

การลดเวลาปรับตั้งแม่พิมพ์
กรณีศึกษา โรงงานขึ้นรูปพลาสติกด้วยกรรมวิธีผลิตแบบอัดรีด (Extrusion)

กรวี จีระสุวรรณกิจ

TNI

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยี ไทย - ญี่ปุ่น
ปีการศึกษา 2555

REDUCTION OF DIE SET UP TIME
A CASE STUDY OF PLASTIC EXTRUSION FACTORY

Pornrawee Cheerasuwankit

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 2012

หัวข้อสารนิพนธ์

การลดเวลาปรับตั้งแม่พิมพ์ กรณีศึกษา โรงงานขึ้นรูป
พลาสติกด้วยกรรมวิธีผลิตแบบอัดรีด (Extrusion)

โดย

ภาววี จีระสุวรรณกิจ

สาขาวิชา

การจัดการอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ดร. กรกฎ เหมสถาปัตย์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อนุมัติให้นับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)

วันที่เดือน.....พ.ศ.....

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จินตวัฒน์ ไชยชนะวงศ์)

..... กรรมการ
(ดร. ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์
(ดร. กรกฎ เหมสถาปัตย์)

กรณี จีระสุวรรณกิจ : การลดเวลาปรับตั้งแม่พิมพ์ กรณีศึกษา โรงงานขึ้นรูปพลาสติก
ด้วยกรรมวิธีผลิตแบบอัดรีด (Extrusion). อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร. กรกฎ
เหมสสถาปัตย์, 90 หน้า.

สารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษากระบวนการปรับตั้งแม่พิมพ์งานอัดรีดพลาสติก
(Extrusion) โดยใช้แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) และแผนภูมิการ
คนและเครื่องจักร (Man-Machine Chart) มาช่วยในการบันทึกและวิเคราะห์กระบวนการ
ปัจจุบัน เพื่อหาแนวทางการปรับปรุง

หลังจากที่ได้ทำการศึกษากระบวนการโดยใช้แผนภูมิทั้งสองที่กล่าวไว้ข้างต้นแล้ว
เทคนิค Single-Minute Exchange of Die (SMED) ได้ถูกนำมาใช้ เพื่อปรับปรุงกระบวนการ
โดยมี 3 ขั้นตอนดังนี้ 1. ทำการแยกแยะระหว่างการตั้งเครื่องภายในและการตั้งเครื่อง
ภายนอก 2. แปลงการตั้งเครื่องภายในให้เป็นการตั้งเครื่องภายนอก และ 3. ปรับปรุงการ
ติดตั้งเครื่องจักรในทุกๆ แง่มุมให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการปรับปรุง
หลักการ ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange, and Simplify) ถูกนำมาพิจารณาควบคู่
ไปด้วย เพื่อปรับปรุงกระบวนการทำงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นไปอีก

หลังจากทำการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอน แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow
Process Chart) และแผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man-Machine Chart) ถูกนำมาใช้อีกครั้ง
เพื่อแสดงผลเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง โดยหลังจากทำการปรับปรุงครั้งสุดท้าย
พนักงานสามารถปรับตั้งแม่พิมพ์ได้เร็วขึ้นจากเดิม 109.3 นาที เป็น 57.9 นาที ใช้เวลาน้อย
กว่าเดิม 51.4 นาที หรือคิดเป็นประมาณร้อยละ 47 รวมถึงอัตราการทำงานของพนักงาน
เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 74.8 เป็นร้อยละ 96.4 และอัตราการทำงานของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจากร้อย
ละ 81.1 เป็นร้อยละ 98.3



PORNRAWEE CHEERASUWANKIT: REDUCTION OF DIE SET UP TIME: A
CASE STUDY OF PLASTIC EXTRUSION FACTORY. ADVISOR: DR.
KORAKOT HEMSATHAPAT, 90 PP.

This term paper is the study of plastic extrusion die set up process by using two tools; Flow Process Chart and Man-Machine Chart to record and analyze information for the process improvement

After the study of the process before improvement, Single-Minute Exchange of die (SMED) technique is applied for the process improvement. It consists of 3 steps, which are 1) separate internal set up activities from external set up activities, 2) transform internal set up activities to external set up activities, and 3) improve working process in each activity. Furthermore, ECRS (Elimination, Combine, Rearrange, and Simplify) principle is also considered for the even better process improvement.

After each step of improvement, Flow Process Chart and Man-Machine Chart are once again used to show the result of the process before and after improvement. The results from the last step of improvement are shown as following; die set up time is reduced from 109.3 minutes to 57.9 minutes, decreased by 51.4 minutes or about 47 percent, man utilization increases from 74.8 percent to 96.4 percent, and machine utilization increases from 81.1 percent to 98.3 percent.

Graduate School

Student's Signature

Field of Study Industrial Management

Advisor's Signature

Academic Year 2012



กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดีด้วยความกรุณาจากดร.กรกฎ เหมสถาปต์ย์ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ที่ได้กรุณาใช้เวลาอันมีค่าให้ความรู้ คำปรึกษาและคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ในการศึกษามาโดยตลอด รวมถึงการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี จนสารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จอย่างสมบูรณ์ในที่สุด ผู้ศึกษาค้นคว้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน และ ดร.จินตวัฒน์ ไชยชนะวงศ์ ในฐานะกรรมการสอบที่ได้ให้ข้อเสนอแนะและคำแนะนำในการปรับปรุงสารนิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้นไปอีก

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์หลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่ได้ให้ความรู้และประสบการณ์อันมีคุณค่าตลอดเวลาที่ศึกษา และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านของสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่ได้ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดเวลาที่ผ่านมา

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวที่สนับสนุนและมอบโอกาสในการศึกษา คอยให้กำลังใจและเข้าใจด้วยดีเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา ขอขอบคุณพนักงาน หจก.เอ็น บี เค พลาสติกทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการศึกษาครั้งนี้ และท้ายที่สุดขอขอบคุณเพื่อนๆ IM รุ่น 2 คุณปรารค์ชนก ชวะพงษ์ คุณพุทธิมา สีหไสยาสิทธิ์ คุณณปภัช ทองนาโคกกรวด และคุณวันวิสา ดวงสูงเนิน ที่คอยผลักดันและให้ความช่วยเหลือต่างๆ จนทำให้ผู้ศึกษาค้นคว้าทำได้สำเร็จมาจนถึงจุดนี้

ภรวิ จีระสุวรรณกิจ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญรูป	ญ
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
ขอบเขตของการศึกษา	2
ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
นิยามศัพท์.....	3
แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน.....	4
2 หลักการพื้นฐาน เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
กระบวนการผลิตพลาสติกด้วยกรรมวิธีผลิตแบบอัดรีด (Extrusion process)	5
แม่พิมพ์งานอัดรีดพลาสติก (Dies and Sizing)	10
การปรับตั้งแม่พิมพ์งานอัดรีดพลาสติก (Dies and Sizing Set up)	13
การวิเคราะห์กระบวนการผลิต และ การวิเคราะห์กิจกรรม.....	14
Single Minute Exchange of Die (SMED).....	16
การลดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS	18
การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
3 วิธีการดำเนินงานสารนิพนธ์.....	26
ข้อมูลทั่วไปของบริษัท กรณีศึกษา จำกัด	26
ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน.....	28

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	ศึกษาและรวบรวมข้อมูลของกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักร.....	30
	ศึกษาการทำงานของคนร่วมกับเครื่องจักร	44
	วิเคราะห์ปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปรับปรุง.....	46
บทที่		หน้า
4	บทสรุปและข้อเสนอแนะ	74
	สรุปผล	74
	ข้อเสนอแนะ.....	76
	ประโยชน์ที่ได้จากการทำสารนิพนธ์.....	81
	บรรณานุกรม.....	82
	ภาคผนวก	86
	ภาคผนวก ก. ตัวอย่างแผ่นตรวจสอบ (Check List) และตัวอย่างใบ ตรวจสอบหน้าที่ (Function Check)	87
	ประวัติผู้เขียนสารนิพนธ์	90

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน	4
2 สัญลักษณ์มาตรฐานในแผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart)	15
3 สรุปหลักการและเทคนิคที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในงานวิจัย	24
4 ค่าเฉลี่ยเวลาการผลิตต่อล้อของเครื่องจักรเบอร์ 1 ถึง 5 ระหว่างเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556	28
5 ข้อมูลการติดตั้งแม่พิมพ์บนเครื่องจักรเบอร์ 5 ประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556	29
6 แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) ก่อนการปรับปรุง	30
7 แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man-Machine Chart) ก่อนการปรับปรุง	44
8 ผลการแยกแยะระหว่างการตั้งเครื่องภายในและการตั้งเครื่องภายนอก	47
9 แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 1 ...	50
10 แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man-Machine Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 1	51
11 แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 2.1	56
12 แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 2.2	59
13 แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man-Machine Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 2.2	62
14 สรุปผลการปรับปรุงกระบวนการด้วยหลักการ ECRS	68
15 แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 3 ...	69
16 แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man-Machine Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 3	72
17 มาตรฐานการเตรียมงานก่อนการเปลี่ยนแม่พิมพ์	77
18 มาตรฐานการปรับตั้งแม่พิมพ์ กรณีเปลี่ยนวัตถุดิบ	78
19 มาตรฐานการปรับตั้งแม่พิมพ์ กรณีไม่เปลี่ยนวัตถุดิบ	79
20 มาตรฐานการทำความสะอาดชุด Adapter และแม่พิมพ์	80

สารบัญรูป

รูป		หน้า
1	ส่วนประกอบหลักของสายการผลิตพลาสติกด้วยกรรมวิธีผลิตแบบอัดรีด (Extrusion)	5
2	ตัวอย่างสายการผลิตแผ่นพลาสติก (Sheet Extrusion)	6
3	ตัวอย่างขอบยางตู้เย็น (Gasket)	7
4	ตัวอย่างรางสายไฟ	7
5	ตัวอย่างท่อต่างๆ	8
6	ตัวอย่าง Coextruded Tubing	8
7	ตัวอย่างสายการผลิต Blown Film Extrusion.....	9
8	ตัวอย่างสายการผลิต Cast Film Extrusion	10
9	ตัวอย่างแม่พิมพ์ Sheet Extrusion	11
10	ตัวอย่างแม่พิมพ์ Profile Extrusion แบบเหลี่ยม	12
11	ตัวอย่างแม่พิมพ์ Profile Extrusion แบบกลม.....	12
12	ตัวอย่าง Sizing Profile Extrusion	13
13	ขั้นเชิงแนวคิดและเทคนิคในทางปฏิบัติของ SMED	18
14	กระบวนการผลิตของบริษัท กรณีศึกษา จำกัด	26
15	ผังโรงงานของบริษัท กรณีศึกษา จำกัด	27
16	ตำแหน่งสวิตช์เครื่องดึง เครื่องตัด และชุดควบคุมปั๊มสุญญากาศ	32
17	การถ่ายวัตถุดิบออกจาก Hopper.....	33
18	การเลื่อนรำนํ้าออกจากหัว Die.....	34
19	การถอดแม่พิมพ์ (Die)	34
20	ตัวอย่าง Breaker Plate, ปลอก, Adapter และแม่พิมพ์ (Die).....	35
21	การนำปลอกและ Breaker plate ออกมาจาก Adapter.....	35
22	การทำความสะอาดแม่พิมพ์ (Die) ปลอกและ Breaker plate ออกมาจาก Adapter....	36
23	การถอด Heater	36
24	การคลายนํ้าที่ลืดอกหน้าแปลน และวิธีการเอาก้อนพลาสติกที่อยู่ใน Adapter ออก....	37
25	การถอด Breaker plate และการปั่นล้างพลาสติกที่ค้างอยู่ในกระบอ (Barrel)	38
26	การติดตั้งแม่พิมพ์ (Die)	39
27	การเตรียมวัตถุดิบหน้าเครื่อง	41
28	การตั้งค่า Heater	41
29	การถอด Sizing	42

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป		หน้า
30	การประกอบ Sizing.....	42
31	การไหลของวัตถุดิบพร้อมขึ้นรูป	43
32	การขึ้นรูปชิ้นงาน.....	43
33	การประกอบชุด Adapter และแม่พิมพ์ (Die) ด้านนอก	54
34	การอุ่นชุด Adapter และแม่พิมพ์ (Die) ด้านนอก.....	55
35	การใช้เทคนิคการใช้ปากกาจับแม่พิมพ์ตามหน้าทำงาน	64
36	การใช้เส้นสัญลักษณ์เพื่อการตั้งระดับของแม่พิมพ์	65
37	การปรับปรุง Heater.....	66
38	ตัวอย่างการใช้สีแยกขนาดของประแจ	67
39	แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนแม่พิมพ์ก่อนและหลังการปรับปรุง	74
40	แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบเวลาและเปอร์เซ็นต์ที่ลดได้หลังการปรับปรุง	75
41	แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบอัตราการทำงานของคนและเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง	75



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แนวทางการผลิตในภาคอุตสาหกรรมในอดีตนั้น เน้นที่การผลิตเชิงปริมาณ (Mass Production) เพื่อใช้ประโยชน์ในการลดต้นทุนจากการผลิตจำนวนมาก (Economies of Scale) อีกทั้ง ความต้องการของผู้บริโภคยังไม่หลากหลายเท่าวันนี้และการแข่งขันในตลาดยังไม่สูงมาก

หลังจากที่โลกได้เข้าสู่ยุคข้อมูลข่าวสาร (Information Age) พฤติกรรมผู้บริโภคเริ่มเปลี่ยนไป การแข่งขันในตลาดสูงขึ้น เทคโนโลยีการผลิตถูกพัฒนาขึ้นเรื่อยๆ สิ่งต่างๆ เหล่านี้ ล้วนเกิดจากความสามารถในการเชื่อมต่อข้อมูลข่าวสารทำได้ง่ายขึ้น ผู้บริโภคสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารได้อย่างแพร่หลาย มีการแบ่งปันข้อมูลกันได้ทั่วโลก ในภาคการผลิต บริษัทผู้ผลิตได้นำเอาเทคโนโลยีไปใช้ในการบริหารการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและเพิ่มศักยภาพในการแข่งขัน ทำให้สถานการณ์ปัจจุบันมีการแข่งขันทางธุรกิจสูงขึ้นมากในทุกอุตสาหกรรม

ความต้องการของผู้บริโภคมีแนวโน้มที่ต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายมากขึ้น โดยเน้นที่คุณภาพมากกว่าปริมาณ ในราคาและเวลาที่รวดเร็วเหมาะสม ดังนั้นการผลิตแบบเน้นปริมาณได้ตกยุคไปแล้ว หลายบริษัทต้องทำการปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ปัจจุบัน เพื่อสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงไป และสามารถอยู่รอดต่อไปในตลาดได้

ปัจจุบันความต้องการของลูกค้ามีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปในรูปแบบการสั่งซื้อแบบทันเวลาพอดี (Just in Time) หรือการสั่งซื้อต่อครั้งในปริมาณที่เพียงพอกับการใช้งานเท่านั้น ส่งผลให้บริษัท ภาครัฐศึกษา จำกัด ประสบปัญหาด้านการส่งมอบสินค้าไม่ทันตามกำหนด มีสินค้าคงคลังมาก และปริมาณของเสียสูง ซึ่งมาจากการเคลมของลูกค้าและของเสียจากการจัดเก็บสินค้านานเกินไป ทั้งนี้เป็นเพราะกระบวนการผลิตขาดความยืดหยุ่น ฝ่ายผลิตไม่สามารถผลิตสินค้าปริมาณเล็กตามความต้องการของลูกค้าได้ เนื่องจากใช้เวลาในการติดตั้งแม่พิมพ์นาน หากผลิตในปริมาณน้อย ก็จะไม่คุ้มเท่ากับเวลาที่เสียไปในการติดตั้งแม่พิมพ์ และด้วยพื้นที่ที่จำกัด บริษัทไม่สามารถที่จะเพิ่มกำลังการผลิตโดยการเพิ่มเครื่องจักร

ผู้ศึกษาเล็งเห็นว่า หากบริษัทสามารถเพิ่มความคล่องตัวในกระบวนการผลิต โดยลดเวลาการติดตั้งแม่พิมพ์ลงได้ จะทำให้บริษัทสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ โดยไม่จำเป็นต้องผลิตสินค้าเพื่อเก็บเป็นสต็อกมากเกินไป บริษัทสามารถส่งมอบสินค้าได้เร็วขึ้น เนื่องจากเวลานำการผลิตต่อรอบลดลงจากการที่ผลิตสินค้าปริมาณเล็กลง การผลิตสินค้าปริมาณเล็กลงและมีสินค้าคงคลังน้อยลงจะส่งผลดีในด้านคุณภาพ ในแง่ของความเสี่ยงจากการ

ทำงานผิดพลาดลดลง และความเสี่ยงที่สินค้าจะเสียหายจากการจัดเก็บลดลงด้วย นอกจากนี้ ผลผลิตภาพการผลิตจะสูงขึ้น เพราะเวลาการติดตั้งแม่พิมพ์ลดลง หมายถึงเวลาการหยุดเครื่อง (Downtime) ลดลงนั่นเอง ส่งผลให้เกิดอัตราการใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรสูงขึ้น (Machine Utilization) รวมถึงความสูญเสียเปล่าทั้งเวลา ค่าแรงงาน และชิ้นงานเสียที่ค้างระหว่างการปรับตั้งเครื่องก็ลดลงไปเช่นกัน

วัตถุประสงค์ในการทำสารนิพนธ์

เพื่อปรับปรุงกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์โดยการขจัดความสูญเสียเปล่าต่างๆ ในกระบวนการ และสามารถลดเวลาในการติดตั้งแม่พิมพ์ ได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50

ขอบเขตของการทำสารนิพนธ์

ศึกษางานผ่านการวิเคราะห์กระบวนการ (Process Analysis) กรณีศึกษา บริษัท กรณีศึกษา จำกัด และปรับปรุงประสิทธิภาพการปรับตั้งเครื่องจักร โดยใช้เทคนิค Single-Minute Exchange of Die (SMED) เพื่อลดเวลาในกระบวนการปรับตั้งแม่พิมพ์อัดรีดพลาสติก โดยการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง

เนื่องจากการผลิตพลาสติกเป็นงานที่มีความหลากหลาย แต่ละผลิตภัณฑ์อาจใช้เครื่องจักรหรือแม่พิมพ์ที่แตกต่างกัน ส่งผลให้กระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์แตกต่างกันไป เพื่อให้การเก็บข้อมูลเป็นไปอย่างเหมาะสม ผู้ศึกษาขอกำหนดขอบเขตการศึกษาเฉพาะการติดตั้งแม่พิมพ์ชนิดกลมกับเครื่องจักรเบอร์ 5 (ขนาด Barrel 65 มิลลิเมตร) เท่านั้น

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาสภาพปัจจุบันถึงขั้นตอนการปรับตั้งแม่พิมพ์ของบริษัท กรณีศึกษา จำกัด โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์พนักงานปฏิบัติงานที่มีความเชี่ยวชาญ ถึงขั้นตอนการปรับตั้งแม่พิมพ์แบบภาพรวม จากนั้นทำการถ่ายวิดีโอ เพื่อศึกษาเวลาและการเคลื่อนไหวที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนอย่างละเอียด
2. ศึกษาหลักการและการนำไปใช้ รวมถึงตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของเครื่องมือที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุง
3. ค้นหาแนวทางการปรับปรุง จากการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เลือกใช้
4. ดำเนินการปรับปรุงตามแนวทางที่กำหนดไว้
5. สรุปและนำเสนอผลที่ได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถลดเวลาในการปรับตั้งแม่พิมพ์
2. สามารถลดปัญหาการส่งมอบสินค้าล่าช้า เพราะบริษัทสามารถผลิตสินค้าในปริมาณเล็กน้อย ทำให้เวลานำการผลิตสินค้าต่อล็อตลดลงได้
3. สามารถลดปริมาณสินค้าคงคลัง เพราะบริษัทสามารถเปลี่ยนแม่พิมพ์ได้บ่อยขึ้น ซึ่งช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นในการผลิต
4. มีพื้นที่ประโยชน์ใช้สอยมากขึ้น จากการลดปริมาณสินค้าคงคลังลงได้
5. สามารถลดปริมาณของเสียลงได้ เนื่องจากบริษัทผลิตในปริมาณน้อยลง ทำให้ดูแลควบคุมการผลิตได้ง่ายขึ้น และของเสียจากการเก็บสต็อกนานเกินไปลดลงด้วย เพราะปริมาณสินค้าคงคลังลดลง
6. อัตราการใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรสูงขึ้น (Machine Utilization) เพราะเวลาที่เครื่องจักรหยุดลดลง

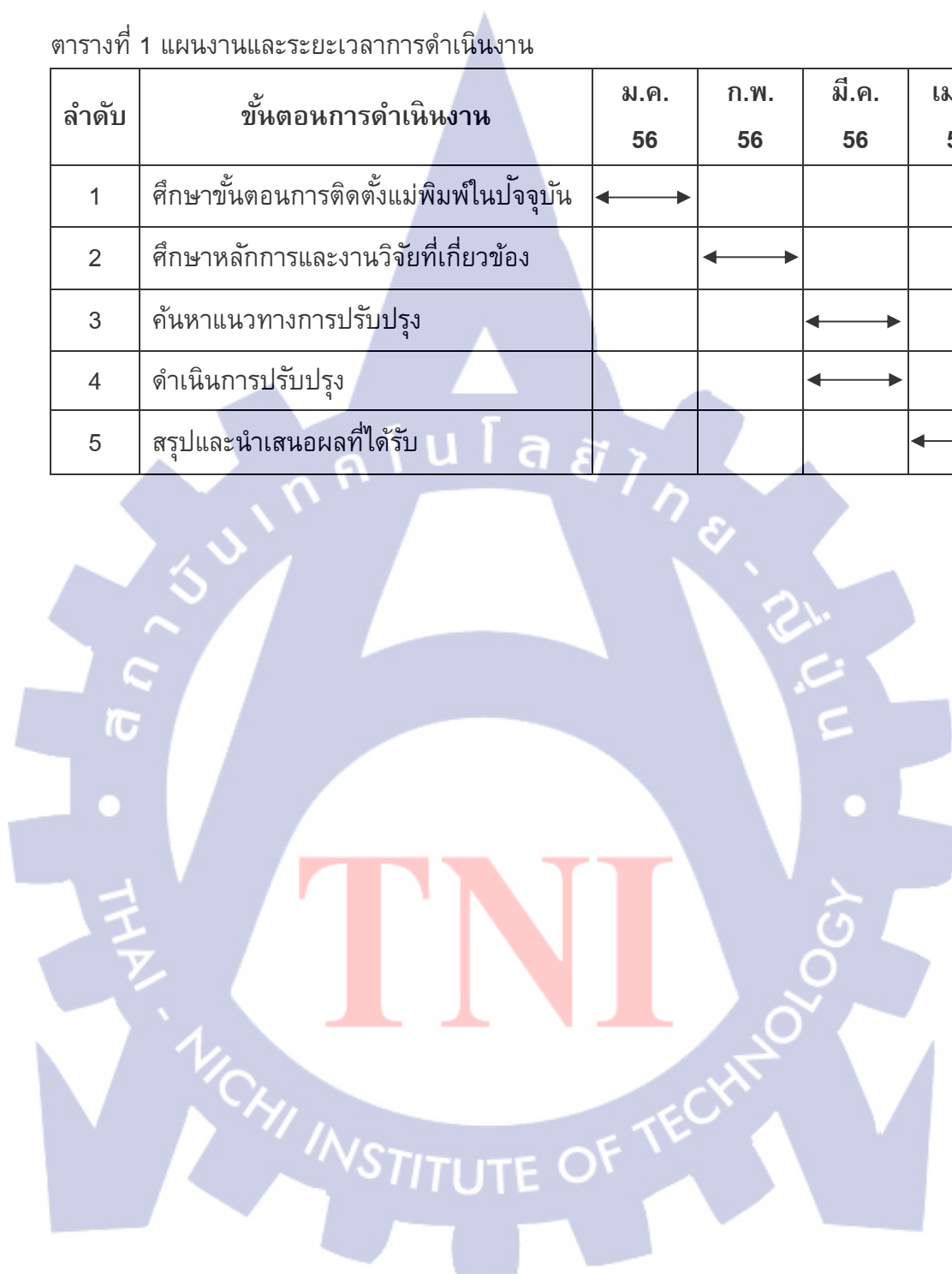
นิยามศัพท์

1. การอัดรีดพลาสติก (Extrusion) หมายถึง กระบวนการขึ้นรูปพลาสติกอย่างต่อเนื่องโดยการผ่านตาย (Die) (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC). 2556 : ออนไลน์.)
2. การปรับตั้งแม่พิมพ์อัดรีดพลาสติก (Die Set Up) หมายถึง กระบวนการปรับเปลี่ยนแม่พิมพ์ โดยนับตั้งแต่ทำการหยุดเครื่องจักรเพื่อถอดและติดตั้งแม่พิมพ์บนเครื่องจักร จนกระทั่งขึ้นรูปจนได้ชิ้นงานใหม่ที่ได้นขนาดและคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้
3. Single-Minute Exchange of Die (SMED) หมายถึง การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรภายในจำนวนนาทีที่เป็นเลขหลักเดียว (การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว. 2550 : 5)
4. ECRS หมายถึง หลักการที่ใช้เพื่อลดความสูญเปล่า ประกอบด้วย
 Eliminate คือ การขจัดงานที่ไม่จำเป็นออกไป
 Combine คือ การรวมงานหรือขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกันเข้าด้วยกัน
 Rearrange คือ การจัดลำดับของงานหรือขั้นตอนการทำงานใหม่
 Simplify คือ การทำงานที่มีความซับซ้อนให้ง่ายขึ้น

แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน

ตารางที่ 1 แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	ม.ค. 56	ก.พ. 56	มี.ค. 56	เม.ย. 56
1	ศึกษาขั้นตอนการติดตั้งแม่พิมพ์ในปัจจุบัน	↔			
2	ศึกษาหลักการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง		↔		
3	ค้นหาแนวทางการปรับปรุง			↔	
4	ดำเนินการปรับปรุง			↔	
5	สรุปและนำเสนอผลที่ได้รับ				↔



บทที่ 2

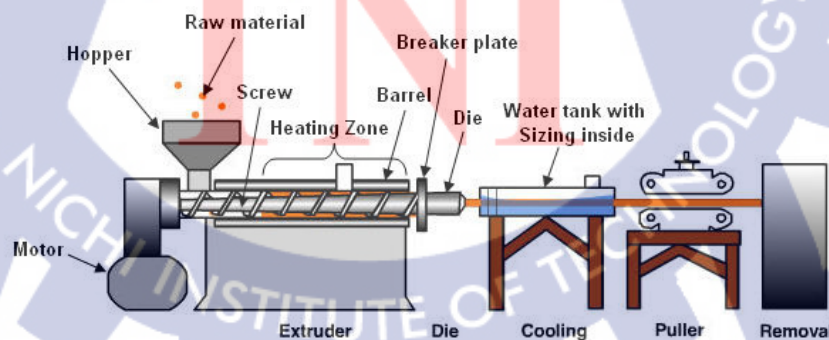
หลักการพื้นฐาน เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้ศึกษาได้รวบรวมและศึกษาข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตพลาสติกด้วยกรรมวิธีผลิตแบบอัดรีด (Extrusion) หลักการพื้นฐานที่ใช้ในการศึกษาการทำงานและแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผ่านเอกสารงานวิจัยและหนังสือที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. กระบวนการผลิตพลาสติกด้วยกรรมวิธีผลิตแบบอัดรีด (Extrusion process)

ส่วนประกอบหลักของสายการผลิตพลาสติกด้วยกรรมวิธีผลิตแบบอัดรีด (Extrusion) ประกอบด้วย หัวรีด (Extruder) รางน้ำ (Cooling) เครื่องดึง (Puller) และเครื่องตัด (Remover) ตามรูปที่ 1

หลักการทำงานของสายการผลิตพลาสติกด้วยกรรมวิธีผลิตแบบอัดรีด (Extrusion) คือ การหลอมเม็ดพลาสติกภายในกระบอกรีด (Barrel) โดยใช้ฮีตเตอร์เป็นตัวให้ความร้อน จากนั้นเม็ดพลาสติกที่หลอมจะถูกลบและเคลื่อนตัวไปข้างหน้าโดยสกรูที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ ผ่านแผ่นเบรกเกอร์ เพื่อให้ความร้อนเข้าถึงวัตถุดิบได้อย่างทั่วถึง รวมถึงเป็นการทำให้วัตถุดิบไหลเข้าแม่พิมพ์ในปริมาณที่เท่ากัน วัตถุดิบที่ถูกหลอมด้วยอุณหภูมิที่เหมาะสมจะถูกอัดผ่านแม่พิมพ์ (Die) เพื่อให้เกิดรูปร่างตามที่ต้องการ และจะถูกทำให้เย็นตัวลง โดยผ่านตัวบังคับขนาดและรูปร่าง (Sizing) ในรางน้ำ ชี้นำจะเซตตัวในรางน้ำและเคลื่อนตัวเข้าสู่เครื่องดึง เพื่อให้เกิดการไหลของงานซึ่งเป็นกระบวนการต่อเนื่อง จากนั้นชี้นำจะถูกตัดด้วยเครื่องตัดตามความยาวที่กำหนด



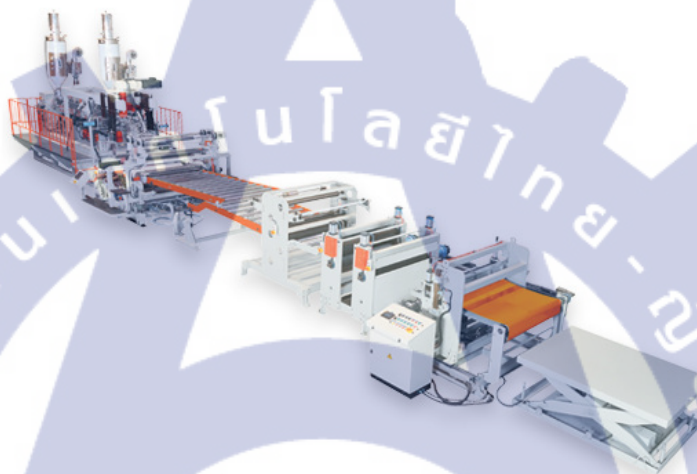
รูปที่ 1 ส่วนประกอบหลักของสายการผลิตพลาสติกด้วยกรรมวิธีผลิตแบบอัดรีด (Extrusion)

ที่มา : Mark Michalovic. (2005). **How does the Coextrusion Process Work?**

Online.

กระบวนการผลิตพลาสติกด้วยกรรมวิธีผลิตแบบอัดรีด (Extrusion) มีหลายประเภท ซึ่งแต่ละประเภทมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน โดยส่วนใหญ่จะแตกต่างกันที่แม่พิมพ์และกระบวนการหลังการอัดรีด เช่น การทำให้เป็นตัวหรือการดึง เป็นต้น โดยหลักๆ แบ่งได้ดังนี้

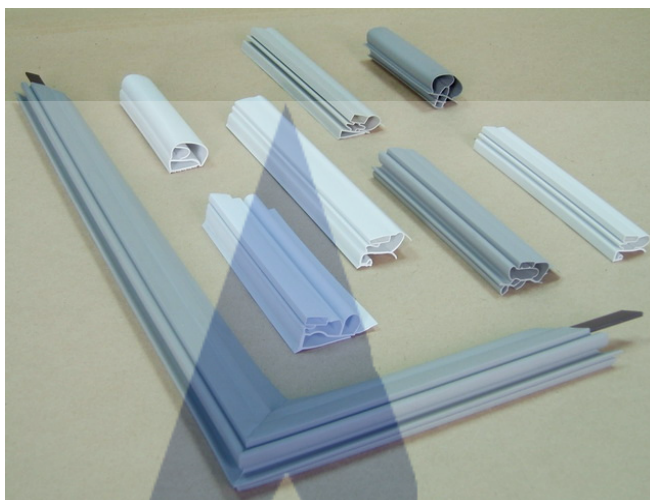
1.1 การอัดรีดแผ่นพลาสติก (Sheet Extrusion) เช่น แผ่นพลาสติกลูกฟูก (Corrugate Sheet) แผ่นหลังคาโพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate Sheet) หรือแผ่นวัตถุดิบเพื่อรอขึ้นรูปในกระบวนการต่อไป เช่น การขึ้นรูปด้วยสูญญากาศ จำพวก แก้วน้ำ บรรจุก๊าซ หรือแม้กระทั่งสินค้าขนาดใหญ่อย่างวัสดุปูรองพื้นกระบะ (Truck bed liners) เป็นต้น ตัวอย่างสายการผลิตแผ่นพลาสติก (Sheet Extrusion) แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ตัวอย่างสายการผลิตแผ่นพลาสติก (Sheet Extrusion)

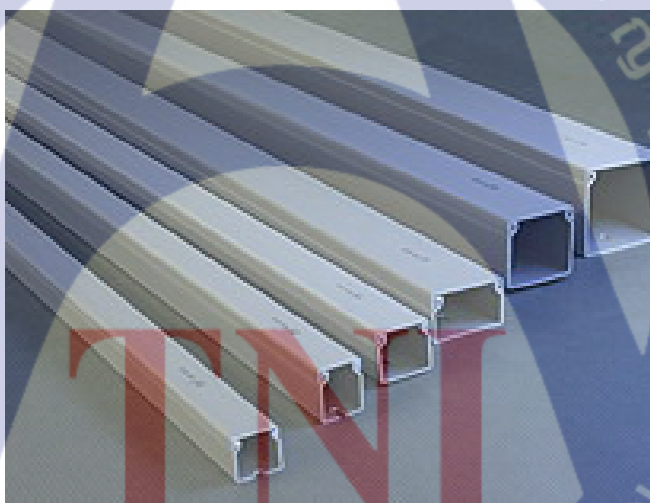
ที่มา : Leader Extrusion Machinery Company Ltd. (2013). **Sheet Extrusion Line.** Online.

