

การปรับปรุงการติดตั้งแม่พิมพ์ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์พลาสติก

กรณีศึกษาโรงงานฉีดขึ้นส่วนยานยนต์พลาสติก

Mold Setup Improvement of Automotive Parts A Case Study of Automotive Plastic Part Injection Factory

วรรณวิมล พงศ์ธาดาท¹ และ ปาลีรัฐ เลชะวัณณะ²

¹ คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น 1771/1 ซ.พัฒนาการ37 ถ.พัฒนาการ เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250
โทร 0-2763-2600 โทรสาร 0-2763-2700 E-mail: handicraft08@gmail.com

² คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น 1771/1 ซ.พัฒนาการ37 ถ.พัฒนาการ เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250
โทร 0-2763-2600 โทรสาร 0-2763-2700 E-mail: paleerat@tni.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงขั้นตอนการติดตั้งและลดเวลาการติดตั้งแม่พิมพ์ในโรงงานฉีดขึ้นส่วนยานยนต์พลาสติก โดยศึกษาขั้นตอนการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ตามหลักการและเทคนิคการปรับตั้งเครื่องจักรแบบ Single Minute Exchange of Die (SMED) เป็นการปรับปรุงกิจกรรมภายในและกิจกรรมภายนอกและย้ายกิจกรรมภายในเป็นกิจกรรมภายนอก เพื่อลดเวลาที่สูญเปล่าและลดความผันแปรของเวลา ทำให้การติดตั้งแม่พิมพ์มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

เครื่องฉีดพลาสติกที่ใช้ในการศึกษาคือเครื่องฉีดพลาสติกขนาด 2300 ตัน โดยศึกษาขั้นตอนการติดตั้งแม่พิมพ์ในปัจจุบันด้วยการบันทึกขั้นตอนและเวลาที่ในแต่ละขั้นตอนเพื่อค้นหาปัจจัยที่ทำให้การติดตั้งแม่พิมพ์ใช้เวลานานและมีความผันแปร โดยปรับใช้เทคนิคการปรับตั้งเครื่องจักรตามหลักการ SMED

ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อเวลาการติดตั้งแม่พิมพ์คือการเตรียมการก่อนการติดตั้งและความพร้อมของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง จึงแยกกิจกรรมภายในและภายนอก จากนั้นทำการย้ายกิจกรรมภายในไปเป็นกิจกรรมภายนอก 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)

คำสำคัญ: SMED, ความสูญเปล่า, การไล่วัตถุดิบเก่า, การอนุมัติคุณภาพให้ผลิดงาน

Abstract

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).

Keywords: SMED, Waste, Purge, First piece approval

1. บทนำ

จากข้อมูลของสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยชี้ให้เห็นยอดขายรถยนต์ในประเทศมีจำนวนลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 และ พ.ศ. 2559 จนถึงปัจจุบัน [1] ส่งผลกระทบต่อการผลิตของผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์อย่างยิ่ง เนื่องจากจำนวนการสั่งซื้อลดลง ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์จึงจำเป็นต้องผลิตชิ้นส่วนในแต่ละครั้งจำนวนลดลงเช่นกันเพื่อให้

สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าด้วยต้นทุนการผลิตที่ต่ำสุด ดังนั้นการควบคุมการผลิตในทุกกระบวนการให้มีประสิทธิภาพสูงสุดจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนสามารถอยู่รอดและสามารถแข่งขันในตลาดได้

โรงงานกรณีศึกษาเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์พลาสติกเป็นธุรกิจหลักและในปัจจุบันลูกค้าหลักของโรงงานกรณีศึกษา มีรูปแบบการสั่งซื้อแบบทันเวลาพอดี (Just-in-Time) เมื่อยอดจำหน่ายรถยนต์ลดลง ทำให้โรงงานกรณีศึกษาต้องผลิตสินค้าให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า โดยผลิตสินค้าในปริมาณน้อยแต่หลายรายการ โดยโรงงานฯ กำหนดเป้าหมายสต็อกสินค้าไว้เพียง 1.5 - 2 วัน ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแม่พิมพ์ในการผลิตบ่อยครั้งและการหยุดเครื่องจักรสำหรับการติดตั้งแม่พิมพ์ในแต่ละครั้ง เกิดความสูญเสียทั้งในด้านเวลา แรงงานและจำนวนชิ้นงานที่สูญเสียไประหว่างการติดตั้งแม่พิมพ์ ส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตโดยรวมและต้นทุนที่สูง จึงจำเป็นต้องมีการเตรียมความพร้อมก่อนการติดตั้งและระหว่างการติดตั้งแม่พิมพ์อย่างมีประสิทธิภาพ

