



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การลดเวลาสูญเสียในกระบวนการฉีดท่อพลาสติก

กรณีศึกษา : บริษัท พีบี ไฟฟ์ (ไทยแลนด์) จำกัด

โดย นายไพสิฐ สุกันธรส

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงศ์)

21 พฤษภาคม 2550

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.ฉัฐพล อารีรัชกุล)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.วิชัย รุ่งเรืองอนันต์)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชาติชาย อัครศักดิ์)

การลดเวลาสูญเสียในกระบวนการฉีดท่อพลาสติก
กรณีศึกษา : บริษัท พีบี ไฟฟ์ (ไทยแลนด์) จำกัด

นายไพสิฐ สุคันธรส

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นายไพสิฐ สุคันธรส
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การลดเวลาสูญเสียในกระบวนการฉีดท่อพลาสติก
กรณีศึกษา : บริษัท พีบี ไฟฟ์ (ไทยแลนด์) จำกัด
สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : อาจารย์ ดร.ณัฐพล อารีรัชชกุล
ปีการศึกษา : 2549

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ศึกษาแนวทางการลดเวลาสูญเสียในกระบวนการฉีดท่อพลาสติกที่มีผลิตภัณฑ์หลากหลาย ซึ่งสามารถผลิตได้หลายเครื่องจักร และมีปัญหาเกิดจากเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรจำนวน 5 เครื่อง แต่ละเครื่องใช้เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรยาวนาน ซึ่งมีสาเหตุมาจากวิธีการทำงานในการปรับตั้งเครื่องจักรไม่เหมาะสม ผู้ทำวิจัยจึงได้เลือกใช้วิธีการปรับปรุงการทำงานปรับตั้งเครื่องจักรด้วยการนำเทคนิค SMED มาใช้ โดยขั้นตอนที่ 1 แบ่งกิจกรรมย่อยของการปรับตั้งเครื่องจักรโดยการแยกงานในและงานนอกออกจากกัน สามารถลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรในแต่ละครั้ง ของเครื่องจักรเครื่องที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ลดเวลาลงจากเดิมได้ 35, 35, 42, 42 และ 42 นาที คิดเป็นร้อยละของการลดเวลาลงจากเดิมได้ 29.17, 28.46, 28.00, 21.00 และ 16.15 ตามลำดับ ขั้นตอนที่ 2 เป็นการจัดกิจกรรมย่อยของงานใน โดยประยุกต์การทำงานแบบขนาน ซึ่งสามารถลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรแต่ละครั้งได้อีก โดยเครื่องจักรเครื่องที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 สามารถลดเวลาลงจากเดิมได้ 69, 70, 72, 74 และ 86 นาที คิดเป็นร้อยละของการลดเวลาลงจากเดิมได้ 57.50, 56.91, 48.00, 37.00 และ 33.08 ตามลำดับ

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 73 หน้า)

คำสำคัญ : การปรับตั้งเครื่อง, การลดเวลาสูญเสีย, SMED

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

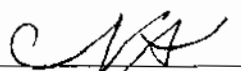
Name : Mr.Phaisit Sukhantharot
Thesis Title : Lost Time Reduction for Plastic Pipe Extrusion Process
Case Study : PB Pipe (Thailand) Company Limited
Major Field : Industrial Engineering
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok
Thesis Advisor : Dr.Nathapol Areeratchakul
Academic Year : 2006

Abstract

The Primary objective of this thesis is to present the technique to improve the lost time reduction for plastic pipes extrusion process combining with many products and can be producing in several machines. Doing so, I implement SMED technique in this study. I use five machines as the samples of this research. There are two main steps as follow. First step, dividing the set-up process. I divide internal and external set-ups. From the research, machine number 1, 2, 3, 4, and 5 can be reduced the set-up time 35 (29.17%), 35 (28.46%), 42 (28.00%), 42 (21.00%) and 42 (16.15%) minutes accordingly. Second step, dividing the sub-internal set-up by implementing parallel operation. From the research, machine number 1, 2, 3, 4, and 5 can be reduced the set-up time 69 (57.50%), 70 (56.91), 72 (48.00%), 74 (37.00%) and 86 (33.08%) minutes accordingly.

(Total 73 pages)

Keywords : Setup Time, Lost Time reduction, SMED



Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลงได้ด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์ ดร.ณัฐพล อาริรัชกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำ และ ตรวจสอบข้อบกพร่องในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.วิชัย รุ่งเรืองอนันต์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ชาติชาย อัครศักดิ์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อชี้แนะในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ บริษัท พีบี ไพฟ์ (ไทยแลนด์) จำกัด โดยคุณไพศาล โกมลโรจนารณ์ ผู้จัดการทั่วไป และพนักงานทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ คุณประสิทธิ์ มาลัยเลิศ สำหรับคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์นี้จนเสร็จสิ้น และขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษา MIE13 และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนเป็นอย่างดี

ท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้ให้การอบรม สั่งสอน และให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้าเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ไพสิฐ สุกันทรส

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฉ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	6
1.3 ขอบเขตของการทำวิจัย	6
1.4 วิธีการทำวิจัย	7
1.5 ประโยชน์ของการวิจัย	7
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 ผลกระทบและลักษณะกระบวนการผลิต	8
2.2 นิยามของเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร	10
2.3 งานพื้นฐานของการปรับตั้งเครื่องจักร	10
2.4 SMED (Single Minute Exchange of Dies)	11
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย	18
3.1 การรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	18
3.2 แนวทางการปรับปรุงวิธีการทำงานตามเทคนิค SMED	30
3.3 การจัดบันทึกขั้นตอนการทำงาน	31
3.4 การจับเวลางานย่อย	37
3.5 การแยกงานในและงานนอกออกจากกัน	37
3.6 การประยุกต์การทำงานแบบขนาน	37
บทที่ 4 ผลการวิจัย	38
4.1 การจับเวลางานย่อย	38
4.2 การแยกงานในและงานนอกออกจากกัน	52

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 การประยุกต์การทำงานแบบขนาน	60
4.4 ผลการปรับปรุงการปรับตั้งเครื่องจักร สำหรับการแยกงานในและงานนอกออกจากกัน	68
4.5 ผลการปรับปรุงการปรับตั้งเครื่องจักร สำหรับการประยุกต์การทำงานแบบขนาน	68
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	69
5.1 สรุปผลการวิจัย	69
5.2 การอภิปรายผล	70
5.2 ข้อเสนอแนะ	71
บรรณานุกรม	72
ประวัติผู้วิจัย	73

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1-1 การสูญเสียเวลาในการผลิตจากสาเหตุต่างๆ ระหว่างเดือนสิงหาคม-พฤศจิกายน 2549	2
1-2 เวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องอัดไหล	5
1-3 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานและระยะเวลาการดำเนินการวิจัย	7
2-1 แสดงสัดส่วนงานพื้นฐานในการปรับตั้งเครื่องจักร	11
3-1 สรุปชิ้นส่วนที่มีการปรับเปลี่ยนเมื่อมีการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์	30
3-2 กิจกรรมการตั้งเครื่องฉีดท่อพลาสติก สำหรับเครื่องจักรที่ 1 และ 2	34
3-3 กิจกรรมการตั้งเครื่องฉีดท่อพลาสติก สำหรับเครื่องจักรที่ 3, 4 และ 5	35
4-1 แสดงเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมย่อย สำหรับเครื่องจักรที่ 1	38
4-2 แสดงเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมย่อย สำหรับเครื่องจักรที่ 2	40
4-3 แสดงเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมย่อย สำหรับเครื่องจักรที่ 3	41
4-4 แสดงเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมย่อย สำหรับเครื่องจักรที่ 4	43
4-5 แสดงเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมย่อย สำหรับเครื่องจักรที่ 5 แสดงเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมย่อย สำหรับเครื่องจักรที่ 5	44
4-6 กิจกรรมย่อยที่เป็นงานนอก สำหรับเครื่องจักรที่ 1	52
4-7 กิจกรรมย่อยที่เป็นงานใน สำหรับเครื่องจักรที่ 1	53
4-8 กิจกรรมย่อยที่เป็นงานนอก สำหรับเครื่องจักรที่ 2	54
4-9 กิจกรรมย่อยที่เป็นงานใน สำหรับเครื่องจักรที่ 2	54
4-10 กิจกรรมย่อยที่เป็นงานนอก สำหรับเครื่องจักรที่ 3	55
4-11 กิจกรรมย่อยที่เป็นงานใน สำหรับเครื่องจักรที่ 3	56
4-12 กิจกรรมย่อยที่เป็นงานนอก สำหรับเครื่องจักรที่ 4	57
4-13 กิจกรรมย่อยที่เป็นงานใน สำหรับเครื่องจักรที่ 4	58
4-14 กิจกรรมย่อยที่เป็นงานนอก สำหรับเครื่องจักรที่ 5	59
4-15 กิจกรรมย่อยที่เป็นงานใน สำหรับเครื่องจักรที่ 5	59
4-16 แสดงลักษณะข้อจำกัดของกิจกรรมย่อยในการปรับตั้งเครื่องจักร	61
4-17 แสดงการเปรียบเทียบเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนและหลังการแยกงานในและงานนอกออกจากกัน	68

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-18	แสดงการเปรียบเทียบเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนและหลังการ ประยุกต์การทำงานแบบขนาน
	68

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 แผนภูมิแท่งแสดงการสูญเสียเวลาในการผลิตจากสาเหตุต่างๆ ระหว่างเดือน สิงหาคม-พฤศจิกายน 2549	3
1-2 แผนภูมิวงแสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเวลาในการผลิตจากสาเหตุต่างๆ เทียบกับเวลาสูญเสียรวมทั้งหมด ระหว่างเดือนสิงหาคม-พฤศจิกายน 2549	3
1-3 แผนภูมิพาเลโตแสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเวลาในการผลิตและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเวลาในการผลิตสะสมจากสาเหตุต่างๆ เทียบกับเวลาสูญเสียรวมทั้งหมด ระหว่างเดือนสิงหาคม-พฤศจิกายน 2549	4
1-4 แผนภูมิแท่งแสดงเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องอัดโหล	5
1-5 แผนภูมิวงแสดงสัดส่วนเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องอัดโหล	6
2-1 กระบวนการผลิตท่อพลาสติก	9
2-2 เครื่องผสมเม็ดพลาสติก	9
2-3 เครื่องฉีดท่อพลาสติก	10
2-4 กระบวนการหล่อเย็น ทำให้แห้ง และบรรจุ	10
2-5 แนวคิดของ SMED	13
3-1 แสดงความสัมพันธ์ในการถอดเปลี่ยนสกรูระหว่างพลาสติกชนิดต่างๆ	19
3-2 สกรูและส่วนหลอมละลาย	20
3-3 แสดงส่วนสกรีน ซึ่งอยู่ระหว่างส่วนหลอมละลายและชุดคายส์	21
3-4 แสดงส่วนของคายส์ ฟิน และบูช	22
3-5 แสดงท่อพลาสติกที่ใหญ่ออกมาจากส่วนของชุดคายส์ที่ประกอบเสร็จแล้ว	22
3-6 แสดงให้เห็น Calibration Sleeve และรูเล็กๆ ที่มีเพื่อให้แรงสูญญากาศผ่านเข้าถึงท่อได้	23
3-7 แสดงให้เห็นถึงชุดหลอดแก้วที่ติดไว้ก่อนที่จะผ่านเข้าไปยัง Calibration Sleeve	24
3-8 แสดงให้เห็นถึง Half Shell และขณะที่ประกอบพร้อมใช้งานใน Vacuum Tank	25

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3-9 แสดงส่วนของ Seal ที่ใช้ Vacuum Tank	25
3-10 แสดงชุดหลอดแก้วที่ใช้ Vacuum Tank	26
3-11 ล้อ Cooling สำหรับรองรับท่อใน Cooling Tank	27
3-12 Puller	27
3-13 ตัวอย่างใบสั่งผลิต	28
3-14 ตัวอย่างใบรายการเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการปรับตั้ง เครื่องจักร (Check List)	31
3-15 ใบบันทึกข้อมูลงานย่อยในการปรับตั้งเครื่องจักร	32
3-16 ตัวอย่างใบตรวจสอบหน้าที่ (Function Check) ในการเปลี่ยน ผลิตภัณฑ์	33
4-1 ใบบันทึกงานย่อยที่ทำการลงรายละเอียดแล้วของเครื่องจักรที่ 1	47
4-2 ใบบันทึกงานย่อยที่ทำการลงรายละเอียดแล้วของเครื่องจักรที่ 2	48
4-3 ใบบันทึกงานย่อยที่ทำการลงรายละเอียดแล้วของเครื่องจักรที่ 3	49
4-4 ใบบันทึกงานย่อยที่ทำการลงรายละเอียดแล้วของเครื่องจักรที่ 4	50
4-5 ใบบันทึกงานย่อยที่ทำการลงรายละเอียดแล้วของเครื่องจักรที่ 5	51
4-6 ความสัมพันธ์ของงานที่เป็นอนุกรมกัน	62
4-7 แผนภูมิทวิงานแสดงลำดับการปฏิบัติงานของพนักงานปรับตั้ง ของ เครื่องที่ 1	63
4-8 แผนภูมิทวิงานแสดงลำดับการปฏิบัติงานของพนักงานปรับตั้ง ของ เครื่องที่ 2	64
4-9 แผนภูมิทวิงานแสดงลำดับการปฏิบัติงานของพนักงานปรับตั้ง ของ เครื่องที่ 3	65
4-10 แผนภูมิทวิงานแสดงลำดับการปฏิบัติงานของพนักงานปรับตั้ง ของ เครื่องที่ 4	66
4-11 แผนภูมิทวิงานแสดงลำดับการปฏิบัติงานของพนักงานปรับตั้ง ของ เครื่องที่ 5	67

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

Ext 01	=	เครื่องจักรผลิตท่อเครื่องที่ 1
Ext 02	=	เครื่องจักรผลิตท่อเครื่องที่ 2
Ext 03	=	เครื่องจักรผลิตท่อเครื่องที่ 3
Ext 04	=	เครื่องจักรผลิตท่อเครื่องที่ 4
Ext 05	=	เครื่องจักรผลิตท่อเครื่องที่ 5
External Setup	=	การปรับตั้งเครื่องจักรโดยไม่ต้องหยุดเครื่องก่อน
ID	=	เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน
Internal Setup	=	การปรับตั้งเครื่องจักรโดยต้องหยุดเครื่องก่อน
OD	=	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก
PB	=	ท่อชนิดพีบี
PE	=	ท่อชนิดพีอี
PP	=	ท่อชนิดพีพี
SMED	=	เทคนิควิธีการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร

บทที่ 1

บทนำ

ในสภาวะปัจจุบัน อุตสาหกรรมทั้งในประเทศและต่างประเทศต่างมีแนวโน้มการแข่งขันที่ทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่มีผู้ผลิตเพิ่มมากขึ้นและต่างก็แข่งขันกันผลิตสินค้าและบริการออกมามากมายหลากหลายรูปแบบ อำนาจต่อรองในการซื้อขายอยู่ที่ลูกค้าเป็นใหญ่ ดังนั้นหากด้านธุรกิจผู้ผลิตไม่สามารถนำเสนอสินค้าหรือบริการที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาได้ ก็ย่อมยากที่จะคงความได้เปรียบในการแข่งขัน เพื่อให้ธุรกิจที่ดำเนินอยู่สามารถอยู่รอดได้ในสภาวะการแข่งขันที่เข้มข้นนี้ สิ่งที่มีความสำคัญสูงสุดจึงเป็นความสามารถในการปรับตัวเพื่อตอบสนองให้ทันต่อสถานการณ์และสามารถปรับเปลี่ยนใช้แผนกลยุทธ์ทางธุรกิจได้อย่างรวดเร็วว่องไว ซึ่งเมื่อมองลึกลงไปในระบบการผลิตอันเป็นหัวใจหลักของธุรกิจอุตสาหกรรมและเป็นตัวบ่งชี้ว่าธุรกิจอุตสาหกรรมนั้นๆจะมีความสามารถแข่งขันกับคู่แข่งรายอื่นและอยู่รอดต่อไปได้หรือไม่ ระบบการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมจึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อให้มีความได้เปรียบ และสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าให้ได้รวดเร็วที่สุด ซึ่งในสภาวะของการแข่งขันในปัจจุบันนี้ ประสิทธิภาพของระบบการผลิตและการตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าอย่างรวดเร็ว เป็นสิ่งสำคัญที่สุดที่ควรมุ่งมั่นให้เกิดขึ้นในธุรกิจของตน

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

อุตสาหกรรมการผลิตท่อพลาสติกประเภทพีบี พีพี และพีอี มีผลิตภัณฑ์จำนวนมากหลายรุ่นหลายขนาด และยังมีการวิจัยพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ความต้องการของลูกค้าและการจัดจำหน่ายทั้งภายในประเทศไทยและต่างประเทศมีปริมาณความต้องการเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามการเจริญเติบโตของประเทศโดยเฉพาะด้านอสังหาริมทรัพย์และโรงงานอุตสาหกรรม (ปัจจุบันพนักงานทำการผลิต 3 กะ หรือ 24 ชั่วโมง) ปริมาณความต้องการสินค้าที่มีมาก และมีความไม่แน่นอน

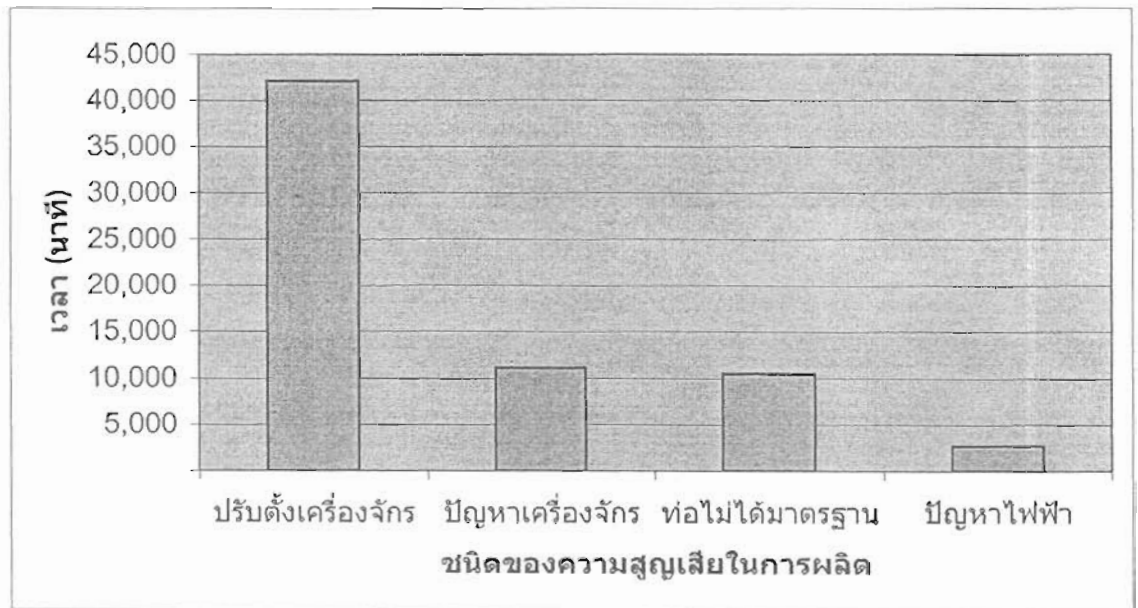
บริษัท พีบี โฟล์ (ไทยแลนด์) จำกัด เป็นหนึ่งในบริษัทที่อยู่ในอุตสาหกรรมการผลิตท่อที่มีประวัติยาวนาน โดยริเริ่มก่อตั้งเมื่อวันที่ 7 มกราคม พ.ศ. 2525 ทุนจดทะเบียน 40 ล้านบาท โดยเป็น

บริษัทที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับการผลิตและจำหน่ายท่อน้ำและอุปกรณ์ท่อ โดยมีผลิตภัณฑ์หลัก 3 ชนิดด้วยกันคือ ท่อโพลีบิวทิลีนหรือพีบี (Poly Butylenes: PB) และอุปกรณ์ท่อ ใช้สำหรับท่อน้ำประปา ท่อโพลีเอทิลีนหรือพีอี (Poly Propylene: PE) และอุปกรณ์ท่อ ใช้สำหรับท่อน้ำประปาและระบบการเกษตร และท่อโพลีโพรพิลีนหรือพีพี (Poly Ethylene: PP) และอุปกรณ์ท่อ ใช้สำหรับท่อน้ำประปาและระบบท่อน้ำทิ้ง

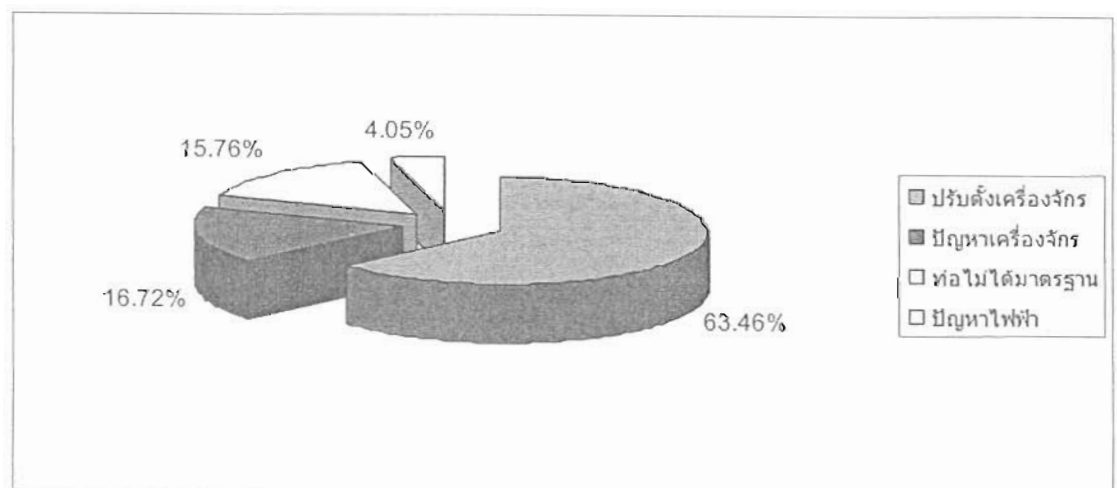
ในกระบวนการผลิตท่อจะผลิตด้วยเครื่องอัดไหล (Extrusion) โดยบริษัทมีเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตจำนวน 5 เครื่อง เมื่อผู้วิจัยได้ทำการเก็บวิเคราะห์ข้อมูลของแผนกผลิตท่อในช่วงเดือนสิงหาคม ถึงเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2549 พบว่ามีการสูญเสียเวลาในการผลิต 66,324 นาที เกิดจากการปรับตั้งเครื่องจักร 42,092 นาที คิดเป็นร้อยละ 63.46 เกิดจากปัญหาเครื่องจักร 11,090 นาที คิดเป็นร้อยละ 16.72 เกิดจากท่อไม่ได้มาตรฐาน 10,454 นาที คิดเป็นร้อยละ 15.76 และปัญหาไฟฟ้า 2,688 นาที คิดเป็นร้อยละ 4.05 ดังแสดงไว้ดังนี้

ตารางที่ 1-1 การสูญเสียเวลาในการผลิตจากสาเหตุต่างๆ ระหว่างเดือนสิงหาคม-พฤศจิกายน 2549

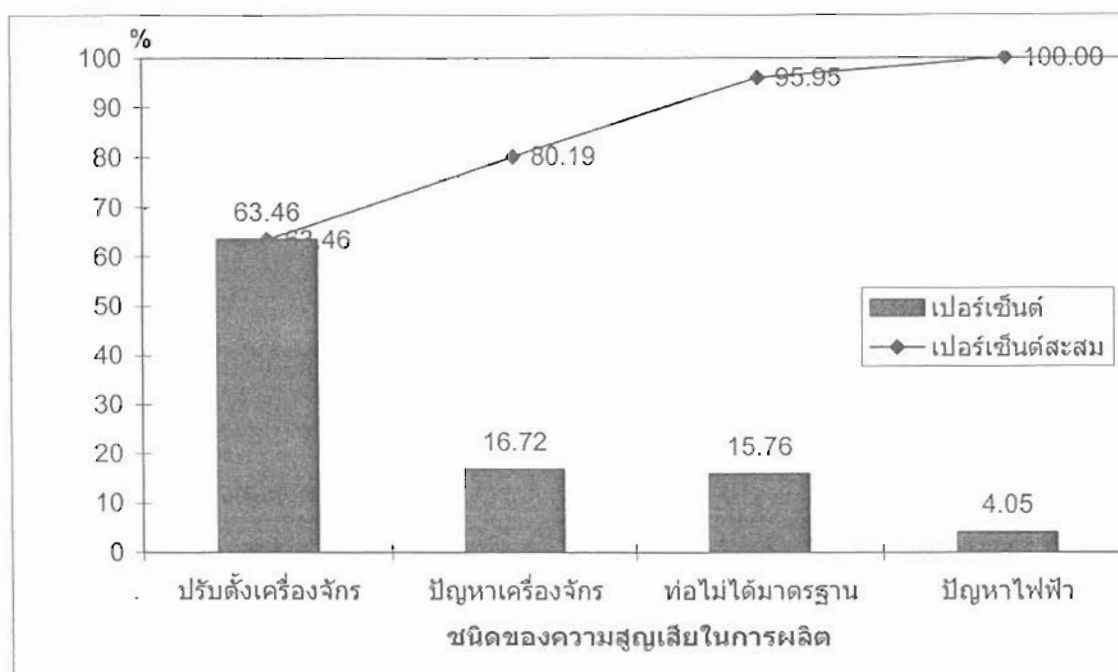
เครื่องจักร สาเหตุการสูญเสียเวลา	Ext 01	Ext 02	Ext 03	Ext 04	Ext 05	รวม (นาที)
ปรับตั้งเครื่องจักร	7,649	2,236	19,473	8,323	4,411	42,092
ปัญหาเครื่องจักร	3,794	3,136	1,720	894	1,546	11,090
ท่อไม่ได้มาตรฐาน	618	705	3,214	4,205	1,712	10,454
ปัญหาไฟฟ้า	935	408	892	221	232	2,688
เวลาเครื่องจักรหยุดรวม (นาที)	12,996	6,485	25,299	13,643	7,901	66,324