1.2 การอัดรีดพลาสติกตามรูปร่างเฉพาะตัว (Profile Extrusion) เป็นการผลิตงานตามหน้าตัดของแม่พิมพ์ ซึ่งสามารถออกแบบได้หลากหลายรูปร่างตามประโยชน์ใช้สอยของงาน เช่น ขอบยางตู้เย็น (Gasket) และรางสายไฟ ดังรูปที่ 3 และ 4



รูปที่ 3 ตัวอย่างขอบยางตู้เย็น (Gasket)

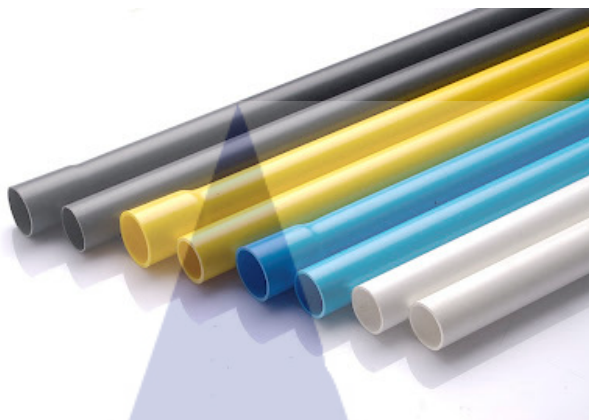
ที่มา : Al Rawan Industrial Co. Ltd. (2013). **Freezer Door Gasket**. Online.



รูปที่ 4 ตัวอย่างรางสายไฟ

ที่มา : บริษัท เอ.ดี.เอส การไฟฟ้า จำกัด. (2556). รางสายไฟ. ออนไลน์

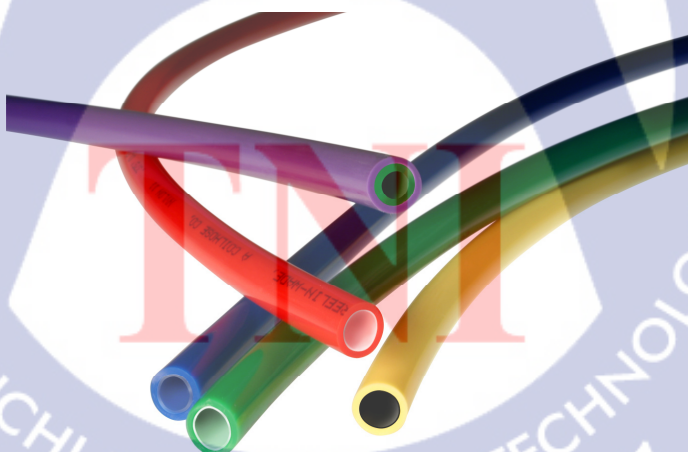
1.3 การอัดรีดท่อพลาสติก (Pipe Extrusion) เช่น ท่อน้ำ PVC ท่อร้อยสายไฟ สายยาง เป็นต้น ตัวอย่างท่อต่างๆ แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ตัวอย่างท่อต่างๆ

ที่มา : บ้านแสนรัก. (2556). **ท่อพีวีซี (PVC)**. ออนไลน์.

1.4 การอัดรีดพลาสติกแบบร่วม (Co-extrusion) เป็นการผลิตโดยใช้วัตถุดิบ 2 ตัวขึ้นไป โดยอาจจะเป็นวัตถุดิบเดียวกันแต่คนละสี หรือเป็นวัตถุดิบที่แตกต่างกัน แต่มีข้อแม้ว่า จะต้องเป็นวัตถุดิบที่สามารถหลอมเข้ากันได้ เช่น พีวีซีแข็งกับพีวีซีนิ่ม เพื่อผลิตสินค้าจำพวก ขอบประตูในตู้อาบน้ำ ตัวอย่าง Coextruded Tubing แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ตัวอย่าง Coextruded Tubing

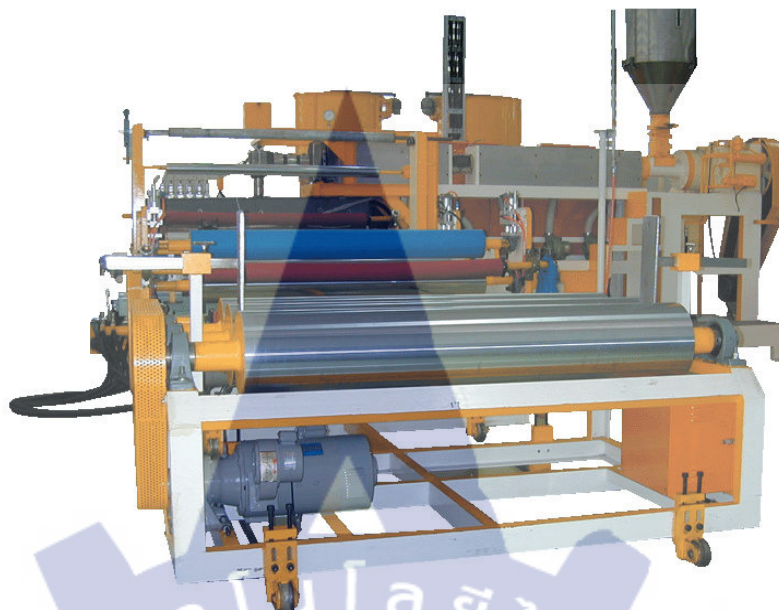
ที่มา : Freelin-Wade Company. (2008). **Plastic Tubing Images**. Online.

1.5 การอัดรีดฟิล์มพลาสติก มี 2 แบบ คือ แบบ Blown Film Extrusion สินค้าที่ใช้การผลิตประเภทนี้ได้แก่ ถุงพลาสติก และอีกแบบหนึ่ง คือ แบบ Cast Film Extrusion สินค้าที่ใช้การผลิตประเภทนี้ เช่น ฟิล์มยืด ฟิล์มใส เป็นต้น สายการผลิตแบบ Blown Film Extrusion แสดงดังรูปที่ 7 และสายการผลิตแบบ Cast Film Extrusion แสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 7 ตัวอย่างสายการผลิตแบบ Blown Film Extrusion

ที่มา : Han King Plastic Machinery Co.,Ltd. (2013). **Blown Film Extrusion Line.**
Online.



รูปที่ 8 ตัวอย่างสายการผลิตแบบ Cast Film Extrusion

ที่มา : Ching Hsing Iron Works Co.,Ltd. (2013). **Cast Film Extrusion Line**.
Online.

2. แม่พิมพ์งานอัดรีดพลาสติก (Die and Sizing)

ตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น เนื่องจากระบวนการอัดรีดพลาสติกมีหลายประเภท และแต่ละประเภทก็ใช้แม่พิมพ์ที่แตกต่างกันไป ผู้ศึกษาจะขออธิบายถึงแม่พิมพ์งานอัดรีดพลาสติกตามรูปร่างเฉพาะตัว (Profile Extrusion) เท่านั้น เนื่องจากเป็นสายการผลิตที่บริษัท กรณีศึกษา จำกัด ใช้อยู่

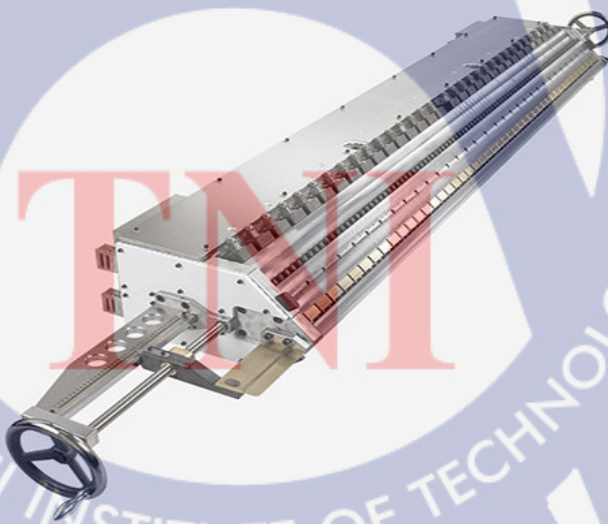
แม่พิมพ์สำหรับงานโพรไฟล์ส่วนใหญ่มีองค์ประกอบหลักอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนของแม่พิมพ์ (Die) และส่วนของตัวบังคับขนาดและรูปร่าง (Sizing) ซึ่งต่อไปนี้จะขอเรียกว่า Sizing แต่ละส่วนทำหน้าที่ต่างกัน ส่วนของแม่พิมพ์ (Die) จะเป็นตัวขึ้นรูปให้ได้ตามรูปทรงที่ต้องการ ในขณะที่ Sizing จะทำหน้าที่บังคับรูปร่างให้ได้ขนาดตามที่กำหนด โดย Sizing จะถูกวางอยู่ในน้ำ เพื่อให้ชิ้นงานเซตตัวเมื่อผ่าน Sizing

ส่วนใหญ่เหล็กที่นำมาใช้ในการผลิตแม่พิมพ์ (Die) จะเป็นเหล็กสำหรับงานร้อนและไม่ขึ้นสนิม เช่น เหล็กเกรด M303 เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดสนิมที่จะทำให้เกิดตามดขึ้นที่เนื้อเหล็ก ซึ่งจะส่งผลต่อผิวของชิ้นงานได้ แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเหล็กเกรด M303 มีราคาแพง บริษัทหลายบริษัทเลือกที่จะนำเหล็กเกรดธรรมดามาใช้ผลิตแม่พิมพ์ เพื่อเป็นการลดต้นทุน หรือ

ต้องการผลิตงานที่จำนวนน้อย เหล็กเกรดธรรมดาสามารถนำมาใช้ผลิตแม่พิมพ์ได้เหมือนกัน หากแต่ต้องมีการเก็บบำรุงรักษาอย่างถูกวิธี เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดสนิม ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของสินค้าได้ ส่วนวัสดุที่นิยมนำมาทำ Sizing ได้แก่ ทองเหลือง และสแตนเลส เพราะมีคุณสมบัติไม่ขึ้นสนิม เนื่องจาก Sizing ต้องอยู่ในน้ำตลอดเวลาที่ผลิต

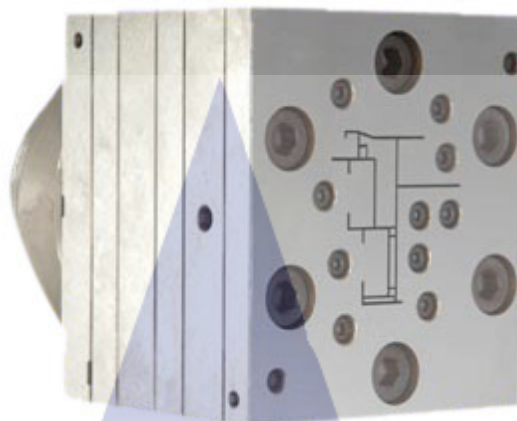
กระบวนการหลักในการผลิตแม่พิมพ์อัดรีดพลาสติก คือ กระบวนการ Wire-Cut ซึ่งกระบวนการ Wire-Cut นี้มีความแม่นยำสูง เหมาะกับการตัดโปรไฟล์ที่ต้องการขนาดตามที่ต้องการออกมาได้ เพื่อนำไปผลิตให้ได้ชิ้นงานตามสเปคที่ลูกค้ากำหนด กระบวนการอื่น เช่น การปาด เจาะ กลึง ยัด เป็นเพียงกระบวนการเสริม เพื่อประกอบแม่พิมพ์ให้เข้ากัน

รูปแบบของแม่พิมพ์ มีอยู่ 2 แบบ คือ แบบกลม และแบบเหลี่ยม โดยทั่วไป แบบกลมจะเหมาะกับงานที่มีขนาดเล็กถึงปานกลาง ส่วนแบบเหลี่ยมจะเหมาะกับงานที่มีขนาดใหญ่ แต่ทั้งนี้ทั้งนั้น การออกแบบแม่พิมพ์ไม่มีกฎตายตัวว่าจะต้องออกแบบแม่พิมพ์เป็นแบบกลมหรือแบบเหลี่ยม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพิจารณาของผู้ออกแบบแม่พิมพ์ ส่วนที่สำคัญในการออกแบบแม่พิมพ์อยู่ที่การคำนวณอัตราส่วนการหดตัวของวัตถุดิบแต่ละชนิด รวมถึงเทคนิคต่างๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับความยากง่ายของโปรไฟล์ของชิ้นงานนั้นๆ ตัวอย่างแม่พิมพ์ Sheet Extrusion แสดงดังรูปที่ 9 ตัวอย่างแม่พิมพ์ Profile Extrusion แบบเหลี่ยมและแบบกลม แสดงดังรูปที่ 10 และ 11 ตามลำดับ และ ตัวอย่าง Sizing Profile Extrusion แสดงดังรูปที่ 12



รูปที่ 9 ตัวอย่างแม่พิมพ์ Sheet Extrusion

ที่มา : Esde Maschinentechnik GmbH. (2013). **Sheet Extrusion Die**. Online.



รูปที่ 10 ตัวอย่างแม่พิมพ์ Profile Extrusion แบบเหลี่ยม

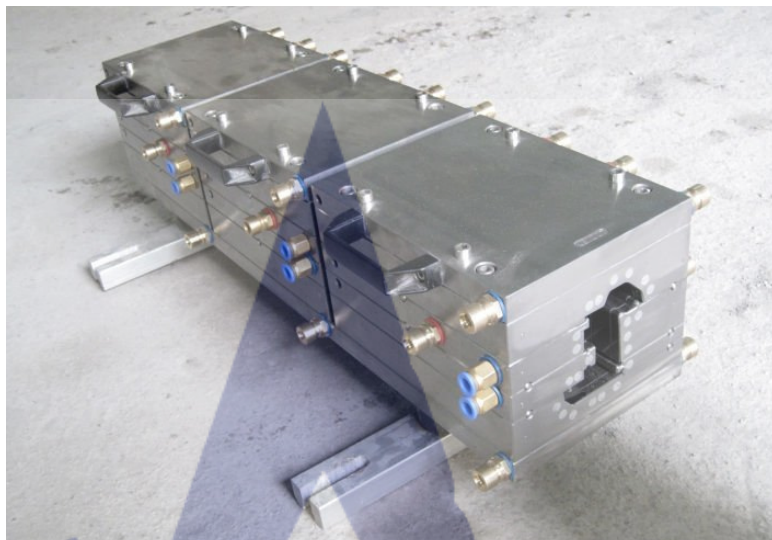
ที่มา : Beijing Ameca New Building Products Development Co., Ltd. (2013).

Plastic Extrusion Die. Online.



รูปที่ 11 ตัวอย่างแม่พิมพ์ Profile Extrusion แบบกลม

ที่มา : GDS Mold & Tool. (2011). **Plastic Extrusion.** Online.



รูปที่ 12 ตัวอย่าง Sizing Profile Extrusion

ที่มา : Shaoxing Zhaoqun Plastic Mould Co., Ltd. (2010). **Plastic Extrusion Die**. Online.

3. การปรับตั้งแม่พิมพ์งานอัดรีดพลาสติก (Dies and Sizing Set up)

การปรับตั้งแม่พิมพ์จะนับตั้งแต่เวลาที่ได้อำนาจงานสูงสุดทำจากแม่พิมพ์ชุดเก่า ถอดเปลี่ยนและประกอบแม่พิมพ์ชุดใหม่แทนแม่พิมพ์ชุดเก่า เริ่มเดินเครื่องใหม่ ปรับตั้งเครื่องจักรจนกระทั่งได้อำนาจงานใหม่ขึ้นแรกที่ได้ขนาดและคุณภาพตามใบ Check Sheet จึงถือว่าจบขั้นตอนการปรับตั้งแม่พิมพ์

The Department of Education Employment and Workplace Relations เป็นหน่วยงานหนึ่งของ The training.gov.au (TGA) ประเทศออสเตรเลีย ก่อตั้งเพื่อเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้และฝึกอบรมให้แก่บุคลากรในประเทศ

หนึ่งในหลักสูตรการฝึกอบรม ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการปรับตั้งแม่พิมพ์งานอัดรีดพลาสติก ซึ่งรายละเอียดแสดงในเว็บไซต์ของ The Department of Education Employment and Workplace Relations ภายใต้หัวข้อ Change extrusion die and setup

4. การวิเคราะห์ขั้นตอนการผลิต (Process Analysis) และ การวิเคราะห์กิจกรรม (Activity Analysis)

4.1 การวิเคราะห์ขั้นตอนการผลิต (Process Analysis)

การวิเคราะห์ขั้นตอนการผลิต (Process Analysis) นั้น เริ่มต้นจากการบันทึกข้อมูลการผลิต เพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนการผลิตแบบโดยรวม จากนั้นจึงทำการศึกษาในรายละเอียดของขั้นตอนการทำงาน เพื่อการวิเคราะห์และหาแนวทางปรับปรุง โดยใช้เครื่องมือ ซึ่งก็คือแผนภูมิและไดอะแกรมต่างๆ เป็นตัวช่วยในการบันทึกข้อมูล

รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม (2552: 103-135) ได้กล่าวถึงแผนภูมิและไดอะแกรมต่างๆ ที่ใช้ สำหรับการวิเคราะห์ขั้นตอนการผลิต (Process Analysis) ไว้ ดังนี้

4.1.1 แผนภูมิกระบวนการ (Process Charts) เป็นแผนภูมิแสดงภาพของกระบวนการผลิตได้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่ายตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการ

4.1.2 แผนภูมิกระบวนการทำงาน (Operation Process Charts) เป็นแผนภูมิที่เหมือนกับแผนภูมิกระบวนการ (Process Charts) แต่ใช้ในการแสดงขั้นตอนการผลิต ซึ่งก็คือกระบวนการผลิตโดยรวมตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นกระบวนการ กล่าวคือ ตั้งแต่เป็นวัตถุดิบจนประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ โดยระบุกระบวนการทำงานหลักที่ต้องทำและเรียงลำดับขั้นตอนของการทำงาน

4.1.3 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) เป็นหนึ่งในเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์กระบวนการการทำงาน (Process Analysis) ที่ได้รับความนิยมมากตัวหนึ่ง โดยแผนภูมินี้จะใช้วิเคราะห์การเคลื่อนไหวของวัตถุดิบ ชิ้นส่วน พนักงาน และอุปกรณ์ ในกระบวนการ โดยแสดงเป็นสัญลักษณ์และคำบรรยายประกอบ พร้อมระบุเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนด้วย

แผนภูมิจะจำแนกกิจกรรมต่างๆ ออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ การปฏิบัติงาน (Operation) การตรวจสอบ (Inspection) การเคลื่อน (Transportation) การรอคอย (Delay) และการเก็บ (Storage) ซึ่งผู้วิเคราะห์สามารถแยกงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า เช่น การรอคอยและการเก็บ ออกจากงานที่ก่อให้เกิดคุณค่าได้

ตารางที่ 2 สัญลักษณ์มาตรฐานในแผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart)

สัญลักษณ์	ชื่อเรียก	คำจำกัดความโดยย่อ
	Operation การปฏิบัติงาน	- การเปลี่ยนคุณสมบัติทางเคมีหรือฟิสิกส์ของวัตถุ - การประกอบชิ้นส่วน หรือการถอดส่วนประกอบออก - การเตรียมวัตถุเพื่องานขั้นต่อไป - การวางแผน การคำนวณ การให้คำสั่ง หรือการรับคำสั่ง
	Inspection การตรวจสอบ	- การตรวจสอบคุณลักษณะของวัตถุ - การตรวจสอบคุณภาพหรือปริมาณ
	Transportation การเคลื่อน	- การเคลื่อนวัตถุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง - พนักงานกำลังเดิน
	Delay การคอย	- การเก็บวัสดุชั่วคราวระหว่างการปฏิบัติงาน - การคอยเพื่อให้งานขั้นต่อไปเริ่มต้น
	Storage การเก็บ	- การเก็บวัสดุไว้ในสถานที่ถาวรซึ่งต้องอาศัยคำสั่งในการเคลื่อนย้าย - การเก็บชิ้นส่วนที่รอเป็นเวลานาน

ที่มา : รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. (2552). **Industrial Work Study (การศึกษางานอุตสาหกรรม)**. หน้า 110.

4.1.4 แผนภูมิการประกอบ (Assemble Process Chart) เป็นแผนภูมิกระบวนการอีกชนิดหนึ่ง ใช้สำหรับงานที่มีชิ้นส่วนต่างๆ มาประกอบกันเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่ง โดยแต่ละชิ้นส่วนย่อยมีแผนภูมิกระบวนการเป็นของตัวเอง จากนั้นนำมารวมกัน กลายเป็นแผนภูมิกระบวนการของผลิตภัณฑ์นั้นๆ

4.1.5 แผนภูมิผลิตภัณฑ์พหุคูณ (Multi-Product Process Chart) เหมาะสำหรับโรงงานที่ผลิตสินค้าไม่กี่ชนิด โดยผ่านขั้นตอนการผลิตที่คล้ายคลึงกัน หรือใช้เครื่องจักรร่วมกัน

4.1.6 แผนภูมิการเดินทาง (Travel Chart) ใช้สำหรับวิเคราะห์ปริมาณการเคลื่อนย้ายของผลิตภัณฑ์และวัสดุระหว่างแผนกงานต่างๆ เพื่อใช้วิเคราะห์ระยะทางระหว่างแผนก และนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงผังหรือออกแบบผังโรงงานต่อไป

4.2 การวิเคราะห์กิจกรรม (Activity Analysis)

การวิเคราะห์กิจกรรม (Activity Analysis) ใช้วิธีการบันทึกข้อมูลการผลิตแจก เช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์กระบวนการ (Process Analysis) โดยเครื่องมือที่ใช้ในการบันทึก และวิเคราะห์กิจกรรม (Activity Analysis) เรียกว่า แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ (Multiple Activity Chart) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แผนภูมิกิจกรรมร่วม แผนภูมินี้ใช้แสดงความสัมพันธ์ของ การทำงานของคนหลายคนที่ต้องทำงานร่วมกัน หรือในบริเวณเดียวกัน หรือใช้เครื่องจักร ร่วมกัน หรือใช้ศึกษาการทำงานของพนักงานคนเดียว แต่ต้องดูแลเครื่องจักรหลายเครื่องพร้อม กัน จุดประสงค์ของการใช้แผนภูมินี้ก็เพื่อใช้วิเคราะห์กิจกรรมที่ทำร่วมกันและแยกกันทำ ระหว่างคนกับคน หรือคนกับเครื่องจักร เพื่อลดเวลาว่างงาน ซึ่งถือว่าเป็นความสูญเปล่าชนิด หนึ่งของพนักงานและเครื่องจักรลง

รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม (2552: 143-155) ได้กล่าวถึงแผนภูมิกิจกรรมร่วม 2 ชนิด ได้แก่

4.2.1 แผนภูมิวิเคราะห์การทำงานระหว่างพนักงานกับเครื่องจักร (Man-Machine Chart) หรือเรียกสั้นๆ ว่าแผนภูมินคนและเครื่องจักร ใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกิจกรรมที่คน หรือเครื่องจักรทำ ว่าเป็นกิจกรรมที่ทำร่วมกัน อิสระจากกัน หรือไม่ได้ทำงาน เพื่อที่จะสามารถ สลับปรับเปลี่ยนกิจกรรมอิสระ เพื่อให้เวลารอคอยลดลง หรือลดขั้นตอนการทำงานบางอย่างลง เพื่อให้เวลาทำงานเร็วขึ้น

4.2.2 แผนภูมิวิเคราะห์การทำงานของกลุ่มพนักงาน (Gang Process Chart) ใช้ วิเคราะห์การทำงานของกลุ่มพนักงานที่ทำงานเกี่ยวข้องกัน หรืออยู่ในบริเวณเดียวกัน โดยจะ วิเคราะห์แผนภูมิการทำงานของแต่ละคน และนำมารวมกัน ซึ่งจะเป็นการวิเคราะห์การทำงาน โดยรวมของกลุ่ม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของกลุ่ม หรือเพื่อลดจำนวนคนงานที่ไม่ จำเป็นออก

5. Single Minute Exchange of Die (SMED)

Dr.Shigeo Shingo เป็นผู้ค้นพบและพัฒนาระบบ SMED ซึ่งย่อมาจาก Single-Minute Exchange of Die ซึ่งระบบนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในทุกอุตสาหกรรม และมีการนำไปใช้ อย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมการผลิตที่ต้องมีการเปลี่ยนแม่พิมพ์ เช่น Mold และ Die เป็นต้น ระบบนี้มีเป้าหมายให้การปรับตั้งเครื่องจักรสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว โดยมี หลักการพื้นฐาน คือ การแยกการตั้งเครื่องภายนอกออกจากการตั้งเครื่องภายใน และแปลงการ ตั้งเครื่องภายในให้เป็นการตั้งเครื่องภายนอกให้มากที่สุด

เทคนิค SMED มีขั้นตอนการปรับปรุงหลักอยู่ 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 : การแยกแยะระหว่างการตั้งเครื่องภายในและการตั้งเครื่องภายนอก

โดยส่วนใหญ่แล้ว การปฏิบัติงานการตั้งเครื่องก่อนระบบ SMED เข้ามาใช้ การตั้งเครื่องภายในและการตั้งเครื่องภายนอกมักจะปนกันอยู่ โดยที่ผู้ปฏิบัติงานไม่ได้ตระหนักถึงเลยว่างานบางงานสามารถเตรียมได้ก่อนหยุดเครื่องจักรเพื่อการปรับเปลี่ยนรุ่นการผลิต

ขั้นที่ 2 : แปลงการตั้งเครื่องภายในให้เป็นการตั้งเครื่องภายนอก

ขั้นตอนนี้จะพิจารณาว่าขั้นตอนไหนสามารถที่จะแปลงมาเป็นการตั้งเครื่องภายนอกได้บ้าง เช่น การอุ่นแม่พิมพ์ ซึ่งโดยปกติการอุ่นแม่พิมพ์ถือว่าการตั้งเครื่องภายใน เนื่องจากแม่พิมพ์ที่ติดอยู่ที่เครื่องยังไม่พร้อมที่จะผลิตได้ เครื่องจักรจึงไม่สามารถทำงานได้จนกว่าแม่พิมพ์จะได้ค่าอุณหภูมิตามที่ตั้งไว้ การโยกขั้นตอนการอุ่นแม่พิมพ์ออกมาด้านนอกจึงถือว่าการแปลงการตั้งเครื่องภายในให้เป็นการตั้งเครื่องภายนอก นอกจากนี้ การทำจิกมาตรฐานยังถือว่าการการตั้งเครื่องภายในให้เป็นการตั้งเครื่องภายนอกอีกด้วย การประกอบแม่พิมพ์สามารถทำด้านนอกได้ จากนั้นจึงยกไปติดตั้งที่เครื่อง ซึ่งจะทำให้ลดเวลาขั้นตอนการประกอบแม่พิมพ์ที่เครื่องลงไปได้มาก

ขั้นที่ 3 : ปรับปรุงการติดตั้งเครื่องจักรในทุกๆ แม่พิมพ์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

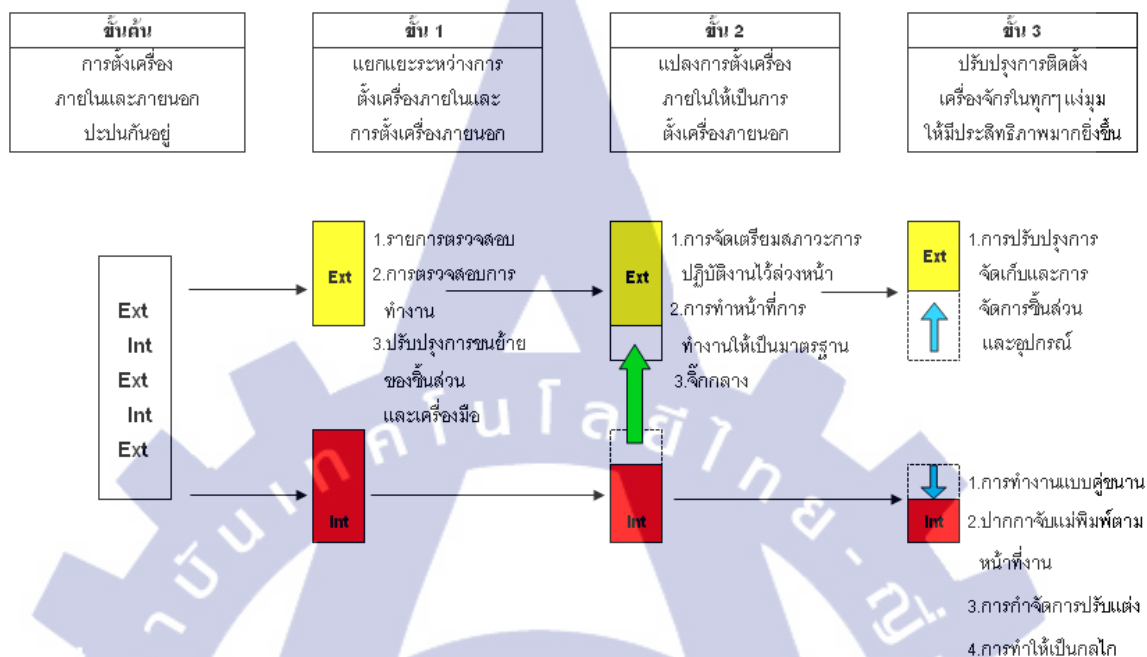
ในขั้นตอนนี้ จะแบ่งออกเป็นปรับปรุงการตั้งเครื่องภายนอกซึ่งรวมถึงการเก็บและขนย้ายอุปกรณ์และเครื่องมือด้วย เช่น การทำป้ายบ่งชี้ การทำ Visual Control และการทำ 5ส ในการจัดเก็บอุปกรณ์และเครื่องมือ เป็นต้น

อีกส่วนหนึ่งจะเป็นการปรับปรุงการตั้งเครื่องภายใน ซึ่งมีอยู่ 4 วิธีการ ได้แก่

1. การปฏิบัติการแบบขนาน คือการใช้พนักงาน 2 คนช่วยกันทำงานติดตั้ง
2. การใช้ปากกาจับแม่พิมพ์ตามหน้าที่งาน คือการเปลี่ยนจากการใช้สลักเกลียว (Bolt) มาใช้เป็นปากกาจับแม่พิมพ์ตามหน้าที่งาน (Functional Clamp) แทน
3. การกำจัดการปรับแต่ง โดยมีเทคนิคอยู่ 3 อย่าง คือ การใช้สเกลแบบตัวเลข และการทำให้การตั้งค่าเป็นมาตรฐาน การทำให้มองเห็นเส้นกึ่งกลางสมมติและระนาบอ้างอิงสมมติ และการใช้ระบบตัวคูณร่วมน้อย (ค.ร.น.)
4. การทำให้เป็นกลไก

แนวคิดของระบบ SMED แสดงดังรูปที่ 13

ชั้นเชิงแนวคิดและเทคนิคในทางปฏิบัติของ SMED



รูปที่ 13 ชั้นเชิงแนวคิดและเทคนิคในทางปฏิบัติของ SMED

ที่มา : The Productivity Press Development Team. การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (Quick Changeover for Operators : The SMED System). (2550). หน้า 11.