การศึกษาในครั้งนี้ได้นำหลักการ Single Minute Exchange of Die (SMED) มาเป็นแนวทางในการปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อปรับปรุงขั้นตอนการติดตั้งและลดเวลาการติดตั้งแม่พิมพ์ให้น้อยที่สุด SMED เป็นหลักการและเทคนิคการติดตั้งแม่พิมพ์ภายในเวลาหลักหน่วย (น้อยกว่า 10 นาที) ซึ่งเริ่มนับเวลาตั้งแต่การหยุดการผลิตของเครื่องจักร เป็นเทคนิคการติดตั้งแม่พิมพ์ที่แยกกระบวนการติดตั้งภายในและภายนอก เน้นกิจกรรมที่สามารถทำภายนอกได้ก่อนเวลาหยุดเครื่องจักร เพื่อลดเวลาการหยุดเครื่องจักรและพยายามเปลี่ยนกระบวนการภายในที่ต้องทำขณะเครื่องจักรหยุดมาเป็นกิจกรรมที่สามารถทำภายนอกแทนหรือใช้เวลาภายในให้น้อยที่สุดเพื่อลดเวลาความสูญเสียของเครื่องจักร เทคนิคการติดตั้งแม่พิมพ์ที่รวดเร็วตามหลักการของ SMED จึงเป็นทางแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสมที่จะนำมาปรับใช้เพื่อปรับปรุงกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์ให้มีประสิทธิภาพและรวดเร็วขึ้น [2]

จุดประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อปรับปรุงขั้นตอนการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ให้มีประสิทธิภาพ เพื่อลดเวลาและความผันแปรในการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 Single Minute Exchange of Die (SMED)

Shiego Shingo [2], [3] ผู้คิดหลักการปรับตั้งเครื่องจักรด้วยเวลาอันรวดเร็ว หรือที่เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายว่า SMED ซึ่งมีหลักการพื้นฐานในการปรับปรุงอยู่ 3 ขั้นตอน

1. การแยกงานในและงานนอก

การติดตั้งภายในเครื่องจักร Internal setup (IED) คือ กิจกรรมใดๆ ที่ต้องดำเนินการภายในเครื่องจักร เช่น การติดตั้งแม่พิมพ์เข้าเครื่องจักรหรือการถอดแม่พิมพ์ออกจากเครื่องจักร

การติดตั้งภายนอกเครื่องจักร External setup (OED) หมายถึง กิจกรรมต่างๆ ที่สามารถดำเนินการได้ล่วงหน้าก่อนหยุดเครื่องจักรและสามารถกระทำภายนอกเครื่องจักรได้ เช่น การเตรียมอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง เช่น ขั้วต่อ น้ำ สายน้ำ หรือภาชนะบรรจุ เป็นต้น โดยการกำหนดรายการอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้และจัดเก็บอุปกรณ์ดังกล่าวอย่างเป็นระเบียบ จะช่วยลดปัญหาความล่าช้าในการติดตั้งลงได้

2. การย้ายงานในไปเป็นงานนอก

เพื่อให้สามารถจัดเตรียมหรือปฏิบัติขั้นตอนต่างๆ ได้ล่วงหน้า มีแนวคิดสำคัญ 2 ข้อ คือ 1) การสำรวจการปฏิบัติ งานในปัจจุบันในแต่ละขั้นตอนว่ามีขั้นตอนการติดตั้งภายในเครื่องจักรรายการใดบ้างที่ไม่จำเป็น 2) หาวิธีเปลี่ยนการติดตั้งภายในไปทำภายนอกเพื่อลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร

3. การปรับปรุงการปรับตั้งในทุกด้านให้ง่ายในการติดตั้ง

(Streamlining All Aspects of the Setup Operation) ให้สามารถติดตั้งได้ง่ายหรือเป็นอุปกรณ์ประเภทเดียวกันหรือขนาดเท่ากัน จะช่วยลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรได้

2.2 หลักการฉีดพลาสติกด้วยแม่พิมพ์

บรรเลง ศรีนิล [4] ได้กล่าวถึงการฉีดพลาสติกด้วยแม่พิมพ์ว่าเป็นกระบวนการเปลี่ยนเม็ดพลาสติกด้วยความร้อนให้กลายเป็นของเหลว โดยเม็ดพลาสติกจะอยู่ในสกรูของกระบอกหลอมพลาสติก ซึ่งมีแผ่นความร้อนหรือน้ำมันร้อนห่อหุ้มอยู่ เมื่อเม็ดพลาสติกหลอมละลายแล้ว เครื่องจะเคลื่อนสกรูเพื่อดันพลาสติกในกระบอกฉีดเข้าสู่แม่พิมพ์ที่ปิดอยู่ โดยผ่านทางหัวฉีด (nozzle) จนเต็มในปริมาณที่กำหนด หลังจากนั้นเครื่องจะอัดย่ำ (holding) เมื่อพลาสติกเย็นตัว สกรูในกระบอกหลอมพลาสติกจะถอยตัว และแม่พิมพ์เปิด เพื่อให้หน้าชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ เป็นอันจบกระบวนการฉีด 1 ครั้ง (shot) การฉีดพลาสติกประกอบด้วยปัจจัยหลัก 3 ส่วน คือ เม็ดพลาสติก แม่พิมพ์ และเครื่องฉีดพลาสติก การฉีดงานพลาสติกให้ได้งานที่มีคุณภาพดีต้องเกิดจากความสอดคล้องและเหมาะสม ตั้งแต่ชนิดของเม็ดพลาสติก การออกแบบแม่พิมพ์ที่ดี การอ้างอิงคุณสมบัติเฉพาะของเม็ดพลาสติก เช่น ค่าหดตัว การไหล เพื่อกำหนดขนาดท่อวิ่งของเม็ดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์ และหัวฉีดของแม่พิมพ์ รวมถึงขนาดและประเภทเครื่องฉีดต้องสอดคล้องกันระหว่างขนาดแม่พิมพ์และกำลังแกลบบีบของเครื่องจักรต้องมีความเหมาะสม จึงจะทำให้ได้งานฉีดที่มีคุณภาพ เพื่อเป็นการลดต้นทุนให้ได้สูงสุดเพื่อผลกำไร เนื่องจากต้นทุนการผลิตเปลี่ยนด้วยวิธีการผลิต [5]

ขวัญใจ โชคไพบุลย์ และ ทศพล เกียรติเจริญผล [6] ได้ศึกษาการลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักรของกระบวนการพิมพ์โดยประยุกต์ใช้เทคนิค SMED โดยศึกษาหลักการผลิตแบบสลับและการสูญเสียเวลา (waste time) ในกระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์ ได้นำหลักการ SMED มาปรับใช้เพื่อลดเวลาที่สูญเสียจากการปรับตั้งชิ้นงานตามหลักการแยกงานในและงานนอกโดยการลดเวลาการเคลื่อนที่ลง การเปลี่ยนงานในเป็นงานนอกโดยจัดเตรียมกิจกรรมที่สามารถทำได้ก่อนหยุด เปลี่ยนกิจกรรมต่างๆ ให้ง่ายและรวดเร็วในการติดตั้ง โดยจัดทำตัวอย่างสไลด์เพื่อให้การตรวจสอบง่ายและสามารถทำได้รวดเร็ว โดยสามารถปรับปรุงเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรให้ลดลงได้

อดิศักดิ์ นาวเหนือ และคณะ [7] ได้นำหลักการ SMED ไปประยุกต์ใช้ในการปรับตั้งเครื่องขึ้นรูปแม่พิมพ์ทราย โดยการแยกงานนอกงานใน เน้นปรับลดระยะทางเดินและการทำงานเป็นคู่ขนาน โดยการปรับปรุงพื้นที่การทำงาน การจัดวางอุปกรณ์ให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม การแยกกิจกรรมภายในและภายนอก การทำงานคู่ขนาน การแปลงงานภายในเป็นงานนอก สามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรการขึ้นรูปแม่พิมพ์ทรายได้จากเดิม

