การลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร
กรณีศึกษา กระบวนการขึ้นรูปแบบอัดรีด ท่อน้ำระบายความร้อนในรถยนต์

ชัยรัตน์ เยื่อใย

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น
ปีการศึกษา 2556

SET UP TIME REDUCE
A CASE STUDY WATER HOSE EXTRUSION PROCESS

Chairat Yueyai

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 2013

หัวข้อสารนิพนธ์	การลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร กรณีศึกษา กระบวนการขึ้นรูปแบบอัดรีด ท่อน้ำระบายความร้อนในรถยนต์
โดย	ชัยรัตน์ เยื่อใย
สาขาวิชา	การจัดการอุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์	ดร. ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อนุมัติให้นับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)
วันที่ .....เดือน.....พ.ศ.....

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

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

..... กรรมการ
(ดร. จักรพงษ์ ลิมปนุสสรณ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์
(ดร. ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน)

ชัยรัตน์ เยื่อใย : การลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักร กรณีศึกษา กระบวนการขึ้นรูปแบบอัดรีดท่อน้ำระบายความร้อนในรถยนต์. อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน, 72 หน้า.

การศึกษานี้ เป็นกรณีศึกษากระบวนการขึ้นรูปแบบอัดรีดท่อน้ำระบายความร้อนในรถยนต์ เพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดจากในกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรด้วยเทคนิค Single Minute Exchange of Die: SMED โดยกำหนดเป้าหมายเพื่อลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรลงมากกว่า 50 % โดยใช้เทคนิค SMED ร่วมกับแผนผังก้างปลาแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาและสาเหตุ และแผนภูมิกระบวนการไหลในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ปัญหา จากนั้นใช้หลักการ ECRS ในการแก้ไขปรับปรุงขั้นตอนการปฏิบัติงาน

หลังจากศึกษากระบวนการปัจจุบัน พบว่า กระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรของเครื่องขึ้นรูปแบบอัดรีดใช้เวลาในการปรับตั้ง 152.3 นาที และมีขั้นตอนการปรับตั้งภายใน และการปรับตั้งภายนอกปะปนกันอยู่ เมื่อดำเนินการตามหลักการ SMED ทั้ง 3 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 แยกแยะระหว่างการปรับตั้งเครื่องจักรภายในและการปรับตั้งเครื่องจักรภายนอก จากการศึกษาวิเคราะห์ทำให้สามารถบ่งชี้ได้ว่า ขั้นตอนไหนเป็นการปรับตั้งภายในแยกออกจากการปรับตั้งภายนอก ขั้นที่ 2 การแปลงการปรับตั้งเครื่องจักรภายในให้เป็นการปรับตั้งเครื่องจักรภายนอก สามารถแปลงการปรับตั้งภายในเป็นการปรับตั้งภายนอกได้ 6 ขั้นตอน จากทั้งหมด 31 ขั้นตอนและขั้นที่ 3 ปรับปรุงการปรับตั้งขั้นตอนให้ได้รับการพัฒนาปรับปรุง

หลังจากการพัฒนาปรับปรุงขั้นตอนการปฏิบัติงาน ตามหลักการ SMED ทั้ง 3 ขั้นตอนทำให้สามารถลดระยะทางในการเคลื่อนที่จากเดิม 469 เมตร เหลือ 0 เมตร และสามารถลดเวลาในการปรับตั้งลงจาก 152.3 นาที เหลือ 63.2 นาที คิดเป็น 58.5 % ทำให้จำนวนขั้นตอนลดลงเหลือ 25 ขั้นตอน จาก 31 ขั้นตอน

บัณฑิตวิทยาลัย ลายมือชื่อนักศึกษา.....

สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2556

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY
TNI

CHAIRAT YUEYAI : SETUP TIME REDUCTION : A CASE STUDY OF WATER HOSE EXTRUSION PROCESS. ADVISOR : DR. DUMRONGKIAT RATANA-AMORNPIN, 72 PP.

In this study, extrusion process of radiator water hose manufacturing is studied for reducing machine setup time by applying Single Minute Exchange of Die: SMED technique. The goal of this study is to achieve the setup time reduction for at least 50 percent. Cause and Effect diagram along with ECRS (Elimination, Combination, Rearrangement, and Simplification) technique and Flow Process Chart were applied for process analysis.

Before the improvement, the setup time is 152.3 minutes with the mix up of both internal and external set up activities. After applying 3 steps of SMED principle which are 1) identify and separate internal set up activities from external set up activities by tools previously mentioned 2) transform internal set up activities to external set up activities, and 3) continuously find ways for improving machine set up time. In this study, 6 activities out of 31 setup activities can be transformed from internal setup to external setup.

After improvement by 3 steps of SMED technique, movement can be reduced from 469 meters to 0 meter and setup time can be reduced from 152.3 to 63.2 minutes or 58.5 percent reduction.

TNI
THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Graduate School Student's Signature .....

Field of Study Industrial Management Advisor's Signature .....

Academic Year 2013

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY
TNI

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จสมบูรณ์ไปได้ด้วยดีผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ดร. ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน ที่ได้ให้คำแนะนำที่ดีตลอดระยะเวลาการจัดทำสารนิพนธ์ และขอขอบคุณ ครู อาจารย์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ทุกท่านที่ได้ประสาทธ์วิชาความรู้ต่างๆ ให้แก่ผู้ทำการศึกษา

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกท่าน ตลอดจนพนักงานทุกคนที่ให้ความร่วมมือคอยช่วยเหลือในด้านข้อมูลต่างๆ พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกในการจัดทำสารนิพนธ์ครั้งนี้จนทำให้การศึกษาในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมห้องเรียนรุ่น 5 หลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น และเจ้าหน้าที่ทุกท่านของสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่ให้ความช่วยเหลือผู้ศึกษาด้วยดีมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และผู้มีพระคุณทั้งหลายที่ทำให้มีโอกาสได้รับการศึกษาจนประสบความสำเร็จมาจนถึงปัจจุบัน

ชัยรัตน์ เยื่อใย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญรูป..... ญ

บทที่

1 บทนำ..... 1

สภาวะความเป็นมา แนวทางเหตุผล และปัญหา..... 1

วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 2

ขอบเขตของการศึกษา..... 2

ขั้นตอนการดำเนินงาน..... 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

นิยามศัพท์เฉพาะ..... 3

แผนงาน และระยะเวลาการดำเนินงาน..... 3

2 หลักการพื้นฐาน เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4

หลักการพื้นฐาน..... 4

การขึ้นรูปยางแบบอัดรีด (Extrusion)..... 4

ความสูญเปล่า 7 ประการ..... 6

การวิเคราะห์กระบวนการและกิจกรรม (Process and Activity Analysis) 7

หลักการ ECRS..... 8

เทคนิคการปรับตั้งแม่พิมพ์โดยใช้เวลาเป็นจำนวนนาทีที่เป็นเลข

หลักเดียว (Single Minute Exchange of Die: SMED)..... 8

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 10

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	วิธีการดำเนินงานสารนิพนธ์.....	17
	ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษา.....	17
	ศึกษาสภาพปัญหาของขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	21
	ศึกษาวิธีวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและมาตรการแก้ไขปรับปรุง.....	27
4	บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	40
	สรุปผลการศึกษา.....	40
	ข้อเสนอแนะ.....	50
	การเปรียบเทียบกับงานศึกษาในอดีต.....	50
บรรณานุกรม.....		53
ภาคผนวก.....		56
	ภาคผนวก ก. การศึกษางาน (Work Study) ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนปรับปรุง.....	57
	ภาคผนวก ข. การศึกษางาน (Work Study) ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรหลังปรับปรุง.....	65
ประวัติผู้เขียนสารนิพนธ์.....		72

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน.....	3
2	แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) ก่อนการปรับปรุง.....	22
3	แสดงขั้นตอนการปรับตั้งภายในและภายนอกในกระบวนการปัจจุบัน.....	25
4	สรุปผลการปรับปรุงในลำดับที่ 1.....	31
5	สรุปผลการปรับปรุงในลำดับที่ 17 และ 18.....	33
6	สรุปผลการปรับปรุงการปฏิบัติงานลำดับที่ 27.....	35
7	สรุปผลการปรับปรุงการปฏิบัติงานลำดับที่ 28 และ 29.....	35
8	สรุปผลการปรับปรุงในขั้นตอนที่ 3 ของ SMED.....	39
9	แสดงขั้นตอนการปรับตั้งภายในและภายนอก หลังการปรับปรุง.....	40
10	แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) หลังการปรับปรุง.....	42
11	สรุปผลการแก้ไขปรับปรุงขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักร.....	44
12	เปรียบเทียบข้อแตกต่างของกรณีศึกษากับงานศึกษาอื่น.....	51
13	เปรียบเทียบผลการปรับปรุงของกรณีศึกษากับงานศึกษาอื่น.....	52
14	การจับเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนปรับปรุง.....	58
15	จำนวนครั้ง (*N*) ในการจับเวลาก่อนปรับปรุงที่ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 5%.....	62
16	การจับเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรหลังปรับปรุง.....	66
17	จำนวนครั้ง (*N*) ในการจับเวลาหลังปรับปรุงที่ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 5%.....	69

สารบัญรูป

รูป		หน้า
1	ลักษณะของยางที่ออกจากหัวดาย.....	4
2	ลักษณะทั่วไปของเครื่องอัดรีดแบบสกรู.....	5
3	ลักษณะทั่วไปของดายที่ใช้ขึ้นรูปท่อ.....	5
4	แนวคิดและเทคนิคในทางปฏิบัติของ SMED.....	9
5	องค์ประกอบหลักในการลดเวลาการปรับตั้ง (Setup Time).....	12
6	เวลาทั้งหมดที่จำเป็นในการปฏิบัติงาน.....	13
7	กระบวนการผลิตท่อน้ำรถยนต์.....	17
8	ตัวอย่างท่อน้ำรถยนต์.....	18
9	กระบวนการขึ้นรูปแบบอัดรีด.....	18
10	ตัวอย่างยางท่อนที่ผ่านการขึ้นรูปจากเครื่องขึ้นรูปแบบอัดรีด.....	19
11	แผนผังพื้นที่ปฏิบัติงานในโรงงานกรณีศึกษา.....	19
12	เครื่องขึ้นรูปแบบอัดรีดที่ใช้ในการศึกษา.....	20
13	พื้นที่จัดเก็บวัตถุดิบคอมปาวด์และด้าย.....	20
14	พื้นที่วางท่อยางหลังจากผ่านกระบวนการขึ้นรูป.....	21
15	แผนภูมิพาเรโตแสดงเปอร์เซ็นการสูญเสียเวลาของเครื่องจักรที่ทำการศึกษา.....	21
16	แผนผังก้างปลาแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาและสาเหตุ.....	28
17	รถจัดเก็บเครื่องมือ.....	29
18	แสดงพื้นที่จัดเก็บเครื่องมือในพื้นที่ปฏิบัติงานหลังการปรับปรุง.....	30
19	รายการตรวจเช็คเครื่องมือที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักร.....	30
20	พื้นที่สำหรับวางคอมปาวด์ก่อนการปรับปรุง.....	31
21	พื้นที่สำหรับวางคอมปาวด์หลังการปรับปรุง.....	31
22	พื้นที่สำหรับวางด้ายก่อนการปรับปรุง.....	31
23	พื้นที่สำหรับวางด้ายหลังการปรับปรุง.....	32
24	ตู้อบชุดดาย Inner & Cover.....	34
25	ประแจขันน็อตสองทาง.....	36
26	หมายเลขบ่งชี้กระบอกบรรจุด้าย.....	36
27	ขีดแสดงระยะสายพานดึงท่อยาง.....	37
28	ฐานวางกล่องบรรจุยางแบบมีล้อ.....	38
29	การจัดเก็บดายก่อนการปรับปรุง.....	38

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป		หน้า
30	ตู้จัดเก็บดายและการติดป้ายบ่งชี้ดายหลังการปรับปรุง.....	38
31	กราฟแสดงเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรหลังการปรับปรุง.....	44
32	กราฟเปรียบเทียบเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนและหลังปรับปรุง.....	45
33	มาตรฐานการปฏิบัติงานการปรับตั้งเครื่องจักร.....	46
34	มาตรฐานการปฏิบัติงานก่อนเริ่ม และหลังการปรับตั้งเครื่องจักรเสร็จสิ้นแล้ว.....	49

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY TNI

บทที่ 1
บทนำ

สภาวะความเป็นมา แนวทางเหตุผล และปัญหา

อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์เป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทในการสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งประเทศไทยเป็นฐานการผลิตขนาดใหญ่ที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก และมีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ ทั้งในส่วนที่ก่อให้เกิดการจ้างงานเป็นจำนวนมาก และก่อให้เกิดการเชื่อมโยงกันกับอุตสาหกรรรมเกี่ยวเนื่องต่างๆ พร้อมทั้งเป็นอุตสาหกรรมที่สามารถทำรายได้เข้าสู่ประเทศในแต่ละปีเป็นจำนวนนับแสนล้านบาท ที่ผ่านมาอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ การส่งออกชิ้นส่วนรถยนต์ในช่วงปี 2555 มีมูลค่า 36,862.68 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว 0.82 % (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2555 : ออนไลน์) แต่การส่งออกชิ้นส่วนยานยนต์ไทยต้องเผชิญกับภาวะการแข่งขันที่เพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งจากประเทศคู่แข่ง เช่น มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ เวียดนาม และจีน ทำให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไทยต้องมีการปรับตัวโดยเน้นการทำให้เกิดความพึงพอใจของลูกค้าทั้งในด้านราคา คุณภาพ และการส่งมอบตรงเวลา ดังนั้นทำให้ผู้ประกอบการต้องมีการบริหารจัดการกับปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อสร้างผลกำไรให้กับองค์กรเพิ่มมากขึ้น

งานศึกษานี้ได้เลือกกรณีศึกษาในโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ที่ผลิตท่อน้ำระบายความร้อนในรถยนต์ (Water Hose) ส่งมอบให้ลูกค้าที่เป็นโรงงานประกอบรถยนต์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งปัจจุบันจำนวนการสั่งซื้อจากลูกค้ามีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ในแต่ละเดือน ดังนั้น โรงงานจึงต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตให้ดีขึ้น เพื่อเป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิต ซึ่งปัญหาที่พบในโรงงาน คือ กระบวนการขึ้นรูปแบบอัดไหล (Extrusion) ของท่อน้ำระบายความร้อนในรถยนต์ ซึ่งในแต่ละวันจะดำเนินการขึ้นรูปตามรุ่นที่ลูกค้าสั่งซื้อและมีหลายขนาดโดยวัดตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน คือ ขนาด ø13 มม. ø16 มม. ø27 มม. ø30 มม. ø33 มม. และ ø37 มม. ส่งผลให้ต้องมีการเปลี่ยนดาย (Die) ตามขนาดของผลิตภัณฑ์บ่อยครั้ง

แต่การเปลี่ยนดายแต่ละครั้งจะใช้เวลานาน ทำให้ประสบปัญหาในเรื่องการวางแผนการผลิตของกระบวนการขึ้นรูปแบบอัดรีด (Extrusion) เนื่องจากต้องขึ้นรูปยางท่อนแต่ละล็อต (Lot size) ไว้จำนวนมากๆ เพื่อลดจำนวนครั้งในการเปลี่ยนดาย จึงส่งผลให้มีงานระหว่างกระบวน การ (WIP) มากเกินไป และพื้นที่ในการจัดเก็บไม่เพียงพอ ซึ่งในการนำเทคนิค Single Minute Exchange of Die: SMED (การปรับตั้งแม่พิมพ์โดยใช้เวลาเป็นจำนวนนาทีที่เป็นเลขหลักเดียว) มาช่วยในการลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรให้น้อยลง ส่งผลให้สามารถวางแผนการผลิตได้ง่ายขึ้น เนื่องจากเมื่อใช้เวลาการปรับตั้งเครื่องจักรน้อยลงก็สามารถเปลี่ยนขนาด

ดายในการขึ้นรูปยางในแต่ละขนาดได้บ่อยครั้งขึ้น ทำให้สามารถลดจำนวนการผลิตในแต่ละล็อตให้เล็กลงได้ และส่งผลให้งานระหว่างกระบวนการ (WIP) ลดน้อยลง ซึ่งการลดการสูญเสียจากเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ในการลดต้นทุนการผลิตของบริษัท โดยใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการอื่นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรที่เกิดขึ้นในกระบวนการขึ้นรูปแบบอัดรีด เพื่อลดการสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรด้วยเทคนิค Single Minute Exchange of Die: SMED โดยมีเป้าหมายลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรลงมากกว่า 50 %

โดยเป้าหมายลดเวลาลงมากกว่า 50 % มาจาก 2 เหตุผลคือ

1. ทีมโปรดักติวิตี้ เพรส (The Productivity Press Development Team. 2550 : 49) ได้กล่าวว่าในขั้นที่ 1 แยกแยะระหว่างการปรับตั้งภายในและการปรับตั้งภายนอกโดยปกติแล้วถ้าแยกแยะได้จะสามารถลดเวลาลง 30-50%

2. ผู้ศึกษาได้ศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศพบว่างานวิจัยที่นำเทคนิค SMED มาใช้ปรับปรุงงานสามารถลดเวลาได้มากกว่า 50% เช่นกัน

ขอบเขตของการศึกษา

ศึกษาโรงงานกรณีศึกษาเพื่อปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรในขั้นตอนการขึ้นรูป แบบอัดรีดของท่อน้ำระบายความร้อนในรถยนต์

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ทำการศึกษาสภาพปัจจุบันและรวบรวมข้อมูลของกระบวนการขึ้นรูปยางท่อน้ำ
2. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. นำข้อมูลที่เก็บบันทึกรวบรวมมาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา และกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหา
4. ดำเนินการปรับปรุงกระบวนการผลิตตามที่ได้กำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหาไว้
5. วัดผลการดำเนินการศึกษา
6. สรุปผล ข้อเสนอแนะ และกำหนดเป็นมาตรฐานการทำงาน
7. จัดทำรูปเล่มสารนิพนธ์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถลดต้นทุนการผลิตได้จากการลดความสูญเสียในการปรับตั้งเครื่องจักรและค่าใช้จ่ายอันเนื่องมาจากการมีสินค้าคงคลังระหว่างผลิตมากเกินไป

2. สามารถเปลี่ยนดาย (Die) ได้บ่อยครั้งขึ้นตามขนาดของผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าต้องการทำให้ตอบสนองความต้องการของลูกค้าดีขึ้น

3. สามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการขึ้นรูปแบบอัดรีด (Extrusion) ประเภทยางอื่นต่อไป

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การปรับตั้งภายใน (Internal Setup) หมายถึง การปรับตั้งเครื่องจักรสามารถทำได้ก็ต่อเมื่อเครื่องจักรต้องหยุดการทำงานเท่านั้น

2. การปรับตั้งภายนอก (External Setup) หมายถึง การปรับตั้งเครื่องจักรแบบที่สามารถทำได้ในขณะที่เครื่องจักรยังคงทำงานอยู่

แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน

ตารางที่ 1 แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน

ระยะเวลา / ขั้นตอนการดำเนินงาน	2555	2556						
	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.
1. ศึกษาสภาพปัจจุบันและรวบรวมข้อมูล	→	→						
2. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง		→	→					
3. วิเคราะห์ข้อมูลหาสาเหตุของปัญหา และกำหนดแนว ทางการแก้ไข			→	→				
4. ดำเนินการปรับปรุงกระบวน การผลิต				→	→			
5. วัดผลการดำเนินการศึกษา					→	→		
6. สรุปผล ข้อเสนอแนะ และกำหนดเป็นมาตรฐานการทำงาน						→	→	
7. จัดทำรูปเล่มสารนิพนธ์							→	→

บทที่ 2
หลักการพื้นฐาน เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

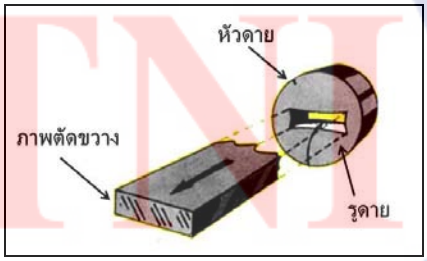
หลักการพื้นฐาน

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอตามลำดับหัวข้อดังนี้

1. การขึ้นรูปยางแบบอัดรีด (Extrusion)
2. ความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Wastes)
3. การวิเคราะห์กระบวนการและกิจกรรม (Process and Activity Analysis)
4. หลักการ ECRS
5. เทคนิคการปรับตั้งแม่พิมพ์โดยใช้เวลาเป็นจำนวนนาทีที่เป็นเลขหลักเดียว (Single Minute Exchange of Die: SMED)
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การขึ้นรูปยางแบบอัดรีด (Extrusion)

เป็นเทคนิคการขึ้นรูปที่อาศัยเครื่องอัดรีด (Extruder) เพื่ออัดยางคอมปาวด์ให้ไหลผ่านหัวดาย (Die) ที่มีรูปร่างต่างๆ โดยที่ผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปด้วยการอัดรีดผ่านดายเป็นผลิตภัณฑ์ ที่มีรูปร่างของภาพตัดขวางเหมือนกันตลอดแนวความยาว คือรูปร่างของภาพตัดขวางของผลิตภัณฑ์จะเหมือนกับรูปร่างของดาย



รูปที่ 1 ลักษณะของยางที่ออกจากหัวดาย

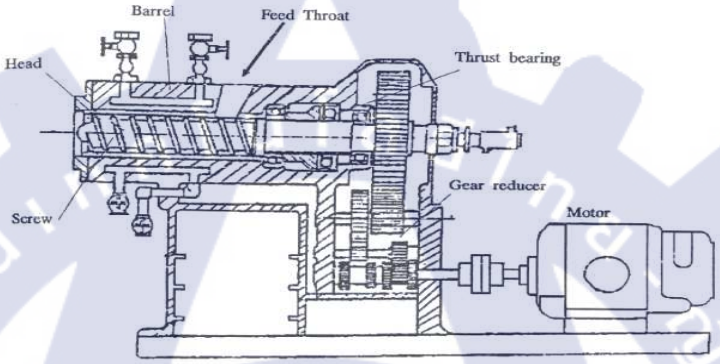
1.1 เครื่องอัดรีด (Extruder)

เครื่องอัดรีด เป็นเครื่องมือที่ผลักยางหรือดันยางให้ผ่านช่องที่เปิดเอาไว้ช่องนี้จะประกอบ ด้วย ดาย ซึ่งการขึ้นรูปท่อยาง เป็นเครื่องอัดรีดที่ทำงานแบบต่อเนื่อง สามารถส่งการ

ไหลของยางออกได้โดยไม่ขาดสาย อาศัยหลักการส่งยางโดยการหมุนของสกรู ซึ่งการส่งยางโดยทั่วไปจะเป็นแบบ Single Screw เครื่องอัดรีดมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

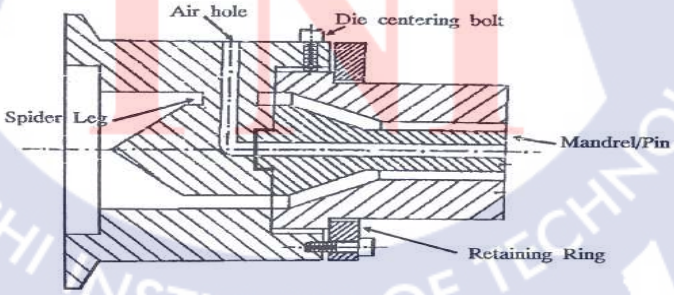
1. Barrel กระบอกที่เก็บยาง เพื่อให้ยางอุ่นก่อนส่งยางออกมา
2. Screw สกรูที่ใช้ส่งยางให้ต่อเนื่องตลอดเวลา
3. Die ทางเปิดที่กำหนดรูปร่างของยาง

ลักษณะโดยทั่วไปของเครื่องอัดรีดแบบสกรู และดายขึ้นรูปท่อยางดังรูปที่ 2 และรูปที่ 3 ตามลำดับ



รูปที่ 2 ลักษณะทั่วไปของเครื่องอัดรีดแบบสกรู

ที่มา : บุญธรรม นิธิอุทัย; และปรีชา ป้องภัย. (2534). **คู่มือปฏิบัติการเทคโนโลยียาง.** หน้า 3.