6. การลดความสูญเสียด้วยหลักการ ECRS

รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม (2552: 85-94) ได้กล่าวถึงการปรับปรุงงานโดยใช้หลักการ ECRS ซึ่งประกอบด้วย

E – Eliminate คือ การขจัดงานที่ไม่จำเป็นออกไป โดยให้พิจารณาจากงานที่ไม่มีมูลค่าเพิ่ม (Non-value-added Activities) งานที่ไม่มีวัตถุประสงค์ (Not Valid Object) และงานที่ไม่ตอบสนองต่อความต้องการ (Not Serving Purpose) หรือใช้วิธีการระดมความคิดของคณะทำงาน เช่นวิศวกร หัวหน้างานหรือผู้ควบคุมงานที่ชำนาญงานร่วมกับพนักงาน

C – Combine คือ การรวมงานหรือขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกันหรือมีความคล้ายคลึงกันเข้าด้วยกันเพื่อลดขั้นตอนการผลิต ซึ่งอาจจะใช้เพื่อปรับสมดุลของสายการผลิต หรือปรับกิจกรรมของงานให้เหมาะสมแก่พนักงานที่มีทักษะการทำงานแตกต่างกัน

R – Rearrange คือ การจัดลำดับของงานหรือขั้นตอนการทำงานใหม่ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการทำงานที่ดีกว่าเดิม ปัญหาในการเคลื่อนย้ายวัสดุที่มีระยะทางไกล หรือมีการรอคอยของพนักงานหรือเครื่องจักรเป็นตัวอย่างปัญหาที่สามารถใช้หลักการ Rearrange เข้ามาแก้ไขได้ โดยใช้การวิเคราะห์ผ่านแผนภูมิและไดอะแกรมต่างๆ

S – Simplify คือ การทำงานที่มีความซับซ้อนให้ง่ายขึ้น เพื่อพนักงานสามารถปฏิบัติงานได้สะดวกและง่ายขึ้น เมื่อทำการปรับปรุงงานโดยใช้หลักการที่กล่าวไว้ข้างต้นแล้ว เรื่องงานจะเหลือเฉพาะงานที่จำเป็นต้องทำ หลักการ Simplify จะถูกนำมาใช้เพื่อปรับปรุงงานที่เหลืออยู่ให้ง่ายขึ้น โดยใช้เทคนิคคำถาม 5W1H เพื่อหาวิธีการทำงานอื่นที่ง่ายและสะดวกกว่า

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นการศึกษาหาข้อมูลสำคัญ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาและนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการผลิตของบริษัท กรณีศึกษาจำกัด ที่ผู้ศึกษาทำการศึกษาอยู่ โดยผู้ศึกษาได้รวบรวมและสรุปงานวิจัยต่างๆ ไว้ดังนี้

ชมพูชัช ไชยโคตร (2552) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การเพิ่มผลผลิตการผลิตโดยเทคนิคการศึกษางาน กรณีศึกษา สายงานผลิตแปรงถ่าน โรงงานกรณีศึกษาประสบปัญหาการส่งมอบไม่ทันกำหนด และปัญหาความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานผ่านแผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) ของกระบวนการก่อนปรับปรุง และทำการออกแบบแนวทางการแก้ไขโดยใช้หลักการ ECRS กระบวนการผลิตหลังการปรับปรุงสามารถลดเวลามาตรฐานการผลิตแปรงถ่านได้ดังนี้ กลุ่มงานสปริง ลดลง 9.04 นาที คิดเป็นร้อยละ 27.67 กลุ่มงานเครน ลดลง 7.91 นาที คิดเป็นร้อยละ 32.39 กลุ่มงานรีเวต/สกริป/แหวน ลดลง 8.47 นาที คิดเป็นร้อยละ 21.95 และกลุ่มงาน TAMP/ติดเบกาไลท์ ลดลง 8.48 นาที คิดเป็นร้อยละ 9.38

อดิเรก คำพิมพ์ (2554) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การลดความสูญเสียในการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot Dip Galvanize) กรณีศึกษา โรงงานชุบสังกะสี เนื่องจากการแข่งขันที่รุนแรงในอุตสาหกรรมนี้ ทำให้ทางโรงงานต้องการที่จะลดต้นทุนโดยการลดความสูญเสียจากกระบวนการผลิต ทางผู้วิจัยได้นำแผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) มาใช้บันทึกและวิเคราะห์กระบวนการเพื่อค้นหาความสูญเสียทั้งหลาย จากนั้นนำหลักการ ECRS มาประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงกระบวนการ โดยการขจัดงานที่ไม่มีคุณค่าเพิ่ม (Non-value-added :NVA) ออกไป และปรับปรุงกระบวนการที่จำเป็นแต่ไม่มีคุณค่าเพิ่ม (Necessary but Non-value-added :NNVA) ให้มีการทำงานที่ง่ายและสะดวกขึ้น หลังการปรับปรุง พบว่าสามารถลดเวลาการทำงานลงได้จาก 421 นาที เหลือ 325.5 นาที คิดเป็นร้อยละ 22.68 และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้จากร้อยละ 4.19 เป็นร้อยละ 4.91

วรพจน์ ยอดมณต์ (2543) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การลดเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนการผลิตของผลิตภัณฑ์ผ้าอนามัยแบบมีปีก 2 รุ่น คือการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์แบบความหนาเปลี่ยน และการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์แบบความหนาและความยาวเปลี่ยน ผู้วิจัยได้นำเอาหลักการของการศึกษาเวลาและการทำงาน (Motion and Time Study) มาใช้ เพื่อศึกษากระบวนการเปลี่ยนการผลิตผ้าอนามัยแบบมีปีก ซึ่งเจาะลึกไปถึงการจับเวลากิจกรรมหลักและกิจกรรมย่อย จากนั้นทำการวิเคราะห์โดยใช้หลัก 6W-1H (What, Who, When, Where, Why, Which และ How) เพื่อหาสาเหตุการใช้เวลาเปลี่ยนผลิตภัณฑ์นาน

ท้ายสุดคือการนำเทคนิค Single-Minute Exchange of Die (SMED) และหลักการป้องกันความผิดพลาด (POKAYOKE) มาใช้เพื่อปรับปรุงกระบวนการ โดยสามารถลดเวลาการเปลี่ยนการผลิตได้ดังนี้ การเปลี่ยนผลิตภัณฑ์แบบความหนาเปลี่ยนจาก 240 นาที เหลือ 67 นาที คิดเป็นร้อยละ 72 การเปลี่ยนผลิตภัณฑ์จากผ้าอนามัยแบบมีปีกแบบบางเป็นผ้าอนามัยแบบมีปีกแบบบางยาวพิเศษจาก 960 นาที เหลือ 82 นาที คิดเป็นร้อยละ 91.4 และการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์จากผ้าอนามัยแบบมีปีกแบบหนาเป็นผ้าอนามัยแบบมีปีกแบบบางยาวพิเศษจาก 1258 นาที เหลือ 79 นาที คิดเป็นร้อยละ 93.7

จิราพิสิฐ ไชยอารีกุล (2550) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การลดเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ของเครื่องบรรจุหลอดอัตโนมัติ ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งการปรับตั้งเครื่องเป็น 2 ส่วน คือ กิจกรรมล้างและฆ่าเชื้ออุปกรณ์ และกิจกรรมการติดตั้งเครื่อง โดยใช้แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) มาศึกษากระบวนการก่อนปรับปรุง จากนั้นได้นำเอาหลักการ 5W1H มาใช้วิเคราะห์กระบวนการ เพื่อให้มองเห็นปัญหาและแนวทางปรับปรุง หลังจากนั้นจึงได้นำเอาหลักการ Single-Minute Exchange of Die (SMED) มาใช้ปรับปรุงกระบวนการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ ซึ่งทำให้สามารถลดเวลาการปรับตั้งจักรลงไปได้ถึงร้อยละ 63.05 ของเวลาก่อนการปรับปรุง นอกเหนือจากนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาของเสียจากปัญหาหลอดแตกฉ่ำ โดยใช้เทคนิคการถาม Why-Why เพื่อค้นหาสาเหตุของปัญหา พบว่าสาเหตุของปัญหาเกิดจากการปรับตั้งเครื่องจักรไม่ดี หลังจากแก้ไขปรับปรุง ปัญหาหลอดแตกฉ่ำลดลงจากร้อยละ 20.49 เหลือร้อยละ 5.01 ของปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมด

จันทร์ทา นาควชิรตระกูล ; และคนอื่นๆ (2550) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การปรับปรุงประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแผ่นกรองในกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์มโพลีเอสเตอร์ จากการศึกษาพบว่าขั้นตอนการเปลี่ยนแผ่นกรองใช้เวลาสูงถึง 195-240 นาทีต่อครั้ง โดยสาเหตุเกิดจากความไม่ชัดเจนในขั้นตอนของการปฏิบัติงานและทักษะของพนักงานไม่ดีพอ รวมถึงไม่มีการเตรียมงานก่อนการปฏิบัติงาน หลังการปรับปรุงโดยใช้เทคนิค Single-Minute Exchange of Die (SMED) ใช้วิธีการทำงานแบบขนาน และการปรับปรุงผ่านการวิเคราะห์งานจากแผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) และแผนภูมิหลายกิจกรรมประเภทกลุ่มคน

(M-M Chart) โดยมีการปรับเปลี่ยนการเตรียมงานในให้เป็นงานนอก พบว่าสามารถลดเวลาการทำงานลงจาก 195 นาทีต่อครั้ง เหลือ 104 นาทีต่อครั้ง รวมถึงยังช่วยลดปริมาณของเสียช่วงเริ่มผลิตใหม่จาก 8.704 ตันต่อปี เหลือ 4.642 ตันต่อปี

เฉลิมชัย รัตนโสภากิจสิน (2552) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การลดเวลาเปลี่ยนรุ่นการผลิตแบตเตอรี่ กรณีศึกษา บริษัท สยาม ยีเอส แบตเตอรี่ จำกัด โดยใช้หลักการและเทคนิค Single-Minute Exchange of Die (SMED) เพื่อเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุน และสร้างความสามารถและความยืดหยุ่นให้กับกระบวนการผลิต ซึ่งก่อนนำเทคนิค SMED เข้ามาใช้พบว่าโรงงานมีปัญหาการใช้เวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตนาน และหากไม่เปลี่ยนรุ่นการผลิตบ่อย โรงงานจะมีสินค้าคงคลังสูงและส่งสินค้าล่าช้า ภายหลังจากการปรับปรุงกระบวนการเปลี่ยนรุ่นการผลิตครบ 3 ขั้นตอนตามเทคนิค SMED พบว่า โรงงานสามารถลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตลงได้ 66.01 นาที หรือคิดเป็นร้อยละ 67.91 เทียบเป็นการเพิ่มยอดการผลิตแบตเตอรี่ถึง 16,018 ลูกต่อปี คิดเป็นมูลค่าการขายถึง 32,036,000 บาทต่อปี

ชัยเชษฐ์ พันธุ์มี (2552) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรเป่าฟิล์มในกระบวนการเป่าฟิล์มของอุตสาหกรรมการผลิตถุงพลาสติก จากการศึกษาพบว่า โรงงานประสบปัญหาการใช้เวลาการปรับตั้งเครื่องจักรนาน งานวิจัยชิ้นนี้ศึกษาถึงการใช้เทคนิค Single-Minute Exchange of Die (SMED) เพื่อลดเวลาการสูญเสียในกระบวนการเป่าฟิล์มพลาสติกทั้ง 5 เครื่อง หลังจากการปรับปรุงกระบวนการตาม 3 ขั้นตอนตามเทคนิค SMED โรงงานสามารถลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักรลงไปได้ถึงร้อยละ 64, 67.82, 72.94, 76.6 และ 73.86 ตามลำดับ

จรัสลักษณ์ ดันทิพย์ (2553) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การลดเวลาการติดตั้งแม่พิมพ์ กรณีศึกษา โรงงานฉีดพลาสติก จากการศึกษา เป็นงานวิจัยที่ค้นหาถึงปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์ และวิเคราะห์หาแนวทางในการปรับปรุง โดยใช้เครื่องมือแผนภูมิกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) เทคนิคการตั้งคำถาม 6W1H และแผนผังก้างปลา รวมถึงการใช้เทคนิค Single-Minute Exchange of Die (SMED) เพื่อแยกงานติดตั้งภายในและภายนอกออกจากกัน จากนั้นได้ใช้แผนภูมิกิจกรรม (Activity Chart) ทำการวิเคราะห์และปรับปรุงเป็นขั้นตอนสุดท้าย ผลลัพธ์คือสามารถลดเวลาติดตั้งแม่พิมพ์ลงได้จากเดิม 76 นาที เหลือ 33 นาที คิดเป็นร้อยละ 56 จากเวลาที่ใช้ในการติดตั้งแม่พิมพ์ก่อนการปรับปรุง

พัฒนสุภา ศรีคันธะรักษ์ (2553) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักรของเครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนชิ้นงาน (Mounting machine) กรณีศึกษา บริษัทฟูจิอุระอิเล็กทรอนิกส์ ประเทศไทยจำกัด โรงงานปราจีนบุรี ผู้วิจัยได้นำหลักการ Single-Minute Exchange of Die (SMED) มาใช้เพื่อปรับปรุงกระบวนการปรับแต่งเครื่องจักร โดยแบ่งกระบวนการออกเป็น 3 ส่วน คือ กระบวนการที่เครื่องพิมพ์ตะกั่ว (Printing Machine) กิจกรรมที่เครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนชิ้นงาน (Mounting Machine) และกิจกรรมที่เครื่องอบ

ตะกั่ว (IR Reflow Machine) ผู้วิจัยได้ทำการศึกษากระบวนการดัดกลวผ่านแผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) จากนั้นทำการวิเคราะห์โดยใช้หลักการ 5W1H (What, Where, When, Who, Why, How) เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผ่านหลักการ ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify) รวมถึงการใช้เทคนิคการตั้งคำถาม Why-Why เพื่อวิเคราะห์จุดบกพร่องของวิธีการทำงานเดิมและหาแนวทางแก้ไข หลังจากได้ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการตามหลักการ Single-Minute Exchange of Die (SMED) แล้ว พบว่าสามารถลดเวลาในการปรับตั้งในกิจกรรมการผลิตได้ 54 นาที 50 วินาที หรือลดลงจากเดิมคิดเป็นร้อยละ 69.5 ผลผลิตเพิ่มขึ้น 2,097,150 บาทต่อเดือนต่อสายการผลิต และต้นทุนการผลิตลดลง 61,354 บาทต่อเดือนต่อสายการผลิต

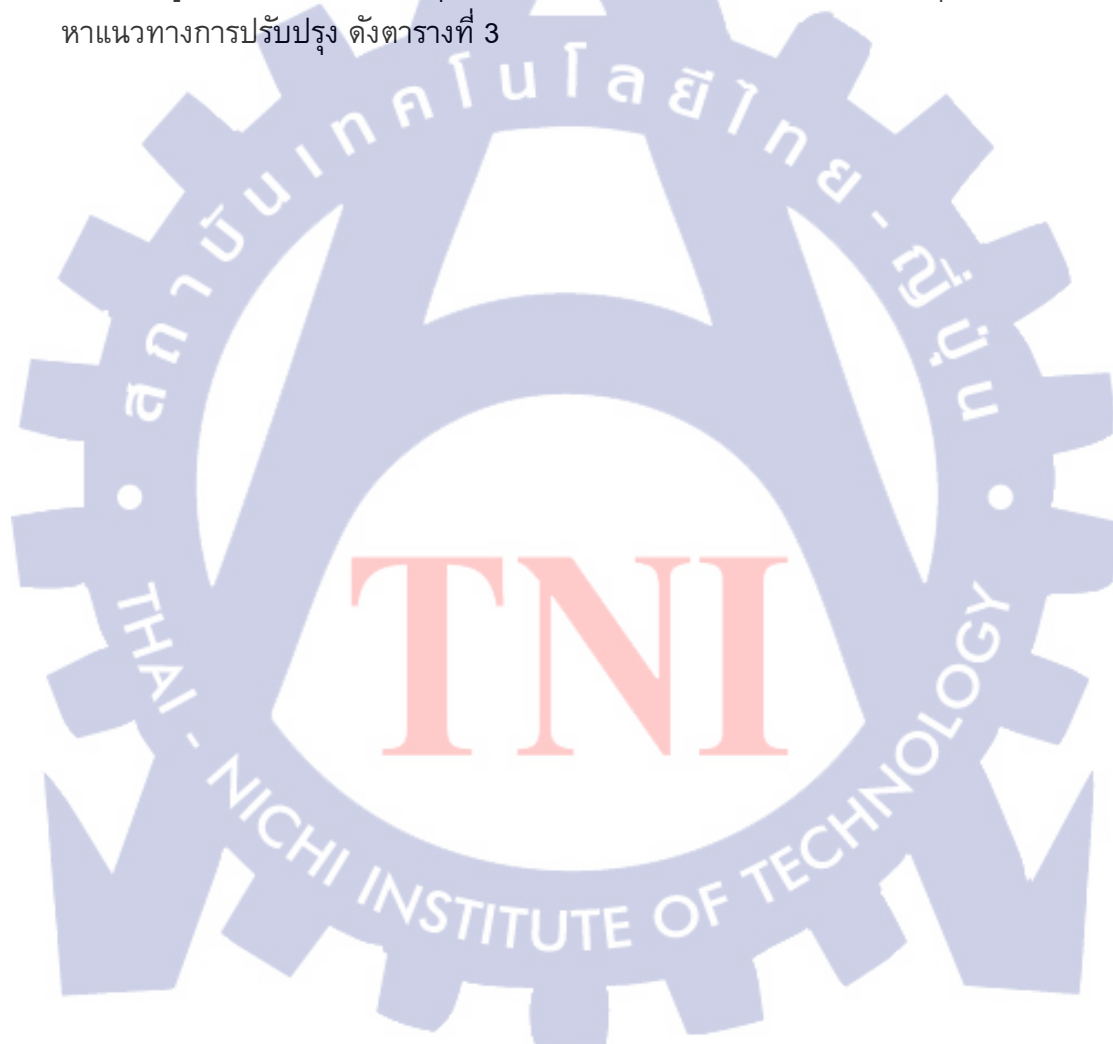
โกสินทร์ เจริญวรเกียรติ (2553) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการผลิตไม้ฝาสังเคราะห์ โดยผู้วิจัยพบปัญหาขั้นตอนการทำงานที่ไร้ประสิทธิภาพ จึงได้นำผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาดังกล่าว จากนั้นจึงได้นำเอาเทคนิค Single-Minute Exchange of Die (SMED) มาใช้เพื่อจัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกไป และได้ทำการออกแบบและปรับปรุงขั้นตอนการทำงานใหม่ให้มีประสิทธิภาพขึ้นกว่าเดิม จากการดำเนินการผู้วิจัยสามารถแยกกิจกรรมภายในเป็นกิจกรรมภายนอกได้ โดยแบ่งเป็นกิจกรรมภายใน 5 ขั้นตอนและกิจกรรมภายนอก 1 ขั้นตอน จากนั้นจึงทำการปรับปรุงทั้งกิจกรรมภายในและกิจกรรมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้หลังการปรับปรุงคือสามารถลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดลงจาก 300.40 นาที เป็น 165.20 นาที ต่อการปรับตั้งลูกอัดต่อครั้ง คิดเป็นเวลาที่ลดลงร้อยละ 45.01

อดิศักดิ์ นาวเหนียว ; และคนอื่นๆ (2554) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้เทคนิคการปรับตั้งเครื่องจักรแบบรวดเร็ว กรณีศึกษาเครื่องขึ้นรูปแม่พิมพ์ทราย จากการศึกษาพบว่าการปรับตั้งเครื่องจักรในการขึ้นรูปแม่พิมพ์ทรายใช้เวลานานถึง 28.8 นาทีต่อครั้ง หลังจากการดำเนินการตามขั้นตอนตามเทคนิค SMED โดยการแยกกิจกรรมภายในและภายนอกออกจากกัน จากนั้นทำการแปลงงานในให้เป็นงานนอก และสุดท้ายทำการปรับลดระยะทางและการทำงานแบบคู่ขนาน ผลที่ได้คือโรงงานสามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรลงไปได้จาก 28.8 นาที เป็น 5.95 นาที ทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 79.34 และผลผลิตเพิ่มขึ้นประมาณ 7,567 ชิ้นต่อปีต่อเครื่อง

ธนรัตน์ สมบูรณ์ (2554) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการติดไดในการผลิตวงจรรวม โดยได้ใช้แผนผังก้างปลาในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาการส่งงานล่าช้า พบว่ามี 2 ปัญหาหลักคือ การจัดตารางการผลิตไม่เหมาะสม และการปรับแต่งเครื่องจักรใช้เวลานาน ผู้วิจัยได้ใช้เทคนิค Earliest Due Date (EDD) และ Shortest Processing Time (SPT) มาใช้ร่วมกับการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการจัดตารางการผลิต และใช้เทคนิค Single-Minute Exchange of Die (SMED) เพื่อปรับปรุง

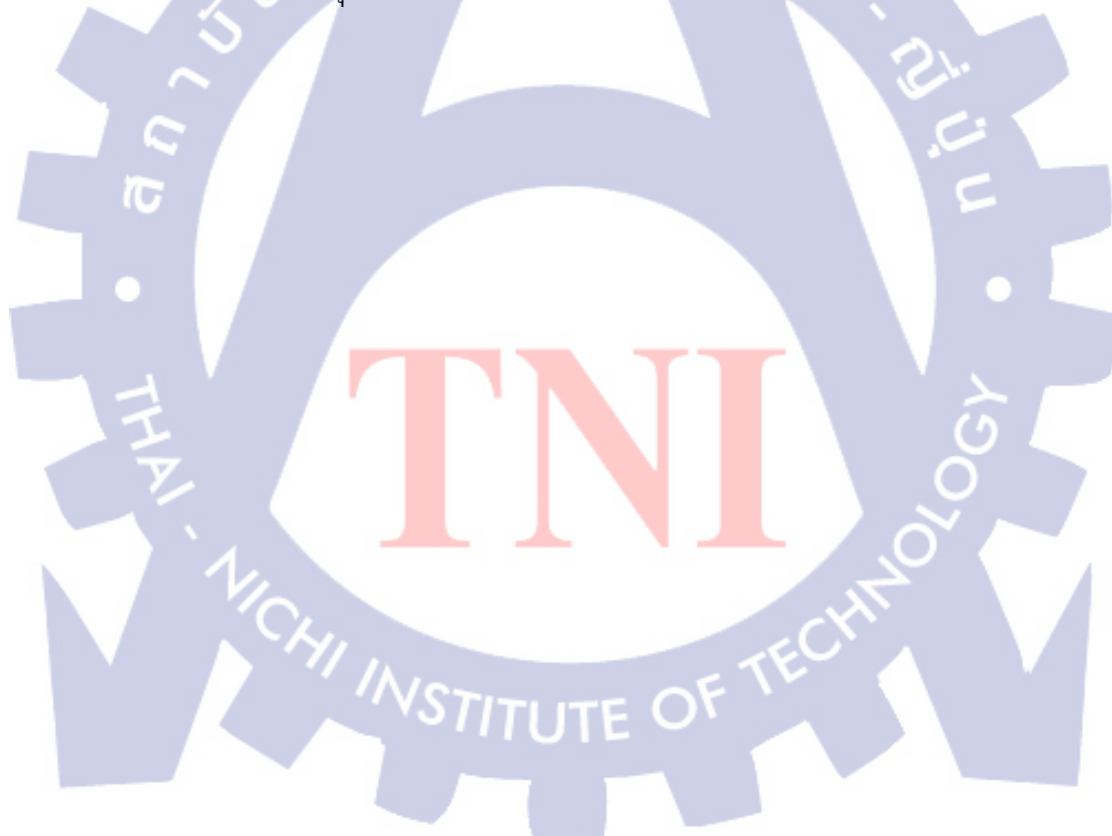
กระบวนการปรับแต่งเครื่องจักร โดยทำการแยกงานติดตั้งภายใน ซึ่งประกอบไปด้วย 7 กิจกรรม และงานติดตั้งภายนอก ซึ่งประกอบไปด้วย 2 กิจกรรม ออกจากกัน อีกทั้งยังได้มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วย โดยใช้โปรแกรมเว็บอินทราเน็ต เพื่อลดเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมภายนอก และโปรแกรม library สำหรับจัดการพารามิเตอร์ เพื่อลดเวลาที่ใช้ในกิจกรรมภายใน ประโยชน์ที่ได้รับหลังการปรับปรุงมีดังนี้ ลดเวลาเปลี่ยนรุ่นจาก 65.3 นาที เหลือ 37.8 นาที คิดเป็นร้อยละ 57.89 ลดจำนวนรุ่นที่ไม่สามารถส่งได้ทัน จากเดิมร้อยละ 49.48 เหลือร้อยละ 20.8 คิดเป็นร้อยละ 58.54 ลดเวลาผลิตลงจาก 1394.5 เหลือ 1034.81 นาที คิดเป็นร้อยละ 25.79 และใช้ประโยชน์เครื่องจักรได้ดีขึ้นจากเดิมร้อยละ 70.57 เป็นร้อยละ 81.14

หลังจากได้บททบทวนงานวิจัยทั้ง 12 ฉบับแล้ว ผู้ศึกษาได้ทำการสรุปหลักการและเทคนิคที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในการระบุปัญหา ศึกษาสภาพการทำงานก่อนปรับปรุง และการวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุง ดังตารางที่ 3



นักวิจัยหลายคนเลือกใช้เครื่องมือ 7 QC Tools ในการระบุปัญหา และใช้วิธีการศึกษา งานผ่านการบันทึกลงแผนภูมิชนิดต่างๆ แต่แผนภูมิที่ได้รับความนิยมมากที่สุด คือแผนภูมิ กระบวนการไหล (Flow Process Chart) ผู้ศึกษาได้เลือกใช้แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) ด้วยเช่นกัน เนื่องจากเป็นแผนภูมิที่สามารถบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติงานได้อย่างละเอียด รวมถึงการใช้แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man-Machine Chart) เพื่อดู ความสัมพันธ์ของการทำงานของพนักงานและเครื่องจักร

เนื่องจากปัญหาที่บริษัท กรณีศึกษา จำกัต้องการจะปรับปรุง คือเรื่องการลดเวลา การติดตั้งแม่พิมพ์ ผู้ศึกษาจึงค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิค Single-Minute Exchange of Die (SMED) เป็นส่วนใหญ่ เพื่อศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้ อุปสรรคที่พบ และผลลัพธ์ที่ได้ จากการทบทวนงานวิจัยข้างต้น พบว่าเทคนิคนี้ เป็นเทคนิคที่เข้าใจง่าย ไม่มีความซับซ้อน ใช้ต้นทุนในการปรับปรุงต่ำ และนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้มากมาย ผู้ศึกษาจึงเลือกใช้วิธีนี้เพื่อนำไปทำการปรับปรุง นอกจากนี้ ผู้ศึกษาสังเกตว่า การนำหลักการ ECRS เข้ามาประยุกต์ใช้ เพื่อทำการปรับปรุงร่วมกับเทคนิค Single-Minute Exchange of Die (SMED) สามารถเพิ่ม ประสิทธิภาพการปรับปรุงได้ และสามารถใช้ร่วมกันได้เป็นอย่างดี



บทที่ 3

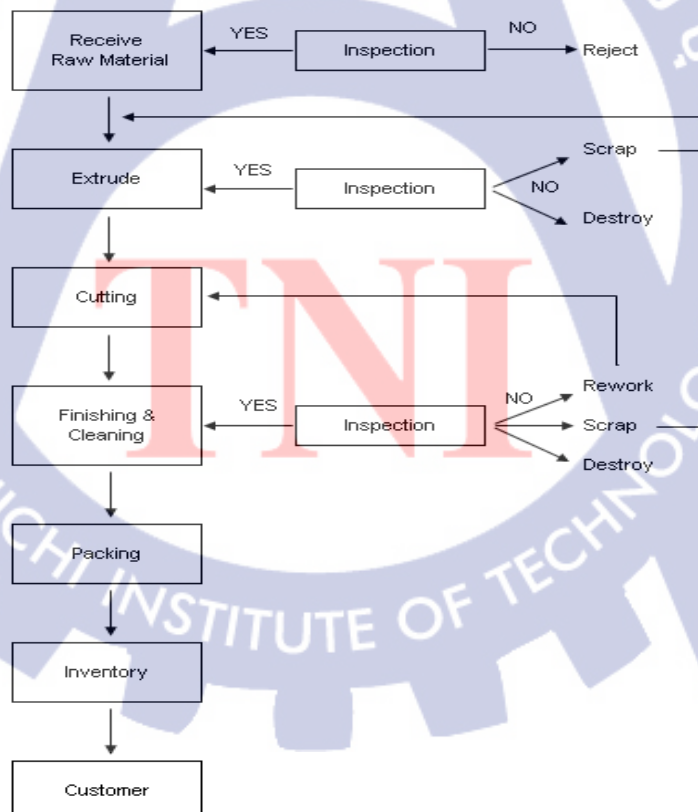
วิธีการดำเนินงานสารนิพนธ์

ประวัติโดยคร่าวของโรงงานกรณีศึกษา

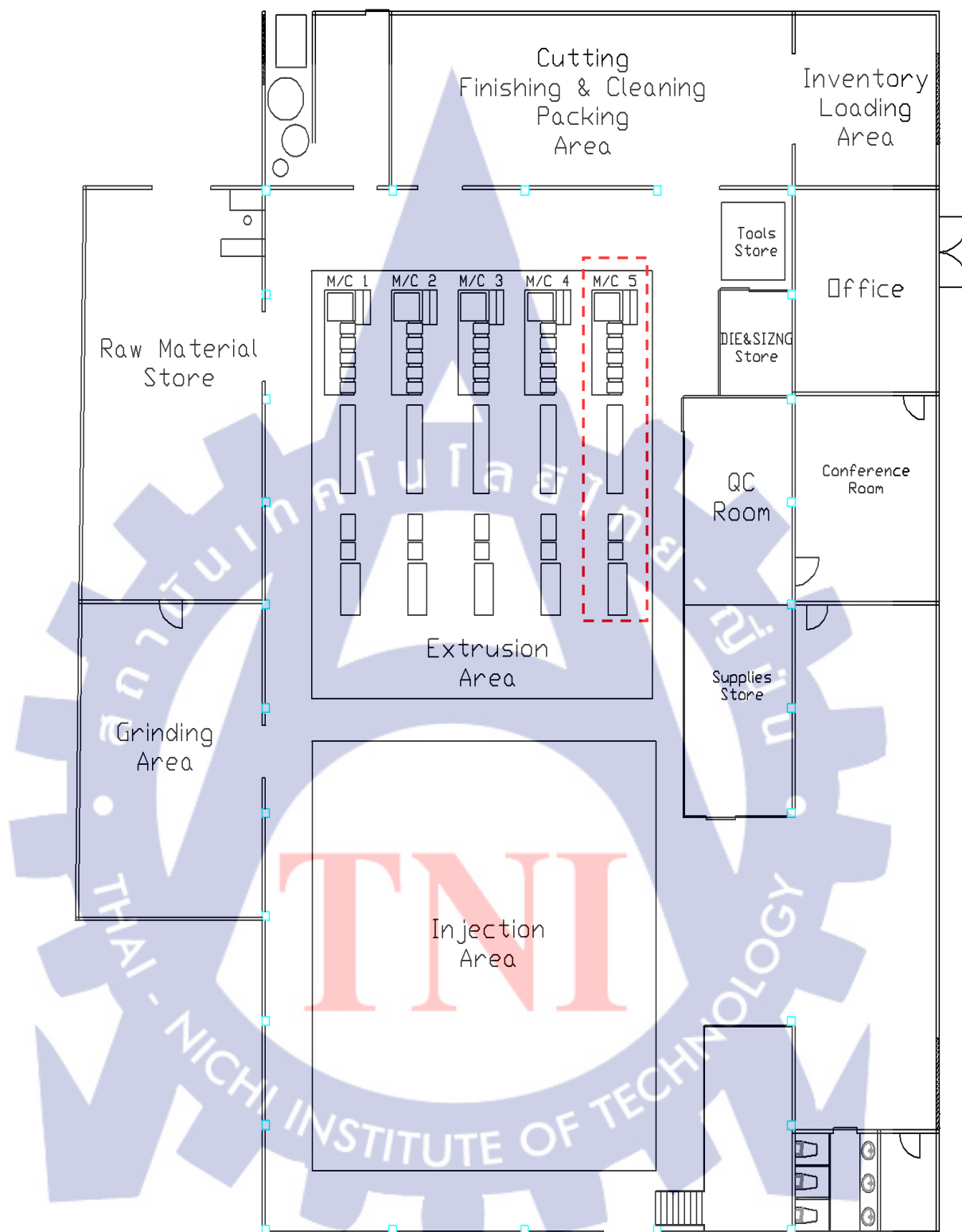
บริษัท กรณีศึกษา จำกัด ตั้งอยู่ที่จังหวัดชลบุรี เป็นบริษัทขนาดเล็กที่มีลักษณะเป็นธุรกิจครอบครัว บริหารโดยคนไทย มีพนักงานจำนวน 40 คน ทำธุรกิจเกี่ยวกับการผลิตชิ้นส่วนพลาสติก โดยใช้กรรมวิธีผลิตแบบรีด (Extrusion) ปัจจุบันบริษัทมีสายการผลิตรวม 5 สาย แบ่งเป็นเครื่องที่มีขนาดหัวรีด 40, 50 และ 65 มิลลิเมตร จำนวน 1 เครื่อง 1 เครื่อง และ 3 เครื่อง ตามลำดับ ลูกค้าหลักอยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและกลุ่มอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์เป็นส่วนใหญ่

กระบวนการผลิตและผังโรงงาน

โรงงานมีกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 14 แสดงถึงขั้นตอนการผลิตโดยรวมของสินค้า ตั้งแต่การรับวัตถุดิบจนถึงการส่งมอบสินค้า ส่วนรูปที่ 15 แสดงผังโรงงานโดยสังเขป



รูปที่ 14 กระบวนการผลิตของบริษัท กรณีศึกษา จำกัด



รูปที่ 15 แผนผังของ บริษัท กรณีศึกษา จำกัด

ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน

เครื่องจักรแต่ละขนาดมีวิธีการปรับตั้งแม่พิมพ์ที่คล้ายกัน หากแต่ต้องเป็นแม่พิมพ์ชนิดเดียวกัน และเพื่อให้ง่ายต่อการเก็บข้อมูล ผู้ศึกษาเลือกที่จะเก็บข้อมูลเวลาการปรับตั้งแม่พิมพ์ชนิดกลมบนเครื่องจักรเบอร์ 5 เท่านั้น เนื่องจากเครื่องจักรเบอร์ 5 มีการเปลี่ยนรุ่นการผลิตมากที่สุด โดยมีการเปลี่ยนรุ่นการผลิตตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 รวมทั้งสิ้น 65 ครั้ง และเมื่อคำนวณค่าเฉลี่ยเวลาการผลิตต่อล็อต ค่าที่ได้อยู่ที่ประมาณ 24.5 ชั่วโมงเท่านั้น หรือเท่ากับว่าต้องมีการเปลี่ยนรุ่นการผลิตเกือบทุกวันนั่นเอง ค่าเฉลี่ยเวลาการผลิตต่อล็อตของเครื่องจักรเบอร์ 1 ถึง 5 ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยเวลาการผลิตต่อล็อตของเครื่องจักรเบอร์ 1 ถึง 5 ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556

M/C No.	เวลาที่เครื่องจักรทำงาน ระยะเวลา 3 เดือน (ชม.)	จำนวนการเปลี่ยนแม่พิมพ์ ระยะเวลา 3 เดือน (ครั้ง)	ค่าเฉลี่ยเวลาการ ผลิตต่อล็อต (ชม.)
1	1424	30	47.5
2	1560	49	31.8
3	1584	49	32.3
4	1624	38	42.7
5	1592	65	24.5

ผู้ศึกษาได้ทำการเก็บข้อมูลโดยการจับเวลาการปรับตั้งแม่พิมพ์ชนิดกลมบนเครื่องจักรเบอร์ 5 ตลอดเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 รวมทั้งสิ้นเป็นจำนวน 19 ครั้ง ผลการเก็บข้อมูลและเวลาเฉลี่ยในการติดตั้งแม่พิมพ์ก่อนทำการปรับปรุงแสดงดังตารางที่ 5 โดยใช้เวลาดำเนินการติดตั้งแม่พิมพ์เฉลี่ยที่ประมาณ 128 นาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 27.97 นาที ใช้เวลาการปรับตั้งแม่พิมพ์น้อยที่สุดที่ 92 นาที และนานที่สุดที่ 187 นาที

การที่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานค่อนข้างสูง เนื่องจากขั้นตอนการปรับตั้งแม่พิมพ์แต่ละครั้งอาจไม่เหมือนกัน เช่น หากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตครั้งต่อไปเป็นวัตถุดิบชนิดเดียวกัน ขั้นตอนการถ่ายวัตถุดิบเก่าออกจาก Hopper และขั้นตอนการป้อนล่างเครื่องจะถูกตัดออกไปโดยปริยาย ส่วนงานที่การปรับตั้งแม่พิมพ์ใช้เวลาแตกต่างกันมาก ระหว่างเวลาที่ใช้น้อยที่สุดและนานที่สุด โดยห่างกันถึง 95 นาที เป็นเพราะว่ามีการทดลองแม่พิมพ์ใหม่ ซึ่งจะใช้เวลาานกว่างานที่เคยผลิตแล้ว

ตารางที่ 5 ข้อมูลการติดตั้งแม่พิมพ์บนเครื่องจักรเบอร์ 5 ประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556