ภาพที่ 1-1 แผนภูมิแท่งแสดงการสูญเสียเวลาในการผลิตจากสาเหตุต่างๆ ระหว่างเดือนสิงหาคม-พฤศจิกายน 2549



ภาพที่ 1-2 แผนภูมิวงแสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเวลาในการผลิตจากสาเหตุต่างๆ เทียบกับเวลาสูญเสียรวมทั้งหมด ระหว่างเดือนสิงหาคม-พฤศจิกายน 2549

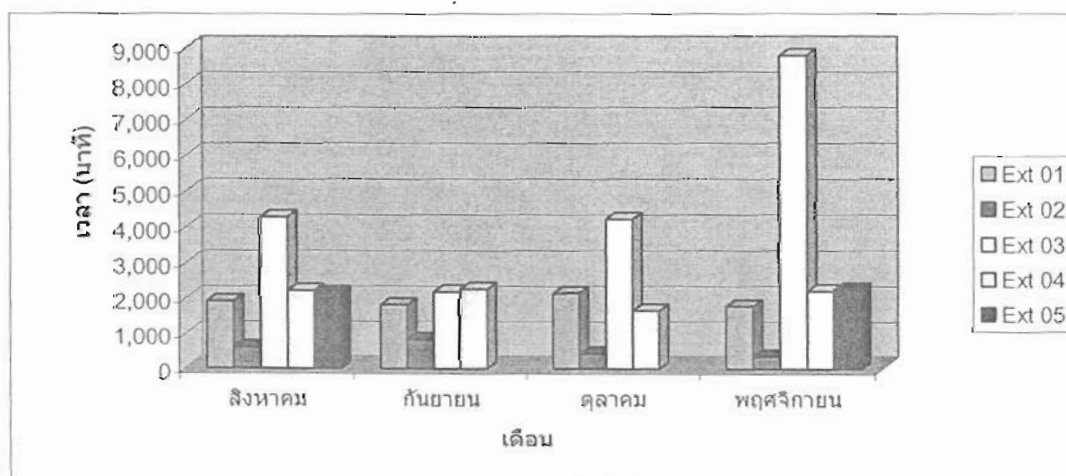


ภาพที่ 1-3 แผนภูมิพายัดแสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเวลาในการผลิตและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเวลาในการผลิตสะสมจากสาเหตุต่างๆ เทียบกับเวลาสูญเสียรวมทั้งหมด ระหว่างเดือนสิงหาคม-พฤศจิกายน 2549

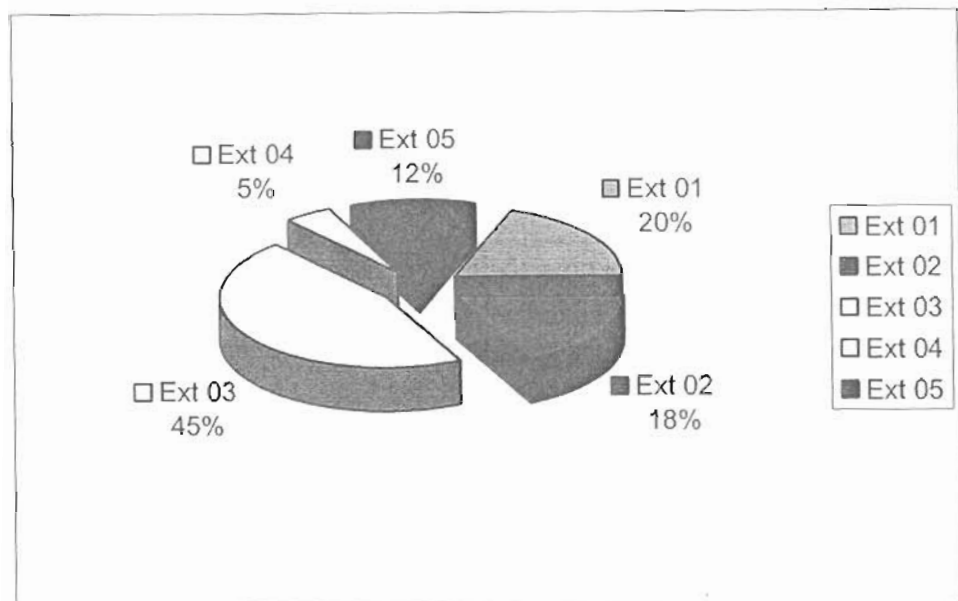
จากตารางและแผนภูมิข้างต้นจะเห็นได้ว่า การปรับตั้งเครื่องจักรจัดเป็นปัญหาที่มีสัดส่วนสูงที่สุดจากปัญหาทั้งหมด ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์แต่ละครั้งนั้นมีการปรับตั้งเครื่องจักรที่ยาวนาน ทำให้ต้องสูญเสียเวลาในการผลิตไปโดยเปล่าประโยชน์มากกว่าความสูญเสียอื่นๆ ประสิทธิภาพในการผลิตน้อยลง ส่งผลให้เวลาในการผลิตผลิตภัณฑ์ยาวนานมากขึ้นไป ขาดความคล่องตัว การผลิตมีความยืดหยุ่นน้อยเพราะหลังการปรับตั้งแล้วจำเป็นต้องทำการผลิตในปริมาณที่มากเพื่อชดเชยเวลาการปรับตั้งที่ยาวนาน จึงมีผลกระทบต่อนโยบายการรับคำสั่งซื้อของลูกค้า เช่นการกำหนดปริมาณขั้นต่ำ หรือหากรับคำสั่งซื้อไว้แล้วแต่ก็ต้องรอนาน เพราะต้องเข้าคิวรอนกว่าจะมีคำสั่งซื้อจากลูกค้ารายอื่นมารวบรวมกันจนถึงปริมาณที่มากพอที่จะทำการผลิต ซึ่งหากเป็นเช่นนี้อาจทำให้สูญเสียลูกค้าที่ต้องการสินค้าในปริมาณไม่มาก และช่วงเวลากการผลิตที่ยาวนานย่อมทำให้ลูกค้ายกเลิกคำสั่งซื้อหันไปหาผู้ผลิตรายอื่นที่สามารถส่งมอบของให้ได้รวดเร็วกว่า การปรับตั้งเครื่องจักรจัดเป็นกระบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าในการผลิต ยังมีช่วงการปรับตั้งเครื่องจักรที่ยาวนานยังทำให้ประสิทธิภาพการผลิตลดน้อยถอยลง โรงงานบริษัท พีบี ไฟท์ (ไทยแลนด์) จำกัด ใช้เครื่องจักรผลิตท่อด้วยเครื่องอัดไหล (Extrusion) จำนวน 5 เครื่องซึ่งแต่ละเครื่องได้มีการบันทึกเวลาในการปรับตั้งไว้ดังนี้

ตารางที่ 1-2 เวลาที่ใช้ไปในการปรับตั้งเครื่องอัดไหล

เครื่องจักร เดือน	Ext 01	Ext 02	Ext 03	Ext 04	Ext 05	รวม (นาทึ)
สิงหาคม	1,915	614	4,281	2,221	2,162	11,193
กันยายน	1,813	832	2,184	2,255	-	7,084
ตุลาคม	2,145	437	4,219	1,647	-	8,448
พฤศจิกายน	1,776	353	8,789	2,200	2,249	15,367
รวม(นาทึ)	7,649	2,236	19,473	8,323	4,411	42,092



ภาพที่ 1-4 แผนภูมิแท่งแสดงเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องอัดไหล



ภาพที่ 1-5 แผนภูมิวงแสดงสัดส่วนเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องอัดไหล

ในกระบวนการผลิตท่อพลาสติกของบริษัท พีบี ไลฟ์ (ไทยแลนด์) จำกัด จะมีความสูญเสียจากการปรับตั้งเครื่องจักร 42,092 นาทีในช่วง 4 เดือน หรือคิดเป็น 126,276 นาทีต่อปี พบว่าเครื่องจักรทั้งหมด 5 เครื่องใช้เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรยาวนาน โดยเฉพาะเครื่องจักรที่ 3 มีสัดส่วนในการปรับตั้งเครื่องจักรสูงที่สุดในกลุ่ม โดยมีความสูญเสียสูงถึง 58,419 นาทีต่อปี ซึ่งหากมีการศึกษาและประยุกต์ใช้ระบบวิธีคิดในการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องฉีดท่อพลาสติกแล้ว จะสามารถลดเวลาที่สูญเสียไปดังกล่าวลงและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรโดยการนำระบบวิธีคิดแบบ SMED มาปรับใช้งาน โดยสามารถลดเวลาลงได้แต่ละเครื่องไม่น้อยกว่าร้อยละ 20

1.2.2 เพื่อสร้างมาตรฐานการทำงานในการปรับตั้งเครื่องจักร

1.3 ขอบเขตของการทำวิจัย

1.3.1 ศึกษาผลิตภัณฑ์ประเภทท่อพลาสติกชนิด PB, PE และ PP

1.3.2 ศึกษาเครื่องจักรผลิตท่อ เครื่องที่ 1 ถึง 5

1.3.3 ข้อมูลต่างๆ เช่น กระบวนการผลิต เวลาการผลิต ฯลฯ โดยใช้ข้อมูลของโรงงานกรณีศึกษาเท่านั้น

1.3.4 ศึกษาเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่โรงงานผลิตเอง

1.3.5 จำนวนพนักงานมีเพียงพอต่อการผลิต

1.3.6 วัตถุดิบ และชิ้นส่วนที่สั่งซื้อ หรือสั่งผลิตจากภายนอกมีเพียงพอ

1.4 วิธีการทำวิจัย

1.4.1 ศึกษาและทำความเข้าใจในสภาพปัจจุบันของกระบวนการผลิตที่อยู่ในโรงงาน

1.4.2 เก็บข้อมูลที่จำเป็นต่อการวิจัยและวิเคราะห์ปัญหาในกระบวนการผลิต

1.4.3 ระบุปัญหาและศึกษาค้นคว้างานวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.4.4 ศึกษากระบวนการผลิตของแต่ละขั้นตอน ระยะเวลาที่ใช้ของแต่ละกระบวนการผลิตโดยละเอียด

1.4.5 ศึกษาค้นคว้าวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพ

1.4.6 สรุปผลการศึกษาและสรุปผลการวิจัย

1.4.7 จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

ตารางที่ 1-3 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานและระยะเวลาการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ปี พ.ศ. 2549						ปี พ.ศ. 2550			
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ค.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1	←→									
2		←→								
3				←→						
4					←→					
5						←→				
6							←→			
7									←→	

1.5 ประโยชน์ของการวิจัย

1.5.1 สามารถลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้น

1.5.2 สร้างมาตรฐานการทำงานในการปรับตั้งเครื่องจักร

บทที่ 2

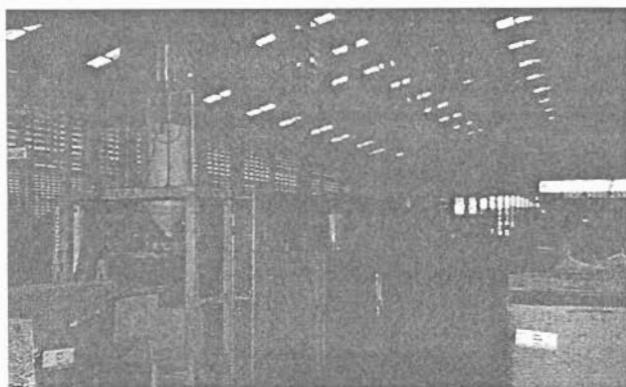
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากบทที่ 1 ได้อธิบายถึงความเป็นมาของวิทยานิพนธ์ ลักษณะ และสภาพทั่วไปของโรงงาน กระจกศึกษาโดยรวมแล้ว ในบทนี้จะเป็นการอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับทฤษฎีต่างๆ ที่นำมาใช้ใน วิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย ผลิตรภัณฑ์และลักษณะกระบวนการผลิต นิยามของเวลาการปรับตั้ง เครื่องจักร งานพื้นฐานของการปรับตั้งเครื่องจักร เทคนิค SMED (Single Minute Exchange of Dies) และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ผลิตรภัณฑ์และลักษณะกระบวนการผลิต

2.1.1 ผลิตรภัณฑ์ท่อของบริษัทกระจกศึกษาสามารถแบ่งออกตามลักษณะวัสดุที่ใช้ในการผลิตได้ 3 ประเภทคือ ท่อ PB ท่อ PE และท่อ PP ซึ่งท่อแต่ละประเภทมีหลายรุ่นวัดตามความกว้างของเส้น ผ่านศูนย์กลาง ตั้งแต่ 15 เซนติเมตร ไปจนถึง 400 เซนติเมตร

2.1.2 กระบวนการผลิตท่อพลาสติก ดังภาพที่ 2-1 จะเริ่มตั้งแต่การเตรียมเม็ดพลาสติกประเภท ต่างๆ เช่น PB PE และ PP ผสมกับส่วนเติมเต็มต่างๆ เช่น เม็ดสี สารป้องกันไฟฟ้าสถิต เม็ดพลาสติก บด ฯลฯ ผสมให้เข้ากันโดยเครื่องผสม ดังภาพที่ 2-2 เมื่อผสมเม็ดพลาสติกตามอัตราส่วนได้ที่แล้ว จึงนำเข้าเครื่องอัดไหล ดังภาพที่ 2-3 จากนั้นเข้าสู่กระบวนการหล่อเย็น กระบวนการทำให้ท่อแห้ง ตัดท่อให้ได้ตามขนาด และกระบวนการสุดท้ายคือกระบวนการบรรจุท่อ ดังภาพที่ 2-4 เครื่องฉีดท่อ พลาสติกของโรงงานมีทั้งหมด 5 เครื่องด้วยกัน แบ่งตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อพลาสติก เครื่องฉีดท่อทั้งหมดสามารถผลิตท่อได้ทั้ง ท่อ PB, PE และ PP



ภาพที่ 2-3 เครื่องฉีดท่อพลาสติก



ภาพที่ 2-4 กระบวนการหล่อเย็น ทำให้แข็ง และบรรจุ

2.2 นิยามของเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร

เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร (Machine Setup time) หมายถึง เวลาที่เริ่มต้นตั้งแต่มีการหยุดเครื่องจักรเพื่อที่จะทำการติดตั้ง ถอดเปลี่ยนตัวแบบ หรืออุปกรณ์ เครื่องมือ จนถึง การปรับตั้งค่าต่างๆ ให้กับเครื่องจักรพร้อมที่จะใช้งานจนสามารถทำการผลิตผลิตภัณฑ์ชิ้นแรกที่ดีได้ โดยไม่ต้องปรับตั้งค่าเครื่องจักรอีก

2.3 งานพื้นฐานของการปรับตั้งเครื่องจักร

จากนิยามการปรับตั้งเครื่องจักร จะพบว่า การปฏิบัติงานในการปรับตั้งเครื่องจักรมีขั้นตอนแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประเภทและรูปแบบการทำงานของเครื่องจักร แต่หากจะพิจารณาแล้วจะพบว่า กระบวนการปฏิบัติงานในการปรับตั้งเครื่องจักรทุกประเภท จะประกอบไปด้วยงานพื้นฐานเหมือนกัน 4 ประการ คือ

2.3.1 งานจัดเตรียมความพร้อม คือ งานต่างๆ ที่ต้องทำทั้งก่อนและหลังการปรับตั้งเครื่องจักร เช่น การจัดเตรียมอุปกรณ์ถอดเปลี่ยนแม่พิมพ์ การจัดเตรียมแม่พิมพ์ที่จะนำมาเปลี่ยน การจัดเตรียมการขนย้ายแม่พิมพ์จากสถานที่เก็บมายังเครื่องจักร และจากเครื่องจักรกลับไปยังที่เก็บ การจัดเก็บ

อุปกรณ์ เครื่องมือต่างๆ ภายหลังจากการปรับตั้งได้เสร็จสิ้นลง ซึ่งขั้นตอนการทำงานเหล่านี้สามารถทำได้ในขณะที่เครื่องจักรยังทำการผลิตได้อยู่โดยไม่จำเป็นต้องหยุดเครื่อง

2.3.2 งานถอดเปลี่ยน ติดตั้ง อุปกรณ์แม่พิมพ์ต่างๆ เช่น การถอดแม่พิมพ์เก่าออก ติดตั้งแม่พิมพ์ใหม่ ย้ายชิ้นส่วน เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ในระหว่างการถอดเปลี่ยน ซึ่งขั้นตอนนี้ไม่สามารถที่จะกระทำได้ในขณะเครื่องจักรกำลังทำงานอยู่ได้

2.3.3 งานปรับตั้งค่าความถูกต้องของอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ กระบวนการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของเครื่องจักรให้ตรงตามมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ เพื่อให้เครื่องจักรสามารถเริ่มต้นการทำงานได้

2.3.4 งานทดลองทำงานจนกว่าจะสามารถผลิตได้จริง กระบวนการนี้จะเริ่มตั้งแต่เครื่องจักรสามารถเดินเครื่องได้อีกครั้งหนึ่ง แต่ยังไม่สามารถผลิตชิ้นงานที่ดีได้อย่างต่อเนื่อง จนถึงเมื่อผลิตภัณฑ์ตัวที่ดีสามารถผลิตได้อย่างต่อเนื่อง ขั้นตอนนี้หมายความว่า แม้เครื่องจักรจะสามารถเดินเครื่องได้แล้ว แต่ก็ยังไม่สามารถจะผลิตสินค้าที่จะสามารถเพิ่มคุณค่าให้แก่องค์กรได้

ตารางที่ 2-1 แสดงสัดส่วนงานพื้นฐานในการปรับตั้งเครื่องจักร

งานพื้นฐานการปรับตั้งเครื่องจักร	% ของเวลาปรับตั้งทั้งหมด
1. งานจัดเตรียมความพร้อม	30%
2. งานถอดเปลี่ยนอุปกรณ์ แม่พิมพ์ต่างๆ	5%
3. งานปรับตั้งค่าความถูกต้องของอุปกรณ์ต่างๆ	15%
4. ทดลองทำงานจนกว่าจะสามารถผลิตงานได้จริง	50%

ที่มา : Shingo, S. A Revolution in Manufacturing : The SMED System. Translated by Andrews, P. D. Massachusetts : Productivity Press, 1985 : 3-1

2.4 SMED (Single Minute Exchange of Dies)

SMED เป็นแนวคิดในการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรให้ลดลง ซึ่งนาย Shingo ได้กล่าวแนะนำเกี่ยวกับ SMED ไว้ว่า

ระบบการผลิตของญี่ปุ่น โดยเฉพาะการผลิตแบบทันเวลา (Just in Time : JIT) และการควบคุมคุณภาพทั้งระบบ (Total quality control : TQC) เป็นระบบการผลิตที่มีประสิทธิภาพมากในการบริหารอุตสาหกรรมแต่ JIT ไม่ใช่วิธีการ แต่เป็นผลที่เกิดจากการนำ SMED มาใช้ คนทั่วไปคิดว่าการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรจาก 4 ชั่วโมง เหลือเพียง 3 นาที เป็นสิ่งที่เป็นไปได้ แต่แท้จริงแล้วสามารถเป็นไปได้โดยอาศัยระบบ SMED (Shingo, 1985 : xvii)

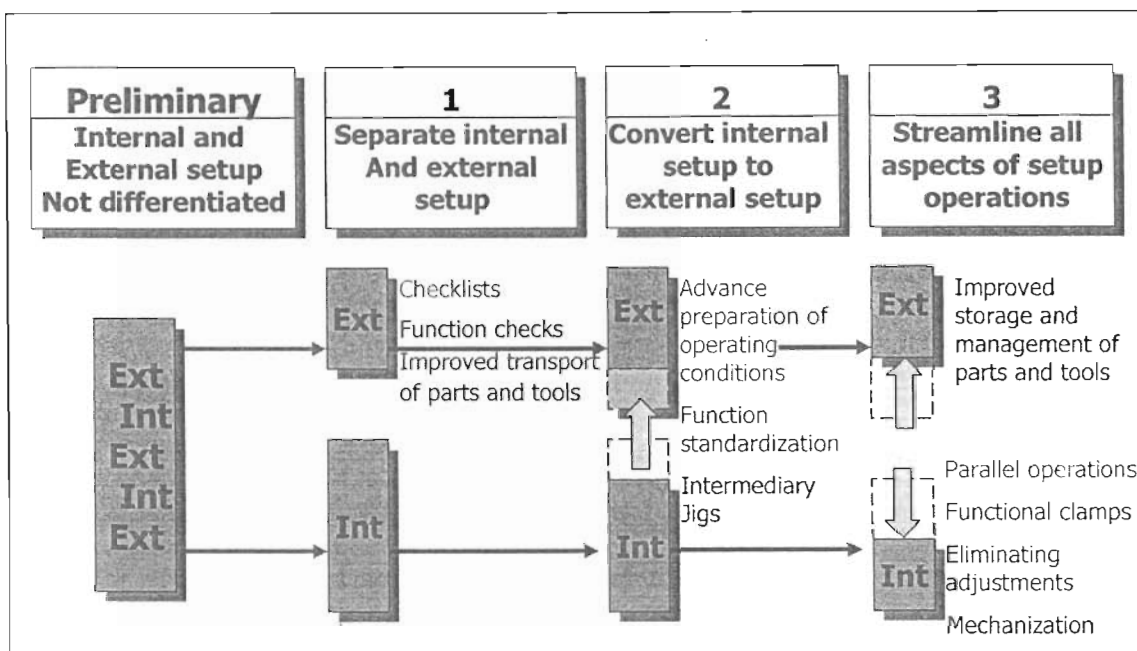
SMED ถูกพัฒนาขึ้นโดยนาย Shigeo Shingo ชาวญี่ปุ่น และได้ถูกแปลออกไปหลายภาษา และแพร่หลายไปทั่วโลก ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันว่าสามารถปรับใช้ได้กับทุกอุตสาหกรรมโดยเฉพาะ การเปลี่ยนโมลและดายส์ (Mold and Dies) โดยหลักการพื้นฐานเริ่มจากการสำรวจการติดตั้งโดย แยกแยะให้ออกก่อนว่าส่วนใดเป็นงานนอก และส่วนใดเป็นงานใน จากนั้นศึกษารายละเอียดและ วิเคราะห์กระบวนการเพื่อปรับเปลี่ยนงานในมาเป็นงานนอกให้มากที่สุดจากนั้นจึงปรับปรุงโดยนำ เทคนิคต่างๆ เข้ามาช่วยลดเวลาในแต่ละขั้นตอน เช่น ลดจำนวนสกรูล็อกหรือเปลี่ยนวิธีการล็อก หรือนำคอนเวเยอร์ (Conveyor) มาใช้แทนการใช้โอเวอร์เฮดเครน (Overhead Crane) ในบาง ตำแหน่ง เช่น จุดขึ้นแม่พิมพ์ เป็นต้น มีรายงานถึงผลจากการนำระบบนี้มาใช้งานปรากฏว่าสามารถ ลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรลงได้มากมาย เช่น รายงานในประเทศญี่ปุ่นที่แสดงให้เห็นผลที่ดีขึ้น ในกลุ่มอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น กลุ่มอุตสาหกรรมเพรสดายส์ (Presses Dies) สามารถลดลงได้ 1/18 หมายถึง ลดจากเดิม 18 นาทีลงเหลือ 1 นาที กลุ่มพลาสติกฟอร์มมิง (Plastics forming) ลดลงได้ 1/20 และกลุ่มดายส์แคสโมลดิ้ง (Dies-Cast molding) ลดลงได้ 1/10 เป็นต้น (Shingo, 1985: 114-115)

พื้นฐานหลักการของ SMED จะแบ่งงานตั้งเครื่องออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. งานใน (Internal Setup) หมายถึง งานที่จำเป็นต้องหยุดเครื่องจักรเท่านั้น จึงจะสามารถทำได้ เช่น การถอดเปลี่ยน การติดตั้งแม่พิมพ์ การปรับตั้งศูนย์
2. งานนอก (External Setup) หมายถึง งานที่ไม่จำเป็นต้องหยุดเครื่องจักรก็สามารถทำได้ เช่น การขนย้ายแม่พิมพ์ใหม่ มารอการติดตั้ง การขนย้ายแม่พิมพ์เก่าไปจัดเก็บ เป็นต้น

