ก (Magnetic Lamp)
6.4	ปลดแผ่นประกบเครื่อง (Plate) ฝั่ง Core จนสุดระยะ
6.5	เลื่อนเครนตามจนตำแหน่งแหวนแม่พิมพ์หลุดจากเครื่อง
6.6	กดเครนยกแม่พิมพ์ขึ้นเหนือเครื่องฉีด
7	บังคับเครนยกแม่พิมพ์ไปยังชั้นเก็บ หย่อนแม่พิมพ์ลงชั้นวางและปลดตะขอเครน
8	ยกแม่พิมพ์ใหม่ไปยังเครื่องฉีดเพื่อติดตั้ง
8.1	บังคับเครนมายังจุดวางแม่พิมพ์ที่เตรียมไว้ เกี่ยวตะขอเครนกับห่วงแม่พิมพ์ใหม่
8.2	ยกแม่พิมพ์ขึ้นเหนือเครื่องฉีด หย่อนแม่พิมพ์ลงในเครื่องฉีด
9	ตรวจสอบระยะแหวนแม่พิมพ์ตรงกับรูแล้วจึงปิดเพลท
10	กำหนดเซ็นเตอร์แม่พิมพ์ (Lock Mangetic Clamp) ปลดตัวกันแม่พิมพ์แยก
11	เรียกโปรแกรมฉีด ตรวจสอบหมายเลขแม่พิมพ์บนใบสั่งผลิตและโปรแกรมเครื่องฉีด
12	เปิดแม่พิมพ์สุดระยะ ทำความสะอาดหน้าพิมพ์ ตรวจสอบกระทุ้งฝั่ง Core (Ejector)
13	ต่อข้อต่อน้ำ ไฟ และระบบไฮดรอลิกของฝั่ง Core
14	เพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์และรออุณหภูมิ น้ำ ไฟ ขึ้นตามกำหนด (ไฟจะเขียวเมื่อได้อุณหภูมิที่กำหนด)
15	นำอาร์มโรบอทใหม่จากจุดแขวนมารอติดตั้ง
16	ติดตั้งอาร์มโรบอทและตั้งโปรแกรมโรบอท
17	ไล่วัสดุดิบเก่าออกจากกระบอฉีด (Purge)
18	ทดลองฉีดงาน (Free Shot)
19	ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพตรวจและรับรองให้ผลิตงาน (First Piece Approval)

2. บันทึกเวลาการทำงานแต่ละขั้นตอน

การศึกษาครั้งนี้กำหนดการบันทึกเวลาติดตั้งแม่พิมพ์ จำนวน 15 ครั้ง โดยบันทึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์ และ 1 ครั้งในสัปดาห์สุดท้าย ได้ข้อมูลเวลาที่ใช้ในกิจกรรมทั้ง 19 ขั้นตอน ได้ข้อมูลเวลารวมโดยเฉลี่ยในการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ ครั้งละ 221 นาที ดังรายละเอียดในตารางที่ 6



ตารางที่ 6 การบันทึกเวลาการทำงานแต่ละขั้นตอนของการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ (ก่อนการปรับปรุง)

[illegible]

ตารางที่ 6 การบันทึกเวลาการทำงานแต่ละขั้นตอนของการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ (ก่อนการปรับปรุง) (ต่อ)

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	จำนวนครั้งที่จับเวลาก่อนการปรับปรุง (นาที)															เวลา (นาที)				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ต่ำสุด	สูงสุด	ผันแปร	เฉลี่ย	
11	เรียกโปรแกรมฉีด ตรวจสอบหมายเลขแม่พิมพ์บนใบสั่งผลิตและโปรแกรมเครื่องฉีด	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	1	3	
12	เปิดแม่พิมพ์สุกระยะ ทำความสะอาดหน้าพิมพ์ ตรวจสอบกระทุ้งฝั่ง Core (Ejector)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	1	5	
13	ต่อข้อต่อน้ำ ไฟ และระบบไฮดรอลิกของฝั่ง core	8	7	7	7	7	8	8	7	8	8	11	7	8	7	7	7	11	4	8	
14	เพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์และอุณหภูมิน้ำ ไฟ ขึ้นตามกำหนด (ไฟจะเขียวเมื่อได้ อุณหภูมิที่กำหนด)	65	70	65	96	65	68	72	75	65	65	75	65	68	65	65	65	96	31	70	
15	นำอาร์มโรบอทใหม่จากจุดแขวนมารอดิตตั้ง	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	
16	ติดตั้งอาร์มโรบอท และตั้งโปรแกรมโรบอท	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	
17	ใส่วัตถุดิบเท่าออกจากกระบอกฉีด (Purge)	15	25	19	20	21	20	23	19	20	21	22	24	20	21	21	15	25	10	21	
18	ทดลองฉีดงาน (Free Shot)	10	7	11	10	10	10	10	11	9	10	8	10	11	10	10	7	11	4	10	
19	ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพตรวจและรับรองให้ผลิตงาน	5	5	5	5	7	5	5	8	12	29	10	5	5	5	5	5	20	15	8	
		เวลารวมโดยเฉลี่ย																			221

3. ปัญหาที่พบจากการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ในสภาพปัจจุบัน

จากการบันทึกเวลาการทำงานแต่ละขั้นตอน สามารถแยกปัญหาหลักๆ คือ การติดตั้งแม่พิมพ์ใช้เวลานานและการติดตั้งแต่ละขั้นตอนมีความผันแปรของเวลา

3.1 ปัญหาการติดตั้งแม่พิมพ์ใช้เวลานาน จากเวลาที่บันทึกการทำงาน 19 ขั้นตอน ดังกล่าว พบว่าการติดตั้งแม่พิมพ์แต่ละครั้งใช้เวลารวมเฉลี่ยถึง 221 นาที ในการติดตั้งแต่ละครั้ง

3.2 ปัญหาความผันแปรของเวลา ในการบันทึกเวลาการทำงาน 15 ครั้ง พบว่าเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนในแต่ละครั้งที่บันทึก ใช้เวลาในแต่ละกิจกรรมไม่เท่ากัน เมื่อเทียบเวลาดำสุดและเวลาสูงสุดที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนเพื่อดูความผันแปรในแต่ละกิจกรรม พบว่าขั้นตอนการติดตั้ง จำนวน 4 ขั้นตอน มีความผันแปรของเวลาสูง ความผันแปรหลักเกิดขึ้นที่ขั้นตอนที่ 13, 14, 17 และ 19 มีความแตกต่างของเวลาที่ใช้ตั้งแต่ 4 นาที ถึง 31 นาที คิดเป็นเปอร์เซ็นต์มีความแตกต่างของเวลาที่ใช้อยู่ระหว่าง 48% ถึง 300% ดังรายละเอียดในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ขั้นตอนที่มีความผันแปรของเวลาที่ใช้ในการติดตั้งสูง

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	เวลา (นาที)			
		ต่ำสุด	สูงสุด	ผันแปร	ผันแปร (%)
13	ต่อข้อต่อ น้ำ ไฟ และระบบไฮดรอลิกของฝั่ง Core	7	11	4	57%
14	รอกอุณหภูมิ น้ำ ไฟ ขึ้นตามกำหนด (ไฟจะเขียวเมื่อได้อุณหภูมิที่กำหนด)	65	96	31	48%
17	ไล่วัตถุติดเก่าออกจากกระบอกฉีด (Purge)	15	25	10	67%
19	ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพตรวจและรับรองให้ผลิงาน	5	20	15	300%

การปรับปรุงกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์

1. การประยุกต์ใช้การปรับตั้งเครื่องจักรตามหลักการและเทคนิค SMED

1.1 ศึกษาขั้นตอนการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ในสภาพปัจจุบัน ตั้งแต่การเตรียมแม่พิมพ์ตัวใหม่จนถึงการเปลี่ยนแม่พิมพ์ตัวเก่าออกจากเครื่อง การติดตั้งแม่พิมพ์ตัวใหม่และการปรับตั้งการฉีดจนได้งานดีชิ้นแรกมีขั้นตอนทั้งหมด 19 ขั้นตอน โดยจับเวลาการทำงานจำนวน 15 ครั้ง ใช้เวลารวมโดยเฉลี่ย 221 นาที/ครั้ง ดังได้กล่าวไว้ข้างต้นในตารางที่ 5

1.2 แยกกิจกรรมภายในและกิจกรรมภายนอก ในการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ ในปัจจุบันการติดตั้งแม่พิมพ์ แบ่งเป็นกิจกรรมภายนอกและกิจกรรมภายใน (หลังหยุดเครื่องจักร) โดยมีขั้นตอนการติดตั้งทั้งหมด 19 ขั้นตอน แบ่งเป็นกิจกรรมภายนอก 3 ขั้นตอนและภายใน 16 ขั้นตอน รายละเอียดดังตารางที่ 8

กิจกรรมภายนอก มี 3 ขั้นตอน ในขั้นตอนที่ 1 ถึง ขั้นตอนที่ 3 ใช้เวลากิจกรรมภายนอกรวมเฉลี่ยทั้งหมด 25 นาที