2.3 ความสูญเสีย (Waste)

การเตรียมการก่อนการผลิตและการผลิตที่มีประสิทธิภาพการผลิตเริ่มต้นได้ด้วยการจัดความสูญเสีย หรือที่รู้จักกันแพร่หลายในกลุ่มผู้ใช้งานผลิตแบบโตโยต้า คือคำว่า 'MUDA' ซึ่งประกอบด้วยความสูญเสีย (Waste) 7 ประเภท คือ [8]

1. การผลิตมากเกินไป (over production) เป็นการผลิตสินค้าเกินความต้องการของลูกค้าที่ได้สั่งซื้อมาทำให้ห้องเครื่องต้องแบกรับภาระต้นทุนในการเก็บรักษาและการขนย้าย
2. การรอคอย (waiting time) เป็นการรอของพนักงานไม่ว่าจะเป็นการรอให้เครื่องจักรทำงานจบครบรอบ การรอเพื่อผลิตชิ้นต่อไป ชิ้นงานต่อไป หรือการรอเครื่องมือ วัตถุดิบ ภาชนะบรรจุ เนื่องจากการเตรียมการที่ไม่พร้อม
3. การเคลื่อนที่หรือการขนย้าย (transport or conveyance) ได้แก่การเคลื่อนย้ายในระหว่างการผลิต การขนย้ายวัตถุดิบและชิ้นส่วนต่างๆ หรือแม้แต่การนำสินค้าไปจัดเก็บและการนำสินค้าออกจากคลังเก็บสินค้าเพื่อจัดส่งหรือเข้ากระบวนการผลิตอีกรอบล้วนเป็นความสูญเสีย
4. การผลิตโดยใช้ขั้นตอน มากเกินไป (over processing) เกิดจากการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ เครื่องมือการผลิตที่ไม่ดีหรือแม้แต่การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องที่จะส่งต่อคุณภาพชิ้นงาน
5. สินค้าคงคลังมากเกินไป (excess inventory) ไม่ว่าจะเป็นวัตถุดิบ ชิ้นงานระหว่างการผลิต สินค้าสำเร็จรูป ที่เก็บไว้มากเกินความจำเป็น ก่อให้เกิดต้นทุนทั้งในด้านการขนย้าย การจ่ายเงินล่วงหน้า และที่สำคัญกรณีสินค้าหมดรุ่นจะทำให้เกิดสินค้าค้างสต็อก จะก่อให้เกิดความเสียหายได้
6. การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น (unnecessary movement) คือ การเคลื่อนไหวของพนักงานที่ไม่เกิดประโยชน์ ไม่จำเป็นเป็นการมองหา การเดิน การเอื้อมหยิบหรือการเรียงชิ้นส่วนหรือเครื่องมืออุปกรณ์ล้วนเป็นความสูญเสีย
7. การผลิตของเสีย (defects) คือ การผลิตชิ้นส่วนที่คุณภาพไม่ดี ชิ้นส่วนที่บกพร่อง หรือจำเป็นต้องมีการ แก้ไขให้เป็นงานดี หรือการตรวจคุณภาพซ้ำซึ่งทำให้สูญเสียเวลาในกระบวนการผลิต

3. การดำเนินงานวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การปรับปรุงกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์เพื่อลดเวลาในการปรับตั้ง มีลำดับขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

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

3.2 โรงงานกรณีศึกษา

โรงงานกรณีศึกษา มีเครื่องฉีดพลาสติกทั้งหมดจำนวน 40 เครื่อง แบ่งตามโซนที่จัดวางไว้ 4 โซน เครื่องฉีดพลาสติกมีขนาดกำลังอัด (clamping force) ตั้งแต่ 15 ตัน ถึง 3200 ตัน และมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์แบบกึ่งอัตโนมัติและแบบใช้แรงงาน มีรายละเอียดดังนี้