รูปที่ 3 ลักษณะทั่วไปของดายที่ใช้ขึ้นรูปท่อ

ที่มา : บุญธรรม นิธิอุทัย; และปรีชา ป้องภัย. (2534). **คู่มือปฏิบัติการเทคโนโลยียาง.** หน้า 12.

ความสูญเปล่า 7 ประการ

โตโยต้า เซซัง โฮชิกิ วู คังกาเอรุ ไก (Toyota Seisan Houshiki Wo Kangaeru Kai. 2554) ได้แบ่งความสูญเปล่า (Muda) ออกเป็น 7 ชนิดตามระบบการผลิตแบบโตโยต้า ดังนี้

1. ความสูญเปล่าเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction) การผลิตสินค้าปริมาณมากเกินความต้องการการใช้งานในขณะนั้น หรือผลิตไว้ล่วงหน้าเป็นเวลานาน มาจากแนวความคิดเดิมที่ว่า แต่ละขั้นตอนจะต้องผลิตงานออกมาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้เกิดต้นทุนต่อหน่วยต่ำสุดในแต่ละครั้งโดยไม่ได้คำนึงถึงว่า จะทำให้มีงานระหว่างทำ (Work in Process) ในกระบวนการเป็นจำนวนมากและทำให้กระบวนการผลิตขาดความยืดหยุ่น

2. ความสูญเปล่าเนื่องจากการรอคอย (Queues) การรอคอยเกิดจากการที่เครื่องจักรหรือพนักงานหยุดการทำงานเพราะต้องรอคอยบางปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิต เช่น การรอวัตถุดิบ การรอคอยเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้อง การรอคอยเนื่องจากกระบวนการผลิตไม่สมดุล การรอคอยเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต เป็นต้น

3. ความสูญเปล่าเนื่องจากการขนส่ง (Transportation) การขนส่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่วัสดุ ดังนั้นจึงต้องควบคุมและลดระยะทางในการขนส่งลงให้เหลือเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

4. ความสูญเปล่าเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory) การซื้อวัสดุคราวละมากๆ เพื่อเป็นประกันว่าจะมีวัสดุสำหรับผลิตตลอดเวลา หรือเพื่อให้ได้ส่วนลดจากการสั่งซื้อ จะส่งผลให้วัสดุที่อยู่ในคลังมีปริมาณมากเกินความต้องการใช้งานอยู่เสมอ เป็นภาระในการดูแลและการจัดการ

5. ความสูญเปล่าเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion) ท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม เช่น ต้องเอื้อมหยิบของที่อยู่ไกล กัมตัวยกของหนักที่วางอยู่บนพื้น ฯลฯ ทำให้เกิดความล้าต่อร่างกายและทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน

6. ความสูญเปล่าเนื่องจากกระบวนการผลิตที่ไม่จำเป็น (Over Processing) เกิดจากกระบวนการผลิตที่มีการทำงานซ้ำๆ กันในหลายขั้นตอน ซึ่งไม่มีความจำเป็นเพราะงานเหล่านั้นไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ รวมทั้งงานในกระบวนการผลิตที่ไม่ช่วยให้ตัวผลิตภัณฑ์เกิดความเที่ยงตรงเพิ่มขึ้นหรือคุณภาพดีขึ้น เช่น กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นกระบวนการที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ ดังนั้นกระบวนการนี้ควรรวมอยู่ในกระบวนการผลิตให้พนักงานหน้างานเป็นผู้ตรวจสอบไปพร้อมกับการทำงาน หรือขณะคอยเครื่องจักรทำงาน

7. ความสูญเปล่าเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect) เมื่อของเสียถูกผลิตออกมา ของเสียเหล่านั้นอาจถูกนำไปแก้ไขใหม่ ให้ได้คุณสมบัติตามที่ลูกค้าต้องการ หรือถูกนำไปกำจัดทิ้ง ดังนั้นจึงทำให้มีการสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสียขึ้น

การวิเคราะห์กระบวนการและกิจกรรม (Process and Activity Analysis)

รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม (2552) ได้กล่าวไว้ว่าแผนภูมิเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่ใช้ในการวิเคราะห์งานและสามารถบันทึกข้อมูลได้อย่างละเอียด กระชับ พร้อมรายละเอียดที่สำคัญๆ เพื่อประโยชน์ในการนำไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการทำงานให้ดีขึ้น โดยการวิเคราะห์สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. การวิเคราะห์กระบวนการ (Process Analysis) ซึ่งแผนภูมิที่ใช้จะประกอบไปด้วย

1.1 แผนภูมิกระบวนการ (Process Charts)

แผนภูมิกระบวนการจะช่วยให้นักวิเคราะห์สามารถมองเห็นภาพของกระบวนการผลิตได้อย่างชัดเจนตั้งแต่ต้นจนจบ โดยส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นตารางหรือแผนภาพที่มีรูปแบบเป็นมาตราฐาน ประกอบด้วยสัญลักษณ์ คำบรรยาย และลายเส้น เพื่อบอกราย ละเอียดของขั้นตอนกระบวนการผลิต

1.2 แผนภูมิกระบวนการปฏิบัติการ (Operations Process Charts)

เป็นแผนภูมิที่แสดงขั้นตอนการผลิต ตั้งแต่วัตถุดิบถูกส่งเข้าสู่สายการผลิตจนเสร็จเป็นผลิตภัณฑ์ โดยบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติงานต่างๆ ที่ต้องดำเนินการบนวัตถุดิบนั้น เช่น การขนส่ง การตรวจสอบ การทำงานบนเครื่องจักร การประกอบชิ้นส่วน จนกระทั่งสำเร็จออกมาเป็นผลิตภัณฑ์หรือเป็นชิ้นส่วนประกอบ

1.3 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Charts)

เป็นแผนภูมิที่ใช้วิเคราะห์ขั้นตอนการไหลของวัตถุดิบ ชิ้นส่วน พนักงาน และอุปกรณ์ที่เคลื่อนไปในกระบวนการพร้อมๆ กับกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้น โดยแสดงเป็นสัญลักษณ์และคำบรรยายประกอบลงในแผนภูมิมาตราฐาน

2. การวิเคราะห์กิจกรรม (Activity Analysis) ซึ่งแผนภูมิที่ใช้จะประกอบไปด้วย

2.1 แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ (Multiple Activity Chart)

2.1. แผนภูมิวิเคราะห์การทำงานระหว่างพนักงานกับเครื่องจักร (Man – Machine Chart) แผนภูมิคน เครื่องจักร เป็นแผนภูมิแสดงการทำงานของคนร่วมกับเครื่องจักร ซึ่งอาจมีตั้งแต่หนึ่งคนกับหนึ่งเครื่องขึ้นไป จุดมุ่งหมายเพื่อดูสัดส่วนการเสียเวลาการคอยของพนักงานหรือของเครื่องจักร

2.2 แผนภูมิวิเคราะห์การทำงานของกลุ่มพนักงาน (Gang Process Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ศึกษาการทำงานของพนักงานเป็นกลุ่มทำงานเกี่ยวข้องกัน หรืออยู่ในบริเวณเดียวกัน จุดประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของกลุ่ม

หลักการ ECRS

ประเสริฐ อัครประถมพงศ์ (2553) กล่าวไว้ว่า ECRS เป็นหลักการที่ประกอบไปด้วย การกำจัด (Elimination) การรวมกัน (Combination) การจัดใหม่ (Rearrangement) และการทำให้ง่าย (Simplification) ซึ่งเป็นหลักการที่สามารถใช้ในการลดความสูญเปล่าได้เป็นอย่างดี การลดความสูญเปล่าในการผลิต เป็นสิ่งจำเป็นและควรที่จะให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจะหมายถึงต้นทุนของสินค้าที่เพิ่มสูงขึ้นด้วยเช่นกัน โดยแนวทางการลดความสูญเปล่าทำได้โดยใช้หลักการ ECRS ดังนี้

การกำจัด (Elimination) คือการพิจารณาการปฏิบัติงานปัจจุบันและทำการกำจัดความสูญเปล่าทั้ง 7 ที่พบในการผลิตออกไป คือ การผลิตมากเกินไป การรอคอย การเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ การเก็บสินค้าที่มากเกินไป และ ของเสีย

การรวมกัน (Combination) สามารถลดการทำงานที่ไม่จำเป็นลง โดยการพิจารณาว่าสามารถรวมขั้นตอนการปฏิบัติงานให้ลดลงได้หรือไม่ เช่น จากเดิมเคยทำ 10 ขั้นตอน ให้รวมบางขั้นตอนเข้าด้วยกัน ทำให้ขั้นตอนที่ต้องทำลดลงจากเดิม การผลิตจะสามารถทำได้เร็วขึ้นและลดการเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนลงได้

การจัดใหม่ (Rearrangement) การจัดขั้นตอนการผลิตใหม่เพื่อให้ลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น หรือ การรอคอย เช่นในกระบวนการผลิต หากทำการสลับขั้นตอนที่ 3 กับ 4 โดยทำขั้นตอนที่ 4 ก่อน 3 จะทำให้ระยะทางการเคลื่อนที่ลดลง เป็นต้น

การทำให้ง่าย (Simplification) คือ การปรับปรุงการปฏิบัติงานให้ง่ายขึ้นและสะดวกขึ้น โดยออกแบบจิ๊ก (Jig) หรือ อุปกรณ์ต่างๆ ช่วยในการทำงานเพื่อให้การทำงานสะดวกและแม่นยำมากขึ้น จึงเป็นการลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็นและลดการทำงานที่ไม่จำเป็น

เทคนิคการปรับตั้งแม่พิมพ์โดยใช้เวลาเป็นจำนวนนาทีที่เป็นเลขหลักเดียว (Single Minute Exchange of Die: SMED)

ทีมโปรดักติวิตี้ เพรส (The Productivity Press Development Team. 2550 : 49) ได้กล่าวว่าการปรับตั้งเครื่องจักรอย่างรวดเร็วที่เป็นผลลัพธ์ที่ได้มาจาก SMED ทำให้การผลิตประจำวันดำเนินไปได้อย่างราบรื่น เพราะว่า

1. การปรับตั้งเครื่องจักรที่ง่ายขึ้นส่งผลให้การปรับตั้งเครื่องจักรปลอดภัยมากขึ้น และยังช่วยลดความปวดเมื่อยหรือความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บลงด้วย

2. สินค้าคงคลังที่น้อยลงแสดงว่าการกองระเกะระกะในสถานที่ปฏิบัติงานน้อยลงตามไปด้วยทำให้การผลิตทำได้ง่ายขึ้นและปลอดภัยขึ้น

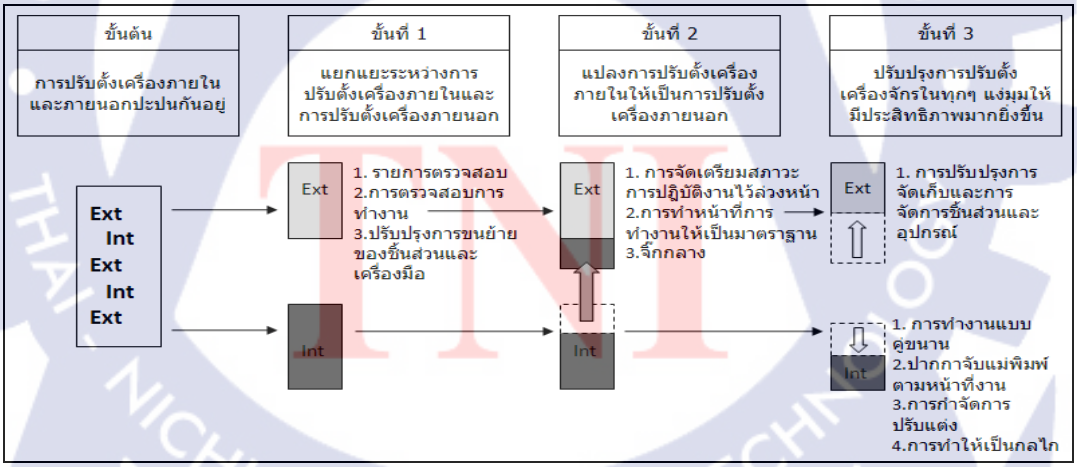
3. เครื่องมือที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักรที่ได้รับการพัฒนาปรับปรุงให้เป็นมาตรฐานและรวมเข้าไว้ด้วยกัน ส่งผลให้มีเครื่องมือที่ต้องไปเดินหาน้อยลง

โดยขั้นตอนการดำเนินการ SMED ให้ประสบความสำเร็จจะต้องมีการวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานโดยมีทั้งหมด 3 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 แยกแยะระหว่างการปรับตั้งเครื่องจักรภายในและการปรับตั้งเครื่องจักรภายนอก โดยจำเป็นต้องศึกษาอย่างชัดเจนว่าขั้นตอนการปรับตั้งใดที่สามารถจัดเตรียมไว้ก่อนหรือจัดเตรียมไว้ในขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงานอยู่ โดยการจัดเตรียมนี้จะไม่ส่งผลกระทบให้เครื่องจักรหยุดการทำงาน ซึ่งถ้าหากสามารถแยกแยะได้อย่างชัดเจนจะสามารถลดเวลาในการหยุดเครื่องจักรได้ประมาณ 30-50 %

ขั้นที่ 2 การแปลงการปรับตั้งเครื่องจักรภายในให้เป็นการปรับตั้งเครื่องจักรภายนอก โดยในขั้นตอนนี้ จำเป็นจะต้องพิจารณาถึงวิธีการทำงานเพื่อให้ดูว่ามีขั้นตอนใดที่เข้าใจผิดคิดว่าเป็นการปรับตั้งเครื่องจักรภายในบ้างหรือไม่ และหาแนวทางในการเปลี่ยนการปรับตั้งเครื่องจักรภายในให้เป็นการปรับตั้งเครื่องจักรภายนอกแทน

ขั้นที่ 3 ปรับปรุงการปรับตั้งเครื่องจักรทุกๆ แง่มุมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อเป็นการลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรให้น้อยที่สุด จำเป็นจะต้องวิเคราะห์องค์ประกอบพื้นฐานของการปรับตั้งเครื่องจักรอย่างละเอียด โดยเฉพาะขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรภายในซึ่งจะต้องทำในเวลาที่เครื่องจักรจะหยุดทำงานเท่านั้น



รูปที่ 4 แนวคิดและเทคนิคในทางปฏิบัติของ SMED

ที่มา : The Productivity Press Development Team. (2550). **การปรับเปลี่ยนเครื่องจักร อย่างรวดเร็ว Quick Changeover for Operators : The SMED System**. ไม่ปรากฏเลขหน้า.

โดยเทคนิค SMED สามารถสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน ดังนี้

1. ความยืดหยุ่น บริษัทสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่เปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาโดยไม่ก่อให้เกิดต้นทุนส่วนเพิ่มในการผลิต

2. การส่งมอบรวดเร็วขึ้น โดยการปรับตั้งเครื่องจักรที่รวดเร็วจะสามารถลดเวลาในการผลิตให้สั้นลง

3. ผลิตภาพสูงขึ้น เนื่องจากการปรับตั้งเครื่องจักรที่ใช้เวลาสั้นลง ทำให้เวลาที่ต้องหยุดเดินเครื่องจักร (Downtime) ลดลง ซึ่งหมายความว่าอัตราการใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรสูงขึ้น

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จินตนา ไชยคุณ (2553) ได้ศึกษาวิธีลดเวลาการสูญเปล่าในการปรับตั้งเครื่องจักรของกระบวนการฉีดท่อพลาสติก ด้วยเทคนิค SMED โดยการปรับปรุงขั้นตอนการถอดและประกอบชุดดายให้เป็นดายสำเร็จรูป และสามารถเปลี่ยนการฮีตดายที่เดิมเป็นการปรับตั้งภายในออกมาเป็นการปรับตั้งภายนอก ทำให้สามารถลดเวลาการปรับตั้งภายใน จากเดิม 80 นาที เหลือ 0 นาที และใช้แนวทางการกำจัดการปรับตั้งมาปรับปรุงการตั้งระดับล้อ ในถังแว็คคัมและการตั้งระยะเส้นผ่านศูนย์กลางโลว์ม้วนท่อ สามารถลดขั้นตอนย่อยเดิมที่มี 64 ขั้นตอน เหลือขั้นตอนย่อยใหม่ 52 ขั้นตอน ลดจำนวนขั้นตอนลงได้ 12 ขั้นตอน ซึ่งผลจากการปรับปรุงในทุกๆ ขั้นตอนพบว่า สามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรจาก เดิม 120.4 นาที เหลือ 47.5 นาที สามารถลดเวลาลงได้ 72.9 นาที คิดเป็นการลดเวลาได้ 60.5 %

พัฒสุภา ศรีคันธะรักษ์ (2553) ศึกษาการลดเวลาการสูญเปล่าจากการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ของเครื่องวางอุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์ลงบนชิ้นงานของเครื่อง Yamaha รุ่น YG 100R ในขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรโดยใช้แนวทางในการลดความสูญเสีย 3 ส่วน คือ กิจกรรมที่เครื่องพิมพ์ตะกั่ว (Printing Machine) กิจกรรมที่เครื่องวางอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ลงบนชิ้นงาน (Mounting Machine) และกิจกรรมที่เครื่องอบตะกั่ว (IR Reflow Machine) โดยใช้หลักการ Single Minute Exchange of die (SMED) มาประยุกต์ใช้ปรับปรุงการทำงาน จากการศึกษาพบว่า ปัญหาหลักที่เกิดขึ้นได้แก่การรอคอยอุปกรณ์ พนักงานปรับตั้ง และพนักงานตรวจสอบ จากนั้นได้ดำเนินการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา โดยใช้หลักการทำไม-ทำไม และได้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งผลที่ได้สามารถลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรได้ 54.50 นาที หรือลดลงจากเดิม 69.50 % และผลที่ได้จากเครื่องจักรที่เพิ่มขึ้น 2,097,150 บาทต่อเดือนต่อสายการผลิต และต้นทุนการผลิตลดลง 61,354 บาทต่อเดือนต่อสายการผลิต

ชัยเชษฐ์ พันธุมี (2552) ได้ศึกษาแนวทางการลดเวลาการสูญเปล่าในกระบวนการเป่าฟิล์มพลาสติกในกระบวนการผลิตถุงพลาสติก โดยใช้เทคนิค SMED ในการปรับปรุงกระบวนการโดยแบ่งการแก้ไขปรับปรุงเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือ ขั้นตอนที่ 1 ได้ทำการแยกงานภายใน

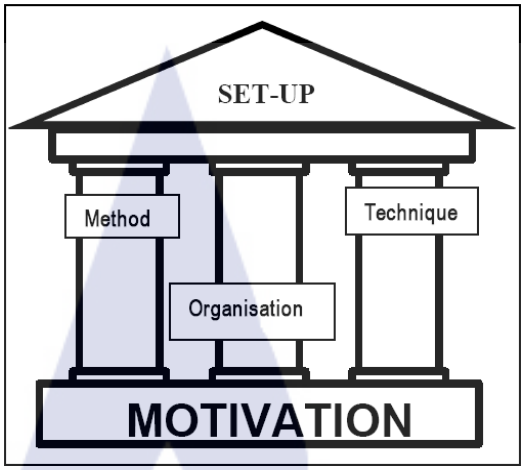
และงานภายนอกออกจากกัน ทำให้สามารถลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรในแต่ละครั้งของเครื่องจักรเครื่องที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 โดยลดเวลาจากเดิมลงได้ 40, 54, 49, 59 และ 53 นาที คิดเป็นร้อยละ53.34, 62.06, 57.64, 62.76 และ 60.23 ตามลำดับ ในขั้นตอนที่ 2 เป็นการจัดกิจกรรมย่อยของงานภายใน โดยการประยุกต์การทำงานแบบขนานซึ่งสามารถลดเวลาในการปรับตั้งเครื่อง จักรแต่ละเครื่องได้อีก โดยเครื่องจักรเครื่องที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 สามารถลดเวลาลงจากเดิมได้ 48, 59, 62, 72 และ 65 นาที คิดเป็น 64.00 %, 67.82 %, 72.94 %, 76.6 % และ73.86 % ตามลำดับ

ไพรินทร์ หลวงมูล (2550) ได้ค้นคว้าการนำเทคนิคการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรมาเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องตัดขึ้นรูปชิพในการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้หลักการของ SMED และ Motion and time study ในการปรับปรุงขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักร โดยมีการปรับปรุงขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือก่อนเริ่มทำการปรับตั้ง จากนั้นได้ตัดขั้นตอนการหมุนสกรูสำหรับปรับแสนบออกไป และทำการออกแบบอุปกรณ์การเก็บเครื่องมือทำให้ไม่ต้องเสียเวลาในการเดินไปหยิบเครื่องมือไกล และผลที่ได้จากเดิมผลิตชิ้นงานได้ 29,140 แผ่นต่อวัน เพิ่มขึ้นเป็น ผลิตชิ้น งานได้ 30,024 แผ่นต่อวัน คิดเป็นการเพิ่มการผลิตได้ 3.03 % จากการที่สามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรจากเดิมใช้เวลา 89.55 นาที ลดลงเหลือ 80.15 นาที คิดเป็นการลดเวลาได้ 10.5 % ซึ่งเกินเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ที่ 5%

เดร์ค แวน โกวเบอร์เกน (Dirk Van Goubergen. 2000) ได้กล่าวไว้เกี่ยวกับวิธีการปรับ ตั้งแม่พิมพ์โดยใช้เวลาเป็นจำนวนนาทีที่เป็นตัวเลขหลักเดียว (Single Minute Exchange of Die: SMED) ที่ใช้รูปแบบองค์ประกอบพื้นฐาน 3 องค์ประกอบ โดยขึ้นอยู่กับความรับผิดชอบของทุกคนในองค์กรที่มีรากฐานมาจากแรงจูงใจ ดังนี้

1. เกณฑ์ด้านเทคนิคของอุปกรณ์ และเครื่องมือ
2. การทำงานของคนในองค์กร
3. วิธีการปฏิบัติงาน

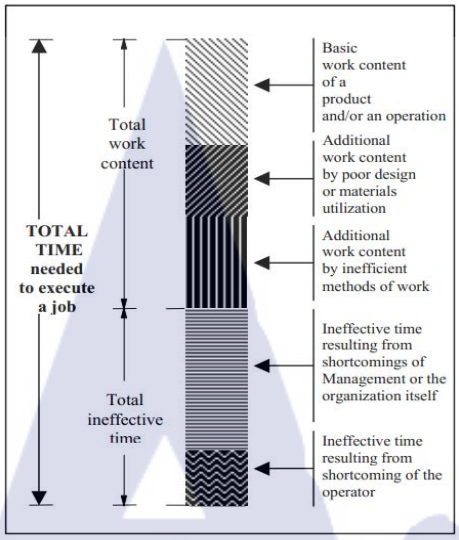
ซึ่งได้นำเสนอออกมาเป็น Set up House ที่เป็นองค์ประกอบหลักของการลดเวลาการปรับ ตั้งแม่พิมพ์โดยใช้เวลาเป็นจำนวนนาทีที่เป็นตัวเลขหลักเดียว (Single Minute Exchange of Die: SMED) ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 องค์ประกอบหลักในการลดเวลาการปรับตั้ง (Setup Time)

ที่มา : Dirk Van Goubergen. (2000). **Set-Up Reduction as an Organization-Wide Problem.** No Page.