กิจกรรมภายใน มี 16 ขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 4 ถึง ขั้นตอนที่ 19 โดยใช้เวลาสำหรับกิจกรรมภายในรวมเฉลี่ย 196 นาที

ตารางที่ 8 แยกขั้นตอนการทำงานเป็นกิจกรรมภายนอกและกิจกรรมภายใน

ลำดับ	ขั้นตอนการติดตั้ง	ประเภทกิจกรรม/เวลา (นาที)	
		ภายนอก	ภายใน
1	ตรวจสอบแผนการผลิต หมายเลขแม่พิมพ์และตำแหน่งวางแม่พิมพ์ตัวถัดไป	5	0
2	ยกแม่พิมพ์ตัวใหม่จากชั้นวางมาที่จุดรอ	13	0
3	ตรวจสอบสภาพแม่พิมพ์ ตาม check sheet ที่กำหนด	7	0
4	หยุดผลิต	0	3
4.1	สั่งหยุดโรบอท เพื่อให้สัญญาณสั่งเครื่องฉีดหยุดฉีด		
4.2	หยุดเครื่องฉีดโดยเลือกคำสั่งให้เป็นการฉีดแบบ manual		
4.3	ตัดสัญญาณโรบอทให้กลับมาอยู่ที่ Home		
4.4	ถอยหัวฉีด		
5	ฉีดสเปรย์กันสนิมที่หน้าแม่พิมพ์ทั้ง 2 มั่งและปิดแม่พิมพ์ ล็อกตัวกันแม่พิมพ์แยก	0	6
6	นำแม่พิมพ์เดิมออกจากเครื่อง	0	22
6.1	เดินเครนเหนือเครื่องฉีด คล้องห่วง (Eye Bolt) เข้ากับแม่พิมพ์ในเครื่อง		
6.2	ปลดข้อต่อไฟฟ้า ออกจากแม่พิมพ์		
6.3	บังคับเครนให้ยกติ่งพอดี้ จึงปลดแคลมป์แม่เหล็ก (Magnetic Lamp)		
6.4	ปลดแผ่นประกบเครื่อง (Plate) มั่ง Core จนสุดระยะ		
6.5	เลื่อนเครนตามจนตำแหน่งแหวนแม่พิมพ์หลุดจากเครื่อง		
6.6	กดเครนยกแม่พิมพ์ขึ้นเหนือเครื่องฉีด		
7	บังคับเครนยกแม่พิมพ์ไปยังชั้นเก็บ หย่อนแม่พิมพ์ลงชั้นวางและปลดตะขอเครน	0	17
8	ยกแม่พิมพ์ใหม่ไปยังเครื่องฉีดเพื่อติดตั้ง	0	11
8.1	บังคับเครนมายังจุดวางแม่พิมพ์ที่เตรียมไว้ เกี่ยวตะขอเครนกับห่วงแม่พิมพ์ใหม่		
8.2	ยกแม่พิมพ์ขึ้นเหนือเครื่องฉีด หย่อนแม่พิมพ์ลงในเครื่องฉีด		
9	ตรวจสอบระยะแหวนแม่พิมพ์ตรงกับรูแล้วจึงปิดเพลท	0	4
10	กำหนดเซ็นเตอร์แม่พิมพ์ (Lock Magnetic Clamp) ปลดตัวกันแม่พิมพ์แยก	0	2
11	เรียกโปรแกรมฉีด ตรวจสอบหมายเลขแม่พิมพ์บนใบสั่งผลิตและโปรแกรมเครื่องฉีด	0	3
12	เปิดแม่พิมพ์สุดระยะ ทำความสะอาดหน้าพิมพ์ ตรวจสอบกระทั่งมั่ง Core (Ejector)	0	5
13	ต่อข้อต่อไฟฟ้า และระบบไฮดรอลิคของมั่ง Core	0	8

ตารางที่ 8 แยกขั้นตอนการทำงานเป็นกิจกรรมภายนอกและกิจกรรมภายใน (ต่อ)

ลำดับ	ขั้นตอนการติดตั้ง	ประเภทกิจกรรม/เวลา (นาที)	
		ภายนอก	ภายใน
14	เพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์และรออุณหภูมิน้ำ ไฟ ขึ้นตามกำหนด (ไฟจะเขียวเมื่อได้อุณหภูมิที่กำหนด)	0	70
15	นำอาร์มโรบอทใหม่จากจุดแขวนมารอติดตั้ง	0	3
16	ติดตั้งอาร์มโรบอท และตั้งโปรแกรมโรบอท	0	3
17	ไล่วัสดุติดเก่าออกจากกระบอกฉีด (Purge)	0	21
18	ทดลองฉีดงาน (Free Shot)	0	10
19	ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพตรวจและรับรองให้ผลิตงาน (First Piece Approval)	0	8
แยกเวลากิจกรรมภายนอกและภายใน		25	196

1.3 การแก้ไขปรับปรุงโดยเปลี่ยนกิจกรรมภายในให้เป็นกิจกรรมภายนอกและการปรับปรุงกิจกรรมภายใน หลังจากศึกษาขั้นตอนการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์อย่างละเอียดแล้วได้นำหลักการที่ได้ศึกษามาแก้ไขปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน โดยปรับปรุงได้ทั้งหมด 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 7 ขั้นตอนที่ 14 และขั้นตอนที่ 15 ตามรายละเอียดในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การเปลี่ยนกิจกรรมภายในให้เป็นกิจกรรมภายนอก

ขั้นตอน	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
7	บังคับกระบอกแม่พิมพ์ไปยังชั้นเก็บ หย่อนแม่พิมพ์ลงชั้นวางและปลดตะขอกระบอก	กำหนดจุดวางแม่พิมพ์รอจัดเก็บ เมื่อยกแม่พิมพ์เดิมออกจากเครื่องให้น้ำไปวางที่จุดวางแม่พิมพ์รอจัดเก็บแทน (การจัดเก็บบนชั้นต้องใช้ความระมัดระวังในการวางเนื่องจากพื้นที่จำกัด)
14	รออุณหภูมิน้ำ ไฟ ขึ้นตามกำหนด (ไฟจะเขียวเมื่อได้อุณหภูมิที่กำหนด)	กำหนดให้มีการอุ่นแม่พิมพ์ด้วยตู้น้ำร้อนก่อนติดตั้ง (เพื่อเพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์ก่อนการนำแม่พิมพ์ขึ้นติดตั้งบนเครื่องจักร ช่วยลดเวลารออุณหภูมิ)
15	นำอาร์มโรบอทใหม่จากจุดแขวนมารอติดตั้ง	กำหนดให้มีการตรวจสอบและจัดเตรียมอาร์มโรบอทก่อนการหยุดเครื่องโดยเพิ่มรายการตรวจสอบบน Check Sheet การเตรียมและตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนติดตั้ง

ขั้นตอนที่ 7 ใช้เครนยกแม่พิมพ์ออกจากเครื่องฉีดและนำไปวางบนชั้นเก็บแม่พิมพ์ ขั้นตอนนี้ใช้เวลาเฉลี่ย 17 นาที/ครั้ง เนื่องจากชั้นวางแม่พิมพ์มี 2 ชั้น และมีระยะห่างระหว่างแม่พิมพ์น้อย เพียง 2 x 2 เมตร โดยแม่พิมพ์ในโซนที่ 3 นี้เป็นแม่พิมพ์ขนาดใหญ่ การวางต้องใช้ความระมัดระวังเพื่อไม่ให้แม่พิมพ์กระแทกกันและช่างต้องเดินขึ้นบันไดไปยังชั้นที่ 2 ของชั้นวางแม่พิมพ์เพื่อให้สามารถมองระยะที่จะนำแม่พิมพ์ลงได้อย่างแม่นยำ จึงทำให้ใช้เวลานาน

ระยะทางเดินของเครนจากเครื่องฉีดพลาสติกไปยังชั้นเก็บแม่พิมพ์ มีระยะทาง 6-12 เมตร แล้วแต่ตำแหน่งที่จัดเก็บแม่พิมพ์บนชั้นวาง จึงกำหนดให้นำแม่พิมพ์วางไว้หน้าชั้นเก็บแม่พิมพ์แทน อยู่ห่างจากเครื่องฉีดเพียง 5 เมตร วางแม่พิมพ์ได้สะดวกและสามารถลดระยะทางเดินเครนและระยะทางการเดินของช่างลงได้อีกด้วย

การแก้ไขปรับปรุง

1. กำหนดพื้นที่วางแม่พิมพ์ "รอการจัดเก็บ" หน้าชั้นเก็บแม่พิมพ์
2. กำหนดจุดวางแม่พิมพ์ "รอการติดตั้ง" หน้าชั้นเก็บแม่พิมพ์
3. ติดป้ายชี้บ่งจุดวางแม่พิมพ์

ผลที่ได้รับ

1. ลดเวลาหยุดเครื่องจักรได้ 12 นาที (เดิมใช้เวลา 17 นาที ลดลงเหลือ 5 นาที)
2. ลดระยะการเดินเครน 1-7 เมตร (เดิมระยะจากเครื่องถึงจุดวางบนชั้นวาง 6-12 เมตร ลดลงเหลือ 5 เมตร)
3. ลดระยะการเดินของช่าง 1-7 เมตร (เดิมระยะจากเครื่องถึงจุดวางบนชั้น 6-12 เมตร ลดลงเหลือ 5 เมตร)