ในการปรับตั้งเครื่องจักรโดยทั่วไปนั้น ทั้งงานในและงานนอกจะรวมอยู่เป็นงานเดียวกัน ไม่ได้มีการแยกออกจากกันอย่างชัดเจน จึงเป็นเหตุให้กระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรนั้นกินเวลา ยาวนานกว่าที่ควรเป็น เนื่องจากมีงานในและงานนอกผสมปะปนกันอยู่โดยมิได้แยก และเป็น สาเหตุให้ส่วนมากที่งานปรับตั้งนั้นได้ทำในเวลาของงานในทั้งสิ้น ซึ่งส่งผลให้ในระหว่างการ ปรับตั้งเครื่องจักรนั้น เครื่องจักรมีการสูญเสียเวลาเนื่องจากเวลารอคอยที่มากนั่นเอง

จากเวลาการรอคอยที่มีมากของเครื่องจักรในระหว่างการปรับตั้ง SMED จึงเป็นวิธีการที่มี แนวคิดในการที่จะมุ่งลดเวลาสูญเสียเนื่องจากการรอคอยของเครื่องจักร โดยแนวคิดของ SMED แสดงในภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 แนวคิดของ SMED

SMED แบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 3 ขั้นตอนด้วยกัน คือ

1. แยกงานในและงานนอกออกจากกัน (Separating Internal and External Setup)
2. เปลี่ยนงานในให้เป็นงานนอก (Converting Internal to External Setup)
3. การทำงานในและงานนอกให้เร็ว (Streamlining All Aspects of the Setup Operation) ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 ขั้นตอนที่ 1 แยกงานในและงานนอกออกจากกัน (Separating Internal and External Setup) การแยกงานที่สามารถทำได้โดยไม่จำเป็นต้องหยุดเครื่องจักรออกจากงานที่จำเป็นต้องหยุดเครื่องจักรจึงจะสามารถทำได้

ขั้นตอนนี้ถือเป็นขั้นตอนสำคัญยิ่งยวดในการทำ SMED เนื่องจากว่า จำเป็นที่จะต้องมีการวินิจฉัยอย่างแน่ชัดว่าสิ่งใดเป็น งานใน หรือสิ่งใดเป็น งานนอก เพื่อเป็นการจำแนกแจกแจงถึงสิ่งที่เป็น Value Add หรือ Non-Value Add ยังผลได้กระบวนการผลิตสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้โดยการเพิ่มเวลาการทำงานที่ได้โดยการใช้เวลาที่ได้มาจากการลด Non-Value Add ลงไปนั่นเอง โดยขั้นตอนนี้จะสามารถลดเวลาสูญเสียเปล่าที่เกิดจากการตั้งเครื่องจักรลงได้ถึง 30 – 50% และเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ขั้นตอนนี้ ได้แก่

1. การใช้ใบรายการตรวจสอบ (Check List) คือ การทำรายการตรวจสอบขั้นตอนต่างๆ ของการตั้งเครื่อง โดยมีรายละเอียดของขั้นตอนต่างๆ ของการตั้งเครื่อง เครื่องมือที่ใช้ วิธีการ ข้อกำหนด ข้อบังคับ จำนวน ชนิด ของเครื่องมือ จำนวนมีด แม่พิมพ์ และอื่นๆ ที่ใช้ในการตั้งเครื่อง ความดัน อุณหภูมิ ความเร็วและเงื่อนไขอื่นๆ โดยที่รายละเอียดต่างๆ เหล่านี้จะช่วยป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ในการตั้งเครื่องจักร ทำให้สามารถหลีกเลี่ยงเวลาสูญเสียที่ต้องใช้ในการแก้ไขข้อผิดพลาดดังกล่าวได้

2. การใช้ใบรายการตรวจสอบหน้าที่ (Function Check) การใช้ใบรายการตรวจสอบเบื้องต้นนี้มีประโยชน์ในการพิจารณาว่าสิ่งต่างๆ ที่ต้องใช้ในการตั้งเครื่องว่ามีอยู่อย่างครบถ้วนหรือไม่ แต่ไม่ได้ระบุว่าหน้าที่การทำงานที่เกิดขึ้นนั้นสมบูรณ์และเหมาะสมหรือไม่ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องตรวจสอบหน้าที่การทำงานของสิ่งต่างๆ ที่ต้องใช้ในการตั้งเครื่องจักร ในกรณีที่เกิดข้อบกพร่องขึ้น จะทำให้เกิดความล่าช้าในการตั้งเครื่องจักรในสายการผลิตขึ้น เช่น เครื่องมือวัดขาด ความเที่ยงตรงในการวัด หรืออุปกรณ์จับยึดชิ้นงานไม่เที่ยงตรง ซึ่งบางครั้งจะต้องมีการซ่อมแซมแก้ไขจึงทำให้ต้องสูญเสียเวลาในการตั้งเครื่องไป

3. การปรับปรุงการขนย้ายแม่พิมพ์หรือชิ้นส่วนอื่นๆ (Improving transportation of Dies and Other Parts) หมายถึง การขนถ่ายชิ้นส่วนหรือวัตถุดิบจากที่เก็บไปยังเครื่องจักร และการขนถ่ายผลิตภัณฑ์สำเร็จกลับไปที่เก็บจะต้องทำในขั้นตอนการตั้งเครื่องนอกสายการผลิต ซึ่งอาจทำโดยพนักงานคุมเครื่องเป็นผู้ขนย้ายไปเองในขณะที่เครื่องจักรทำงาน หรือพนักงานอื่นมีหน้าที่ในการขนย้าย

2.4.2 ขั้นตอนที่ 2 เปลี่ยนงานในให้เป็นงานนอก (Converting Internal to External Setup) การปรับเปลี่ยนกิจกรรมงานย่อยที่ทำในขณะที่เครื่องจักรหยุดให้ไปเป็นงานย่อยๆ ที่สามารถทำได้ในขณะที่เครื่องจักรทำงาน

แม้ว่าการแยกงานที่สามารถทำได้โดยไม่จำเป็นต้องหยุดเครื่องจักร ออกจากงานที่จำเป็นต้องหยุดเครื่องจักรจึงจะสามารถทำได้ ในขั้นตอนที่ 1 นั้นจะสามารถทำให้ลดเวลาสูญเสียที่เกิดจากการตั้งเครื่องจักรลงได้ถึง 30 – 50% ก็ตามแต่การลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรเท่านั้นยังไม่ถือว่าประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายของหลักการ SMED ในขั้นตอนที่ 2 นี่นั้นเป็นการมุ่งเน้นไปที่กิจกรรมย่อยของงานใน ที่ได้ระบุไว้ในขั้นตอนที่ 1 เพื่อที่จะมาดูว่าสามารถโยกย้ายหรือปรับปรุงกิจกรรมงานย่อยใดๆ ที่เกิดขึ้นในส่วนของงานใน ให้ไปเป็นงานที่สามารถทำได้ในขณะที่เครื่องจักรทำงาน มีแนวทางปรับปรุงได้ 2 แนวทาง คือ

1. ทำการตรวจสอบ วิเคราะห์ต่างๆ ในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอีกครั้งหนึ่งโดยแบ่งออกเป็นงานย่อยๆ ที่เล็กหรือละเอียดขึ้น แล้วพิจารณาให้ถี่ถ้วนในแต่ละงานย่อยๆ นั้นๆ ว่างานใด

สามารถทำได้ในขณะที่เครื่องจักรทำงาน และงานใดต้องทำในขณะที่เครื่องจักรหยุด เพราะการปรับปรุงในขั้นตอนที่ 1 การแบ่งงานย่อยอาจจะมีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้เกิดความผิดพลาดได้ เช่น การรวมงานเข้าด้วยกัน เป็นต้น

2. การค้นหาวิธีการใหม่ๆ มาแทนวิธีการเดิมในการปรับตั้งเครื่องจักร โดยมีเป้าหมายเพื่อที่จะเปลี่ยนงานที่ทำในขณะที่เครื่องจักรหยุดทำงานให้เป็นงานที่ทำได้ในขณะที่เครื่องจักรทำงาน วิธีการนั้น จะต้องทำให้เป็นมาตรฐานและงานที่ได้จะต้องสร้างให้เป็นมาตรฐาน ง่ายต่อการปฏิบัติ เช่น แต่เดิมการอุ่นความร้อนให้แก่วัตถุดิบจะทำขณะเครื่องจักรหยุดงาน ก็สามารถปรับเปลี่ยนมาเป็นการอุ่นความร้อนในขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงานก่อนการปรับตั้งค่าความถูกต้องได้ ฯลฯ

เครื่องมือที่ใช้เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ในขั้นตอนที่ 2 นั้นมี 3 อย่างได้แก่

1. จัดเตรียมล่วงหน้า (Preparing Operation Conditions in Advance)
2. การทำมาตรฐาน (Function Standardization)
3. การใช้ Jigs ตัวกลาง (Using Intermediary Jigs) เพื่อให้ติดตั้ง Dies บน Jigs ก่อนแล้วจึงค่อยนำไปติดตั้งบนเครื่องในขั้นตอนการติดตั้งภายใน

2.4.3 ขั้นตอนที่ 3 การทำงานในและงานนอกให้เร็ว (Streamlining All Aspects of the Setup Operation) การลดเวลาหรือขั้นตอนของงานที่ทำได้ในขณะที่เครื่องจักรทำงาน และงานที่ทำได้ในขณะที่เครื่องจักรหยุดทำงาน ให้สั้นลงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการใช้เทคนิคและกรรมวิธีต่างๆ มารวมใช้เพื่อให้สามารถลดเวลาและขั้นตอนของการทำงานในขณะที่เครื่องจักรหยุดทำงาน และลดเวลาและขั้นตอนของการทำงานในขณะที่เครื่องจักรทำงานที่ได้ถูกลดลงมาแล้วจากขั้นตอนที่ 2 ให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยในส่วนของการทำงานในขณะที่เครื่องจักรหยุดทำงานนั้น สามารถปรับปรุงได้โดยการปรับปรุงสถานที่เก็บเครื่องมือรวมถึงวิธีขนย้าย เพื่อที่จะทำให้สามารถเข้าถึงคาส์ เครื่องมือ และอุปกรณ์อื่นๆ โดยอาจจะมีการกำหนดรหัสสี รหัสตัวเลข หรือรหัสแถบ และในส่วนของลดเวลาและขั้นตอนของงานที่ทำในขณะที่เครื่องจักรหยุดงานนั้นจะใช้วิธีการดังนี้

1. การประยุกต์การทำงานแบบขนาน (Implementing Parallel Operations) เมื่อวิธีการปรับตั้งเครื่องมีหลายขั้นตอนที่สามารถทำพร้อมกันได้ หรือมีลักษณะซ้ำซ้อน หรืองานที่ต้องทำการติดตั้งและตรวจวัดในขณะเดียวกัน การใช้พนักงานเพิ่มขึ้นก็จะสามารถช่วยลดเวลาลงได้

2. การใช้แคลมป์เฉพาะหน้าที่ (Using Functional Clamps) ส่วนใหญ่ในการตั้งเครื่องแล้วสิ่งที่มีมักจะทำให้สูญเสียเวลาไปมากคือ การขันโบลต์ (Bolts) เนื่องจากจะต้องเสียเวลาในการขันให้แน่นหรือคลายออก โดยปัญหาที่พบมากคือ โบลต์หลวมเกินไปต้องขันมากรอบกว่าจะแน่น หรือโบลต์มีหลายขนาดทำให้มีปัญหาเมื่อเกิดการเปลี่ยนรุ่น ซึ่ง SMED ได้แนะนำแนวทางในการแก้ไข

2 วิธีด้วยกันคือ วิธีการหมุนครั้งเดียว (one-turn methods) และวิธีการขยับครั้งเดียว (one-motion methods)

3. ขจัดกำรปรับตั้งค่า (Eliminating Adjustments) ในส่วนนี้จะเป็นการลดระยะเวลาของการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้ในทันที ซึ่งสามารถใช้การระบุค่าที่ต้องตั้งไว้ หรือหากเป็นเครื่องจักรที่สามารถตั้งโปรแกรมอัตโนมัติได้ก็จะช่วยลดเวลาในการทดลองจนกว่าจะได้ชิ้นส่วนที่ผลิตได้

4. การใช้ระบบ (Least Common Multiple System) วิธีการนี้อาจต้องอาศัยการออกแบบอุปกรณ์จับยึดหรือติดตั้งในส่วนของเครื่องจักร เพื่อที่จะทำให้สามารถรองรับต่ออุปกรณ์ หรือ โมลด์-คาสต์โดยไม่ต้องถอดเปลี่ยน ซึ่งอาจเพียงแค่ปรับส่วนตัวเชื่อมจับก็สามารถระบุจุดระยะที่จะนำโมลด์-คาสต์เข้าไปติดตั้งได้

5. ปรับปรุงเครื่องจักร (Mechanization) เป็นการออกแบบเครื่องจักรให้สามารถรองรับการปรับเปลี่ยนรุ่นได้อย่างกว้างขวาง โดยไม่จำเป็นต้องถอดหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ใดๆ โดยอาจเป็นเพียงแค่การกดปุ่มให้ตัวเครื่องจักรเองปรับเปลี่ยนชิ้นส่วน ซึ่งวิธีการนี้เป็นแนวคิดเดียวกันกับหุ่นยนต์อุตสาหกรรม ซึ่งส่วนใหญ่มักจะทำตั้งแต่แรกที่มีการออกแบบเครื่องจักรแล้ว

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 เฉลิม สัมพันธ์ธนรักษ์ (เฉลิม, 2547) ศึกษาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของเครื่องปั๊มขึ้นรูปชิ้นส่วนรถยนต์ จากการศึกษาพบว่าการสูญเสียที่เกิดจากการปรับตั้งเครื่องจักรมากที่สุด โดยพบว่าปัญหาหลักเกิดขึ้นจากการรื้อถอน และตำแหน่งในการจัดเก็บแม่พิมพ์ ซึ่งเมื่อนำเทคนิค SMED ไปใช้แก้ปัญหาพบว่าจะสามารถลดเวลาในการปรับตั้งลงเหลือ 9 นาที 28 วินาที คิดเป็นร้อยละ 46.83 จากเวลาก่อนปรับปรุง

2.5.2 พรเทพ รอดเนียม (พรเทพ, 2545) ศึกษาวิธีการเพิ่มผลผลิตเหล็กถวด โดยการปรับปรุงวิธีการตั้งเครื่อง โดยใช้หลักการศึกษาการทำงาน และหลักการของ SMED เพื่อปรับปรุงในเบื้องต้นและใช้การทำงานแบบผสม (ขนานและอนุกรม) เพื่อใช้ปรับปรุงอีกครั้ง พบว่า เมื่อใช้วิธีการของ SMED สามารถลดเวลาลงได้ร้อยละ 23 และเมื่อรวมกับวิธีการตั้งเครื่องแบบผสม สามารถลดได้โดยรวมเป็นร้อยละ 49 ได้ผลลัพธ์เป็นปริมาณการผลิตที่เพิ่มขึ้น 760 คันต่อเดือน คิดเป็นรายได้ที่เพิ่มขึ้นประมาณ 1,000,000 บาท ต่อเดือน

2.5.3 กิรติ ศรีสุวรรณ (กิรติ, 2537) ได้ศึกษาวิธีการเพิ่มผลผลิตสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์รถยนต์ โดยสามารถปรับปรุงแก้ไขปัญหา ในเรื่องของการขาดประสิทธิภาพและการไม่ประหยัด ในการดำเนินการผลิต โดยได้จัดทำเวลามาตรฐานและปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อลดเวลาไว้ประสิทธิภาพ

ทำให้สามารถพบข้อบกพร่องในการดำเนินการผลิตในงานส่วนต่างๆ และสามารถแก้ไขผลงานส่วนเกินได้ถูกต้องและเหมาะสม

2.5.4 วรพจน์ ขอดมนต์ (วรพจน์, 2534) ศึกษาการลดเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ผ้าอนามัยแบบปีก โดยมีการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ 2 ชนิด คือเปลี่ยนความหนาและเปลี่ยนความยาว โดยใช้เทคนิคของการศึกษาการทำงาน ใช้เทคนิค SMED และหลักการป้องกันความผิดพลาด (Poka Yoke) มาประยุกต์ใช้ ซึ่งผลที่ได้สามารถลดเวลาการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์แบบเปลี่ยนความหนาจาก 240 นาที เหลือ 67 นาที คิดเป็นร้อยละ 72 แบบบางเป็นแบบบางยาวพิเศษ ลดลงจาก 960 นาที เหลือ 82 นาที คิดเป็นร้อยละ 91.4 และแบบหนาเป็นแบบบางยาวพิเศษจาก 1,258 นาที เหลือ 79 นาที คิดเป็นร้อยละ 93.7

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

3.1 การรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในส่วนนี้จะเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลการตั้งเครื่องเบื้องต้น ซึ่งจะประกอบไปด้วยลักษณะของผลิตภัณฑ์ กิจกรรมในการตั้งเครื่อง ซึ่งข้อมูลต่างๆ จะถูกรวบรวมไปใช้ในการวิเคราะห์เพื่อทำการปรับปรุงการตั้งเครื่องโดยวิธี SMED

3.1.1 ผลิตภัณฑ์ สำหรับผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษามีผลิตภัณฑ์ คือ ท่อพลาสติก ใช้ระบบการผลิตด้วยเครื่องอัดไหล (Extrusion) โดยมีชนิดของผลิตภัณฑ์แบ่งออกได้ 3 ชนิดตามวัตถุดิบที่นำมาทำการผลิต คือ

3.1.1.1 ท่อโพลิบิวทิลีนหรือท่อพีบี (Poly Butylenes : PB) ใช้สำหรับท่อน้ำประปา

3.1.1.2 ท่อโพลิเอทิลีนหรือท่อพีอี (Poly Ethylene : PE) ใช้สำหรับท่อน้ำประปาและ

ระบบการเกษตร

3.1.1.3 ท่อโพลิโพรพิลีนหรือท่อพีพี (Poly Propylene : PP) ใช้สำหรับท่อน้ำประปา และระบบท่อน้ำทิ้ง

ท่อทั้ง 3 ชนิดมีกรรมวิธีในการผลิตไม่แตกต่างกันสามารถใช้ชิ้นส่วนเดียวกันในการผลิตได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับมาตรฐานการผลิตท่อชนิดนั้นๆ ว่าจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหรือความหนาเป็นเท่าใด โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อชนิดต่างๆ ที่ทำการผลิตมีขนาดตั้งแต่ 15 เซนติเมตร จนถึง 400 เซนติเมตร

3.1.2 แนวทางการปรับตั้งเครื่องอัดไหล (Extrusion) ในกระบวนการผลิตท่อพลาสติกนั้นเมื่อมีการปรับตั้งเครื่อง จะมีชิ้นส่วนที่ต้องถอดเปลี่ยนอยู่น้อยแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะผลิตภัณฑ์ก่อนหน้าและผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเปลี่ยน ทั้งนี้เมื่อผู้ทำวิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลพบว่าเครื่องจักรสามารถแบ่งส่วนที่ต้องถอดเปลี่ยนออกเป็น 4 ส่วนด้วยกันคือ

3.1.2.1 ส่วนหลอมละลาย (Melt Zone)

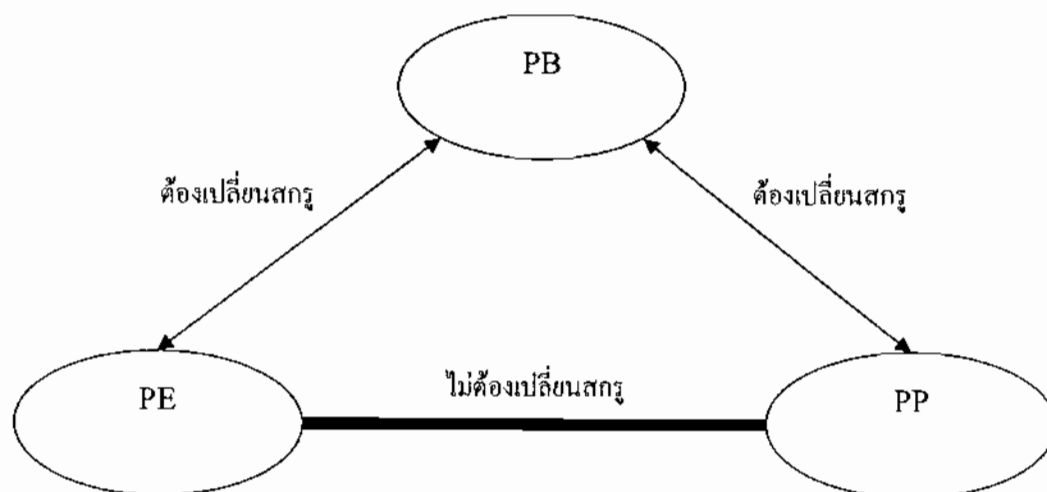
3.1.2.2 ส่วนขึ้นรูปท่อ (Pipe Forming)

3.1.2.3 ส่วนกำหนดขนาดละเอียดและเซตตัว (Calibration and Setting)

3.1.2.4 ส่วนหล่อเย็น เป่าแห้ง และดึงท่อ (Cooling Drying and Pulling)

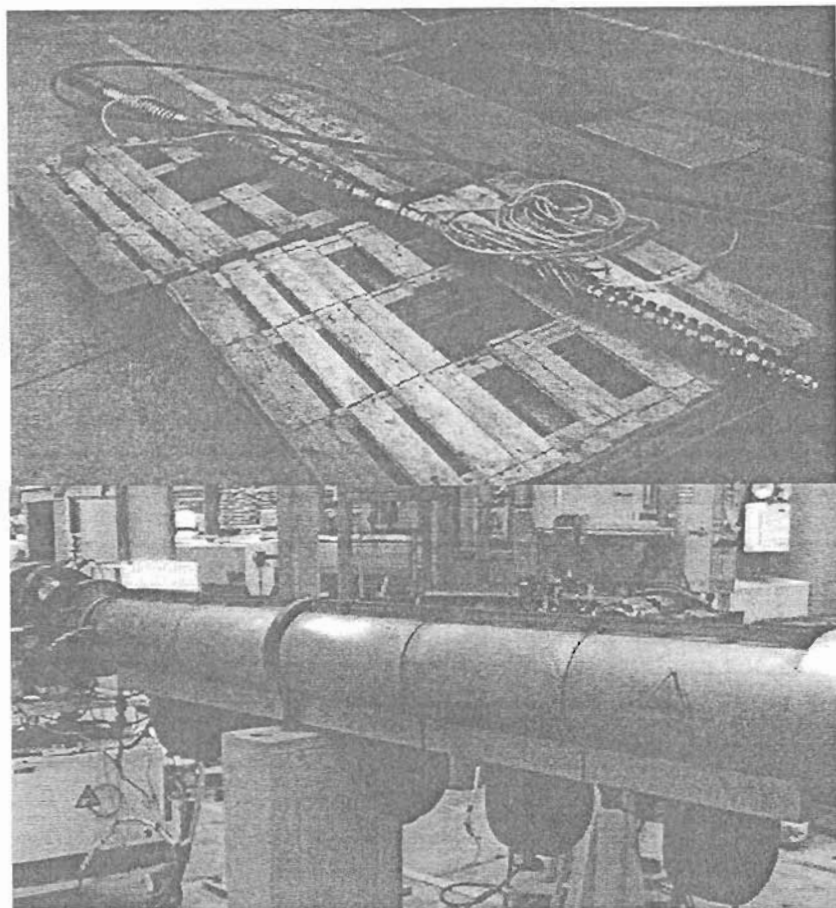
3.1.3 การปรับตั้งเครื่องในส่วนของการหลอมละลาย (Melt Zone)

ส่วนหลอมละลายเป็นส่วนแรกสุดที่เม็ดพลาสติกที่มาจากถังผสมเดินทางเข้าสู่ตัวเครื่อง โดยมีการให้ความร้อนตั้งแต่ต้นทาง จนถึงปลายสาย ซึ่งรวมเรียกว่าส่วนอัดไหล (Extrusion) โดยมีสกรู (Screw) หมุนเพื่อสร้างแรงอัดให้เม็ดพลาสติกไหลไปจนพ้นหัวคายส์ได้ ซึ่งเม็ดพลาสติกจะได้รับความร้อนอย่างต่อเนื่องจากจุดเริ่มต้นบวกกับแรงอัดของสกรู ทำให้เม็ดพลาสติกหลอมละลาย และเปลี่ยนสภาพเป็นของไหลอุณหภูมิสูง ในการผลิตท่อพลาสติกโดยปกติแล้วจะไม่ต้องทำการถอดเปลี่ยนสกรู แต่ยกเว้นเมื่อมีการเปลี่ยนประเภทของชนิดเม็ดพลาสติก โดยที่จะทำการถอดเปลี่ยนสกรูเมื่อเปลี่ยนชนิดพลาสติกจาก ท่อ PB ไปเป็นท่อ PE หรือท่อ PP และในทางกลับกัน จะต้องถอดเปลี่ยนสกรูเมื่อเปลี่ยนชนิดท่อจาก ท่อ PE หรือท่อ PP เป็นท่อ PB โดยที่ ท่อชนิด PE และ PP นั้น ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนสกรู โดยสามารถทำงานต่อเนื่องได้เลย ซึ่งความสัมพันธ์ในการเปลี่ยนสกรูดังแสดงในภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 แสดงความสัมพันธ์ในการถอดเปลี่ยนสกรูระหว่างพลาสติกชนิดต่างๆ

