การลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการผลิตไม้ฝาสังเคราะห์

นายโกสินทร์ เจริญวรเกียรติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TIME REDUCTION FOR FORMING ROLL SET UP IN ARTIFICIAL WOOD PLANK MANUFACTURING

Mr. Kosin Charoenvorakeat

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการผลิตไม้ฝาสังเคราะห์
โดย	นายโกสินทร์ เจริญวรเกียรติ
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ไพโรจน์ ลีลาวิจิตรกุล)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึก)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โกสินทร์ เจริญวรเกียรติ : การลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการผลิตไม้ฝาสังเคราะห์. (TIME REDUCTION FOR FORMING ROLL SET UP IN ARTIFICIAL WOOD PLANK MANUFACTURING) . ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช, 140 หน้า .

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและลดเวลาการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ในการผลิตไม้ฝาสังเคราะห์ โดยปัญหาดังกล่าวเกิดจากการมีขั้นตอนการทำงานที่เกินความจำเป็นหรือไร้ประสิทธิภาพ ซึ่งทำให้เสียเวลาและเกิดความสูญเสียของทรัพยากรขึ้น ทั้งนี้งานวิจัยนี้ได้ใช้ความรู้ในด้านการศึกษาเวลา การศึกษาวิธีการทำงาน และการวิเคราะห์ด้วยวิธีผังก้างปลา ซึ่งจะทำให้ทราบถึงสาเหตุในการปรับตั้งลูกอัดที่ใช้เวลาเกินความจำเป็นและไร้ประสิทธิภาพ จากนั้นจึงนำเทคนิคการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรสำหรับการปรับตั้งเครื่องจักรหรือ SMED (Single Minute Exchange of Die) มาประยุกต์ใช้เพื่อออกแบบและปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งลูกอัดเพื่อลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัด

ในการดำเนินการได้ทำการคัดแยกกิจกรรมภายในเป็นกิจกรรมภายนอก ทำให้ลดเวลาลงได้ 54 นาที และทำการปรับปรุงโดยแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ซึ่งเป็นการปรับปรุงกิจกรรมภายใน 5 ขั้นตอนและกิจกรรมภายนอก 1 ขั้นตอน ดังนี้ (1) กำจัดกิจกรรมการปรับตั้งที่เกินความจำเป็นทำให้ลดเวลาลงได้ 20 นาที (2) ปรับปรุงกระบวนการจัดเตรียมการปรับตั้งเป็นกิจกรรมภายนอกทำให้ลดเวลาลงได้ 13 นาที (3) ปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งเป็นกิจกรรมภายนอกทำให้ลดเวลาลงได้ 7 นาที (4) ปรับปรุงกระบวนการทดสอบเป็นกิจกรรมภายนอกทำให้ลดเวลาลงได้ 8 นาที (5) ปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งภายในทั้งหมดทำให้ลดเวลาลงได้ 33 นาที (6) ปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งภายนอกทั้งหมดทำให้ลดเวลาลงได้ 20 นาที โดยไม่นับรวมกับการปรับตั้งภายใน หลังปรับปรุงทำให้ลดเวลาในการปรับตั้ง 135 นาที

ซึ่งผลที่ได้ภายหลังการปรับปรุงในเครื่องจักร 6 เครื่องที่ศึกษา พบว่าสามารถลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดลงจาก 300.40 นาที เป็น 165.20 นาที ต่อการปรับตั้งลูกอัดต่อครั้ง คิดเป็นเวลาที่ลดลงร้อยละ 45.01

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา 2553

5271408721 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS : REDUCE THE TIME / FORMING ROLL / SET UP PROCESS / SMED

KOSIN CHAROENVORAKEAT : TIME REDUCTION FOR FORMING ROLL SET UP IN ARTIFICIAL WOOD PLANK MANUFACTURING . ADVISOR : ASSOC . PROF. JITTRA RUKIJKANPANICH,Ph.D., 140 pp.

The objective of this research is to reduce the time of forming roll set up process in the artificial wood plank manufacturing . This process consumes much time more than other processes because of its unnecessary or inefficient steps leading to time and resource losses. The search for this cause of unnecessary or inefficient time in the set up process is based on the knowledge of time study , working process study and fishbone graph after that improvement this process with adaptive technique called " SMED (Single Minute Exchange of Die) " .

In process is change internal activity to external activity leading to reduce 54 minutes and improvement process can be classified in 6 steps . Improve internal activity 5 steps and improve external activity 1 step .(1) Unnecessary set up activities are eliminated leading to reduce 20 minutes. (2) Improve preparation activity to external activity leading to reduce 13 minutes. (3) Improve set up activity to external activity leading to reduce 7 minutes. (4) Improve adjustment activity to external activity leading to reduce 8 minutes. (5) Improve overall internal set up activity leading to reduce 33 minutes. (6) Improve overall external set up activity leading to reduce 20 minutes by not include internal set up time . After improvement the set up time has reduced 135 minutes .

Finally of 6 machines in this research , the set up time has reduced from 300.40 minutes to 165.20 minutes per time or about 45.01% .

Department : Industrial Engineering Student's Signature .....

Field of Study : Industrial Engineering Advisor's Signature .....