ตารางที่ 10 ผลการปรับปรุงการเปลี่ยนกิจกรรมภายในเป็นกิจกรรมภายนอก ขั้นตอนที่ 7

ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
		ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
7	<u>ก่อนปรับปรุง</u> บังคับเครนยกแม่พิมพ์ไปยังชั้นเก็บ หย่อนแม่พิมพ์ลงบนชั้นวางและปลด ตะขอเครน	0 นาที	17 นาที	0 นาที	5 นาที
	<u>หลังปรับปรุง</u> บังคับเครนยกแม่พิมพ์ไปยังจุดวาง แม่พิมพ์ "รอจัดเก็บ"				

ก่อนปรับปรุง



รูปที่ 9 ที่ตั้งเครื่องฉีดและชั้นจัดเก็บแม่พิมพ์

หลังปรับปรุง



รูปที่ 10 กำหนดจุดวางแม่พิมพ์ “รอจัดเก็บ” และแม่พิมพ์ “รอติดตั้ง”

ขั้นตอนที่ 14 การรออุณหภูมิแม่พิมพ์ ปกติจะเพิ่มอุณหภูมิของแม่พิมพ์ด้วยตู้ควบคุมอุณหภูมิตามจำนวนโซนและองศาของแม่พิมพ์ที่ต้องการ ซึ่งใช้เวลาเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 70 นาที จึงจะทำให้อุณหภูมิแม่พิมพ์ขึ้นสูงตามความร้อนที่ต้องการ

ก่อนปรับปรุง



รูปที่ 11 การเพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์หลังการติดตั้งแม่พิมพ์ลงเครื่องจักรแล้ว

หลังการปรับปรุง



รูปที่ 12 การอุ่นแม่พิมพ์ก่อนการติดตั้ง

การแก้ไขปรับปรุง

อุ่นแม่พิมพ์ก่อนการติดตั้งแทนการเพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์หลังติดตั้งแม่พิมพ์ลงใน

เครื่องจักร

ผลที่ได้รับ

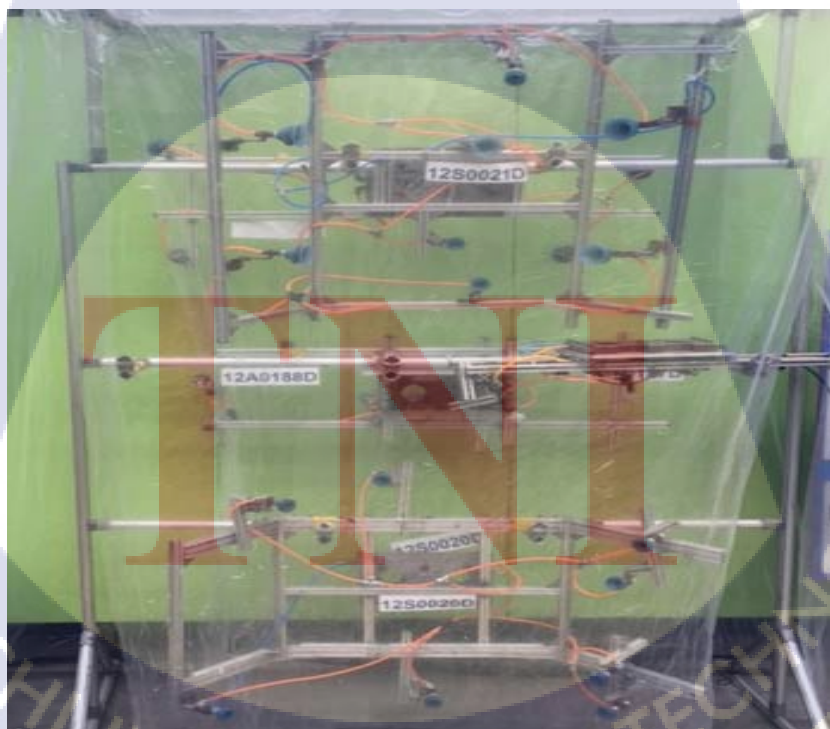
1. ลดเวลากิจกรรมภายใน (เวลาหยุดเครื่องจักร) จากเดิมใช้เวลา เฉลี่ยรวม 70 นาที เหลือเพียง 27 นาที เวลาลดลง 43 นาที
2. ย้ายกิจกรรมภายในเป็นกิจกรรมภายนอกบางส่วน ใช้เวลาอุ่นแม่พิมพ์ภายนอกเป็นเวลา 30 นาที

ตารางที่ 11 ผลการปรับปรุงการเปลี่ยนกิจกรรมภายในเป็นกิจกรรมภายนอก ขั้นตอนที่ 14

ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
		ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
14	<u>ก่อนปรับปรุง</u> รออุณหภูมิน้ำ ไฟ ขึ้นตามกำหนด (ไฟจะเขียวเมื่อได้อุณหภูมิที่กำหนด) <u>หลังปรับปรุง</u> กำหนดให้มีการอุ่นแม่พิมพ์ก่อน การติดตั้ง (เพื่อเพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์ ก่อนการนำแม่พิมพ์ขึ้นติดตั้งบน เครื่องจักร)	0 นาที	70 นาที	30 นาที	27 นาที*

หมายเหตุ : * ผลจากการปรับปรุง นอกจากย้ายงานภายในเป็นงานภายนอก ยังมีผลทำให้
เวลางานภายในลดลงด้วย

ขั้นตอนที่ 15 การเตรียมอาร์มโรบอทก่อนการติดตั้ง และตรวจสอบสภาพพร้อมใช้งาน
ของอาร์มโรบอท



รูปที่ 13 อาร์มโรบอทที่ตรวจสอบก่อนการติดตั้ง

การแก้ไขปรับปรุง

1. เพิ่มขั้นตอนการตรวจสอบอาร์มโรบอตและอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นลงใน Check Sheet ซึ่งเดิมมีเพียงการตรวจสอบสภาพแม่พิมพ์เพียงเท่านั้น
2. เตรียมและตรวจสอบอาร์มโรบอตในขั้นตอนที่ 1 แทน พร้อมการตรวจสอบแม่พิมพ์

ผลที่ได้รับ

1. ย้ายกิจกรรมภายในเป็นภายนอก (ลดเวลาหยุดเครื่องจักรได้ 3 นาที)
2. ไม่เสียเวลาหยุดเครื่องจักรหากพบจุดบกพร่องหรือเกิดความเสียหายของอาร์มโรบอต สามารถซ่อมแซมให้แล้วเสร็จก่อนการหยุดเครื่องจักร
3. มี Check Sheet ตรวจสอบอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการติดตั้งครบทุกรายการ ป้องกันการสูญเสียเวลาหลังหยุดเครื่องจักร

ตารางที่ 12 ผลการปรับปรุงการเปลี่ยนกิจกรรมภายในเป็นกิจกรรมภายนอก ขั้นตอนที่ 15

ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
		ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
15	<u>ก่อนปรับปรุง</u> นำอาร์มโรบอตใหม่จากจุดแขวนมาติดตั้ง	0 นาที	3 นาที	3 นาที	0 นาที
	<u>หลังปรับปรุง</u> นำอาร์มโรบอตที่ตรวจสอบแล้วมาติดตั้ง				

1.4 Check Sheet ปัจจุบันมีการใช้ Check Sheet ในการตรวจสอบสภาพแม่พิมพ์ ก่อนติดตั้งเพียงอย่างเดียว ซึ่งไม่ครอบคลุมเครื่องจักรอุปกรณ์ทั้งหมดที่ต้องใช้ในการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ในแต่ละครั้ง ไม่มีการตรวจสอบอาร์มโรบอต (แยกแต่ละชิ้นงาน) สายน้ำและข้อต่อ Hotrunner วาล์วเกต และห่วงคล้องแม่พิมพ์ (แยกตามชนิดของอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแต่ละแม่พิมพ์)

การแก้ไขปรับปรุง

Check Sheet มีรายละเอียดสำหรับการตรวจสอบแม่พิมพ์เพียงอย่างเดียว จึงรวบรวมรายการอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการติดตั้งแม่พิมพ์และเพิ่มรายการตรวจสอบอุปกรณ์ดังกล่าว ลงใน Check Sheet คือ การตรวจสอบเครื่องควบคุมอุณหภูมิแม่พิมพ์ (Temperature Controller : Hotrunner) การตรวจสอบอาร์มโรบอต การตรวจสอบห่วงคล้องแม่พิมพ์ (Eyebolt) การตรวจสอบ

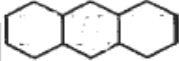
ตัวควบคุมวาล์วเกต (Valve Gate Controller) รวมถึงการตรวจสอบข้อต่อและสายน้ำ (Connector and Hose)