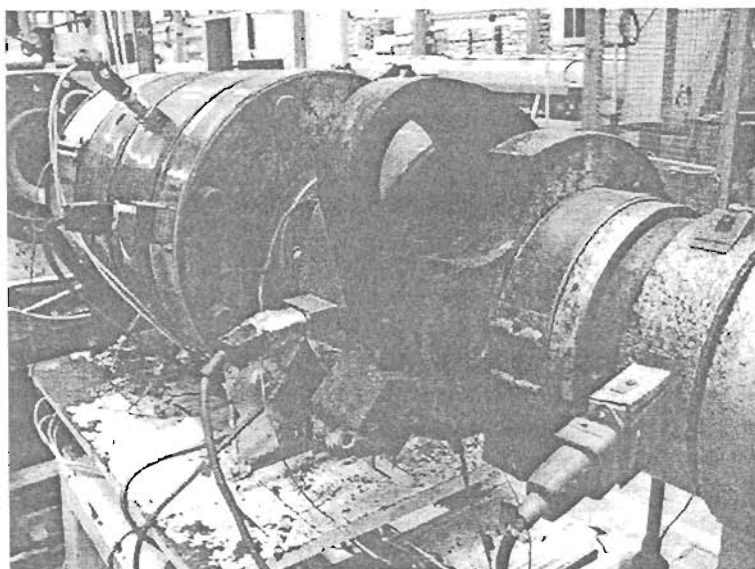
อย่างไรก็ดี ยังมีทางเลือกในการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ของพลาสติกทั้ง 3 ชนิดอีกหนึ่งวิธี กล่าวคือ ทำการเดินเครื่องฉีดไล่เนื้อพลาสติกเก่าออก ซึ่งข้อดีของวิธีนี้คือ ไม่ต้องถอดเปลี่ยนสกรูให้ยุ่งยาก จึงช่วยให้ประหยัดเวลาในการผลิต แต่เมื่อคำนึงถึงเวลาที่แตกต่างกันไม่มากนักแต่หากเลือกวิธีเดินเครื่องฉีดไล่เนื้อพลาสติก วิธีการนี้จำเป็นต้องสูญเสียเนื้อเม็ดพลาสติกจำนวนหนึ่งเพื่อที่จะเดินเครื่องไล่เม็ดพลาสติกเก่าออก วิธีนี้จึงไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากเสียค่าใช้จ่ายมากกว่าวิธีการถอดเปลี่ยนสกรู แต่ก็ยังคงพบเห็นอยู่บ้างเมื่อเกิดความจำเป็นที่จะต้องผลิตสินค้าให้ทันตามความต้องการของลูกค้า



ภาพที่ 3-2 สกรูและส่วนหลอมละลาย

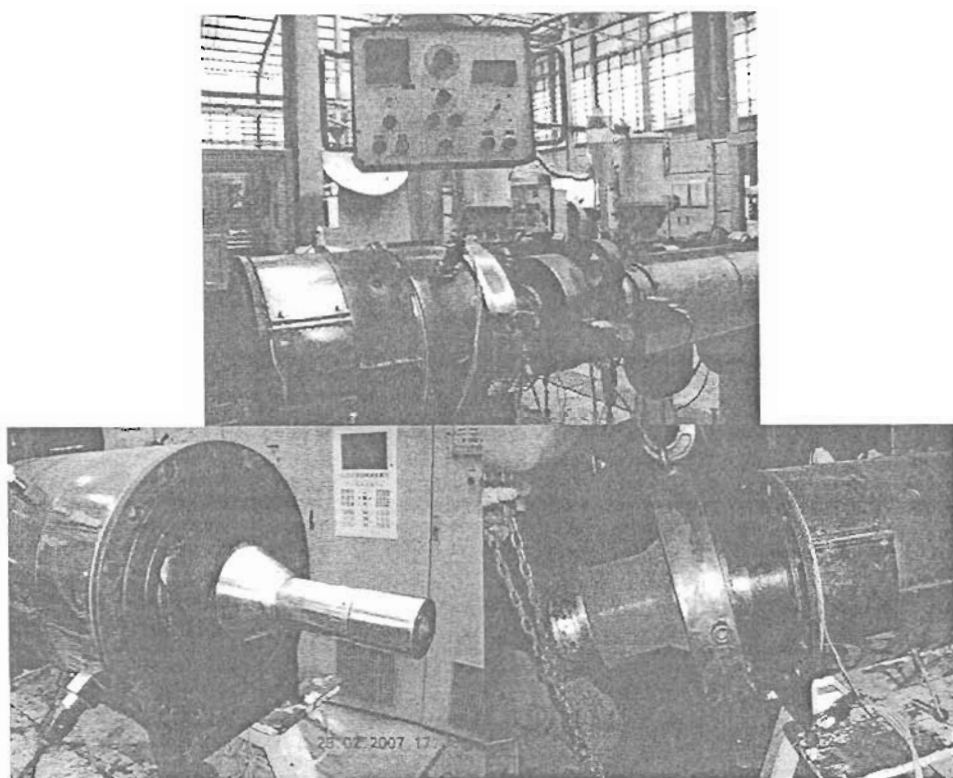
3.1.4 การปรับตั้งเครื่องในส่วนขึ้นรูปท่อ (Pipe Forming)

ในส่วนนี้จัดว่าเป็นส่วนที่มีการถอดเปลี่ยนบ่อยครั้งที่สุด ในส่วนนี้ประกอบไปด้วย ส่วนสกรีน (Screen) ซึ่งสกรีนคือส่วนของตระแกรงลวดที่ใส่เข้าไปทำหน้าที่ดักเศษสิ่งเจือปนในเนื้อพลาสติกไม่ให้เข้าไปยังส่วนของดายส์โดยเป็นส่วนที่ต่อจากปลายสกรูทำก่อนถึงส่วนของดายส์ ซึ่งสกรีนจะทำการเปลี่ยนทุกครั้งที่มีการหยุดเครื่อง เนื่องจากใช้เวลานานแม้ว่าในเครื่องจักรบางรุ่นสามารถเปลี่ยนได้โดยไม่ต้องหยุดเครื่องจักรเสียก่อน แต่เครื่องจักรในโรงงานกรณีศึกษาจำเป็นต้องหยุดเครื่องเสียก่อนจึงจะสามารถถอดเปลี่ยนได้

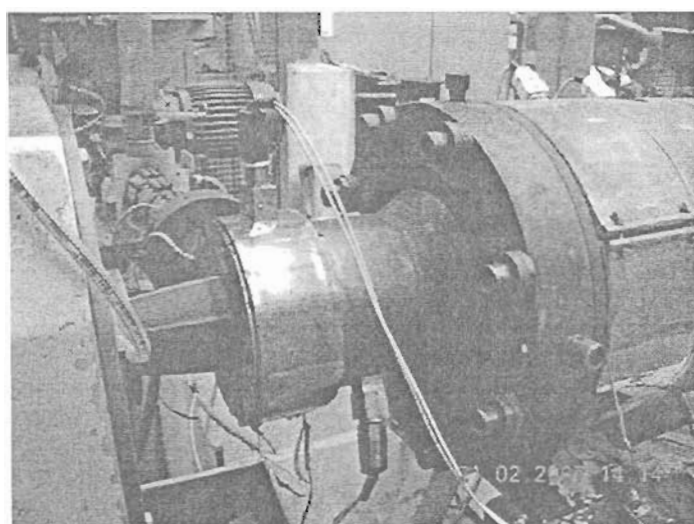


ภาพที่ 3-3 แสดงส่วนสกรีน ซึ่งอยู่ระหว่างส่วนหลอมละลายและชุดคายส์

เมื่อเนื้อพลาสติกไหลผ่านตะแกรงออกจากส่วนหลอมเหลวด้วยแรงอัดจากสกรูแล้ว เนื้อพลาสติกจะเข้าสู่ส่วนของคายส์ โดยพลาสติกจะผ่านชุดหัวคายส์เข้าสู่ร่องคดเพื่อทำการแยกและผสมให้เนื้อพลาสติกเป็นส่วนเดียวกัน จากนั้นเนื้อพลาสติกจะไหลผ่านออกมาจากชุดคายส์โดยมีพิน (Pin) เป็นตัวสร้างให้เกิดรูตรงกลางโดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพินจะเป็นตัวสร้างรูในท่อพลาสติก และมีบุช (Bush) เป็นตัวกำหนดขนาดของท่อภายนอกของท่อ โดยเมื่อทำการปรับเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดและความหนาต่างกัน บุชและพิน จะเป็นสิ่งที่ต้องทำการถอดเปลี่ยน โดยในการปรับตั้ง จะทำการติดตั้งพินก่อนโดยมีพินอยู่ตรงกลางโดยการใส่ประแจหมุนเข้าไปในส่วนของคายส์โดยตรง จากนั้นจึงทำการติดตั้งบุชครอบไปบนพิน โดยจะต้องตั้งระยะบุชให้อยู่ตรงกลางพอดีมีเช่นนั้นท่อที่ได้จะมีความหนา-บางไม่เท่ากัน โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมระยะของบุชนั้นคือ แหวนรัคขนาดใหญ่หรือที่ในงานวิจัยชิ้นนี้เรียกว่าแฟรงค์ โดยที่ตัวแฟรงค์จะทำหน้าที่จับยึดบุชให้ติดกับคายส์ซึ่งต่างจากพินที่ยึดติดอยู่กับคายส์โดยตรงด้วยการหมุนขัน โดยขอบนอกของแฟรงค์จะมีน็อต อยู่ 4 ตัวทำหน้าที่หมุนปรับระยะให้บุชครอบพินไว้ตรงกลางพอดี โดยใช้เวอร์เนียในการวัดความห่างของปลายพินกับขอบในของบุช ให้ได้ระยะเท่ากัน



ภาพที่ 3-4 แสดงส่วนของคานส์ ฟิน และบูช

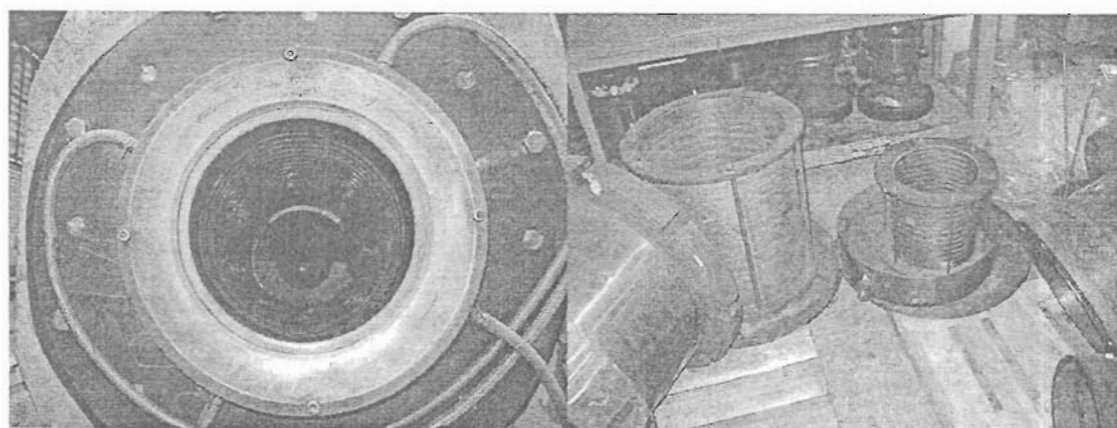


ภาพที่ 3-5 แสดงท่อพลาสติกที่ไหลออกมาจากส่วนของชุดคานส์ที่ประกอบเสร็จแล้ว

จะมีเฉพาะพลาสติกประเภท PE และ PP บางรุ่นเท่านั้น ที่จะมีส่วนเพิ่มเติมแตกต่างออกไป นั่นก็คือจะมีเครื่องฉีดแถบสีเพิ่มเข้ามาด้วย โดยเป็นการฉีดพลาสติกสีเข้าไปในส่วนของ บุษ ทำให้เมื่อท่อพลาสติกไหลออกมาจากบุษจะมีแถบสีปรากฏอยู่ตามแนวยาวของท่อ โดยขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดจากมาตรฐานในการผลิตท่อที่ได้ทำการผลิตด้วยพลาสติกประเภทดังกล่าว โดยที่ในการผลิตท่อ PB จะไม่มีขั้นตอนนี้แต่ก็จะมีขั้นตอนอื่นที่แตกต่างออกไป โดยที่ก่อนและหลังเข้า ถึงสุญญากาศ (Vacuum Tank) จะต้องมีการหล่อด้วยน้ำเสียก่อน โดยอุปกรณ์ที่เรียกว่าชุดหลอดแก้ว ซึ่งปรากฏรายละเอียดอยู่ในหัวข้อถัดไป

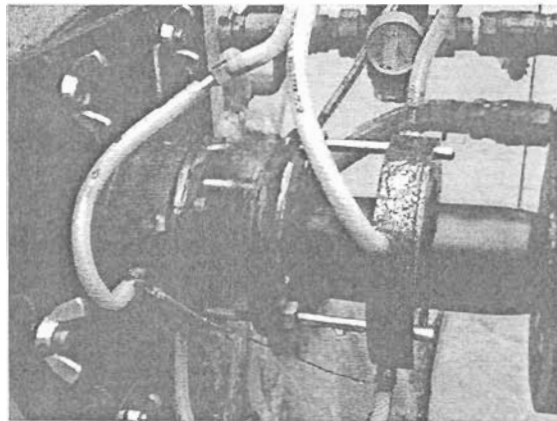
3.1.5 การปรับตั้งเครื่องในส่วนกำหนดขนาดละเอียดและเซตตัว (Calibration and Setting)

เมื่อท่อพลาสติกไหลออกมาจากคาส์จะยังคงมีอุณหภูมิสูงและสามารถปรับรูปร่างได้อยู่ ดังนั้นเพื่อให้ท่อได้ขนาดและความหนาตามต้องการจึงจำเป็นต้องให้ท่อไหลผ่านส่วนที่เรียกว่า Calibration Sleeve ซึ่งจากนี้ไปจะเรียกสั้นๆ ว่า สลัฟ (Sleeve) โดยจะเป็นท่อทองเหลืองที่ติดอยู่กับปากทางเข้าของส่วนหล่อเย็น โดยส่วนนี้จะเป็นถึงยาวซึ่งมีลักษณะพิเศษคือ บรรยายภาสภายในถึงเป็นสุญญากาศ ซึ่งอาจเรียกเฉพาะส่วนนี้ว่า ถึงสุญญากาศ ก็ได้ เมื่อพลาสติกที่ไหลผ่านเข้าไปในสลัฟ เนื้อพลาสติกจะถูกดึงให้แนบติดกับตัว สลัฟ โดยแรงสุญญากาศ ที่ผ่านเข้ามาจาก รูเล็กๆบนสลัฟ ทำให้ได้ขนาดความโคของท่อตามที่ต้องการ ซึ่งขนาดความโคของท่อ Outer-Diameter (OD) จะถูกกำหนดจากขนาดของ สลัฟ ส่วนความหนาของท่อนั้น จะขึ้นอยู่กับขนาดของฟัน และความเร็วในการไหลของท่อที่กำหนดโดย เครื่องดึงท่อ (Puller) ในส่วนท้ายของเครื่อง ดังนั้น เมื่อมีการเปลี่ยนขนาดความโคของผลิตภัณฑ์ สิ่งที่จะต้องถูกเปลี่ยนอย่างแน่นอนก็คือ สลัฟ โดยที่บางครั้ง อาจไม่ต้องการเปลี่ยน บุษและฟัน ก็ได้ หากว่าทำการผลิตที่ขนาดความโคไม่แตกต่างกันมากนัก



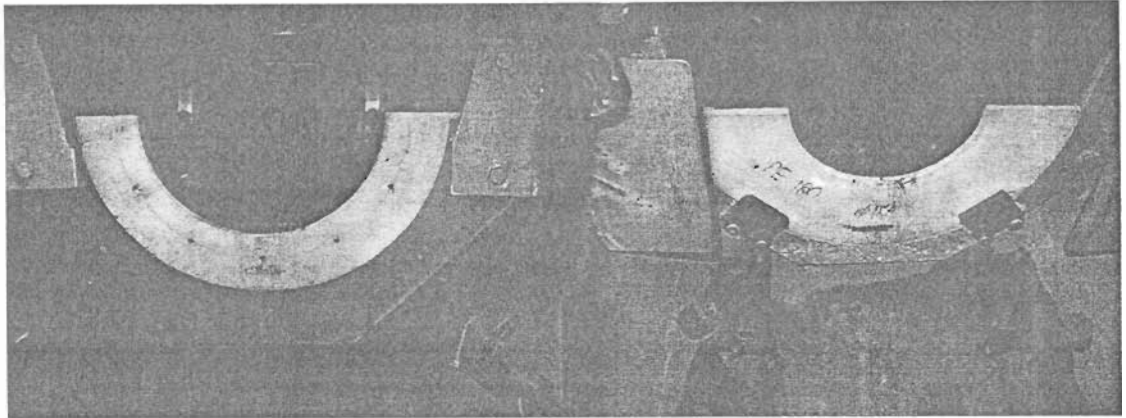
ภาพที่ 3-6 แสดงให้เห็น Calibration Sleeve และรูเล็กๆ ที่มีเพื่อให้แรงสุญญากาศผ่านเข้าถึงท่อได้

ท่อพลาสติกประเภท PE และ PP เมื่อไหลออกจากส่วนค้ายส์แล้วก็จะเข้าสู่สลิฟโดยตรง แต่เมื่อทำการผลิตท่อพลาสติกประเภท PB ก่อนที่ท่อพลาสติกจะไหลเข้าส่วนของสลิฟในตอนแรก เหมือนท่อพลาสติกอีก 2 ชนิด จำเป็นต้องผ่าน การหล่อด้วยน้ำเสียก่อน ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่เรียกว่าชุด หลอดแก้ว โดยจะติดไว้กับส่วนของ สลิฟ ในส่วนทางเข้า ดังภาพที่ 3-7



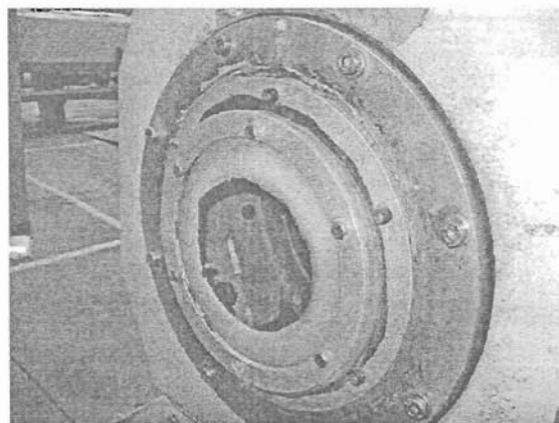
ภาพที่ 3-7 แสดงให้เห็นถึงชุดหลอดแก้วที่ติดไว้ก่อนที่ท่อจะผ่านเข้าไปยัง Calibration Sleeve

นอกจากสลิฟ แล้วภายในถังสุญญากาศ ยังประกอบไปด้วย แหวนรองรับท่อ (Half Shell) ซึ่งก็คือแผ่นพลาสติกที่มีรูปร่างคล้ายวงแหวนผ่าครึ่ง โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน เท่ากันกับขนาดความโตภายนอกของท่อ เมื่อท่อผ่านการปรับขนาดจากสลิฟ จะถูกทำให้เย็นเพื่อเซตตัว โดยการฉีดน้ำเย็นเป็นละอองภายในถังสุญญากาศ และเนื่องจากถังสุญญากาศมีความยาวมาก หากไม่มีอะไรรองรับท่อขณะวิ่งผ่านจะทำให้ ท่อห้อยโค้ง ส่งผลให้ท่อผิดรูปร่าง ความหนาบางไม่เท่ากัน ดังนั้นระหว่างที่ท่อผ่านเข้ามาในถังสุญญากาศ และก่อนที่จะออกไปจึงต้องมีส่วนรองรับน้ำหนักให้ ท่อคงความเป็นเส้นตรงอยู่ได้ ส่วนนั้นคือแหวนรองรับท่อนั่นเอง โดยที่ในถังสุญญากาศจะมีช่อง สำหรับใส่แหวนรองรับท่ออยู่ ตามที่ได้ปรากฏในภาพประกอบที่ 3-8

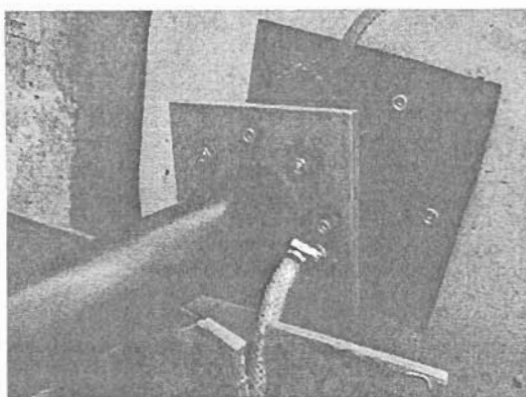


ภาพที่ 3-8 แสดงให้เห็นถึง Half Shell และขณะที่ประกอบพร้อมใช้งานใน Vacuum Tank

เมื่อท่อไหลผ่านละอองน้ำเย็นในสลิฟ จะเกิดการเซตตัวและมีความแข็งแรงอยู่ในระดับหนึ่งแล้ว ส่วนถัดไปคือ ส่วนที่จะทำให้พลาสติกเซตตัวอย่างถาวร แต่ก่อนที่จะผ่านออกจากสลิฟนั้น เมื่อมีการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ จะมีอีกชิ้นส่วนที่ต้องทำการถอดเปลี่ยน นั่นก็คือ ส่วนปิดท้ายทางออกของ สลิฟ โดยส่วนนี้เรียกว่า ชุดยางกันรั่ว (Seal) ทำด้วยความดัน ซึ่งจะมีลักษณะเป็นแผ่นยาง มีความยืดหยุ่น เพื่อป้องกันไม่ให้อากาศจากภายนอกรั่วเข้าไปรบกวนสุญญากาศในสลิฟ โดยที่ท่อชนิด PE และ PP เป็นแผ่นยางที่ไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ใดๆ เพิ่มเติม แต่เฉพาะท่อ PB เท่านั้น ที่จะมีชุดหลอดแก้วปิดท้ายยางกันรั่ว โดยมีลักษณะเป็นการหล่อน้ำเหมือนกับชุดหลอดแก้วด้านหน้า ก่อนที่ท่อจะผ่านส่วนนี้แล้วเข้าสู่ส่วนถัดไป



ภาพที่ 3-9 แสดงส่วนของ Seal ทำ Vacuum Tank

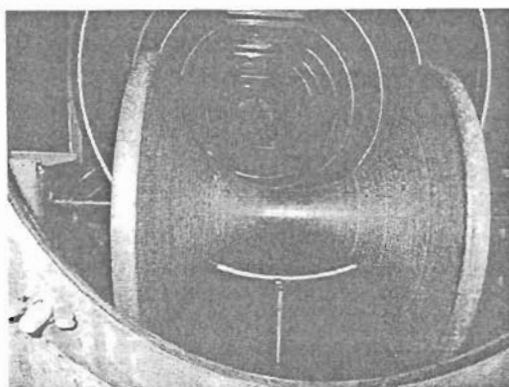


ภาพที่ 3-10 แสดงชุดหลอดแก้วท้าย Vacuum Tank

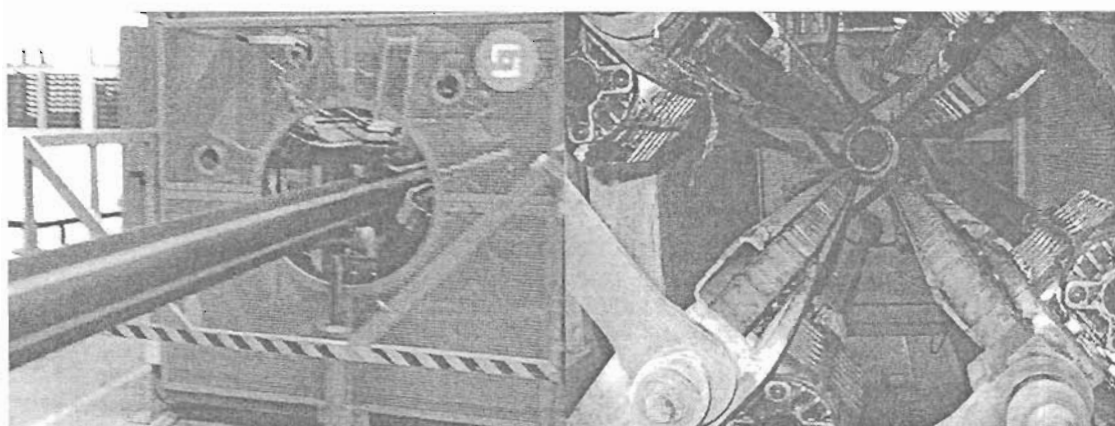
3.1.6 การปรับตั้งเครื่องในส่วนหล่อเย็น เป่าแห้ง และดึงท่อ (Cooling, Drying and Pulling)