วันที่	กะ	M/C 5		
		รหัสสินค้า	ประเภทแม่พิมพ์	Set Up Time (นาที)
1-Feb-13	1	ENB-002	Round	113
2-Feb-13	2	EKU-009	Round	125
5-Feb-13	2	EKG-001	Round	154
	3	ENB-001	Round	108
6-Feb-13	1	ENB-002	Round	119
7-Feb-13	1	EKU-009	Round	123
11-Feb-13	1	EKU-009	Round	178
12-Feb-13	2	EST-001	Rectangle	
13-Feb-13	1	EKN-002	Round	95
14-Feb-13	2	EKN-001	Round	118
	3	EKU-009	Round	116
15-Feb-13	3	ENB-004	Round	100
18-Feb-13	1	EKN-001	Round	155
19-Feb-13	1	EKN-002	Round	115
	2	EPM-001	Rectangle	
20-Feb-13	1	ENB-001	Round	112
22-Feb-13	1	ENB-001	Round	145
23-Feb-13	1	New Die Test	Round	168
	2	ENB-013	Round	92
26-Feb-13	1	New Die Test	Round	187
27-Feb-13	2	ENB-002	Round	113

จำนวนการเปลี่ยนแม่พิมพ์แบบกลม	19	ครั้ง
ค่าเฉลี่ยเวลาปรับตั้งแม่พิมพ์	128.2	นาที
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)	27.97	นาที
เวลาน้อยที่สุด (Min)	92	นาที
เวลาสูงที่สุด (Max)	187	นาที

ศึกษากระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรเบอร์ 5

ผู้ศึกษาเลือกใช้แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) เพื่อใช้ศึกษากระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรอย่างละเอียด โดยทำการถ่ายวิดีโอการปรับตั้งแม่พิมพ์ เพื่อทำการจับเวลาในแต่ละขั้นตอน และนำมาวิเคราะห์ปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น แผนภูมิการไหลของกระบวนการก่อนทำการปรับปรุง แสดงดังตาราง 6

ตารางที่ 6 แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) ก่อนการปรับปรุง

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)							
ชื่องาน		การติดตั้งแม่พิมพ์					กระบวนการเดิม
แผนก		Extrusion					กระบวนการปรับปรุง
ขั้นตอน	ทำงาน	ขนถ่าย	ตรวจสอบ	รอ	คงคลัง	รายละเอียด	ระยะทาง (เมตร)
							เวลา (นาที)
1						ปิดสวิตช์เครื่องตั้ง เครื่องตัด และชุดควบคุมปั๊มสุญญากาศ	0.5
2						เปิด Shutter และถ่ายวัสดุดิบที่อยู่ใน Hopper ออกให้หมด	5
3						เช็ด Hopper ให้สะอาด	3
4						ปิดชุดควบคุมสกรู	0.2
5						รอสายพานขับเคลื่อนมอเตอร์นิ่ง	2
6						เลื่อนรางน้ำออก ให้รางน้ำห่างจากแม่พิมพ์ (Die)	0.8
7						เปิดสวิตช์ Heater ที่โซนแม่พิมพ์ (Die) และหน้าแปลน	0.2
8						ใช้ประแจแอลหมุนน็อตที่ยึดแม่พิมพ์ออก	5
9						เปิดและปรับชุดควบคุมสกรูให้ความเร็วรอบสูงขึ้น	0.2
10						รอให้น้ำมันพลาสติกตันเอาปลอกและ Breaker plate ออกมาจาก Adapter	5
11						เดินไปหยิบปืนลมเพื่อใช้ทำความสะอาดแม่พิมพ์, ปลอก และ Breaker plate	15
12						ดึงเอาเศษพลาสติกที่ติดค้างอยู่ที่แม่พิมพ์, ปลอก และ Breaker plate ออก	5
13						ถอด Heater ที่ Adapter และปลดสายไฟ สายวัดอุณหภูมิออก	1
14						ปิดชุดควบคุมสกรูอีกครั้ง แล้วคลายน็อตที่ล็อกหน้าแปลนที่ยึด Adapter ออก	3
15						ถอด Adapter ออกจากหน้าแปลน	0.5
16						ทำความสะอาด Adapter	2
17						ป้อนพลาสติกที่ค้างอยู่ในกระบอกลงให้หมด	10
18						ลดอุณหภูมิ Heater โซนกระบอกลง (Barrel) ลง	0.5
19						เดินไปหยิบแม่พิมพ์ (Die), Adapter, Heater และอุปกรณ์ประกอบที่จะทำการผลิตต่อ	10
20						ใส่ตะแกรง 2 ชั้นและ Breaker plate ที่ปลาย Extruder	1

ตารางที่ 6 แผนภูมิการไหลของกระบวนการก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)								
ชื่องาน		การติดตั้งแม่พิมพ์				☒	กระบวนการเดิม	
แผนก		Extrusion				☐	กระบวนการปรับปรุง	
ขั้นตอน	ทำงาน	ขนถ่าย	ตรวจสอบ	รอ	คงคลัง	รายละเอียด	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)
21	●	➡	□	□	▽	สวม Adapter เข้ากับหน้าแปลน		0.5
22	●	➡	□	□	▽	ขันโบลท์หรือสกรูยึดหน้าแปลนให้แน่น		3
23	●	➡	□	□	▽	ใส่ Breaker plate ปลอก และแม่พิมพ์ (Die) เข้าไปใน Adapter		1
24	○	➡	■	□	▽	ใช้ระดับน้ำ ตั้งระดับแม่พิมพ์ (Die) ให้อยู่ในระนาบขนานกับพื้น		0.7
25	●	➡	□	□	▽	ขันน็อตให้แน่นยึดแม่พิมพ์กับ Adapter ให้แน่น		5
26	●	➡	□	□	▽	สวม Heater ที่แม่พิมพ์ ขันสกรู Heater ให้แน่น เสียบสายวัดอุณหภูมิ สายไฟ Heater ให้ถูกต้อง		1
27	○	➡	□	□	▽	เดินไปเอาวัตถุดิบ	20	3
28	●	➡	□	□	▽	แกะถุงและเทวัตถุดิบลง Hopper		1
29	●	➡	□	□	▽	ตั้งค่า Heater ที่โซนกระบอก (Barrel) และแม่พิมพ์ (Die)		0.5
30	○	➡	□	■	▽	รออุณหภูมิให้ได้ตามที่ปรับ		20
31	●	➡	□	□	▽	ถอดและติดตั้ง Sizing พร้อมเตรียมรางน้ำ		15
32	●	➡	□	□	▽	ปรับรอบชุดควบคุมสกรู		0.2
33	○	➡	□	■	▽	รอให้เครื่องปั่นวัตถุดิบออกมา		10
34	●	➡	□	□	▽	ขึ้นรูปชิ้นงาน		20
สรุป								
ชื่อกระบวนการ		จำนวน		รวมจำนวนกิจกรรมทั้งหมด				34
○	การทำงาน	26						
➡	การขนถ่าย	3		รวมระยะทางทั้งหมด				45 เมตร
□	การตรวจสอบ	1						
□	การรอ	4		รวมเวลาทั้งหมด				109.3 นาที
▽	คงคลัง	0						
หมายเหตุ :  หมายถึงกิจกรรมอิสระจากเครื่องจักรของพนักงาน								

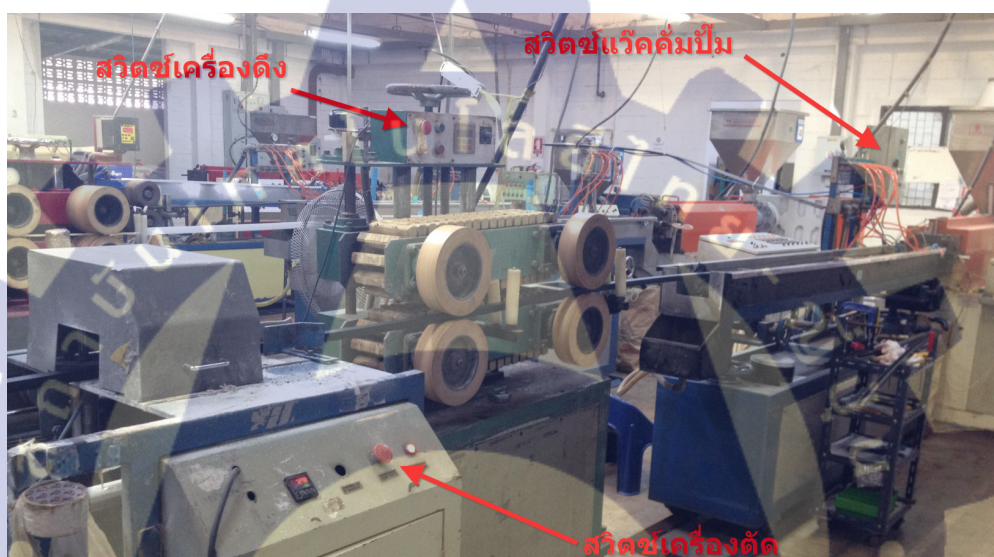
ขั้นตอนที่ 6, 7, 11, 18, 19 และ 31 เป็นขั้นตอนที่พนักงานสามารถทำงานได้ในขณะที่รอเครื่องจักรทำงาน เพราะฉะนั้น เวลาที่ใช้ทำขั้นตอนเหล่านี้ จะไม่ถูกนำมารวมในเวลาดำเนินการทั้งหมด

ปัจจุบันขั้นตอนในกระบวนการปรับตั้งแม่พิมพ์มีทั้งสิ้น 34 ขั้นตอน มีระยะทางขนถ่ายทั้งหมด 45 เมตร และใช้เวลารวม 109.3 นาที หรือประมาณ 1 ชั่วโมง 50 นาที

รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : ปิดสวิตช์เครื่องดึง เครื่องตัด และชุดควบคุมปั๊มสุญญากาศ

เมื่อขึ้นงานชิ้นสุดท้ายของการผลิตถูกดึงออกจากเครื่องจักร พนักงานจะทำการปิดสวิตช์เครื่องดึง เครื่องตัด และชุดควบคุมแวกคัม เพื่อเตรียมการถอดแม่พิมพ์ชุดเก่าและติดตั้งแม่พิมพ์ชุดใหม่ ดังรูปที่ 16



รูปที่ 16 ตำแหน่งสวิตช์เครื่องดึง เครื่องตัด และชุดควบคุมปั๊มสุญญากาศ

ขั้นตอนที่ 2 : ปิด Shutter และถ่ายวัตถุดิบที่อยู่ใน Hopper ออกให้หมด

หลังจากทำการปิดสวิตช์เครื่องดึง เครื่องตัด และชุดควบคุมปั๊มสุญญากาศแล้ว พนักงานจะเดินไปที่หัวเครื่องเพื่อปิด Shutter ที่ Hopper เพื่อไม่ให้วัตถุดิบที่เหลืออยู่จากการผลิตงานล็อตที่แล้วไหลลงไปในกระบอกร (Barrel) อีก จากนั้นพนักงานจะเดินไปหยิบถุงใส่วัตถุดิบตัวเก่ามาใส่วัตถุดิบที่เหลืออยู่ โดยจะถ่ายออกทั้งหมดผ่านช่องระบายเม็ดพลาสติก ดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 การถ่ายวัสดุออกจาก Hopper

ขั้นตอนที่ 3 : เช็ด Hopper ให้สะอาด

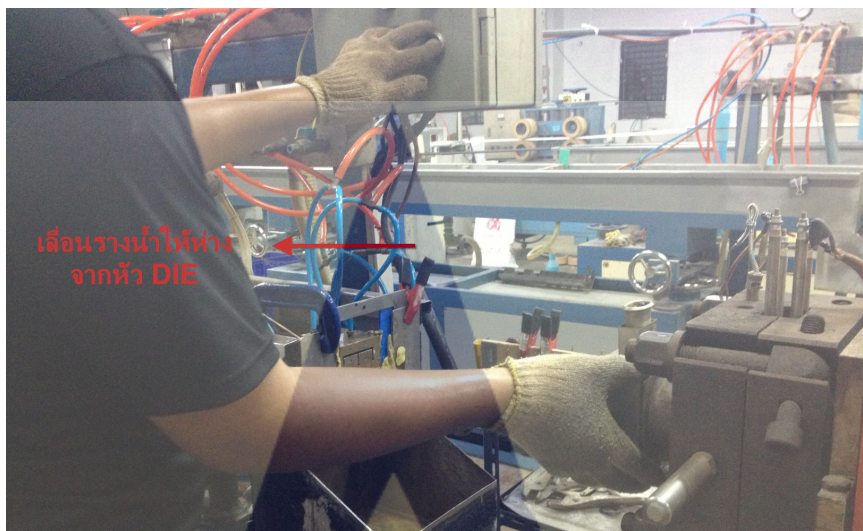
พนักงานจะต้องเช็ด Hopper ให้สะอาด เพื่อไม่ให้เกิดการผสมของวัสดุเก่าและใหม่ ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพได้

ขั้นตอนที่ 4-5 : ปิดชุดควบคุมสกรู และรอจนสายพานขับเคลื่อนนิ่ง

ก่อนจะขึ้นน็อตเพื่อถอดแม่พิมพ์ชุดเก่าออกมาได้ พนักงานจะทำการปิดชุดควบคุมสกรู เพื่อหยุดการทำงานของสกรู และจะต้องรอให้สายพานขับเคลื่อนนิ่งเสียก่อน เพื่อเป็นการยืนยันว่าสกรูหยุดทำงานแล้ว จึงจะทำการขึ้นน็อตออกได้ หากขึ้นน็อตตอนสกรูยังทำงานอยู่อาจทำให้เกลียวน็อตเสียได้ เนื่องจากมีแรงดันจากพลาสติกด้านหลังแม่พิมพ์อยู่

ขั้นตอนที่ 6 : เลื่อนรางน้ำออกให้รางน้ำห่างจากแม่พิมพ์ (Die)

จากการผลิตล็อตก่อน รางน้ำจะอยู่ชิดกับหัวตายมาก พนักงานจะต้องเลื่อนรางน้ำให้ห่างจากหัวตายก่อนทำการถอดแม่พิมพ์ ดังรูปที่ 18 เพื่อการทำงานที่สะดวก



รูปที่ 18 การเลื่อนรางนำไฟฟ้าออกจากหัว Die

ขั้นตอนที่ 7 : ปิดสวิตช์ Heater ที่โซนแม่พิมพ์ (Die) และหน้าแปลน

จากนั้น พนักงานจะปิดสวิตช์ Heater ที่โซนแม่พิมพ์ (Die) และหน้าแปลนก่อนทำการถอดแม่พิมพ์

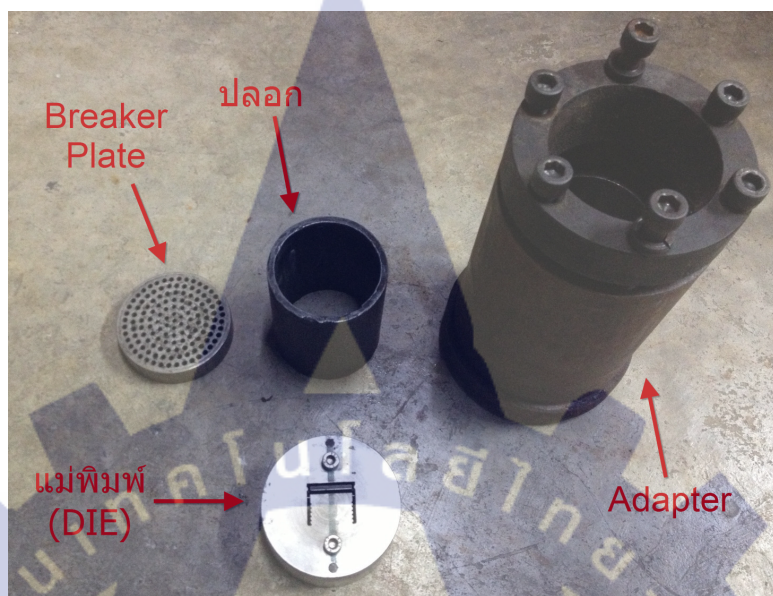
ขั้นตอนที่ 8 : ใช้ประแจแอลหมุนน็อตที่ยึดแม่พิมพ์ออก

หลังจากปิดสวิตช์ Heater ที่โซนแม่พิมพ์ (Die) และหน้าแปลนแล้ว พนักงานจะใช้ประแจแอลเบอร์ 10 หมุนน็อตที่ยึดแม่พิมพ์ออก ดังรูปที่ 19 ปัญหาที่พบในขั้นตอนนี้ คือ พนักงานมักจะเสียเวลาไปกับการหาประแจ และในบางครั้ง ประแจไม่ได้อยู่ที่ชั้นวางเครื่องมือ



รูปที่ 19 การถอดแม่พิมพ์ (Die)

ขั้นตอนที่ 9-10 : เปิดและปรับชุดควบคุมสกรูให้ความเร็วรอบสูงขึ้น และรอให้เนื้อพลาสติกตันเอาปลอกและ Breaker plate ออกมาจาก Adapter



รูปที่ 20 ตัวอย่าง Breaker Plate, ปลอก, Adapter และแม่พิมพ์ (Die)

หลังจากถอดแม่พิมพ์ออกมาแล้ว พนักงานจะเปิดและปรับชุดควบคุมสกรูให้ความเร็วรอบสูงขึ้น เพื่อให้เนื้อพลาสติกที่ยังค้างอยู่ในกระบอกลอย (Barrel) ตันเอาปลอกและ Breaker plate ออกมาจาก Adapter ดังรูปที่ 21



รูปที่ 21 การนำปลอกและ Breaker plate ออกมาจาก Adapter

ขั้นตอนที่ 11-12 : เดินไปหยิบปืนลมเพื่อใช้ทำความสะอาด โดยการดึงเอาเศษพลาสติกที่ติดค้างอยู่ที่แม่พิมพ์, ป्लอก และ Breaker plate ออก

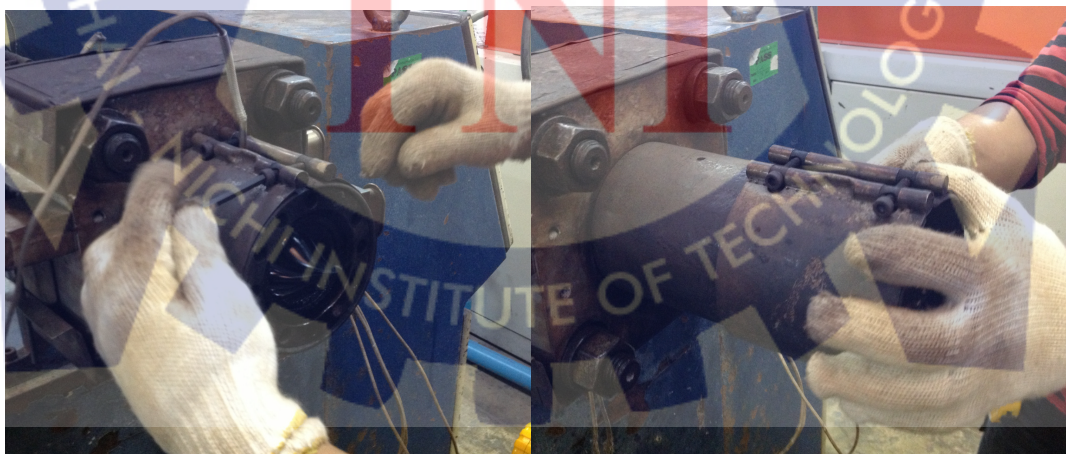
การทำความสะอาดโดยการดึงเอาเศษพลาสติกที่ติดค้างอยู่ที่แม่พิมพ์ ป्लอก และ Breaker plate แสดงดังรูปที่ 22 ต้องทำในขณะที่แม่พิมพ์ ป्लอก และ Breaker plate ยังร้อนอยู่ หากทิ้งไว้ เศษพลาสติกจะแข็งตัวอยู่ด้านใน ทำให้ไม่สามารถทำความสะอาดได้



รูปที่ 22 การทำความสะอาดแม่พิมพ์ (Die) ป्लอกและ Breaker plate ออกมาจาก Adapter

ขั้นตอนที่ 13 : ถอด Heater ที่ Adapter ออก

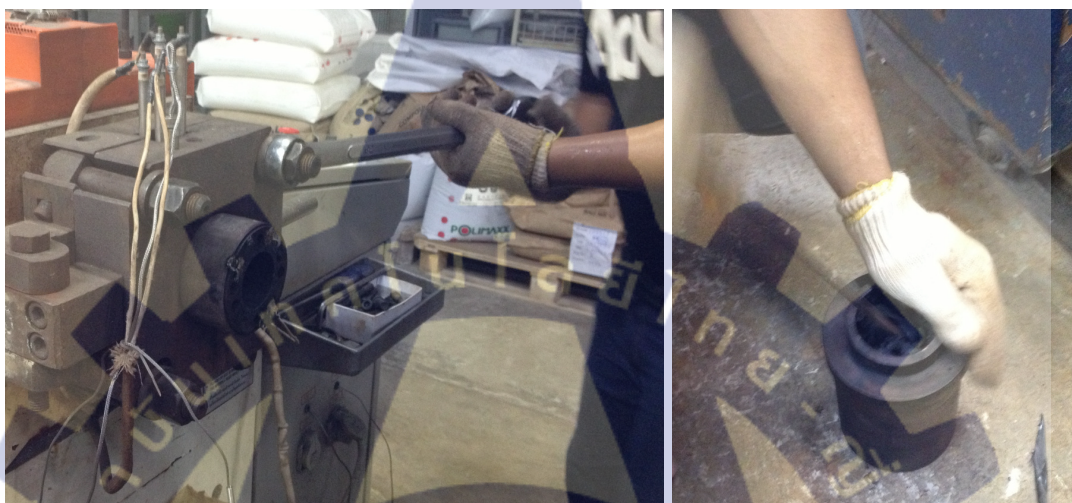
พนักงานจะคลายน็อตเพื่อถอด Heater ที่ Adapter ออก จากนั้นทำการปลดสายไฟ และสาย Thermometer ออก แสดงดังรูปที่ 23



รูปที่ 23 การถอด Heater

ขั้นตอนที่ 14-16 : ปิดชุดควบคุมสกรู ถอดและทำความสะอาด Adapter

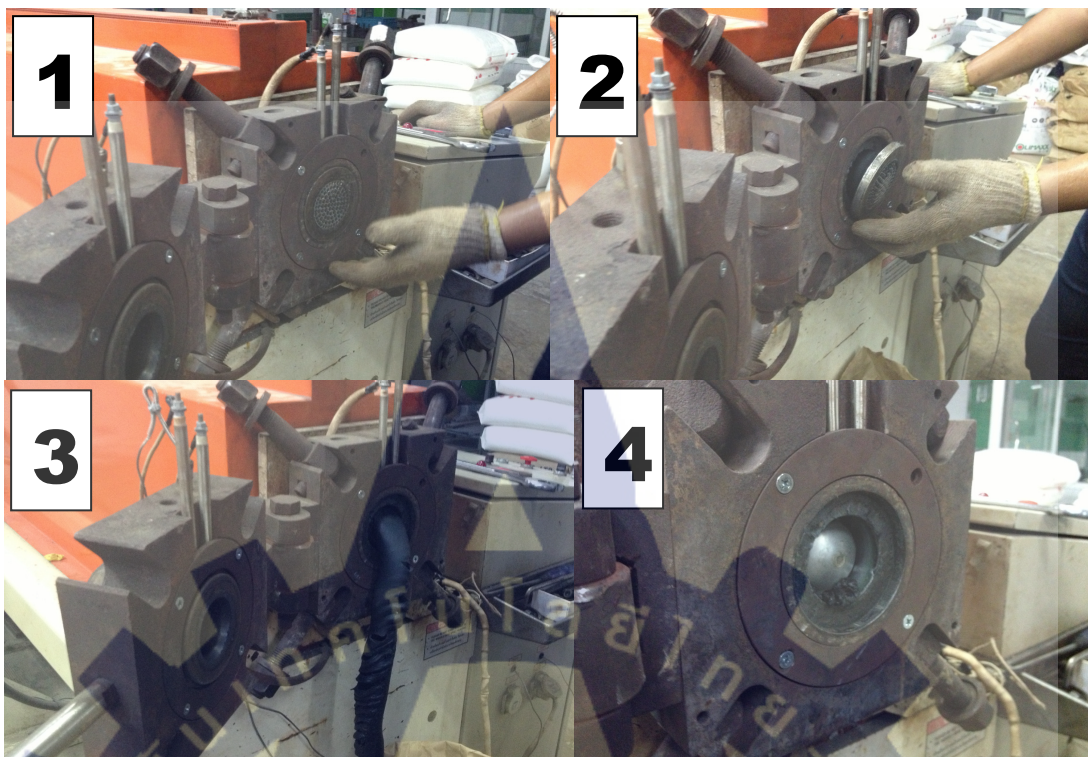
หลังจากถอด Heater เสร็จแล้ว พนักงานจะปิดชุดควบคุมสกรูเพื่อหยุดการไหลของพลาสติก จากนั้นจะทำการคลายน็อตที่ล็อกหน้าแปลนที่ยึด Adapter ออก ด้วยประแจแหวนเบอร์ 38 แสดงดังรูปที่ 24 เมื่อถอด Adapter ออกมาแล้ว ก็จะจัดเอาก่อนพลาสติกที่อยู่ใน Adapter ออก โดยการใช้ไขควงยาววัดก้นพลาสติกออกมา แสดงดังรูปที่ 25 เพื่อเตรียมไว้ใช้ในการผลิตครั้งต่อไป



รูปที่ 24 การคลายน็อตที่ล็อกหน้าแปลน และวิธีการเอาพลาสติกที่อยู่ใน Adapter ออก

ขั้นตอนที่ 17 : ปั่นล้างพลาสติกที่ค้างอยู่ในกระบอ (Barrel) ออกให้หมด

ในขั้นตอนนี้ พนักงานจะเปิดชุดควบคุมสกรูอีกครั้ง เพื่อให้เนื้อพลาสติกดันเอา Breaker plate ที่ปลายหัวรีด (Extruder) ออกมา และปั่นวัตถุดิบที่ค้างอยู่ในกระบอ (Barrel) ออกให้หมดหรือให้เหลือน้อยที่สุด หากมีวัตถุดิบเก้ค้างอยู่ในกระบอ (Barrel) มาก จะทำให้เสียเวลาและสิ้นเปลืองวัตถุดิบใหม่ในการล้างวัตถุดิบเก่าออกให้หมด เพราะวัตถุดิบเก่าจะแทรกมากับผิวชิ้นงานใหม่ ซึ่งจะเกิดปัญหาด้านคุณภาพ แต่หากงานที่เตรียมจะขึ้นใหม่ใช้วัตถุดิบเกรดและสีเดียวกัน พนักงานสามารถข้ามขั้นตอนนี้ไปได้



รูปที่ 25 การถอด Breaker plate และการปั่นล้างพลาสติกที่ค้างอยู่ในกระบอก (Barrel)

ขั้นตอนที่ 18 : ลดอุณหภูมิ Heater โซนกระบอก (Barrel) ลง

หลังจากปั่นวัสดุดิบเก่าออกมาหมดแล้ว พนักงานจะลดอุณหภูมิ Heater โซนกระบอก (Barrel) ลง เพื่อป้องกันไม่ให้เศษวัสดุดิบที่ยังติดค้างอยู่ภายในกระบอก (Barrel) เกิดการไหม้ เพราะหากเกิดการไหม้ของวัสดุดิบในกระบอก (Barrel) พนักงานจะต้องถอดสกรูออกเพื่อขัดกระบอก (Barrel) ส่งผลให้เสียเวลาในการติดตั้งแม่พิมพ์

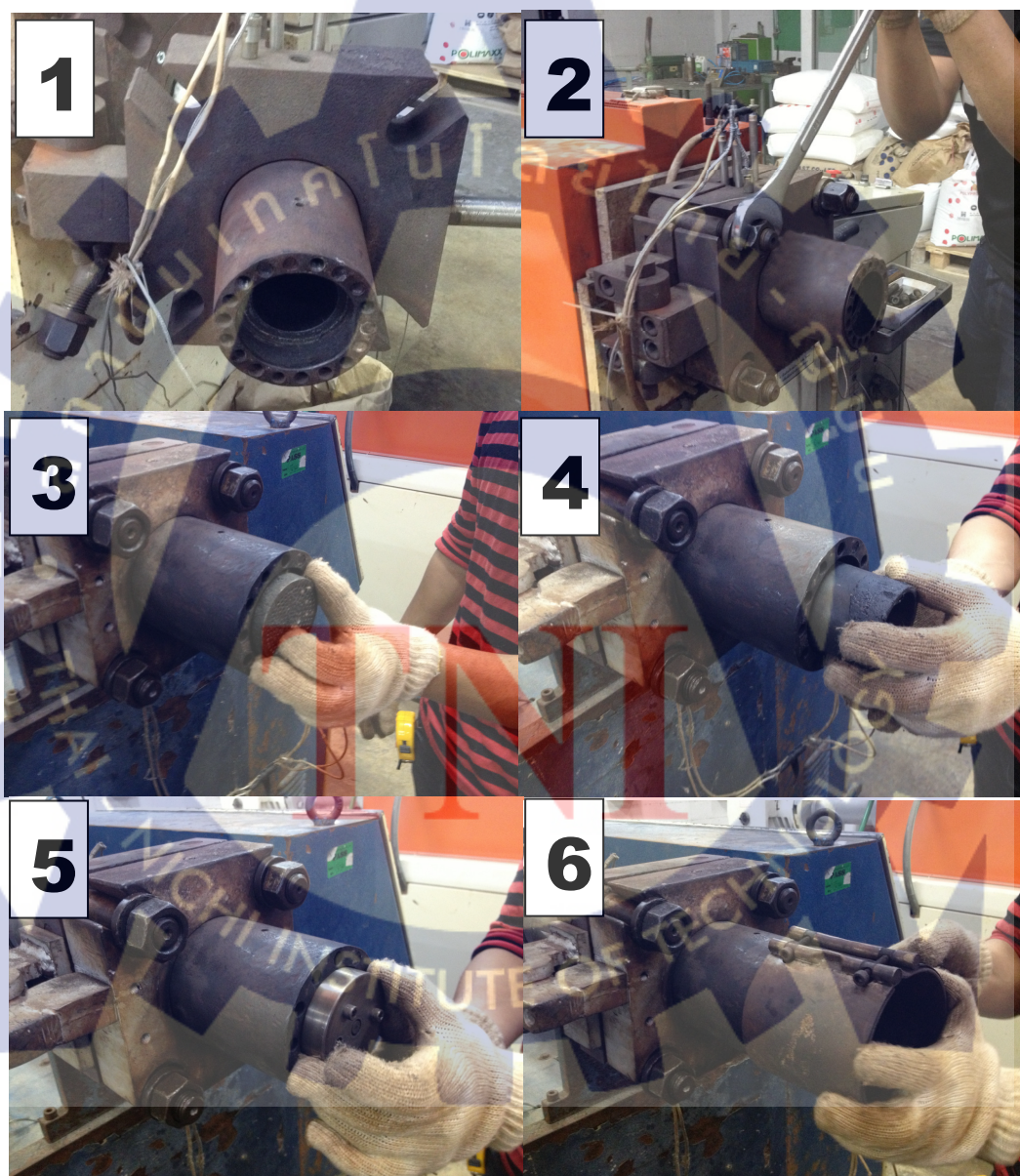
ขั้นตอนที่ 19 : เดินไปหยิบแม่พิมพ์ (Die), Adapter, Heater และอุปกรณ์ประกอบที่จะทำการผลิตต่อ

จากนั้น พนักงานจะเดินไปที่ห้องเก็บแม่พิมพ์ เพื่อเตรียมแม่พิมพ์ (Die และ Sizing) ที่ต้องการจะผลิตออกมา พร้อมกับอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะใช้ในการผลิต เช่น ตะแกรง นี้อตสกรู สายยางสำหรับปั๊มสุญญากาศ เป็นต้น

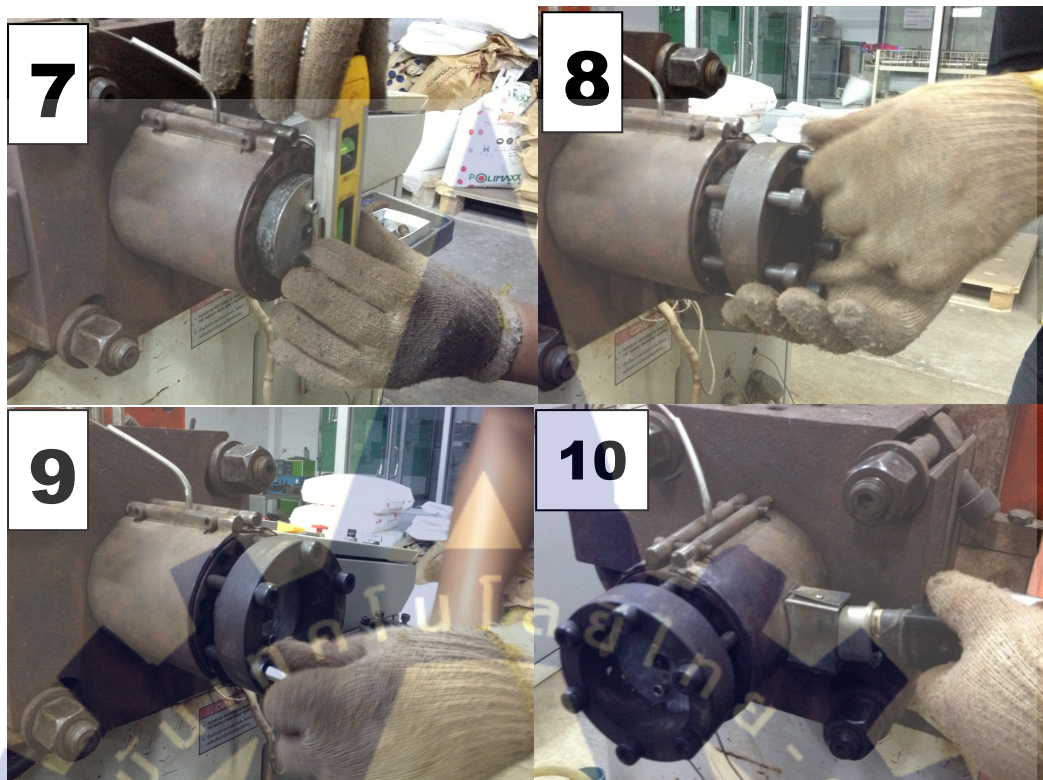
ส่วนใหญ่ Adapter และ Heater จะใช้ตัวเดิม เนื่องจาก Adapter ตัวเก่าจะยังร้อนอยู่ ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาในการทำให้ร้อนนาน

ขั้นตอนที่ 20-26 : ติดตั้งแม่พิมพ์ (Die)