ผลที่ได้รับ

1. มีแบบฟอร์มการตรวจสอบแม่พิมพ์และอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้ง
2. ลดเวลาการติดตั้งแม่พิมพ์กรณีตรวจสอบและพบปัญหาสามารถซ่อมแซมก่อนการติดตั้ง

ตารางที่ 13 ผลการปรับปรุงการใช้ Check Sheet ขั้นตอนที่ 3

ก่อนการปรับปรุง (Check Sheet ขั้นตอนที่ 3)	หลังการปรับปรุง (เพิ่ม Check Sheet ขั้นตอนที่ 3)
<u>ขั้นตอนที่ 3</u> ตรวจสอบสภาพแม่พิมพ์	<u>ขั้นตอนที่ 3</u> ตรวจสอบสภาพแม่พิมพ์ <u>ขั้นตอนที่ 13</u> ข้อต่อ น้ำไฟ สายน้ำ (เพิ่มการตรวจสอบลงในขั้นตอนที่ 3) เดิมไม่มีการตรวจสอบก่อนการใช้งานในขั้นตอนที่ 13 <u>ขั้นตอนที่ 15</u> นำอาร์มโรบอทจากจุดแขวนมารอติดตั้ง (เพิ่มการตรวจสอบลงในขั้นตอนที่ 3) เดิมไม่มีการตรวจสอบก่อนการใช้งาน <u>เพิ่มเติม</u> นอกจากนี้ยังตรวจสอบอุปกรณ์อื่นเพิ่ม คือ ห่วงคล้องแม่พิมพ์ ตัวควบคุมอุณหภูมิแม่พิมพ์ และตัวควบคุมวาล์วเกต

		Issued	Checked	Approved
ขั้นตอนตรวจเช็คเตรียม Mold ก่อน Set Up				
Zone.....		Date.....		
M/C NO.....		Mold No.....		
Part NO.....		Time Check.....		
1. อุปกรณ์เชื่อมต่อ				
- ปลั๊ก Hot Runner	☐ OK ☐ NG	ชำรุดแตกหักหรือไม่		
- ปลั๊ก Hydraulic	☐ OK ☐ NG	ชำรุดมีน้ำมันรั่วซึม, ขาดหายหรือไม่		
- ปลั๊ก Limit Core Ejector	☐ OK ☐ NG	ชำรุดหลุด, สายขาด, ขั้วหัก หรือไม่		
- ปลั๊ก ต่อ น้ำ ตัวผู้	☐ OK ☐ NG	ชำรุดแตกหักมีน้ำมันรั่วซึมหรือไม่		
- ตัวเมีย	☐ OK ☐ NG			
2. อุปกรณ์หล่อ				
- ล็อคกันแยก	☐ OK ☐ NG	ล็อคคดงอ, สูญหาย, ล็อคได้แน่นหรือไม่		
- น็อตล็อคแผ่นเพลท Core,Cavity	☐ OK ☐ NG	หลวมคลอนคลายออกหรือไม่		
3. สภาพทั่วไป				
- ความสะอาดฝุ่น ชักไป	☐ OK ☐ NG	มีฝุ่นชักไปเกาะบนผิวของแม่พิมพ์หรือไม่		
- หน้าแผ่นเพลท	☐ OK ☐ NG	มีสิ่งกีดขวาง เช่น เศษพลาสติก เศษไม้ ขยะแผ่นพลาสติก ติดอยู่หรือไม่		
- ฐาน Nozzle	☐ OK ☐ NG	มีเศษพลาสติกไหลออกมาแข็งปนกันหรือไม่		
* กรณีพบเจอสิ่งผิดปกติให้ทำการบันทึกลงช่อง OK,NG แล้วทำการแก้ไข ก่อนจะทำขั้นตอนต่อไป				
หมายเหตุ :				

รูปที่ 14 ตัวอย่าง Check Sheet เดิมที่ใช้ในการตรวจสอบแม่พิมพ์

บริษัท กรณีศึกษา		Approved	Checked	Issued
		/ /	/ /	/ /
ใบตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนติดตั้งแม่พิมพ์				
		Date	Time	
M/C No.			Mold No.	
Part No.			Part Name	
Mold แม่พิมพ์				
1 ปลีก Hot Runner	☐ OK	☐ NG		
2 ปลีก Hydraulic	☐ OK	☐ NG		
3 ปลีก Limit switch :				
4 ปลีกต่อไปนี้ :	Core	☐ OK	☐ NG	
	Ejector	☐ OK	☐ NG	
	ตัวผู้ (แม่พิมพ์)	☐ OK	☐ NG	
	ตัวเมีย (เครื่อง)	☐ OK	☐ NG	
5 เฟลทลีดกันแยก	☐ OK	☐ NG		
6 รุหัวฉีด Nozzle	☐ OK	☐ NG		
Temperature Controller (Hot Runner)				
1 ปลีก Hot Runner	จำนวน.....โซน	☐ OK	☐ NG	
2 สภาพทั่วไป	←	☐ OK	☐ NG	
Arm Robot				
1 สายลมและข้อต่อ	←	☐ OK	☐ NG	
2 สภาพทั่วไป	←	☐ OK	☐ NG	
Eye Bolt				
1 จำนวน 2, 4 ตัวครบ	←	☐ OK	☐ NG	
2 สภาพ	←	☐ OK	☐ NG	
Valve Gate				
1 ปลีกวาล์วเกตและสาย	←	☐ OK	☐ NG	
2 สภาพทั่วไป	←	☐ OK	☐ NG	
ข้อต่อและสายน้ำ : ประเภท				
1 ข้อต่อ	←	น้ำธรรมดา ☐ OK	น้ำร้อน ☐ NG	น้ำมัน ☐
2 สาย	←	☐ OK	☐ NG	
รายละเอียดเพิ่มเติม				

รูปที่ 15 การเพิ่มขั้นตอนการตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนการติดตั้ง

2. การแก้ไขปรับปรุงเพื่อลดความผันแปรของเวลา

จากการบันทึกเวลาขั้นตอนการทำงาน พบว่ามีขั้นตอนที่มีความผันแปรของเวลาสูงดังได้กล่าวไปแล้วข้างต้น จำนวน 4 ขั้นตอนคือขั้นตอนที่ 13, 14, 17 และ 19

จากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อความผันแปรของเวลาที่ใช้ในการติดตั้งแม่พิมพ์ในแต่ละครั้ง มีดังนี้

2.1 ความไม่พร้อมของเครื่องจักรอุปกรณ์ (ขั้นตอนที่ 13 และ 14)

ความผันแปรของเวลาในแต่ละครั้งเกิดจากสภาพเครื่องจักรและอุปกรณ์ไม่มีความพร้อมหรือเสียหาย การกำหนดที่วางของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง และการตรวจสอบสภาพพร้อมใช้งานก่อนการเปลี่ยนหรือติดตั้งแม่พิมพ์ สามารถลดเวลาในการเปลี่ยนและปรับตั้งแม่พิมพ์ได้

การแก้ไขปรับปรุง

1. กำหนด Check Sheet รายการที่ตรวจสอบก่อนการขึ้นแม่พิมพ์ให้ครอบคลุมอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการติดตั้งแม่พิมพ์นั้นๆ
2. ตรวจสอบรายการอุปกรณ์ต่างๆ ตาม Check Sheet ที่กำหนดในข้อ 1 ก่อนการหยุดเครื่องจักร

ผลที่ได้รับ

1. มี Check Sheet สำหรับตรวจสอบสภาพความพร้อมของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องก่อนการติดตั้งแม่พิมพ์ (อ้างอิง Check Sheet รูปที่ 18)
2. ลดเวลาผันแปรที่เกิดจากปัญหาอุปกรณ์เสียหาย

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบเวลาผันแปรก่อนและหลังการปรับปรุง ขั้นตอนที่ 13 และ 14

ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	ความผันแปร	
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
13	<u>ก่อนปรับปรุง</u> ต่อข้อต่อ น้ำ ไฟ และระบบไฮดรอลิคของฝั่ง Core (พบข้อต่อและสายน้ำชำรุดขณะติดตั้ง)	4 นาที	1 นาที
	<u>หลังปรับปรุง</u> ไม่พบข้อต่อหรือสายน้ำชำรุดขณะติดตั้ง		

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบเวลาผันแปรก่อนและหลังการปรับปรุง ขั้นตอนที่ 13 และ 14 (ต่อ)

ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	ความผันแปร	
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
14	<u>ก่อนปรับปรุง</u> เพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์เมื่ออยู่บนเครื่องฉีด	31 นาที	5 นาที
	<u>หลังปรับปรุง</u> เพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์ก่อนติดตั้ง		

2.2 ประเภทและสีของเม็ดพลาสติก (ขั้นตอนที่ 17)

เนื่องจากคุณสมบัติที่ต่างกันของเม็ดพลาสติกแต่ละชนิด ส่งผลต่อระยะเวลา ที่ใช้ในการไล่เม็ดพลาสติกเดิมออกจากสกรู การวางแผนการผลิตให้แต่ละเครื่องผลิตชิ้นงานวัตถุดิบเดียวกันและสีเดียวกันจะแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ แต่เป็นสิ่งที่เป็นไปได้ยากสำหรับโรงงานที่มีเครื่องฉีดจำกัด และมีชิ้นงานที่ต้องผลิตจำนวนหลายร้อยรายการ ดังนั้นนอกจากการใช้ประเภทเม็ดพลาสติกไล่ที่เหมาะสมแล้ว การลดปริมาณพลาสติกค้างในกระบอกฉีดให้เหลือน้อยที่สุดก่อนการเปลี่ยนแม่พิมพ์จะสามารถช่วยลดเวลาไล่เม็ดพลาสติกเก่าได้