ในส่วนนี้คือส่วนต่อจาก สลิฟ โดยภาพประกอบไปด้วยถังขนาดยาวหลายตอน โดยภายในแต่ละตอนประกอบไปด้วยท่อฉีดละอองน้ำเข้าใส่ท่อ เพื่อรักษาอุณหภูมิให้ท่อเซตตัว เหมือนกับส่วนสลิฟ แต่แตกต่างตรงที่ว่าไม่จำเป็นต้องใช้แรงสุญญากาศในการดูดท่อให้ติดกับสลิฟ อีกแล้ว ดังนั้นจะไม่มีส่วนยางกันรั่วเหมือนสลิฟ ซึ่งในส่วนของการปรับตั้งเมื่อมีการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์จะทำการปรับเปลี่ยนเฉพาะส่วนของล้อรับท่อ

ส่วนปลายสุดท้ายของเครื่องผลิตจะเป็นส่วนเป่าให้แห้ง (Drying) ซึ่งใช้ลมเป่าผิวท่อไล่หยดน้ำที่เกาะท่อออก ก่อนจะพันบริเวณส่วนท้ายเครื่อง และเข้าสู่การลงตราประทับเพื่อป้องกันเชื้อรุกรุนผลิตภัณฑ์ ขนาด OD มาตรฐาน รุ่น ล็อตที่ผลิต เป็นต้น จากนั้นท่อจะเข้าสู่เครื่องดึงท่อ โดยมีลักษณะเหมือนดินตะขำ โดยดินตะขำเหล่านี้จะหมุนเพื่อเป็นการปรับความเร็วในการไหลของท่อ โดยความเร็วนี้คือความเร็วในการผลิตผลิตภัณฑ์สัมพันธ์กับความหนาบางของขนาดท่อ โดยที่หากเดินเครื่องดึงท่อเร็ว ท่อก็จะบาง ในทางกลับกัน หากเดินเครื่องช้า ท่อก็จะหนา ซึ่งใช้ในการปรับขึ้นมาตรฐานท่อบางประเภทที่มีขนาด OD เท่ากัน แต่รับแรงดันต่างกัน เป็นต้น เมื่อพ้นจากเครื่องดึงท่อแล้ว



ภาพที่ 3-11 ล้อ Cooling สำหรับรองรับท่อใน Cooling Tank



ภาพที่ 3-12 Puller

3.1.7 การทำการปรับตั้งเครื่องของพนักงาน

ในการผลิตแต่ละครั้ง พนักงานประจำเครื่องจะได้รับใบสั่งผลิตประจำเครื่องจักรนั้นๆ โดยที่ใบคำสั่งผลิตจะประกอบไปด้วยรายละเอียดที่จะระบุถึงขนาดและจำนวน ซึ่งเมื่อเครื่องจักรทำการผลิตต่อครบจำนวนแล้ว พนักงานจะเริ่มทำการปรับตั้งเครื่องเพื่อให้เครื่องสามารถผลิตต่อตามใบคำสั่งผลิตชิ้นต่อไปได้ ในการเริ่มต้นการปรับตั้งเครื่องจักรพนักงานจะต้องเลือกชิ้นส่วนที่จะต้องนำมาเปลี่ยนโดยที่พนักงานจะอ่านข้อมูลจากจากใบคำสั่งผลิตเท่านั้น ซึ่งจะมีการระบุถึงรายละเอียดที่ใช้ในการผลิตต่างๆ ดังตัวอย่างประกอบภาพที่ 3-13

บริษัท พีบี ไพพ์ (ไทยแลนด์) จำกัด

ใบสั่งผลิตประจำเครื่องจักร

เครื่องจักร	EXT 03	สปีดที่	29 - 3	หน่วยงาน	[X] ที่ []	ฉีดพลาสติก	แก้ไขครั้งที่	0			
วันที่	ลำดับ	ผลิตภัณฑ์	ขนาด	รุ่นผลิต	รหัส ลูกค้า	ขนาดบรรจุ			จำนวน	กำหนดเสร็จ	
31/1/2007	1	SDR 13.5	Ø 150MM	QA - 01	PBP	ม้วน	ท่อน	ชิ้น	100		
รายละเอียดและข้อแนะนำ			OD	W/T			น้ำหนัก kg / m				
MIN			= 171.10 mm	MIN			= 12.70 mm	MIN			= 5.841 kg/m
MAX			= 171.50 mm	MAX			= 14.22 mm	MAX			= 6.494 kg/m
ส่วนผสมเม็ดพลาสติก		PURE (PB4201)	ความยาวตัด	6m	= 6 II - 6.13		ขนาด Bush		= 189.10 mm		
บด (PB4201) 10%			12m	= 12.20 - 12.22		ขนาด Pin		= 160.20 mm			
มาตรฐานในการเตรียม LINE										ขนาด Sleeve = 174.00 mm	
เปลี่ยนอุปกรณ์		90									
เปลี่ยนชุดสายและอุปกรณ์		150									
เปลี่ยน SCREW											
เดินท่อเบื้องต้น		60									
ขนาดมาตรฐาน		49									
รายละเอียดการพิมพ์											
TIS 910 - 2532 PBP PB2110 PBP 2007 Ø 150MM SDR13.5 6M 105 MPa (2100) PB PIPE (THAILAND) CO., LTD.											
THAILAND LOT NO EXT 03 006 UHM											

ผู้จัดทำใบ

ผู้ทบทวน

ผู้อนุมัติ

วันที่

วันที่

วันที่

วันที่	กะ	ผลิตภัณฑ์	ขนาด	รหัส ลูกค้า	จำนวน ม้วน	ท่อน	ชิ้น	ชุดระบบ	หัวท่อน	หมายเหตุ
	1									
	2									
	3									
	1									
	2									
	3									
	1									
	2									
	3									
	1									
	2									
	3									
	1									
	2									
	3									

ผู้ทบทวน

วันที่

ผู้อนุมัติ

วันที่

หมายเหตุ ให้คิดไว้ที่เครื่องจักรตลอดสปีดให้จนกว่าจะทำการผลิตเสร็จหรือมีการเปลี่ยนใบใหม่แล้วส่งกลับไปยังหัวหน้าแผนกผลิต

ภาพที่ 3-13 ตัวอย่างใบสั่งผลิต

จากตัวอย่างใบสั่งผลิตดังกล่าวที่ 3-13 จะเห็นได้ว่าใบสั่งผลิตจะมีการบ่งบอรายละเอียด โดยเป็นการให้รายละเอียดในส่วนของการผลิต รวมถึงขนาดของสิ่งที่จะต้องใช้ในการผลิต ข้อมูลที่ให้ไว้ในใบสั่งผลิตมีไว้เพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการผลิต แต่ในใบสั่งผลิตมิได้มุ่งเน้นถึงการใช้งานในการปรับเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์โดยตรง โดยจะปล่อยให้พนักงานในสายการผลิตเป็นผู้อ่านใบคำสั่งผลิตนั้น แล้วตัดสินใจเองว่าจะต้องดำเนินการถอดเปลี่ยนชิ้นส่วนใดบ้าง หรือต้องเตรียมอะไหล่บ้าง จะเห็นได้ว่าขั้นตอนก่อนการปรับตั้งเครื่องนี้เริ่มต้นด้วยการที่พนักงานต้องทำการคิดวิเคราะห์และตัดสินใจเอง ส่งผลให้อาจเกิดความผิดพลาดได้ เนื่องจากที่ได้กล่าวไว้ในเบื้องต้นแล้วว่า ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ที่จะต้องทำการถอดเปลี่ยนที่เกิดจากการปรับตั้งในกระบวนการผลิตนั้นมีหลายชิ้นและหลายเงื่อนไข พนักงานทั่วไปไม่ได้มีความเข้าใจในจุดนี้อย่างถ่องแท้เพียงพอที่จะสามารถตัดสินใจได้อย่างถูกต้องได้ ดังนั้นจึงพบเห็นได้ว่าเมื่อมีการปรับตั้งเครื่องจักรขึ้น พนักงานจะรองจนกว่าเครื่องจักรจะหยุดเสียก่อน แล้วค่อยถือใบคำสั่งผลิตไปหยิบชิ้นส่วนและอุปกรณ์มาเพื่อทำการปรับตั้ง และเมื่อทำการปรับตั้งเครื่องจักรต่อไม่ได้ เนื่องจากชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ไม่ครบพนักงานจึงค่อยไปค้นหาอีกนับเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เสียเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร

3.1.8 ความสัมพันธ์ของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นกับการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในวิธีการปรับตั้งเครื่องจักร โดยจะช่วยให้สามารถตัดสินใจได้ว่าเมื่อมีการปรับตั้งเครื่องจักรที่เกิดจากการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ ชิ้นส่วนใดบ้างที่จะต้องทำการถอดเปลี่ยน โดยจากหัวข้อที่ผ่านมา เป็นการแสดงรายละเอียดของเครื่องอัดโหล ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อมีการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์แล้วชิ้นส่วนใดบ้างที่จะต้องมีการถอดเปลี่ยน จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูล ติดตาม สอบถาม และศึกษาลักษณะการทำงานของเครื่องจักรรวมถึงวิธีการปรับตั้งเครื่องจักร พบว่าในการปรับตั้งเครื่องจักรแต่ละครั้งมีองค์ประกอบไม่เหมือนกัน ส่งผลให้มีชิ้นส่วนที่ต้องถอดเปลี่ยนไม่ได้เปลี่ยนพร้อมกันทั้งหมด หลายชิ้นจำเป็นต้องเปลี่ยนทุกครั้งที่มีการปรับตั้งเครื่องจักร แต่ส่วนใหญ่จะทำการถอดเปลี่ยนเมื่อมีการเปลี่ยนรุ่นเฉพาะเมื่อจะทำการผลิตผลิตภัณฑ์เป็นการเฉพาะ เมื่อผู้ทำวิจัยได้ศึกษาเครื่องจักรและวิธีการปรับตั้งเครื่องจักรของโรงงานกรณีศึกษา ได้พบความสัมพันธ์ในการเปลี่ยนชิ้นส่วนแต่ละชิ้น ซึ่งประกอบไปด้วยเงื่อนไขต่างๆ โดยได้ทำการสรุปไว้ในตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 สรุปชิ้นส่วนที่มีการปรับเปลี่ยนเมื่อมีการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์

ชื่อชิ้นส่วน	ตำแหน่งที่อยู่	ต้องทำการเปลี่ยนเมื่อ
สกรู (Screw)	ส่วนหลอมละลาย	เปลี่ยนชนิดพลาสติกระหว่าง PB กับ PE และ PP
สกรีน (Screen)	ระหว่างส่วนหลอมละลายกับคายส์	ทุกครั้งที่ยุคเครื่อง
แฟรงก์ (Flank)	หัวคายส์	เมื่อต้องการถอดบุช
บุช (Bush)	หัวคายส์	ขนาดท่อเปลี่ยน
พิน (Pin)	หัวคายส์	ขนาดท่อเปลี่ยน ยกเว้นเมื่อสามารถเปลี่ยนเฉพาะ Adapter ได้
พินส่วนต่อ (Adapter)	หัวคายส์/โดยต่อกับพิน	ขนาดท่อเปลี่ยน
ท่อฉีดแถบสี	ต่อตรงเข้าบุช	เมื่อต้องการถอดบุช / เมื่อต้องการเปลี่ยนแถบสี
Sleeve	Vacuum Tank	OD ท่อเปลี่ยน
Half Shell	Vacuum Tank	OD ท่อเปลี่ยน
Seal ท้าย Vacuum	Vacuum Tank	OD ท่อเปลี่ยน
ชุดหลอดแก้วท้าย Vacuum	Vacuum Tank	ขนาดท่อเปลี่ยน
ลูกถือ Cooling	Cooling Tank	ขนาดท่อเปลี่ยนมาก
Hot Stamping / Video Jet	ก่อนเข้า Puller	ทุกครั้งที่ยุคเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์
Puller	-	OD ท่อเปลี่ยน

3.2 แนวทางการปรับปรุงวิธีการทำงานตามเทคนิค SMED

ในการปรับปรุงวิธีการทำงานปรับตั้งเครื่องจักรนั้น ส่วนใหญ่แล้วในกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรที่ยาวนานจะมีการทำงานในรวมอยู่กับงานนอก โดยที่ผู้ปฏิบัติงานไม่ได้ทราบว่างานปรับตั้งที่ทำอยู่นั้นงานใดเป็นงานนอก และงานใดเป็นงานใน ผู้ปฏิบัติงานเชื่อว่าวิธีการทำงานที่ผ่านมานั้นถูกต้องดีแล้ว และหากมีนโยบายจากฝ่ายผลิตให้ทำการปรับตั้งให้เร็วขึ้น ผู้ปฏิบัติงานมักจะนึกถึงการทำงานให้เร็วขึ้นโดยการเร่งความเร็วในการทำงาน ส่งผลให้มีการต่อต้านซึ่งเกิดจากความเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้า และคิดว่าเป็นการเพิ่มงานให้กับตนเอง ส่งผลให้การปรับปรุงวิธีการ

ทำงานมีปัญหา โดยจะพบว่าวิธีการที่ตนเองได้ทำอยู่ปัจจุบันหากมีการเปลี่ยนแปลงมาจากฝ่ายผลิตแล้วจะตั้งข้อสังเกตไว้ก่อนว่าเป็นการเพิ่มภาระงานให้กับพนักงานขึ้นอีก

ดังนั้นแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยวิธีการ SMED ในขั้นตอนแรกนั้นจะต้องไม่เป็นการรบกวนวิธีการปฏิบัติงานเดิมของผู้ปฏิบัติงานเลย ผู้วิจัยจะต้องเก็บข้อมูลและวิธีปฏิบัติงานของพนักงานแล้วนำมาวิเคราะห์ลักษณะงานด้วยวิธี SMED เพื่อทำการแยกงานในออกจากงานนอก ทั้งนี้เพื่อให้ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากพนักงานที่ปฏิบัติงาน อย่างไรก็ตามผู้ทำวิจัยได้ทำการพูดคุยและทำความเข้าใจในการเก็บข้อมูลกับพนักงาน โดยได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดี รวมถึงการมีส่วนร่วมในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ปัญหา เพื่อหาสาเหตุและนำเสนอแนวทางแก้ไข โดยประกอบไปด้วยทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับการปรับตั้งเครื่องจักรซึ่งได้แก่ พนักงานปรับตั้งเครื่องจักร วิศวกรฝ่ายผลิต และผู้จัดการ โรงงาน

3.3 การจดบันทึกขั้นตอนการทำงาน

แนวทางในการปรับปรุงแก้ไขนั้น เริ่มต้นที่การจดบันทึกขั้นตอนการทำงานทั้งหมดที่จำเป็นเพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์และตัดสินใจในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลนี้ได้ทำการจัดทำใบรายการเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการปรับตั้งเครื่องจักร (Check List) ดังภาพที่ 3-14 ใบบันทึกข้อมูลงานย่อยในการปรับตั้งเครื่องจักร ดังภาพที่ 3-15 และ ใบตรวจสอบหน้าที่ (Function Check) ในการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ ดังภาพที่ 3-16

แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลการปฏิบัติงาน (Check List)

วันที่: _____ โดย: _____

ลำดับ	รายการ	หมายเหตุ	ดำเนินการ	ตรวจสอบ	ดำเนินการ	ตรวจสอบ
1	เปิดเครื่อง					
2	ปิดเครื่อง					
3	ชุดเครื่องมือ - ชุดอุปกรณ์					
4	ชุดเครื่องมือ					
5	ชุดเครื่องมือ					
6	ชุดเครื่องมือ					
7	ชุดเครื่องมือ					
8	ชุดเครื่องมือ					
9	ชุดเครื่องมือ					
10	ชุดเครื่องมือ					
11	ชุดเครื่องมือ					
12	ชุดเครื่องมือ					
13	ชุดเครื่องมือ					
14	ชุดเครื่องมือ					
15	ชุดเครื่องมือ					
16	ชุดเครื่องมือ					
17	ชุดเครื่องมือ					
18	ชุดเครื่องมือ					
19	ชุดเครื่องมือ					
20	ชุดเครื่องมือ					
21	ชุดเครื่องมือ					
22	ชุดเครื่องมือ					

ผู้บันทึก: _____ ผู้ตรวจสอบ: _____

วันที่: _____ วันที่: _____

ภาพที่ 3-14 ตัวอย่างใบรายการเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการปรับตั้งเครื่องจักร (Check List)

การตรวจเช็คการเตรียมการผลิต						
ลำดับ	รายการตรวจเช็ค	วิธีการตรวจ/รายละเอียด	เกณฑ์	ผลการตรวจ	ผลตัดสิน	หมายเหตุ
1	เปิดพลาสติก	• ระบบ Lot No				
2	สวนผสม	• ระบบ Melt Flow				
3	เครื่องผสม	• การทำงาน	ทำงานปกติ			
4	ระบบ Feed	• ล้างไส้กรอง	ล้างสะอาด			
		• การทำงาน	ทำงานปกติ			
5	ไซโล	• ระดับเบ็ด				
6	Air Dyer ☐ 1s ☐ 1m1s	• อุณหภูมิ				
		• การรั่วของท่อ	ไม่รั่ว			
7	Dehydrate ☐ 1s ☐ 1m1s	• อุณหภูมิ				
		• การรั่วของท่อ				
8	Hopper	• อุณหภูมิ				
9	Screen	เปลี่ยนแผ่น Screen	หยาบ..... ละเอียด.....	หยาบ..... ละเอียด.....		
10	นำเสียดเครื่อง	• อุณหภูมิ				
		• การทำงานของ Pump	ทำงานปกติ			
		• ระดับน้ำ				
11	Melt	• อุณหภูมิ Melt Temp				
		• แรงดัน Melt Pressure				
12	Die	• Bush No				
		• Pin No				
13	Sleeve	• Sleeve No				
14	Die Opening	• Cap ระหว่าง Bush และ Pin	คำนวณตามค่าที่กำหนด ไม่เกิน.....มม	บน..... ล่าง..... ซ้าย..... ขวา.....		
15	Leak	• การ Leak ของท่อ พลาสติกที่จุดประกอบ Die				
16	EXT แกนสี ☐ 1s ☐ 1m1s	• การทำงาน	ทำงานปกติ			
		• อุณหภูมิ				
17	Watering	• ความสะอาด	ล้างสะอาด			
		• การไหลของน้ำ				
18	Pump น้ำเข้า Line	• การทำงาน	ทำงานปกติ			
		• แรงดัน				
19	Vacuum Pump	• การทำงาน	ทำงานปกติ			
		• แรงดัน				
20	Spray Pump	• การทำงาน	ทำงานปกติ			
		• แรงดัน				
		• อุณหภูมิ				
21	ระดับน้ำในถัง	• ถึง Vacuum				
		• ถึง Cooling				
22	ไส้กรองน้ำ	• ล้างความสะอาด	สะอาด/ไม่อุดตัน			
23	Seal พ้าย Vacuum	• สภาพการใช้งาน	ไม่รั่วซึม			
24	พิมพ์ ☐ Vacko Jet ☐ Hot stamping	• การทำงานของเครื่อง	ทำงานปกติ			
		ข้อความ				
25	Puller	• การเปิด-ปิดทำงานปกติ	ทำงานปกติ			
		• ระยะขนาน	ตามขนาดท่อ			
		• แรงดัน				
26	Cutter	• การทำงาน	ทำงานปกติ			
27	เครื่องวัด ☐ 1s ☐ 1m1s	• การทำงาน	ทำงานปกติ			
28	Chiller 01 ☐ 1s ☐ 1m1s	• การทำงาน	ทำงานปกติ			
		• อุณหภูมิ				
29	Chiller 02 ☐ 1s ☐ 1m1s	• การทำงาน	ทำงานปกติ			
		• อุณหภูมิ				
30	ปล่อยน้ำ	• ระดับน้ำในบ่อ				
31	Air Compresure	• แรงดัน				
		• อุณหภูมิ				
		• ความถี่สูงสุด				
		• ความถี่สูงสุด				
		• ระดับน้ำมัน	A B C	อยู่ระหว่าง A - C		

ภาพที่ 3-16 ตัวอย่างใบตรวจสอบหน้าที่ (Function Check) ในการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์

กิจกรรมการปรับตั้งเครื่องจักรเริ่มต้นขึ้นเมื่อมีการผลิตต่อครบจำนวน จากนั้นพนักงานจึงจะทำการหยุดเครื่องจักร กระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรเครื่องที่ 1 ถึงเครื่องที่ 5 ได้ทำการบันทึกข้อมูลลง ตามแบบใบบันทึกในภาพที่ 3-15 จากการบันทึกกิจกรรมย่อยแยกตามเครื่องจักรพบว่าเครื่องจักรที่ 1 และ 2 มีขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรเหมือนกัน และเครื่องจักรเครื่องที่ 3, 4 และ 5 มีขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรเหมือนกัน ซึ่งรายละเอียดกิจกรรมย่อยต่างๆของเครื่องจักรที่ 1 และ 2 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3-2 กิจกรรมย่อยของเครื่องจักรที่ 3, 4 และ 5 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-2 กิจกรรมการตั้งเครื่องฉีดพ่นพลาสติก สำหรับเครื่องจักรที่ 1 และ 2

ลำดับที่	กิจกรรมย่อย
1	เตรียมพื้นที่วางท่อที่ผลิตแล้ว
2	เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ (ประแจ, กระจกทราย, เกียง ฯลฯ)
3	เตรียมเครื่องมือวัด, รถเข็นท่อ
4	ถอด Cover Heater
5	ถอด BUSH แก้ว
6	ถอด PIN แก้ว
7	ทำความสะอาด BUSH แก้ว
8	ทำความสะอาด PIN แก้ว
9	วัดขนาด ID BUSH
10	วัดขนาด OD PIN
11	วัดขนาด ID SLEEVE
12	ตรวจสอบและประกอบ SLEEVE
13	ทำความสะอาด SLEEVE
14	เตรียมหรือจัดทำ SEAL SCENNER
15	เขียนขนาดและจำนวน HALF SHELL
16	เตรียมชุดหลอดแก้วท้าย VACUUM
17	เตรียม SEAL COOLING
18	เตรียม ล้อ COOLING
19	ประกอบ PIN ใหม่
20	ประกอบ BUSH ใหม่

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ลำดับที่	กิจกรรมย่อย
21	ประกอบ Cover Heater
22	วัดระยะ และ ปรับ DIES OPENING
23	เปลี่ยนแผ่น SCREEN
24	ถอดชุด SLEEVE เก่า
25	ประกอบชุด SLEEVE ใหม่
26	ถอด HALF SHELL
27	ประกอบ HALF SHELL ใหม่
28	ถอด ล้อ COOLING
29	ใส่และตั้งระดับล้อ COOLING ใหม่
30	ถอดชุดหลอดแก้ว ท้าย VACUUM เก่า
31	ใส่ ชุดหลอดแก้ว VACUUM ใหม่
32	ตั้ง ระยะ PULLER
33	ล้างทำความสะอาด และปรับตั้ง Video Jet
34	ใส่ท่อลาก
35	ตรวจสอบการทำงานของ PUMP เข้า LINE

ตารางที่ 3-3 กิจกรรมการตั้งเครื่องฉีดท่อพลาสติก สำหรับเครื่องจักรที่ 3, 4 และ 5

ลำดับที่	กิจกรรมย่อย
1	เตรียมพื้นที่วางท่อที่ผลิตแล้ว
2	เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ (ประแจ, กระจาดทราย, เกียง ฯลฯ)
3	เตรียมเครื่องมือวัด, รถเข็นท่อ, ท่อลาก
4	ถอด Cover Heater
5	ถอด BUSH เก่า
6	ถอด Adapter เก่า
7	ถอด PIN เก่า
8	ทำความสะอาด BUSH เก่า
9	ทำความสะอาด PIN เก่า

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

ลำดับที่	กิจกรรมย่อย
10	เตรียม BUSH, วัสดุขนาด ID BUSH
11	เตรียม PIN และ Adapter วัสดุขนาด OD PIN
12	วัสดุขนาด ID SLEEVE
13	ตรวจสอบและประกอบ SLEEVE
14	ทำความสะอาด SLEEVE
15	ตรวจ / เตรียมตัวพิมพ์ HOT STAMPING
16	เตรียมหรือจัดทำ SEAL SCANNER
17	เขียนขนาดและจำนวน HALF SHELL
18	เตรียม SEAL ทัช VACUUM
19	เตรียม SEAL COOLING
20	เตรียม ล้อ COOLING
21	เตรียม CLAMP CUTTER
22	ประกอบ PIN ใหม่
23	ประกอบ Adapter
24	ประกอบ BUSH ใหม่
25	ประกอบ Cover Heater
26	วัดระยะ และ ปรับ DIES OPENING
27	เปลี่ยนแผ่น SCREEN
28	ถอดชุด SLEEVE เก่า
29	ประกอบชุด SLEEVE ใหม่
30	ถอด HALF SHELL
31	ประกอบ HALF SHELL ใหม่
32	ถอด ล้อ COOLING
33	ใส่และตั้งระดับล้อ COOLING ใหม่
34	ถอด SEAL ทัช VACUUM เก่า
35	ใส่ SEAL ทัช VACUUM ใหม่
36	ตั้ง ระยะ PULLER