การติดตั้งแม่พิมพ์ (Die) แสดงดังรูปที่ 26 มีขั้นตอนย่อยดังนี้ เริ่มต้นด้วยการใส่ ตะแกรง 2 ชั้นและ Breaker plate ที่ปลายหัวรีด (Extruder) จากนั้นสวม Adapter เข้ากับหน้า แพลน แล้วขันโบลท์หรือสกรูยึดหน้าแปลนให้แน่น เสร็จแล้วให้ใส่ Breaker plate ตัวที่ 2, ปลอก และแม่พิมพ์ (Die) เข้าไปใน Adapter ตามลำดับ ใส่ Heater ขั้วน็อต Heater ให้แน่น จากนั้นใช้ ระดับน้ำในการตั้งระดับแม่พิมพ์ (Die) ให้อยู่ในระนาบขนานกับพื้น ประกบแหวน Adapterแล้ว ยึดน็อตให้แน่น และสุดท้ายเสียบสายวัดอุณหภูมิ สายไฟ Heater ให้ถูกต้อง จึงถือว่าเป็นอันจบ ขั้นตอนการปรับตั้งแม่พิมพ์



รูปที่ 26 การติดตั้งแม่พิมพ์ (Die)



รูปที่ 26 การติดตั้งแม่พิมพ์ (Die) [ต่อ]

ขั้นตอนที่ 27-28 : เดินไปเอาวัตถุดิบ แกะถุงและเทวัตถุดิบลง Hopper เปิด Shutter ให้วัตถุดิบไหลลงไปในกระบอ

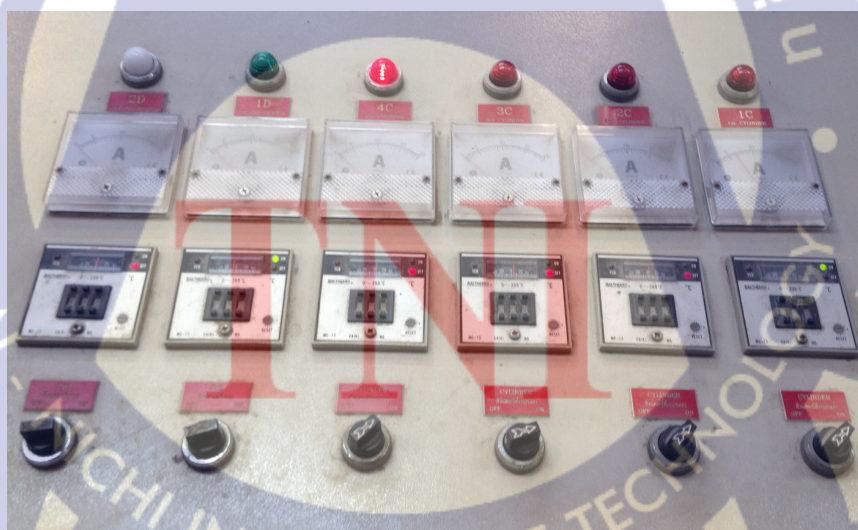
หลังจากปรับตั้งแม่พิมพ์ (Die) เสร็จเรียบร้อยแล้ว ต่อไปเป็นการเตรียมวัตถุดิบ โดยวัตถุดิบส่วนใหญ่จะเป็นวัตถุดิบสำเร็จรูปพร้อมผลิต กล่าวคือวัตถุดิบจะถูกผสมสีมาอยู่แล้ว (Compound) แต่ถึงอย่างไรก็ตาม จะมีวัตถุดิบบางตัวที่พนักงานต้องทำการผสมสีเอง ซึ่งพนักงานจะเตรียมผสมสีที่เครื่องผสมสีก่อนเริ่มการติดตั้งแม่พิมพ์ก่อนอยู่แล้ว พนักงานจะเช็คจากใบสั่งผลิตว่าใช้วัตถุดิบตัวไหน แล้วจะเดินไปหยิบมาตั่งไว้หน้าเครื่อง 50-75 กิโลกรัม (2-3 ถุง) เพื่อให้ง่ายต่อการหยิบใช้ ดังรูปที่ 27



รูปที่ 27 การเตรียมวัตถุดิบหน้าเครื่อง

ขั้นตอนที่ 29 : ตั้งค่า Heater ที่โซนกระบอกล (Barrel) และแม่พิมพ์ (Die)

เมื่อวัตถุดิบอยู่ในกระบอกล (Barrel) แล้ว พนักงานก็จะทำการตั้งค่าอุณหภูมิที่เครื่อง เพื่อทำการหลอมวัตถุดิบ ตัวอย่างชุดควบคุมอุณหภูมิแสดงดังรูปที่ 28



รูปที่ 28 ชุดควบคุมอุณหภูมิ

ขั้นตอนที่ 30 : รออุณหภูมิให้ได้ตามที่ปรับ

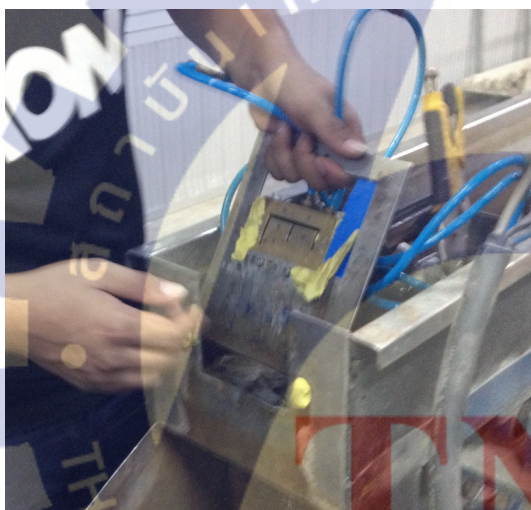
หลังจากพนักงานได้ตั้งค่าอุณหภูมิที่เครื่องจักรแล้ว พนักงานจะต้องรอให้อุณหภูมิร้อนจนได้ค่าตามที่ปรับ ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 15-30 นาที ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของเครื่องตอนตั้งค่า

ทั้งนี้งานต่อเนื่องจะใช้เวลาทำให้ร้อนน้อยกว่า เมื่อเทียบกับงานที่ไม่ใช่งานต่อเนื่อง เช่น งานที่ผลิตตอนกะ 1 วันจันทร์ เพราะส่วนใหญ่วันอาทิตย์จะไม่มีการผลิต ทำให้การฮีตกระบอกสกรูในวันจันทร์จะใช้เวลานานกว่า เนื่องจากกระบอกสกรูไม่มีความร้อนสะสมจากงานเก่าอยู่

เมื่ออุณหภูมิร้อนได้ที่แล้ว วัตถุดิบภายในกระบอกจะเริ่มหลอม พร้อมทั้งจะถูกดันออกมาด้วยแรงขับสกรู สำคัญมากที่จะต้องรอให้อุณหภูมิร้อนตามค่าที่ตั้งไว้ แล้วจึงเริ่มปรับรอบสกรูได้ เพราะหากเริ่มปรับรอบสกรูในขณะที่วัตถุดิบยังไม่หลอมดี อาจทำให้สกรูหักได้

ขั้นตอนที่ 31 : ติดตั้ง Sizing เตรียมรางน้ำ

ระหว่างที่รอให้กระบอกสกรูร้อน พนักงานจะทำการถอด Sizing ตัวเก่าออก ดังรูปที่ 29 และประกอบตัวใหม่เข้าไปแทน ดังรูปที่ 30 การถอดและติดตั้ง Sizing จะใช้เวลาประมาณ 10-15 นาทีขึ้นอยู่กับขนาดและความซับซ้อนของชิ้นงาน หลังจากประกอบ Sizing เสร็จ พนักงานจะเปิดน้ำให้ท่วม Sizing เพียงครั้งเดียว เพื่อเป็นการเตรียมรางน้ำให้พร้อมผลิต



รูปที่ 29 การถอด Sizing



รูปที่ 30 การประกอบ Sizing

ขั้นตอนที่ 32 : ปรับรอบชุดควบคุมสกรู

เมื่ออุณหภูมิได้ที่แล้ว พนักงานจึงเริ่มทำการปรับรอบสกรู เพื่อดันวัตถุดิบออกมา

ขั้นตอนที่ 33 : รอให้เครื่องปั่นวัตถุดิบออกมา

เมื่อสกรูเริ่มทำงาน ขั้นตอนนี้จะใช้เวลาประมาณ 10 นาทีในการปั่นให้วัตถุดิบออกมาพร้อมชิ้นรูป ดังรูปที่ 31



รูปที่ 31 การไหลของวัตถุดิบพร้อมขึ้นรูป

ขั้นตอนที่ 34 : ขึ้นรูปชิ้นงาน

เมื่อวัตถุดิบไหลออกมาแล้ว พนักงานคนที่ 1 จะใช้คีมดึงชิ้นงานผ่าน Sizing และวางน้ำ เพื่อไปเข้าเครื่องดึง จากนั้นพนักงานคนที่ 2 จะขึ้นรูปชิ้นงานโดยการปรับรอบสกรูเพื่อควบคุมอัตราการไหลของพลาสติก เมื่อได้จังหวะแล้ว พนักงานจะประกบ Sizing และใช้ปัมสุญญากาศเป็นตัวช่วยขึ้นรูป ดังรูปที่ 32



รูปที่ 32 การขึ้นรูปชิ้นงาน

หากเป็นชิ้นงานเก่าที่เคยผลิตอยู่แล้ว เวลาที่ใช้ในการขึ้นรูปจะอยู่ระหว่าง 20-30 นาที แต่หากเป็นงานใหม่ที่ไม่เคยผลิตมาก่อนเลย การขึ้นรูปจะใช้เวลาไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับความยากง่ายของรูปร่างชิ้นงาน บางครั้งอาจใช้เวลาเป็นชั่วโมงเลยก็ได้ บางครั้งการทดลองผลิตครั้งแรก อาจไม่สำเร็จ พนักงานจะถอดแม่พิมพ์ลงมาแก้ไข และทำการทดลองผลิตใหม่อีกครั้ง

ศึกษาการทำงานของคนร่วมกับเครื่องจักร

ผู้ศึกษาใช้แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man-Machine Chart) เพื่อศึกษาการทำงานของ คนร่วมกับเครื่องจักร รวมถึงการหาเวลาว่างของคนและเครื่องจักร เพื่อนำมาวิเคราะห์และ ปรับปรุงได้ ประโยชน์ของแผนภูมิคนและเครื่องจักร คือ ทำให้รู้ว่างเวลาใดที่เครื่องจักรและ คนทำงานร่วมกัน หรืออิสระจากกัน รวมถึงเวลารอคอยของคนและเครื่องจักร เพื่อสามารถ นำมาวิเคราะห์และปรับปรุงให้ลดเวลาว่างของคนและเครื่องจักรลงไปได้

ผู้ศึกษาจึงนำแผนภูมิคนและเครื่องจักรมาใช้ เพื่อช่วยศึกษากระบวนการปรับตั้ง แม่พิมพ์เพิ่มเติม แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man-Machine Chart) ก่อนการปรับปรุง

แผนภูมิคน-เครื่องจักร				 กระบวนการเดิม	 กระบวนการปรับปรุง
ชื่อกระบวนการ :	ติดตั้งแม่พิมพ์	หมายเลขเครื่องจักร :	5		
ชื่อชิ้นงาน :	ENB-002	วันเก็บันทึกงาน :	27-Feb-13		
หมายเลขแม่พิมพ์ :	ENB-002	ปฏิบัติงานโดย :	นายสายรุ้ง		
MAN	TIME (min)	MACHINE	TIME (min)		
เปิดสวิตช์เครื่องตั้ง เครื่องวัด ชุดควบคุมปั๊มสุญญากาศ	0.5	กำลังถูกเปิดสวิตช์	0.5		
เปิด Shutter และถ่ายวัตถุดิบที่อยู่ใน Hopper ออกให้หมด	5	ว่าง	8		
เขี่ย Hopper ให้สะอาด	3				
ปิดชุดควบคุมสกรู	0.2	กำลังถูกปิดชุดควบคุมสกรู	0.2		
เลื่อนรางนำออก ให้รางนำห่างจากแม่พิมพ์ (Die)	0.8	หยุดชุดควบคุมสกรู ให้สายพานนิ่ง	2		
เปิดสวิตช์ Heater ที่โซนแม่พิมพ์ (Die) และหน้าแปลน	0.2				
ว่าง	1				
ใช้ประแจแอลหมุนน็อตที่ยึดแม่พิมพ์ออก	5	กำลังถูกขันน็อตออก	5		
เปิดและปรับชุดควบคุมสกรูให้ความเร็วรอบสูงขึ้น	0.2	กำลังถูกปรับชุดควบคุมสกรู	0.2		
เดินไปหยิบปิเลมเพื่อใช้ทำความสะอาดแม่พิมพ์, ปลอก และ Breaker plate	1	ดันน็อพลาสติคออกเพื่อเอาปลอกและ Breaker plate ออกมาจาก Adapter	5		
ว่าง	4				
ดึงเอาเศษพลาสติกที่ติดค้างอยู่ที่แม่พิมพ์, ปลอก และ Breaker plate ออก	5	ว่าง	6		
ถอด Heater ที่ Adapter และปลดสายไฟ สายวัตถุดิบออก	1				
ปิดชุดควบคุมสกรูอีกครั้ง แล้วคลายน็อตที่ล็อกหน้าแปลนที่ยึด Adapter ออก	3	กำลังถูกคลายน็อตที่ล็อกหน้าแปลนที่ยึด Adapter	3		
ถอด Adapter ออกจากหน้าแปลน	0.5	กำลังถูกถอด Adapter ออกจากหน้าแปลน	0.5		
ทำความสะอาด Adapter	2	ว่าง	2		
ลดอุณหภูมิ Heater โซนกระบอก (Barrel) ลง	0.5	ปั่นล้างพลาสติกที่ค้างอยู่ในกระบอก	10		
เดินไปหยิบแม่พิมพ์ (Die), Adapter, Heater และอุปกรณ์ ประกอบที่จะทำการผลิตต่อ	2				
ว่าง	7.5				

ตารางที่ 7 แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man-Machine Chart) ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

แผนภูมิคน-เครื่องจักร

 กระบวนการเดิม
 กระบวนการปรับปรุง

ชื่อกระบวนการ :	ติดตั้งแม่พิมพ์	หมายเลขเครื่องจักร :	5
ชื่อชิ้นงาน :	ENB-002	วันปฏิบัติงาน :	27-Feb-13
หมายเลขแม่พิมพ์ :	ENB-002	ปฏิบัติงานโดย :	นายสายรุ้ง

MAN	TIME (min)	MACHINE	TIME (min)
ใส่ตะแกรง 2 ชั้นและ Breaker plate ที่ปลาย Extruder	1	กำลังถูกใส่ตะแกรง และ Breaker plate	1
สวม Adapter เข้ากับหน้าแปลน	0.5	กำลังถูกสวม Adapter	0.5
ขันโบลท์หรือสกรูยึดหน้าแปลนให้แน่น	3	กำลังถูกขันโบลท์	3
ใส่ Breaker plate ปลอก และแม่พิมพ์ (Die) เข้าไปใน	1	กำลังถูกใส่ Breaker plate ปลอก และแม่พิมพ์ (Die)	1
ใช้ระดับน้ำ ตั้งระดับแม่พิมพ์ (Die) ให้อยู่ในระนาบขนานกับพื้น	0.7	ว่าง	0.7
ขันน็อตให้แน่น เพื่อยึดแม่พิมพ์กับ Adapter ให้แน่น	5	กำลังถูกขันน็อต	5
สวม Heater ที่แม่พิมพ์ ชนสกรู Heater ให้แน่น เลียบสายรัด อุณหภูมิ สายไฟ Heater ให้ถูกต้อง	1	กำลังถูกสวม Heater	1
เดินไปเอาวัตถุดิบ	3	ว่าง	4
แกะถุงและเทวัตถุดิบลง Hopper	1		
ตั้งค่า Heater ที่โซนกระบอก (Barrel) และแม่พิมพ์ (Die)	0.5	กำลังถูกตั้งค่า Heater	0.5
ถอดและติดตั้ง Sizing พร้อมเตรียมรางน้ำ	15	อุ่นอุณหภูมิให้ได้ตามที่ปรับ	20
ว่าง	5		
ปรับรอบชุดควบคุมสกรู	0.2	กำลังถูกปรับรอบ	0.2
ว่าง	10	ปั่นวัตถุดิบออกมา	10
ขึ้นรูปชิ้นงาน	20	ขึ้นรูปชิ้นงาน	20
สรุปผล	MAN	MACHINE	
เวลาปฏิบัติงาน	81.8	88.6	
เวลาว่างงาน	27.5	20.7	
เวลารวม	109.3	109.3	
เปอร์เซ็นต์การปฏิบัติงาน (Utilization)	74.8%	81.1%	

 เครื่องจักรและคนทำงานร่วมกัน
 เครื่องจักรและคนทำงานเป็นอิสระจากกัน
 ว่าง

จากการศึกษาด้วยแผนภูมิคนและเครื่องจักร พบว่าเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งแม่พิมพ์ ทั้งหมดอยู่ที่ 109.3 นาที หรือคิดเป็นประมาณ 1 ชั่วโมง 50 นาที พนักงานมีเวลารอคอย เครื่องจักร 27.5 นาที และเครื่องจักรว่าง 20.7 นาที เท่ากับว่าอัตราการปฏิบัติของพนักงานอยู่ที่ร้อยละ 74.8 และอัตราการใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรคิดเป็นร้อยละ 81.1

วิเคราะห์ปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปรับปรุง

ผู้ศึกษาจะนำเอาหลักการ ECRS มาประยุกต์ใช้ ในขั้นตอนของการทำ SMED เพื่อขจัดความสูญเปล่า และค้นหาแนวทางการแก้ไขปรับปรุงขั้นตอนการปรับตั้งแม่พิมพ์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

แนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยวิธีการ SMED ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : ทำการแยกแยะระหว่างการตั้งเครื่องภายในและการตั้งเครื่องภายนอก

ขั้นตอนที่ 2 : แปลงการตั้งเครื่องภายในให้เป็นการตั้งเครื่องภายนอก

ขั้นตอนที่ 3 : ปรับปรุงการติดตั้งเครื่องจักรในทุกๆ แง่มุมให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

หลังจากทำการศึกษาวิธีการทำงานของพนักงานในกระบวนการปรับตั้งแม่พิมพ์ ก่อนเริ่มทำการปรับปรุง พบว่ามีความสูญเปล่าเกิดขึ้นในกระบวนการมากมาย โดยเฉพาะความสูญเปล่าด้านเวลา ไม่ว่าจะเป็นการรอคอยของพนักงาน การว่างงานของเครื่องจักร การเสียเวลาหาอุปกรณ์และเครื่องมือ เป็นต้น

ผู้ศึกษาได้นำวิธีการ SMED มาใช้ในการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการ โดยเริ่มตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : ทำการแยกแยะระหว่างการตั้งเครื่องภายในและการตั้งเครื่องภายนอก

ผู้ศึกษาได้ทำการแยกแยะระหว่างการตั้งเครื่องภายใน และการตั้งเครื่องภายนอกในขั้นตอนการปรับตั้งแม่พิมพ์ ซึ่งมีทั้งหมด 34 ขั้นตอนด้วยกัน ผลการแยกการตั้งเครื่องภายในและภายนอก แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการแยกแยะระหว่างการตั้งเครื่องภายในและการตั้งเครื่องภายนอก

	รายละเอียด	ภายใน	ภายนอก
1	ปิดสวิตช์เครื่องตั้ง เครื่องตัด และชุดควบคุมแฉัด	○	
2	ปิด Shutter และถ่ายวัตถุดิบที่อยู่ใน Hopper ออกให้หมด	○	
3	เช็ด Hopper ให้สะอาด	○	
4	ปิดชุดควบคุมสกรู	○	
5	รองนสายพาน	○	
6	เลื่อนรางน้ำออก ให้รางน้ำห่างจากแม่พิมพ์ (DIE)	○	
7	ปิดสวิตช์ Heater ที่โซนแม่พิมพ์ (DIE) และหน้าแปลน	○	
8	ใช้ประแจแอลหมุนน็อตที่ยึดแม่พิมพ์ออก	○	
9	เปิดและปรับชุดควบคุมสกรูให้ความเร็วรอบสูงขึ้น	○	
10	รอให้น้ำมันพลาสติกตันเอาปลอกและ Breaker plate ออกมาจาก Adapter	○	
11	เดินไปหยิบปืนลมเพื่อใช้ทำความสะอาดแม่พิมพ์, ปลอก และ Breaker plate		○
12	ดึงเอาเศษพลาสติกที่ติดค้างอยู่ที่แม่พิมพ์, ปลอก และ Breaker plate ออก		○
13	ถอด Heater ที่ Adapter และปลดสายไฟ สาย Thermo ออก	○	
14	ปิดชุดควบคุมสกรูอีกครั้ง แล้วคลายน็อตที่ล็อกหน้าแปลนที่ยึด Adapter ออก	○	
15	ถอด Adapter ออกจากหน้าแปลน	○	
16	ทำความสะอาด Adapter		○
17	ป้อนพลาสติกที่ค้างอยู่ในกระบอกลงให้หมด	○	
18	ลดอุณหภูมิ Heater โซนกระบอกลง (Barrel) ลง	○	
19	เดินไปหยิบแม่พิมพ์ (DIE), Adapter, Heater และอุปกรณ์ประกอบที่จะทำการผลิตต่อ		○
20	ใส่ตะแกรง 2 ชั้นและ Breaker plate ที่ปลาย Extruder	○	
21	สวม Adapter เข้ากับหน้าแปลน	○	
22	ขันโบลท์หรือสกรูยึดหน้าแปลนให้แน่น	○	
23	ใส่ Breaker plate ปลอก และแม่พิมพ์ (DIE) เข้าไปใน Adapter	○	
24	ใช้ระดับน้ำ ตั้งระดับแม่พิมพ์ (DIE) ให้อยู่ในระนาบขนานกับพื้น	○	
25	ขันน็อตให้แน่นยึดแม่พิมพ์กับ Adapter ให้แน่น	○	
26	สวม Heater ที่แม่พิมพ์ ขันสกรู Heater ให้แน่นเสียบสาย Thermo สายไฟ Heater ให้ถูกต้อง	○	
27	เดินไปเอาวัตถุดิบ		○
28.1	แกะถุงวัตถุดิบ		○
28.2	เทวัตถุดิบลง Hopper	○	
29	ตั้งค่า Heater ที่โซนกระบอกลง (Barrel) และแม่พิมพ์ (DIE)	○	
30	รออุณหภูมิให้ได้ตามที่ปรับ	○	
31	ถอดและติดตั้ง Sizing พร้อมเตรียมรางน้ำ	○	
32	ปรับรอบชุดควบคุมสกรู	○	
33	รอให้เครื่องปั่นวัตถุดิบออกมา	○	
34	ขึ้นรูปชิ้นงาน	○	

จากการพิจารณา งานที่สามารถทำภายนอกได้มีอยู่ 6 ขั้นตอน ได้แก่
ขั้นตอนที่ 11 และ 12 : การทำความสะอาดแม่พิมพ์ ปลอก และ Breaker Plate ที่
เครื่องจักรดันออกมา

การทำงานปัจจุบัน

ในขั้นตอนนี้จะต้องดึงเศษพลาสติกที่ติดอยู่ออกจากแม่พิมพ์ ปลอก และ Breaker Plate ในขณะที่ยังร้อนอยู่ ปลอกและ Breaker Plate จะถูกนำไปใช้ใหม่ในการขึ้นแม่พิมพ์ตัวใหม่ ดังนั้น จึงต้องทำความสะอาดทันที เพื่อให้มีใช้ในการขึ้นแม่พิมพ์ใหม่

แนวทางปรับปรุง

ใช้หลักการ Eliminate ในการขจัดขั้นตอนนี้ออกไป โดยการทำให้ ปลอก และ Breaker plate สำรองอีกหนึ่งชุด เพื่อที่จะไม่ต้องเสียเวลาในการดึงเศษพลาสติกที่ติดอยู่ในแม่พิมพ์ ปลอก และ Breaker Plate ชุดเก่าออกก่อน โดยสามารถนำตัวสำรองนี้ไปใช้งานได้ทันที ส่วนแม่พิมพ์ ปลอก และ Breaker Plate ชุดเก่าสามารถทิ้งไว้ก่อนได้ ซึ่งจะสามารถนำไปทำความสะอาดได้ในภายหลังโดยการทำให้ร้อนใหม่แล้วค่อยดึงเศษพลาสติกออก

หากขจัดขั้นตอนนี้ออกไปได้ ขั้นตอนของการเดินไปหยิบบินลม เพื่อทำความสะอาดแม่พิมพ์ ปลอก และ Breaker Plate ชุดเก่าก็จะถูกขจัดไปด้วยโดยปริยาย

ขั้นตอนที่ 16 : การทำความสะอาด Adapter

การทำงานปัจจุบัน

หลังจากถอด Adapter ออกมาจากหน้าแปลน ใน Adapter จะยังมีพลาสติกติดอยู่ด้านใน พนักงานจะต้องทำความสะอาดโดยใช้ไขควงยาวแฉะเอาพลาสติกที่ติดอยู่ด้านในออกมา

แนวทางปรับปรุง

ใช้หลักการ Eliminate เช่นกันกับกิจกรรมข้างต้น โดยการทำให้ Adapter สำรอง เพื่อที่จะสามารถนำตัวสำรองนี้ไปใช้งานได้ทันที ส่วน Adapter ตัวเก่าให้ทิ้งไว้ แล้วค่อยนำไปทำความสะอาดได้ในภายหลัง

ขั้นตอนที่ 19 : การเตรียมแม่พิมพ์ชุดใหม่และอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะใช้ขึ้นผลิตภัณฑ์

การทำงานปัจจุบัน

ในขั้นตอนนี้พนักงานจะเดินไปหยิบแม่พิมพ์และอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะใช้ขึ้นผลิตภัณฑ์ที่ห้องเก็บแม่พิมพ์ ขั้นตอนนี้สามารถเตรียมการได้ก่อนทำการเปลี่ยนรุ่นการผลิต

แนวทางปรับปรุง

แผ่นตรวจสอบ (Check Lists) สามารถนำมาใช้ เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนผลิต โดยระบุรายการเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการปรับตั้งแม่พิมพ์ก่อน จากนั้นก็เตรียมเครื่องมือตามรายการที่ระบุไว้ การทำแผ่นตรวจสอบ (Check Lists) เตรียมความพร้อม

จะช่วยลดเวลาในเรื่องการหาเครื่องมือได้เป็นอย่างดี ตัวอย่างแผ่นตรวจสอบ (Check Lists) แสดงในภาคผนวก ก.

นอกเหนือจากการเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะใช้ขึ้นผลิตแล้ว การตรวจสอบถึงสภาพความพร้อมในการใช้งานของอุปกรณ์และเครื่องมือก็มีความสำคัญอย่างยิ่ง เช่น Heater อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่ แม่พิมพ์ชำรุดเสียหายหรือไม่ เครื่องตัด เครื่องตึง ปัมป์สูญญากาศ ทำงานปกติหรือไม่ เป็นต้น ตรงส่วนนี้ ใบตรวจสอบหน้าที่ (Function Check) จะเข้ามามีบทบาทในการช่วยตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างครบถ้วน ตัวอย่างใบตรวจสอบหน้าที่ (Function Check) แสดงในภาคผนวก ก.

การเตรียมความพร้อมการปรับตั้งแม่พิมพ์ควรเตรียมตัวก่อนการเปลี่ยนรุ่นการผลิต ประมาณ 30 นาทีก่อนสิ้นสุดการผลิตชิ้นงานล็อตเก่าชิ้นสุดท้าย เพื่อตรวจเช็คและเตรียมอุปกรณ์ตาม Check Lists และ Function Check

ขั้นตอนที่ 27-28.1 : การเตรียมวัตถุดิบ

การทำงานปัจจุบัน

ขั้นตอนนี้พนักงานจะเดินไปหยิบวัตถุดิบระหว่างการปรับตั้งแม่พิมพ์ ซึ่งจะทำให้เสียเวลา เนื่องจากเครื่องจักรต้องรอวัตถุดิบโดยที่ไม่สามารถทำงานได้

แนวทางปรับปรุง

ใช้หลักการ Combine มาประยุกต์ใช้ โดยการรวมขั้นตอนการเตรียมแม่พิมพ์และเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับตั้งแม่พิมพ์ ซึ่งในขั้นตอนนี้สามารถเตรียมวัตถุดิบไปพร้อมกันได้ โดยสามารถระบุรวมไปกับ Check Lists ดังที่ได้กล่าวถึงไว้ข้างต้น

การเตรียมวัตถุดิบสามารถทำได้โดยการนำวัตถุดิบมาตั้งไว้ที่หน้าเครื่องก่อนทำการเปลี่ยนรุ่นการผลิต โดยแกะถุงให้เรียบร้อย เพื่อพนักงานสามารถยกถุงวัตถุดิบเทลง Hopper ได้เลย โดยไม่ต้องเสียเวลาแกะถุงอีก การปรับปรุงเช่นนี้ จะทำให้ลดขั้นตอนการเดินไปหยิบวัตถุดิบ และลดเวลาการแกะถุงลงไปได้

หลังจากทำการแยก 6 ขั้นตอนออกไปเป็นการติดตั้งภายนอกแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้แสดงเป็นแผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) และแผนภูมิการคนและเครื่องจักร (Man-Machine Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 1 ดังตารางที่ 9 และตารางที่ 10 ตามลำดับ

ตารางที่ 9 แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 1

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)									
ชื่องาน การติดตั้งแม่พิมพ์						กระบวนการเดิม		กระบวนการปรับปรุงครั้งที่ 1	
ประเภท Extrusion						ระยะเวลา (มส)	เวลา (นาที)	ระยะเวลา (มส)	เวลา (นาที)
ขั้นตอน	ทำงาน	ขนถ่าย	ตรวจสอบ	รอ	คงคลัง	รายละเอียด			
1	●	⇒	□	□	▽	ปิดสวิตช์เครื่องดึง เครื่องตัด และชุดควบคุมปั๊มสุญญากาศ			
2	●	⇒	□	□	▽	ปิด Shutter และถ่ายวัตถุดิบที่อยู่ใน Hopper ออกให้หมด			
3	●	⇒	□	□	▽	เช็ด Hopper ให้สะอาด			
4	●	⇒	□	□	▽	ปิดชุดควบคุมสกรู			
5	○	⇒	□	■	▽	รอกันสายพานขับเคลื่อน			
6	●	⇒	□	□	▽	เลื่อนรางน้ำออก ให้รางน้ำห่างจากแม่พิมพ์ (Die)			
7	●	⇒	□	□	▽	ปิดสวิตช์ Heater ที่โซนแม่พิมพ์ (Die) และหน้าแปลน			
8	●	⇒	□	□	▽	ใช้ประแจแอลหมุนน็อตที่ยึดแม่พิมพ์ออก			
9	●	⇒	□	□	▽	เปิดและปรับชุดควบคุมสกรูให้ความเร็วรอบสูงขึ้น			
10	○	⇒	□	■	▽	รอให้เนื้อพลาสติกดันเอาปลอกและ Breaker plate ออกมาจาก Adapter			
11	○	⇒	□	□	▽	เดินไปหยิบปืนลมเพื่อใช้ทำความสะอาดแม่พิมพ์, ปลอก และ Breaker plate	15	1	×
12	●	⇒	□	□	▽	ดึงเอาเศษพลาสติกที่ติดค้างอยู่ที่แม่พิมพ์, ปลอก และ Breaker plate ออก	5		×
13	●	⇒	□	□	▽	ถอด Heater ที่ Adapter และปลดสายไฟ สายวัตถุหมุนออก	1		1
14	●	⇒	□	□	▽	ปิดชุดควบคุมสกรูอีกครั้ง แล้วคลายน็อตที่ล็อกหน้าแปลนที่ยึด Adapter ออก	3		3
15	●	⇒	□	□	▽	ถอด Adapter ออกจากหน้าแปลน	0.5		0.5
16	●	⇒	□	□	▽	ทำความสะอาด Adapter	2		×
17	●	⇒	□	□	▽	ป้อนสิ่งพลาสติกที่ค้างอยู่ในกระบอกลงให้หมด	10		10
18	●	⇒	□	□	▽	ลดอุณหภูมิ Heater โซนกระบอกลง (Barrel) ลง	0.5		0.5
19	○	⇒	□	□	▽	เดินไปหยิบแม่พิมพ์ (Die), Adapter, Heater และอุปกรณ์ประกอบที่จะทำการผลิตต่อ	10	2	×
20	●	⇒	□	□	▽	ใส่ตะแกรง 2 ชั้น และ Breaker plate ที่ปลาย Extruder	1		1
21	●	⇒	□	□	▽	สาม Adapter เข้ากับหน้าแปลน	0.5		0.5
22	●	⇒	□	□	▽	ขันโบลท์หรือสกรูยึดหน้าแปลนให้แน่น	3		3
23	●	⇒	□	□	▽	ใส่ Breaker plate ปลอก และแม่พิมพ์ (Die) เข้าไปใน Adapter	1		1
24	○	⇒	■	□	▽	ใช้ระดับน้ำ ตั้งระดับแม่พิมพ์ (Die) ให้อยู่ในระนาบขนานกับพื้น	0.7		0.7
25	●	⇒	□	□	▽	ขันน็อตให้แน่นยึดแม่พิมพ์กับ Adapter ให้แน่น	5		5
26	●	⇒	□	□	▽	สาม Heater ที่แม่พิมพ์ ขันสกรู Heater ให้แน่นเสียบสายวัตถุหมุน สายไฟ Heater ให้ถูกต้อง	1		1
27	○	⇒	□	□	▽	เดินไปเอาวัตถุดิบ	20	3	×
28.1	●	⇒	□	□	▽	แกะถุงวัตถุดิบ	1		×
28.2	●	⇒	□	□	▽	เทวัตถุดิบลง Hopper			0.5
29	●	⇒	□	□	▽	ตั้งค่า Heater ที่โซนกระบอกลง (Barrel) และแม่พิมพ์ (Die)	0.5		0.5
30	○	⇒	□	■	▽	รออุณหภูมิให้ได้ตามที่ปรับ	20		20
31	●	⇒	□	□	▽	ถอดและติดตั้ง Sizing พร้อมเตรียมรางน้ำ	15		15
32	●	⇒	□	□	▽	ปรับรอบชุดควบคุมสกรู	0.2		0.2
33	○	⇒	□	■	▽	รอให้เครื่องปั่นวัตถุดิบออกมา	10		10
34	●	⇒	□	□	▽	ขึ้นรูปชิ้นงาน	20		20

ตารางที่ 9 แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 1 (ต่อ)