การแก้ไขปรับปรุง

1. กำหนดการปิดวัตถุดิบไม่ให้ไหลจากท่อส่งวัตถุดิบลงสู่กระบอกฉีดก่อนจบการผลิต 10 ชิ้น (1 แพคกิ้ง บรรจุ 10 ชิ้น ใช้เวลาผลิตประมาณ 10 นาที)
2. กำหนดจำนวน Shot ที่ฉีดงานหลังการปิดวัตถุดิบเพื่อให้เหลือวัตถุดิบในกระบอกน้อยที่สุด

ผลที่ได้รับ

1. เวลาในการไล่วัตถุดิบเก่าออกจากกระบอกฉีดลดลง
2. สูญเสียวัตถุดิบระหว่างการไล่วัตถุดิบเก่าน้อยลง

ตารางที่ 15 เปรียบเทียบเวลาผันแปรก่อนและหลังการปรับปรุง ขั้นตอนที่ 17

ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	ความผันแปร	
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
17	<u>ก่อนปรับปรุง</u> ปิดฝาที่นำส่งวัตถุดิบเมื่อถึงงานจนได้ครบจำนวนของแผนผลิต	10 นาที	5 นาที
	<u>หลังปรับปรุง</u> พนักงานหน้าเครื่องปิดฝาที่นำส่งวัตถุดิบก่อนจบแผนการผลิต 10 ชิ้น (10 ชิ้น ประมาณ 10 นาที)		

2.3 การรออนุมัติคุณภาพการผลิต First Piece Approval (ขั้นตอนที่ 19)

เนื่องจากพนักงานตรวจสอบคุณภาพไม่อยู่ประจำหน้าเครื่องเมื่อติดตั้งแม่พิมพ์เรียบร้อยแล้วทำให้ไม่สามารถผลิตงานได้ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการผลิตและสูญเสียเวลาเครื่องจักร

การแก้ไขปรับปรุง

กำหนดให้ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพประจำเครื่องระหว่างจบขั้นตอนที่ 17 และเริ่มขั้นตอนที่ 18 (จบการใส่วัตถุดิบเท่่อออกจากกระบอกลงและเริ่มทดลองฉีดงาน) เพื่อไม่ให้สูญเสียเวลาในการรอการตรวจสอบคุณภาพ

ผลที่ได้รับ

ไม่สูญเสียเวลารอการตรวจสอบคุณภาพเพื่อรับรองการผลิต

ตารางที่ 16 เปรียบเทียบเวลาผันแปรก่อนและหลังการปรับปรุง ขั้นตอนที่ 19

ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	ความผันแปร	
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
19	<u>ก่อนปรับปรุง</u> รอฝ่ายตรวจสอบคุณภาพตรวจและรับรองให้ผลิตงาน	8 นาที	0 นาที
	<u>หลังปรับปรุง</u> ไม่สูญเสียเวลารอการตรวจสอบคุณภาพ โดยกำหนดให้ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพประจำเครื่องเมื่อจบขั้นตอนที่ 17 และเริ่มขั้นตอนที่ 18		

3. ผลการปรับปรุงโดยหลักการ SMED

หลังจากปรับปรุงขั้นตอนการทำงานการติดตั้งแม่พิมพ์ เมื่อเปรียบเทียบขั้นตอนก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง มีลำดับขั้นตอนที่เปลี่ยนไปจากเดิม ดังตารางเปรียบเทียบเวลากิจกรรมภายในและกิจกรรมภายนอกดังตารางที่ 17 และรายละเอียดการเปรียบเทียบเวลาผันแปรของแต่ละกิจกรรมก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงที่ภาคผนวก ก



ตารางที่ 17 เปรียบเทียบขั้นตอนการติดตั้งก่อนและหลังปรับปรุง

ลำดับ	ขั้นตอนการติดตั้ง	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง		การเปลี่ยนแปลง/ปรับปรุง
		ประเภทกิจกรรม/เวลา (นาที)		ประเภทกิจกรรม/เวลา (นาที)		
		ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	
1	ตรวจสอบแผนการผลิต หมายเลขแม่พิมพ์และตำแหน่งวางแม่พิมพ์ตัวถัดไป	5	0	5	0	-
2	ยกแม่พิมพ์ตัวใหม่จากชั้นวางมาที่จุดรอ	13	0	13	0	-
3	ตรวจสอบสภาพแม่พิมพ์ ตาม Check Sheet ที่กำหนด	7	0	10	0	กำหนด Check Sheet ใหม่ครอบคลุมอุปกรณ์ทั้งหมด (อ้างอิงรูปที่ 18)
4	หยุดผลิต	0	3	0	3	-
4.1	สั่งหยุดโรบอท เพื่อให้สัญญาณสั่งเครื่องฉีดหยุดฉีด					
4.2	หยุดเครื่องฉีดโดยเลือกคำสั่งให้เป็นการฉีดแบบ Manual					
4.3	ตัดสัญญาณโรบอทให้กลับมาอยู่ที่ Home					
4.4	ถอยหัวฉีด					
5	ฉีดสเปรย์กันสนิมที่หน้าแม่พิมพ์ทั้ง 2 ฝั่งและปิดแม่พิมพ์ ล็อกตัวกันแม่พิมพ์แยก	0	0	0	0	-
6	นำแม่พิมพ์เดิมออกจากเครื่อง	0	22	0	22	-
6.1	เดินเครนเหนือเครื่องฉีด คล้องห่วง (Eye Bolt) เข้ากับแม่พิมพ์ในเครื่อง					
6.2	ปลดข้อต่อไฟฟ้า ออกจากแม่พิมพ์					
6.3	บังคับเครนให้ยกถึงพอดี จึงปลดแคลมป์แม่เหล็ก (Magnetic Lamp)					
6.4	ปลดแผ่นประกบเครื่อง (Plate) ฝั่ง Core จนสุดระยะ					
6.5	เลื่อนเครนตามจนตำแหน่งแขนแม่พิมพ์หลุดจากเครื่อง					
6.6	กดเครนยกแม่พิมพ์ขึ้นเหนือเครื่องฉีด					
7	บังคับเครนยกแม่พิมพ์ไปยังชั้นเก็บ หย่อนแม่พิมพ์ลงชั้นวางและปลดตะขอเครน	0	17	0	5	กำหนดจุดวางแม่พิมพ์ชั่วคราวหน้าชั้นเก็บ สะดวก รวดเร็ว
8	ยกแม่พิมพ์ใหม่ไปยังเครื่องฉีดเพื่อติดตั้ง	0	11	0	10	-
8.1	บังคับเครนมายังจุดวางแม่พิมพ์ที่เตรียมไว้ เกี่ยวตะขอเครนกับห่วงแม่พิมพ์ใหม่					
8.2	ยกแม่พิมพ์ขึ้นเหนือเครื่องฉีด หย่อนแม่พิมพ์ลงในเครื่องฉีด					
9	ตรวจสอบระยะแขนแม่พิมพ์ตรงกับรูแล้วจึงปิดเฟลท	0	4	0	4	-
10	กำหนดเซ็นเตอร์แม่พิมพ์ (Lock Mangetic Clamp) ปลดตัวกันแม่พิมพ์แยก	0	2	0	2	-

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบขั้นตอนการติดตั้งก่อนและหลังปรับปรุง (ต่อ)

ลำดับ	ขั้นตอนการติดตั้ง	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง		การเปลี่ยนแปลง/ปรับปรุง
		ประเภทกิจกรรม/เวลา (นาที)		ประเภทกิจกรรม/เวลา (นาที)		
		ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	
11	เรียกโปรแกรมฉีด ตรวจสอบหมายเลขแม่พิมพ์บนใบสั่งผลิตและโปรแกรมเครื่องฉีด	0	3	0	3	-
12	เปิดแม่พิมพ์สุตระยะ ทำความสะอาดหน้าพิมพ์ ตรวจสอบกระทุ้งฝั Core (Ejector)	0	5	0	5	-
13	ต่อข้อต่อน้ำ ไฟ และระบบไฮดรอลิกของฝั Core	0	8	0	7	ลดความผันแปร ไม่พบข้อต่อ/สายน้ำเสียหาย เพิ่ม Check Sheet ลำดับที่ 3
14	เพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์และรออุณหภูมิ น้ำ ไฟ ขึ้นตามกำหนด (ไฟจะเขียวเมื่อได้ อุณหภูมิที่กำหนด)	0	70	30	27	แยกกิจกรรมอุ่นพิมพ์ภายนอก 30 นาที จึงนำ พิมพ์ขึ้นติดตั้งบนเครื่อง เวลาเพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์ ขณะอยู่บนเครื่อง
15	นำอาร์มโรบอทใหม่จากจุดแขวนมารอติดตั้ง	0	3	3	0	กิจกรรมภายนอก ปรับปรุง Check Sheet ลำดับที่ 3
16	ติดตั้งอาร์มโรบอท และตั้งโปรแกรมโรบอท	0	3	0	3	-
17	ไล่วัตถุดิบเก่าออกจากกระบอฉีด (Purge)	0	21	0	14	กำหนดเวลาปิดไหลดเตอร์ก่อนจบแผนการผลิต เพื่อลดปริมาณวัตถุดิบเหลือในกระบอฉีด
18	ทดลองฉีดงาน (Free Shot)	0	10	0	10	-
19	ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพตรวจและรับรองให้ผลิดงาน (First Piece Approval)	0	8	0	3	กำหนดลำดับการทำงาน ให้ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพประจำหน้าเครื่อง
แยกเวลากิจกรรมภายนอกและภายใน		25	196	58	127	