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

ลำดับที่	กิจกรรมย่อย
37	เปลี่ยนตัวพิมพ์ IIOT STAMPING
38	ปรับล้อรับท่อเครื่องพิมพ์ HOT STAMPING
39	ใส่ท่อลาก
40	ตรวจสอบการทำงานของ PUMP เข้า LINE

3.4 การจับเวลางานย่อย

โดยการใช้ใบรายการในหัวข้อที่ 3.3 ทำการบันทึกข้อมูลของการปรับตั้งเครื่องจักรเสร็จสิ้นแล้ว ขั้นตอนต่อไปที่จะต้องทำคือการจับเวลากิจกรรมการปรับตั้งเครื่องจักรที่เกิดขึ้น ซึ่งในการจับเวลาผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการบันทึกภาพด้วยกล้องถ่ายภาพเคลื่อนไหว เพราะสามารถวิเคราะห์เวลาได้อย่างต่อเนื่องและสามารถนำกลับมาศึกษาใหม่อีกไม่จำกัดจำนวนครั้ง

3.5 การแยกงานในและงานนอกออกจากกัน

ในหัวข้อที่ 3.3 เรื่องการจดบันทึกขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรทั้ง 5 เครื่องลงในใบรายการที่ลงรายละเอียดเวลาและประเภทชนิดของงานย่อยว่าเป็นงานในหรืองานนอก โดยจากข้อมูลที่ได้จากใบบันทึกข้อมูลงานย่อย ทำให้เราสามารถจัดกลุ่มงานกิจกรรมย่อยออกจากกันได้ โดยคัดแยกงานออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มกิจกรรมย่อยที่เป็นงานใน และกลุ่มกิจกรรมย่อยที่เป็นงานนอก ของเครื่องจักรเครื่องทั้ง 5 เครื่อง

3.6 การประยุกต์การทำงานแบบขนาน

เมื่อพิจารณาถึงกิจกรรมต่างๆ ที่จำเป็นต้องหยุดเครื่องจักรเสียก่อนจึงจะสามารถทำได้นั้น พบว่า กิจกรรมต่างๆ ไม่จำเป็นจะต้องทำตามลำดับขั้น พนักงานสามารถจัดลำดับในการทำงานใหม่ได้บ้างในบางกิจกรรม โดยแต่ละกิจกรรมจะประกอบไปด้วยเงื่อนไข ข้อจำกัดที่จำเป็นของแต่ละกิจกรรมที่แตกต่างกัน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในการทำวิจัยเรื่องการลดเวลาการสูญเสียในกระบวนการฉีดท่อพลาสติกในครั้งนี้ ได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร โดยอาศัยเทคนิค SMED เพื่อทำการแยกงานในและงานนอกออกจากกัน และใช้การประยุกต์การทำงานแบบขนานเพื่อลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร ดังปรากฏผลดังนี้

4.1 การจับเวลางานย่อย

ในการจับเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรทั้ง 5 เครื่อง ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 4-1 ถึงตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-1 แสดงเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมย่อย สำหรับเครื่องจักรที่ 1

ลำดับที่	กิจกรรมย่อย	เวลา (นาที)
1	เตรียมพื้นที่วางท่อที่ผลิตแล้ว	1
2	เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ (ประแจ, กระดวยททวาย, เกียง ฯลฯ)	10
3	เตรียมเครื่องมือวัดท่อ, รถเข็นท่อ	3
4	ถอด Cover Heater	1
5	ถอด BUSH แก่	5
6	ถอด PIN แก่	4
7	ทำความสะอาด BUSH แก่	6
8	ทำความสะอาด PIN แก่	4
9	วัดขนาด ID BUSH	1
10	วัดขนาด OD PIN	1
11	วัดขนาด ID SLEEVE	1
12	ตรวจสอบและประกอบ SLEEVE	2
13	ทำความสะอาด SLEEVE	2
14	เตรียมหรือจัดทำ SEAL SCENNER	1

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ลำดับที่	กิจกรรมย่อย	เวลา (นาที)
15	เช็คขนาดและจำนวน HALF SHELL	2
16	เตรียมชุดหลอดแก้วท้าย VACUUM	2
17	เตรียม SEAL COOLING	3
18	เตรียม ล้อ COOLING	5
19	ประกอบ PIN ใหม่	3
20	ประกอบ BUSH ใหม่	8
21	ประกอบ Cover Heater	2
22	วัดระยะ และ ปรับ DIES OPENING	8
23	เปลี่ยนแผ่น SCREEN	2
24	ถอดชุด SLEEVE เก่า	3
25	ประกอบชุด SLEEVE ใหม่	5
26	ถอด HALF SHELL	4
27	ประกอบ HALF SHELL ใหม่	5
28	ถอด ล้อ COOLING	4
29	ใส่และตั้งระดับล้อ COOLING ใหม่	3
30	ถอดชุดหลอดแก้ว ท้าย VACUUM เก่า	3
31	ใส่ ชุดหลอดแก้ว VACUUM ใหม่	3
32	ตั้ง ระยะ PULLER	4
33	ล้างทำความสะอาด และปรับตั้ง Video Jet	5
34	ใส่ท่อลาก	3
35	ตรวจสอบการทำงานของ PUMP เข้า LINE	1
รวมเวลา (นาที)		120

ตารางที่ 4-2 แสดงเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมย่อย สำหรับเครื่องจักรที่ 2

ลำดับที่	กิจกรรมย่อย	เวลา (นาที)
1	เตรียมพื้นที่วางท่อที่ผลิตแล้ว	1
2	เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ (ประแจ, กระจกยททราย, เกียง ฯลฯ)	10
3	เตรียมเครื่องมือวัดท่อ, รดเส้นท่อ	3
4	ถอด Cover Heater	1
5	ถอด BUSH เก้า	6
6	ถอด PIN เก้า	4
7	ทำความสะอาด BUSH เก้า	6
8	ทำความสะอาด PIN เก้า	4
9	วัดขนาด ID BUSH	1
10	วัดขนาด OD PIN	1
11	ตรวจสอบและประกอบ SLEEVE	2
12	ทำความสะอาด SLEEVE	2
13	วัดขนาด ID SLEEVE	1
14	เตรียมหรือจัดทำ SEAL SCENNER	1
15	เช็ขนาดและจำนวน HALF SHELL	2
16	เตรียมชุดหลอดแก้วท้าย VACUUM	2
17	เตรียม SEAL COOLING	3
18	เตรียม ถัง COOLING	5
19	ประกอบ PIN ใหม่	3
20	ประกอบ BUSH ใหม่	10
21	ประกอบ Cover Heater	2
22	วัดระยะ และ ปรับ DIES OPENING	8
23	เปลี่ยนแผ่น SCREEN	2
24	ถอดชุด SLEEVE เก้า	3
25	ประกอบชุด SLEEVE ใหม่	5
26	ถอด HALF SHELL	4
27	ประกอบ HALF SHELL ใหม่	5

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

ลำดับที่	กิจกรรมย่อย	เวลา (นาที)
28	ถอด ล้อ COOLING	4
29	ใส่และตั้งระดับล้อ COOLING ใหม่	3
30	ถอดชุดหลอดแก้ว ท้าย VACUUM เก่า	3
31	ใส่ ชุดหลอดแก้ว VACUUM ใหม่	3
32	ตั้ง ระยะ PULLER	4
33	ล้างทำความสะอาด และปรับตั้ง Video Jet	5
34	ใส่ท่อลาก	3
35	ตรวจสอบการทำงานของ PUMP เข้า LINE	1
รวมเวลา (นาที)		123

ตารางที่ 4-3 แสดงเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมย่อย สำหรับเครื่องจักรที่ 3

ลำดับที่	กิจกรรมย่อย	เวลา (นาที)
1	เตรียมพื้นที่วางท่อที่ผลิตแล้ว	1
2	เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ (ประแจ, กระจกยททราย, เกียง ฯลฯ)	10
3	เตรียมเครื่องมือวัด, รถเข็นท่อ	3
4	ถอด Cover Heater	1
5	ถอด BUSH เก่า	10
6	ถอด Adapter	3
7	ถอด PIN เก่า	4
8	ทำความสะอาด BUSH เก่า	7
9	ทำความสะอาด PIN เก่า	5
10	วัดขนาด ID BUSH	1
11	วัดขนาด OD PIN	1
12	วัดขนาด ID SLEEVE	1
13	ตรวจสอบและประกอบ SLEEVE	3
14	ทำความสะอาด SLEEVE	4
15	ตรวจ / เตรียมตัวพิมพ์ HOT STAMPING	3

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

ลำดับที่	กิจกรรมย่อย	เวลา (นาที)
16	เตรียมหรือจัดทำ SEAL SCENNER	1
17	เช็คขนาดและจำนวน HALF SHELL	2
18	เตรียม SEAL ท้าย VACUUM	2
19	เตรียม SEAL COOLING	3
20	เตรียม ล้อ COOLING	5
21	เตรียม CLAMP CUTTER	1
22	ประกอบ Adapter	4
23	ประกอบ BUSH ใหม่	15
24	ประกอบ PIN ใหม่	4
25	ประกอบ Cover Heater	2
26	วัดระยะ และ ปรับ DIES OPENING	8
27	เปลี่ยนแผ่น SCREEN	2
28	ถอดชุด SLEEVEเก่า	5
29	ประกอบชุด SLEEVE ใหม่	7
30	ถอด HALF SHELL	4
31	ประกอบ HALF SHELL ใหม่	5
32	ถอด ล้อ COOLING	4
33	ใส่และตั้งระดับล้อ COOLING ใหม่	3
34	ถอด SEAL ท้าย VACUUMเก่า	2
35	ใส่ SEAL ท้าย VACUUM ใหม่	2
36	ตั้ง ระยะ PULLER	4
37	เปลี่ยนตัวพิมพ์ HOT STAMPING	3
38	ปรับล้อรับท่อเครื่องพิมพ์ HOT STAMPING	1
39	ใส่ท่อลาก	3
40	ตรวจสอบการทำงานของ PUMP เข้า LINE	1
รวมเวลา (นาที)		150

ตารางที่ 4-4 แสดงเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมย่อย สำหรับเครื่องจักรที่ 4

ลำดับที่	กิจกรรมย่อย	เวลา (นาที)
1	เตรียมพื้นที่วางท่อที่ผลิตแล้ว	1
2	เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ (ประแจ, กระจกทพราย, เกียง ฯลฯ)	10
3	เตรียมเครื่องมือวัดท่อ, รถเข็นท่อ	3
4	ถอด Cover Heater	1
5	ถอด BUSH เก่า	15
6	ถอด Adapter	5
7	ถอด PIN เก่า	7
8	ทำความสะอาด BUSH เก่า	12
9	ทำความสะอาด PIN เก่า	9
10	เตรียม BUSH, วัดขนาด ID BUSH	1
11	เตรียม PIN และ Adapter, วัดขนาด OD PIN	1
12	วัดขนาด ID SLEEVE	1
13	ตรวจสอบและประกอบ SLEEVE	3
14	ทำความสะอาด SLEEVE	4
15	ตรวจ / เตรียมตัวพิมพ์ HOT STAMPING	3
16	เตรียมหรือจัดทำ SEAL SCENNER	1
17	เช็คขนาดและจำนวน HALF SHELL	2
18	เตรียม SEAL ท้าย VACUUM	2
19	เตรียม SEAL COOLING	3
20	เตรียม ถัง COOLING	5
21	เตรียม CLAMP CUTTER	1
22	ประกอบ PIN ใหม่	7
23	ประกอบ Adapter ใหม่	6
24	ประกอบ BUSH ใหม่	27
25	ประกอบ Cover Heater	2
26	วัดระยะ และ ปรับ DIES OPENING	8
27	เปลี่ยนแผ่น SCREEN	2

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

ลำดับที่	กิจกรรมย่อย	เวลา (นาที)
28	ถอดชุด SLEEVE เก่า	10
29	ประกอบชุด SLEEVE ใหม่	12
30	ถอด HALF SHELL	4
31	ประกอบ HALF SHELL ใหม่	5
32	ถอด ล้อ COOLING	6
33	ใส่และตั้งระดับล้อ COOLING ใหม่	5
34	ถอด SEAL ท้าย VACUUM เก่า	2
35	ใส่ SEAL ท้าย VACUUM ใหม่	2
36	ตั้ง ระยะ PULLER	4
37	เปลี่ยนตัวพิมพ์ HOT STAMPING	3
38	ปรับล้อรับท่อเครื่องพิมพ์ HOT STAMPING	1
39	ใส่ท่อลาก	3
40	ตรวจสอบการทำงานของ PUMP เข้า LINE	1
รวมเวลา (นาที)		200

ตารางที่ 4-5 แสดงเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมย่อย สำหรับเครื่องจักรที่ 5

ลำดับที่	กิจกรรมย่อย	เวลา (นาที)
1	เตรียมพื้นที่วางท่อที่ผลิตแล้ว	1
2	เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ (ประแจ, กระจกยททราช, เกียง ฯลฯ)	10
3	เตรียมเครื่องมือวัดท่อ, รถเข็นท่อ	3
4	ถอด Cover Heater	1
5	ถอด BUSH เก่า	20
6	ถอด Adapter	7
7	ถอด PIN เก่า	8
8	ทำความสะอาด BUSH เก่า	18
9	ทำความสะอาด PIN เก่า	12
10	เตรียม BUSH, วัดขนาด ID BUSH	1

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

ลำดับที่	กิจกรรมย่อย	เวลา (นาที)
11	วัดขนาด OD PIN	1
12	วัดขนาด ID SLEEVE	1
13	ตรวจสอบและประกอบ SLEEVE	3
14	ทำความสะอาด SLEEVE	4
15	ตรวจ / เตรียมตัวพิมพ์ HOT STAMPING	3
16	เตรียมหรือจัดทำ SEAL SCENNER	1
17	เช็ขนาดและจำนวน HALF SHELL	2
18	เตรียม SEAL ทำ VACUUM	2
19	เตรียม SEAL COOLING	3
20	เตรียม ล้อ COOLING	5
21	เตรียม CLAMP CUTTER	1
22	ประกอบ PIN ใหม่	11
23	ประกอบ Adapter ใหม่	8
24	ประกอบ BUSH ใหม่	36
25	ประกอบ Cover Heater	2
26	วัดระยะ และ ปรับ DIES OPENING	8
27	เปลี่ยนแผ่น SCREEN	2
11	วัดขนาด OD PIN	1
12	วัดขนาด ID SLEEVE	1
13	ตรวจสอบและประกอบ SLEEVE	3
14	ทำความสะอาด SLEEVE	4
15	ตรวจ / เตรียมตัวพิมพ์ HOT STAMPING	3
16	เตรียมหรือจัดทำ SEAL SCENNER	1
17	เช็ขนาดและจำนวน HALF SHELL	2
18	เตรียม SEAL ทำ VACUUM	2
19	เตรียม SEAL COOLING	3
20	เตรียม ล้อ COOLING	5

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

ลำดับที่	กิจกรรมย่อย	เวลา (นาที)
21	เตรียม CLAMP CUTTER	1
22	ประกอบ PIN ใหม่	11
23	ประกอบ Adapter ใหม่	8
24	ประกอบ BUSH ใหม่	36
25	ประกอบ Cover Heater	2
26	วัดระยะ และ ปรับ DIES OPENING	8
27	เปลี่ยนแผ่น SCREEN	2
28	ถอดชุด SLEEVE เก่า	15
29	ประกอบชุด SLEEVE ใหม่	20
30	ถอด HALF SHELL	5
31	ประกอบ HALF SHELL ใหม่	7
32	ถอด ล้อ COOLING	10
33	ใส่และตั้งระดับล้อ COOLING ใหม่	8
34	ถอด SEAL ท้าย VACUUM เก่า	4
35	ใส่ SEAL ท้าย VACUUM ใหม่	4
36	ตั้ง ระยะ PULLER	2
37	เปลี่ยนตัวพิมพ์ HOT STAMPING	3
38	ปรับล้อรับท่อเครื่องพิมพ์ HOT STAMPING	1
39	ใส่ท่อลาก	1
40	ตรวจสอบการทำงานของ PUMP เข้า LINE	1
รวมเวลา (นาที)		255

เมื่อได้เวลาที่ใช้ไปในแต่ละกิจกรรมแล้วนำผลที่ได้ไปใส่ไว้ในใบบันทึกเวลา จากนั้นทำการประชุมกับผู้เกี่ยวข้องอาทิเช่นหัวหน้างาน พนักงานปรับตั้งเครื่องจักร วิศวกร เพื่อที่จะทำการระดมความคิดว่างานใดเป็นงานในและงานใดเป็นงานนอกได้ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละเครื่องแสดงไว้ในภาพที่ 4-1 ถึง ภาพที่ 4-5

ตารางบันทึกข้อมูลงานย่อยของการ SET-UP

ชื่อแผนก _____ ท่อ _____ เครื่องจักร EXT01 วันที่ _____ ผู้บันทึก _____

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อย	เวลา(นาที)	จำนวนคน	สามารถทำได้ขณะเครื่องจักรทำงาน		สามารถทำให้เวลาสั้นลงได้		หมายเหตุ
				ได้	ไม่ได้	ได้	ลดได้(นาที)	
1	เตรียมพื้นที่วางท่อที่ผลิตแล้ว	1	1	0				
2	เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ (ประแจ, กระดาษทราย, เขียง ฯลฯ)	10	1	0				
3	เตรียมเครื่องม้วนท่อ, รมเส้นท่อ	3	1	0				
4	ถอด Cover Heater	1	2		0			
5	ถอด BUSH เก้า	5	2		0			
6	ถอด PIN เก้า	4	1		0			
7	ทำความสะอาด BUSH เก้า	6	1		0			
8	ทำความสะอาด PIN เก้า	4	1		0			
9	วัดขนาด ID BUSH	1	1	0		0	1	
10	วัดขนาด OD PIN	1	1	0		0	1	
11	วัดขนาด ID SLEEVE	1	1	0		0	1	
12	ตรวจสอบและประกอบ SLEEVE	2	1	0				
13	ทำความสะอาด SLEEVE	2	1	0				
14	เตรียมหรือจัดทำ SEAL SCANNER	1	1	0				
15	เตรียมและจำนวน HALF SHELL	2	1	0				
16	เตรียมชุดหลอดแก้วท้าย VACUUM	2	1	0				
17	เตรียม SEAL COOLING	3	1	0				
18	เตรียม ล้อ COOLING	5	1	0				
19	ประกอบ PIN ใหม่	3	1		0			
20	ประกอบ BUSH ใหม่	8	2		0			
21	ประกอบ Cover Heater	2	1		0			
22	วัดระยะ และ ปรับ DIE OPENING	8	1		0			
23	เปลี่ยนแผ่น SCREEN	2	1		0			
24	ถอดชุด SLEEVE เก้า	3	1		0			
25	ประกอบชุด SLEEVE ใหม่	5	1		0			
26	ถอด HALF SHELL	4	1		0			
27	ประกอบ HALF SHELL ใหม่	5	1		0			
28	ถอด ล้อ COOLING	4	1		0			
29	ใส่และตั้งระดับล้อ COOLING ใหม่	3	1		0			
30	ถอดชุดหลอดแก้ว ท้าย VACUUM เก้า	3	1		0			
31	ใส่ ชุดหลอดแก้ว VACUUM ใหม่	3	1		0			
32	ตั้ง ระยะ PULLER	4	1		0			
33	ล้างทำความสะอาด และปรับตั้ง Video Jet	5	1		0			
34	ใส่ท่อลาก	3	2		0			
35	ตรวจสอบการทำงานของ PUMP เข้า LINE	1	1	0				
รวม		120		14	21			

หมายเหตุ

ภาพที่ 4-1 ใบบันทึกงานย่อยที่ทำการลงรายละเอียดแล้วของเครื่องจักรที่ 1

ตารางบันทึกข้อมูลงานย่อยของการ SET-UP

ชื่อแผนก _____ ไลน์ _____ เครื่องจักร EXT02 วันที่ _____ ผู้บันทึก _____

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อย	เวลา(นาที)	จำนวนคน	สามารถทำได้ขณะเครื่องจักรทำงาน		สามารถทำให้เวลาสั้นลงได้		หมายเหตุ
				ได้	ไม่ได้	ได้	ไม่ได้(บันทึก)	
1	เตรียมพื้นที่วางท่อที่ยึดแล้ว	1	1	O				
2	เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ (ประแจ, กระดาษทราย, เขียง ฯลฯ)	10	1	O				
3	เตรียมเครื่องมือวัดท่อ, รัดเข็มท่อ	3	1	O				
4	ถอด Cover Heater	1	2		O			
5	ถอด BUSH เก่า	6	2		O			
6	ถอด PIN เก่า	4	1		O			
7	ทำความสะอาด BUSH เก่า	6	1		O			
8	ทำความสะอาด PIN เก่า	4	1		O			
9	วัดขนาด ID BUSH	1	1	O		O	1	
10	วัดขนาด OD PIN	1	1	O		O	1	
11	ตรวจสอบและประกอบ SLEEVE	2	1	O		O	1	
12	ทำความสะอาด SLEEVE	2	1	O				
13	วัดขนาด ID SLEEVE	1	1	O				
14	เตรียมหรือจัดทำ SEAL SCENNER	1	1	O				
15	เช็คขนาดและจำนวน HALF SHELL	2	1	O				
16	เตรียมชุดหลอดแก้วท้าย VACUUM	2	1	O				
17	เตรียม SEAL COOLING	3	1	O				
18	เตรียม ล้อ COOLING	5	1	O				
19	ประกอบ PIN ใหม่	3	1		O			
20	ประกอบ BUSH ใหม่	10	2		O			
21	ประกอบ Cover Heater	2	1		O			
22	วัดระยะ และ ปรับ DIE OPENING	8	1		O			
23	เปลี่ยนแผ่น SCREEN	2	1		O			
24	ถอดชุด SLEEVE เก่า	3	1		O			
25	ประกอบชุด SLEEVE ใหม่	5	1		O			
26	ถอด HALF SHELL	4	1		O			
27	ประกอบ HALF SHELL ใหม่	5	1		O			
28	ถอด ล้อ COOLING	4	1		O			
29	ใส่และตั้งระดับล้อ COOLING ใหม่	3	1		O			
30	ถอดชุดหลอดแก้ว ท้าย VACUUM เก่า	3	1		O			
31	ใส่ ชุดหลอดแก้ว VACUUM ใหม่	3	1		O			
32	ตั้ง ระยะ PULLER	4	1		O			
33	ล้างทำความสะอาด และปรับตั้ง Video Jet	5	1		O			
34	ใส่ท่อลาก	3	2		O			
35	ตรวจสอบการทำงานรอง PUMP เข้า LINE	1	1	O				
รวม		123		14	21			

หมายเหตุ _____

ภาพที่ 4-2 ใบบันทึกงานย่อยที่ทำการลงรายละเอียดแล้วของเครื่องจักรที่ 2

ตารางบันทึกข้อมูลงานย่อยของการ SET-UP

ชื่อแผนก _____ ทุ่ง _____ เครื่องจักร EXT03 _____ วันที่ _____ ผู้บันทึก _____

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อย	เวลา(นาที)	จำนวนคน	สามารถทำได้ขณะเครื่องจักรทำงาน		สามารถทำไม่เวลาดังได้		หมายเหตุ
				ได้	ไม่ได้	ได้	ไม่ได้(นาที)	
1	เตรียมพื้นที่วางท่อที่ผลิตแล้ว	1	1	○				
2	เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ (ประแจ, กระดาษทราย, เขียง ฯลฯ)	10	1	○				
3	เตรียมเครื่องมือวัด, รถเข็นท่อ	3	1	○				
4	ถอด Cover Heater	1	2		○			
5	ถอด BUSH เก้า	10	2		○			
6	ถอด Adapter	3	2		○			
7	ถอด PIN เก้า	4	2		○			
8	ทำความสะอาด BUSH เก้า	7	1		○			
9	ทำความสะอาด PIN เก้า	5	1		○			
10	วัดขนาด ID BUSH	1	1	○		○	1	
11	วัดขนาด OD PIN	1	1	○		○	1	
12	วัดขนาด ID SLEEVE	1	1	○		○	1	
13	ตรวจสอบและประกอบ SLEEVE	3	1	○				
14	ทำความสะอาด SLEEVE	4	1	○				
15	ตรวจ / เตรียมตัวพิมพ์ HOT STAMPING	3	1	○				
16	เตรียมหรือจัดทำ SEAL SCENNER	1	1	○				
17	เช็คขนาดและจำนวน HALF SHELL	2	1	○				
18	เตรียม SEAL ท้าย VACUUM	2	1	○				
19	เตรียม SEAL COOLING	3	1	○				
20	เตรียม ล้อ COOLING	5	1	○				
21	เตรียม CLAMP CUTTER	1	1	○				
22	ประกอบ PIN ใหม่	4	2		○			
23	ประกอบ Adapter	4	1		○			
24	ประกอบ BUSH ใหม่	15	2		○			
25	ประกอบ Cover Heater	2	1		○			
26	วัดระยะ และ ปรับ DIE OPENING	8	1		○			
27	เปลี่ยนแผ่น SCREEN	2	1		○			
28	ถอดชุด SLEEVE เก้า	5	2		○			
29	ประกอบชุด SLEEVE ใหม่	7	2		○			
30	ถอด HALF SHELL	4	1		○			
31	ประกอบ HALF SHELL ใหม่	5	1		○			
32	ถอด ล้อ COOLING	4	1		○			
33	ใส่และตัวระดับล้อ COOLING ใหม่	3	1		○			
34	ถอด SEAL ท้าย VACUUM เก้า	2	1		○			
35	ใส่ SEAL ท้าย VACUUM ใหม่	2	1		○			
36	ตั้ง ระยะ PULLER	4	1		○			
37	เปลี่ยนตัวพิมพ์ HOT STAMPING	3	1		○			
38	ปรับล้อรับท่อเครื่องพิมพ์ HOT STAMPING	1	1		○			
39	ใส่ท่อลาก	3	2		○			
40	ตรวจสอบการทำงานของ PUMP เข้า LINE	1	1	○				
รวม		150		16	24			