Academic Year : 2010

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้ข้อแนะนำ ข้อคิดเห็นต่างๆ รวมทั้งแนวทางในการแก้ไขปัญหาและอุปสรรคในการทำวิจัยเป็นอย่างดีมาโดยตลอด จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ ประธานกรรมการ รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พวงเพิกศึก และ อาจารย์ ดร.ไพโรจน์ ลดาวิจิตรกุล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ และได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องและชัดเจน

ขอขอบคุณครอบครัวที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนๆที่ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือและให้กำลังใจดีๆเสมอมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ฐ

บทที่ 1 : บทนำ..... 1

1.1 ข้อมูลและกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง..... 1

1.2 ที่มาและสภาพปัญหาปัจจุบัน..... 4

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 10

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย..... 10

1.5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย..... 10

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 12

บทที่ 2 : ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 13

2.1 ความสูญเสียจากกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักร..... 13

2.2 การศึกษาเวลาส่วนเกินและเวลาไร้ประสิทธิภาพ..... 14

2.3 การศึกษาวิธีการทำงาน..... 16

2.4 การปรับปรุงวิธีการทำงาน..... 20

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 35

บทที่ 3 : วิธีดำเนินการวิจัย..... 38

3.1 การวิเคราะห์ระบบงานของโรงงานตัวอย่าง..... 39

3.2 การจัดลำดับความสำคัญเครื่องจักรเพื่อการปรับปรุง..... 48

3.3 การเก็บข้อมูลและขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด..... 51

3.4 การวิเคราะห์เพื่อกำหนดเกณฑ์การปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งลูกอัด..... 61

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

บทที่ 4 : กระบวนการดำเนินงานปรับปรุง..... 66
4.1 หลักในการดำเนินงานปรับปรุง..... 66
4.2 ขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งลูกอัด..... 66
4.3 การจัดทำวิธีการปฏิบัติงาน..... 95
4.4 การขยายผลการดำเนินงานการปรับตั้งลูกอัดไปที่เครื่องจักรอื่น..... 101

บทที่ 5 : วิเคราะห์ผลการดำเนินการ..... 105
5.1 ผลการปรับปรุงวิธีการปรับตั้งลูกอัด..... 105
5.2 อภิปรายผลการดำเนินการ..... 111

บทที่ 6 : อภิปรายผลเพิ่มเติม..... 116
6.1 ความถี่ในการปรับตั้งเครื่องจักร..... 116
6.2 เกณฑ์การปรับปรุงการลดความถี่ในการปรับตั้งเครื่องจักร..... 117
6.3 วิเคราะห์ผลกระทบในการวางแผนการผลิตในการลดความถี่..... 129

บทที่ 7 : สรุปผลการวิจัย ปัญหาในการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ..... 131
7.1 สรุปผลการวิจัย..... 131
7.2 ปัญหาในการดำเนินงาน..... 136
7.3 ข้อเสนอแนะ..... 137

รายการอ้างอิง..... 138
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 140

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	สรุปผลรายงานการผลิตแยกตามผลิตภัณฑ์ของเครื่องขึ้นรูป เครื่อง HS.1 , HS.3 ข้อมูลจากปี 2552.....	41
3.2	สรุปผลรายงานการผลิตแยกตามผลิตภัณฑ์ของเครื่องขึ้นรูป HS.4 ข้อมูลจากปี 2552.....	42
3.3	สรุปผลรายงานการผลิตแยกตามผลิตภัณฑ์ของเครื่องขึ้นรูป HS.5 ข้อมูลจากปี 2552.....	43
3.3	สรุปผลรายงานการผลิตแยกตามผลิตภัณฑ์ของเครื่องขึ้นรูป HS.5 ข้อมูลจากปี 2552 (ต่อ).....	44
3.4	สรุปผลรายงานการผลิตแยกตามผลิตภัณฑ์ของเครื่องขึ้นรูป HS.6 ข้อมูลจากปี 2552.....	45
3.5	สรุปผลรายงานการผลิตแยกตามผลิตภัณฑ์ของเครื่องขึ้นรูป HS.7 ข้อมูลจากปี 2552.....	46
3.6	ความถี่ของการปรับตั้งลูกอัดแยกตามรายเครื่องข้อมูลจากแผนการผลิตปี 2552.....	47
3.7	คุณสมบัติที่ใช้พิจารณากับเครื่องจักรขึ้นรูป HS. ของโรงงานตัวอย่าง	49
3.8	น้ำหนักความสำคัญในด้านต่างๆที่พิจารณา.....	50
3.9	การกำหนดคะแนนของแต่ละเครื่องในแต่ละคุณสมบัติต่างๆ.....	50
3.10	น้ำหนักความสำคัญของแต่ละเครื่องจักรที่พิจารณา.....	51
3.11	ข้อมูลเวลาในกลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด ณ เดือน กุมภาพันธ์ ถึงเดือนสิงหาคม 2553.....	52
3.12	แผนผังกระบวนการไหล ในกลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด....	54
3.13	ข้อมูลเวลาในกลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด ณ เดือน กุมภาพันธ์ ถึงเดือน สิงหาคม 2553.....	55
3.14	แผนผังกระบวนการไหล ในกลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด.....	56
3.14	แผนผังกระบวนการไหล ในกลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด (ต่อ).....	57