การกำหนดมาตรฐานการทำงาน

มาตรฐานการทำงานใหม่ เริ่มจากการใช้ Check Sheet ที่ครอบคลุมการเตรียมและตรวจสอบอุปกรณ์ทั้งหมดที่ต้องใช้ในการติดตั้งแม่พิมพ์ ปรับขั้นตอนการทำงานตั้งแต่การเตรียมภายนอกและภายในให้เป็นมาตรฐานใหม่และนำไปปฏิบัติ โดยมีขั้นตอนการติดตั้งหลังการปรับปรุงดังตารางที่ 18 โดยแบ่งรายละเอียดขั้นตอนหลังการปรับปรุงที่เปลี่ยนไปดังนี้

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบแม่พิมพ์ ปรับปรุงใหม่เป็นการตรวจสอบแม่พิมพ์และอุปกรณ์ตาม Check Sheet ที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 4 ผลจากการเปลี่ยนกิจกรรมภายในเป็นกิจกรรมภายนอกบางส่วนของขั้นตอนที่ 14 เดิมการเพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์ทำเมื่อแม่พิมพ์อยู่บนเครื่องฉีดพลาสติกปรับปรุงโดยการอุ่นแม่พิมพ์เพื่อเพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์ 50%-60% จากอุณหภูมิที่ต้องการ ก่อนการติดตั้งแม่พิมพ์ เช่น ฮีตเตอร์แม่พิมพ์ต้องมีอุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียสปรับปรุงโดยเปลี่ยนเป็นกิจกรรมภายนอกโดยการอุ่นฮีตเตอร์แม่พิมพ์ให้ได้ 130 องศา ก่อนการติดตั้งแม่พิมพ์ (ไม่สามารถอุ่นแม่พิมพ์ภายนอกให้ถึงอุณหภูมิ 220 องศา เนื่องจากเหล็กจะขยายตัวเมื่อนำแม่พิมพ์ขึ้นติดตั้งจะมีปัญหาในการต่อข้อต่อต่างๆ เข้าแม่พิมพ์ไม่ได้หรือต่อได้ยาก)

ขั้นตอนที่ 15 เดิมนำอาร์มโรบอทจากจุดตรวจมาตรฐานมาตรวจสอบหลังจากหยุดเครื่องจักรแล้ว เปลี่ยนขั้นตอนกิจกรรมภายในเป็นกิจกรรมภายนอก โดยเพิ่มการเช็คอาร์มโรบอทไว้ใน Check Sheet ในขั้นตอนที่ 3 แทน

ตารางที่ 18 ขั้นตอนการทำงานใหม่หลังการปรับปรุง

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน
1	ตรวจสอบแผนการผลิต หมายเลขแม่พิมพ์และตำแหน่งวางแม่พิมพ์ตัวถัดไป
2	ยกแม่พิมพ์ตัวใหม่จากชั้นวางมาที่จุดรอ
3	ตรวจสอบสภาพแม่พิมพ์และอุปกรณ์ตาม Check Sheet ที่กำหนด
4	เพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์ก่อนการติดตั้งที่จุดวางแม่พิมพ์รอติดตั้ง
5	หยุดผลิต
5.1	สั่งหยุดโรบอท เพื่อให้สัญญาณสั่งเครื่องฉีดหยุดฉีด
5.2	หยุดเครื่องฉีดโดยเลือกคำสั่งให้เป็นการฉีดแบบ Manual
5.3	ตัดสัญญาณโรบอทให้กลับมาอยู่ที่ Home
5.4	ถอยหัวฉีด
6	ฉีดสเปรย์กันสนิมที่หน้าแม่พิมพ์ทั้ง 2 ฝั่ง และปิดแม่พิมพ์ ล็อกตัวกันแม่พิมพ์แยก
7	นำแม่พิมพ์เดิมออกจากเครื่องฉีด
7.1	เดินเครนเหนือเครื่องฉีด คล้องห่วง (Eye Bolt) เข้ากับแม่พิมพ์ในเครื่อง
7.2	ปลดข้อต่อไฟฟ้า ออกจากแม่พิมพ์
7.3	บังคับเครนให้ยกถึงพอดี จึงปลดแคลมป์แม่เหล็ก (Magnetic Lamp)
7.4	ปลดแผ่นประกบเครื่อง (Plate) ฝั่ง Core จนสุดระยะ
7.5	เลื่อนเครนตามจนตำแหน่งแหวนแม่พิมพ์หลุดจากเครื่อง
7.6	กวดเครนยกแม่พิมพ์ขึ้นเหนือเครื่องฉีด

ตารางที่ 18 ขั้นตอนการทำงานใหม่หลังการปรับปรุง (ต่อ)

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน
8	บังคับกระบอกแม่พิมพ์ไปจุดวางแม่พิมพ์พร้อมการติดตั้งและปลดตะขอเครน
9	ยกแม่พิมพ์ใหม่ไปยังเครื่องฉีดเพื่อติดตั้ง
9.1	บังคับกระบอกแม่พิมพ์ที่เตรียมไว้ เกี่ยวตะขอเครนกับหัวแม่พิมพ์ใหม่
9.2	ยกแม่พิมพ์ขึ้นเหนือเครื่องฉีด หย่อนแม่พิมพ์ลงในเครื่องฉีด
10	ตรวจสอบระยะแหวนแม่พิมพ์ตรงกับรูแล้วจึงปิดเพลท
11	กำหนดเซ็นเตอร์แม่พิมพ์ (Lock Mangetic Clamp) ปลดตัวกันแม่พิมพ์แยก
12	เรียกโปรแกรมฉีด ตรวจสอบหมายเลขแม่พิมพ์บนใบสั่งผลิตและโปรแกรมเครื่องฉีด
13	เปิดแม่พิมพ์สู่ระยะ ทำความสะอาดหน้าพิมพ์ ตรวจสอบกระทุ้งฝั่ง Core (Ejector)
14	ต่อข้อต่อ น้ำ ไฟ และระบบไฮดรอลิกของฝั่ง Core
15	เพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์และรออุณหภูมิ น้ำ ไฟ ขึ้นตามกำหนด (ไฟจะเขียวเมื่อได้อุณหภูมิที่กำหนด)
16	ติดตั้งอาร์มโรบอท และตั้งโปรแกรมโรบอท
17	ไล่วัสดุดิบเก่าออกจากกระบอกฉีด (Purge)
18	ทดลองฉีดงาน (Free Shot)
19	ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพตรวจและรับรองให้ผลิตงาน (First Piece Approval)

สรุปผลการศึกษา

1. สามารถปรับปรุงขั้นตอนการติดตั้งแม่พิมพ์ให้มีประสิทธิภาพและใช้เวลาลดลงจากเดิม 221 นาที เหลือ 185 นาที เวลารวมลดลง 36 นาที ดังตารางที่ 19
2. เปลี่ยนกิจกรรมภายในเป็นกิจกรรมภายนอกและลดเวลากิจกรรมภายใน สามารถเปลี่ยนกิจกรรมภายในให้เป็นกิจกรรมภายนอกได้ จากเดิม 3 ขั้นตอน เป็น 4 ขั้นตอน และลดเวลากิจกรรมภายในลง 35% จากเดิมใช้เวลาตั้งแต่หยุดเครื่องจนสามารถผลิตงานในเวลาเฉลี่ย 196 นาที หลังปรับปรุงใช้เวลาสำหรับกิจกรรมภายใน 127 นาที ใช้เวลาลดลง 69 นาที

ตารางที่ 19 เปรียบเทียบเวลา ก่อนและหลังการปรับปรุงกิจกรรมภายในและภายนอก

ประเภทการติดตั้ง	ก่อนการปรับปรุง (นาที)	หลังการปรับปรุง (นาที)	เวลาที่เปลี่ยนแปลง (นาที)	เปอร์เซ็นต์การปรับปรุง
กิจกรรมภายนอก	25	58	เพิ่มขึ้น 33 นาที	เพิ่มขึ้น 132%
กิจกรรมภายใน	196	127	ลดลง 69 นาที	ลดลง 35%