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

โซนที่ 2 มีเครื่องฉีดพลาสติก จำนวน 20 เครื่อง เปลี่ยนแม่พิมพ์โดยใช้โต๊ะเปลี่ยนแม่พิมพ์กึ่งอัตโนมัติ จำนวน 1 เครื่อง และเปลี่ยนด้วยวิธีการใช้แรงงาน 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 เปลี่ยนแม่พิมพ์โดยใช้แรงงาน

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

4. ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 สภาพปัญหาโรงงานกรณีศึกษา

พบปัญหาการติดตั้งแม่พิมพ์ล่าช้า โดยเฉพาะเครื่องฉีดพลาสติกขนาดใหญ่ใช้เวลาในการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์นานกว่าเครื่องฉีดพลาสติกขนาดเล็ก เนื่องจากความยากในการเคลื่อนย้ายแม่พิมพ์เข้าและออกเครื่อง รายละเอียดของแม่พิมพ์ขนาดใหญ่มีความซับซ้อนมากกว่าขนาดเล็ก ส่งผลให้อุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งแม่พิมพ์ขนาดใหญ่มีมากกว่าแม่พิมพ์ขนาดเล็กและเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนและติดตั้งนานกว่า จึงกำหนดเป้าหมายในการศึกษาครั้งนี้ไปที่เครื่องฉีดพลาสติกขนาดใหญ่

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ระยะเวลา 6 เดือน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ได้ข้อมูลของเวลาที่ใช้ในการติดตั้งและจำนวนครั้งในการติดตั้งในแต่ละเดือน นำมาพิจารณาปัจจัยหลักที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์เพื่อกำหนดเครื่องเป้าหมายในการศึกษาปรับปรุง ในครั้งนี้ ไว้ 3 ปัจจัย คือ เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนแม่พิมพ์จำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์และมูลค่าของชิ้นงาน จากข้อมูลพบว่าเครื่องฉีดพลาสติกขนาดใหญ่ใช้เวลาในการติดตั้งแม่พิมพ์นานกว่าเครื่องฉีดพลาสติกขนาดเล็ก เนื่องจากขนาดแม่พิมพ์ใหญ่ มีจำนวนข้อต่อและฮีดเตอร์แม่พิมพ์มากกว่า การยกแม่พิมพ์ใส่เครื่องต้องทำด้วยความระมัดระวังมากกว่าจึงใช้เวลาในการเปลี่ยนและติดตั้ง นานกว่าและพบว่าเครื่องฉีดที่ใช้เวลาในการเปลี่ยนนานที่สุดและมีจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์บ่อยที่สุดคือเครื่องฉีดพลาสติกขนาด 2300 ตัน

4.2 การศึกษาเวลาการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ในสภาพปัจจุบัน

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

4.3 ปัญหาที่พบจากการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ในสภาพปัจจุบัน

4.3.1 ปัญหาการติดตั้งแม่พิมพ์ใช้เวลาาน

จากเวลาที่บันทึกการทำงาน 19 ขั้นตอน พบว่าการติดตั้งแม่พิมพ์แต่ละครั้งใช้เวลารวมเฉลี่ยถึง 221 นาทีต่อครั้ง

4.3.2 ปัญหาความผันแปรของเวลา ในการบันทึกเวลาการทำงาน 15 ครั้ง พบว่าเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน ในแต่ละครั้งใช้เวลาในแต่ละกิจกรรมไม่เท่ากัน เมื่อเทียบเวลาดำสุด และเวลาสูงสุดที่ใช้ในแต่ละ

ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	เวลา (นาที)			
		ต่ำสุด	สูงสุด	ผันแปร	ผันแปร (%)
13	ต่อข้อต่อน้ำ ไฟ และระบบไฮโดรลิกของฝั่ง core	7	11	4	57%
14	รออุณหภูมิน้ำ ไฟ ขึ้นตามกำหนด (ไฟจะเขียวเมื่อได้อุณหภูมิที่กำหนด)	65	96	31	48%
17	ใส่วัตถุดิบเท่าออกจากกระบอกฉีด (purge)	15	25	10	67%
19	ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ ตรวจสอบและรับรองให้ผลิตงาน	5	20	15	300%