ตารางที่		หน้า
3.15	ข้อมูลเวลาในกลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่ ณ เดือน กุมภาพันธ์ ถึงเดือนสิงหาคม 2553.....	58
3.16	แผนผังกระบวนการไหล ในกลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่.....	59
4.1	ผังกระบวนการไหลของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด : กลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด.....	68
4.2	ผังกระบวนการไหลของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด : กลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด.....	68
4.2	ผังกระบวนการไหลของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด : กลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด (ต่อ).....	69
4.3	ผังกระบวนการไหลของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด : กลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่.....	70
4.4	ภาพรวมเมตริกซ์การปรับตั้งลูกอัดก่อนการปรับปรุงด้วยเทคนิค SMED.....	70
4.5	เปรียบเทียบเวลาในการทำงานของการขันโบล์ตขนาด M20 จำนวน 12 ตัว และ โบล์ตขนาด M30 จำนวน 6 ตัว.....	81
4.6	เปรียบเทียบเวลาในการทำงานของการขันโบล์ตด้วยปะแจแหวน และ การขันโบล์ตด้วยบล็อกลม	83
4.7	เปรียบเทียบเวลาในการทำงานของข้อต่อแบบหน้าแปลนและข้อต่อแบบสวมเร็ว.....	85
4.8	ผังกระบวนการไหลของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด : กลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัดหลังปรับปรุงโดยเทคนิค SMED.....	90
4.9	ผังกระบวนการไหลของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด : กลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัดหลังการปรับปรุงโดยเทคนิค SMED.....	90
4.10	ผังกระบวนการไหลของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด : กลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่หลังปรับปรุงโดยเทคนิค SMED.....	91
4.11	ภาพรวมเมตริกซ์การปรับตั้งลูกอัดหลังการปรับปรุงด้วยเทคนิค SMED.....	93

ตารางที่		หน้า
4.12	ผลการดำเนินงานในการลดเวลาปรับตั้งลูกอัดที่เครื่องโมเดล HS.5 ตามหลักเทคนิค SMED ในเดือนตุลาคม 2553 ก่อนและหลังการปรับปรุง.....	94
4.13	ตารางเรียงลำดับน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเครื่องจักรที่พิจารณา.....	101
4.14	สรุปผลเวลาหลังการปรับปรุงของการขยายผลในการลดเวลาปรับตั้งลูกอัดในเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม 2553	103
4.15	สรุปผลเวลาหลังการปรับปรุงของการขยายผลในการลดเวลาปรับตั้งลูกอัดในเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม 2553 (สรุป)	104
5.1	เปรียบเทียบผังกระบวนการไหลก่อนและหลังปรับปรุงของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด: กลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด.....	106
5.2	เปรียบเทียบผังกระบวนการไหลก่อนและหลังปรับปรุงของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด : กลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด.....	106
5.2	เปรียบเทียบผังกระบวนการไหลก่อนและหลังปรับปรุงของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด : กลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด (ต่อ).....	107
5.3	เปรียบเทียบผังกระบวนการไหลก่อนและหลังปรับปรุงของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด : กลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่.....	108
5.4	เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุงในกลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด (ที่มาตรฐานเวลา15นาที).....	109
5.5	เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุงในกลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด (ที่มาตรฐานเวลา 83 นาที).....	109
5.6	เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุงในกลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่ (ที่มาตรฐานเวลา 67 นาที).....	110
5.7	สรุปภาพรวมเวลาการปรับตั้งลูกอัดเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง (ที่มาตรฐานเวลา 165 นาที).....	110
6.1	ตารางเวลาในการปรับตั้งลูกอัดต่อไตรมาส (นาที) ก่อนการดำเนินการ.....	117
6.2	ตารางข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ตลาดต้องการในปี 2552 จำนวน 70 ชนิด.....	118
6.2	ตารางข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ตลาดต้องการในปี 2552 จำนวน 70 ชนิด (ต่อ).....	119
6.2	ตารางข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ตลาดต้องการในปี 2552 จำนวน 70 ชนิด (ต่อ).....	120

ตารางที่		หน้า
6.3	ตารางข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ตลาดต้องการในปี 2552 10 อันดับแรก ……	121
6.4	ตารางข้อมูลสัปดาห์ที่สั่งและสัปดาห์กำหนดส่งของผลิตภัณฑ์……..	123
6.4	ตารางข้อมูลสัปดาห์ที่สั่งและสัปดาห์กำหนดส่งของผลิตภัณฑ์ (ต่อ)……	124
6.4	ตารางข้อมูลสัปดาห์ที่สั่งและสัปดาห์กำหนดส่งของผลิตภัณฑ์ (ต่อ)……..	125
6.5	กำลังการผลิตของเครื่องจักรที่ผลิตได้จริงในแต่ละปีจากข้อมูล ปี 2552……...	127
6.6	ผลิตภัณฑ์เรียงตามสัปดาห์กำหนดส่งมอบ……..	128
6.7	ตารางการวางแผนกำลังการผลิตที่ประเมินในเบื้องต้นในการลดความถี่ในการปรับตั้งเครื่องจักร……	130
7.1	การเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงในการปรับตั้งลูกอัดต่อครั้ง……	134