สรุป					
ชื่อกระบวนการ	BEFORE	AFTER 1			
	จำนวน	จำนวน			
○ การทำงาน	26	24	รวมจำนวนกิจกรรมทั้งหมด	34	29
➡ การขนถ่าย	3	0	รวมระยะทางทั้งหมด	45 เมตร	0 เมตร
□ การตรวจสอบ	1	1			
D การรอ	4	4	รวมเวลาทั้งหมด	109.3 นาที	97.8 นาที
▽ คงคลัง	0	0			

หมายเหตุ :  หมายถึงกิจกรรมอิสระจากเครื่องจักรของพนักงาน
 หมายถึงกิจกรรมภายนอกที่แยกออกไปในการปรับปรุงครั้งที่ 1

หลังจากการปรับปรุงครั้งแรก ขั้นตอนที่ใช้ในการปรับตั้งแม่พิมพ์ลดลงจากเดิม 34 ขั้นตอนเหลือ 29 ขั้นตอน ลดเวลาปรับตั้งแม่พิมพ์โดยรวมจากเดิม 109.3 นาทีเหลือ 97.8 นาที ลดลงไปได้ 11.5 นาที คิดเป็นร้อยละ 10.5

ตารางที่ 10 แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man-Machine Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 1

แผนภูมิคน-เครื่องจักร				กระบวนการเดิม กระบวนการปรับปรุงครั้งที่ 1	
ชื่อกระบวนการ :	ติดตั้งแม่พิมพ์	หมายเลขเครื่องจักร :	5		
ชื่อชิ้นงาน :	ESF-003	วันที่บันทึกงาน :	7-Mar-13		
หมายเลขแม่พิมพ์ :	ESF-003	ปฏิบัติงานโดย :	นายสายรุ้ง		
MAH	TIME (min)	MACHINE	TIME (min)		
เปิดสวิตช์เครื่องตั้ง เครื่องวัด ชุดควบคุมปั๊มสุญญากาศ	0.5	กำลังถูกเปิดสวิตช์	0.5		
เปิด Shutter และถ่ายวัตถุดิบที่อยู่ใน Hopper ออกให้หมด	5	ว่าง	8		
เขี่ย Hopper ให้สะอาด	3				
ปิดชุดควบคุมสกรู	0.2	กำลังถูกปิดชุดควบคุมสกรู	0.2		
เลื่อนรางน้ำออก ให้รางน้ำห่างจากแม่พิมพ์ (Die)	0.8	หยุดชุดควบคุมสกรู ให้สายพานนิ่ง	2		
เปิดสวิตช์ Heater ที่โซนแม่พิมพ์ (Die) และหน้าแปลน	0.2				
ว่าง	1				
ใช้ประแจแอลหมุนน็อตที่ยึดแม่พิมพ์ออก	5	กำลังถูกขันน็อตออก	5		
เปิดและปรับชุดควบคุมสกรูให้ความเร็วรอบสูงขึ้น	0.2	กำลังถูกปรับชุดควบคุมสกรู	0.2		
ถอด Heater ที่ Adapter และปลดสายไฟ สายวัตถุดิบหนี้ออก	1	ต้นเนื้อพลาสติกออกเพื่อเอาบล็อกและ Breaker plate ออกมาจาก Adapter	5		
ว่าง	4				
ปิดชุดควบคุมสกรูอีกครั้ง แล้วคลายน็อตที่ล็อกหน้าแปลนที่ยึด Adapter ออก	3	กำลังถูกคลายน็อตที่ล็อกหน้าแปลนที่ยึด Adapter	3		
ถอด Adapter ออกจากหน้าแปลน	0.5	กำลังถูกถอด Adapter ออกจากหน้าแปลน	0.5		

ตารางที่ 10 แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man-Machine Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 1 (ต่อ)

แผนภูมิคน-เครื่องจักร				ภาระงานการเดิม ภาระงานการปรับปรุงครั้งที่ 1	
ชื่อกระบวนการ :	ติดตั้งแม่พิมพ์	หมายเลขเครื่องจักร :	5		
ชื่อชิ้นงาน :	ESF-003	วันที่บันทึกงาน :	7-Mar-13		
หมายเลขแม่พิมพ์ :	ESF-003	ปฏิบัติงานโดย :	นายสายรุ้ง		
MAN	TIME (min)		MACHINE	TIME (min)	
ลดอุณหภูมิ Heater โซนกระบอก (Barrel) ลง	0.5		ป้อนล้างพลาสติกที่ค้างอยู่ในกระบอก	10	
ว่าง	9.5				
ใส่ตะแกรง 2 ชั้น และ Breaker plate ที่ปลาย Extruder	1		กำลังถูกใส่ตะแกรง และ Breaker plate	1	
สวม Adapter เข้ากับหน้าแปลน	0.5		กำลังถูกสวม Adapter	0.5	
ขันโบลท์หรือสกรูยึดหน้าแปลนให้แน่น	3		กำลังถูกขันโบลท์	3	
ใส่ Breaker plate ปลอก และแม่พิมพ์ (Die) เข้าไปใน Adapter	1		กำลังถูกใส่ Breaker plate ปลอก และแม่พิมพ์ (Die)	1	
ใช้ระดับน้ำ ตั้งระดับแม่พิมพ์ (Die) ให้อยู่ในระนาบขนานกับพื้น	0.7		ว่าง	0.7	
ขันน็อตให้แน่น เพื่อยึดแม่พิมพ์กับ Adapter ให้แน่น	5		กำลังถูกขันน็อต	5	
สวม Heater ที่แม่พิมพ์ ขันสกรู Heater ให้แน่นเสียบสายวัดอุณหภูมิ สายไฟ Heater ให้ถูกต้อง	1		กำลังถูกสวม Heater	1	
เทวัตถุดิบลง Hopper	0.5		ว่าง	0.5	
ตั้งค่า Heater ที่โซนกระบอก (Barrel) และแม่พิมพ์ (Die)	0.5		กำลังถูกตั้งค่า Heater	0.5	
ถอดและติดตั้ง Sizing พร้อมเตรียมรางน้ำ	15		อุ่นอุณหภูมิให้ได้ตามที่ปรับ	20	
ว่าง	5				
ปรับรอบชุดควบคุมสกรู	0.2		กำลังถูกปรับรอบ	0.2	
ว่าง	10		ป้อนวัตถุดิบออกมา	10	
ขึ้นรูปชิ้นงาน	20		ขึ้นรูปชิ้นงาน	20	
สรุปผล		MAN	MACHINE		
เวลาปฏิบัติงาน		68.3	88.6		
เวลาว่างงาน		29.5	9.2		
เวลารวม		97.8	97.8		
เปอร์เซ็นต์การปฏิบัติงาน (Utilization)		69.8%	90.6%		

-  เครื่องจักรและคนทำงานร่วมกัน
 เครื่องจักรและคนทำงานเป็นอิสระจากกัน
 ว่าง

หลังจากการปรับปรุงในขั้นตอนแรกของเทคนิค SMED แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man-Machine Chart) แสดงเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งแม่พิมพ์หลังการปรับปรุงครั้งที่ 1 ทั้งหมดที่ 97.8 นาที จากเดิม 109.3 นาที ลดลงไป 11.5 นาที พนักงานมีเวลารอคอยเครื่องจักร 29.5 นาที จากเดิม 27.5 นาที เพิ่มขึ้น 2 นาที ทำให้อัตราการปฏิบัติของพนักงานลดลงที่ร้อยละ 69.8 จากเดิมร้อยละ 74.8 ในขณะที่เวลาเครื่องจักรว่างเปลี่ยนแปลงจากเดิม 20.7 นาที เป็น 9.2 นาที ลดลงถึง 11.5 นาที เท่ากับว่าอัตราการใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 81.1 เป็นร้อยละ 90.6

ขั้นตอนที่ 2 : แปลงการตั้งเครื่องภายในให้เป็นการตั้งเครื่องภายนอก

การพิจารณาการแปลงการตั้งเครื่องภายในให้เป็นการตั้งเครื่องภายนอกนี้ เริ่มจากการตรวจสอบดูว่ามีขั้นตอนไหนที่เป็นงานติดตั้งภายในแล้วสามารถแปลงให้เป็นงานตั้งเครื่องภายนอกได้บ้าง โดยพิจารณาจากงานที่สามารถเตรียมความพร้อมก่อนได้ในขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงานอยู่

ผู้ศึกษาได้ใช้วิธีการระดมสมอง (Brain Storming) จากผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหลาย ทั้งหัวหน้าฝ่ายผลิต และพนักงานปฏิบัติการที่มีความชำนาญ เพื่อค้นหามีขั้นตอนใดบ้างที่จะสามารถแปลงการตั้งเครื่องภายในให้เป็นการตั้งเครื่องภายนอก ซึ่งทุกคนมีความเห็นตรงกันว่าขั้นตอนที่ 8, 9, 10, 23, 24, 25 และ 30 ของแผนภูมิการไหลของกระบวนการสามารถแปลงเป็นการตั้งเครื่องภายนอกได้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 8, 23, 24 และ 25 เป็นขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการถอดและติดตั้งแม่พิมพ์ (Die) ปลอก และ Breaker plate เข้ากับ Adapter ซึ่งขั้นตอนทั้งหมดนี้ สามารถนำไปติดตั้งภายนอกได้ทั้งหมด การจะทำเช่นนี้ได้ บริษัทต้องมี Adapter ปลอก และ Breaker plate สำรองอย่างน้อย 1 ชุด เพื่อที่พนักงานจะสามารถประกอบแม่พิมพ์ (Die) ปลอก และ Breaker plate เข้ากับ Adapter ด้านนอกก่อนทำการเปลี่ยนรุ่นการผลิต แทนการประกอบบนเครื่องจักร แสดงดังรูปที่ 33 ในขณะเดียวกัน ตอนถอด Adapter ลงจากเครื่องจักรก็เช่นกัน พนักงานสามารถถอด Adapter ทั้งชุดลงมา แทนที่จะถอดทีละชิ้นเหมือนแต่ก่อน โดยที่พนักงานสามารถที่จะนำไปแกะและทำสะอาดได้ในภายหลังจากการตั้งเครื่องเสร็จแล้ว หากทำเช่นนี้แล้ว ขั้นตอน 9 และ 10 จะถูกขจัดไปโดยปริยาย



รูปที่ 33 การประกอบชุด Adapter และแม่พิมพ์ (Die) ด้านนอก

ส่วนขั้นตอนที่ 30 เป็นการรอให้อุณหภูมิได้ตามที่ปรับ จากการศึกษา พบว่าขั้นตอนนี้ต้องใช้เวลากว่า 20 นาทีในการรอ ขั้นตอนนี้สามารถปรับปรุงได้โดยการอุ่น Adapter และแม่พิมพ์ (Die) ไว้ก่อนการใช้งาน โดยการทำ Heater สํารอง และปลั๊กสำหรับเสียบ Heater ด้านนอก แสดงดังรูปที่ 34 เพื่อใช้ในการอุ่น Adapter และแม่พิมพ์ชุดใหม่ (Die) ที่จะเตรียมติดตั้ง รวมถึงการทำรãnhเส้นไว้สำหรับเส้น Adapter ที่อุ่นแล้วไปที่เครื่องจักรได้ทันที การปรับปรุงเช่นนี้จะทำให้สามารถลดเวลาในขั้นตอนการรออุณหภูมิให้ได้ตามที่ปรับลงไปได้ นอกจากนี้ ปลั๊กนอกตัวนี้สามารถใช้อุ่นแม่พิมพ์ชุดเก่า ปลอก และ Breaker Plate เพื่อทำความสะอาดภายหลังดังที่อธิบายไว้เบื้องต้นได้อีกด้วย



รูปที่ 34 การอุ่นชุด Adapter และแม่พิมพ์ (Die) ด้านนอก

หลังจากทำการแปลงการตั้งเครื่องภายในให้เป็นการตั้งเครื่องภายนอกแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้แสดงเป็นแผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 2.1 ดังตารางที่ 11 จากนั้นผู้ศึกษาได้นำหลักการ **Rearrange** มาประยุกต์ใช้ในการจัดลำดับขั้นตอนในกระบวนการปรับตั้งแม่พิมพ์ใหม่ เพื่อลดเวลาว่างงานของคนและเครื่องจักร ผลลัพธ์ที่ได้แสดงเป็นแผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 2.2 ดังตารางที่ 12 และสุดท้าย แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man-Machine Chart) ถูกนำมาใช้เพื่อสรุปอีกครั้งหนึ่ง ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 11 แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 2.1

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)										
ชื่องาน การติดตั้งแม่พิมพ์							กระบวนการเดิม		กระบวนการปรับปรุงครั้งที่ 1	
แยกแยะ Extrusion									ปรับปรุงครั้งที่ 2.1	
ขั้นตอน	ทำงาน	ขนถ่าย	ตรวจสอบ	รอ	คงคลัง	รายละเอียด	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)
1	●	⇒	□	□	▽	ปิดสวิตช์เครื่องดึง เครื่องตัด และชุดควบคุมปั๊มสุญญากาศ		0.5		0.5
2.1	●	⇒	□	□	▽	ปิด Shutter เพื่อไม่ให้วัตถุดิบไหลลงกระบอกล้อได้อีก		5		0.5
2.2	●	⇒	□	□	▽	ถ่ายวัตถุดิบที่อยู่ใน Hopper ออกให้หมด			5	4.5
3	●	⇒	□	□	▽	เช็ด Hopper ให้สะอาด	3		3	3
4	●	⇒	□	□	▽	ปิดชุดควบคุมสกรู	0.2		0.2	0.2
5	○	⇒	□	■	▽	รอนสายพานขับเคลื่อน	2		2	2
6	●	⇒	□	□	▽	เลื่อนรางน้ำออก ให้รางน้ำห่างจากแม่พิมพ์ (Die)	0.8		0.8	0.8
7	●	⇒	□	□	▽	ปิดสวิตช์ Heater ที่โซนแม่พิมพ์ (Die) และหน้าแปลน	0.2		0.2	0.2
8	●	⇒	□	□	▽	ใช้ประแจแอลหมุนน็อตที่ยึดแม่พิมพ์ออก		5		5
9	●	⇒	□	□	▽	เปิดและปรับชุดควบคุมสกรูให้ความเร็วรอบสูงขึ้น		0.2		0.2
10	○	⇒	□	■	▽	รอให้เนื้อพลาสติกดันเอาปลอกและ Breaker plate ออกมาจาก Adapter		5		5
11	○	⇒	□	□	▽	เดินไปหยิบปืนลมเพื่อใช้ทำความสะอาดแม่พิมพ์, ปลอก และ Breaker plate	15	1		
12	●	⇒	□	□	▽	ดึงเอาเศษพลาสติกที่ติดค้างอยู่ที่แม่พิมพ์, ปลอก และ Breaker plate ออก		5		5
13	●	⇒	□	□	▽	ถอด Heater ที่ Adapter และปลดสายไฟ สายวัตถุหนี้ออก		1		1
14	●	⇒	□	□	▽	ปิดชุดควบคุมสกรูอีกครั้ง แล้วคลายน็อตที่ล็อกหน้าแปลนที่ยึด Adapter ออก		3		3
15	●	⇒	□	□	▽	ถอด Adapter ออกจากหน้าแปลน		0.5		0.5
16	●	⇒	□	□	▽	ทำความสะอาด Adapter		2		2
17	●	⇒	□	□	▽	ป้อนถังพลาสติกที่ค้างอยู่ในกระบอกล้อให้หมด		10		10

ตารางที่ 11 แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 2.1 (ต่อ)

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)							กระบวนการเดิม		กระบวนการปรับปรุงครั้งที่ 1		กระบวนการปรับปรุงครั้งที่ 2.1	
ชื่องาน การติดตั้งแม่พิมพ์												
ประเภท Extrusion												
ขั้นตอน	ทำงาน	ขนถ่าย	ตรวจสอบ	รอ	คงคลัง	รายละเอียด	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาฬิกา)	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาฬิกา)	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาฬิกา)
18	●	➡	□	□	▽	ลดอุณหภูมิ Heater โชนกระบอก (Barrel) ลง		0.5		0.5		0.5
19	○	➡	□	□	▽	เดินไปหยิบแม่พิมพ์ (Die), Adapter, Heater และอุปกรณ์ประกอบที่จะทำการผลิตต่อ	10	2	0	0	0	0
20	●	➡	□	□	▽	ใส่ตะแกรง 2 ชั้นและ Breaker plate ที่ปลาย Extruder		1		1		1
21	●	➡	□	□	▽	สวม Adapter เข้ากับหน้าแปลน + ตั้งระดับด้วยระดับน้ำ		0.5		0.5		1
22	●	➡	□	□	▽	ขันโบลท์หรือสกรูยึดหน้าแปลนให้แน่น		3		3		3
23	●	➡	□	□	▽	ใส่ Breaker plate ปลอก และแม่พิมพ์ (Die) เข้าไปใน Adapter		1		1		0
24	○	➡	■	□	▽	ใช้ระดับน้ำ ตั้งระดับแม่พิมพ์ (Die) ให้อยู่ในระนาบขนานกับพื้น		0.7		0.7		0
25	●	➡	□	□	▽	ขันน็อตให้แน่นยึดแม่พิมพ์กับ Adapter ให้แน่น		5		5		0
26	●	➡	□	□	▽	สวม Heater ที่แม่พิมพ์ ขันสกรู Heater ให้แน่น เสียบสายวัดอุณหภูมิ สายไฟ Heater ให้ถูกต้อง		1		1		1
27	○	➡	□	□	▽	เดินไปเอาวัตถุดิบ	20	3	0	0	0	0
28.1	●	➡	□	□	▽	แกะถุงวัตถุดิบ		1		0		0
28.2	●	➡	□	□	▽	เทวัตถุดิบลง Hopper				0.5		0.5
29	●	➡	□	□	▽	ตั้งค่า Heater ที่โชนกระบอก (Barrel) และแม่พิมพ์ (Die)		0.5		0.5		0.5
30	○	➡	□	■	▽	รออุณหภูมิให้ได้ตามที่ปรับ		20		20		10
31.1	●	➡	□	□	▽	ถอด Sizing		15		15		5
31.2	●	➡	□	□	▽	ติดตั้ง Sizing พร้อมเตรียมรางน้ำ						10
32	●	➡	□	□	▽	ปรับรอบชุดควบคุมสกรู		0.2		0.2		0.2
33	○	➡	□	■	▽	รอให้เครื่องปั่นวัตถุดิบออกมา		10		10		10
34	●	➡	□	□	▽	ขึ้นรูปชิ้นงาน		20		20		20

ตารางที่ 11 แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 2.1 (ต่อ)

สรุป							
ชื่อกระบวนการ	BEFORE	AFTER 1	AFTER 2.1				
	จำนวน	จำนวน	จำนวน				
○ การทำงาน	26	24	22	รวมจำนวนกิจกรรมทั้งหมด	34	29	25
➡ การขนถ่าย	3	0	0	รวมระยะทางทั้งหมด	45 เมตร	0 เมตร	0 เมตร
□ การตรวจสอบ	1	1	0				
D การรอ	4	4	3	รวมเวลาทั้งหมด	109.3 นาที	97.8 นาที	76.4 นาที
▽ คงคลัง	0	0	0				

- หมายเหตุ :
-  หมายถึงกิจกรรมอิสระจากเครื่องจักรของพนักงาน
 -  หมายถึงกิจกรรมภายนอกที่แยกออกไปในการปรับปรุงครั้งที่ 1
 -  หมายถึงกิจกรรมภายในที่แปลงให้เป็นกิจกรรมภายนอกในการปรับปรุงครั้งที่ 2
 -  หมายถึงกิจกรรมที่มีการเปลี่ยนแปลงเวลาหลังทำการปรับปรุง

ตารางที่ 12 แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 2.2

ขั้นตอนเดิม จากการ ปรับปรุง ครั้งที่ 2.1	แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)										กระบวนการเดิม		กระบวนการ ปรับปรุงครั้งที่ 1		กระบวนการ ปรับปรุงครั้งที่ 2.2	
	ชื่องาน การติดตั้งแม่พิมพ์															
	ประเภท Extrusion															
	ขั้นตอน	ท่างาน	ขนถ่าย	ตรวจสอบ	รอ	คงคลัง	รายละเอียด				ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)
1	1	●	⇒	□	□	▽	ปิดสวิตช์เครื่องดึง เครื่องตัด และชุดควบคุมปั๊มสุญญากาศ					0.5		0.5		0.5
2.1	2	●	⇒	□	□	▽	ปิด Shutter เพื่อไม่ให้วัตถุดิบไหลลงกระบอกล้างได้อีก					0.5		0.5		0.5
4	3	●	⇒	□	□	▽	ปิดชุดควบคุมสกรู					0.2		0.2		0.2
5	4	○	⇒	□	■	▽	รอนจนสายพานขับเคลื่อนเสร็จ					2		2		2
6	5	●	⇒	□	□	▽	เลื่อนรางนำออก ให้รางนำห่างจากแม่พิมพ์ (Die)					0.8		0.8		0.8
7	6	●	⇒	□	□	▽	ปิดสวิตช์ Heater ที่โซนแม่พิมพ์ (Die) และหน้าแปลน					0.2		0.2		0.2
13	7	●	⇒	□	□	▽	ถอด Heater ที่ Adapter และปลดสายไฟ สายวัตถุดิบหนี้ออก					1		1		1
14	8	●	⇒	□	□	▽	ปิดชุดควบคุมสกรูอีกครั้ง แล้วคลายน็อตที่ล็อกหน้าแปลนที่ยึด Adapter ออก					3		3		3
15	9	●	⇒	□	□	▽	ถอด Adapter ออกจากหน้าแปลน					0.5		0.5		0.5
17	10	●	⇒	□	□	▽	ป้อนสิ่งพลาสติกที่ค้างอยู่ในกระบอกล้างให้หมด					10		10		10
18	11	●	⇒	□	□	▽	ลดอุณหภูมิ Heater โซนกระบอกล้าง (Barrel) ลง					0.5		0.5		0.5
2.2	12	●	⇒	□	□	▽	ถ่ายวัตถุดิบที่อยู่ใน Hopper ออกให้หมด					4.5		4.5		4.5
3	13	●	⇒	□	□	▽	เขี่ย Hopper ให้สะอาด					3		3		3
20	14	●	⇒	□	□	▽	ใส่ตะแกรง 2 ชั้นและ Breaker plate ที่ปลาย Extruder					1		1		1
21	15	●	⇒	□	□	▽	สวม Adapter เข้ากับหน้าแปลน + ตั้งระดับด้วยระดับน้ำ					0.5		0.5		1
22	16	●	⇒	□	□	▽	ขันโบลท์หรือสกรูยึดหน้าแปลนให้แน่น					3		3		3
26	17	●	⇒	□	□	▽	สวม Heater ที่แม่พิมพ์ ขันสกรู Heater ให้แน่น เสียบสายวัตถุดิบหนี้ออก สายไฟ Heater ให้ถูกต้อง					1		1		1
29	18	●	⇒	□	□	▽	ตั้งค่า Heater ที่โซนกระบอกล้าง (Barrel) และแม่พิมพ์ (Die)					0.5		0.5		0.5
30	19	○	⇒	□	■	▽	รอลูกหนี้ออกให้ได้ตามที่ปรับ					20		20		10
28	20	●	⇒	□	□	▽	เทวัตถุดิบลง Hopper					0.5		0.5		0.5

ตารางที่ 12 แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 2.2 (ต่อ)

ขั้นตอนเดิม จากการ ปรับปรุง ครั้งที่ 2.1	แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)										กระบวนการเดิม		กระบวนการ ปรับปรุงครั้งที่ 1		กระบวนการ ปรับปรุงครั้งที่ 2.2	
	ชื่องาน การตัดแม่พิมพ์															
	แผนการ Extrusion															
	ขั้นตอน	ทำงาน	ขนถ่าย	ตรวจสอบ	รอ	คงคลัง	รายละเอียด				ระยะเวลา (เมตร)	เวลา (นาฬิกา)	ระยะเวลา (เมตร)	เวลา (นาฬิกา)	ระยะเวลา (เมตร)	เวลา (นาฬิกา)
31.1	21	●	⇒	□	D	▽	ถอด Sizing					5		5		5
32	22	●	⇒	□	D	▽	ปรับรอบชุดควบคุมสกรู					0.2		0.2		0.2
33	23	○	⇒	□	■	▽	รอให้เครื่องปั่นวัตถุดิบออกมา					10		10		10
31.2	24	●	⇒	□	D	▽	ติดตั้ง Sizing พร้อมเตรียมรางน้ำ					10		10		10
34	25	●	⇒	□	D	▽	ขึ้นรูปชิ้นงาน					20		20		20
	8	●	⇒	□	D	▽	ใช้ประแจ แอลหมุนเนื้อที่ยัดแม่พิมพ์ออก					5		5		8
	9	●	⇒	□	D	▽	เปิดและปรับชุดควบคุมสกรูให้ความเร็วรอบสูงขึ้น					0.2		0.2		8
	10	○	⇒	□	■	▽	รอให้เนื้อพลาสติกดันเอาปลอกและ Breaker plate ออกมาจาก Adapter					5		5		8
	11	○	⇒	□	D	▽	เดินไปหยิบเป็นลมเพื่อใช้ทำความสะอาดแม่พิมพ์, ปลอก และ Breaker plate				15	1	8	8	8	8
	12	●	⇒	□	D	▽	ดึงเอาเศษพลาสติกที่ติดค้างอยู่ที่แม่พิมพ์, ปลอก และ Breaker plate ออก					5		8		8
	16	●	⇒	□	D	▽	ทำความสะอาด Adapter					2		8		8
	19	○	⇒	□	D	▽	เดินไปหยิบแม่พิมพ์ (Die), Adapter, Heater และอุปกรณ์ประกอบที่จะทำการผลิตต่อ				10	2	8	8	8	8
	23	●	⇒	□	D	▽	ใส่ Breaker plate ปลอก และแม่พิมพ์ (Die) เข้าไปใน Adapter					1		1		8
	24	○	⇒	■	D	▽	ใช้ระดับน้ำ ตั้งระดับแม่พิมพ์ (Die) ให้อยู่ในระนาบขนานกับพื้น					0.7		0.7		8
	25	●	⇒	□	D	▽	ขันน็อตให้แน่นยึดแม่พิมพ์กับ Adapter ให้แน่น					5		5		8
	27	○	⇒	□	D	▽	เดินไปเอาวัตถุดิบ				20	3	8	8	8	8
	28.1	●	⇒	□	D	▽	แกะถุงวัตถุดิบ					0.5		8		8

ตารางที่ 12 แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 2.2 (ต่อ)

สรุป							
ชื่อกระบวนการ	BEFORE	AFTER 1	AFTER 2.1				
	จำนวน	จำนวน	จำนวน				
○ การทำงาน	26	24	22	รวมจำนวนกิจกรรมทั้งหมด	34	29	25
➡ การขนถ่าย	3	0	0	รวมระยะทางทั้งหมด	0 เมตร	0 เมตร	0 เมตร
□ การตรวจสอบ	1	1	0				
D การรอ	4	4	3	รวมเวลาทั้งหมด	109.3 นาที	97.8 นาที	63.4 นาที
▽ คงคลัง	0	0	0				

- หมายเหตุ :
-  หมายถึงกิจกรรมอิสระจากเครื่องจักรของพนักงาน
 -  หมายถึงกิจกรรมภายนอกที่แยกออกไปในการปรับปรุงครั้งที่ 1
 -  หมายถึงกิจกรรมภายในที่แปลงให้เป็นกิจกรรมภายนอกในการปรับปรุงครั้งที่ 2
 -  หมายถึงกิจกรรมที่มีการเปลี่ยนแปลงเวลาหลังทำการปรับปรุง

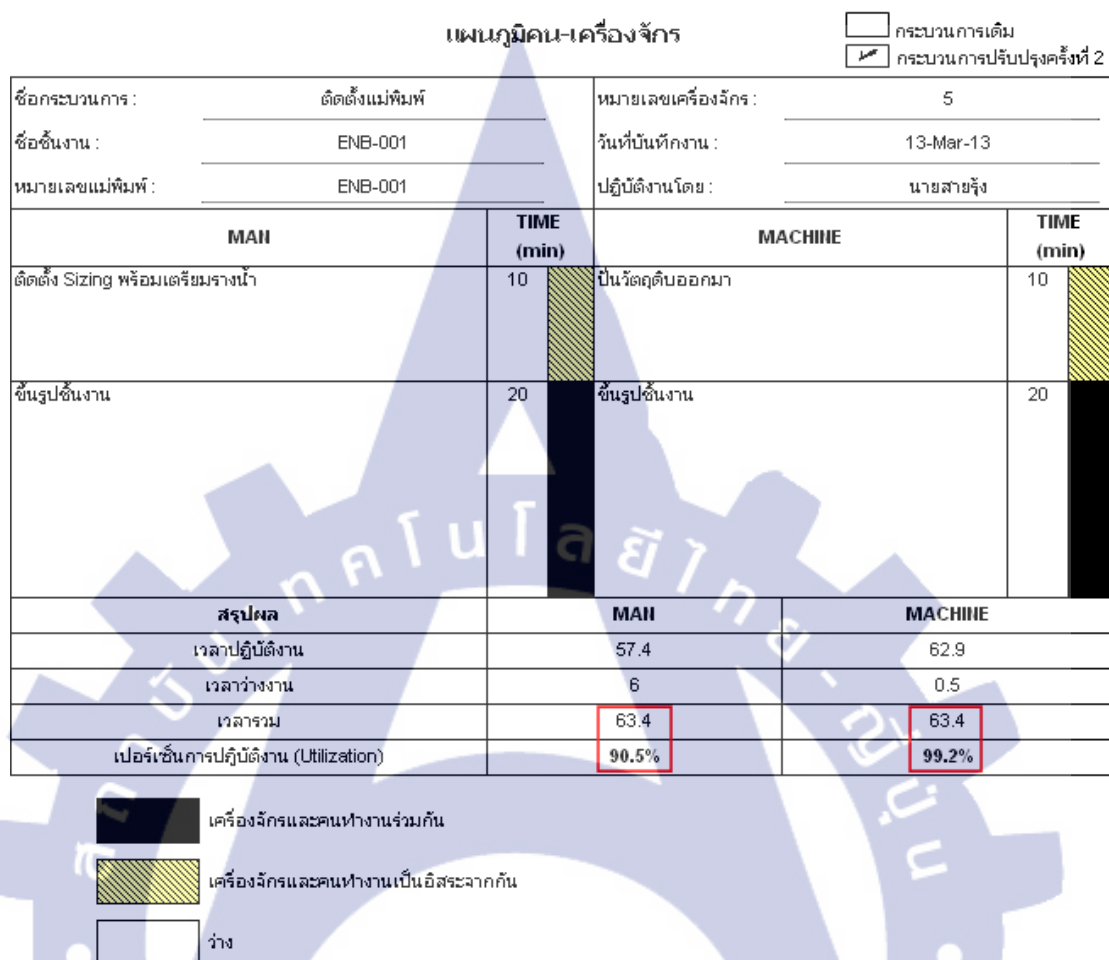
หลังจากการปรับปรุงครั้งที่ 2 ขั้นตอนที่ใช้ในการปรับตั้งแม่พิมพ์ลดลงจากการปรับปรุงครั้งแรก 29 ขั้นตอนเหลือ 25 ขั้นตอน ลดเวลาปรับตั้งแม่พิมพ์โดยรวมจากการปรับปรุงครั้งแรก 97.8 นาทีเหลือ 63.4 นาที ลดลงไปได้อีก 34.4 นาที คิดเป็นร้อยละ 35.2

ขั้นตอนที่ 15 ในแผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 2.2 แสดงส่วนของการสวม Heater เข้ากับหน้าแปลนใช้เวลามากขึ้นจากเดิม 0.5 นาทีเป็น 1 นาที เนื่องจากต้องตั้งระดับแม่พิมพ์ให้ได้ระดับเดียวกับพื้น ในขณะที่ขั้นตอนที่ 19 ในแผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 2.2 หลังจากทำการแยกการอุ่นแม่พิมพ์ (Die) ออกมาภายนอก เวลาการรออุณหภูมิให้ได้ตามที่ปรับลดลงจาก 20 นาที เหลือ 10 นาที

ตารางที่ 13 แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man-Machine Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 2.2

แผนภูมิคน-เครื่องจักร				กระบวนการเดิม กระบวนการปรับปรุงครั้งที่ 2	
ชื่อกระบวนการ :	ติดตั้งแม่พิมพ์	หมายเลขเครื่องจักร :	5		
ชื่อชิ้นงาน :	ENB-001	วันที่บันทึกงาน :	13-Mar-13		
หมายเลขแม่พิมพ์ :	ENB-001	ปฏิบัติงานโดย :	นายสายรุ้ง		
MAN	TIME (min)	MACHINE	TIME (min)		
ปิดสวิตช์เครื่องตั้ง เครื่องวัด ชุดควบคุมปั๊มสุญญากาศ	0.5	กำลังถูกปิดสวิตช์	0.5		
ปิด Shutter เพื่อไม่ให้วัตถุติดไหลลงไปในกระบอบได้อีก	0.5	ว่าง	0.5		
ปิดชุดควบคุมสกรู	0.2	กำลังถูกปิดชุดควบคุมสกรู	0.2		
เลื่อนรางนำออก ให้รางนำห่างจากแม่พิมพ์ (Die)	0.8	หยุดชุดควบคุมสกรู ให้สายพานนิ่ง	2		
ปิดสวิตช์ Heater ที่โซนแม่พิมพ์ (Die) และหน้าแปลน	0.2				
ถอด Heater ที่ Adapter และปลดสายไฟ สายวัดอุณหภูมิออก	1				
คลายน็อตที่ล็อกหน้าแปลนที่ยึด Adapter ออก	3	กำลังถูกคลายน็อตที่ล็อกหน้าแปลนที่ยึด Adapter	3		
ถอด Adapter ออกจากหน้าแปลน	0.5	กำลังถูกถอด Adapter ออกจากหน้าแปลน	0.5		
ลดอุณหภูมิ Heater โซนกระบอบ (Barrel) ลง	0.5	ปลั๊กพาลาสติกที่ค้างอยู่ในกระบอบ	10		
ถ่ายวัตถุติดที่อยู่ใน Hopper ออกให้หมด	5				
เขี่ย Hopper ให้สะอาด	3				
ว่าง	1.5				
ใส่ตะแกรง 2 ชั้นและ Breaker plate ที่ปลาย Extruder	1	กำลังถูกใส่ตะแกรง และ Breaker plate	1		
สวม Adapter เข้ากับหน้าแปลน	1	กำลังถูกสวม Adapter	1		
ขันโบลท์หรือสกรูยึดหน้าแปลนให้แน่น	3	กำลังถูกขันโบลท์	3		
สวม Heater ที่แม่พิมพ์ ชันสกรู Heater ให้แน่นเสียบสายวัดอุณหภูมิ สายไฟ Heater ให้ถูกต้อง	1	กำลังถูกสวม Heater	1		
ตั้งค่า Heater ที่โซนกระบอบ (Barrel) และแม่พิมพ์ (Die)	0.5	กำลังถูกตั้งค่า Heater	0.5		
เทวัตถุติดลง Hopper	0.5	อุ่นอุณหภูมิให้ได้ตามที่ปรับ	10		
ถอด Sizing	5				
ว่าง	4.5				
ปรับรอบชุดควบคุมสกรู	0.2	กำลังถูกปรับรอบ	0.2		