เดร็ค แวน โกวเบอร์เกน กล่าวว่า ถึงแม้การปรับตั้งเครื่องจักรจะมีการออกแบบเครื่องมือและอุปกรณ์ที่สมบูรณ์แบบ มีวิธีการทำงานที่เหมาะสม มีการทำงานขององค์กรที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่ถ้าทุกคนภายในองค์กรไม่เห็นความสำคัญของการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรและไม่ได้รับแรงจูงใจหรือแรงกระตุ้น การลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรก็จะไม่ประสบผลสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งเมื่อคนในองค์กรมีแรงจูงใจและองค์ประกอบหลักในการลดเวลาการปรับตั้งครบตามที่กล่าวมาแล้วนั้น สิ่งสำคัญในการเริ่มปฏิบัติในการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรคือ ต้องรู้รายละเอียดของเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานทั้งหมดให้ชัดเจนเสียก่อน ดังนั้น เดร็ค แวน โกวเบอร์เกน จึงได้นำเสนอโมเดลของเวลาทั้งหมดที่ต้องใช้ในการปฏิบัติงานเพื่อให้สามารถมองเห็นกิจกรรมโดยรวมและเข้าใจง่าย ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 เวลาทั้งหมดที่จำเป็นในการปฏิบัติงาน

ที่มา : Dirk Van Goubergen. (2000). **Set-Up Reduction as an Organization-Wide Problem**. No Page.

เวลาทั้งหมดที่ต้องการในการปฏิบัติงานสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1. เวลาในการทำงานที่ก่อให้เกิดประสิทธิผล
   - 1.1 งานพื้นฐานของการผลิตผลิตภัณฑ์
   - 1.2 งานที่ต้องทำเพิ่มเติมเนื่องจากการออกแบบที่ไม่ดี
   - 1.3 งานที่ต้องทำเพิ่มเติมเนื่องจากวิธีการปฏิบัติงานที่ไม่เหมาะสม
2. เวลาในการทำงานที่ไม่ก่อให้เกิดประสิทธิผล
   - 2.1 เวลาการปฏิบัติงานที่เกิดจากข้อบกพร่องในการบริหารจัดการ หรือความร่วมมือภายในองค์กรเอง
   - 2.2 เวลาการปฏิบัติงานที่เกิดจากข้อบกพร่องของพนักงานเอง

อีกทั้งยังได้อธิบายเกี่ยวกับความรับผิดชอบในหน้าที่การปฏิบัติงานอื่นๆ ในองค์กรที่นอกเหนือจากการผลิต เช่น การบริหารจัดการ อุปกรณ์ทางด้านวิศวกรรม การออกแบบผลิตภัณฑ์ ฝ่ายจัดซื้อ ฝ่ายควบคุมคุณภาพ การจัดการวัตถุดิบ หน่วยงานซ่อมบำรุง การวางแผนการผลิตและควบคุม และการปฏิบัติงานในการปรับตั้งเครื่องจักรของพนักงาน

กอนเซนแบช; ดีเรก แอล (Gonzenbach, Derek L. 2011) ได้ทำการวิจัยการนำหลักการของ Single Minute Exchange of Die (SMED) มาประยุกค์ใช้ในการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรของกระบวนการประกอบเครื่องมือแพทย์ ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาถึงสภาพ

ปัจจุบันของขั้น ตอนการปรับตั้งเครื่องจักร ระหว่างยา 2 ประเภทคือ 0.15 mg และ 0.3 mg ในสายการผลิต A และ B ซึ่งทางผู้วิจัยได้ดำเนินทั้งหมด 6 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนแรก ทำการประเมินสภาพปัจจุบันของการเปลี่ยนรุ่นในสายการผลิต A และ B และระบุทุกกิจกรรมการปรับตั้งเครื่องจักรของแต่ละบุคคล และศึกษาเวลารวมที่ใช้สำหรับแต่ละกิจกรรม

ขั้นตอนที่ 2 จาก 14 ขั้นตอนการทำงานทั้งหมด ทำการแบ่งงานของแต่ละคนและจัดหมวดหมู่ให้ชัดเจนว่าเป็นการปรับตั้งภายนอกและการปรับตั้งภายใน

ขั้นตอนที่ 3 แปลงงานของแต่ละคนที่เป็นการปรับตั้งภายในให้เป็นการปรับตั้งภายนอกซึ่งสามารถทำในขณะที่เครื่องจักรยังทำงานอยู่ได้

ขั้นตอนที่ 4 ทำการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานทั้งการปรับตั้งภายในและการปรับตั้งภายนอกโดยการจัดทำที่วางเครื่องมือที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักร เช่น บล็อคขันสกรู ให้สามารถหยิบใช้งานได้สะดวก และใช้สปาเกตตี้ไดอะแกรม (Spaghetti Diagrams) ในการแสดงถึงการเคลื่อนไหวที่สูญเปล่าและซ้ำซ้อนที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติงานของพนักงาน และทำการปรับปรุงแก้ไข และมีการใช้วิธีการปฏิบัติงานแบบคู่ขนาน (Parallel Operations) เพื่อลดเวลาในการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนที่ 5 ดำเนินการกำหนดเป็นมาตรฐานการทำงานทั้งงานภายใน และงานภายนอกและจัดทำเป็นเอกสารให้กับพนักงานได้ปฏิบัติตาม

ขั้นตอนที่ 6 เริ่มดำเนินการตามการแก้ไขปรับปรุงและมาตรฐานที่กำหนด เพื่อการประเมิน ผลและการปรับปรุงมาตรฐานการทำงานให้ดีขึ้นต่อไป

ซึ่งจากการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามหลักการ SMED ได้ผลคือ ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตยาจาก 0.3 mg Generic ไปเป็น 0.15 mg Branded คิดเป็นการลดเวลาได้ 75 % และในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตยาจาก 0.15 mg Generic ไปเป็น 0.3 mg Generic คิดเป็นการลดเวลาได้ 73 %

อันโตนิโอ คาร์ริโซ โมเรร่า; กิล คัมโพส ซิลวา เพียส (Antonio Carrizo Moreira, Gil Campos Silva Pais. 2011) ได้ศึกษาการนำแนวคิดและเทคนิค SMED เข้าไปใช้ในบริษัทผลิตแม่พิมพ์ชื่อ ALFA ตั้งอยู่ในภาคเหนือของประเทศโปรตุเกส ซึ่งมีลูกค้าหลักเป็นสมาชิกกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์ในยุโรป โดยแบ่งเครื่องจักรที่ทำการศึกษาเป็น 3 กลุ่มคือ Low-End Range, Medium-End Range และ High-End Range การศึกษาครั้งนี้ผู้ทำการศึกษาได้แบ่งการนำเทคนิคมาใช้ในการปรับปรุงการปฏิบัติงานออกเป็น 6 ขั้นตอน คือ

1. การวิเคราะห์การดำเนินงานการติดตั้งในพื้นที่ปฏิบัติงาน โดยบันทึกกระบวนการติดตั้งทั้งหมดและอธิบายการดำเนินงานการติดตั้ง การจับเวลาการติดตั้งและวัดการเคลื่อนย้ายของ Die

2. แยกแยะระหว่างการปรับตั้งภายในและการปรับตั้งภายนอก

3. แปลงการปรับตั้งภายในให้เป็นการปรับตั้งภายนอก

4. ปรับปรุงทุกแง่มุมของการดำเนินการปรับตั้งเพื่อให้บรรลุผลงานได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้น และมีความปลอดภัย

5. ประเมินผลของวิธีการดำเนินการ

6. การเตรียมการเผยแพร่วิธีการเทคนิค SMED ไปยังบริษัทอื่นๆ ในกลุ่มอุตสาหกรรม

หลังจากนำเทคนิค SMED มาใช้ปรับปรุงขั้นตอนการทำงานสามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรประเภท Low-End Range ลดลง 46% เครื่องจักรประเภท Medium-End Range ลดลง 44% และเครื่องจักรประเภท High-End Range ลดลง 32% และผู้ศึกษาได้อธิบายถึงการนำผลความสำเร็จของการนำเทคนิค SMED มาใช้ในการปรับปรุงการปรับตั้งเครื่องจักรให้กับบริษัทในกลุ่มอุตสาหกรรม ต้องมีการจัดอบรมพนักงานผู้ปฏิบัติงานโดยตรงในการปรับตั้งเครื่องจักรตลอดจนหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเช่น ผู้จัดการฝ่ายผลิต ฝ่ายคุณภาพ และฝ่ายซ่อมบำรุง จัดตั้งทีมขึ้นมาอย่างชัดเจนในการดำเนินการนำเทคนิค SMED มาใช้ในการปรับปรุง บุคลากรในทีมที่มาจากหลายหน่วยงานจะสามารถให้คำแนะนำที่ดีเพื่อให้การนำเทคนิค SMED มาใช้บรรลุผลได้ตามเป้าหมายที่วางไว้

เบรน ที มิเชล (Brian T. Michels. 2007) ได้วิจัยเกี่ยวกับการนำเทคนิค SMED มาประยุกต์ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักรกับโรงงานกรณีศึกษาในแผนกผลิตที่โรงงาน เมนิทูวอค ของบริษัท ครูเกอร์อินเตอร์เนชั่นแนล (KI) ในส่วนของการ Punch และ Press ของการผลิตดายที่มีขนาดตั้งแต่ 60 ตันถึง 110 ตัน ผู้วิจัยได้ดำเนินการประยุกต์ใช้วิธีการ SMED ตามลำดับขั้นตอนเริ่มจากการเก็บข้อมูลและจับเวลาการการปรับตั้งทั้งหมดในสภาพปัจจุบันของบริษัท โดยใช้กล้องวีดีโอบันทึกการปฏิบัติงานทุกขั้นตอน และใช้ผังแสดงเวลาของแต่ละงานย่อยเพื่อช่วยให้ง่ายในการปรับปรุงการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอน รวมทั้งการบันทึกระยะทางในการเคลื่อนย้ายดายจากพื้นที่จัดเก็บมายังพื้นที่ปฏิบัติงานโดยใช้รถยกโฟคลิฟ จากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ในแต่ละงานย่อยของการปรับตั้ง เพื่อระบุว่างานใดเป็นการปรับตั้งภายในและงานใดเป็นการปรับตั้งภายนอก รวมทั้งการคำนวณเวลาการปฏิบัติงานของแต่ละบุคคลของพนักงาน เมื่อแยกประเภทของงานทั้งสองประเภทได้แล้ว จากนั้นดำเนินการแปลงการปรับตั้งภายในให้เป็นการปรับตั้งภายนอกเท่าที่เป็นไปได้ และดำเนินการลดเวลารวมของการดำเนินการปรับตั้งภายในและการปรับตั้งภายนอกที่ยังคงเหลืออยู่ทั้งหมด เมื่อดำเนินการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานทั้งหมดแล้ว ผู้วิจัยได้จัดทำขั้นตอนการปฏิบัติงานให้เป็นมาตรฐานการทำงานที่ชัดเจน

การวิจัยการประยุกต์ใช้วิธีการ SMED เพื่อลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรครั้งนี้พบว่าสามารถลดเวลารวมในการปรับตั้งเครื่องจักรลงได้จาก 30.4 นาที ลดลงเหลือ 9.68 นาที

คิดเป็นเปอร์เซ็นของเวลาที่สามารถลดได้คือ 68% และยังสามารถลดกำลังคนในการปรับตั้งเครื่องจักรจาก 3 คนเหลือเพียง 1 คน จากการลดขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ไม่เกิดมูลค่าออกไป

อนา โซเฟีย อัลเวส (Ana Sofia Alves. 2009) ได้ศึกษาการนำเทคนิค SMED มาใช้ปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรกับ Plastic Injection Machines ในอุตสาหกรรมยานยนต์ ผู้ศึกษากล่าวว่าในการนำเทคนิค SMED มาใช้ให้ประสบผลสำเร็จนั้นสามารถใช้ร่วมกับเครื่องมือในด้านสถิติ และ Industrial Engineering การศึกษาได้แบ่งเครื่องจักรออกเป็น 2 กลุ่มตามความแตกต่างทางด้านส่วนประกอบของเครื่องจักร และจำนวนของพนักงานที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่อง จักร การศึกษาได้เก็บข้อมูลเวลาในแต่ละกลุ่มจำนวน 30 ตัวอย่างและใช้สมการทางสถิติหาค่าความแปรปรวนของข้อมูล จากนั้นผู้ศึกษาได้ทำการปรับปรุงขั้นตอนการปฏิบัติงานในแต่ละส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 แยกการปรับตั้งภายในและการปรับตั้งภายนอกออกจากกันอย่างชัดเจน

ส่วนที่ 2 การปฏิบัติงานแบบคู่ขนานเพื่อลดเวลาในการปฏิบัติงานโดยไม่จำเป็นเพราะการปฏิบัติงานใช้พนักงานเพียงคนเดียวแต่สามารถปฏิบัติงานได้ทั้งสองด้านของเครื่องจักร

ส่วนที่ 3 ลดเวลาการรอคอย กำหนดให้พนักงานที่ปฏิบัติงานแต่ละเครื่องเริ่มเดินเครื่องเองได้โดยไม่ต้องรอเจ้าหน้าที่ด้านเทคนิคเป็นผู้เริ่มเดินเครื่อง

ส่วนที่ 4 ลดเวลารอคอย จากการให้ความร้อนกับแม่พิมพ์โดยตรงจากกระบอก Cylinder ของเครื่องจักร

ส่วนที่ 5 จัดรถใส่เครื่องมือที่จำเป็นในการปรับตั้งเครื่องจักรให้พร้อมใช้งานได้อย่างสะดวก

ส่วนที่ 6 จัดการเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการปรับตั้งเครื่องจักรให้ลดน้องลงเพื่อความสะดวกในการใช้งาน

ส่วนที่ 7 ปรับปรุงการป้อนวัตถุดิบให้ง่ายและสะดวกทันต่อการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก

ผลการศึกษาการนำเทคนิค SMED มาใช้ปรับปรุงการปฏิบัติงานสามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรภายในได้ 44 % และลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรภายนอกได้ 30 %

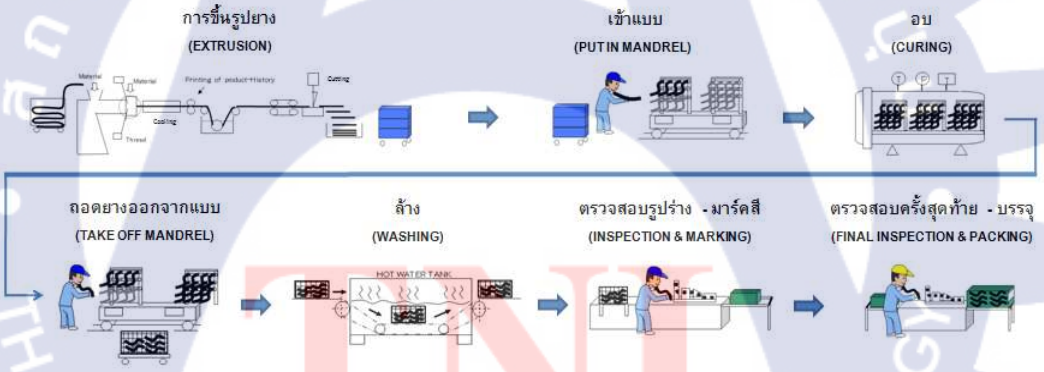
บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานสารนิพนธ์

ในการศึกษานี้ผู้ศึกษาได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา
2. ศึกษาสภาพปัญหาของขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักร และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและมาตรการแก้ไขปรับปรุง

ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษา

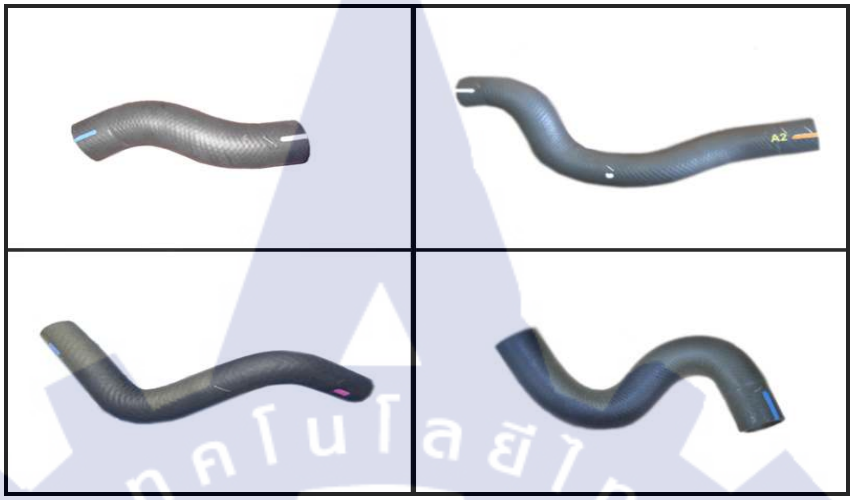
โรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์กรณีศึกษานี้ เป็นโรงงานที่ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ประเภทท่อยางในระบบระบายความร้อน (Water Hose) โดยส่งมอบให้ลูกค้าทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งในปัจจุบันมีกำลังการผลิตท่อน้ำรถยนต์ประมาณ 150,000 ชิ้น ต่อเดือน โดยกระบวนการผลิตท่อน้ำ สามารถอธิบายได้ตามผังการดำเนินงาน ดังรูปที่ 5



รูปที่ 7 กระบวนการผลิตท่อน้ำรถยนต์

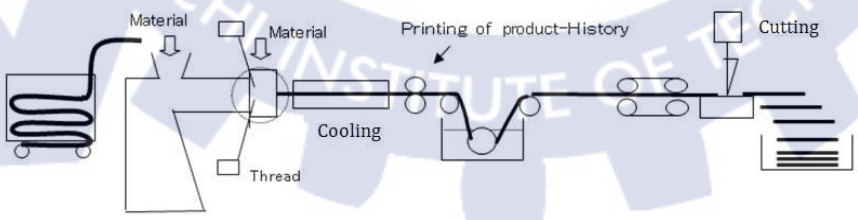
จากรูปที่ 7 ขั้นตอนการผลิตท่อน้ำรถยนต์เริ่มตั้งแต่กระบวนการขึ้นรูปยางแบบอัดรีด (Extrusion) ตามขนาดของท่อแต่ละประเภท จากนั้นจึงนำยางท่อนที่ได้จากการขึ้นรูปยางไปยัดเข้าแบบ (Put In Mandrel) ที่มีรูปร่างตามที่กำหนดไว้ แล้วจึงนำไปอบ (Curing) เพื่อให้ยางคงรูปตามรูปร่างของแบบ จากนั้นนำชิ้นงานออกจากแบบ (Take Off Mandrel) แล้วนำไปล้างทำความสะอาดด้วยน้ำร้อน (Washing) จากนั้นทำการตรวจสอบรูปร่างและลักษณะภายนอก แล้วจึงทำการมาร์คสี (Inspection & Marking) ตามที่ลูกค้ากำหนด จากนั้นจะดำเนินการตรวจสอบ

ครั้งสุดท้ายก่อนที่จะบรรจุลงกล่อง (Final Inspection & Packing) ซึ่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์ท่อน้ำรถยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 8