ตารางที่ 20 เปรียบเทียบความผันแปรของเวลา 4 ขั้นตอน ก่อนและหลังปรับปรุง

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	ก่อนปรับปรุง			หลังปรับปรุง		
		ต่ำสุด	สูงสุด	ผันแปร	ต่ำสุด	สูงสุด	ผันแปร
13	ต่อข้อต่อน้ำ ไฟ และระบบไฮดรอลิคของฝั่ง Core	7	11	4	7	8	1
14	รออุณหภูมิน้ำ ไฟ ขึ้นตามกำหนด (ไฟจะเขียวเมื่อได้อุณหภูมิที่กำหนด)	65	96	31	55	60	5
17	ไล่วัตถุติดเกาออกจากกระบอกฉีด	15	25	10	13	15	2
19	ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพตรวจและรับรองให้ผลิตงาน	5	20	15	3	3	0

สามารถลดความผันแปร เฉพาะ 4 ขั้นตอนที่เคยกล่าวข้างต้น จากเดิม 60 นาที ลดเหลือ 8 นาที รวมเวลาผันแปรลดลง 52 นาที

เมื่อนำเวลาผันแปรทั้ง 19 ขั้นตอน มารวมกัน พบว่าก่อนปรับปรุงมีความผันแปรรวม 78 นาที หลังปรับปรุงมีความผันแปรรวม 23 นาที (ลดลง 55 นาที)

1. ต้นทุนลดลง

นอกจากเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตจะลดลงแล้ว ยังเป็นการลดต้นทุนอีกด้วย เมื่อนำเวลาที่ลดลงมาคำนวณเป็นมูลค่าของสินค้าที่สามารถผลิตในช่วงดังกล่าว จากเวลากิจกรรมภายในเดิมใช้เวลา 196 นาที สามารถลดเวลากิจกรรมภายในเหลือ 127 นาที สามารถลดเวลาได้ถึง 69 นาที

เมื่อนำเวลาที่ลดลงของกิจกรรมภายในมาคำนวณเป็นมูลค่า พบว่าเวลา 69 นาทีที่เคยสูญเสียไปนั้น มีมูลค่าถึง 365,400.- บาท/เดือน หรือ 6,300.- บาท/ครั้ง

ตารางที่ 21 การคำนวณมูลค่าสินค้าจากเวลาที่ปรับปรุง

รายละเอียด	สิ่งที่ได้จากการปรับปรุง	
เวลาที่ลดลงหลังการปรับปรุง	69	นาที
เวลาฉีด/ชิ้นงาน	1.08	นาที
จำนวนชิ้นงานที่ควรได้	63	ชิ้น
ราคาชิ้นงาน	100	บาท/ชิ้น
จำนวนเงินที่สูญเสียการผลิต	6,300	บาท/ครั้ง
จำนวนครั้งที่ติดตั้งแม่พิมพ์	58	ครั้ง/เดือน
มูลค่าชิ้นงาน	365,400	บาท/เดือน

ประโยชน์ที่ได้รับทางตรงในการปรับลดเวลาการติดตั้งแม่พิมพ์ สามารถเพิ่มเวลาการใช้เครื่องจักรผลิตงานและยังเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับบริษัทด้วย

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การวางแผนการผลิตที่เหมาะสมเพื่อลดเวลาการหยุดเครื่องจักร ปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษากำหนดจำนวนการผลิตในแต่ละครั้งสำหรับผลิตชิ้นส่วนที่เป็นรุ่นปัจจุบันจำนวน 200 ชิ้น ถึง 2,000 ชิ้น ต่อการผลิต โดยอ้างอิงยอดการสั่งซื้อจากลูกค้า สำหรับงานที่หมดรุ่นการประกอบแล้วแต่ยังต้องผลิตขายเป็นงานอะไหล่ (Service Part) จำนวนการสั่งซื้อจากลูกค้าส่วนใหญ่จะมีจำนวนน้อย ตั้งแต่ 1 ชิ้น ถึง 50 ชิ้น ซึ่งใช้เวลาผลิตงานสั้นมาก เช่น ผลิตงานจำนวน 20 ชิ้น ใช้เวลาในการผลิตเพียง 20-30 นาที ในขณะที่การเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ต้องใช้เวลามากกว่าหนึ่งชั่วโมง หากฝ่ายวางแผนการผลิตปรับยอดการผลิตสำหรับเครื่องจักรขนาด 2000 ตันขึ้นไป โดยผลิตจำนวนมากขึ้นและเก็บสต็อกนานขึ้นจะช่วยลดเวลาที่ต้องหยุดเครื่องจักรได้

นอกจากนี้ฝ่ายวางแผนควรประสานงานกับหน่วยงานซ่อมบำรุงแม่พิมพ์ล่วงหน้า ก่อนการผลิต เพื่อซ่อมบำรุงแม่พิมพ์ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานก่อนติดตั้ง เนื่องจากแม่พิมพ์ที่ไม่ได้ผลิตอย่างสม่ำเสมออาจพบปัญหาหน้าพิมพ์เป็นสนิมหรือท่อน้ำแม่พิมพ์อุดตัน จึงควรทำความสะอาดหน้าพิมพ์มากกว่าแม่พิมพ์ที่ผลิตประจำและตรวจสอบสภาพทั่วไปก่อนนำขึ้นผลิต เพื่อลดปัญหาหยุดเครื่องจักรหลังการติดตั้ง

2. การพัฒนาทักษะความชำนาญของช่างฉีด แม้จะมีการกำหนดคู่มือการปฏิบัติงานของแต่ละชิ้นงาน (Injection Condition) การจัดฝึกอบรมเพื่อให้ความรู้ช่างในการแก้ไขปัญหาคุณภาพงานจะช่วยเพิ่มความชำนาญและทักษะในการวิเคราะห์ปัญหางานได้แม่นยำมากขึ้น ทำให้สามารถลดเวลาที่จะสูญเสียระหว่างการผลิตและแก้ไขปัญหาได้

3. การประสานงานและความร่วมมือภายในองค์กร การมีส่วนร่วมอย่างจริงจังของทุกส่วนงานที่เกี่ยวข้องในการปรับเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ มีหน่วยงานเตรียมวัตถุดิบ เตรียมภาชนะบรรจุชิ้นงาน ฝ่ายผลิตและฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ การประสานงานและการเตรียมความพร้อมของแต่ละฝ่ายก่อนการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์จะช่วยให้การปรับเปลี่ยนแม่พิมพ์เป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

4. นโยบายการทำงานอย่างต่อเนื่องในช่วงพัก (พักเที่ยงและพักเที่ยงคืน) การหยุดการผลิตในช่วงพักเที่ยง เมื่อเริ่มฉีดงานใหม่ในช่วงหลังพัก จะมีงานเสียตอนเริ่มฉีดใหม่อีกประมาณ 3-5 ชิ้น เนื่องจากวัตถุดิบที่ค้างอยู่ในกระบอฉีดมีความร้อนสะสมทำให้ชิ้นงานที่ฉีดออกมาเป็นชิ้นงานที่ไหม้ บางครั้งต้องไล่วัตถุดิบที่อยู่ในกระบอฉีดออกก่อนจึงจะสามารถผลิตได้งานคุณภาพ หากมีการบริหารจัดการทรัพยากรในการสลับเข้าเครื่องในช่วงพักช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้

5. โรงงานกรณีศึกษา ยังมีเครื่องฉีดขนาดใหญ่ขนาด 2000 ตัน และ 3200 ตัน ซึ่งควรขยายผลการปรับปรุงไปยังเครื่องดังกล่าว เพื่อเพิ่มปรับปรุงการทำงานและลดเวลาการติดตั้งแม่พิมพ์

6. ควรขยายผลการอุ่นแม่พิมพ์ก่อนการติดตั้งให้มีทุกโซนการผลิต เพื่อช่วยลดเวลากิจกรรมภายในระหว่างการติดตั้งแม่พิมพ์

ทั้งนี้การดำเนินการปรับปรุงการติดตั้งแม่พิมพ์ให้รวดเร็วมีประสิทธิภาพ ต้องได้รับความร่วมมือ จากทุกส่วนที่เกี่ยวข้อง การมีวินัยในการทำงาน ตลอดจนการดูแลและให้ความรู้แก่ช่างอย่างต่อเนื่อง ตลอดจนขวัญและกำลังใจของทีมงาน จะช่วยปรับปรุงการติดตั้งแม่พิมพ์ให้มีประสิทธิภาพและยั่งยืน