ตารางที่ 13 แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man-Machine Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 2.2 (ต่อ)



หลังจากการปรับปรุงในขั้นตอนที่ 2 ของเทคนิค SMED มีการใช้เวลาในการปรับตั้งแม่พิมพ์หลังการปรับปรุงครั้งที่ 2.2 ที่ 63.4 นาที จากเดิม 97.8 นาที ลดลงไป 34.4 นาที พนักงานมีเวลารอคอยเครื่องจักร 6 นาที จากเดิม 29.5 นาที ลดลง 23.5 นาที ทำให้อัตราการปฏิบัติของพนักงานเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 69.8 เป็นร้อยละ 90.5 ในขณะที่เวลาที่เครื่องจักรว่างมีเพียงแค่ 0.5 นาทีเท่านั้น ลดลงจากเดิม 8.7 นาที เท่ากับว่าอัตราการใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 90.6 เป็นร้อยละ 99.2

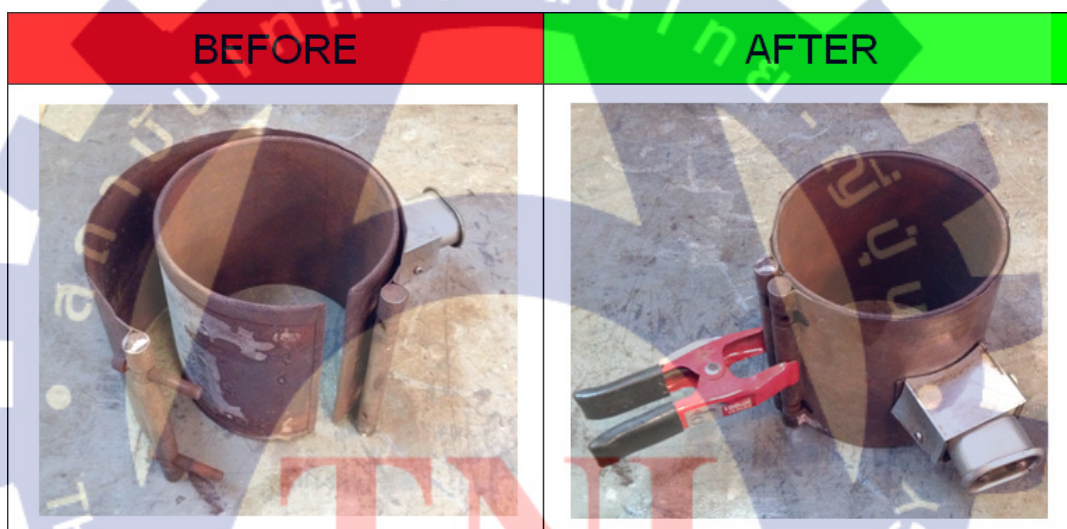
ขั้นตอนที่ 3 : ปรับปรุงการติดตั้งเครื่องจักรในทุกๆ แ่งมุมให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

การปรับปรุงในส่วนนี้ จะเป็นการปรับปรุงงานโดยใช้เทคนิคทางด้านวิศวกรรมและอุปกรณ์เข้ามาช่วย ขั้นตอนที่ยังสามารถปรับปรุงได้ รวมถึงปัญหาที่พบระหว่างการเก็บข้อมูลที่ก่อให้เกิดความสูญเปล่าต่างๆ ในกระบวนการปรับตั้งแม่พิมพ์ มีดังนี้

1. ขั้นตอนที่ 7 และ 17 ในแผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 2.2 เป็นการถอดและใส่ Heater โดยแต่เดิมใช้วิธีขันน็อตสกรูเพื่อขันให้แน่นหรือคลายให้หลวม ซึ่งค่อนข้างใช้เวลานานและไม่สะดวกในการปฏิบัติงาน

แนวทางปรับปรุง

- ใช้เทคนิคการใช้ปากกาจับแม่พิมพ์ตามหน้าที่งาน แทนการใช้ขันน็อตสกรู แสดงดังรูปที่ 35



รูปที่ 35 การใช้เทคนิคการใช้ปากกาจับแม่พิมพ์ตามหน้าที่งาน

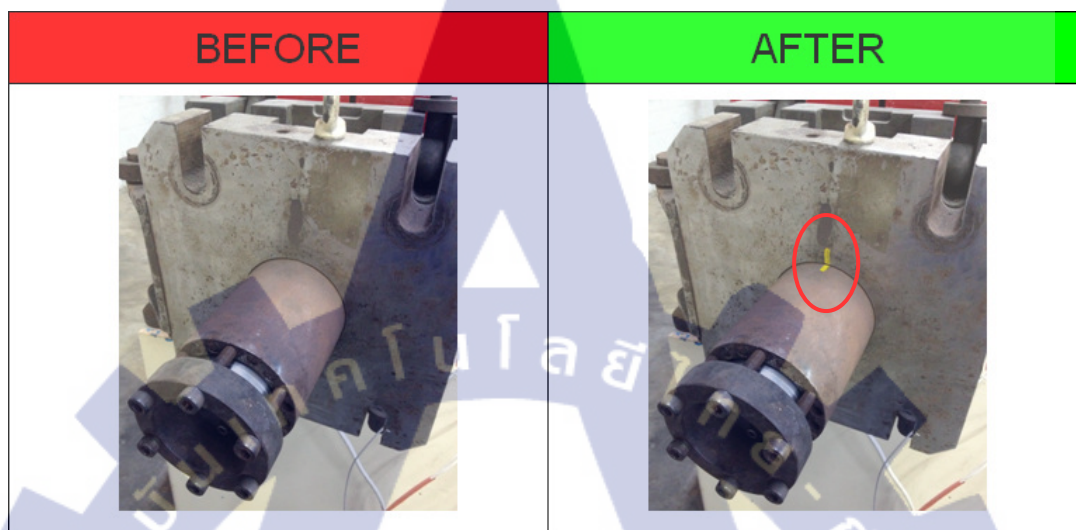
หลังจากการปรับปรุง พบว่าเวลาที่ใช้ในการถอด Heater ลดลงจากเดิม 1 นาทีเป็น 0.4 นาที และการใส่ Heater ลดลงจากเดิม 1 นาทีเป็น 0.5 นาที

การใช้ปากกาจับดังรูปยังใช้ได้ไม่ดีเท่าที่ควร บริษัทควรสั่งทำปากกาพิเศษเพื่อใช้จับยึดอุปกรณ์ชิ้นนี้โดยเฉพาะ หรือสั่งทำ Heater ใหม่ โดยใช้แคมป์ล็อกอุปกรณ์แทนการใช้สกรู

2. การตั้งระดับแม่พิมพ์ (Die) ให้อยู่ในระนาบขนานกับพื้น เนื่องจากแม่พิมพ์ (Die) ถูกประกอบสำเร็จจากภายนอกแล้ว ไม่ได้ทำการติดตั้งที่หน้าเครื่องอีกต่อไป การตั้งระดับแม่พิมพ์ (Die) ทำจะได้ยาก

แนวทางปรับปรุง

- ใช้เทคนิคการกำจัดการปรับแต่ง โดยการทำเส้นสัญลักษณ์บนหน้าแปลน และ Adapter แสดงดังรูปที่ 36 เพื่อตอนใส่ Adapter เข้าที่หน้าแปลนเครื่อง พนักงานจะสามารถ หมุน Adapter ให้เส้นบนหน้าแปลนและ Adapter ตรงกันได้เลย โดยไม่ต้องมาตั้งระดับใหม่



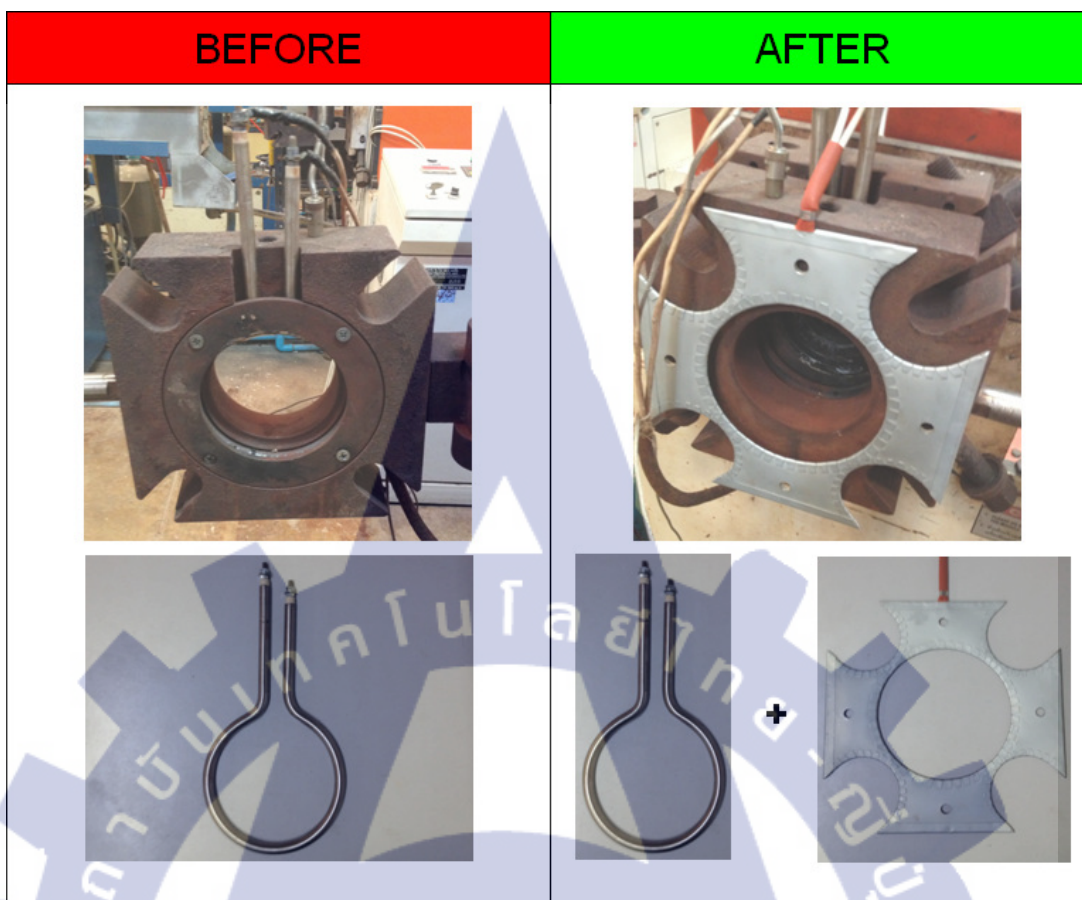
รูปที่ 36 การใช้เส้นสัญลักษณ์เพื่อการตั้งระดับของแม่พิมพ์

หลังจากการปรับปรุง ทำให้เวลาที่ใช้ในการสวม Adapter เข้าหน้าแปลนลดลงจาก 1 นาทีเป็น 0.5 นาที เนื่องจากพนักงานไม่ต้องเสียเวลาตั้งระดับแม่พิมพ์ด้วยระดับน้ำอีกต่อไป ใช้วิธีหมุน Adapter ให้เส้นที่หน้าแปลนและ Adapter ตรงกันแทน ซึ่งทำให้ลดเวลาการปรับตั้งไปได้ 0.5 นาที

3. ขั้นตอนที่ 20 คือ ปัญหาการรอให้อุณหภูมิได้ค่าตามที่ปรับไว้ ถึงแม้ว่าจะได้ทำการปรับปรุงไปแล้ว แต่ยังสามารถปรับปรุงขึ้นได้อีก

แนวทางปรับปรุง

- นอกเหนือจากการใช้วิธีอุ่น Adapter และแม่พิมพ์ที่ด้านนอกดังที่กล่าวไว้ในขั้นตอนที่ 2 ในเรื่องของการแปลงการตั้งเครื่องภายในให้เป็นการตั้งเครื่องภายนอกแล้ว ยังสามารถเสริมการปรับปรุงทางด้านเทคนิคและอุปกรณ์เข้าไปด้วย การปรับปรุงด้านเทคนิคและอุปกรณ์นี้ สามารถทำได้โดยการเพิ่ม Heater ที่หน้าแปลน รวมถึงการออกแบบ Heater ให้มีหน้าสัมผัสกับเนื้อเหล็กให้ได้มากที่สุด แสดงดังรูปที่ 37 วิธีนี้จะทำให้ หน้าแปลน Adapter และแม่พิมพ์ร้อนเร็วขึ้นกว่าเดิมอีก



รูปที่ 37 การปรับปรุง Heater

หลังจากการปรับปรุง เวลาที่ใช้ในการอุ่นหน้าแปลนและแม่พิมพ์ลดลงจาก 10 นาที เหลือ 5 นาที คิดเป็นร้อยละ 50 เลยทีเดียว

4. ปัญหาด้านการเตรียมความพร้อมก่อนการเปลี่ยนรุ่นการผลิต การจัดเก็บอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับตั้งแม่พิมพ์อย่างไม่เป็นระบบระเบียบ ทำให้เสียเวลาไปกับการหาเครื่องมือ และบางครั้งต้องเสียเวลาซ่อมอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการผลิต เช่น Heater เสีย หรือระบบตัดมีปัญหา เป็นต้น

แนวทางปรับปรุง

- จัดทำชั้นวางเครื่องมือประจำเครื่อง การใช้สัชช่วยแยกขนาดของประแจ เพื่อให้ง่ายต่อการเลือกใช้งาน และใช้มาตรการ 5ส มาช่วยในการจัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อง่ายและสะดวกต่อการหยิบใช้

- ใช้ แผ่นตรวจสอบ (Check Lists) และใบตรวจสอบหน้าที่ (Function Check) ตามที่อธิบายไว้ใน การปรับปรุงครั้งที่ 1



รูปที่ 38 แสดงตัวอย่างการใช้สีแยกขนาดของประแจ

จากการปรับปรุง ทำให้การทำงานของพนักงานเป็นไปอย่างราบรื่น สะดวก และไม่สะดุด ถือว่าเป็นการไม่เพิ่มความเครียดให้กับพนักงาน เวลาที่ต้องการผลิตชิ้นงานให้ได้ตามกำหนด แต่กลับต้องพบปัญหาจุกจิก เช่น อุปกรณ์เสีย หรือหาเครื่องมือไม่เจอ เป็นต้น

5. ปัญหาความไม่เป็นมาตรฐานของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น น็อตสกรูที่ใช้ในการยึดแม่พิมพ์มีขนาดที่แตกต่างกัน เนื่องจากแต่ก่อนมีการจ้างผลิตแม่พิมพ์และอุปกรณ์เสริมต่างๆ เช่น Adapter จากผู้รับจ้างหลายบริษัท ทำให้อุปกรณ์ต่างๆ มีขนาดแตกต่างกันไป

แนวทางปรับปรุง

- ใช้หลักการ **Simplify** โดยการเปลี่ยนอุปกรณ์ให้มีมาตรฐานเหมือนกัน เพื่อจำกัดความหลากหลายของเครื่องมือ รวมถึงการเปลี่ยนน็อตสกรูที่ใช้ยึดแม่พิมพ์และ Adapter ให้สั้นลง เพื่อให้ขันสกรูได้ง่ายขึ้นและลดเวลาขันสกรูลงได้

จากการปรับปรุง ทำให้สามารถลดจำนวนขนาดของประแจลงไปได้ ส่งผลให้การทำงาน รวมถึงการจัดซื้อและจัดเก็บง่ายขึ้น

ในส่วนของการเลือกใช้น็อตสกรูที่ใช้ยึดแม่พิมพ์และ Adapter ให้สั้นลง ทำให้พนักงานขันสกรูได้ง่ายขึ้นและสามารถลดเวลาขันสกรูลงได้ แต่เนื่องจากขั้นตอนการประกอบแม่พิมพ์ (Die) เข้ากับ Adapter ได้ถูกทำให้เป็นการติดตั้งภายนอกแล้ว ทำให้การปรับปรุงนี้ไม่ส่งผลกระทบกับเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักรแต่อย่างใด

สรุปหลักการ ECRS ที่นำมาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งแม่พิมพ์แสดงดัง
ตารางที่ 14

ตารางที่ 14 สรุปผลการปรับปรุงกระบวนการด้วยหลักการ ECRS

หลักการ	ขั้นตอน/ปัญหาที่ต้องการปรับปรุง	แนวทางการปรับปรุง	ผลการปรับปรุง
Eliminate	- การเปิดและปรับชุดควบคุมสกรูให้ความเร็วรอบสูงขึ้น - การรื้อให้เนื้อพลาสติกดันเอาปลอกและ Breaker plate ออกจาก Adapter - การเดินไปหยิบปืนลมเพื่อใช้ทำความสะอาดแม่พิมพ์, ปลอก และ Breaker plate - การดึงเอาเศษพลาสติกที่ติดค้างอยู่ที่แม่พิมพ์, ปลอก และ Breaker plate ออก	ทำปลอก Breaker plate และ Adapter สำรอง เพื่อสามารถนำไปใช้ในการปรับตั้งแม่พิมพ์ใหม่ได้ทันที	ขจัดเวลาสำหรับ 4 ขั้นตอนนี้ออกได้ทั้งหมด
Combine	- การเดินไปหยิบแม่พิมพ์ (DIE), Adapter, Heater และอุปกรณ์ประกอบที่จะทำการผลิตต่อ - การเดินไปเอาวัตถุดิบ	รวม 2 ขั้นตอนนี้เข้าด้วยกัน	ลดการเดินของพนักงาน
Rearrange	- ความไม่เหมาะสมของลำดับขั้นตอนการทำงาน	จัดลำดับขั้นตอนใหม่	ลดเวลาว่างของคนและเครื่องจักรได้
Simplify	- ความไม่เป็นมาตรฐานของอุปกรณ์	ทำอุปกรณ์ให้เป็นมาตรฐาน	ลดความหลากหลายของเครื่องมือ

ผลลัพธ์หลังจากการปรับปรุงครบทุกขั้นตอนตามเทคนิค SMED แสดงเป็นแผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) และแผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man-Machine Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 3 ดังตารางที่ 15 และ 16 ดังนี้

ตารางที่ 15 แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 3

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)										ระยะเวลาเดิม		ระยะเวลาปรับปรุงครั้งที่ 1		ระยะเวลาปรับปรุงครั้งที่ 2.2		ระยะเวลาปรับปรุงครั้งที่ 3	
ชื่องาน การติดตั้งแม่พิมพ์																	
ประเภท Extrusion																	
ขั้นตอน	ทำางาน	ขนถ่าย	ตรวจสอบ	รอ	คงคลัง	รายละเอียด	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	
1	●	➡	□	D	▽	ปิดสวิตช์เครื่องดึง เครื่องตัด และชุดควบคุมปั๊มสุญญากาศ		0.5		0.5		0.5		0.5		0.5	
2	●	➡	□	D	▽	ปิด Shutter เพื่อไม่ให้วัตถุดิบไหลลงกระบอกรับได้อีก		0.5		0.5		0.5		0.5		0.5	
3	●	➡	□	D	▽	ปิดชุดควบคุมสกรู		0.2		0.2		0.2		0.2		0.2	
4	○	➡	□	■	▽	รอจนสายพานขับเคลื่อนมอเตอร์นิ่ง		2		2		2		2		2	
5	●	➡	□	D	▽	เลื่อนรางน้ำออก ให้รางน้ำห่างจากแม่พิมพ์ (Die)		0.8		0.8		0.8		0.8		0.8	
6	●	➡	□	D	▽	ปิดสวิตช์ Heater ที่โซนแม่พิมพ์ (Die) และหน้าแปลน		0.2		0.2		0.2		0.2		0.2	
7	●	➡	□	D	▽	ถอด Heater ที่ Adapter และปลดสายไฟ สายวัตถุอุณหภูมิออก		1		1		1		0.4			
8	●	➡	□	D	▽	ปิดชุดควบคุมสกรูอีกครั้ง แล้วคลายน็อตที่ล็อกหน้าแปลนที่ปิด Adapter ออก		3		3		3		3		3	
9	●	➡	□	D	▽	ถอด Adapter ออกจากหน้าแปลน		0.5		0.5		0.5		0.5		0.5	
10	●	➡	□	D	▽	ป้อนถังพลาสติกที่ค้างอยู่ในกระบอกรับให้หมด		10		10		10		10		10	
11	●	➡	□	D	▽	ลดอุณหภูมิ Heater โซนกระบอกรับ (Barrel) ลง		0.5		0.5		0.5		0.5		0.5	
12	●	➡	□	D	▽	ถ่ายวัตถุดิบที่อยู่ใน Hopper ออกให้หมด		4.5		4.5		4.5		4.5		4.5	
13	●	➡	□	D	▽	เช็ด Hopper ให้สะอาด		3		3		3		3		3	
14	●	➡	□	D	▽	ใส่ตะแกรง 2 ชั้นและ Breaker plate ที่ปลาย Extruder		1		1		1		1		1	
15	●	➡	□	D	▽	สวม Adapter เข้ากับหน้าแปลน + ตั้งระดับตัวระดับน้ำ		0.5		0.5		1		0.5			
16	●	➡	□	D	▽	ขันโบลท์หรือสกรูยึดหน้าแปลนให้แน่น		3		3		3		3		3	
17	●	➡	□	D	▽	สวม Heater ที่แม่พิมพ์ ขันสกรู Heater ให้แน่น เสียบสายวัตถุอุณหภูมิ สายไฟ Heater ให้ถูกต้อง		1		1		1		0.5			
18	●	➡	□	D	▽	ตั้งค่า Heater ที่โซนกระบอกรับ (Barrel) และแม่พิมพ์ (Die)		0.5		0.5		0.5		0.5		0.5	
19	○	➡	□	■	▽	รออุณหภูมิให้ได้ตามที่ปรับ		20		20		10		5			
20	●	➡	□	D	▽	เทวัตถุดิบลง Hopper		1		0.5		0.5		0.5		0.5	

ตารางที่ 15 แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 3 (ต่อ)

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)														
ชื่องาน การติดตั้งแม่พิมพ์							กระบวนการเดิม		กระบวนการปรับปรุงครั้งที่ 1		กระบวนการปรับปรุงครั้งที่ 2.2		กระบวนการปรับปรุงครั้งที่ 3	
ประเภท Extrusion														
ขั้นตอน	ทำงาน	ขนถ่าย	ตรวจสอบ	รอ	คงคลัง	รายละเอียด	ระยะเวลา (มิล)	เวลา (นาที)	ระยะเวลา (มิล)	เวลา (นาที)	ระยะเวลา (มิล)	เวลา (นาที)	ระยะเวลา (มิล)	เวลา (นาที)
21	●	➡	□	D	▽	ถอด Sizing		5		5		5		5
22	●	➡	□	D	▽	ปรับรอบชุดควบคุมสกรู		0.2		0.2		0.2		0.2
23	○	➡	□	■	▽	รอให้เครื่องปั่นวัตถุดิบออกมา		10		10		10		10
24	●	➡	□	D	▽	ติดตั้ง Sizing พร้อมเตรียมรางน้ำ		10		10		10		10
25	●	➡	□	D	▽	ขึ้นรูปชิ้นงาน		20		20		20		20
8	●	➡	□	D	▽	ใช้ประแจ แอลหมุนน็อตที่ยึดแม่พิมพ์ออก	5		5		8		8	
9	●	➡	□	D	▽	เปิดและปรับชุดควบคุมสกรูให้ความเร็วรอบสูงขึ้น	0.2		0.2		8		8	
10	○	➡	□	■	▽	รอให้เนื้อพลาสติกดันเอาปลอกและ Breaker plate ออกมาจาก Adapter	5		5		8		8	
11	○	➡	□	D	▽	เดินไปหยิบปืนลมเพื่อใช้ทำความสะอาดแม่พิมพ์, ปลอก และ Breaker plate	15	1	8	8	8	8	8	8
12	●	➡	□	D	▽	ดึงเอาเศษพลาสติกที่ติดค้างอยู่ที่แม่พิมพ์, ปลอก และ Breaker plate ออก	5		8		8		8	
16	●	➡	□	D	▽	ทำความสะอาด Adapter	2		8		8		8	
19	○	➡	□	D	▽	เดินไปหยิบแม่พิมพ์ (Die), Adapter, Heater และอุปกรณ์ประกอบที่จะทำการผลิตต่อ	10	2	8	8	8	8	8	8
23	●	➡	□	D	▽	ใส่ Breaker plate ปลอก และแม่พิมพ์ (Die) เข้าไปใน Adapter	1		1		8		8	
24	○	➡	■	D	▽	ใช้ระดับน้ำ ตั้งระดับแม่พิมพ์ (Die) ให้อยู่ในระนาบขนานกับพื้น		0.7		0.7		8		8
25	●	➡	□	D	▽	ขันน็อตให้แน่นยึดแม่พิมพ์กับ Adapter ให้แน่น	5		5		8		8	
27	○	➡	□	D	▽	เดินไปเอาวัตถุดิบ	20	3	8	8	8	8	8	8
28.1	●	➡	□	D	▽	แกะถุงวัตถุดิบ		0.5		8		8		8

ตารางที่ 15 แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 3 (ต่อ)

สรุป									
ชื่อกระบวนการ	BEFORE	AFTER 1	AFTER 2.2	AFTER 3					
	จำนวน	จำนวน	จำนวน	จำนวน					
○ การทำงาน	26	24	22	22	รวมจำนวนกิจกรรมทั้งหมด	34	29	25	25
➡ การขนถ่าย	3	0	0	0	รวมระยะทางทั้งหมด	45 เมตร	0 เมตร	0 เมตร	0 เมตร
□ การตรวจสอบ	1	1	0	0					
D การรอ	4	4	3	3	รวมเวลาทั้งหมด	109.3 นาที	97.8 นาที	63.4 นาที	57.9 นาที
▽ คงคลัง	0	0	0	0					

- หมายเหตุ :
-  หมายถึงกิจกรรมอิสระจากเครื่องจักรของพนักงาน
 -  หมายถึงกิจกรรมภายนอกที่แยกออกไปในการปรับปรุงครั้งที่ 1
 -  หมายถึงกิจกรรมภายในที่แปลงให้เป็นกิจกรรมภายนอกในการปรับปรุงครั้งที่ 2
 -  หมายถึงกิจกรรมที่มีการเปลี่ยนแปลงเวลาหลังทำการปรับปรุง

หลังจากการปรับปรุงในขั้นตอนครั้งสุดท้ายตามเทคนิค SMED พบว่าขั้นตอนที่ใช้ในการปรับตั้งแม่พิมพ์ยังคงเป็น 25 ขั้นตอนเท่ากับการปรับปรุงในครั้งที่ 2 แต่เวลาที่ใช้ในการปรับตั้งแม่พิมพ์โดยรวมลดลงจากการปรับปรุงครั้งที่ 2 ไป 5.5 นาทีเหลือ 57.9 นาที คิดเป็นร้อยละ 8.7

ตารางที่ 16 แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man-Machine Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 3

แผนภูมิคน-เครื่องจักร				กระบวนการเดิม กระบวนการปรับปรุงครั้งที่ 3	
ชื่อกระบวนการ :	ติดตั้งแม่พิมพ์	หมายเลขเครื่องจักร :	5		
ชื่อชิ้นงาน :	ESF-011	วันที่บันทึกงาน :	20-Mar-13		
หมายเลขแม่พิมพ์ :	ESF-011	ปฏิบัติงานโดย :	นายสายรุ้ง		
MAH	TIME (min)	MACHINE	TIME (min)		
ปิดสวิตช์เครื่องตั้ง เครื่องตัด ชุดควบคุมปั๊มสุญญากาศ	0.5	กำลังถูกปิดสวิตช์	0.5		
ปิด Shutter เพื่อไม่ให้วัตถุดิบไหลลงไปในระบบอีก	0.5	ว่าง	0.5		
ปิดชุดควบคุมสกรู	0.2	กำลังถูกปิดชุดควบคุมสกรู	0.2		
เลื่อนรางนำออก ให้รางนำห่างจากแม่พิมพ์ (Die)	0.8	หยุดชุดควบคุมสกรู ให้สายพานนิ่ง	2		
ปิดสวิตช์ Heater ที่โซนแม่พิมพ์ (Die) และหน้าแปลน	0.2				
ถอด Heater ที่ Adapter และปลดสายไฟ สายวัดอุณหภูมิออก	0.4				
ว่าง	0.6				
คลายน็อตที่ล็อคหน้าแปลนที่ยึด Adapter ออก	3	กำลังถูกคลายน็อตที่ล็อคหน้าแปลนที่ยึด Adapter	3		
ถอด Adapter ออกจากหน้าแปลน	0.5	กำลังถูกถอด Adapter ออกจากหน้าแปลน	0.5		
ลดอุณหภูมิ Heater โซนกระบอก (Barrel) ลง	0.5	ป้อนล้างพลาสติกที่ค้างอยู่ในกระบอก	10		
ถ่ายวัตถุดิบที่อยู่ใน Hopper ออกให้หมด	5				
เขี่ย Hopper ให้สะอาด	3				
ว่าง	1.5				
ใส่ตะแกรง 2 ชั้นและ Breaker plate ที่ปลาย Extruder	1	กำลังถูกใส่ตะแกรง และ Breaker plate	1		
สวม Adapter เข้ากับหน้าแปลน	0.5	กำลังถูกสวม Adapter	0.5		
ขันโบลท์หรือสกรูยึดหน้าแปลนให้แน่น	3	กำลังถูกขันโบลท์	3		
สวม Heater ที่แม่พิมพ์ ซันสกรู Heater ให้แน่นเสียบสายวัดอุณหภูมิ สายไฟ Heater ให้ถูกต้อง	0.5	กำลังถูกสวม Heater	0.5		
ตั้งค่า Heater ที่โซนกระบอก (Barrel) และแม่พิมพ์ (Die)	0.5	กำลังถูกตั้งค่า Heater	0.5		
เทวัตถุดิบลง Hopper	0.5	อุณหภูมิให้ได้ตามที่ปรับ	5		
ถอด Sizing	5				
		ว่าง	0.5		
ปรับรอบชุดควบคุมสกรู	0.2	กำลังถูกปรับรอบ	0.2		
ติดตั้ง Sizing พร้อมเตรียมรางนำ	10	ป้อนวัตถุดิบออกมา	10		

ตารางที่ 16 แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man-Machine Chart) หลังการปรับปรุงครั้งที่ 3 (ต่อ)

แผนภูมิคน-เครื่องจักร

☐ กระบวนการเดิม
☒ กระบวนการปรับปรุงครั้งที่ 3

ชื่อกระบวนการ :	ติดตั้งแม่พิมพ์	หมายเลขเครื่องจักร :	5
ชื่อชิ้นงาน :	ESF-011	วันที่บันทึกงาน :	20-Mar-13
หมายเลขแม่พิมพ์ :	ESF-011	ปฏิบัติงานโดย :	นายสายรุ้ง
MAH	TIME (min)	MACHINE	TIME (min)
ชิ้นรูปชิ้นงาน	20	ชิ้นรูปชิ้นงาน	20
สรุปผล		MAH	MACHINE
เวลาปฏิบัติงาน		55.8	56.9
เวลาว่างงาน		2.1	1
เวลารวม		57.9	57.9
เปอร์เซ็นต์การปฏิบัติงาน (Utilization)		96.4%	98.3%

	เครื่องจักรและคนทำงานร่วมกัน
	เครื่องจักรและคนทำงานเป็นอิสระจากกัน
	ว่าง

หลังจากการปรับปรุงในขั้นตอนสุดท้าย เวลาที่ใช้ในการปรับตั้งแม่พิมพ์หลังการปรับปรุงครั้งที่ 3 คือ 57.9 นาที จากเดิม 63.4 นาที ลดลงไป 5.5 นาที พนักงานมีเวลารอคอยเครื่องจักร 2.1 นาที จากเดิม 6 นาที ลดลง 3.9 นาที ทำให้อัตราการปฏิบัติของพนักงานเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 90.5 เป็นร้อยละ 96.4 ในขณะที่เวลาเครื่องจักรว่างเพิ่มขึ้นจาก 0.5 นาทีเป็น 1 นาที ทำให้อัตราการใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรลดลงจากเดิมร้อยละ 99.2 เป็นร้อยละ 98.3

บทที่ 4

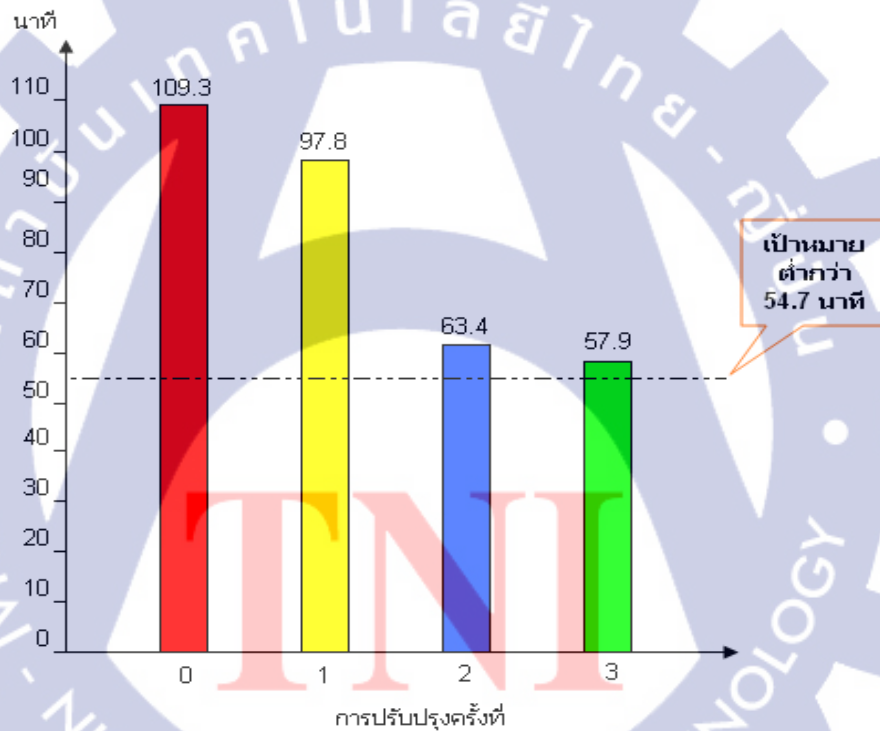
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