หมายเหตุ

ภาพที่ 4-3 ใบบันทึกงานย่อยที่ทำการลงรายละเอียดแล้วของเครื่องจักรที่ 3

ตารางบันทึกข้อมูลงานย่อยของการ SET-UP

ชื่อแผนก _____ วัสดุ _____ เครื่องจักร EXT04 วันที่ _____ ผู้บันทึก _____

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อย	เวลา(นาที)	จำนวนคน	สามารถทำได้ขณะเครื่องจักรทำงาน		สามารถทำให้เวลาสั้นลงได้		หมายเหตุ
				ได้	ไม่ได้	ได้	ไม่ได้(นาที)	
1	เตรียมพื้นที่วางท่อที่ผลิตแล้ว	1	1	0				
2	เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ (ประแจ, กระดาษทราย, เกียง ฯลฯ)	10	1	0				
3	เตรียมเครื่องมือวัด, รถเข็นท่อ	3	1	0				
4	ถอด Cover Heater	1	2		0			
5	ถอด BUSH เก่า	15	2		0			
6	ถอด Adapter	5	2		0			
7	ถอด PIN เก่า	7	2		0			
8	ทำความสะอาด BUSH เก่า	12	2		0			
9	ทำความสะอาด PIN เก่า	9	1		0			
10	เตรียม BUSH, วัดขนาด ID BUSH	1	1	0		0	1	
11	เตรียม PIN และ Adapter, วัดขนาด OD PIN	1	1	0		0	1	
12	วัดขนาด ID SLEEVE	1	1	0		0	1	
13	ตรวจสอบและประกอบ SLEEVE	3	1	0				
14	ทำความสะอาด SLEEVE	4	1	0				
15	ตรวจ / เตรียมตัวพิมพ์ HOT STAMPING	3	1	0				
16	เตรียมหรือจัดทำ SEAL SCENNER	1	1	0				
17	เช็คขนาดและจำนวน HALF SHELL	2	1	0				
18	เตรียม SEAL ทำวสุ VACUUM	2	1	0				
19	เตรียม SEAL COOLING	3	1	0				
20	เตรียม ล้อ COOLING	5	1	0				
21	เตรียม CLAMP CUTTER	1	1	0				
22	ประกอบ PIN ใหม่	7	2		0			
23	ประกอบ Adapter ใหม่	6	2		0			
24	ประกอบ BUSH ใหม่	27	2		0			
25	ประกอบ Cover Heater	2	1		0			
26	วัดระยะ และ ปรับ DIE OPENING	8	1		0			
27	เปลี่ยนแผ่น SCREEN	2	1		0			
28	ถอดชุด SLEEVE เก่า	10	2		0			
29	ประกอบชุด SLEEVE ใหม่	12	2		0			
30	ถอด HALF SHELL	4	1		0			
31	ประกอบ HALF SHELL ใหม่	5	1		0			
32	ถอด ล้อ COOLING	6	1		0			
33	ใส่และตั้งระดับล้อ COOLING ใหม่	5	1		0			
34	ถอด SEAL ทำวสุ VACUUM เก่า	2	1		0			
35	ใส่ SEAL ทำวสุ VACUUM ใหม่	2	1		0			
36	ตั้ง ระยะ PULLER	4	1		0			
37	เปลี่ยนตัวพิมพ์ HOT STAMPING	3	1		0			
38	ปรับล้อรับท่อเครื่องพิมพ์ HOT STAMPING	1	1		0			
39	ใส่ท่อลาก	3	2		0			
40	ตรวจสอบการทำงานของ PUMP เข้า LINE	1	1	0				
รวม		200		16	24			

หมายเหตุ

ภาพที่ 4-4 ใบบันทึกงานย่อยที่ทำการลงรายละเอียดแล้วของเครื่องจักรที่ 4

ตารางบันทึกข้อมูลงานย่อยของการ SET-UP

ชื่อแผนก _____ ท่อ _____ เครื่องจักร EXT05 วันที่ _____ ผู้บันทึก _____

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อย	เวลา(นาที)	จำนวนคน	สามารถทำได้ขณะ เครื่องจักรทำงาน		สามารถทำให้เวลา สั้นลงได้		หมายเหตุ
				ได้	ไม่ได้	ได้	ไม่ได้(นาที)	
1	เตรียมพื้นที่วางท่อที่ผลิตแล้ว	1	1	0				
2	เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ (ประแจ, กระดาษทราย, เขียง ฯลฯ)	10	1	0				
3	เตรียมเครื่องวัดแรงดัน, รถเข็นท่อ	3	1	0				
4	ถอด Cover Heater	1	2		0			
5	ถอด BUSH เก้า	20	2		0			
6	ถอด Adapter	7	2		0			
7	ถอด PIN เก้า	8	2		0			
8	ทำความสะอาด BUSH เก้า	18	2		0			
9	ทำความสะอาด PIN เก้า	12	1		0			
10	เตรียม BUSH, วัดขนาด ID BUSH	1	1	0		0	1	
11	วัดขนาด OD PIN	1	1	0		0	1	
12	วัดขนาด ID SLEEVE	1	1	0		0	1	
13	ตรวจสอบและประกอบ SLEEVE	3	1	0				
14	ทำความสะอาด SLEEVE	4	1	0				
15	ตรวจ / เตรียมตัวพิมพ์ HOT STAMPING	3	1	0				
16	เตรียมหรือจัดทำ SEAL SCANNER	1	1	0				
17	วัดขนาดและจำนวน HALF SHELL	2	1	0				
18	เตรียม SEAL ท้าย VACUUM	2	1	0				
19	เตรียม SEAL COOLING	3	1	0				
20	เตรียม ล้อ COOLING	5	1	0				
21	เตรียม CLAMP CUTTER	1	1	0				
22	ประกอบ PIN ใหม่	11	2		0			
23	ประกอบ Adapter ใหม่	8	2		0			
24	ประกอบ BUSH ใหม่	36	2		0			
25	ประกอบ Cover Heater	2	1		0			
26	วัดระยะ และ ปรับ DIE OPENING	8	1		0			
27	เปลี่ยนแผ่น SCRFEN	2	1		0			
28	ถอดชุด SLEEVE เก้า	15	2		0			
29	ประกอบชุด SLEEVE ใหม่	20	2		0			
30	ถอด HALF SHELL	5	1		0			
31	ประกอบ HALF SHELL ใหม่	7	1		0			
32	ถอด ล้อ COOLING	10	1		0			
33	ใส่และตั้งระดับล้อ COOLING ใหม่	8	1		0			
34	ถอด SEAL ท้าย VACUUM เก้า	4	1		0			
35	ใส่ SEAL ท้าย VACUUM ใหม่	4	1		0			
36	ตั้ง ระยะ PULLER	2	1		0			
37	เปลี่ยนตัวพิมพ์ HOT STAMPING	3	1		0			
38	ปรับล้อรับท่อเครื่องพิมพ์ HOT STAMPING	1	1		0			
39	ใส่ท่อลาก	1	2		0			
40	ตรวจสอบการทำงานของ PUMP เข้า LINE	1	1	0				
รวม		255		16	24			

หมายเหตุ

ภาพที่ 4-5 ใบบันทึกงานย่อยที่ทำการลงรายละเอียดแล้วของเครื่องจักรที่ 5

4.2 การแยกงานในและงานนอกออกจากกัน

จากข้อมูลที่ได้จากใบบันทึกข้อมูลงานย่อย ทำให้เราสามารถจัดกลุ่มงานกิจกรรมย่อยออกจากกันได้ โดยคัดแยกงานออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มกิจกรรมย่อยที่เป็นงานใน และกลุ่มกิจกรรมย่อยที่เป็นงานนอก ของเครื่องจักรเครื่องทั้ง 5 เครื่อง ดังตารางที่ 4-6 ถึงตารางที่ 4-15

ตารางที่ 4-6 กิจกรรมย่อยที่เป็นงานนอก สำหรับเครื่องจักรที่ 1

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลา (นาที)	คน
1	เตรียมพื้นที่วางท่อที่ผลิตแล้ว	1	1
2	เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ (ประแจ, กระจกทพราย, เกียง ฯลฯ)	10	1
3	เตรียมเครื่องมือวัด, รดเชิ้นท่อ	3	1
4	วัดขนาด ID BUSH	1	1
5	วัดขนาด OD PIN	1	1
6	วัดขนาด ID SLEEVE	1	1
7	ตรวจสอบและประกอบ SLEEVE	2	1
8	ทำความสะอาด SLEEVE	2	1
9	เตรียมหรือจัดทำ SEAL SCENNER	1	1
10	เช็คขนาดและจำนวน HALF SHELL	2	1
11	เตรียมชุดหลอดแก้วท้าย VACUUM	2	1
12	เตรียม SEAL COOLING	3	1
13	เตรียม ถัง COOLING	5	1
14	ตรวจสอบการทำงานของ PUMP เข้า LINE	1	1
รวมเวลา		35	

ตารางที่ 4-7 กิจกรรมย่อยที่เป็นงานใน สำหรับเครื่องจักรที่ 1

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลา (นาที)	คน
1	ถอด Cover Heater	1	2
2	ถอด BUSH แก้ว	5	2
3	ถอด PIN แก้ว	4	1
4	ทำความสะอาด BUSH แก้ว	6	1
5	ทำความสะอาด PIN แก้ว	4	1
6	ประกอบ PIN ใหม่	3	1
7	ประกอบ BUSH ใหม่	8	2
8	ประกอบ Cover Heater	2	1
9	วัดระยะ และ ปรับ DIES OPENING	8	1
10	เปลี่ยนแผ่น SCREEN	2	1
11	ถอดชุด SLEEVE แก้ว	3	1
12	ประกอบชุด SLEEVE ใหม่	5	1
13	ถอด HALF SHELL	4	1
14	ประกอบ HALF SHELL ใหม่	5	1
15	ถอด ถัง COOLING	4	1
16	ใส่และตั้งระดับถัง COOLING ใหม่	3	1
17	ถอดชุดหลอดแก้ว ท้าย VACUUM แก้ว	3	1
18	ใส่ ชุดหลอดแก้ว VACUUM ใหม่	3	1
19	ตั้ง ระยะ PULLER	4	1
20	ล้างทำความสะอาด และปรับตั้ง Vidco Jet	5	1
21	ใส่ท่อลาก	3	2
รวมเวลา		85	

ตารางที่ 4-8 กิจกรรมย่อยที่เป็นงานนอก สำหรับเครื่องจักรที่ 2

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลา (นาที)	คน
1	เตรียมพื้นที่วางท่อที่ผลิตแล้ว	1	1
2	เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ (ประแจ, กระจกทาบ, เกียง ฯลฯ)	10	1
3	เตรียมเครื่องมือวัด, รถเข็นท่อ	3	1
4	วัดขนาด ID BUSH	1	1
5	วัดขนาด OD PIN	1	1
6	ตรวจสอบและประกอบ SLEEVE	2	1
7	ทำความสะอาด SLEEVE	2	1
8	วัดขนาด ID SLEEVE	1	1
9	เตรียมหรือจัดทำ SEAL SCENNER	1	1
10	วัดขนาดและจำนวน HALF SHELL	2	1
11	เตรียมชุดหลอดแก้วท้าย VACUUM	2	1
12	เตรียม SEAL COOLING	3	1
13	เตรียม ล้อ COOLING	5	1
14	ตรวจสอบการทำงานของ PUMP เข้า LINE	1	1
รวมเวลา		35	

ตารางที่ 4-9 กิจกรรมย่อยที่เป็นงานใน สำหรับเครื่องจักรที่ 2

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลา (นาที)	คน
1	ถอด Cover Heater	1	2
2	ถอด BUSH แก้ว	6	2
3	ถอด PIN แก้ว	4	1
4	ทำความสะอาด BUSH แก้ว	6	1
5	ทำความสะอาด PIN แก้ว	4	1
6	ประกอบ PIN ใหม่	3	1
7	ประกอบ BUSH ใหม่	10	2
8	ประกอบ Cover Heater	2	1
9	วัดระยะ และ ปรับ DIES OPENING	8	1

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลา (นาที)	คน
10	เปลี่ยนแผ่น SCREEN	2	1
11	ถอดชุด SLEEVE เก่า	3	1
12	ประกอบชุด SLEEVE ใหม่	5	1
13	ถอด HALF SHELL	4	1
14	ประกอบ HALF SHELL ใหม่	5	1
15	ถอด ล้อ COOLING	4	1
16	ใส่และตั้งระดับล้อ COOLING ใหม่	3	1
17	ถอดชุดหลอดแก้ว ท้าย VACUUM เก่า	3	1
18	ใส่ ชุดหลอดแก้ว VACUUM ใหม่	3	1
19	ตั้ง ระยะ PULLER	4	1
20	ล้างทำความสะอาด และปรับตั้ง Video Jet	5	1
21	ใส่ท่อลาก	3	2
รวมเวลา		88	

ตารางที่ 4-10 กิจกรรมย่อยที่เป็นงานนอก สำหรับเครื่องจักรที่ 3

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลา (นาที)	คน
1	เตรียมพื้นที่วางท่อที่ผลิตแล้ว	1	1
2	เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ (ประแจ, กระจาดทราย, เกียง ฯลฯ)	10	1
3	เตรียมเครื่องมือวัด, รดเส้นท่อ	3	1
4	วัดขนาด ID BUSH	1	1
5	วัดขนาด OD PIN	1	1
6	วัดขนาด ID SLEEVE	1	1
7	ตรวจสอบและประกอบ SLEEVE	3	1
8	ทำความสะอาด SLEEVE	4	1
9	ตรวจ / เตรียมตัวพิมพ์ HOT STAMPING	3	1
10	เตรียมหรือจัดทำ SEAL SCENNER	1	1
11	เช็คขนาดและจำนวน HALF SHELL	2	1

ตารางที่ 4-10 (ต่อ)

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลา (นาที)	คน
12	เตรียม SEAL ท้าย VACUUM	2	1
13	เตรียม SEAL COOLING	3	1
14	เตรียม ล้อ COOLING	5	1
15	เตรียม CLAMP CUTTER	1	1
16	ตรวจสอบการทำงานของ PUMP เข้า LINE	1	1
รวมเวลา		42	

ตารางที่ 4-11 กิจกรรมย่อยที่เป็นงานใน สำหรับเครื่องจักรที่ 3

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลา (นาที)	คน
1	ถอด Cover Heater	1	2
2	ถอด BUSH เก่า	10	2
3	ถอด Adapter	3	2
4	ถอด PIN เก่า	4	2
5	ทำความสะอาด BUSH เก่า	7	1
6	ทำความสะอาด PIN เก่า	5	1
7	ประกอบ PIN ใหม่	4	2
8	ประกอบ Adapter	4	1
9	ประกอบ BUSH ใหม่	15	2
10	ประกอบ Cover Heater	2	1
11	วัดระยะ และ ปรับ DIES OPENING	8	1
12	เปลี่ยนแผ่น SCREEN	2	1
13	ถอดชุด SLEEVE เก่า	5	2
14	ประกอบชุด SLEEVE ใหม่	7	2
15	ถอด HALF SHELL	4	1
16	ประกอบ HALF SHELL ใหม่	5	1
17	ถอด ล้อ COOLING	4	1
18	ใส่และตั้งระดับล้อ COOLING ใหม่	3	1

ตารางที่ 4-11 (ต่อ)

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลา (นาที)	คน
19	ถอด SEAL ท้าย VACUUM เก่า	2	1
20	ใส่ SEAL ท้าย VACUUM ใหม่	2	1
21	ตั้ง ระยะ PULLER	4	1
22	เปลี่ยนตัวพิมพ์ HOT STAMPING	3	1
23	ปรับล้อรับท่อเครื่องพิมพ์ HOT STAMPING	1	1
24	ใส่ท่อลาก	3	2
รวมเวลา		108	

ตารางที่ 4-12 กิจกรรมย่อยที่เป็นงานนอก สำหรับเครื่องจักรที่ 4

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลา (นาที)	คน
1	เตรียมพื้นที่วางท่อที่ผลิตแล้ว	1	1
2	เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ (ประแจ, กระจายทราย, เกียง ฯลฯ)	10	1
3	เตรียมเครื่องมือวัดท่อ, รถเข็นท่อ	3	1
4	เตรียม BUSH, วัดขนาด ID BUSH	1	1
5	เตรียม PIN และ Adapter, วัดขนาด OD PIN	1	1
6	วัดขนาด ID SLEEVE	1	1
7	ตรวจสอบและประกอบ SLEEVE	3	1
8	ทำความสะอาด SLEEVE	4	1
9	ตรวจ / เตรียมตัวพิมพ์ HOT STAMPING	3	1
10	เตรียมหรือจัดทำ SEAL SCENNER	1	1
11	ใช้ขนาดและจำนวน HALF SHELL	2	1
12	เตรียม SEAL ท้าย VACUUM	2	1
13	เตรียม SEAL COOLING	3	1
14	เตรียม ล้อ COOLING	5	1
15	เตรียม CLAMP CUTTER	1	1
16	ตรวจสอบการทำงานของ PUMP เข้า LINE	1	1
รวมเวลา		42	

ตารางที่ 4-13 กิจกรรมย่อยที่เป็นงานใน สำหรับเครื่องจักรที่ 4

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลา (นาท)	คน
1	ถอด Cover Heater	1	2
2	ถอด BUSH เก่า	15	2
3	ถอด Adapter	5	2
4	ถอด PIN เก่า	7	2
5	ทำความสะอาด BUSH เก่า	12	2
6	ทำความสะอาด PIN เก่า	9	1
7	ประกอบ PIN ใหม่	7	2
8	ประกอบ Adapter ใหม่	6	2
9	ประกอบ BUSH ใหม่	27	2
10	ประกอบ Cover Heater	2	1
11	วัดระยะ และ ปรับ DIES OPENING	8	1
12	เปลี่ยนแผ่น SCREEN	2	1
13	ถอดชุด SLEEVE เก่า	10	2
14	ประกอบชุด SLEEVE ใหม่	12	2
15	ถอด HALF SHELL	4	1
16	ประกอบ HALF SHELL ใหม่	5	1
17	ถอด ล้อ COOLING	6	1
18	ใส่และตั้งระดับล้อ COOLING ใหม่	5	1
19	ถอด SEAL ท้าย VACUUM เก่า	2	1
20	ใส่ SEAL ท้าย VACUUM ใหม่	2	1
21	ตั้ง ระยะ PULLER	4	1
22	เปลี่ยนตัวพิมพ์ HOT STAMPING	3	1
23	ปรับล้อรับท่อเครื่องพิมพ์ HOT STAMPING	1	1
24	ใส่ท่อลาก	3	2
รวมเวลา		158	

ตารางที่ 4-14 กิจกรรมย่อยที่เป็นงานนอก สำหรับเครื่องจักรที่ 5

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลา (นาที)	คน
1	เตรียมพื้นที่วางท่อที่ผลิตแล้ว	1	1
2	เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ (ประแจ, กระจกทาบทราย, เกียง ฯลฯ)	10	1
3	เตรียมเครื่องมือวัดท่อ, รถเข็นท่อ	3	1
4	เตรียม BUSH, วัดขนาด ID BUSH	1	1
5	วัดขนาด OD PIN	1	1
6	วัดขนาด ID SLEEVE	1	1
7	ตรวจสอบและประกอบ SLEEVE	3	1
8	ทำความสะอาด SLEEVE	4	1
9	ตรวจ / เตรียมตัวพิมพ์ HOT STAMPING	3	1
10	เตรียมหรือจัดทำ SEAL SCENNER	1	1
11	เช็คขนาดและจำนวน HALF SHELL	2	1
12	เตรียม SEAL ท้าย VACUUM	2	1
13	เตรียม SEAL COOLING	3	1
14	เตรียม ล้อ COOLING	5	1
15	เตรียม CLAMP CUTTER	1	1
16	ตรวจสอบการทำงานของ PUMP เข้า LINE	1	1
รวมเวลา		42	

ตารางที่ 4-15 กิจกรรมย่อยที่เป็นงานใน สำหรับเครื่องจักรที่ 5

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลา (นาที)	คน
1	ถอด Cover Heater	1	2
2	ถอด BUSH เก้า	20	2
3	ถอด Adapter	7	2
4	ถอด PIN เก้า	8	2
5	ทำความสะอาด BUSH เก้า	18	2
6	ทำความสะอาด PIN เก้า	12	1
7	ประกอบ PIN ใหม่	11	2

ตารางที่ 4-15 (ต่อ)

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	เวลา (นาที)	คน
8	ประกอบ Adapter ใหม่	8	2
9	ประกอบ BUSH ใหม่	36	2
10	ประกอบ Cover Heater	2	1
11	วัดระยะ และ ปรับ DIES OPENING	8	1
12	เปลี่ยนแผ่น SCREEN	2	1
13	ถอดชุด SLEEVE เก่า	15	2
14	ประกอบชุด SLEEVE ใหม่	20	2
15	ถอด HALF SHELL	5	1
16	ประกอบ HALF SHELL ใหม่	7	1
17	ถอด ล้อ COOLING	10	1
18	ใส่และตั้งระดับล้อ COOLING ใหม่	8	1
19	ถอด SEAL ท้าย VACUUM เก่า	4	1
20	ใส่ SEAL ท้าย VACUUM ใหม่	4	1
21	ตั้ง ระยะ PULLER	2	1
22	เปลี่ยนตัวพิมพ์ HOT STAMPING	3	1
23	ปรับล้อรับท่อเครื่องพิมพ์ HOT STAMPING	1	1
24	ใส่ท่อลาก	1	2
รวมเวลา		213	

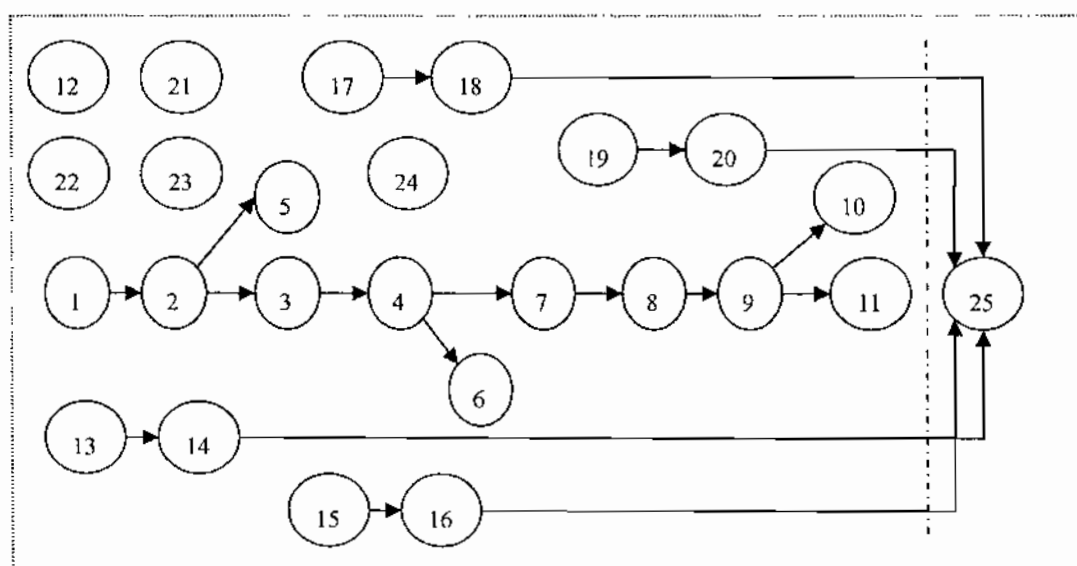
4.3 การประยุกต์การทำงานแบบขนาน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลและหารือร่วมกับพนักงานปรับตั้งเครื่องจักร และวิศวกรประจำโรงงาน เกี่ยวกับกิจกรรมย่อยในการปรับตั้งเครื่องจักร ได้ข้อสรุปดังตารางที่ 4-16