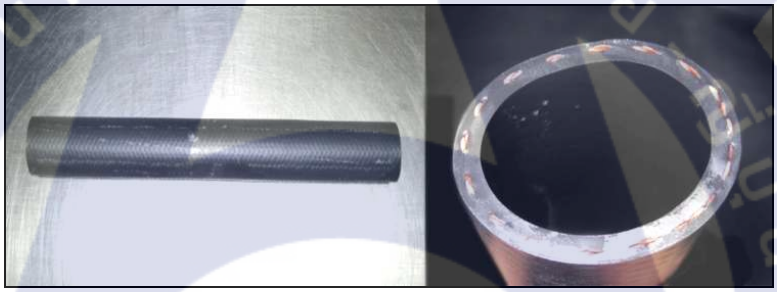
รูปที่ 8 ตัวอย่างท่อน้ำรถยนต์

ในกระบวนการผลิตกรณีศึกษานี้ จะศึกษาขั้นตอนที่มีความสำคัญมากขั้นตอนหนึ่งในการผลิตท่อน้ำรถยนต์ ซึ่งเป็นขั้นตอนต้นน้ำถ้าไม่ผ่านขั้นตอนนี้ก็ไม่สามารถดำเนินการในขั้นตอนอื่นต่อไปได้ คือขั้นตอนการขึ้นรูปแบบอัดรีด (Extrusion) เนื่องจากเป็นขั้นตอนแรกก่อนที่จะนำไปเข้ากระบวนการอบ (Curing) เพื่อขึ้นรูปในลักษณะต่างๆ ตามที่ลูกค้ากำหนดต่อไป โดยการขึ้นรูปยางท่อน้ำรถยนต์เป็นแบบการขึ้นรูปแบบอัดรีดโดยใช้เครื่องขึ้นรูปยางในรูปของโพรไฟรล์ หรือโครงร่างที่มีมิติรูปทรงยาวอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นเทคนิคการขึ้นรูปที่สำคัญมากที่สุดเทคนิคหนึ่งในอุตสาหกรรมยาง โดยเครื่องขึ้นรูปยางแบบอัดรีดมีหน้าที่หลัก 2 ประการ คือ การอัดดันยางคอมปาวด์ผ่านกระบอกและทำหน้าที่ทำให้เกิดแรงดันภายในเพื่ออัดดันให้วัสดุไหลผ่านหัวดายเพื่อให้ได้รูปทรงที่ต้องการ โดยขั้นตอนการขึ้นรูปแบบอัดไหลสามารถอธิบายได้ตามรูปที่ 9

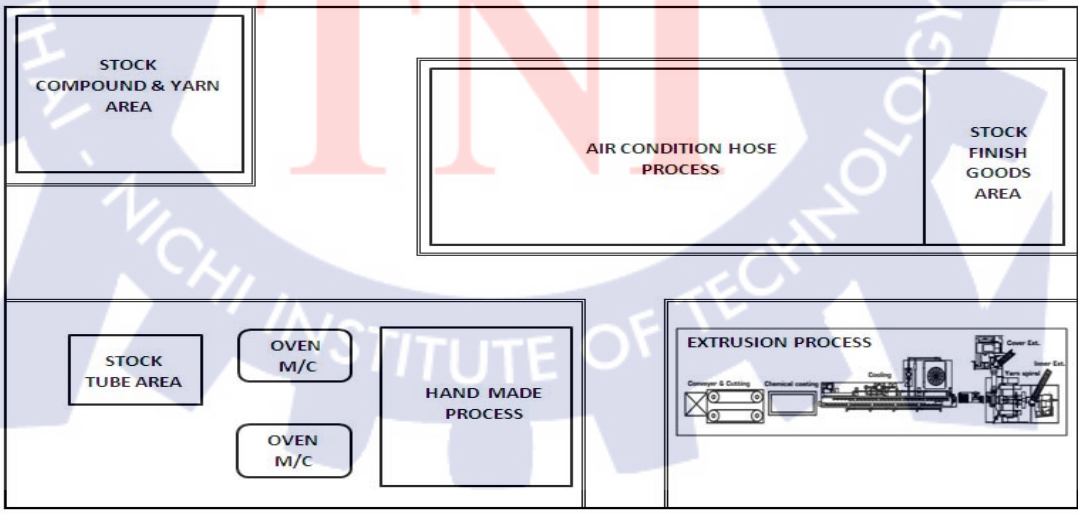


รูปที่ 9 กระบวนการขึ้นรูปแบบอัดรีด

จากรูปที่ 9 ขั้นตอนการขึ้นรูปนั้น จะใช้เครื่องขึ้นรูปที่เป็นกระบวนการขึ้นรูปแบบอัดรีดต่อเนื่อง สามารถส่งการไหลของยางคอมปาวด์ออกได้อย่างไม่ขาดสายโดยอาศัยหลักการส่งสารโดยการหมุนของเครื่อง โดยการทำงานเริ่มจากนำวัตถุดิบ (Material) หรือคอมปาวด์ (Compound) ที่เป็นส่วนผสมของยางและเคมีต่างๆ ที่นำมาผสมกันตามสูตรที่กำหนด ป้อนเข้าเครื่อง จากนั้นเครื่องจะผลักดันยางให้ไหลผ่านช่องที่เปิดเอาไว้ ซึ่งได้ประกอบติดตั้งดาย (Die) ดังนั้นลักษณะของยางที่ไหลออกมาจากช่องจะมีรูปร่างเป็นไปตามรูหน้าตัดของช่องที่เปิดเอาไว้ แต่ก็ไม่ได้มีขนาดเท่ากับรูที่เปิดไว้พอดี เนื่องจากยางที่ออกมาจะเกิดการพองตัวทำให้ได้ขนาดที่โตกว่า จากนั้นทำการเสริมแรงให้กับท่อยางโดยใช้ด้ายเสริมแรงถักพันรอบท่อตรงชั้นกลางจากนั้นท่อจะไหลอย่างต่อเนื่องผ่านห้องน้ำเย็น (Cooling) เพื่อให้ยางคงรูป จากนั้นท่อยางจะวิ่งผ่านจุดพิมพ์ล็อต วันที่ผลิต และท่อจะถูกตัดเป็นตามความยาวที่กำหนดไว้ เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการขึ้นรูปยางท่อน ซึ่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์ท่อน้ำรถยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 10 และพื้นที่ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการทำงานในโรงงานกรณีศึกษาแสดงในแผนผังดังรูปที่ 11



รูปที่ 10 ตัวอย่างยางท่อนที่ผ่านการขึ้นรูปจากเครื่องขึ้นรูปแบบอัดรีด



รูปที่ 11 แผนผังพื้นที่ปฏิบัติงานในโรงงานกรณีศึกษา

สภาพหน้างานของพื้นที่ปฏิบัติงานในโรงงานกรณีศึกษามีรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องขึ้นรูปแบบอัดรีด (Extrusion Process) ที่ใช้ในการศึกษาเป็นกระบวนการสำหรับขึ้นรูปยางประเภทท่อน้ำเท่านั้น ดังรูปที่ 12

รูปที่ 12 เครื่องขึ้นรูปแบบอัดรีดที่ใช้ในการศึกษา

2. พื้นที่จัดเก็บวัตถุดิบคอมปาวด์และด้าย (Stock Compound & Yarn Area) เป็นห้องจัดเก็บคอมปาวด์และด้ายเพื่อนำไปเข้ากระบวนการขึ้นรูป ดังรูปที่ 13

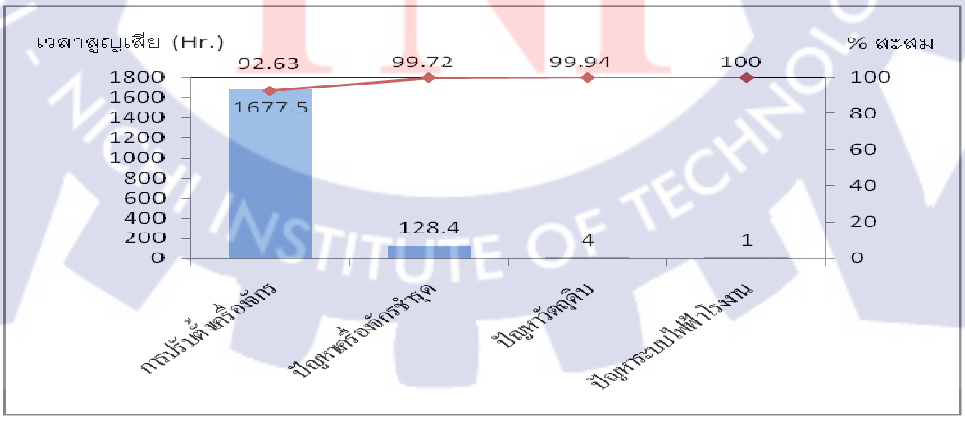
รูปที่ 13 พื้นที่จัดเก็บวัตถุดิบคอมปาวด์และด้าย

3. พื้นที่วางท่อยางหลังจากผ่านกระบวนการขึ้นรูปเพื่อรอเข้าสู่ขั้นตอนการอบต่อไป ดังรูปที่ 14

รูปที่ 14 พื้นที่วางท่อยางหลังจากผ่านกระบวนการขึ้นรูป

ศึกษาสภาพปัญหาของขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรและการเก็บรวบรวมข้อมูล

จากการศึกษาสภาพปัจจุบัน ของกระบวนการขึ้นรูปแบบอัดรีดของท่อยางประเภทท่อน้ำ พบว่า การใช้เครื่องจักรเพื่อขึ้นรูปท่อยางขนาดต่างๆ ตามใบสั่งผลิตจากฝ่ายควบคุมการผลิตที่ได้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้า และการขึ้นรูปยางในแต่ละครั้งต้องหยุดเครื่องจักรเพื่อทำการปรับตั้งดายตามขนาดของผลิตภัณฑ์ และปรับตั้งเครื่องจักรใหม่ทุกครั้ง ถ้าคำสั่งซื้อจากลูกค้ามีความหลากหลายของขนาดท่อมากขึ้น การปรับตั้งเครื่องจักรก็ต้องทำบ่อยมากขึ้นด้วยเช่นกัน ส่งผลให้สูญเสียเวลาในการผลิตมากขึ้น ดังนั้นการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรให้น้อยลงจะทำให้การวางแผนการผลิต มีความยืดหยุ่นได้ดีขึ้นต่อคำสั่งซื้อของลูกค้าที่มีความหลากหลายมากขึ้น ซึ่งจากการเก็บข้อมูลเวลาของการหยุดเดินเครื่องทั้งหมดในกระบวนการผลิต เพื่อค้นหาสาเหตุหลักของการสูญเสียด้านเวลาตั้งแต่เดือน มิถุนายน - ธันวาคม 2555 พบว่า เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรมีสัดส่วนสูงที่สุดคือ 92.63 % แสดงดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 แผนภูมิพาเรโตแสดงเปอร์เซ็นการสูญเสียเวลาของเครื่องจักรที่ทำการศึกษา

จากนั้นผู้ศึกษาได้ดำเนินการตามขั้นตอนของ SMED ทั้ง 3 ขั้นตอนและใช้แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Charts) ทำการบันทึกลำดับขั้นตอนการทำงาน ระยะทางการเคลื่อนที่ พร้อมทั้งจับเวลาแต่ละขั้นตอนของการปรับตั้งเครื่องจักรทั้งก่อนและหลังปรับปรุง

ขั้นที่ 1 แยกแยะระหว่างการปรับตั้งภายในและการปรับตั้งภายนอก

ผู้ศึกษาได้ใช้เครื่องมือทางด้าน IE คือ แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) มาทำการบันทึกและระบุขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักร ตลอดจนใช้แยกแยะระหว่างการปรับตั้งภายในและการปรับตั้งภายนอก ดังแสดงในตารางที่ 2 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) ก่อนการปรับปรุง และตารางที่ 3 แสดงขั้นตอนการปรับตั้งภายในและการปรับตั้งภาย นอกในกระบวนการปัจจุบัน

ตารางที่ 2 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) ก่อนการปรับปรุง

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ
Flow Process Chart

ผลิตภัณฑ์ : Water Hose
กิจกรรม : Extrusion
การทำงาน : (ปัจจุบัน) / ปรับปรุง

สรุปผล			
Activity	ปัจจุบัน	หลังปรับปรุง	ลดลง
ปฏิบัติงาน (นาที)	67.3		
เคลื่อนย้าย (นาที)	55		
รอ (นาที)	30		
ตรวจสอบ (นาที)	-		
เก็บ (นาที)	-		
รวมเวลา (นาที)	152.3		
รวมระยะทาง (เมตร)	469		

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
1	เดินไปเอารถเข็นใส่เครื่องมือมายังเครื่องจักรที่ปรับตั้ง	10	3.0	○	⇨	D	□	▽	
2	ตัดเส้นด้ายออกทั้งหมด		0.7	●	⇨	D	□	▽	
3	ถอยชุดจานถักด้ายออกจากชุด Die Cover		1.0	●	⇨	D	□	▽	
4	ถอดจานครอบชุดร้อยด้ายออก		0.2	●	⇨	D	□	▽	

ตารางที่ 2 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
				○	⇨	D	□	▽	
5	ถอดชุด Die inner		2.0	●	⇨	D	□	▽	
6	ถอดทำความสะอาดรังผึ้งและเปลี่ยนตะแกรง		4.2	●	⇨	D	□	▽	
7	ประกอบชุดรังผึ้งเข้ากับกระบอกสกรู		1.0	●	⇨	D	□	▽	
8	ประกอบชุด Die inner (New size)		1.3	●	⇨	D	□	▽	
9	ประกอบฝาครอบชุดร้อยด้าย		0.7	●	⇨	D	□	▽	
10	ถอดน็อตล็อคชุด Cover ออกทั้งหมด		1.5	●	⇨	D	□	▽	
11	ใช้อุปกรณ์พิเศษดึงฝาครอบ Cover ออก		0.8	●	⇨	D	□	▽	
12	ทำความสะอาดฝาครอบและ Die Cover		1.4	●	⇨	D	□	▽	
13	เปลี่ยน O Ring และ แหวน Die Cover		1.4	●	⇨	D	□	▽	
14	ถอดกระบอกสกรูออกจากชุด Die Cover		0.7	●	⇨	D	□	▽	
15	ถอดทำความสะอาดรังผึ้งและเปลี่ยนตะแกรง		4.0	●	⇨	D	□	▽	
16	ประกอบกระบอกสกรูเข้ากับชุด Die Cover		0.9	●	⇨	D	□	▽	
17	เดินไปหยิบวัตถุดิบคอมปาวด์ ที่ Stock	133	15.0	○	➡	D	□	▽	
18	เดินไปหยิบด้าย (Yarn) จากพื้นที่จัดเก็บ	133	15.0	○	➡	D	□	▽	
19	เปลี่ยนหลอดด้ายทั้งหมด		21.5	●	⇨	D	□	▽	
20	ป้อน Material Compound เข้าเครื่อง		3.0	●	⇨	D	□	▽	
21	ร้อยเส้นด้ายเข้ากับจานร้อยด้ายเครื่องถักด้าย		2.1	●	⇨	D	□	▽	

ตารางที่ 2 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
				○	⇨	D	□	▽	
22	เลื่อนชุดจานถักด้ายเข้าเชื่อมต่อกับชุด Die Cover		1.0	●	⇨	D	□	▽	
23	ร้อยเส้นด้ายเข้ากับจานร้อยด้ายที่ Die Cover		2.3	●	⇨	D	□	▽	
24	ปรับตั้ง Alignment ระหว่าง Die Inner & Cover		3.3	●	⇨	D	□	▽	
25	ประกอบฝาครอบ Die Cover และปรับตั้ง Alignment		4.4	●	⇨	D	□	▽	
26	ปรับ condition ต่างๆ ของเครื่อง Cover		1.0	●	⇨	D	□	▽	
27	อุ่นชุด Die Inner & Cover		30.0	○	⇨	●	□	▽	
28	นำกล่องด้าย และกล่องคอมปาวด์เปล่าไปเก็บที่พื้นที่จัดเก็บ	133	15.0	○	➡	D	□	▽	
29	เดินเพื่อนำท่อยาง (Tube) ไปเก็บที่ Stock	60	7.0	○	➡	D	□	▽	
30	พันชุดเส้นด้ายทั้งหมดเข้ากับท่อยาง และเริ่มเดินเครื่อง		2.3	●	⇨	D	□	▽	
31	ปรับตั้งให้ได้ขนาดท่อยางตามขนาดที่กำหนด		4.6	●	⇨	D	□	▽	
	รวม	469	152.3						

จากนั้นผู้ศึกษาได้ทำการศึกษากระบวนการปัจจุบัน เพื่อพิจารณาว่าขั้นตอนใดที่เป็นการปรับตั้งภายนอกและขั้นตอนใดที่เป็นการปรับตั้งภายใน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงขั้นตอนการปรับตั้งภายในและภายนอกในกระบวนการปัจจุบัน

ผลิตภัณฑ์ : Water Hose
กิจกรรม : Extrusion
วิธีทำงาน : ปัจจุบัน / ปรับปรุง

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	Internal	External
1	เดินไปเอารถเข็นใส่เครื่องมือมายังเครื่องจักรที่ปรับตั้ง	◉	
2	ตัดเส้นด้ายออกทั้งหมด	◉	
3	ถอยชุดจานถักด้ายออกจากชุด Die Cover	◉	
4	ถอดจานครอบชุดร้อยด้ายออก	◉	
5	ถอดชุด Die inner	◉	
6	ถอดทำความสะอาดรังผึ้ง และเปลี่ยนตะแกรง	◉	
7	ประกอบชุดรังผึ้งเข้ากับกระบอกสกรู	◉	
8	ประกอบชุด Die inner (New size)	◉	
9	ประกอบฝาครอบชุดร้อยด้าย	◉	
10	ถอดน็อตล็อคชุด Cover ออกทั้งหมด	◉	
11	ใช้อุปกรณ์พิเศษดึงฝาครอบ Cover ออก	◉	
12	ทำความสะอาดฝาครอบ และ Die Cover	◉	
13	เปลี่ยน O Ring และแหวน Die Cover	◉	
14	ถอดกระบอกสกรูออกจากชุด Die Cover	◉	
15	ถอดทำความสะอาดรังผึ้ง และเปลี่ยนตะแกรง	◉	
16	ประกอบกระบอกสกรูเข้ากับชุด Die Cover	◉	
17	เดินไปหยิบวัตถุดิบคอมปาวด์ที่ Stock	◉	
18	เดินไปหยิบด้าย (Yarn) จากพื้นที่จัดเก็บ	◉	
19	เปลี่ยนหลอดด้ายทั้งหมด	◉	
20	ป้อน Material Compound เข้าเครื่อง	◉	
21	ร้อยเส้นด้ายเข้ากับจานร้อยด้ายเครื่องถักด้าย	◉	
22	เลื่อนชุดจานถักด้ายเข้าเชื่อมต่อกับชุด Die Cover	◉	

ตารางที่ 3 แสดงขั้นตอนการปรับตั้งภายในและภายนอกในกระบวนการปัจจุบัน (ต่อ)

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	Internal	External
23	ร้อยเส้นด้ายเข้ากับจานร้อยด้ายที่ Die Cover	◉	
24	ปรับตั้ง Alignment ระหว่าง Die Inner & Cover	◉	
25	ประกอบฝาครอบ Die Cover และ ปรับตั้ง	◉	
26	ปรับ condition ต่างๆ ของเครื่อง Cover	◉	
27	อุ่นชุด Die Inner & Cover	◉	
28	นำกล่องด้าย และกล่องคอมปาวด์เปล่าไปเก็บที่พื้นที่จัดเก็บ	◉	
29	เดินเพื่อนำท่อยาง (Tube) ไปเก็บที่ Stock	◉	
30	พันชุดเส้นด้ายทั้งหมดเข้ากับท่อยาง และเริ่มเดินเครื่อง	◉	
31	ปรับตั้งให้ได้ขนาดท่อยางตามขนาดที่กำหนด	◉	

จากการศึกษาและเก็บข้อมูลการปฏิบัติงานปัจจุบันพบว่า ขั้นตอนในการปรับตั้งเครื่องจักรจำนวน 31 ขั้นตอน ดังแสดงในตารางที่ 2 (แผนภูมิกระบวนการไหลของการปฏิบัติงานในปัจจุบัน) และจากตารางที่ 3 (แสดงขั้นตอนการปรับตั้งภายในและภายนอกในกระบวนการปัจจุบัน) จะเห็นว่าขั้นตอนการปฏิบัติงานทุกขั้นตอนดำเนินการหลังจากที่เครื่องจักรหยุดหมดแล้วซึ่งเป็นการปรับตั้งเครื่องจักรภายใน จึงทำให้เวลารวมที่ใช้ในการปรับตั้งที่สูงถึง 152.3 นาที และขั้นตอนที่ 1, 17, 18, 27, 28 และ 29 ผู้ศึกษาพิจารณาแล้วสามารถแยกออกและแปลงเป็นการปรับตั้งภายนอกได้

รายละเอียดการศึกษางาน (Work Study) เช่น การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือได้ข้อมูลดังภาคผนวก ก ซึ่งการศึกษางานและจับเวลานั้น มักมีผลโดยตรงกับผู้ปฏิบัติงานทำให้เกิดความกังวลจนทำให้เวลาที่ได้เร็วไปหรือช้าไป และบางครั้งพนักงานปฏิบัติงานไม่ตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังนั้นจึงควรทำความเข้าใจและอธิบายให้ผู้ปฏิบัติงานทราบถึงเหตุผลในการจับเวลาเพื่อให้เกิดความเข้าใจ และปฏิบัติงานได้ตามมาตรฐานที่กำหนดในสภาพงานปกติตามการศึกษาวิธีการ (Method Study) จากนั้นจึงเริ่มจับเวลาตามขั้นตอนปกติ

ขั้นที่ 2 แปลงการปรับตั้งภายในให้เป็นการปรับตั้งภายนอก

ผู้ศึกษาได้นำตารางที่ 2 แผนภูมิกระบวนการไหลมาทำการพิจารณาร่วมกับหัวหน้างานและพนักงาน พบว่า กระบวนการบางขั้นตอนการปฏิบัติงานนั้นสามารถดำเนินการได้ล่วงหน้าก่อนที่เครื่องจักรจะหยุดเพื่อทำการปรับตั้ง ซึ่งรวมถึงการจัดเตรียมชิ้นส่วนและเครื่องมือไปไว้ใกล้ๆ กับเครื่องจักร โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติงานที่สามารถกระทำก่อนเครื่องจักรหยุด ดังนี้