ขั้นตอนเพื่อดูความผันแปรในแต่ละกิจกรรม พบว่าขั้นตอนที่มีความผันแปรของเวลาสูง เกิดขึ้นที่ขั้นตอน ที่ 13, 14, 17 และ 19 มีความแตกต่างของเวลาที่ใช้ตั้งแต่ 4 นาที ถึง 31 นาที มีความแตกต่างของเวลาที่ใช้อยู่ระหว่าง 48% ถึง 300%

ตารางที่ 1 ขั้นตอนที่มีความผันแปรของเวลาที่ใช้ในการติดตั้งสูง

4.4 การปรับปรุงกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์

การประยุกต์ใช้การปรับตั้งเครื่องจักรตามหลักการและเทคนิค SMED

4.4.1 ศึกษาขั้นตอนการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ในสภาพปัจจุบัน

ตั้งแต่การเตรียมแม่พิมพ์ตัวใหม่จนถึงการเปลี่ยนแม่พิมพ์ตัวเก่าออกจากเครื่อง การติดตั้งแม่พิมพ์ตัวใหม่และการปรับตั้งการฉีดจนได้งานดีชิ้นแรกมีขั้นตอนทั้งหมด 19 ขั้นตอน โดยจับเวลาการทำงานจำนวน 15 ครั้ง ใช้เวลารวมโดยเฉลี่ย 221 นาที/ครั้ง

4.4.2 แยกกิจกรรมภายในและกิจกรรมภายนอก

ในการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ในปัจจุบันการติดตั้งแม่พิมพ์แบ่งเป็นกิจกรรมภายนอกและกิจกรรมภายใน (หลังหยุดเครื่องจักร) กิจกรรมภายนอก มี 3 ขั้นตอน ในขั้นตอนที่ 1 ถึง ขั้นตอนที่ 3 ใช้

เวลากิจกรรมภายนอกรวมเฉลี่ย 25 นาที

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

4.4.3 การแก้ไขปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน

การย้ายงานในเป็นงานนอก ในขั้นตอนที่ 15 การนำอาร์มโรบอทจากจุดแขวนมาติดตั้ง เดิมเป็นงานใน เปลี่ยนมาเป็นงานนอกโดยเตรียมและตรวจสอบอาร์มโรบอทก่อนการติดตั้ง สามารถลดเวลาภายในลงได้ 3 นาที รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เวลาที่ปรับปรุงโดยย้ายงานในเป็นงานนอก

ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
		ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก
15	ก่อนปรับปรุง นำอาร์มโรบอทใหม่จากจุดแขวนมา ติดตั้ง	0 นาที	3 นาที	3 นาที	0 นาที
	หลังปรับปรุง นำอาร์มโรบอทที่ตรวจสอบแล้วมาติดตั้ง				

การปรับปรุงงานภายใน โดยปรับปรุงขั้นตอนที่ 7 และ 14

ขั้นตอนที่ 7 การนำครนยกแม่พิมพ์ไปยังชั้นเก็บซึ่งอยู่ไกลจากเครื่องฉีดและทำได้ยากเนื่องจากมีพื้นที่จำกัด ปรับปรุงโดยกำหนดจุดวางแม่พิมพ์ซึ่งใกล้กับเครื่องฉีดมากกว่าและมีพื้นที่ว่างได้สะดวกรวดเร็วว่าหลังปรับปรุงสามารถลดเวลาภายในได้ 12 นาที รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบเวลาก่อนและหลังการปรับปรุง

ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
		ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก
7	ก่อนปรับปรุง บังคับครนยกแม่พิมพ์ไปยังชั้นเก็บ หย่อนแม่พิมพ์ลงบนชั้นวางและปลดตะขอครน	0 นาที	17 นาที	0 นาที	5 นาที
	หลังปรับปรุง บังคับครนยกแม่พิมพ์ไปยังจุดวางแม่พิมพ์ “รอจัดเก็บ”				

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบเวลาก่อนและหลังการอุ่นแม่พิมพ์

ชั้น ตอน	รายละเอียดการทำงาน	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
		ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
14	ก่อนปรับปรุง รออุณหภูมิ น้ำ ไฟ ขึ้น ตามกำหนด	0	70	30	7
	หลังปรับปรุง กำหนดให้มีการอุ่น แม่พิมพ์ก่อนการติดตั้ง	นาที	นาที	นาที	*