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ผังโครงสร้างองค์กรของโรงงานตัวอย่าง……..	2
1.2	ผังกระบวนการผลิตระบบผสมของโรงงานตัวอย่าง……..	3
1.3	ผังกระบวนการผลิตระบบขึ้นรูปทำแผ่นของโรงงานตัวอย่าง ……..	4
1.4	กราฟแท่งจำนวนการผลิตออกจากโรงงานตัวอย่างเทียบกับแผน ณ เดือนมกราคม 2552 ถึงเดือนตุลาคม 2552…….	5
1.5	กราฟแท่งผลผลิตต่อชั่วโมงแรงงานของโรงงานตัวอย่างเทียบกับแผน ณ เดือนมกราคม 2552 ถึงเดือนตุลาคม 2552…….	6
1.6	กราฟแท่งสาเหตุของความสูญเสีย โรงงานตัวอย่างเทียบกับแผน ณ เดือนมกราคม 2552 ถึงเดือนตุลาคม 2552…….	7
1.7	กราฟแท่งปัจจัยความสูญเสียโรงงานตัวอย่างเทียบกับแผน ณ เดือนมกราคม 2552 ถึงเดือนตุลาคม 2552…….	8
1.8	กราฟสัดส่วนของเวลาในกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ต่อครั้ง ณ เดือนมกราคม 2552 ถึงเดือนตุลาคม 2552……..	9
2.1	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการบันทึกขั้นตอนการทำงาน……..	18
2.2	ตัวอย่างลักษณะการใช้จิ๊กและฟิกซ์เจอร์แบบแผ่น……...	25
2.3	การจับยึดปากกาแบบแผ่นและแบบช่องรูปตัว U…….	27
2.4	การจับยึดชิ้นงานแบบลูกเบี้ยว……..	27
2.5	การจับยึดชิ้นงานแบบจับยึดระหว่างกัน……	28
2.6	ลักษณะข้อต่อแบบหน้าแปลน……..	29
2.7	ลักษณะของปะเก็นหน้าแปลน……..	29
2.8	ลักษณะข้อต่อแบบเกลียว……	30
2.9	ลักษณะข้อต่อแบบสวมเร็ว (ควิกคัปปิ้ง)……..	31
2.10	การตัดด้วยใบมีดตัด……	32
2.11	การตัดด้วยน้ำแรงดันสูง (Water Jet)……	33
2.12	การตัดด้วยสลิง…….	34

ภาพที่		หน้า
3.1	กราฟค่ากำไรส่วนเกินต่อชั่วโมงแยกตามรายเครื่องจักรของโรงงานตัวอย่างเทียบกับแผน ณ เดือนมกราคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2552.....	48
3.2	สถานีงานของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด.....	51
3.3	เวลาเฉลี่ยรวมทั้งหมดในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์แยกตามรายกลุ่มขั้นตอน.....	60
3.4	สาเหตุหลักของปัญหาในการปรับตั้งเครื่องจักรในการเปลี่ยนลูกอัดขึ้นรูปสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์สูง.....	63
4.1	เมตริกซ์การปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งลูกอัด.....	67
4.2	แผนภาพขั้นตอนเวลาที่ลดลงจากขั้นตอนที่ 1 ในการปรับตั้งลูกอัด.....	71
4.3	แผนภาพขั้นตอนเวลา (นาที) การปรับตั้งภายในที่ลดลงจากขั้นตอนที่ 2.....	72
4.4	แผนผังการปรับปรุงในขั้นตอนที่ 3 ในเรื่องการจัดทำแท่นพักลูกอัดชั่วคราว.....	73
4.5	แผนภาพขั้นตอนเวลา (นาที) การปรับตั้งภายในที่ลดลงจากขั้นตอนที่ 3.....	74
4.6	แผนภาพขั้นตอนเวลา (นาที) การปรับตั้งภายในที่ลดลงจากขั้นตอนที่ 4.....	75
4.7	วิธีการแบบจับยึดชิ้นส่วนระหว่างกันแบบอินเตอร์ล็อค (Interlock).....	76
4.8	ตารางเกลียวเมตริกที่แสดงพื้นที่รับแรงของโบล์ตที่ขนาดต่างๆ.....	78
4.9	การทดลองการลดจำนวนโบล์ตลงเหลือ 6 ตัว โดยแต่ละด้านจะมีโบล์ต 3 ตัว โดยยึดโบล์ตด้านล่าง 2 ตัวและด้านบน 1 ตัว เพื่อรับแรงเหวี่ยงในลูกอัด.....	78
4.10	เอกสารรับรองความปลอดภัยโดยวิศวกรซ่อมบำรุงและวิศวกรผลิตของโรงงาน..	80
4.11	เครื่องมือและอุปกรณ์บล็อกลมที่ใช้ในโรงงานตัวอย่าง.....	82
4.12	การใช้ข้อต่อแบบหน้าแปลน และแบบสวมเร็ว (ควิกคัปปิ้ง) ในโรงงานตัวอย่าง..	84
4.13	การใช้จิ๊กในการปรับระยะขึ้นลงของแท่นลูกอัดในโรงงานตัวอย่าง.....	86
4.14	แผนภาพขั้นตอนเวลา (นาที) การปรับตั้งภายในที่ลดลงจากขั้นตอนที่ 5.....	87
4.15	การออกแบบจากใบมีดตัดกระเบื้องเป็นสลิงตัดกระเบื้อง.....	88
4.16	การทำสัญลักษณ์ (Mark) เพื่อลดเวลาในการปรับตั้งภายนอกที่อุปกรณ์พร็อคซิมอลสวิตท์.....	89
4.17	แผนภาพขั้นตอนเวลา (นาที) การปรับตั้งภายในที่ลดลงจากขั้นตอนที่ 6.....	89
4.18	แผนภาพสรุปขั้นตอนเวลาที่ลดลงในการปรับตั้งลูกอัดโดยเทคนิค SMED.....	92