การปฏิบัติงานลำดับที่ 1 เดินไปเอารถเข็นใส่เครื่องมือมายังเครื่องจักรที่ปรับตั้ง

การปฏิบัติงานลำดับที่ 17 เดินไปหยิบวัตถุดิบคอมปาวด์ที่ Stock

การปฏิบัติงานลำดับที่ 18 เดินไปหยิบด้าย (Yarn) จากพื้นที่จัดเก็บ

การปฏิบัติงานลำดับที่ 27 อุ่นชุดดาย Inner & Cover

การปฏิบัติงานลำดับที่ 28 นำกล่องด้าย และกล่องคอมปาวด์เปล่า ไปเก็บที่พื้นที่จัดเก็บ

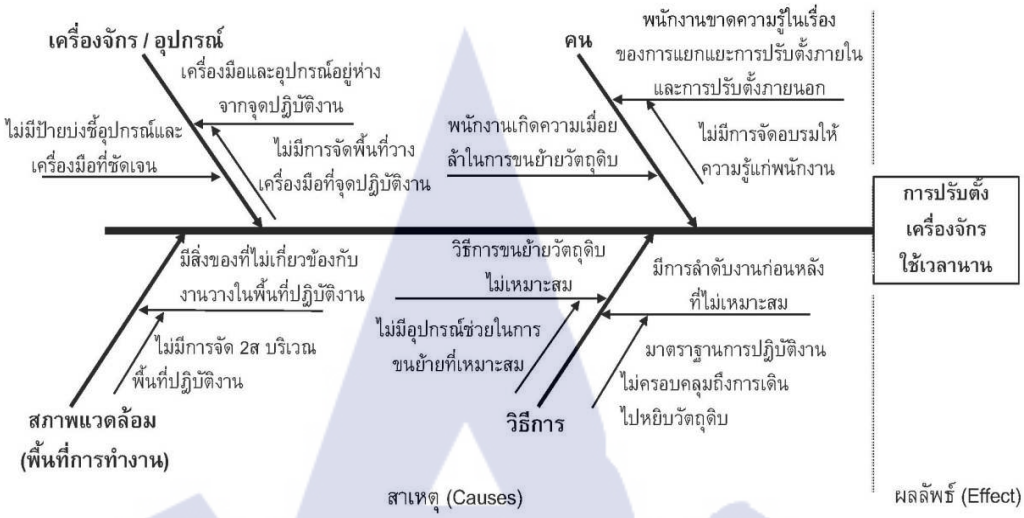
การปฏิบัติงานลำดับที่ 29 เดินเพื่อนำท่อยาง (Tube) ไปเก็บที่ Stock

เนื่องจากพื้นที่จัดเก็บคอมปาวด์และด้ายอยู่ห่างจากพื้นที่ปฏิบัติงาน และบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานไม่สามารถจัดพื้นที่เพื่อวางคอมปาวด์และด้าย จึงทำให้พนักงานต้องเดินไปหยิบ

ศึกษาวิธีวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและมาตรการแก้ไขปรับปรุง

วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

จากการศึกษากระบวนการปฏิบัติงานสภาพปัจจุบัน พบว่า ในบางขั้นตอนใช้เวลานานเกินไป และในบางขั้นตอนก็ไม่จำเป็นต้องรอให้เครื่องจักรหยุดก่อนแล้วจึงปฏิบัติงาน ดังนั้นจึงได้จัดประชุมร่วมกันเพื่อระดมสมอง ประกอบด้วย ผู้ศึกษา พนักงานปฏิบัติงานหน้างานจริง ผู้ปรับตั้งเครื่องจักร รองหัวหน้า หัวหน้างาน และผู้จัดการฝ่ายผลิต เป็นผู้ร่วมวิเคราะห์หาสาเหตุ โดยผู้ศึกษาได้เลือกใช้แผนผังก้างปลาหรือแผนผังสาเหตุและผลเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับสาเหตุ จากการระดมสมองแลกเปลี่ยนความคิดเห็นได้ผลดังแสดงในรูปที่ 16



รูปที่ 16 แผนผังก้างปลาแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาและสาเหตุ

<u>มาตรการแก้ไขปรับปรุง</u>

ขั้นตอนการปฏิบัติงานดังกล่าวข้างต้นนั้น ผู้ศึกษาได้ใช้หลักการของ ECRS เป็นแนวทางในการปรับปรุง การกำจัด (Elimination) การรวมกัน (Combination) การจัดใหม่ (Rearrangement) และการทำให้ง่าย (Simplification) เพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการปฏิบัติงานดังต่อไปนี้

การปฏิบัติงานลำดับที่ 1 เดินไปเอารถเข็นใส่เครื่องมือมายังเครื่องจักรที่ปรับตั้ง สามารถเปลี่ยนการเดินไปเอารถเข็นใส่เครื่องมือมายังเครื่องจักรที่ปรับตั้งของขั้นตอนนี้ ให้เป็นการปรับตั้งภายนอกไม่ต้องรอให้เครื่องจักรหยุดก่อน โดยกำหนดให้พนักงานเริ่มจัด เตรียมเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ไว้ก่อนล่วงหน้าที่เครื่องจักรจะหยุด และเนื่องจากเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักรนั้น ถูกจัดเก็บรวมกันไว้ในรถจัดเก็บเครื่องมือ และรวมกับเครื่องมืออื่นๆ ดังนั้น เมื่อถึงเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร พนักงานจึงต้องเดินไปเข็นรถจัดเก็บเครื่องมือมาไว้ที่หน้างาน รถจัดเก็บเครื่องมือดังแสดงในรูปที่ 17

รูปที่ 17 รถจัดเก็บเครื่องมือ

ผู้ศึกษาได้ปรับปรุงการใช้เครื่องมือง่ายและสะดวกขึ้น โดยใช้หลักการ ECRS หัวข้อการกำจัด (Elimination) การเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็นและไม่เกิดประโยชน์ของการเดินไปเอารถเข็นใส่เครื่องมือมายังจุดปรับตั้ง ใช้หัวข้อการทำให้ง่าย (Simplification) แยกเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ปรับตั้งเครื่องจักรออกมาจากเครื่องมือที่ไม่จำเป็นในรถจัดเก็บเครื่องมือ และจัดทำพื้นที่จัดเก็บเครื่องมือและป้ายชี้บ่งอย่างชัดเจนให้ใกล้กับบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงาน ดังแสดงในรูปที่ 18

การปรับปรุงครั้งนี้ได้ใช้หลักการ ECRS ดังกล่าวแล้วข้างต้นแต่ใช้เพียงเรื่องของการกำจัด (Elimination) และการทำให้ง่าย (Simplification) เท่านั้น โดยได้พิจารณาแล้วไม่เหมาะสมที่จะประยุกต์ใช้เรื่องของการรวมกัน (Combination) และการจัดใหม่ (Rearrangement) ในการปรับปรุงครั้งนี้เนื่องจากการเตรียมเครื่องมือไม่ได้มีวิธีการที่สลับซับซ้อนมากเกินไป

ผู้ศึกษาได้จัดทำรายการตรวจเช็ครายการเครื่องมือทุกอย่าง ที่ต้องใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักร เพื่อช่วยให้พนักงานสามารถตรวจเช็คจำนวนและความสมบูรณ์ของเครื่องมือก่อนที่เครื่องจักรจะหยุดก่อนเริ่มทำการปรับตั้งเครื่องจักร ซึ่งจะช่วยป้องกันความผิดพลาดในระหว่างการใช้เครื่องมือในขณะดำเนินการปรับตั้งเครื่องจักร รายการตรวจเช็คเครื่องมือที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักร ดังรูปที่ 19

รูปที่ 18 แสดงพื้นที่จัดเก็บเครื่องมือในพื้นที่ปฏิบัติงานหลังการปรับปรุง

ใบตรวจเช็คประจำวัน

แบบตรวจเช็คเครื่องมือที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักร

แผนก : .....
ฝ่าย : .....
วันที่ : .....
เวลา : .....
กะ : .....

M/C Name :
Process :
Product :

รูปภาพแสดงเครื่องจักร	ลำดับ	รายละเอียดเครื่องมือที่ใช้	จำนวน	ปกติ	ไม่ปกติ	ปัญหาที่พบ	หมายเหตุ/การแก้ไข
	1	ชุดประแจ 6 เหลี่ยม	1	ชุด			
	2	ประแจ 6 เหลี่ยมใหญ่เบอร์ 19	1	อัน			
	3	ชุดถอดตาย Cover	1	ชุด			
	4	บล็อคถอดหัว Tube	1	อัน			
	5	ชุดประแจปากตาย	1	ชุด			
	6	ชุดแหวนถอดหัวจรวด	1	ชุด			
	7	ตัวทีเบอร์ 14	1	อัน			
	8	มีดตัดยาง	1	อัน			
	9	กรรไกรตัดด้าย	1	อัน			
	10	ถุงมือ	1	คู่			
	11	ชุด Die Inner	1	ชุด			
	12	ชุด Die Cover	1	ชุด			

หน้าที่ของพนักงานประจำเครื่อง	สัญลักษณ์
1. ต้องตรวจเช็คตามหัวข้อที่กำหนดก่อนเริ่มปฏิบัติงานทุกครั้ง	☑ ปกติ
2. เครื่องมือผิดปกติหรือใช้งานไม่ได้แจ้งผู้บังคับบัญชาให้ทราบทันที	☒ ไม่ปกติ
3. การตรวจเช็คซ้ำอีกครั้งพร้อมพูดย้ำเครื่องมือ ปลอดภัย OK	

หมายเหตุ :	อนุมัติ	ตรวจสอบ	รายงาน

รูปที่ 19 รายการตรวจเช็คเครื่องมือที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักร

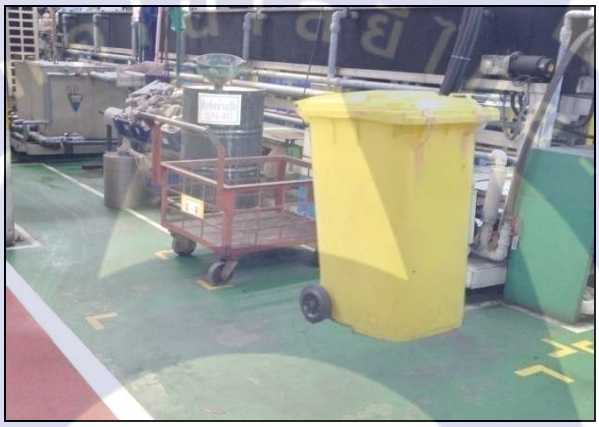
หลังจากการแก้ไขปรับปรุงการปฏิบัติงานลำดับที่ 1 เดินไปเอารถเข็นใส่เครื่องมือมายังจุดปรับตั้ง สรุปผลการปรับปรุงได้ตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สรุปผลการปรับปรุงในลำดับที่ 1

การปฏิบัติงาน		ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง		ผลการปรับปรุง
ลำดับ	รายละเอียด	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	
1	เดินไปเอารถเข็นใส่เครื่องมือมายังจุดปรับตั้ง	10	3	0	0	ลดเวลาได้ 3 นาที ลดระยะทางได้ 10 เมตรมีความง่ายในการใช้เครื่องมือ

การปฏิบัติงานลำดับที่ 17 เดินไปหยิบคอมปาวด์ ที่ Stock และการปฏิบัติงานลำดับที่ 18 เดินไปหยิบด้าย (Yarn) จากพื้นที่จัดเก็บ เนื่องจากบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานไม่สามารถจัดพื้นที่ไว้สำหรับวางสิ่งของต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานไว้อย่างเหมาะสม ทำให้ไม่มีพื้นที่วางสำหรับคอมปาวด์และด้ายที่ต้องใช้ในการผลิตครั้งต่อไป ส่งผลให้พนักงานต้องใช้เวลาและระยะทางในการเดินไปหยิบนาน ผู้ศึกษาใช้หลักการของ ECRS หัวข้อการกำจัด (Elimination) และการทำให้ง่าย (Simplification) กำจัดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็นและไม่เกิดประโยชน์ของการเดินไปหยิบคอมปาวด์ที่ Stock และการเดินไปหยิบด้าย (Yarn) จากพื้นที่จัดเก็บ และปรับปรุงพื้นที่ปฏิบัติงาน เพื่อให้สามารถใช้พื้นที่วางคอมปาวด์และดายไว้บริเวณใกล้กับพื้นที่ปฏิบัติงานสามารถหยิบใช้ได้ง่ายและสะดวก โดยกำหนดพื้นที่วางคอมปาวด์และตีเส้นเพื่อความชัดเจนพื้นที่ก่อนและหลังการปรับปรุงดังแสดงในรูปที่ 20 และ 21 จากนั้นทำการปรับปรุงพื้นที่สำหรับวางด้ายและจัดทำชั้นวางกล่องด้าย กำหนดให้มีป้ายชี้บ่งเพื่อให้เกิดความสะดวกในการหยิบใช้ให้เป็นแบบ First in -First Out โดยพื้นที่ก่อนและหลังการปรับปรุงดังแสดงในรูปที่ 22 และ 23 ตามลำดับ

รูปที่ 20 พื้นที่สำหรับวางคอมปาวด์ก่อนการปรับปรุง



รูปที่ 21 พื้นที่สำหรับวางคอมปาวด์หลังการปรับปรุง

รูปที่ 22 พื้นที่สำหรับวางด้ายก่อนการปรับปรุง

รูปที่ 23 พื้นที่สำหรับวางด้ายหลังการปรับปรุง

การปรับปรุงในส่วนนี้ได้ใช้หลักการ ECRS คือ เรื่องของการกำจัด (Elimination) และการทำให้ง่าย (Simplification) เนื่องจากเป็นการปฏิบัติงานที่พนักงานต้องเดินเคลื่อนที่เพื่อไปหยิบวัตถุดิบเป็นหลัก จึงใช้เพียง 2 หัวข้อก็เพียงพอต่อการลดเวลาการเคลื่อนที่ของพนักงานในส่วนนี้ได้ จากการศึกษาวิเคราะห์รายละเอียด พบว่า ไม่จำเป็นต้องใช้หลักการรวมกัน (Combination) และการจัดใหม่ (Rearrangement) เพื่อการปรับปรุง

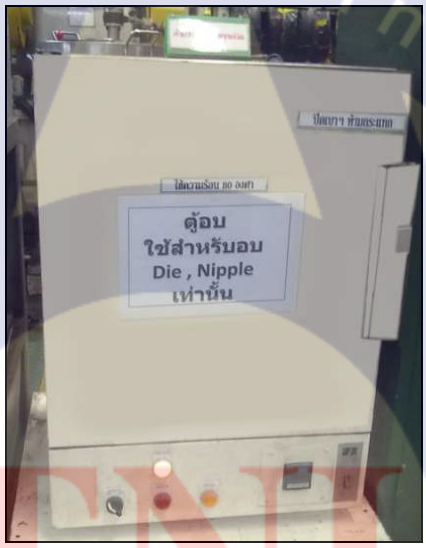
หลังจากการแก้ไขปรับปรุงการปฏิบัติงานลำดับที่ 17 เดินไปหยิบคอมปาวด์ ที่ Stock และการปฏิบัติงานลำดับที่ 18 เดินไปหยิบด้าย (Yarn) จากพื้นที่จัดเก็บ สามารถสรุปผลการปรับปรุงได้ตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สรุปผลการปรับปรุงในลำดับที่ 17 และ 18

การปฏิบัติงาน		**ก่อนปรับปรุง**		**หลังปรับปรุง**		**ผลการปรับปรุง**
ลำดับ	**รายละเอียด**	**ระยะทาง (เมตร)**	**เวลา (นาที)**	**ระยะทาง (เมตร)**	**เวลา (นาที)**	
17	เดินไปหยิบวัตถุดิบคอมปาวด์ที่ Stock	133	15	0	0	ลดเวลารวมได้ 15 นาที และลดระยะทางลงได้ 133 เมตร
18	เดินไปหยิบด้าย (Yarn) จากพื้นที่จัดเก็บ	133	15	0	0	ลดเวลารวมได้ 15 นาที และลดระยะทางลงได้ 133 เมตร

จากการพิจารณา พบว่า การปฏิบัติงานลำดับที่ 27 อุ่นชุดดาย Inner & Cover สามารถปฏิบัติงานก่อนที่เครื่องจักรจะหยุดได้ ซึ่งก่อนการปรับปรุงการให้ความร้อนจะเกิดขึ้นหลังจากที่การปรับตั้งเครื่องจักรแล้วเสร็จ โดยจะอุ่นให้อุณหภูมิของดายเท่ากับ 80 องศาเซลเซียส และใช้เวลาถึง 30 นาที

เนื่องจากการปฏิบัติงานส่วนนี้เป็นการรอคอยเป็นหลัก ผู้ศึกษาพิจารณาใช้หลักการ ECRS คือ เรื่องของการกำจัด (Elimination) เพื่อกำจัดการรอคอยของการอุ่นดาย และการทำให้ง่าย (Simplification) โดยจัดทำตู้อบชุดดายเพื่อนำมาใช้ในการอุ่นชุดดายให้ได้ตามอุณหภูมิที่กำหนด และกำหนดให้พนักงานนำชุดดายมาทำการอุ่นล่วงหน้าก่อนที่จะทำการปรับตั้งเครื่องจักรซึ่งตู้อบชุดดายแสดงดังรูปที่ 24 จากการประยุกต์ใช้หลักการเพียง 2 หัวข้อ สามารถลดเวลาการรอคอยได้เป็นอย่างดี ได้วิเคราะห์รายละเอียด พบว่าไม่จำเป็นต้องประยุกต์ใช้หัวข้อของการรวมกัน (Combination) และการจัดใหม่ (Rearrangement) ในการปรับปรุงครั้งนี้



รูปที่ 24 ตู้อบชุดดาย Inner & Cover

หลังจากการแก้ไขปรับปรุงในการปฏิบัติงานลำดับที่ 27 อุ่นชุดดาย Inner & Cover สามารถสรุปผลการปรับปรุงได้ตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สรุปผลการปรับปรุงการปฏิบัติงานลำดับที่ 27

การปฏิบัติงาน		ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง		ผลการปรับปรุง
ลำดับ	รายละเอียด	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	
27	อุ่นชุดตาย Inner & Cover	-	30	-	0	ลดเวลารวมได้ 30 นาที เนื่องจากทำก่อนเครื่องจักรหยุด

สำหรับหัวข้อการปฏิบัติงานลำดับที่ 28 นำกล่องด้าย และกล่องคอมปาวด์เปล่าไปเก็บที่พื้นที่จัดเก็บนั้น เนื่องจากได้ใช้หลักการ ECRS หัวข้อการกำจัด (Elimination) และหัวข้อการทำให้ง่าย (Simplification) ปรับปรุงพื้นที่ปฏิบัติงานแล้วจึงส่งผลให้ไม่ต้องเสียเวลาเดินนำกล่องเปล่าไปเก็บในพื้นที่เดิมอีก และการปฏิบัติงานลำดับที่ 29 เดินเพื่อนำท่อยาง (Tube) ไปเก็บที่ Stock นั้น ผู้ศึกษาใช้หลักการของ ECRS หัวข้อการจัดใหม่ (Rearrangement) จัดขั้นตอนการปฏิบัติงานใหม่ กำหนดให้พนักงานเดินเพื่อนำท่อยาง (Tube) ไปเก็บที่ Stock หลังจากทำการปรับตั้งเครื่องจักรเสร็จและสามารถเดินเครื่องผลิตชิ้นงานได้ตามปกติแล้ว

การปรับปรุงในส่วนนี้ผู้ศึกษาพิจารณาใช้หลักการ ECRS หัวข้อการจัดใหม่ (Rearrangement) เพียงหัวข้อเดียวมาประยุกต์ใช้เพื่อจัดลำดับงานใหม่ก็เพียงพอต่อการลดเวลาการปรับตั้ง

หลังจากการแก้ไขปรับปรุงขั้นตอนการปฏิบัติงานลำดับที่ 28 และ 29 สามารถสรุปผลการปรับปรุงได้ตามตารางที่ 7

ตารางที่ 7 สรุปผลการปรับปรุงการปฏิบัติงานลำดับที่ 28 และ 29

การปฏิบัติงาน		ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง		ผลการปรับปรุง
ลำดับ	รายละเอียด	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	
28	นำกล่องด้าย และกล่องคอมปาวด์ เก่าไปเก็บที่พื้นที่จัดเก็บ	133	15	0	0	ลดเวลาได้ 15 นาที ลดระยะทางลงได้ 133 เมตร
29	เดินเพื่อนำท่อยาง Tubeไปเก็บที่ Stock	60	7	60	0	ลดเวลารวมได้ 7 นาที เนื่องจากทำหลังจากปรับตั้งเครื่องจักรเสร็จแล้ว

<u>ขั้นที่ 3 ปรับปรุงการปรับตั้งเครื่องจักรทุกๆ กระบวนการงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น</u>

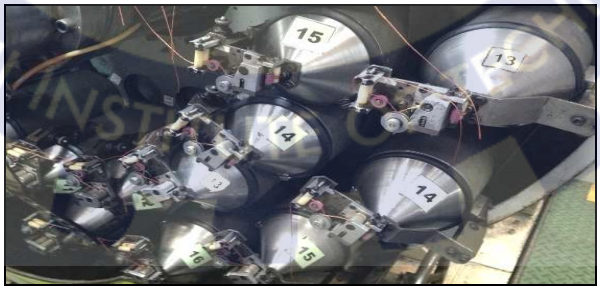
ในขั้นตอนนี้การปรับปรุงการปรับตั้งภายในและภายนอกที่ยังคงเหลืออยู่ ได้พิจารณาอย่างละเอียดอีกครั้ง โดยการพิจารณาทั้งหน้าที่ และจุดประสงค์ของการปฏิบัติงาน

<u>การปรับปรุงการปรับตั้งภายใน</u>

ขั้นตอนการปฏิบัติงานลำดับที่ 10 ถอดน็อตล็อคชุด Cover ออกทั้งหมด ผู้ศึกษาได้ใช้หลักการ ECRS หัวข้อการทำให้ง่าย (Simplification) โดยเปลี่ยนประแจขันน็อตจากเดิมขันได้ทางเดียวเปลี่ยนเป็นประแจแบบขันได้สองทาง (Ratchet Wrench) ทำให้ขันน็อตได้เร็วขึ้นและสะดวกยิ่งขึ้น ประแจขัน น็อตสองทางดังแสดงในรูปที่ 25