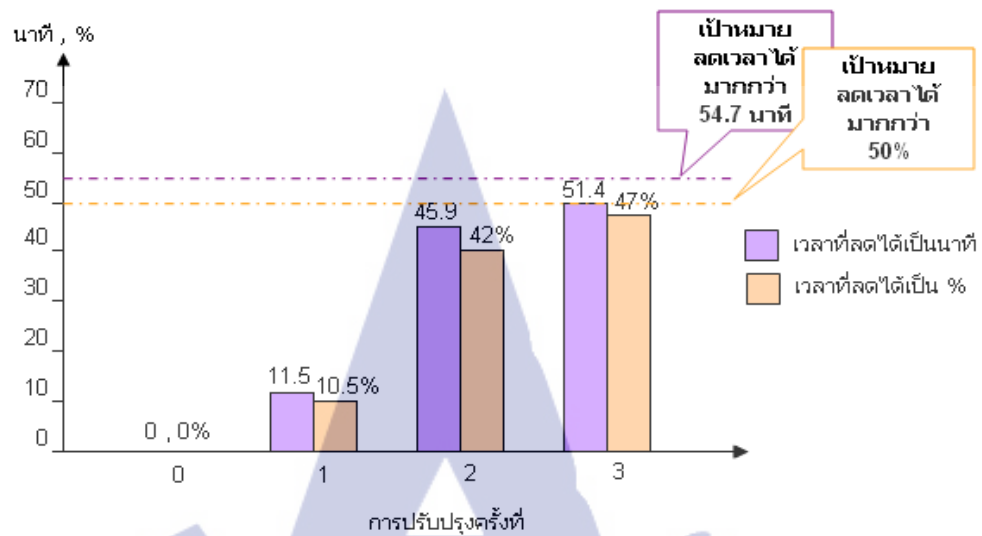
จากการปรับปรุงตามขั้นตอนของเทคนิค SMED ทั้งหมด 3 ครั้ง ผลการปรับปรุงสรุปได้ ดังนี้

1. ลดเวลากระบวนการปรับตั้งแม่พิมพ์ แสดงดังรูปที่ 39 และ 40
2. เพิ่มอัตราการทำงานของคนและเครื่องจักร แสดงดังรูปที่ 41

ลดเวลากระบวนการปรับตั้งแม่พิมพ์



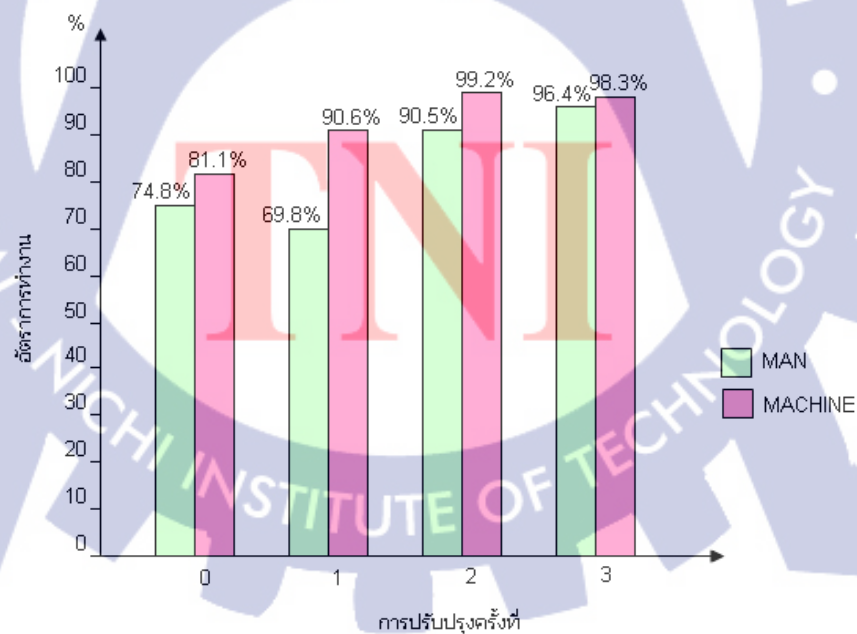
รูปที่ 39 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งแม่พิมพ์ก่อนและหลังการปรับปรุง



รูปที่ 40 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบเวลาและเปอร์เซ็นต์ที่ลดได้หลังการปรับปรุง

จากการศึกษาและปรับปรุง ทำให้พนักงานสามารถปรับตั้งแม่พิมพ์ได้เร็วขึ้นจากเดิม 109.3 นาที เป็น 57.9 นาที ใช้เวลาน้อยกว่าเดิมถึง 51.4 นาที หรือคิดเป็นประมาณร้อยละ 47

เพิ่มอัตราการทำงานของคนและเครื่องจักร



รูปที่ 41 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบอัตราการทำงานของคนและเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง

หลังจากการปรับปรุงครั้งสุดท้าย เมื่อเปรียบเทียบอัตราการทำงานของทั้งคนและเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง พบว่าอัตราการทำงานของพนักงานเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 74.8 เป็นร้อยละ 96.4 และอัตราการทำงานของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 81.1 เป็นร้อยละ 98.3

ถึงแม้จะผลลัพธ์ที่ได้จะไม่ถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้ว่าต้องการลดเวลาการปรับตั้งแม่พิมพ์ ให้ได้อย่างน้อยร้อยละ 50 แต่ผลที่ปรากฏก็ใกล้เคียง สิ่งที่สำคัญก็คือ การที่พนักงานได้มีส่วนร่วมในการปรับปรุงกระบวนการ รวมถึงได้เรียนรู้วิธีและเทคนิคที่จะปรับปรุงกระบวนการด้วยวิธี SMED พร้อมกับการประยุกต์ใช้หลักการ ECRS ก็ถือว่ามีประโยชน์ต่อบริษัทมากมาย ซึ่งพนักงานสามารถนำไปปรับปรุงต่อและต่อยอดได้

ข้อเสนอแนะ

มาตรฐานการเตรียมงานและการปรับตั้งแม่พิมพ์ กรณีเปลี่ยนวัตถุดิบและไม่เปลี่ยนวัตถุดิบ (Work Standard) หลังการปรับปรุง แสดงดังตารางที่ 17, 18 และ 19 ตามลำดับ นอกจากนี้ หลังการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งแม่พิมพ์ ยังมีงานปรับตั้งภายนอกนอกเหนือจากการเตรียมงาน ซึ่งก็คือ การทำความสะอาดชุด Adapter ที่ถอดออกจากเครื่องจักร มาตรฐานการทำความสะอาดชุด Adapter แสดงดังตารางที่ 20

ตารางที่ 17 มาตรฐานการเตรียมงานก่อนการเปลี่ยนแม่พิมพ์

	มาตรฐานการทำงาน (Work Standard)
	เรื่อง การเตรียมงานก่อนการเปลี่ยนแม่พิมพ์
อุปกรณ์ที่ใช้	อุปกรณ์ตาม Check Lists, Function Check, ไขสั้วผลิต, รถเข็น, Heater, Check Sheet
อุปกรณ์ความปลอดภัย	ถุงมือผ้า, ผ้าปิดจมูก
ข้อควรระวัง	ระวังแม่พิมพ์หรืออุปกรณ์หล่นโดนเท้า, ระวังความร้อนจาก Heater
ผู้ใช้	พนักงานผลิต
วิธีการทำงาน **เตรียมงาน 30 นาทีก่อนการเปลี่ยนรุ่นการผลิต**	
1. เตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือตามเอกสาร Check Lists ไว้บนรถเข็น 2. เตรียมแม่พิมพ์และวัตถุดิบที่จะใช้ผลิตตามไขสั้วผลิต โดยการนำวัตถุดิบไปวางไว้ที่ที่กำหนดไว้หน้าเครื่องที่จะทำการผลิต และแกะถุงวัตถุดิบรอไว้ 3. นำ Breaker plate ปลอกและแม่พิมพ์ที่เตรียมไว้ ใส่ลงใน Adapter โดยใส่ Breaker plate ก่อน ตามด้วยปลอกและแม่พิมพ์ตามลำดับ 4. ใช้ระดับน้ำตั้งตำแหน่งแม่พิมพ์ให้ได้ระดับตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ 5. นำแหวนประกบ Adapter และใช้ประแจแอลเบอร์ 8 ชันสกรูให้แน่นทั้ง 6 ตัว 6. นำ Adapter ที่ประกอบเสร็จแล้ววางบนรถเข็น และเข็นไปยังจุดที่จะทำการอุ่นแม่พิมพ์ 7. สวม Heater และเสียบปลั๊ก เพื่อทำการอุ่น Adapter ประมาณ 15 นาทีก่อนนำไปติดตั้งที่เครื่องจักร 8. ตรวจสอบอุปกรณ์ต่างๆ ตาม Function Check เพื่อดูว่าอุปกรณ์มีความพร้อมในการใช้งาน 9. นำ Check Sheet ของงานที่จะขึ้นผลิตมาวางที่หน้าเครื่อง เพื่อเตรียมการผลิต	

ตารางที่ 18 มาตรฐานการปรับตั้งแม่พิมพ์ กรณีเปลี่ยนวัตถุดิบ

	วิธีการทำงาน (WORK INSTRUCTION)
	เรื่อง การปรับตั้งแม่พิมพ์ กรณีเปลี่ยนวัตถุดิบ
อุปกรณ์ที่ใช้	ประแจแอลเบอร์ 4, 5, 6, ประแจปากตายเบอร์ 38 , ตะแกรง, Heater
อุปกรณ์ความปลอดภัย	ถุงมือผ้า, ผ้าปิดจมูก
ข้อควรระวัง	ระวังแม่พิมพ์หรืออุปกรณ์หล่นโดนเท้า, ระวังความร้อนจาก Heater
ผู้ใช้	พนักงานผลิต
วิธีการทำงาน 1. ปิดสวิทช์เครื่องดึง เครื่องตัด และชุดควบคุมปั๊มสูญญากาศ 2. ปิด Shutter เพื่อไม่ให้วัตถุดิบไหลลงกระบอกลูกได้อีก 3. ปิดชุดควบคุมสกรู 4. เลื่อนรางน้ำออก ให้รางน้ำห่างจากแม่พิมพ์ (Die) 5. ปิดสวิทช์ Heater ที่โซนแม่พิมพ์ (Die) และหน้าแปลน 6. ใช้ประแจแอลเบอร์ 5 ถอด Heater ที่ Adapter และปลดสายไฟ สายวัตถุดิบออกมา 7. รอจนสายพานขับเคลื่อนมอเตอร์นิ่ง 8. ใช้ประแจปากตายเบอร์ 38 คลายน็อตที่ล็อกหน้าแปลนที่ยึด Adapter ออก 9. ถอด Adapter ออกจากหน้าแปลนทั้งชุดและวางไว้บนรถเข็น รอทำความสะอาดและเก็บเข้าที่ 10. บั่นล้างพลาสติกที่ค้างอยู่ในกระบอกลูกให้หมด 11. ลดอุณหภูมิ Heater โซนกระบอกลูก (Barrel) ลง 12. ถ่ายวัตถุดิบที่อยู่ใน Hopper ออกให้หมด 13. เช็ด Hopper ให้สะอาด 14. ใส่ตะแกรง 2 ชั้นและ Breaker plate ที่ปลาย Extruder 15. สวมชุด Adapter ที่อุ่นเตรียมไว้เข้ากับหน้าแปลน 16. ใช้ประแจปากตายเบอร์ 38 ขันน็อตยึดหน้าแปลนให้แน่น 17. ใช้ประแจแอลเบอร์ 5 สวม Heater ที่ Adapter เสียบสายวัตถุดิบ สายไฟให้ถูกต้อง 18. ตั้งค่า Heater ที่โซนกระบอกลูก (Barrel) และแม่พิมพ์ (Die) 19. รออุณหภูมิให้ได้ตามที่ปรับ 20. เทวัตถุดิบลง Hopper 21. ใช้ประแจแอลเบอร์ 4,6 ถอด Sizing เดิม วางบนรถเข็นเพื่อรอทำความสะอาดและเก็บเข้าที่ 22. ปรับรอบชุดควบคุมสกรู 23. รอให้เครื่องปั่นวัตถุดิบออกมา 24. ใช้ประแจแอลเบอร์ 4,6 ติดตั้ง Sizing พร้อมเตรียมรางน้ำ 25. ขึ้นรูปชิ้นงานให้ได้ขนาดและคุณสมบัติตาม Check Sheet	

ตารางที่ 19 มาตรฐานการปรับตั้งแม่พิมพ์ กรณีไม่เปลี่ยนวัตถุดิบ

	วิธีการทำงาน (WORK INSTRUCTION)
	เรื่อง การปรับตั้งแม่พิมพ์ กรณีไม่เปลี่ยนวัตถุดิบ
อุปกรณ์ที่ใช้	ประแจแอลเบอร์ 4, 5, 6, ประแจปากตายเบอร์ 38 , ตะแกรง, Heater
อุปกรณ์ความปลอดภัย	ถุงมือผ้า, ผ้าปิดจมูก
ข้อควรระวัง	ระวังแม่พิมพ์หรืออุปกรณ์หล่นโดนเท้า, ระวังความร้อนจาก Heater
ผู้ใช้	พนักงานผลิต
วิธีการทำงาน 1. ปิดสวิทช์เครื่องดึง เครื่องตัด และชุดควบคุมปั๊มสุญญากาศ 2. ปิดชุดควบคุมสกรู 3. เลื่อนรางน้ำออก ให้รางน้ำห่างจากแม่พิมพ์ (Die) 4. ปิดสวิทช์ Heater ที่โซนแม่พิมพ์ (Die) และหน้าแปลน 5. ใช้ประแจแอลเบอร์ 5 ถอด Heater ที่ Adapter และปลดสายไฟ สายวัดอุณหภูมิออก 6. รอจนสายพานขับเคลื่อนมอเตอร์นิ่ง 7. ใช้ประแจปากตายเบอร์ 38 คลายน็อตที่ล็อกหน้าแปลนที่ยึด Adapter ออก 8. ถอด Adapter ออกจากหน้าแปลนทั้งชุดและวางไว้บนรถเข็น รอทำความสะอาดและเก็บเข้าที่ 9. ลดอุณหภูมิ Heater โซนกระบอกล (Barrel) ลง 10. สวมชุด Adapter ที่อุ่นเตรียมไว้เข้ากับหน้าแปลน 11. ใช้ประแจปากตายเบอร์ 38 ขันน็อตยึดหน้าแปลนให้แน่น 12. ใช้ประแจแอลเบอร์ 5 สวม Heater ที่ Adapter เสียบสายวัดอุณหภูมิ สายไฟให้ถูกต้อง 13. ตั้งค่า Heater ที่โซนกระบอกล (Barrel) และแม่พิมพ์ (Die) 14. รออุณหภูมิให้ได้ตามที่ปรับ 15. ใช้ประแจแอลเบอร์ 4,6 ถอด Sizing เดิม วางบนรถเข็นเพื่อรอทำความสะอาดและเก็บเข้าที่ 16. ปรับรอบชุดควบคุมสกรู 17. รอให้เครื่องปั่นวัตถุดิบออกมา 18. ใช้ประแจแอลเบอร์ 4,6 ดัดตั้ง Sizing พร้อมเตรียมรางน้ำ 19. ขึ้นรูปชิ้นงานให้ได้ขนาดและคุณสมบัติตาม Check Sheet	

ตารางที่ 20 มาตรฐานการทำความสะอาดชุด Adapter และแม่พิมพ์

	มาตรฐานการทำงาน (Work Standard)
	เรื่อง การทำความสะอาดชุด Adapter และแม่พิมพ์
อุปกรณ์ที่ใช้	รถเข็น, Heater, ประแจแอลเบอร์ 5, 8, ปืนลม, คีมปากจิ้งจก, ค้อน, แท่งทองเหลือง, แผ่นทองเหลือง, ไขควงยาว, กระจาดทรายเบอร์ 800, 1000, น้ำยาทำความสะอาด, แปรงขนอ่อน, น้ำมัน, เศษผ้า, น้ำยาขัดทองเหลือง
อุปกรณ์ความปลอดภัย	ถุงมือผ้า, ผ้าปิดจมูก
ข้อควรระวัง	ระวังแม่พิมพ์หรืออุปกรณ์หล่นโดนเท้า ระวังความร้อนจาก Heater ห้ามใช้เหล็กหรือวัสดุที่แข็งกว่าทองเหลืองขัดแม่พิมพ์
ผู้ใช้	พนักงานผลิต
วิธีการทำงาน **ทำหลังกระบวนการปรับตั้งแม่พิมพ์** - นำรถเข็นที่มี Adapter ที่ถอดจากเครื่องจักรไปยังจุดที่ทำการอุ่นแม่พิมพ์ - ใช้ประแจแอลเบอร์ 8 ขันน็อตที่ยึดแหวนและ Adapter ออก - สวม Heater ที่ Adapter และเสียบปลั๊ก เพื่อให้วัตต์ดูบที่ค้างอยู่ใน Adapter หลอมและนิ่มอีกครั้ง - นำแม่พิมพ์ออกจาก Adapter - ใช้ปืนลมเป่าและใช้คีมปากจิ้งจกดึงพลาสติกที่ติดอยู่ในแม่พิมพ์ออก - ใช้ประแจแอลเบอร์ 5 ขันน็อตที่ยึดแม่พิมพ์ออก และใช้แผ่นทองเหลืองแซะเอาเศษพลาสติกที่ติดอยู่ออกให้หมด จากนั้นใช้กระจาดทรายเบอร์ 1000 ร่วมกับน้ำยาทำความสะอาดขัด - ใช้ไขควงยาวค่อยๆ แซะเอาก่อนพลาสติกที่ติดอยู่ใน Adapter ออก - ใช้ค้อนตอกแท่งทองเหลืองเพื่อเอา Breaker Plate และปลดออกมาจาก Adapter - ใช้ปืนลมเป่าและใช้คีมปากจิ้งจกดึงพลาสติกที่ติดอยู่ที่ Breaker Plate ออก - ใช้กระจาดทรายเบอร์ 800 ขัดปลดและ Adapter ให้สะอาด - โซลมน้ำมันแม่พิมพ์ (Die) , Breaker Plate, ปลอก และ Adapter ด้วยแปรงขนอ่อน - ใช้เศษผ้าเช็ด Sizing ให้สะอาด และใช้น้ำยาขัดทองเหลืองขัด Sizing ตรงส่วนที่ชิ้นงานวิ่งผ่าน - วางแม่พิมพ์บนชั้นเก็บแม่พิมพ์ โดยจัดให้แม่พิมพ์ (Die) และ Sizing อยู่คู่กัน - เก็บ Breaker Plate, ปลอก และ Adapter ไว้บนชั้นเก็บอุปกรณ์	

ฝ่ายผลิตควรนำมาตรฐานการปรับตั้งแม่พิมพ์ (Work Standard) มาใช้ เพื่อเป็นแนวทางให้พนักงานปฏิบัติตาม รวมถึงการนำไปใช้เพื่อให้พนักงานใหม่เรียนรู้การทำงานที่ถูกต้อง จากนั้นรักษามาตรฐานการทำงานนี้ให้คงอยู่ได้

ฝ่ายบริหารควรขยายผลการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งแม่พิมพ์ด้วยเทคนิค SMED ไปยังเครื่องจักรตัวอื่นๆ และแม่พิมพ์ชนิดอื่นด้วย โดยเฉพาะในส่วนของการฉีดพลาสติก (Injection) ที่ทางบริษัทมีแผนจะเพิ่มกำลังการผลิตอยู่นั้น การปรับปรุงกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์ด้วยวิธี SMED นี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ดีกับการปรับตั้งแม่พิมพ์งานฉีดพลาสติก (Mold) ด้วยเช่นกัน ซึ่งจะสามารถช่วยเพิ่มกำลังการผลิตโดยการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตแทนการเพิ่มเครื่องจักรได้

สิ่งที่สำคัญคือ การติดตามผลอย่างต่อเนื่อง เพื่อตรวจสอบว่าได้ผลลัพธ์ตามที่คาดหวังหรือไม่ ทั้งในเรื่องการลดปัญหาการส่งมอบสินค้าล่าช้า การลดปริมาณสินค้าคงคลัง การเพิ่มพื้นที่ประโยชน์ใช้สอยจากการลดปริมาณสินค้าคงคลังได้ และการลดปริมาณของเสียจากการผลิตในปริมาณน้อยลงและจากการเก็บสต็อกนาน นอกจากนี้ฝ่ายบริหารควรตรวจสอบด้วยว่า มาตรฐานการทำงานใหม่นี้มีผลกระทบต่อการทำงานของพนักงานหรือไม่ และหมั่นสำรวจแนวทางการปรับปรุงเพิ่มเติม เพื่อทำการแก้ไขปรับปรุงให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะเป็นการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันทางธุรกิจอย่างยั่งยืนสืบต่อไปในอนาคต

ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำสารนิพนธ์

1. ลดเวลาในการปรับตั้งแม่พิมพ์ลงได้ร้อยละ 47
2. เพิ่มอัตราการใช้ประโยชน์จากเครื่องจักร (Machine Utilization) ขึ้นร้อยละ 21.2
3. เพิ่มอัตราการทำงานของพนักงานขึ้น (Man Utilization) ร้อยละ 28.9
4. สามารถกำหนดมาตรฐานการปรับตั้งแม่พิมพ์ (Work Standard)
5. พนักงานได้เรียนรู้หลักการและเทคนิคที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงกระบวนการทำงาน อีกทั้งพนักงานได้เกิดความตื่นตัวและเห็นประโยชน์ของการปรับปรุงการทำงาน ทำให้การทำงานง่ายและสะดวกขึ้น จึงเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีที่จะทำการปรับปรุงการทำงานให้ดียิ่งขึ้นไปอยู่เสมอ



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- โกสินทร์ เจริญวรเกียรติ. (2553). การลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการผลิตไม้ฝาสังเคราะห์. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จรัสลักษณ์ ตันทิพย์. (2553). การลดเวลาการติดตั้งแม่พิมพ์ กรณีศึกษา โรงงานฉีดพลาสติก. สารนิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- จันทร์หา นาควชริตละกุล; และคณะ. (2550, ตุลาคม). การปรับปรุงประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแผ่นกรองในกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์มโพลีเอสเตอร์. วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). ชลบุรี : มหาวิทยาลัยบูรพา สืบค้นเมื่อ 16 กุมภาพันธ์ 2556, จาก http://www.ie.psu.ac.th/ie_net/full_paper/www/t1_paper.htm
- จิราพิสิฐ ไชยอารีกุล. (2550). การลดเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ของเครื่องบรรจุหลอดอัตโนมัติ. โครงการวิจัยอุตสาหกรรม วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- เฉลิมชัย รัตนโสภารัติน. (2552). การลดเวลาเปลี่ยนรุ่นการผลิตแบตเตอรี่ กรณีศึกษา บริษัท สยาม ยีเอส แบตเตอรี่ จำกัด. สารนิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ชมพูนุช ไชยโคตร. (2552). การเพิ่มผลผลิตการผลิตโดยเทคนิคการศึกษางาน กรณีศึกษา สายงานผลิตแปรงถ่าน. สารนิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- ชัยเชษฐ์ พันธุ์มี. (2552). การลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรเป่าฟิล์มในกระบวนการเป่าฟิล์มของอุตสาหกรรมการผลิตถุงพลาสติก. สารนิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ.
- ธนรัตน์ สมบูรณ์. (2554). การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการตัดในการผลิตวงจรรวม. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บริษัท เอ.ดี.เอส การไฟฟ้า จำกัด. (2556). รางสายไฟ. สืบค้นเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2556, จาก <http://adselectric.webiz.co.th/products/>
- บ้านแสนรัก. (2556). ท่อพีวีซี (PVC). สืบค้นเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2556, จาก <http://baansanruk.blogspot.com/2011/06/pvc.html>

พัฒนสุภา ศรีคันธะรักษ์. (2553). การลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักรของเครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนชิ้นงาน (**Mounting machine**) กรณีศึกษา บริษัทฟูจิอุระ อิเล็กทรอนิกส์ ประเทศไทย จำกัด โรงงานปราจีนบุรี. ปัญหาพิเศษ บธ.ม. (การจัดการอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. (2552). **Industrial Work Study** (การศึกษางานอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ท้อป จำกัด.

วรพจน์ ยอดมณต์. (2543). การลดเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC). (2556). คำศัพท์ **Extrusion**. สืบค้นเมื่อ 2 พฤษภาคม 2556, from http://www.mtec.or.th/index.php?option=com_content&task=view&id=352&Itemid=67

อดิเรก คำพิมพ์. (2554). การลดความสูญเสียเปล่าในการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (**Hot Dip Galvanize**) กรณีศึกษา โรงงานชุบสังกะสี. สารนิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

อดิศักดิ์ นาวเหนือ; และคณะ. (2554). การประยุกต์ใช้เทคนิคการปรับตั้งเครื่องจักรแบบรวดเร็ว กรณีศึกษาเครื่องขึ้นรูปแม่พิมพ์ทราย. วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). ชลบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา สืบค้นเมื่อ 16 กุมภาพันธ์ 2556, จาก <http://www.eg.mahidol.ac.th/dept/egie/images/IE-Network-Archives/2011/Start.html>

Al Rawan Industrial Co. Ltd. (2013). **Freezer Door Gasket**. Retrieved Feb 10, 2013, from <http://www.petraflex.com.jo/refrigerator.html>

Beijing Ameca New Building Products Development Co., Ltd. (2013). **Plastic Extrusion Die**. Retrieved Feb 10, 2013, from <http://www.asia.ru/en/ProductInfo/955932.html>

Ching Hsing Iron Works Co.,Ltd. (2013). **Cast Film Extrusion Line**. Retrieved Feb 10, 2013, from <http://www.directindustry.com/prod/ching-hsing-iron-works-co-ltd/cast-film-extrusion-lines-for-waterproof-films-75292-733061.html>

Esde Maschinenteknik GmbH. (2013). **Sheet Extrusion Die**. Retrieved Feb 10, 2013, from http://www.esde-maschinenteknik.de/pages_en/duese-k_en.html

Freelin-Wade Company. (2008). **Plastic Tubing Images**. Retrieved Feb 10, 2013, from <http://www.freelin-wade.com/images.htm>

GDS Mold & Tool. (2011). **Plastic Extrusion**. Retrieved Feb 10, 2013, from <http://www.gdsmoldtool.com/industry/12/Plastics>

Han King Plastic Machinery Co.,Ltd. (2013). **Blown Film Extrusion Line**. Retrieved Feb 10, 2013, from <http://www.film-extrusion-machine.com/product.htm>

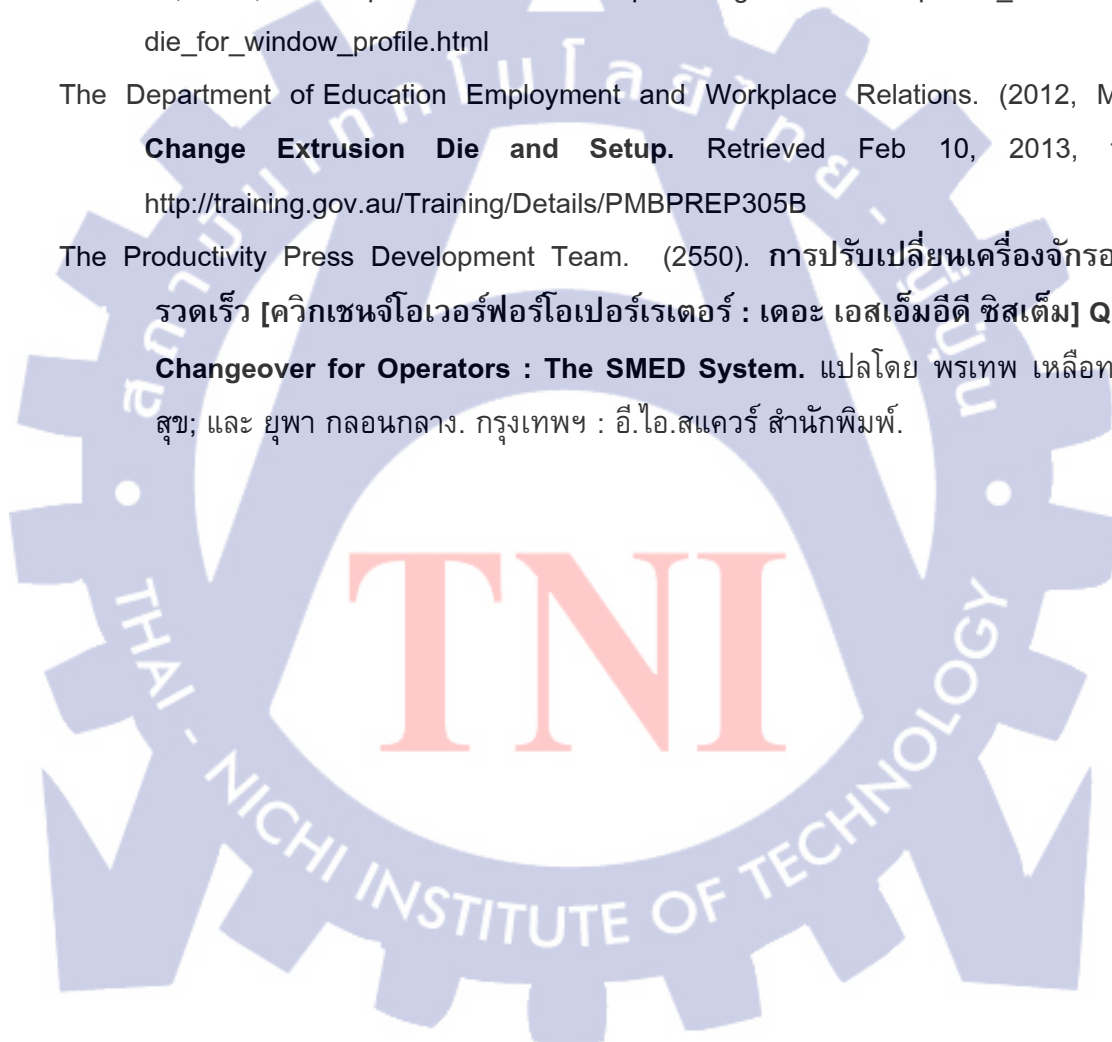
Leader Extrusion Machinery Co.,Ltd. (2013). **Sheet Extrusion Line**. Retrieved Feb 10, 2013, from <http://www.leadertw.com/products-01.html>

Mark Michalovic. (2005). **How does the Coextrusion Process Work?**. Retrieved Feb 12, 2013, from <http://www.pslc.ws/macrog/process/coextr.htm>

Shaoxing Zhaoqun Plastic Mould Co., Ltd. (2010). **Plastic Extrusion Die**. Retrieved Feb 12, 2013, from http://www.alibaba.com/product-gs/305494505/plastic_extrusion_die_for_window_profile.html

The Department of Education Employment and Workplace Relations. (2012, May). **Change Extrusion Die and Setup**. Retrieved Feb 10, 2013, from <http://training.gov.au/Training/Details/PMBPREP305B>

The Productivity Press Development Team. (2550). การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว [ควิกเชนจ์โอเวอร์ฟอร์โอเปอเรเตอร์ : เดอะ เอสเอ็มอีดี ซิสเต็ม] **Quick Changeover for Operators : The SMED System**. แปลโดย พรเทพ เหลือทรัพย์ สุข; และ ยุพา กลอนกลาง. กรุงเทพฯ : อี.ไอ.สแควร์ สำนักพิมพ์.





ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ตัวอย่างแผ่นตรวจสอบ (Check Lists) และ ใบตรวจสอบหน้าที่ (Function Check)



แผ่นตรวจสอบ (Check List) แผนก Extrusion

Ext. no. _____ วันที่ _____ กะ _____
 Die no. _____ ☐ Die กลม ☐ Die เหลี่ยม ผู้ปฏิบัติงาน _____

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
1	☐ วัตถุดิบ เกรด.....	ตามใบสั่งผลิต	
2	☐ สี เกรด.....	ตามใบสั่งผลิต	
3	☐ Die & Sizing	1 ชุด	
4	☐ Adapter	1 ชุด	
5	☐ Breaker Plate	2 อัน	
6	☐ ปลอก	1 อัน	
7	☐ Heater	ตามงานที่ผลิต	
8	☐ น็อต M10 × 50	6 ตัว	
9	☐ น็อต M8 × 25	2 ตัว	
10	☐ ประแจ L เบอร์ 5, 6, 8, 10	1 ชุด	
11	☐ ประแจเบอร์ 38	1 อัน	
12	☐ ตระแกรง	1 แผ่น	
13	☐ แผ่นทองเหลือง	1 แผ่น	
14	☐ ไขควงยาว	1 อัน	
15	☐ คีมปากจิ้งจก	1 อัน	
16	☐ ถังมือ	2 คู่	
17	☐ Operation Standard	1 แผ่น	
18	☐ Check sheet	1 แผ่น	

ใบตรวจสอบหน้าที่ (Function Check) แผนก Extrusion

Ext. no. _____ วันที่ _____ กะ _____

Die no. _____ ผู้ปฏิบัติงาน _____

ลำดับ	รายการตรวจเช็ค	วิธีการตรวจ/รายละเอียด	เกณฑ์	ผลการตรวจ	ผลตัดสิน	หมายเหตุ
1	เครื่องผสมสี	การทำงาน	ทำงานปกติ			
2	Heater	การทำงาน	ทำงานปกติ			
3	ชุด Temp	การวัดค่า	อยู่ในค่า Tolerance			
4	ชุดขับเคลื่อน	การทำงาน	ทำงานปกติ			
5	ปั๊ม Vacuum	การทำงาน	ทำงานปกติ			
6	รางน้ำ	ดูการระบายน้ำ	ตัน/ไม่ตัน			
7	เครื่องดึง	การทำงาน	ทำงานปกติ			
8	เครื่องตัด	การทำงาน	ทำงานปกติ			
9	Counter	การวัดค่า	อยู่ในค่า Tolerance			
10	Die & Sizing	ปกติ	อยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่แตกหัก			