* ผลจากการปรับปรุง นอกจากสามารถย้ายงานภายในเป็นงานภายนอก ยังมีผลทำให้เวลาภายในลดลงด้วย

การปรับปรุงการตรวจสอบอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องด้วย check sheet เดิมมีการใช้ check sheet ในการตรวจสอบแม่พิมพ์ก่อนติดตั้งเพียงอย่างเดียวซึ่งไม่ครอบคลุมอุปกรณ์ทั้งหมดที่ต้องใช้ในการเปลี่ยนและติดตั้งแม่พิมพ์ ไม่มีการตรวจสอบอาร์มโรบอท สายน้ำและข้อต่อ hotrunner วาล์วเกท และหัวคล่องแม่พิมพ์ (แยกตามชนิดของอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในแต่ละแม่พิมพ์) จึงได้กำหนด check sheet ขึ้นใหม่

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบรายการใน check sheet ก่อนและหลังการปรับปรุง

ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
(<u>check sheet</u> ชั้นตอนที่ 3)	(เพิ่ม <u>check sheet</u> ชั้นตอนที่ 13, 15 และอุปกรณ์อื่นๆ)
<u>ชั้นตอนที่ 3</u> ตรวจสอบสภาพแม่พิมพ์	<u>ชั้นตอนที่ 3</u> ตรวจสอบสภาพแม่พิมพ์ <u>ชั้นตอนที่ 13</u> ข้อต่อ น้ำไฟ สายน้ำ <u>ชั้นตอนที่ 15</u> นำอาร์มโรบอทจากจุดแขวนมารอดัด เพิ่มเติม นอกจากนี้ยังตรวจสอบอุปกรณ์อื่นเพิ่ม คือ หัวคล่องแม่พิมพ์ ตู้ควบคุมอุณหภูมิแม่พิมพ์ และตู้ควบคุมวาล์วเกท

การแก้ไขปรับปรุงเพื่อลดความผันแปรของเวลา

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

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบความผันแปรก่อนและหลังการปรับปรุง

ชั้น ตอน	รายละเอียดการทำงาน	ความผันแปร	
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
13	ก่อนปรับปรุง ต่อข้อต่อ น้ำ ไฟ และระบบไฮดรอลิกของฝั่ง core (พบข้อต่อและสายน้ำชำรุดขณะติดตั้ง)	4 นาที	1 นาที
	หลังปรับปรุง ไม่พบข้อต่อหรือสายน้ำชำรุดขณะติดตั้ง (เนื่องจากตรวจสอบและซ่อมแซมก่อนการติดตั้งแม่พิมพ์)		
14	ก่อนปรับปรุง เพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์เมื่ออยู่บนเครื่องฉีด	31 นาที	5 นาที
	หลังปรับปรุง เพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์ภายนอกก่อนติดตั้ง		
17	ก่อนปรับปรุง ปิดฝาห้องนำส่งวัตถุดิบเมื่อฉีดงานจนได้ครบจำนวนของแผนผลิต	10 นาที	5 นาที
	หลังปรับปรุง พนักงานหน้าเครื่องปิดฝาห้องนำส่งวัตถุดิบก่อนจบแผนการผลิต 10 ชิ้น (10 ชิ้น ประมาณ 10 นาที)		
19	ก่อนปรับปรุง รอฝ่ายตรวจสอบคุณภาพตรวจและรับรองให้ผลิตงาน	8 นาที	0 นาที
	หลังปรับปรุง ไม่สูญเสียเวลาของการตรวจสอบคุณภาพ โดยกำหนดให้ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพประจำเครื่องเมื่อจบขั้นตอนการไล่วัตถุดิบเก่าและเริ่มขั้นตอนทดสอบฉีด		