ภาพที่		หน้า
4.19	วิธีการปฏิบัติงานการปรับตั้งลูกอัดหลังการปรับปรุง แผ่นที่ 1/5.....	96
4.20	วิธีการปฏิบัติงานการปรับตั้งลูกอัดหลังการปรับปรุง แผ่นที่ 2/5.....	97
4.21	วิธีการปฏิบัติงานการปรับตั้งลูกอัดหลังการปรับปรุง แผ่นที่ 3/5.....	98
4.22	วิธีการปฏิบัติงานการปรับตั้งลูกอัดหลังการปรับปรุง แผ่นที่ 4/5.....	99
4.23	วิธีการปฏิบัติงานการปรับตั้งลูกอัดหลังการปรับปรุง แผ่นที่ 5/5.....	100
4.24	การขยายผลการปรับตั้งลูกอัดไปที่เครื่อง HS.6 , HS.4 และ HS.3.....	102
4.25	การขยายผลการปรับตั้งลูกอัดไปที่เครื่อง HS.7 และ HS.1	102
5.1	กราฟเปรียบเทียบสัดส่วนของเวลาในกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ต่อครั้งก่อนและหลังการปรับปรุง.....	111
5.2	สาเหตุหลักและสรุปการแก้ไขปัญหาของเวลาในการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์สูง.....	115
6.1	กราฟความถี่ของการปรับตั้งเครื่องจักรตามรายเครื่อง โดยวิธีดำเนินการผลิต แบบ First Come First Serve (FCFS) ข้อมูลจากแผนการผลิตปี 2552...	116
6.2	กราฟพาเรโต้ข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ทางตลาดต้องการในปี 2552 10 อันดับแรกจากจำนวนทั้งสิ้น 70 ชนิด.....	122
6.3	กราฟพาเรโต้กำลังการผลิตของเครื่องจักรในโรงงานตัวอย่าง.....	126
7.1	แผนภาพสรุปขั้นตอนเวลาที่ลดลงได้ 135 นาที ในการปรับตั้งลูกอัดโดยเทคนิค SMED.....	135

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ข้อมูลและกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง

1.1.1 ประวัติความเป็นมาของโรงงาน

โรงงานตัวอย่างได้เริ่มก่อตั้งในปี พ.ศ. 2534 สถานที่ตั้ง 93 หมู่ 11 ตำบลบางโขมด อำเภอบ้านหมอ จังหวัดสระบุรี 18130 อยู่บนพื้นที่ 299,248 ตารางเมตรและในส่วนอาคารโรงงานและสำนักงานมีพื้นที่ 224,436 ตารางเมตร โดย ณ ขณะนี้โรงงานตัวอย่างได้ดำเนินการผลิตวัสดุทดแทนไม้อาทิ ไม้ฝาผนัง ไม้ฝาฝ้า ไม้ฝาเชิงชาย ไม้ฝาระแนง ไม้รั้ว

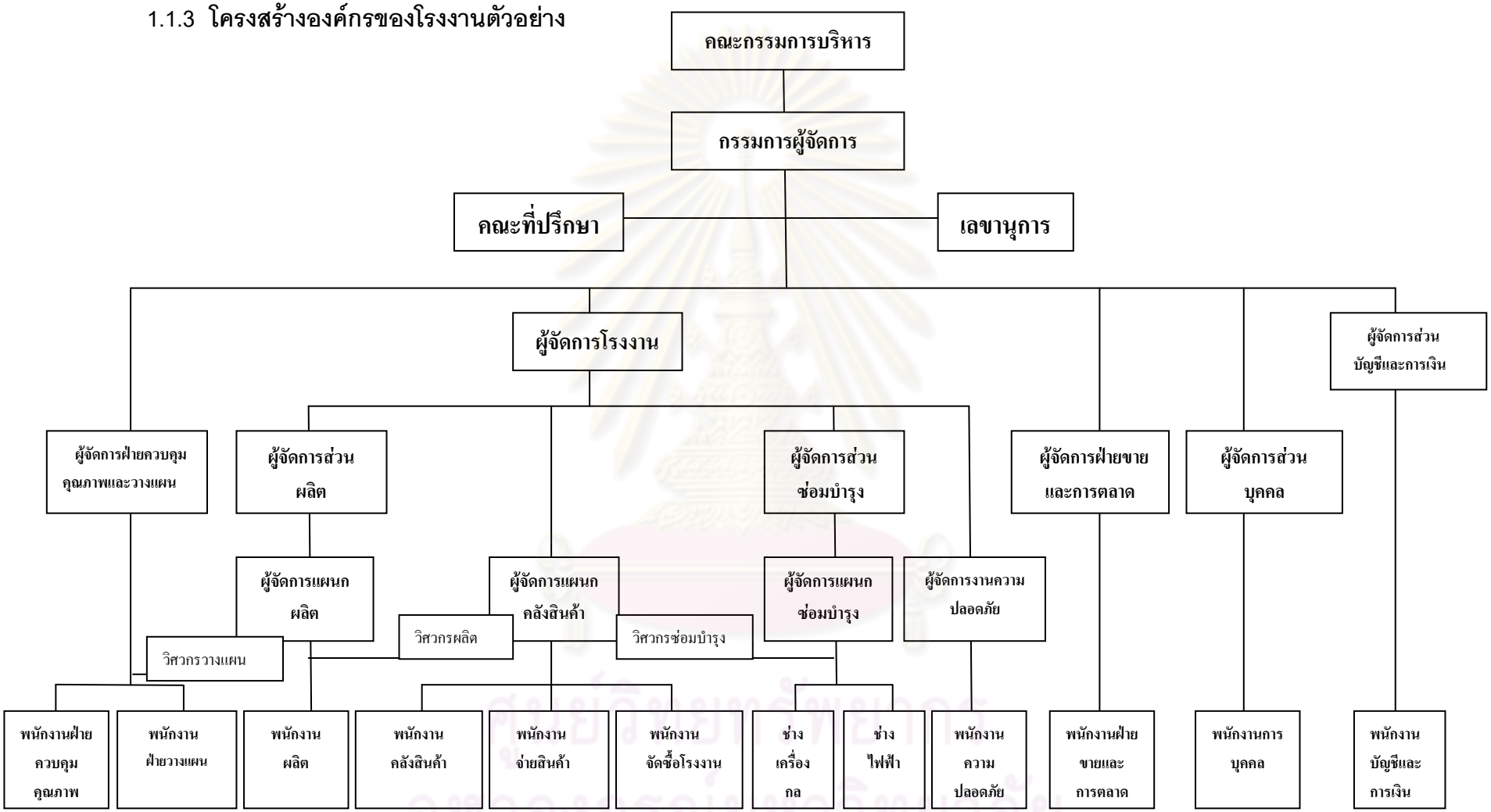
1.1.2 ผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ของโรงงานตัวอย่างเป็นวัสดุทดแทนไม้ ระบบการผลิตเป็นระบบกึ่งอัตโนมัติ ตัวอย่างสินค้าที่ผลิต ใช้ สำหรับงานก่อสร้างทำฝาผนัง ฝ้าเพดาน ปิดชายคา ปิดมุมเพื่อความสวยงาม ทำรั้ว เป็นต้น โดยวัตถุดิบหลักเป็นซีเมนต์ 60 % และส่วนประกอบอื่นเช่น ทราย เยื่อกระดาษ ดินเบา ตัวประสาน สารลดฟองและสี รวมประมาณ 40 % โดยวัตถุดิบหลักสั่งซื้อในประเทศ ประมาณ 85 % และ 15 % นำเข้าจากต่างประเทศ เช่น จากออสเตรเลีย แคนาดา และรัสเซีย