รูปที่ 25 ประแจขันน็อตสองทาง

ขั้นตอนการปฏิบัติงานลำดับที่ 19 เปลี่ยนหลอดด้ายทั้งหมด การปฏิบัติงานขั้นตอนการเปลี่ยนด้ายต้องหมุนจานหลอดด้ายเพื่อเปลี่ยนด้ายทีละหลอด ทำให้พนักงานต้องคอยจดจำว่าหลอดไหนเปลี่ยนแล้วหรือยังไม่ได้เปลี่ยน จึงเกิดความล่าช้าขึ้น ผู้ศึกษาได้ใช้หลักการ ECRS หัวข้อการทำให้ง่าย (Simplification) ทำการติดหมายเลขไว้ที่กระบอกบรรจุด้าย เพื่อบ่งชี้ลำดับของกระบอกบรรจุด้ายให้ชัดเจน และพนักงานทำงานง่ายและสะดวกขึ้นไม่เกิดความสับสนในขณะเปลี่ยนด้าย หมายเลขบ่งชี้กระบอกบรรจุด้ายดังรูปที่ 26



รูปที่ 26 หมายเลขบ่งชี้กระบอกบรรจุด้าย

ในการปรับตั้งภายในเพื่อให้มีความสมบูรณ์มากขึ้นได้ดำเนินการปรับปรุงดังนี้ การปรับตั้งเงื่อนไขต่างๆ ของเครื่องจักรเพื่อให้ได้ค่าที่ต้องการเช่นการปรับแต่งค่า Parameter ต่างๆ ตามมาตรฐานกำหนด และการกำจัดการปรับตั้งในจุดย่อยๆ ซึ่งสามารถลดการสูญเสียด้านเวลา และง่ายต่อพนักงานในการปฏิบัติงาน ผู้ศึกษาใช้หลักการของ ECRS หัวข้อการทำให้ง่าย (Simplification) จากการศึกษาพบว่า การปรับตั้งเครื่องจักรที่สามารถกำจัดได้โดยการใช้สเกลแบบตัวเลข (Numerical Scale) และการทำให้การตั้งค่าเป็นมาตรฐาน คือ การปรับตั้งระยะห่างของสายพานดึงท่อยางที่อยู่ในขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ 31 การปรับตั้งให้ได้ขนาดท่อยางตามมาตราฐานที่กำหนด ซึ่งต้องตั้งค่าระยะห่างในการดึงท่อยางที่มีขนาดแตกต่างกันไป โดยทำการกำจัดการปรับตั้งด้วยการจัดทำขีดบอกระยะ และกำหนดเป็นตัวเลขเพื่อเป็นค่ามาตรฐานทั้งในแนวตั้งและแนวนอนของการปรับตั้ง โดยขีดแสดงระยะสายพานดึงท่อยาง ดังแสดงในรูปที่ 27

รูปที่ 27 ขีดแสดงระยะสายพานดึงท่อยาง

<u>การปรับปรุงการปรับตั้งเครื่องภายนอก</u>

กิจกรรมการปฏิบัติงานในลำดับที่ 29 การเดินนำท่อยางไปเก็บที่ Stock พบว่า มีรถที่ใช้เคลื่อนย้ายมีความใหญ่และมีน้ำหนักมาก ทำให้เกิดความไม่สะดวกจากการเคลื่อนย้าย ผู้ศึกษาใช้หลักการของ ECRS หัวข้อการทำให้ง่าย (Simplification) ปรับปรุงวิธีการขนย้ายโดยจัดทำฐานวางกล่องบรรจุยางแบบมีล้อเพื่อง่ายและสะดวกในการเคลื่อนย้าย และสามารถเข็นเข้า Stock ได้โดยไม่ต้องยกกล่องลง ฐานวางกล่องบรรจุยางแบบมีล้อดังแสดงในรูปที่ 28

รูปที่ 28 ฐานวางกล่องบรรจุยางแบบมีล้อ

ในส่วนของการจัดการดูแลและรักษาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ และพร้อมใช้งานในครั้งต่อไป โดยเน้นรายละเอียดการจัดเก็บ การแบ่งแยกหมวดหมู่ และการบ่งชี้ดายแต่ละขนาดอย่างชัดเจน เพื่อให้ง่ายและสะดวกต่อการหยิบใช้งานและการบำรุงรักษา การปรับปรุงการจัดเก็บดายและการทำป้ายชี้บ่งที่ชัดเจน ได้ช่วยให้พนักงานสามารถหยิบนำดายไปใช้ได้อย่างสะดวกมากขึ้น และสามารถป้องกันการเกิดความเสียหายจากการถูกกระแทกจากอุปกรณ์อื่นๆ ได้เป็นอย่างดี การจัดเก็บดายก่อนและหลังการปรับปรุง ดังแสดงในรูปที่ 29 และ 30 ตามลำดับ

รูปที่ 29 การจัดเก็บดายก่อนการปรับปรุง

รูปที่ 30 ตู้จัดเก็บดายและการติดป้ายบ่งชี้ดายหลังการปรับปรุง

ในส่วนของการปรับปรุงการปรับตั้งเครื่องจักรทุกๆ กระบวนการงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผู้ศึกษาได้พิจารณาเลือกใช้หลักการทำให้ง่าย (Simplification) เพียงหลักการเดียวในการปรับปรุงเพื่อให้พนักงานสามารถทำการปรับตั้งได้ง่าย และสะดวกยิ่งขึ้น ส่วนหลักการการกำจัด (Elimination) การรวมกัน (Combination) และการจัดใหม่ (Rearrangement) พิจารณาแล้วไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการปรับปรุงในครั้งนี้ เนื่องจากเป็นการปรับปรุงในจุดย่อยๆ ของการปรับตั้งเครื่องจักร ดังนั้นการเลือกใช้หลักการทำให้ง่าย (Simplification) จึงเหมาะสมต่อการปรับปรุง

หลังการแก้ไขปรับปรุงสามารถสรุปผลการปรับปรุงในขั้นตอนที่ 3 ของ SMED ได้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 สรุปผลการปรับปรุงในขั้นตอนที่ 3 ของ SMED

การปฏิบัติงาน		ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง		ผลการปรับปรุง
ลำดับ	รายละเอียด	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	
10	ถอดน็อตล็อคชุด Cover ออกทั้งหมด	-	1.5	-	1.2	ลดเวลาได้ 0.3 นาที สามารถถอดน็อตล็อคได้อย่างสะดวก
19	เปลี่ยนหลอดด้ายทั้งหมด	-	21.5	-	18.0	ลดเวลาได้ 3.5 นาที
29	การเดินนำท่อยางไปเก็บที่ stock	60	-	60	-	สะดวกในการเคลื่อนย้ายและไม่ต้องออกแรงยกขึ้นยกลง
31	การปรับตั้งให้ได้ขนาดท่อยางตามมาตราฐานที่กำหนด	-	-	-	-	สะดวกในการปรับตั้งระยะสายพานดึงท่อยาง
-	การจัดเก็บชุดดาย	-	-	-	-	สามารถหยิบชุดดายไปใช้ได้อย่างสะดวกและง่ายต่อการดูแลรักษา

บทที่ 4
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาการลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรโดยใช้แผนภูมิการไหลของกระบวนการ การค้นหาปัญหา และแก้ไขปัญหาการใช้เวลามากในการปรับตั้งเครื่องจักรด้วยเทคนิค SMED ซึ่งได้มีการแยกแยะการปรับตั้งภายในและการปรับตั้งภายนอก และแปลงการปรับตั้งภายใน ให้เป็นการปรับตั้งภายนอก ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงขั้นตอนการปรับตั้งภายในและภายนอก หลังการปรับปรุง

ผลิตภัณฑ์ : Water Hose
กิจกรรม : Extrusion
วิธีทำงาน : ปัจจุบัน / ปรับปรุง

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	Internal	External
-	เดินไปเอารถเข็นใส่เครื่องมือมายังเครื่องจักรที่	-	-
1	ตัดเส้นด้ายออกทั้งหมด	◉	
2	ถอยชุดจานถักด้ายออกจาก ชุด Die Cover	◉	
3	ถอดจานครอบชุดร้อยด้ายออก	◉	
4	ถอดชุด Die inner	◉	
5	ถอดทำความสะอาดรังผึ้ง และเปลี่ยนตะแกรง	◉	
6	ประกอบชุดรังผึ้ง เข้ากับกระบอก สกรู	◉	
7	ประกอบชุด Die inner (New size)	◉	
8	ประกอบฝาครอบชุดร้อยด้าย	◉	
9	ถอดน็อตล็อคชุด Cover ออกทั้งหมด	◉	
10	ใช้อุปกรณ์พิเศษ ดึงฝาครอบ Cover ออก	◉	
11	ทำความสะอาดฝาครอบ และ Die Cover	◉	
12	เปลี่ยน O Ring และ แหวน Die Cover	◉	
13	ถอดกระบอกสกรูออกจากชุด Die Cover	◉	

ตารางที่ 9 แสดงขั้นตอนการปรับตั้งภายในและภายนอก หลังการปรับปรุง (ต่อ)

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	Internal	External
14	ถอดทำความสะอาดรังผึ้ง และเปลี่ยนตะแกรง	◉	
15	ประกอบกระบอกสกรูเข้ากับชุด Die Cover	◉	
-	เดินไปหยิบคอมปาวด์ที่ Stock	-	-
-	เดินไปหยิบด้าย (Yarn) จากพื้นที่จัดเก็บ	-	-
16	เปลี่ยนหลอดด้ายทั้งหมด	◉	
17	ป้อน Material Compound เข้าเครื่อง	◉	
18	ร้อยเส้นด้าย เข้ากับจานร้อยด้ายเครื่องถัก	◉	
19	เลื่อนชุดจานถักด้ายเข้าเชื่อมต่อกับชุด Die	◉	
20	ร้อยเส้นด้าย เข้ากับจานร้อยด้ายที่ Die	◉	
21	ปรับตั้ง Aligement ระหว่าง Die Inner & Cover	◉	
22	ประกอบฝาครอบ Die Cover และ ปรับตั้ง Aligement	◉	
23	ปรับ condition ต่างๆ ของเครื่อง Cover	◉	
-	อุ่นชุด Die Inner & Cover		◉
-	นำกล่องด้าย และกล่องคอมปาวด์เปล่าไปเก็บที่พื้นที่จัดเก็บ	-	-
-	เดินเพื่อนำท่อยาง Tube ไปเก็บที่ stock		◉
24	พันชุดเส้นด้ายทั้งหมดเข้ากับท่อยาง และเริ่มเดิน เครื่อง	◉	
25	ปรับตั้งให้ได้ขนาดท่อยางตามขนาดที่กำหนด	◉	

กิจกรรมทั้งหมดที่ถูกแปลงจากการปรับตั้งภายในให้เป็นการปรับตั้งภายนอกมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน และถูกกำจัดออก 4 ขั้นตอน จากนั้นนำมาจัดทำแผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Charts) หลังการปรับปรุง ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 10 รายละเอียดการศึกษางาน (Work Study) เช่น การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ ได้ข้อมูลดังภาคผนวก ข

ตารางที่ 10 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) หลังการปรับปรุง

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ
Flow Process Chart

ผลิตภัณฑ์ : Water Hose
กิจกรรม : Extrusion
การทำงาน : ปัจจุบัน / ปรับปรุง

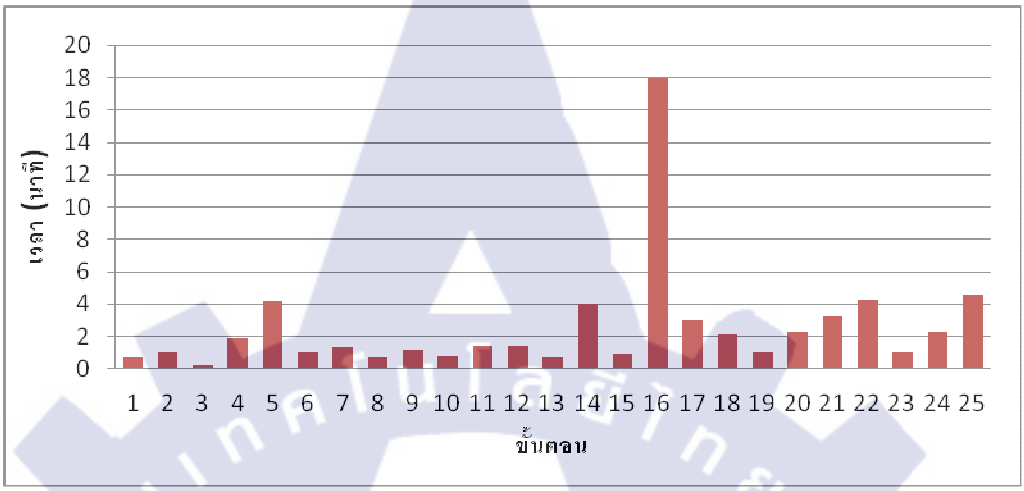
สรุปผล			
Activity	ปัจจุบัน	หลังปรับปรุง	ลดลง
ปฏิบัติงาน (นาที)	-	63.2	
เคลื่อนย้าย (นาที)	-	0	
รอ (นาที)	-	0	
ตรวจสอบ (นาที)	-	0	
เก็บ (นาที)	-	0	
รวมเวลา (นาที)	-	63.2	
รวมระยะทาง (เมตร)	-	0	

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
				○	⇨	D	□	▽	
1	ตัดเส้นด้ายออกทั้งหมด		0.7	●	⇨	D	□	▽	
2	ถอยชุดจานถักด้ายออกจาก ชุด Die Cover		1.0	●	⇨	D	□	▽	
3	ถอดจานครอบชุดร้อยด้ายออก		0.2	●	⇨	D	□	▽	
4	ถอดชุด Die inner		1.9	●	⇨	D	□	▽	
5	ถอดทำความสะอาดรังผึ้ง และเปลี่ยนตะแกรง		4.2	●	⇨	D	□	▽	
6	ประกอบชุดรังผึ้งเข้ากับกระบอกสกรู		1.0	●	⇨	D	□	▽	
7	ประกอบชุด Die inner (New size)		1.3	●	⇨	D	□	▽	
8	ประกอบฝาครอบชุดร้อยด้าย		0.7	●	⇨	D	□	▽	
9	ถอดน็อตล็อคชุด Cover ออกทั้งหมด		1.2	●	⇨	D	□	▽	
10	ใช้อุปกรณ์พิเศษ ดึงฝาครอบ Cover ออก		0.8	●	⇨	D	□	▽	
11	ทำความสะอาดฝาครอบและ Die Cover		1.4	●	⇨	D	□	▽	

ตารางที่ 10 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) หลังการปรับปรุง (ต่อ)

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
				○	⇨	D	□	▽	
12	เปลี่ยน O Ring และแหวน Die Cover		1.4	●	⇨	D	□	▽	
13	ถอดกระบอกสกรูออกจากชุด Die Cover		0.7	●	⇨	D	□	▽	
14	ถอดทำความสะอาดรังผึ้งและเปลี่ยนตะแกรง		4.0	●	⇨	D	□	▽	
15	ประกอบกระบอกสกรูเข้ากับชุด Die Cover		0.9	●	⇨	D	□	▽	
16	เปลี่ยนหลอดด้ายทั้งหมด		18.0	●	⇨	D	□	▽	
17	ป้อน Material Compound เข้าเครื่อง		3.0	●	⇨	D	□	▽	
18	ร้อยเส้นด้ายเข้ากับจานร้อยด้ายเครื่องถักด้าย		2.1	●	⇨	D	□	▽	
19	เลื่อนชุดจานถักด้ายเข้าเชื่อมต่อกับชุด Die Cover		1.0	●	⇨	D	□	▽	
20	ร้อยเส้นด้ายเข้ากับจานร้อยด้ายที่ Die Cover		2.3	●	⇨	D	□	▽	
21	ปรับตั้ง Alignment ระหว่าง Die Inner & Cover		3.2	●	⇨	D	□	▽	
22	ประกอบฝาครอบ Die Cover และปรับตั้ง		4.3	●	⇨	D	□	▽	
23	ปรับ condition ต่างๆ ของเครื่อง Cover		1.0	●	⇨	D	□	▽	
24	พันชุดเส้นด้ายทั้งหมดเข้ากับท่อยาง และเริ่มเดินเครื่อง		2.3	●	⇨	D	□	▽	
25	ปรับตั้งให้ได้ขนาดท่อยางตามขนาดที่กำหนด		4.6	●	⇨	D	□	▽	
	รวม		63.2						

ผู้ศึกษาได้นำเวลาหลังการแก้ไขปรับปรุงขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรมาแสดงเป็นกราฟเพื่อให้ง่ายต่อการพิจารณาความแตกต่างในการใช้เวลาแต่ละขั้นตอนดังรูปที่ 31 และจากการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรได้ผลสรุปดังตารางที่11

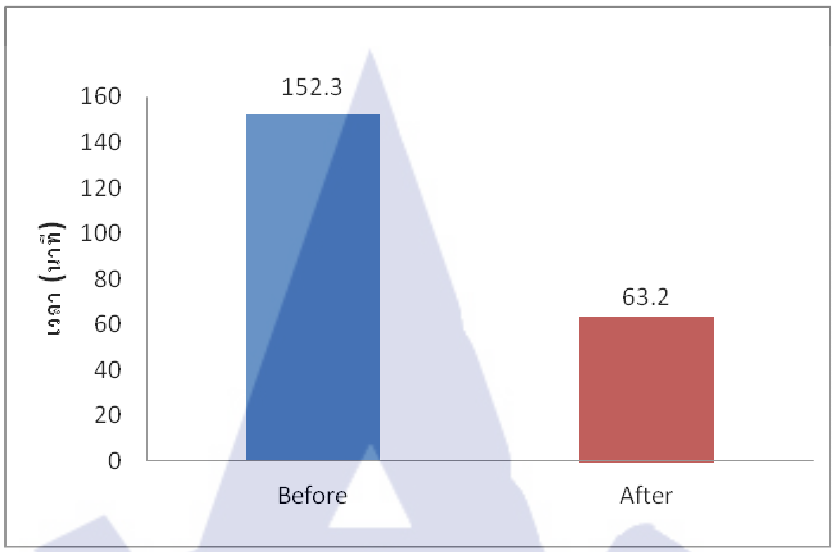


รูปที่ 31 กราฟแสดงเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรหลังการปรับปรุง

ตารางที่ 11 สรุปผลการแก้ไขปรับปรุงขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักร

รายละเอียด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	หมายเหตุ
ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักร	31 ขั้นตอน	25 ขั้นตอน	ลดลง 6 ขั้นตอน
ระยะทาง การเคลื่อนย้าย	469 เมตร	0 เมตร	กำจัดการเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็นออกไป
เวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักร	152.3 นาที	63.2 นาที	ลดลง 89.4 นาที คิดเป็น 58.5 %

แสดงกราฟเปรียบเทียบเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนและหลังปรับปรุงดังรูปที่ 32



รูปที่ 32 กราฟเปรียบเทียบเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนและหลังปรับปรุง

ผู้ศึกษาได้นำขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรหลังปรับปรุงมากำหนด เป็นมาตรฐานการปฏิบัติงาน แสดงดังรูปที่ 33 มาตรฐานการปฏิบัติงานการปรับตั้งเครื่องจักร และรูปที่ 34 มาตรฐานการปฏิบัติงานก่อนเริ่มและหลังการปรับตั้งเครื่องจักรเสร็จสิ้นแล้ว มาตรฐานทั้งสองฉบับ ได้ระบุขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรพร้อมภาพประกอบและระบุเวลาในแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติงานไว้อย่างชัดเจน ในแต่ละขั้นตอนยังได้ระบุรายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องมือ อุปกรณ์ และข้อควรระวังเกี่ยวกับความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน เพื่อให้พนักงานปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัยเพิ่มมากขึ้น

การจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานเพื่อประโยชน์หลัก 3 ข้อ คือ

1. ใช้สำหรับอบรมพนักงานใหม่เมื่อมีการเปลี่ยนพนักงานที่เกี่ยวข้องกับการปรับตั้งเครื่องจักร

2. ใช้สำหรับการฝึกอบรมในงาน (On The Job Training) ณ พื้นที่ปฏิบัติงานงานจริงโดยผู้สอนงาน

3. เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงครั้งต่อไป การปรับปรุงครั้งต่อไปจะได้พัฒนาจากการวิเคราะห์ การปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน

วิธีการปฏิบัติงาน WORK STANDARD	ชื่อชิ้นส่วน	WATER HOSE	ชื่อไลน์	Extrusion 3	รุ่น	-	WS.NO		1/3
	แผนก	GENERAL HOSE	กระบวนการ	Extrusion	เลขเครื่อง	3		Effective Date :	

ข้อกำหนดการสวมใส่อุปกรณ์ความปลอดภัยส่วนบุคคล: ■ รองเท้า SAFETY ■ ผ้าปิดจมูก ☐ ถุงมือยาง ☐ ถุงมือหนัง ☐ ปลอกแขน ☐ หน้ากากกรองฝุ่น ☐ แว่นตากันสะเก็ด ■ เอี๊ยมผ้า ☐ หมวกนิรภัย ☐ ปลั๊กอุดหู ■ ถุงมือผ้า ☐ อื่นๆ.....