5. สรุป

- 5.1 สามารถปรับปรุงขั้นตอนการติดตั้งแม่พิมพ์ให้มีประสิทธิภาพและใช้เวลา ลดลงจากเดิม 221 นาที เหลือ 185 นาที เวลา รวมลดลง 36 นาที
- 5.2 เปลี่ยนกิจกรรมภายในเป็นกิจกรรมภายนอกและลดเวลา กิจกรรมภายใน สามารถเปลี่ยนกิจกรรมภายในให้เป็นกิจกรรมภายนอกได้ จากเดิม 3 ขั้นตอน เป็น 4 ขั้นตอน และลดเวลา กิจกรรมภายในลง 35% จากเดิม ใช้เวลาตั้งแต่หยุดเครื่องจนสามารถผลิตงานในเวลาเฉลี่ย 196 นาที หลังปรับปรุงใช้เวลาสำหรับกิจกรรมภายใน 127 นาที ใช้เวลาลดลง 69 นาที
- 5.3 สามารถลดความผันแปรของเวลา จากเดิมก่อนปรับปรุงมีความผันแปร รวม 78 นาที หลังปรับปรุงมีความผันแปรรวม 23 นาที (ลดลง 55 นาที)
- 5.4 ต้นทุนลดลง นอกจากเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตจะลดลงแล้ว ยังเป็นการลดต้นทุนอีกด้วย เมื่อนำเวลาที่ลดลงมาคำนวณเป็นมูลค่าของ สินค้าที่สามารถผลิตในช่วงดังกล่าว จากเวลา กิจกรรมภายในเดิมใช้เวลา 196 นาที สามารถลดเวลา กิจกรรมภายในเหลือ 127 นาที สามารถลด เวลาลงได้ถึง 69 นาที เมื่อนำเวลาที่ลดลงของกิจกรรมภายในมาคำนวณเป็นมูลค่า พบว่าเวลา 69 นาทีที่เคยสูญเสียไปนั้น มีมูลค่าถึง 365,400.- บาท/เดือน หรือ 6,300.- บาท/ครั้ง

ตารางที่ 7 การคำนวณมูลค่าสินค้าจากเวลาที่ปรับปรุง

รายละเอียด	สิ่งที่ได้จากปรับปรุง	
เวลาที่ลดลงหลังการปรับปรุง	69	นาที
เวลาจัด/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 สามารถเพิ่ม เวลาการใช้เครื่องจักรผลิตงานและยังเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับบริษัทด้วย

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร ทีมช่างติดตั้งแม่พิมพ์และพนักงานโรงงาน ผลิตพลาสติกกรณีศึกษา ที่ให้ความร่วมมือในการศึกษาและปรับปรุงกระบวนการ ติดตั้งแม่พิมพ์ในครั้งนี้ จนทำให้งานวิจัยนี้เสร็จลงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. (2559). สถิติยอดขายรถยนต์ใน ประเทศ. สืบค้นเมื่อ 23 มิถุนายน 2559, จาก http://www.fti.or.th/2016/thai/ftitechnicalsub.aspx?sub_id=23
- [2] Shigeo Shingo. (1985). *A Revolution in Manufacturing, The SMED System*. แปลโดย Andrew P. Dillon. New York : The Productivity Press Development Team.
- [3] The Productivity Press Development Team. (1996). *Quick Changeover for Operators : The SMED System*. New York : Productivity Press.
- [4] บรรเลง ศรีนิล. (2558). เทคโนโลยีพลาสติก. พิมพ์ครั้งที่ 34. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- [5] ไทโยต้า ไซซาน และ โอซึกิโก ทางเกรโก. (2553). ระบบการผลิตแบบโตโยต้า. แปลโดย มังกร โรจน์ประภากร. พิมพ์ ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- [6] ขวัญใจ โชคไพบุลย์ และ ทศพล เกียรติเจริญผล. (2555). การลดเวลา ปรับตั้งเครื่องจักรของกระบวนการพิมพ์โดยใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน. สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2560, จาก <http://www.dms.eng.su.ac.th/filebox/FileData/POME021.pdf>
- [7] อติศักดิ์ นาวเหนือ และคณะ. (2554). การประยุกต์ใช้เทคนิคการ ปรับตั้งเครื่องจักรแบบรวดเร็ว กรณีศึกษาเครื่องขึ้นรูปแม่พิมพ์ทราย. สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2560, จาก <http://www.eg.mahidol.ac.th/dept/egie/images/IE-Network-Archives/2011/PDF/3.WPE/WPE29.pdf>
- [8] เจฟฟรีย์ โลเคอร์. (2548). วิถีแห่งโตโยต้า. แปลโดย วิทยา สุฤทธ ดำรง. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : อี.ไอ. สแควร์ พับลิชชิง.