บริษัทมีนโยบายมุ่งเน้นการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพ ทั้งนี้รวมถึงความเรียบ ความแข็งแรง และเฉดสี เพื่อความพึงพอใจของลูกค้า และในอนาคตอันใกล้บริษัท มีเป้าหมายที่จะเป็นผู้นำอาเซียนในการผลิตสินค้าทดแทนไม้ ที่ไม่มีใยหินเป็นส่วนประกอบ ทั้งนี้เนื่องจากได้มีการขยายกำลังการผลิตออกสู่ต่างประเทศในแถบอาเซียน เช่น ในประเทศอินโดนีเซีย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

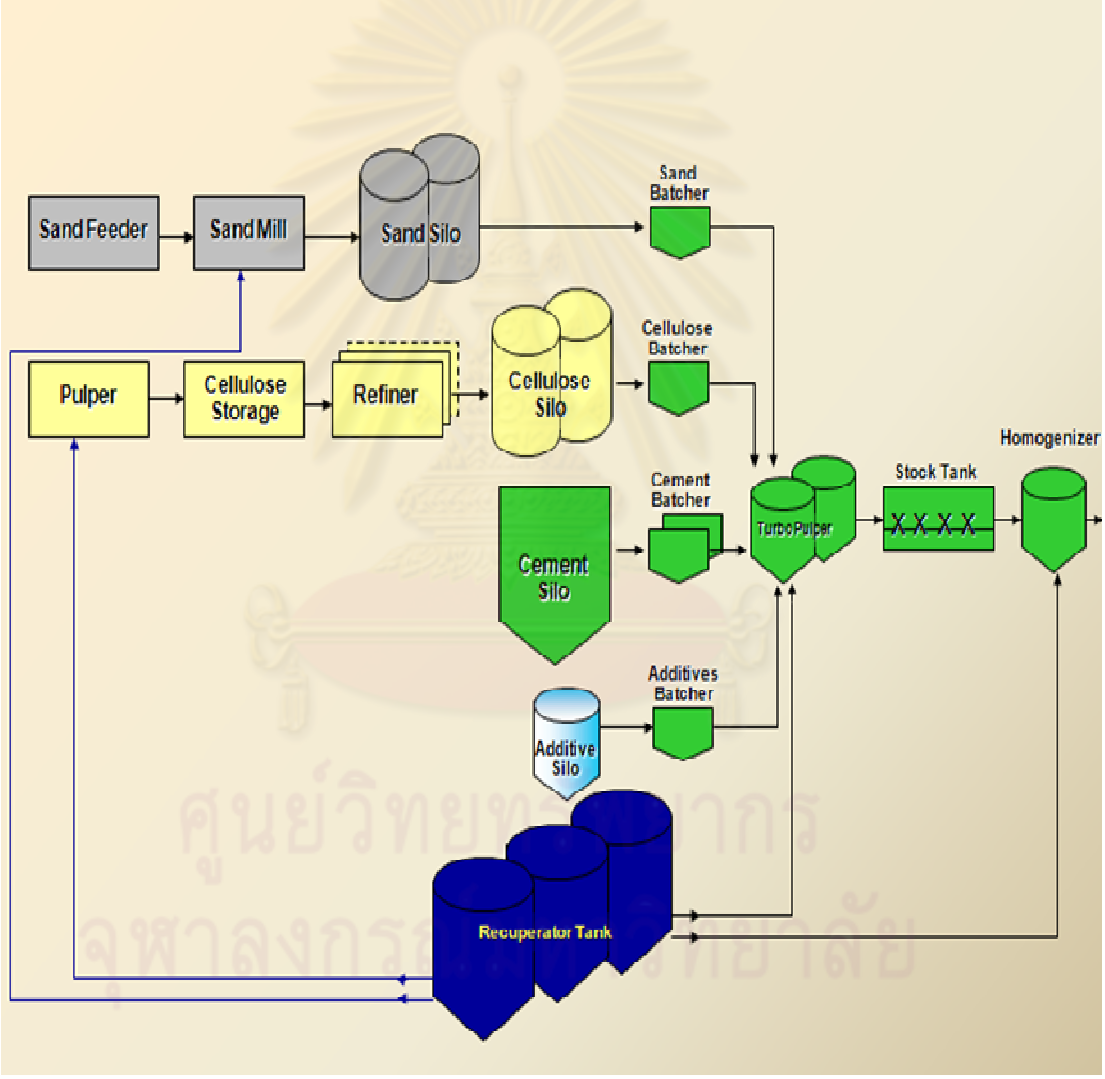
1.1.3 **โครงสร้างองค์กรของโรงงานตัวอย่าง**