การปรับตั้งเครื่องจักร

ลำดับ	รูป	ขั้นตอน	เวลา (นาที)	อุปกรณ์	QUALITY Process	QUALITY Product	SAFETY ข้อควรระมัดระวัง
1		ตัดเส้นด้ายออกทั้งหมด	0.7	กรรไกร			ระวังความคมจากกรรไกร
2		ถอยชุดจานถักด้ายออกจาก ชุด Die Cover	1.0				ระวังเครื่องจักรหนีบ
3		ถอดจานครอบชุดร้อยด้ายออก	0.2	ชุดประแจ 6 เหลี่ยม ตัวทีเบอร์ 14			
4		ถอดชุด Die inner	1.9	ชุดแหวนถอดหัวจรวด บล็อคถอดหัว Tube			ระวังความร้อนจากชุด Die
5		ถอดทำความสะอาดรังผึ้ง และเปลี่ยนตะแกรง	4.2	ชุดประแจ 6 เหลี่ยม มีดตัดยาง	ใช้ตะแกรงตามเบอร์ที่กำหนด		
6		ประกอบชุดรังผึ้งเข้ากับกระบอกสกรู	1.0	ชุดประแจ 6 เหลี่ยม			
7		ประกอบชุด Die inner (New size)	1.3	ชุดแหวนประกอบหัวจรวด บล็อคประกอบหัว Tube	ใช้ Die ตามขนาดที่กำหนด		
8		ประกอบฝาครอบชุดร้อยด้าย	0.7	ชุดประแจ 6 เหลี่ยม ตัวทีเบอร์ 14			
9		ถอดน็อตล็อคชุด Cover ออกทั้งหมด	1.2	ชุดถอดดาย Cover			ระวังความร้อนจากชุด Cover
10		ใช้อุปกรณ์พิเศษดึงฝาครอบ Cover ออก	0.8	ชุดถอดดาย Cover			

ข้อควรระวังในเรื่องความปลอดภัย	สัญลักษณ์	รายละเอียดการแก้ไข Rev	DETAIL	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจ	ผู้รายงาน
1. สวมใส่อุปกรณ์ PPE ตามที่กำหนดทุกครั้ง	☐ การบันทึกผล					
	◇ การตรวจสอบคุณภาพ					
	✚ เรื่องความปลอดภัย					

รูปที่ 33 มาตรฐานการปฏิบัติงานการปรับตั้งเครื่องจักร

วิธีการปฏิบัติงาน WORK STANDARD	ชื่อชิ้นส่วน แผนก	WATER HOSE GENERAL HOSE	ชื่อไลน์ กระบวนการ	Extrusion 3 Extrusion	รุ่น เลขเครื่อง	- 3	WS.NO	Effective Date :	2/3

ข้อกำหนดการสวมใส่อุปกรณ์ความปลอดภัยส่วนบุคคล

☑ รองเท้า SAFETY ☑ ผ้าปิดจมูก ☐ ถุงมือยาง ☐ ถุงมือหนัง ☐ ปลอกแขน ☐ หน้ากากกรองฝุ่น
☐ แว่นตากันสะเก็ด ☑ เอี๊ยมผ้า ☐ หมวกนิรภัย ☐ ปลั๊กอุดหู ☑ ถุงมือผ้า ☐ อื่นๆ.....

การปรับตั้งเครื่องจักร

ลำดับ	รูป	ขั้นตอน	เวลา (นาที)	อุปกรณ์	QUALITY Process	QUALITY Product	SAFETY ข้อควรระมัดระวัง
11		ทำความสะอาดฝา ครอบ และ Die Cover	1.4		สะอาด ไม่มีเศษยางติด		ระวังความร้อนจาก Die Cover
12		เปลี่ยน O Ring และ แหวน Die Cover	1.4		ใช้ O Ring และแหวน ตามขนาดที่กำหนด		
13		ถอดกระบอกสกรูออก จากชุด Die Cover	0.7	ชุดประแจปากตาย			ระวังความร้อนจากเครื่องจักร
14		ถอดทำความสะอาดรังผึ้ง และเปลี่ยนตะแกรง	4.0	ชุดประแจ 6 เหลี่ยม มีดตัดยาง	ใช้ตะแกรงตามเบอร์ที่กำหนด		ระวังความร้อนจากเครื่องจักร
15		ประกอบกระบอกสกรู เข้ากับชุด Die Cover	0.9	ชุดประแจปากตาย			
16		เปลี่ยนหลอดด้าย ทั้งหมด	18.0		ใช้ด้ายตามเบอร์ที่กำหนด		
17		ป้อน Material Compound เข้าเครื่อง	3.0				ระวังเครื่องจักรหนีบ
18		ร้อยเส้นด้ายเข้ากับจานร้อยด้ายเครื่องถักด้าย	2.1		ตรวจสอบความตึงของเส้นด้ายทุกกระบอก		
19		เลื่อนชุดจานถักด้าย เข้าเชื่อมต่อกับชุด Die Cover	1.0				ระวังเครื่องจักรหนีบ
20		ร้อยเส้นด้ายเข้ากับจานร้อยด้ายที่ Die Cover	2.3				

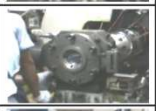
ข้อควรระวังในเรื่องความปลอดภัย	สัญลักษณ์	รายละเอียดการแก้ไข Rev	DETAIL	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจ	ผู้รายงาน
1. สวมใส่อุปกรณ์ PPE ตามที่กำหนดทุกครั้ง	☐ การบันทึกผล					
	◇ การตรวจสอบคุณภาพ					
	✚ เรื่องความปลอดภัย					

รูปที่ 33 มาตรฐานการปฏิบัติงานการปรับตั้งเครื่องจักร (ต่อ)

วิธีการปฏิบัติงาน WORK STANDARD	ชื่อชิ้นส่วน	WATER HOSE	ชื่อไลน์	Extrusion 3	รุ่น	-	WS.NO		3/3
	แผนก	GENERAL HOSE	กระบวนการ	Extrusion	เลขเครื่อง	3		Effective Date :	

ข้อกำหนดการสวมใส่อุปกรณ์ความปลอดภัยส่วนบุคคล	■ รองเท้า SAFETY	■ ผ้าปิดจมูก	☐ ถุงมือยาง	☐ ถุงมือหนัง	☐ ปลอกแขน	☐ หน้ากากกรองฝุ่น
	☐ แว่นตากันสะเก็ด	■ เอี๊ยมผ้า	☐ หมวกนิรภัย	☐ ปลั๊กอุดหู	■ ถุงมือผ้า	☐ อื่นๆ.....

การปรับตั้งเครื่องจักร

ลำดับ	รูป	ขั้นตอน	เวลา (นาที)	อุปกรณ์	QUALITY Process	QUALITY Product	SAFETY ข้อควรระมัดระวัง
21		ปรับตั้ง Aligement ระหว่าง Die Inner & Cover	3.2	ชุดประแจ 6 เหลี่ยม			
22		ประกอบฝาครอบ Die Cover และปรับตั้ง	4.3	ชุดประกอบดาย Cover ชุดประแจ 6 เหลี่ยม			
23		ปรับ Condition ต่างๆ ของเครื่อง Cover	1.0		ปรับตามเอกสาร Condition Sheet		
24		พันชุดเส้นด้ายทั้งหมดเข้ากับท่อยาง และเริ่มเดินเครื่อง	2.3			ผิวท่อต้องเรียบไม่เป็นรอยด้ายพันกัน และไม่ฉีกขาด	
25		ปรับตั้งให้ได้ขนาดท่อยางตามที่กำหนด	4.6			ขนาดท่อต้องได้ตามมาตรฐานที่กำหนด	
		เวลารวม	63.2				

ข้อควรระวังในเรื่องความปลอดภัย	สัญลักษณ์	รายละเอียดการแก้ไข		ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจ	ผู้รายงาน
1. สวมใส่อุปกรณ์ PPE ตามที่กำหนดทุกครั้ง	☐ การบันทึกผล	Rev	DETAIL			
	◇ การตรวจสอบคุณภาพ					
	✚ เรื่องความปลอดภัย					

รูปที่ 33 มาตรฐานการปฏิบัติงานการปรับตั้งเครื่องจักร (ต่อ)

วิธีการปฏิบัติงาน	ชื่อชิ้นส่วน	WATER HOSE	ชื่อไลน์	Extrusion 3	รุ่น	-	WS.NO		1/1
WORK STANDARD	แผนก	GENERAL HOSE	กระบวนการ	Extrusion	เลขเครื่อง	-		Effective Date :	

ข้อกำหนดการสวมใส่อุปกรณ์ความปลอดภัยส่วนบุคคล: ■ รองเท้า SAFETY ■ ผ้าปิดจมูก ☐ ถุงมือยาง ☐ ถุงมือหนัง ☐ ปลอกแขน ☐ หน้ากากกรองฝุ่น ☐ แว่นตากันละเอ็ด ■ เอี๊ยมผ้า ☐ หมวกนิรภัย ☐ ปลั๊กอุดหู ■ ถุงมือผ้า ☐ อื่นๆ.....

ก่อน เริ่มทำการปรับตั้งเครื่องจักร

ลำดับ	รูป	ขั้นตอน	อุปกรณ์	QUALITY		SAFETY
				Process	Product	ข้อควรระมัดระวัง
1		อุ่นชุด Die Inner & Cover (Warm Up Die)	ตู้อุ่นดาย	อุณหภูมิดาย 80 °C		ระวังความร้อนจากตู้อบและดาย
2		ตรวจเช็ครายการเครื่อง มือทุกอย่างที่ต้องใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักร	ใบรายการตรวจเช็คเครื่องมือ			

หลัง การปรับตั้งเครื่องจักรเสร็จและเดินเครื่องแล้ว

ลำดับ	รูป	ขั้นตอน	อุปกรณ์	QUALITY		SAFETY
				Process	Product	ข้อควรระมัดระวัง
1		เดินนำท่อยาง (Tube) ไปเก็บที่ stock	ฐานวางกล่องบรรจุยางแบบมีล้อ	ตรงตามช่องที่กำหนด		ระวังอุบัติเหตุจากการเข้นชน

ข้อควรระวังในเรื่องความปลอดภัย	สัญลักษณ์	รายละเอียดการแก้ไข		ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจ	ผู้รายงาน
1. สวมใส่อุปกรณ์ PPE ตามที่กำหนดทุกครั้ง	☐ การบันทึกผล	Rev	DETAIL			
	◇ การตรวจสอบคุณภาพ					
	⛑ เรื่องความปลอดภัย					

รูปที่ 34 มาตรฐานการปฏิบัติงานก่อนเริ่ม และหลังการปรับตั้งเครื่องจักรเสร็จสิ้นแล้ว

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาครั้งนี้ใช้เทคนิคการปรับตั้งเครื่องจักรโดยใช้เวลาเป็นจำนวนนาทีที่เป็นเลขหลักเดียว (Single Minute Exchange of Die: SMED) ผลที่ได้หลังจากการปรับปรุงขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรถึงแม้จะเป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้คือ ลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรลงมาก กว่า 50 % แต่ยังคงเป็นเวลาที่เป็นเลข 2 หลัก (มากกว่า 9 นาที) จากขั้นตอนการปรับตั้งเครื่อง จักรที่เหลืออยู่ผู้ศึกษาเห็นว่ายังสามารถใช้เทคนิคอื่นๆ ร่วมกับเทคนิค SMED เพื่อลดเวลาการปรับตั้งลงได้อีก เช่น

1.1 การปฏิบัติงานแบบขนาน (Parallel Operation) เป็นการใช้พนักงาน 2 คน หรือมากกว่า ช่วยกันทำการปรับตั้งเครื่องจักร พนักงานคนที่ 1 เป็นพนักงานหลักที่ปฏิบัติงานประจำเครื่องจักรที่ทำการปรับตั้ง และพนักงานคนที่ 2 เป็นพนักงานรองเข้ามาช่วยเวลาทำการปรับตั้งเครื่องจักรซึ่งสามารถลดเวลาที่เกิดจากการเดินไปเดินมาของพนักงานคนเดียวและลดเวลารอคอยในการปรับตั้งโดยใช้พนักงานเพียงคนเดียว เมื่อปรับตั้งเสร็จพนักงานรองสามารถเปลี่ยนไปช่วยปรับตั้งเครื่องจักรในกระบวนการผลิตอื่นที่มีลักษณะเดียวกันต่อไปได้

1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักรบางชนิดยังต้องใช้แรงมากในการขันน็อตสำหรับการถอดและประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องจักรส่งผลให้เกิดความล่าช้าและความเมื่อยล้าของพนักงาน จึงควรปรับเปลี่ยนเครื่องมือที่สามารถใช้งานได้สะดวกรวดเร็วและใช้แรงในการขันน็อตน้อย เช่น บล็อกลมสำหรับขันน็อต สิ่งเหล่านี้จะช่วยลดแรงและลดเวลาในการปรับตั้งได้เป็นอย่างดี

2. บริษัทกรณีศึกษายังมีกระบวนการผลิตที่มีลักษณะเดียวกันอยู่อีก 5 กระบวนการแบ่งตามประเภทของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นผู้บริหารและหัวหน้างานควรนำเทคนิคการปรับตั้งแม่พิมพ์โดยใช้เวลาเป็นจำนวนนาทีที่เป็นเลขหลักเดียว (Single Minute Exchange of Die: SMED) นำไปขยายผลใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการขึ้นรูปแบบอัดรีด (Extrusion) ประเภทอื่น

3. สิ่งสำคัญในการปรับปรุงการปรับตั้งเครื่องจักรให้ประสบผลสำเร็จ บริษัทควรให้ความสำคัญกับการอบรมให้ความรู้ความเข้าใจแก่พนักงานทุกคนที่เกี่ยวข้อง ในเรื่องของการนำเทคนิคและเครื่องมือต่างๆ เข้ามาใช้ในการปรับปรุงวิธีการทำงาน และให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการปรับปรุงงานที่ตนเองรับผิดชอบ เพราะพนักงานหน้างานจะเป็นผู้รู้ปัญหาได้ดีที่สุด

การเปรียบเทียบกับงานศึกษาในอดีต

ภรวี จีระสุวรรณกิจ (2555) ศึกษาการลดเวลาปรับตั้งแม่พิมพ์ กรณีศึกษา โรงงานขึ้นรูปพลาสติกด้วยกรรมวิธีผลิตแบบอัดรีด ที่มีความใกล้เคียงกับกรณีศึกษาของผู้ศึกษาที่เป็นการ ศึกษาการขึ้นรูปยางด้วยวิธีการอัดไหล โดยใช้หลักการของ SMED ร่วมกันกับแผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) และหลักการ ECRS ในการปรับปรุงขั้นตอนการ

ปฏิบัติงาน ถึงแม้ว่าการศึกษาการลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักร กรณีศึกษา โรงงานขึ้นรูปพลาสติกด้วยกรรมวิธีผลิตแบบอัดรีดจะลดเวลาลงไม่ถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้คือ อย่างน้อย 50 % แต่สามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรลงได้ถึง 47 % ผู้ศึกษาจึงนำมาเปรียบเทียบความสอดคล้อง และข้อแตกต่างของงานศึกษาในอดีต และเพื่อให้ผู้ที่สนใจสามารถนำข้อแตกต่างในการศึกษาครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ต่อไปได้ ดังแสดงในตารางที่ 12 และผลลัพธ์จากการปรับปรุงสามารถเปรียบเทียบได้ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบข้อแตกต่างของกรณีศึกษากับงานศึกษาอื่น

หัวข้อ	**กรณีศึกษา**		ข้อแตกต่าง
	ภรวี จีระสุวรรณกิจ (2555)	**ชัยรัตน์ เยื่อใย (2556)**	
กระบวนการผลิต	การขึ้นรูปพลาสติกด้วยกรรมวิธีผลิตแบบอัดรีด (Extrusion Process)	การขึ้นรูปท่อยางด้วยกรรมวิธีผลิตแบบอัดรีด (Extrusion Process)	กระบวนการผลิตเหมือนกันแตกต่างกันที่ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้
หลักการและเครื่องมือ	ใช้หลักการ SMED ร่วมกับ - หลักการ ECRS - แผนภูมิการไหลของกระบวนการ - แผนภูมิคนและเครื่องจักร	ใช้หลักการ SMEDร่วมกับ - หลักการ ECRS - แผนภูมิการไหลของกระบวนการ - แผนภูมิพาเรโต - ผังก้างปลา	การใช้แผนภูมิคนและเครื่อง จักรสามารถบ่งชี้อัตราการทำงานของคนและเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง
การศึกษาเวลา	จับเวลาการปรับตั้งแม่พิมพ์ทั้งหมด 19 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ยเวลามากสุด เวลาน้อยสุดและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาที่ใช้ในการปรับตั้ง	เริ่มต้นจับเวลา 10 ครั้งก่อน จากนั้นประยุกต์ใช้หลักการศึกษาเวลาโดย ตรง (Direct time study) โดยให้ค่าความคลาดเคลื่อน ± 5% โดยให้มีระดับความเชื่อมั่น 95% ถ้าขั้นตอนใดมีค่าความคลาดเคลื่อนเกิน ± 5% ก็เพิ่มจำนวนครั้งในการจับเวลา	การใช้การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct time study) สามารถแน่ใจได้ว่าข้อมูลที่ได้จากการ ศึกษาเวลามีความน่าเชื่อถือ และถูกต้องแม่นยำในระดับที่กำหนด

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบผลการปรับปรุงของกรณีศึกษากับงานศึกษาอื่น

หัวข้อ	กรณีศึกษา	
	ภรวี จีระสุวรรณกิจ (2555)	**ชัยรัตน์ เยื่อใย (2556)**
จำนวนขั้นตอนการปฏิบัติงานก่อนปรับปรุง	34 ขั้นตอน	31 ขั้นตอน
จำนวนขั้นตอนการปฏิบัติงานหลังปรับปรุง	25 ขั้นตอน	25 ขั้นตอน
ระยะทางการเคลื่อนย้ายก่อนปรับปรุง	45 เมตร	469 เมตร
ระยะทางการเคลื่อนย้ายหลังปรับปรุง	0 เมตร	0 เมตร
เวลาการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนปรับปรุง	109.3 นาที	152.3 นาที
เวลาการปรับตั้งเครื่องจักรหลังปรับปรุง	57.9 นาที	63.2 นาที
คิดเป็นเปอร์เซ็นของการลดเวลาลงได้	47.0 %	58.5 %

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2550). **หลักการการควบคุมคุณภาพ.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

จินตนา ไชยคุณ. (2553). **การศึกษาวิธีลดเวลาการสูญเสียในการปรับตั้งเครื่องจักรของกระบวนการฉีดท่อพลาสติกด้วยเทคนิค SMED กรณีศึกษา : อุตสาหกรรมการผลิตท่อพลาสติก**. ปัญหาพิเศษ อศ.ม. (การจัดการอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ชัยเชษฐ์ พันธุมี. (2552). **การลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรเป่าฟิล์มในกระบวนการเป่าฟิล์มของอุตสาหกรรมการผลิตถุงพลาสติก.** สารนิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ :บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

บุญธรรม นิธิอุทัย ; ปรีชา ป้องภัย. (2534). **คู่มือปฏิบัติการเทคโนโลยียาง.** สงขลา : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ประเสริฐ อัครประถมพงศ์. (2553). **การลดความสูญเปล่า ด้วยหลักการ ECRS**. สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2556, จาก http://cpico.wordpress.com/2009/11/29/การลดความสูญเปล่า-/

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

ไพรินทร์ หลวงมูล. (2550). **การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องตัดขึ้นรูปชิพโดยใช้เทคนิคการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร.** สารนิพนธ์ วท.ม. (การจัดการอุตสาหกรรม). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ภรวี จีระสุวรรณกิจ. (2555). **การลดเวลาปรับตั้งแม่พิมพ์ กรณีศึกษา โรงงานขึ้นรูปพลาสติกด้วยกรรมวิธีผลิตแบบอัดรีด (Extrusion)**. สารนิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. (2552). **การศึกษางานอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : ท้อป

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. (2555). **สรุปภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมไตรมาสที่ 1/2555**. สืบค้นเมื่อ 23 พฤษภาคม 2555, จาก http://www.ryt9.com/s/oie/1409150

Ana Sofia Alves. (2009). **Improving SMED in the Automotive Industry : A Case Study**. Retrieved Jan 10, 2013, from http://www.pomsmeetings.org/confpapers/011/011-0621.pdf

Antonio Carrizo Moreira ; and Gil Campos Silva Pais. (2011). **Single Minute Exchange of Die. A Case Study Implementation**. Retrieved Jan 5, 2013, from http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-27242011000100011&script=sci_arttext

Brian T. Michels. (2007). **Application of Shingo's Single Minute Exchange of Dies (SMED) Methodology to Reduce Punch Press Changeover Times at Krueger International.** Retrieved Jan 8, 2013, from http://www.uwstout.edu/lib/thesis/2007/2007michelsb.pdf

Dirk Van Goubergen. (2000). **Set-Up Reduction as an Organization-Wide Problem.** Belgium : Department of Industrial Management, Ghent University.

Gonzenbach, Derek L. (2011). **Setup Time Reduction of Medical Device Assembly Process and the Application of Single Minute Exchange of Dies (SMED) Concepts.** Retrieved Jan 5, 2013, from http://www2.uwstout.edu/content/lib/thesis/2011/2011gonzenbachd.pdf

The Productivity Press Development Team. (2550). **การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว Quick Changeover for Operators : The SMED System**. แปลโดย พรเทพ เหลือทรัพย์สุข; และ ยุพา กลอนกลาง. กรุงเทพฯ : Productivity Press.