TNI

บรรณานุกรม

TNI

บรรณานุกรม

- ขวัญใจ โชคไพบุลย์; และทศพล เกียรติเจริญผล. (2555). การลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักร
ของกระบวนการพิมพ์โดยใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน. สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน
2560, จาก <http://www.dms.eng.su.ac.th/filebox/FileData/POME021.pdf>.
- เจฟฟรีย์ โลเคอร์. (2548). วิธีแห่งโตโยต้า. แปลโดย วิทยา สุหฤทธดำรง. พิมพ์ครั้งที่ 5.
กรุงเทพฯ : อี.ไอ. สแควร์ พับลิชชิง.
- ชุมพล ศฤงคารศิริ. (2553). การวางแผนและควบคุมการผลิต. พิมพ์ครั้งที่ 21. กรุงเทพฯ :
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- ชาณิดา พิตยานนท์; และปริญญา พัฒนสันต์พร. (2560). การลดเวลาการเปลี่ยนลูกกลิ้ง
และปรับตั้งเครื่องรีดพลาสติกด้วยแผ่นด้วยเทคนิค SMED. สืบค้นเมื่อ
20 กันยายน 2560, จาก <http://www.research-system.siam.edu/2013-12-20-04-26-42/4431-smed>.
- ดาริกา อวะภาค; ศุภชัย ภิสิทธิ์เพ็ญ; และมณฑิรา เอียดเสน. (2552). การลดเวลาสูญเสียใน
กระบวนการผลิตไอศกรีมแท่ง. สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2560, จาก <http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/2555/KC4911020.pdf>.
- โตโยต้า ไซซาน; และโฮชิกิโง่ กางเกร์ไก. (2553). ระบบการผลิตแบบโตโยต้า. แปลโดย
มังกร โรจน์ประภากร. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี
(ไทย-ญี่ปุ่น).
- ธนรัตน์ รัตนกุล; และคณะ. (2555). การลดเวลาปรับตั้งเครื่องพิมพ์หมึกสีในโรงงานผลิต
กล่องกระดาษ. สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2560, จาก <http://www.dms.eng.su.ac.th/filebox/FileData/WPS004.pdf>.
- นิรัญ วีระสะ. (2558). การลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักรโดยใช้เทคนิค SMED กรณีศึกษา
กระบวนการไฟน์แบลิ่งกิ้งค์ เฟลส. สารนิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการอุตสาหกรรม).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- นุกุล อุบลบาน. (2554). การประยุกต์ระบบ TPM เพื่อสนับสนุนระบบการผลิตแบบลีน.
สืบค้นเมื่อ 13 มิถุนายน 2559, จาก <https://www.eg.mahidol.ac.th/dept/egie/images/IE-Network-Archives/2011/PDF/2.POM/POM05.pdf>.
- บรรเลง ศรีนิล. (2558). เทคโนโลยีพลาสติก. พิมพ์ครั้งที่ 34. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริม
เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. (2559). สถิติยอดขายรถยนต์ในประเทศ. สืบค้นเมื่อ 23 มิถุนายน 2559, จาก http://www.fti.or.th/2016/thai/ftitechnicalsub.aspx?sub_id=23.

อดิศักดิ์ นาวาเหนือ; และคณะ. (2554). การประยุกต์ใช้เทคนิคการปรับตั้งเครื่องจักรแบบรวดเร็ว กรณีศึกษาเครื่องขึ้นรูปแม่พิมพ์ทราย. สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2560, จาก <http://www.eg.mahidol.ac.th/dept/egie/images/IE-Network-Archives/2011/PDF/3.WPE/WPE29.pdf>.

อมลวรรณ บุญยจรัสพงศ์. (2556). การปรับปรุงเพื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์ (Availability) ของเครื่อง พิมพ์ออฟเซตป้อนม้วนโดยการประยุกต์ใช้เทคนิค SMED กรณีศึกษา บริษัทผลิตสิ่งพิมพ์ฟอร์มต่อเนื่อง. สารนิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

Shigeo Shingo. (1985). **A Revolution in Manufacturing the SMED System.**

New York : The Productivity Press Development Team.

The Productivity Press Development Team. (1996). **Quick Changeover for Operators : The SMED System.** New York : Productivity Press.

Wikimedia. (2016). **Injection Molding Machine.** Retrieved June 23, 2016, from http://www.upload.wikimedia.org/wikimedia/commons/thumb/d/dd/Injection_moulding.

TNI

ภาคผนวก

TNI

ภาคผนวก ก.

การเปรียบเทียบเวลาผันแปรก่อนและหลังการปรับปรุง

TNI

ตารางที่ 22 เปรียบเทียบเวลาผันแปร ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	ก่อนปรับปรุง (นาที)				หลังปรับปรุง (นาที)			
		ต่ำสุด	สูงสุด	ผันแปร	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	ผันแปร	เฉลี่ย
1	ตรวจสอบแผนการผลิต หมายเลขแม่พิมพ์และตำแหน่งวางแม่พิมพ์ตัวถัดไป	4	6	2	5	4	5	1	5
2	ยกแม่พิมพ์ตัวใหม่จากชั้นวางมาที่จตุร	12	14	2	13	12	14	2	13
3	ตรวจสอบสภาพแม่พิมพ์ ตาม Check Sheet ที่กำหนด	6	7	1	7	8	10	2	10
4	หยุดผลิต	3	3	0	3	3	3	0	3
4.1	สั่งหยุดโรบอท เพื่อให้สัญญาณสั่งเครื่องฉีดหยุดฉีด								
4.2	หยุดเครื่องฉีดโดยเลือกคำสั่งให้เป็นการฉีดแบบ Manual								
4.3	ตัดสัญญาณโรบอทให้กลับมาอยู่ที่ Home								
4.4	ถอยหัวฉีด								
5	ฉีดสเปรย์กันสนิมที่หน้าแม่พิมพ์ทั้ง 2 ฝั่ง และปิดแม่พิมพ์ ล็อกตัวกันแม่พิมพ์แยก	6	6	0	6	6	6	0	6
6	นำแม่พิมพ์เดิมออกจากเครื่องฉีด	21	24	3	22	20	23	3	22
6.1	เดินเครนเหนือเครื่องฉีด คล้องห่วง (Eye Bolt) ทั้ง 4 ตัว เข้ากับแม่พิมพ์ในเครื่อง								
6.2	ปลดข้อต่อ น้ำ ไฟ ออกจากแม่พิมพ์								
6.3	บังคับเครนให้ยกติ่งพอดี้ จึงปลดแคลมป์แม่เหล็ก (Magnetic Lamp)								
6.4	ปลดแผ่นประกบเครื่อง (Plate) ฝั่ง Core จนสุดระยะ								
6.5	เลื่อนเครนตามจนตำแหน่งแหวนแม่พิมพ์หลุดจากเครื่อง								
6.6	กวดเครนยกแม่พิมพ์ขึ้นเหนือเครื่องฉีด								
7	บังคับเครนยกแม่พิมพ์ไปยังชั้นเก็บ หย่อนแม่พิมพ์ลงชั้นวางและปลดตะขอเครน	16	19	3	17	5	7	2	5
8	ยกแม่พิมพ์ใหม่ไปยังเครื่องฉีดเพื่อติดตั้ง	10	13	3	11	10	11	1	10
8.1	บังคับเครนมายังจุดวางแม่พิมพ์ที่เตรียมไว้ เกี่ยวตะขอเครนกับห่วงแม่พิมพ์ใหม่								
8.2	ยกแม่พิมพ์ขึ้นเหนือเครื่องฉีด หย่อนแม่พิมพ์ลงในเครื่องฉีด								
9	ตรวจสอบระยะแหวนแม่พิมพ์ตรงกับรูแล้วจึงปิดเพลท	4	4	0	4	4	4	0	4
10	กำหนดเซ็นเตอร์แม่พิมพ์ (Lock Mangetic Clamp) ปลดตัวกันแม่พิมพ์แยก	2	2	0	2	2	2	0	2

ตารางที่ 22 เปรียบเทียบเวลาผันแปร ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง (ต่อ)

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	ก่อนปรับปรุง (นาที)				หลังปรับปรุง (นาที)			
		ต่ำสุด	สูงสุด	ผันแปร	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	ผันแปร	เฉลี่ย
11	เรียกโปรแกรมฉีด ตรวจสอบหมายเลขแม่พิมพ์บนใบสั่งผลิตและโปรแกรมเครื่องฉีด	3	4	1	3	3	4	1	3
12	เปิดแม่พิมพ์สู่ระยะ ทำความสะอาดหน้าพิมพ์ ตรวจสอบกระทุ้งฝั่ง Core (Ejector)	4	5	1	5	4	5	1	5
13	ต่อข้อต่อ น้ำ ไฟ และระบบไฮดรอลิกของฝั่ง Core	7	11	4	8	7	8	1	7
14	เพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์และรอกอุณหภูมิ น้ำ ไฟ ขึ้นตามกำหนด (ไฟจะเขียวเมื่อได้อุณหภูมิที่กำหนด)	65	96	31	70	55*	60*	5	57*
15	นำอาร์มโรบอทใหม่จากจุดแขวนมารอดัดตั้ง	3	3	0	3	3	3	0	3
16	ติดตั้งอาร์มโรบอท และตั้งโปรแกรมโรบอท	3	3	0	3	3	3	0	3
17	ไล่วัสดุติดเก่าออกจากกระบอฉีด (Purge)	15	25	10	21	13	15	2	14
18	ทดลองฉีดงาน (Free Shot)	8	10	2	10	8	10	2	10
19	ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพตรวจและรับรองให้ผลิตงาน (First Piece Approval)	5	20	15	8	3	3	0	3
		รวม (นาที)		78	221	รวม (นาที)		23	185

หมายเหตุ : * รวมเวลาภายนอก 30 นาที