รูปที่ 1.1 ผังโครงสร้างองค์กรของโรงงานตัวอย่าง

1.1.4 กระบวนการผลิตระบบผสมของโรงงานตัวอย่าง

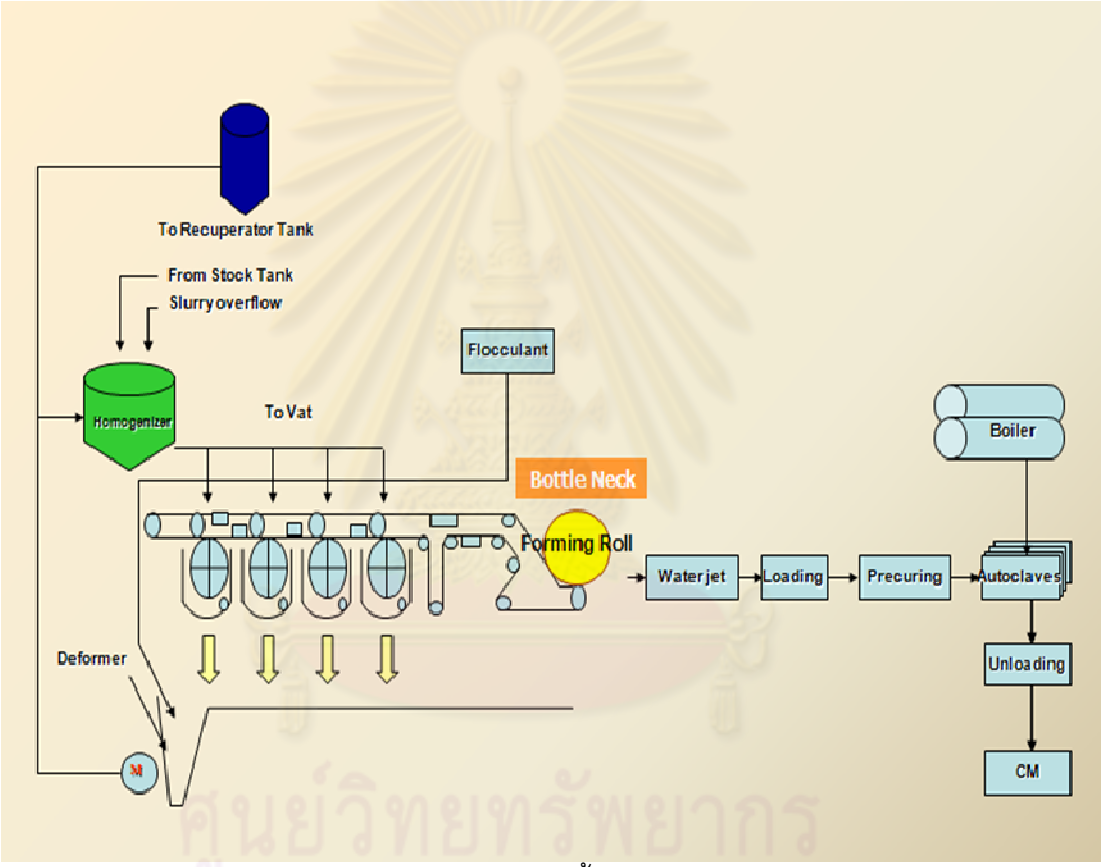
กระบวนการผลิตจะเริ่มต้นที่กระบวนเตรียมทรายและเยื่อกระดาษ โดยทรายจะผ่านการบดที่หม้อบดทราย ส่วนกระดาษจะผ่านการบดที่ปั๊มบดเยื่อกระดาษ จากนั้นจะถูกส่งมายังเครื่องชั่งเพื่อนำมาตีผสมที่ถังที่ 1 (Turbo Pulper) โดยซีเมนต์และดินเบา ก็จะถูกส่งผ่านเครื่องชั่งและลงมาตีผสมที่ถังที่ 1 (Turbo Pulper) จากนั้นเมื่อผ่านการผสมในครั้งแรก ก็จะถูกส่งมาที่ถังเก็บ เพื่อนำไปส่งต่อที่ถังที่ 2 (Homogenizer) เพื่อผสมครั้งที่สองให้เป็นเนื้อเดียวกัน เพื่อเตรียมเข้าสู่กระบวนการผลิตต่อไป