Toyota Seisan Houshiki Wo Kangaeru Kai. (2554). **ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System)**. แปลโดย มังกร โรจน์ประภากร. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
การศึกษางาน (Work Study) ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนปรับปรุง

ผู้ศึกษาได้หาค่าเวลาของการปฏิบัติงานโดยการเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานจริงในแต่ละงานย่อยของการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนปรับปรุงจำนวน 10 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 การจับเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนปรับปรุง

ที่	งานย่อย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย
1	เดินไปเอารถเข็นใส่เครื่องมือ มายังจุดปรับตั้ง	3.0	2.9	3.0	3.0	3.1	3.0	2.9	3.0	3.1	3.0	3.0
2	ตัดเส้นด้ายออกทั้งหมด	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7	0.8	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7
3	ถอยชุดจานถักด้ายออกจาก ชุด Die Cover	1.0	1.0	0.9	1.0	0.8	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0
4	ถอดจานครอบชุดร้อยด้ายออก	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
5	ถอดชุด Die Inner	2.0	2.0	1.9	2.0	1.9	2.0	2.1	2.0	2.1	2.0	2.0
6	ถอดทำความสะอาดรังผึ้ง และเปลี่ยนตะแกรง	4.2	4.1	4.2	4.1	4.2	4.2	4.4	4.2	4.2	4.2	4.2
7	ประกอบชุดรังผึ้ง เข้ากับกระบอกสกรู	1.0	0.9	1.0	1.1	1.1	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0
8	ประกอบชุด Die Inner (New Size)	1.2	1.4	1.4	1.3	1.3	1.4	1.4	1.2	1.2	1.4	1.3
9	ประกอบฝาครอบชุดร้อยด้าย	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7
10	ถอดน็อตล็อคชุด Cover ออกทั้งหมด	1.5	1.4	1.4	1.5	1.5	1.6	1.5	1.6	1.5	1.5	1.5
11	ใช้อุปกรณ์พิเศษดึงฝาครอบ Cover ออก	0.8	0.9	0.8	0.7	0.9	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8
12	ทำความสะอาดฝาครอบ และ Die Cover	1.5	1.6	1.4	1.4	1.3	1.4	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4

ตารางที่ 14 การจับเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนปรับปรุง (ต่อ)

ที่	งานย่อย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย
13	เปลี่ยน O Ring และ แหวน Die Cover	1.4	1.3	1.3	1.4	1.4	1.6	1.4	1.5	1.3	1.4	1.4
14	ถอดกระบอกสกรูออกจากชุด Die Cover	0.7	0.6	0.6	0.7	0.8	0.7	0.6	0.8	0.8	0.7	0.7
15	ถอดทำความสะอาดรังผึ้ง และเปลี่ยนตะแกรง	4.0	4.0	3.7	4.0	3.8	4.0	4.2	4.1	4.1	4.1	4.0
16	ประกอบกระบอกสกรูเข้ากับชุด Die Cover	0.9	0.8	0.9	0.8	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9
17	เดินไปหยิบคอมปาวด์ ที่ Stock	15.0	16.0	15.0	16.0	15.0	15.0	15.0	14.0	15.0	14.0	15.0
18	เดินไปหยิบด้าย (Yarn) จากพื้นที่จัดเก็บ	16.0	16.0	15.0	15.0	14.0	15.0	14.0	15.0	15.0	15.0	15.0
19	เปลี่ยนหลอดด้ายทั้งหมด	21.5	22.0	21.5	21.5	21.0	21.5	21.5	21.0	21.5	21.5	21.5
20	ป้อน Material Compound เข้าเครื่อง	2.9	3.0	3.0	3.1	2.8	2.9	2.8	2.7	3.2	3.1	3.0
21	ร้อยเส้นด้าย เข้ากับจานร้อยด้ายเครื่องถักด้าย	2.1	1.9	2.1	2.2	2.1	2.2	2.2	2.1	2.2	2.1	2.1
22	เลื่อนชุดจานถักด้ายเข้าเชื่อมต่อกับชุด Die Cover	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	0.9	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0
23	ร้อยเส้นด้าย เข้ากับจานร้อยด้ายที่ Die Cover	2.3	2.5	2.3	2.1	2.3	2.3	2.4	2.3	2.2	2.3	2.3
24	ปรับตั้ง Alignment ระหว่าง Die Inner & Cover	3.3	3.3	3.0	3.3	3.5	3.3	3.5	3.3	3.2	3.3	3.3

ตารางที่ 14 การจับเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนปรับปรุง (ต่อ)

ที่	งานย่อย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย
25	ประกอบฝาครอบ Die Cover และปรับตั้ง Alignment	4.2	4.4	4.2	4.5	4.6	4.4	4.7	4.4	4.2	4.4	4.4
26	ปรับ Condition ต่างๆ ของเครื่อง Cover	1.0	1.3	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0
27	อุ่นชุด Die Inner & Cover	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
28	นำกล่องด้าย และ กล่องคอมปาวด์ เก่าไปเก็บที่ พื้นที่จัดเก็บ	15.0	14.0	16.0	16.0	15.0	15.0	15.0	14.0	15.0	15.0	15.0
29	เดินนำท่อยาง (Tube) ไปเก็บที่ Stock	7.0	7.0	8.0	7.0	8.0	6.0	6.0	7.0	7.0	7.0	7.0
30	พันชุดเส้นด้ายทั้งหมดเข้ากับท่อยางและเริ่มเดินเครื่อง	2.3	2.5	2.2	2.5	2.2	2.3	2.4	2.2	2.2	2.2	2.3
31	ปรับตั้งให้ได้ขนาดท่อยางตามขนาดที่กำหนด	4.3	4.6	4.8	4.5	5.0	5.0	4.6	4.2	4.4	4.6	4.6
	รวม	**152.7**	**153.8**	**153.2**	**154.3**	**152.2**	**152.2**	**151.3**	**149.4**	**152.1**	**151.5**	**152.3**

ประยุกต์ใช้หลักสถิติเพื่อทำให้แน่ใจได้ว่า ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะมีความน่าเชื่อถือ และถูกต้องแม่นยำโดยใช้การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study) โดยให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ ± 5% โดยให้มีระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ซึ่งการคำนวณหาจำนวนรอบในการจับเวลาที่เหมาะสมในกรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนน้อยกว่า 30 ค่า ซึ่ง S^2 หรือ Sample Variance จะมีค่าแปรปรวนสูง ในกรณีนี้ควรใช้ t-Distribution (รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. 2552 : 262) ซึ่งจะมีค่า Standard Error ของข้อมูลเป็นดังนี้

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

และ

$$s_{\bar{x}} = \frac{S_x}{\sqrt{N}}$$

เมื่อค่า S_x หรือความแปรปรวนจะแปรเปลี่ยนไปตามขนาดของข้อมูล จึงควรใช้ค่าสถิติ ในการคำนวณค่าความแปรปรวน โดยค่า t หาได้จากสูตร

$$t_{\frac{\alpha}{2},v} = \frac{\bar{x} - \mu}{s_{\bar{x}}}$$

ซึ่งค่า t นี้แปรผันตามขนาดของข้อมูล หรือ degree of freedom ถ้าต้องการให้ค่า $\bar{x}$ คลาดเคลื่อนจากค่า μ ไม่เกิน ± 5% ภายในระดับความเชื่อมั่นที่ 95% และสามารถหาความคลาดเคลื่อนของข้อมูลได้จาก สูตรค่าความแม่นยำสัมพัทธ์ หรือ $|\bar{x} - \mu|$ ดังนี้

$$rel.acc. = \pm \frac{t_{\frac{\alpha}{2},v} \times S_{\bar{x}}}{\bar{x}} \times 100\%$$

เพื่อเปรียบเทียบกับค่าความคลาดเคลื่อนที่กำหนดที่ ± 5% โดยให้มีระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ถ้ามีค่าความคลาดเคลื่อนมากกว่าก็จะเพิ่มค่าของ N ออกไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้ค่าความแม่นยำสัมพัทธ์ (*rel.acc.*) ไม่เกิน ± 5% ซึ่งจากการจับเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรในแต่ละขั้นตอนได้ผลดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 จำนวนครั้ง (*N*) ในการจับเวลาก่อนปรับปรุงที่ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 5%

ที่	งานย่อย	*N*	$\bar{x}$	S_x	$S_{\bar{x}}$	$t_{\frac{\alpha}{2},v}$	*rel.acc.*	หมายเหตุ
1	เดินไปเอารถเข็นใส่เครื่องมือมายังจุดปรับตั้ง	10	3.0	0.06667	0.02108	2.262	± 1.59 %	
2	ตัดเส้นด้ายออกทั้งหมด	10	0.7	0.03162	0.01000	2.262	± 3.19 %	
3	ถอยชุดจานถักด้ายออกจาก ชุด Die Cover	10	1.0	0.06325	0.02000	2.262	± 4.44 %	
4	ถอดจานครอบชุดร้อยด้ายออก	10	0.2	0.00667	0.00149	2.262	± 2.38 %	
5	ถอดชุด Die Inner	10	2.0	0.06667	0.02108	2.262	± 2.38 %	
6	ถอดทำความสะอาดรังผึ้ง และเปลี่ยนตะแกรง	10	4.2	0.08165	0.02582	2.262	± 1.39 %	
7	ประกอบชุดรังผึ้งเข้ากับกระบอกสกรู	10	1.0	0.06667	0.02108	2.262	± 4.77 %	
8	ประกอบชุด Die Inner (New Size)	15	1.3	0.10954	0.02828	2.145	± 4.60 %	จับเวลาเพิ่ม 5 ครั้ง
9	ประกอบฝาครอบชุดร้อยด้าย	20	0.7	0.07454	0.01667	2.093	± 4.98 %	จับเวลาเพิ่ม 10 ครั้ง
10	ถอดน็อตล็อคชุด Cover ออกทั้งหมด	10	1.5	0.06667	0.02108	2.262	± 3.18 %	
11	ใช้อุปกรณ์พิเศษดึงฝาครอบ Cover ออก	15	0.8	0.08165	0.02108	2.093	± 4.52 %	จับเวลาเพิ่ม 5 ครั้ง
12	ทำความสะอาดฝาครอบ และ Die Cover	10	1.4	0.09428	0.02981	2.262	± 4.82 %	

ตารางที่ 15 จำนวนครั้ง (*N*) ในการจับเวลาก่อนปรับปรุงที่ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 5% (ต่อ)

ที่	งานย่อย	*N*	$\bar{x}$	S_x	$S_{\bar{x}}$	$t_{\frac{\alpha}{2},v}$	*rel.acc.*	หมายเหตุ
13	เปลี่ยน O Ring และ แหวน Die Cover	10	1.4	0.09428	0.02981	2.262	± 4.82 %	
14	ถอดกระบอกสกรูออกจากชุด Die Cover	10	0.7	0.04216	0.01333	2.262	± 4.44 %	
15	ถอดทำความสะอาดรังผึ้ง และเปลี่ยนตะแกรง	10	4.0	0.14907	0.04714	2.262	± 2.67 %	
16	ประกอบกระบอกสกรูเข้ากับชุด Die Cover	15	0.9	0.06667	0.01721	2.145	± 4.10 %	จับเวลาเพิ่ม 5 ครั้ง
17	เดินไปหยิบวัตถุดิบคอมปาวด์ที่ Stock	10	15.0	0.66667	0.21082	2.262	± 3.18 %	
18	เดินไปหยิบด้าย (Yarn) จากพื้นที่จัดเก็บ	10	15.0	0.66667	0.21082	2.262	± 3.18 %	
19	เปลี่ยนหลอดด้ายทั้งหมด	10	21.5	0.28382	0.08975	2.262	± 0.95 %	
20	ป้อน Material Compound เข้าเครื่อง	10	3.0	0.15811	0.05000	2.262	± 3.83 %	
21	ร้อยเส้นด้ายเข้ากับจานร้อยด้ายเครื่องถักด้าย	10	2.1	0.09428	0.02981	2.262	± 3.21 %	
22	เลื่อนชุดจานถักด้ายเข้าเชื่อมต่อกับชุด Die Cover	10	1.0	0.06749	0.02134	2.262	± 4.69 %	
23	ร้อยเส้นด้ายเข้ากับจานร้อยด้ายที่ Die Cover	10	2.3	0.10541	0.03333	2.262	± 3.28 %	

ตารางที่ 15 จำนวนครั้ง (*N*) ในการจับเวลาก่อนปรับปรุงที่ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 5% (ต่อ)

ที่	งานย่อย	*N*	$\bar{x}$	S_x	$S_{\bar{x}}$	$t_{\frac{\alpha}{2},v}$	*rel.acc.*	หมายเหตุ
24	ปรับตั้ง Alignment ระหว่าง Die Inner & Cover	10	3.3	0.14142	0.04472	2.262	± 3.07 %	
25	ประกอบฝาครอบ Die Cover และปรับตั้ง Alignment	10	4.4	0.16997	0.05375	2.262	± 2.76 %	
26	ปรับ Condition ต่างๆ ของเครื่อง Cover	15	1.0	0.08165	0.02108	2.145	± 4.52 %	จับเวลาเพิ่ม 5 ครั้ง
27	อุ่นชุด Die Inner & Cover	10	30.0	0	0	2.262	± 0 %	
28	นำกล่องด้ายและกล่องคอมปาวด์เปล่าไปเก็บที่พื้นที่จัดเก็บ	10	15.0	0.66667	0.21082	2.262	± 3.18 %	
29	เดินนำท่อยาง (Tube) ไปเก็บที่ Stock	20	7.0	0.74536	0.16667	2.093	± 4.98 %	จับเวลาเพิ่ม 10 ครั้ง
30	เดินเครื่อง และพันชุดเส้นด้ายทั้งหมดเข้ากับท่อยาง	10	2.3	0.12472	0.03944	2.262	± 3.88 %	
31	ปรับตั้งให้ได้ขนาดท่อยางตามขนาดที่กำหนด	10	4.6	0.27080	0.08563	2.262	± 4.21 %	

ดังนั้นข้อมูลจากการจับเวลาในแต่ละขั้นตอนของการปรับตั้งเครื่องจักร จะมีค่าความคลาด เคลื่อน ± 5% โดยมีระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ซึ่งเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานก่อนปรับปรุงที่ได้นำไปใช้เปรียบเทียบเพื่อหาวิธีการปฏิบัติงานที่ดีกว่า

ภาคผนวก ข.

การศึกษางาน (Work Study) ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรหลังปรับปรุง

ผู้ศึกษาได้หาค่าเวลาของการปฏิบัติงาน โดยการเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานจริงของการปรับตั้งเครื่องจักรหลังปรับปรุงจำนวน 10 ตัวอย่าง การจับเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรหลังปรับปรุง ดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 การจับเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรหลังปรับปรุง

ที่	งานย่อย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย
1	ตัดเส้นด้ายออกทั้งหมด	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7
2	ถอยชุดจานถักด้ายออกจาก ชุด Die Cover	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9	1.1	1.0	1.0	1.1	1.0
3	ถอดจานครอบชุดร้อยด้ายออก	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
4	ถอดชุด Die Inner	2.0	1.8	1.9	2.0	1.9	2.0	1.9	2.0	1.9	2.0	1.9
5	ถอดทำความสะอาดรังผึ้งและเปลี่ยนตะแกรง	4.2	4.2	4.2	4.1	4.1	4.1	4.2	4.1	4.1	4.2	4.2
6	ประกอบชุดรังผึ้ง เข้ากับกระบอกสกรู	0.9	0.9	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0
7	ประกอบชุด Die Inner (New Size)	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.2	1.2	1.3	1.3
8	ประกอบฝาครอบชุดร้อยด้าย	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7
9	ถอดน็อตล็อคชุด Cover ออกทั้งหมด	1.1	1.2	1.2	1.1	1.2	1.2	1.1	1.2	1.2	1.1	1.2

ตารางที่ 16 การจับเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรหลังปรับปรุง (ต่อ)

ที่	งานย่อย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย
10	ใช้อุปกรณ์พิเศษ ดึงฝาครอบ Cover ออก	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8
11	ทำความสะอาดฝาครอบ และ Die Cover	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.3	1.4	1.4	1.3	1.4
12	เปลี่ยน O Ring และแหวน Die Cover	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.3	1.4	1.4
13	ถอดกระบอกสกรูออกจากชุด Die Cover	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
14	ถอดทำความสะอาดรังผึ้ง และ เปลี่ยนตะแกรง	4.0	4.0	4.1	4.1	4.0	4.0	4.0	4.1	4.1	4.0	4.0
15	ประกอบกระบอกสกรูเข้ากับชุด Die Cover	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9
16	เปลี่ยนหลอดด้ายทั้งหมด	17.0	18.0	18.0	17.0	19.0	19.0	18.0	17.0	19.0	18.0	18.0
17	ป้อน Material Compound เข้าเครื่อง	2.9	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0
18	ร้อยเส้นด้ายเข้ากับจานร้อยด้ายเครื่องถักด้าย	2.0	2.0	1.9	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	2.1	2.1

ตารางที่ 16 การจับเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรหลังปรับปรุง (ต่อ)

ที่	งานย่อย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย
19	เลื่อนชุดจานถักด้ายเข้าเชื่อมต่อกับชุด Die Cover	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
20	ร้อยเส้นด้ายเข้ากับจานร้อยด้าย ที่ Die Cover	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3	2.4	2.4	2.2	2.2	2.3
21	ปรับตั้ง Alignment ระหว่าง Die Inner & Cover	3.3	3.2	3.2	3.3	3.3	3.2	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2
22	ประกอบฝาครอบ Die Cover และปรับตั้ง Alignment	4.4	4.3	4.3	4.4	4.3	4.3	4.4	4.3	4.3	4.3	4.3
23	ปรับ condition ต่างๆ ของเครื่อง Cover	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0
24	พันชุดเส้นด้ายทั้งหมดเข้ากับท่อยาง และเริ่มเดินเครื่อง	2.2	2.3	2.3	2.3	2.4	2.2	2.4	2.2	2.4	2.3	2.3
25	ปรับตั้งให้ได้ขนาดท่อยางตามขนาดที่กำหนด	4.6	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6	4.5	4.6	4.6	4.5	4.6
	รวม	61.7	62.5	62.5	62.3	64.3	64.1	62.9	62.1	63.7	63.1	63.2

เพื่อเปรียบเทียบกับค่าความคลาดเคลื่อนที่กำหนดที่ ± 5% โดยให้มีระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ถ้ามีค่าความคลาดเคลื่อนมากกว่าก็จะเพิ่มค่าของ *N* ออกไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้ค่าความแม่นยำสัมพัทธ์ (*rel.acc.*) ไม่เกิน ± 5% ซึ่งจากการจับเวลาหลังการปรับปรุงในการปรับตั้งเครื่องจักร ได้ผลดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 จำนวนครั้ง (*N*) ในการจับเวลาหลังปรับปรุงที่ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 5%

ที่	งานย่อย	*N*	$\bar{x}$	S_x	$S_{\bar{x}}$	$t_{\frac{\alpha}{2},v}$	*rel.acc.*	หมายเหตุ
1	ตัดเส้นด้ายออกทั้งหมด	10	0.7	0.04216	0.01333	2.262	± 4.44 %	
2	ถอยชุดจานถักด้ายออกจาก ชุด Die Cover	10	1.0	0.06749	0.02134	2.262	± 4.69 %	
3	ถอดจานครอบชุดร้อยด้ายออก	10	0.2	0.01174	0.00371	2.262	± 4.28 %	
4	ถอดชุด Die Inner	10	1.9	0.06992	0.02211	2.262	± 2.58 %	
5	ถอดทำความสะอาดรังผึ้ง และเปลี่ยนตะแกรง	10	4.2	0.05270	0.01667	2.262	± 0.91 %	
6	ประกอบชุดรังผึ้งเข้ากับกระบอกสกรู	10	1.0	0.05270	0.01667	2.262	± 3.97 %	
7	ประกอบชุด Die Inner (New Size)	10	1.3	0.07888	0.02494	2.262	± 4.41 %	
8	ประกอบฝาครอบชุดร้อยด้าย	10	0.7	0.04216	0.01333	2.262	± 4.44 %	
9	ถอดน็อตล็อคชุด Cover ออกทั้งหมด	10	1.2	0.05164	0.01633	2.262	± 3.18 %	
10	ใช้อุปกรณ์พิเศษดึงฝาครอบ Cover ออก	10	0.8	0.0516	0.0163	2.262	± 4.40 %	
11	ทำความสะอาดฝาครอบ และ Die Cover	10	1.4	0.05270	0.01667	2.262	± 2.79 %	

ตารางที่ 17 จำนวนครั้ง (*N*) ในการจับเวลาหลังปรับปรุงที่ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 5% (ต่อ)

ที่	งานย่อย	*N*	$\bar{x}$	S_x	$S_{\bar{x}}$	$t_{\frac{\alpha}{2},v}$	*rel.acc.*	หมายเหตุ
12	เปลี่ยน O Ring และ แหวน Die Cover	10	1.4	0.05270	0.01667	2.262	± 2.79 %	
13	ถอดกระบอกสกรูออกจากชุด Die Cover	10	0.7	0.04216	0.01333	2.262	± 4.44 %	
14	ถอดทำความสะอาดรังผึ้ง และเปลี่ยนตะแกรง	10	4.0	0.05164	0.01633	2.262	± 0.91 %	
15	ประกอบกระบอกสกรูเข้ากับชุด Die Cover	10	0.9	0.05270	0.01667	2.262	± 4.44 %	
16	เปลี่ยนหลอดด้ายทั้งหมด	10	18.0	0.81650	0.25820	2.262	± 3.24 %	
17	ป้อน Material Compound เข้าเครื่อง	10	3.0	0.05164	0.01633	2.262	± 1.25 %	
18	ร้อยเส้นด้ายเข้ากับจานร้อยด้ายเครื่องถักด้าย	10	2.1	0.07071	0.02236	2.262	± 2.47 %	
19	เลื่อนชุดจานถักด้ายเข้าเชื่อมต่อกับชุด Die Cover	10	1.0	0.04830	0.01528	2.262	± 3.35 %	
20	ร้อยเส้นด้ายเข้ากับจานร้อยด้ายที่ Die Cover	10	2.3	0.08233	0.02603	2.262	± 2.59 %	
21	ปรับตั้ง Alignment ระหว่าง Die Inner & Cover	10	3.2	0.06325	0.02000	2.262	± 1.40 %	

ตารางที่ 17 จำนวนครั้ง (*N*) ในการจับเวลาหลังปรับปรุงที่ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 5% (ต่อ)

ที่	งานย่อย	*N*	$\bar{x}$	S_x	$S_{\bar{x}}$	$t_{\frac{\alpha}{2},v}$	*rel.acc.*	หมายเหตุ
22	ประกอบฝาครอบ Die Cover และปรับตั้ง Alignment	10	4.3	0.04830	0.01528	2.262	± 0.80 %	
23	ปรับ condition ต่างๆ ของเครื่อง Cover	10	1.0	0.04830	0.01528	2.262	± 3.35 %	
24	เดินเครื่อง และพันชุดเส้น ด้ายทั้งหมดเข้ากับท่อยาง	10	2.3	0.08165	0.02582	2.262	± 2.54 %	
25	ปรับตั้งให้ได้ขนาดท่อยางตามขนาดที่กำหนด	10	4.6	0.05270	0.01667	2.262	± 0.83 %	

ดังนั้นข้อมูลจากการจับเวลาของการปรับตั้งเครื่องจักรหลังปรับปรุง มีค่าความคลาดเคลื่อน ± 5% โดยมีระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ซึ่งเวลาที่ได้นำมาใช้ประโยชน์ในมาตรฐานการปฏิบัติงาน เพื่อการฝึกอบรมพนักงานปัจจุบันและพนักงานใหม่ และเป็นเวลาที่ใช้เปรียบเทียบในการปรับ ปรุงขั้นตอนการปฏิบัติงานต่อไป