ตารางที่ 4-16 แสดงลักษณะข้อจำกัดของกิจกรรมย่อยในการปรับตั้งเครื่องจักร

ลำดับ	ขั้นตอนงานย่อย	เงื่อนไข
1	ถอด Cover Heater	ก่อนถอดบุช
2	ถอด BUSH เก่า	หลังถอด Cover Heater
3	ถอด Adapter เก่า	หลังถอดทำความสะอาด PIN
4	ถอด PIN เก่า	หลังถอด BUSH และทำความสะอาด PIN
5	ทำความสะอาด BUSH เก่า	หลังถอด BUSH ทันที
6	ทำความสะอาด PIN เก่า	หลังถอด BUSH ทันที
7	ประกอบ PIN ใหม่	ก่อนใส่ Adapter / BUSH
8	ประกอบ Adapter	หลังใส่ PIN
9	ประกอบ BUSH ใหม่	หลังใส่ PIN / Adapter
10	ประกอบ Cover Heater	หลังใส่ BUSH
11	วัดระยะ และ ปรับ DIES OPENING	หลังใส่ BUSH
12	เปลี่ยนแผ่น SCREEN	-
13	ถอดชุด SLEEVE เก่า	-
14	ประกอบชุด SLEEVE ใหม่	หลังถอดชุด SLEEVE
15	ถอด HALF SHELL	-
16	ประกอบ HALF SHELL ใหม่	หลัง ถอด HALF SHELL
17	ถอด ล้อ COOLING	-
18	ใส่และตั้งระดับล้อ COOLING ใหม่	หลัง ถอด ล้อ COOLING
19	ถอด SEAL ท้าย VACUUM เก่า	-
20	ใส่ SEAL ท้าย VACUUM ใหม่	หลังถอด SEAL ท้าย VACUUM
21	ตั้ง ระยะ PULLER	-
22	เปลี่ยนตัวพิมพ์ HOT STAMPING	-
23	ปรับล้อรับท่อ HOT S TAMPING	-
24	ล้างทำความสะอาดและปรับตั้ง Video Jet	
25	ใส่ท่อลาก	หลังส่วนต่างๆ ตั้งแต่ Sleeve จนถึง Puller ปรับตั้งเสร็จสมบูรณ์แล้ว

จากตารางที่ 4-16 พบว่า ด้วยข้อจำกัดและเงื่อนไขทำให้กิจกรรมย่อยหลายๆ กิจกรรมเป็นงานที่มีลักษณะเป็นงานอนุกรม โดยที่มีลำดับการเกิดก่อนหลัง โดยได้แสดงไว้ในภาพที่ 4-6 ซึ่งจะแสดงความสัมพันธ์ของงานที่เป็นอนุกรมกันโดยใช้ตัวเลขแทนลำดับกิจกรรมในตารางที่ 4-16 และถูกสรุปรวมความสัมพันธ์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้นตามลำดับก่อนหลัง แต่ถ้ากิจกรรมใดไม่มีลูกสรเชื่อมโยง หมายถึงจะเกิดขึ้นคอนใดก็ได้โดยไม่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมอื่น



ภาพที่ 4-6 ความสัมพันธ์ของงานที่เป็นอนุกรมกัน

จากภาพที่ 4-6 จะเห็นได้ว่างานย่อยลำดับที่ 10 และ 11 เป็นงานที่อยู่ปลายสายของงานที่มีลักษณะอนุกรมยาวที่สุด ดังนั้นในการประยุกต์การทำงานแบบขนาน กิจกรรมย่อยที่ปรากฏอยู่ในสายงานเหล่านี้จะถูกพิจารณาให้ทำก่อน อย่างไรก็ตามมีบางกิจกรรมที่จำเป็นต้องใช้พนักงานปรับตั้งเครื่องจักรพร้อมกัน 2 คน ซึ่งงานเหล่านี้จะได้ถูกนำมาพิจารณาในลำดับต่อมา ผลของการประยุกต์การทำงานแบบขนานในเครื่องจักรเครื่องที่ 1 ถึง 5 แสดงไว้ในภาพที่ 4-7 ถึงภาพที่ 4-11

พนักงาน ก		พนักงาน ข	
ขั้นตอน	เวลา	เวลา	ขั้นตอน
ถอด Cover Heater	1	1	ถอด Cover Heater
ถอด BUSH เก่า	5	5	ถอด BUSH เก่า
ถอด PIN เก่า	4	6	ทำความสะอาด BUSH เก่า
ทำความสะอาด PIN เก่า	4	2	เปลี่ยนแผ่น SCREEN
ประกอบ PIN ใหม่	3	3	ถอดชุด SLEEVE เก่า
ประกอบ BUSH ใหม่	8	8	ประกอบ BUSH ใหม่
ประกอบ Cover Heater	2	5	ประกอบชุด SLEEVE ใหม่
วัดระยะ และ ปรับ DIES OPENING	8	4	ถอด HALF SHELL
ถอด ล้อ COOLING	4	5	ประกอบ HALF SHELL ใหม่
ใส่และตั้งระดับล้อ COOLING ใหม่	3	4	ตั้ง ระยะ PULLER
ถอดชุดหลอดแก้ว ท้าย VACUUM เก่า	3	5	ล้างทำความสะอาด และปรับตั้ง Video Jet
ใส่ ชุดหลอดแก้ว VACUUM ใหม่	3		
ใส่ท่อลาก	3	3	ใส่ท่อลาก
รวม	51	51	รวม

ภาพที่ 4-7 แผนภูมิทวิงานแสดงลำดับการปฏิบัติงานของพนักงานปรับตั้ง ของเครื่องที่ 1

พนักงาน ก		พนักงาน ข	
ขั้นตอน	เวลา	เวลา	ขั้นตอน
ถอด Cover Heater	1	1	ถอด Cover Heater
ถอด BUSH เก่า	5	5	ถอด BUSH เก่า
ถอด PIN เก่า	4	6	ทำความสะอาด BUSH เก่า
ทำความสะอาด PIN เก่า	4		
ประกอบ PIN ใหม่	3	2	เปลี่ยนแผ่น SCREEN
ประกอบ BUSH ใหม่	10	3	ถอดชุด SLEEVE เก่า
ประกอบ BUSH ใหม่	10	10	ประกอบ BUSH ใหม่
ประกอบ Cover Heater	2	5	ประกอบชุด SLEEVE ใหม่
วัดระยะ และ ปรับ DIES OPENING	8		
ถอด ล้อ COOLING	4	4	ถอด HALF SHELL
ใส่และตั้งระดับล้อ COOLING ใหม่	3	5	ประกอบ HALF SHELL ใหม่
ถอดชุดหล่อแก้ว ท้าย VACUUM เก่า	3		
ใส่ ชุดหล่อแก้ว VACUUM ใหม่	3	4	ตั้ง ระยะ PULI ER
ใส่ท่อลาก	3	5	ล้างทำความสะอาด และปรับตั้ง Video Jet
ใส่ท่อลาก	3	3	ใส่ท่อลาก
รวม	53	53	รวม

ภาพที่ 4-8 แผนภูมิทวิงานแสดงลำดับการปฏิบัติงานของพนักงานปรับตั้ง ของเครื่องที่ 2

พนักงาน ก		พนักงาน ข	
ขั้นตอน	เวลา	เวลา	ขั้นตอน
ถอด Cover Heater	1	1	ถอด Cover Heater
ถอด BUSH แก้ว	10	10	ถอด BUSH แก้ว
ถอด Adapter	3	3	ถอด Adapter
ถอด PIN แก้ว	4	4	ถอด PIN แก้ว
ทำความสะอาด BUSH แก้ว	7	7	ทำความสะอาด PIN แก้ว
			เปลี่ยนแผ่น SCREEN
ประกอบ PIN ใหม่	4	4	ถอด ล้อ COOLING
ประกอบ Adapter	4	4	ตั้ง ระยะ PULLER
ประกอบ BUSH ใหม่	15	15	ประกอบ BUSH ใหม่
วัดระยะ และ ปรับ DIES OPENING	8	2	ประกอบ Cover Heater
		4	ถอด HALF SHELL
ใส่และตั้งระดับล้อ COOLING ใหม่	3	5	ประกอบ HALF SHELL ใหม่
ถอดชุด SLEEVE แก้ว	5	5	ถอดชุด SLEEVE แก้ว
ประกอบชุด SLEEVE ใหม่	7	7	ประกอบชุด SLEEVE ใหม่
ถอด SEAL ห้าย VACUUM แก้ว	2	3	เปลี่ยนตัวพิมพ์ HOT STAMPING
ใส่ SEAL ห้าย VACUUM ใหม่	2	1	ปรับล้อรับท่อเครื่องพิมพ์ HOT STAMPING
ใส่ท่อลาก	3	3	ใส่ท่อลาก
รวม	78	78	รวม

ภาพที่ 4-9 แผนภูมิทวิงานแสดงลำดับการปฏิบัติงานของพนักงานปรับตั้ง ของเครื่องที่ 3

พนักงาน ก		พนักงาน ข	
ขั้นตอน	เวลา	เวลา	ขั้นตอน
ถอด Cover Heater	1	1	ถอด Cover Heater
ถอด BUSH เก่า	15	15	ถอด BUSH เก่า
ถอด Adapter	5	5	ถอด Adapter
ถอด PIN เก่า	7	7	ถอด PIN เก่า
ทำความสะอาด BUSH เก่า	12	9	ทำความสะอาด PIN เก่า
		2	เปลี่ยนแผ่น SCREEN
ประกอบ PIN ใหม่	7	7	ประกอบ PIN ใหม่
ประกอบ Adapter ใหม่	6	6	ประกอบ Adapter ใหม่
ประกอบ BUSH ใหม่	27	27	ประกอบ BUSH ใหม่
ประกอบ Cover Heater	2	8	วัดระยะ และ ปรับ DIES OPENING
ถอด ล้อ COOLING	6		
ใส่และตั้งระดับล้อ COOLING ใหม่	5	4	ถอด HALF SHELL
ถอด SEAL ท้าย VACUUM เก่า	2	5	ประกอบ HALF SHELL ใหม่
ใส่ SEAL ท้าย VACUUM ใหม่	2		
ถอดชุด SLEEVE เก่า	10	10	ถอดชุด SLEEVE เก่า
ประกอบชุด SLEEVE ใหม่	12	12	ประกอบชุด SLEEVE ใหม่
ตั้ง ระยะ PULLER	4	3	เปลี่ยนตัวพิมพ์ HOT STAMPING
		1	ปรับล้อรับท่อเครื่องพิมพ์ HOT STAMPING
ใส่ท่อลาก	3	3	ใส่ท่อลาก
รวม	126	125	รวม

ภาพที่ 4-10 แผนภูมิทวิงานแสดงลำดับการปฏิบัติงานของพนักงานปรับตั้ง ของเครื่องที่ 4

พนักงาน ก		พนักงาน ข	
ขั้นตอน	เวลา	เวลา	ขั้นตอน
ถอด Cover Heater	1	1	ถอด Cover Heater
ถอด BUSH แก้ว	20	20	ถอด BUSH แก้ว
ถอด Adapter	7	7	ถอด Adapter
ถอด PIN แก้ว	8	8	ถอด PIN แก้ว
ทำความสะอาด BUSH แก้ว	18	12	ทำความสะอาด PIN แก้ว
		2	เปลี่ยนแผ่น SCREEN
		4	ถอด SEAL พ้าย VACUUM แก้ว
ประกอบ PIN ใหม่	11	11	ประกอบ PIN ใหม่
ประกอบ Adapter ใหม่	9	9	ประกอบ Adapter ใหม่
ประกอบ BUSH ใหม่	36	36	ประกอบ BUSH ใหม่
ประกอบ Cover Heater	2	10	ถอด ส้อม COOLING
วัดระยะ และ ปรับ DIE OPENING	8		
ถอดชุด SLEEVE แก้ว	15	15	ถอดชุด SLEEVE แก้ว
ประกอบชุด SLEEVE ใหม่	20	20	ประกอบชุด SLEEVE ใหม่
ถอด HALF SHELL	5	8	ใส่และตั้งระดับส้อม COOLING ใหม่
ประกอบ HALF SHELL ใหม่	7		
เปลี่ยนตัวพิมพ์ HOT STAMPING	3	4	ตั้ง ระยะ PULLER
ปรับล้อรับท่อเครื่องพิมพ์ HOT STAMPING	1		
ใส่ท่อลาก	3	3	ใส่ท่อลาก
รวม	174	174	รวม

ภาพที่ 4-11 แผนภูมิทวิงานแสดงลำดับการปฏิบัติงานของพนักงานปรับตั้ง ของเครื่องที่ 5

4.4 ผลการปรับปรุงการปรับตั้งเครื่องจักร สำหรับการแยกงานในและงานนอกออกจากกัน

จากตารางที่ 4-6 ถึงตารางที่ 4-15 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4-17

ตารางที่ 4-17 แสดงการเปรียบเทียบเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนและหลังการแยกงานในและงานนอกออกจากกัน

เครื่องจักร ที่	เวลาปรับตั้งก่อน การปรับปรุง (นาท)	งานนอก (นาท)	งานใน (นาท)	ลดได้ (นาท)	คิดเป็นเวลาที่ ลดลงได้ร้อยละ
Ext 01	120	35	85	35	29.17
Ext 02	123	35	88	35	28.46
Ext 03	150	42	108	42	28.00
Ext 04	200	42	158	42	21.00
Ext 05	260	42	218	42	16.15

4.5 ผลการปรับปรุงการปรับตั้งเครื่องจักร สำหรับการประยุกต์การทำงานแบบขนาน

จากภาพที่ 4-7 ถึงภาพที่ 4-11 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4-18

ตารางที่ 4-18 แสดงการเปรียบเทียบเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนและหลังการประยุกต์การทำงานแบบขนาน

เครื่องจักร ที่	เวลาปรับตั้งก่อน การปรับปรุง (นาท)	เวลาหลังการประยุกต์ การทำงานแบบขนาน (นาท)	ลดได้ (นาท)	คิดเป็นเวลาที่ ลดลงได้ร้อยละ
Ext 01	120	51	69	57.50
Ext 02	123	53	70	56.91
Ext 03	150	78	72	48.00
Ext 04	200	126	74	37.00
Ext 05	260	174	86	33.08

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การทำวิจัยอุตสาหกรรมนี้ เป็นการศึกษาเพื่อหาแนวทางในการลดเวลาการสูญเสียในกระบวนการฉีดท่อพลาสติกของบริษัท พีบี ไพพ์ (ไทยแลนด์) จำกัด ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2549 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2549 ซึ่งเวลาที่สูญเสียในกระบวนการฉีดท่อพลาสติกมีหลายขั้นตอน แต่ผู้วิจัยได้ศึกษาการสูญเสียเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรที่จะทำการฉีดท่อพลาสติกเนื่องจากเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุด โดยผู้วิจัยใช้เทคนิค SMED มาช่วยในการแก้ปัญหา มีผลสรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรที่ดำเนินงานอยู่ของบริษัท พีบี ไพพ์ (ไทยแลนด์) จำกัด กิจกรรมการปรับตั้งเครื่องจักรในการผลิตท่อพลาสติกชนิด PB, PE และ PP เครื่องจักรมีจำนวนทั้งสิ้น 5 เครื่อง ซึ่งเครื่องจักรแต่ละตัวสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้หลายรุ่นและหลายชนิด โดยหากจะเปลี่ยนการผลิตเป็นรุ่นหรือชนิดอื่นๆ นั้น ต้องทำการปรับตั้งเครื่องจักรใหม่ ซึ่งการทำงานเดิมใช้เวลาในการปรับตั้งนานมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เสนอแนะแนวทางแก้ไขปัญหาคตามหลักการของ SMED คือ

5.1.1 ขั้นตอนที่ 1 แบ่งกิจกรรมย่อยของการปรับตั้งเครื่องจักรโดยการแยกงานในและงานนอกออกจากกัน เพื่อแปลงกิจกรรมการปรับตั้งในสายการผลิตที่ไม่จำเป็น ต้องทำในขณะที่เครื่องจักรหยุดทำงานไปเป็นการปรับตั้งเครื่องจักรนอกสายการผลิต และกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบให้กับพนักงานปฏิบัติตาม ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวสามารถลดเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักรสายการผลิตลงได้ ดังนี้

5.1.1.1 เครื่องจักรที่ 1 (Ext 01) เดิมใช้เวลา 120 นาที ลดลงเป็น 85 นาที ซึ่งลดลง 35 นาที คิดเป็นเวลาที่ลดลงร้อยละ 29.17

5.1.1.2 เครื่องจักรที่ 2 (Ext 02) เดิมใช้เวลา 123 นาที ลดลงเป็น 88 นาที ซึ่งลดลง 35 นาที คิดเป็นเวลาที่ลดลงร้อยละ 28.46

5.1.1.3 เครื่องจักรที่ 3 (Ext 03) เดิมใช้เวลา 150 นาที ลดลงเป็น 108 นาที ซึ่งลดลง 42 นาที คิดเป็นเวลาที่ลดลงร้อยละ 28.00

5.1.1.4 เครื่องจักรที่ 4 (Ext 04) เดิมใช้เวลา 200 นาที ลดลงเป็น 158 นาที ซึ่งลดลง 42 นาที คิดเป็นเวลาที่ลดลงร้อยละ 21.00

5.1.1.5 เครื่องจักรที่ 5 (Ext 05) เดิมใช้เวลา 260 นาที ลดลงเป็น 218 นาที ซึ่งลดลง 42 นาที คิดเป็นเวลาที่ลดลงร้อยละ 16.15

5.1.2 ขั้นตอนที่ 2 ในการปรับตั้งเครื่องจักร ใช้การจัดกิจกรรมย่อยของงานในให้ทำงานแบบขนาน (Implementing Parallel Operations) ซึ่งวิธีการปรับตั้งเครื่องจักรในขณะที่เครื่องจักรทำงานมีหลายกิจกรรมที่สามารถทำพร้อมกันได้ หรือมีลักษณะซับซ้อน หรืองานที่ต้องทำการติดตั้งและตรวจวัด ในขณะที่เดียวกันการใช้พนักงานเพิ่มและปฏิบัติกิจกรรมพร้อมกันก็จะสามารถลดเวลาลงได้ ซึ่งเมื่อผู้วิจัยได้นำเสนอวิธีการและทางบริษัทได้จัดทำกิจกรรมย่อยการปรับ ตั้งเครื่องจักรงานในแล้ว ปรากฏผลลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรลงได้อีก ดังนี้

5.1.2.1 เครื่องจักรที่ 1 (Ext 01) เดิมใช้เวลา 120 นาที ลดลงครั้งที่ 1 เหลือ 85 นาที ลดลงครั้งที่ 2 เหลือ 51 นาที ซึ่งลดลงได้ทั้งหมด 69 นาที คิดเป็นเวลาที่ลดลงจากเดิมร้อยละ 57.50

5.1.2.2 เครื่องจักรที่ 2 (Ext 02) เดิมใช้เวลา 123 นาที ลดลงครั้งที่ 1 เหลือ 88 นาที ลดลงครั้งที่ 2 เหลือ 53 นาที ซึ่งลดลงได้ทั้งหมด 70 นาที คิดเป็นเวลาที่ลดลงจากเดิมร้อยละ 56.91

5.1.2.3 เครื่องจักรที่ 3 (Ext 03) เดิมใช้เวลา 150 นาที ลดลงครั้งที่ 1 เหลือ 108 นาที ลดลงครั้งที่ 2 เหลือ 78 นาที ซึ่งลดลงได้ทั้งหมด 72 นาที คิดเป็นเวลาที่ลดลงจากเดิมร้อยละ 48.00

5.1.2.4 เครื่องจักรที่ 4 (Ext 04) เดิมใช้เวลา 200 นาที ลดลงครั้งที่ 1 เหลือ 158 นาที ลดลงครั้งที่ 2 เหลือ 126 นาที ซึ่งลดลงได้ทั้งหมด 74 นาที คิดเป็นเวลาที่ลดลงจากเดิมร้อยละ 37.00

5.1.2.5 เครื่องจักรที่ 5 (Ext 05) เดิมใช้เวลา 260 นาที ลดลงครั้งที่ 1 เหลือ 218 นาที ลดลงครั้งที่ 2 เหลือ 174 นาที ซึ่งลดลงได้ทั้งหมด 86 นาที คิดเป็นเวลาที่ลดลงจากเดิมร้อยละ 33.08

5.2 การอภิปรายผล

เมื่อเปรียบเทียบวิธีการปรับตั้งเครื่องจักรแบบเดิมกับการปรับตั้งเครื่องจักรโดยใช้เทคนิค SMED มาใช้ปรับปรุงการทำงาน สามารถลดการสูญเสียเวลาในกระบวนการฉีดท่อพลาสติกในเครื่องจักรทั้ง 5 เครื่องได้ร้อยละ 57.50, 56.91, 48.00, 37.00 และ 33.08 ตามลำดับ ซึ่งสามารถลดการสูญเสียเวลาได้มากกว่าร้อยละ 20 ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และได้สร้างมาตรฐานการทำงานในการปรับตั้งเครื่องจักร ซึ่งสามารถส่งผลให้บริษัทผลิตผลิตภัณฑ์ท่อพลาสติกได้ตามจำนวนที่ลูกค้าต้องการและทันต่อเวลา ทำให้เกิดผลดีต่อการดำเนินกิจการ ซึ่งถือว่าประสบความสำเร็จเป็นที่พอใจของผู้วิจัยและบริษัท พีบี โฟล์ (ไทยแลนด์) จำกัด

5.3 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากผู้วิจัยไม่สามารถใช้หลักการต่างๆ เข้าไปดำเนินการแก้ไขปัญหาในการปรับตั้งเครื่องจักร เนื่องจากอยู่นอกเหนือขอบเขตความรับผิดชอบที่ไม่สามารถเข้าไปเกี่ยวข้องได้มากนัก ดังนั้นจึงเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

5.3.1 กิจกรรมการปรับตั้งเครื่องจักรยังมีอีกหลายกิจกรรมที่สามารถลดเวลาลงได้แต่ต้องลงทุนในการซื้อเครื่องมือและอุปกรณ์เพิ่มเติม หรืออาศัยพนักงานเป็นจำนวนมาก ซึ่งควรเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้กับการลงทุนว่าคุ้มทุนหรือไม่

5.3.2 ผู้ประกอบการควรนำขั้นตอนการลดเวลาตามหลักการของ SMED เทคนิคอื่นมาใช้ เช่น การใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วย เช่น ใช้อุปกรณ์ช่วยยกบูซ ฟิน และสลิฟ แต่ต้องลงทุนเพิ่มเติม ซึ่งผู้ประกอบการจะต้องเปรียบเทียบว่าคุ้มกับการลงทุนหรือไม่

5.3.3 ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญกับพนักงาน โดยให้การฝึกอบรมพนักงานให้รอบรู้ถึงเทคนิคในการปรับตั้งเครื่องจักร โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานในให้สามารถนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาประยุกต์ในการทำงานได้

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กิริติ ศรีสุวรรณ. การศึกษาเพื่อเพิ่มผลผลิตสำหรับการผลิตคลัตช์รถยนต์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.
- เฉลิม สัมพันธ์ธนรักษ์. การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปั๊มขึ้นรูปชิ้นส่วนรถยนต์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2547.
- นำพล ตั้งทรัพย์. การลดเวลาปรับเปลี่ยนเครื่องจักร. กรุงเทพฯ : สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2541.
- พรเทพ รอดเนียม. การเพิ่มผลผลิตการผลิตเหล็กถลุงโดยการลดเวลาการตั้งเครื่อง. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2545.
- รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม, เนื่อโสม ดิงสัญชติ. การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2538.
- วรพจน์ ขอดมนต์. การลดเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

ภาษาอังกฤษ

- Sekine, K. and Arai, K. Kaizen for Quick Changeover : Going Beyond SMED. Translated by Talbot, B. Oregon : Productivity Press, 1992.
- Shingo, S. A Revolution in Manufacturing : The SMED System. Translated by Andrews, P. D. Massachusetts : Productivity Press, 1985.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายไพสิฐ สุกันธรส
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : การลดเวลาสูญเสียในกระบวนการฉีดท่อพลาสติก
 กรณีศึกษา : บริษัท พีบี ไฟฟ์ (ไทยแลนด์) จำกัด
 สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหกรรม

ประวัติ

ประวัติส่วนตัว เกิดเมื่อวันที่ 25 มิถุนายน พ.ศ. 2518 เป็นบุตรคนที่ 1 ในจำนวนบุตรทั้งหมด 2 คน ของนายสมบุรณ์ และนางพิศมัย สุกันธรส ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 260/3 ถนน 30 กันยา ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา รหัสไปรษณีย์ 30000

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ. 2541 และเข้ารับการศึกษาคือในระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปี พ.ศ. 2545

ประวัติการทำงาน อาจารย์ผู้สอนอัตราจ้าง คณะเทคโนโลยีการผลิต สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา ระหว่างปี พ.ศ. 2541-2543