รูปที่ 1.2 ผังกระบวนการผลิตระบบผสมของโรงงานตัวอย่าง

1.1.5 กระบวนการผลิตระบบขึ้นรูปทำแผ่นของโรงงานตัวอย่าง

หลังจากผ่านการผสมที่ถังที่ 2 (Homogenizer) เพื่อให้เป็นเนื้อเดียวกันแล้ว ก็จะถูกส่งมาที่อ่างลูกตะแกรง โดยลูกตะแกรงจะทำหน้าที่ซับน้ำปูนโดยหมุนทวนทิศทางการผลิต ในขณะเดียวกับที่ผ้าซับเนื้อซึ่งวิ่งผ่านอ่างลูกตะแกรงซึ่งหมุนตามทิศทางการผลิต จะซับเนื้อปูนจากลูกตะแกรงทั้งสี่อ่างเพื่อนำมาขึ้นรูปทำแผ่นที่ลูกอัด (Forming Roll) ซึ่งเป็นกระบวนการที่กำหนดความยาวและลวดลายของผลิตภัณฑ์จากนั้นก็จะถูกส่งเข้ากระบวนการตัดที่ระบบตัดน้ำ (Water Jet Cutting) และยกไปบ่มเพื่อเตรียมเข้าอบที่หม้ออบ จากนั้นก็จะถูกยกไปส่งที่ระบบพ่นสีต่อไป

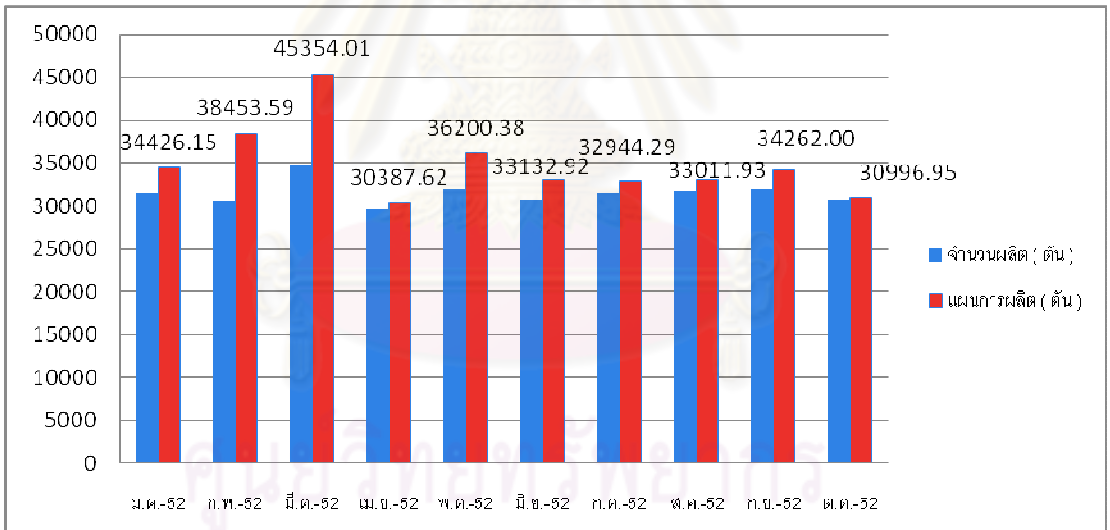


รูปที่ 1.3 ผังกระบวนการผลิตระบบขึ้นรูปทำแผ่นของโรงงานตัวอย่าง

1.2 ที่มาและสภาพปัญหาปัจจุบัน

โรงงานตัวอย่างมีลักษณะการผลิตเพื่อรอจำหน่าย (Made to Stock) โดยในปัจจุบันนั้นทางสินค้าที่โรงงานตัวอย่างผลิต มียอดขายภายในประเทศ 70% และส่งออกต่างประเทศในแถบอาเซียน 30% การขายในประเทศและส่งออกต่างประเทศจะขายให้กับบริษัทในเครืออีกบริษัทหนึ่งเพื่อจัดจำหน่าย หรือขายให้กับตัวแทนจำหน่ายรายย่อยและงานโครงการ

ตามรูปที่ 1.4 สืบเนื่องจากโรงงานตัวอย่างในช่วงตั้งแต่เดือนมกราคมปี 2552 จนถึงเดือนตุลาคมปี 2552 ที่ผ่านมา พบปัญหาปริมาณในการผลิตสินค้ามีจำนวนน้อยกว่าแผนที่ทางโรงงานตั้งไว้ทุกเดือน ทั้งนี้สาเหตุหลักเนื่องมาจากต้นทุนในการผลิตและวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตคือ ซีเมนต์ และเยื่อกระดาษ มีราคาสูงขึ้น ทางฝ่ายการตลาดได้มีการปรับกลยุทธ์ทางการตลาดเพื่อเพิ่มยอดขายให้สูงขึ้นเพื่อรองรับต้นทุนที่สูงขึ้น โดยการเพิ่มมูลค่าสินค้าจากเดิมและการผลิตสินค้าที่มีลวดลายที่หลากหลายและเพิ่มขนาดสินค้าให้มีหลายขนาดมากขึ้น เพื่อเพิ่มมูลค่าในการขาย เช่น การเพิ่มลายไม้สักทอง ลายช้าง จากเดิมที่มีเพียงลายไม้ และผิวเรียบ เท่านั้น ซึ่งผลที่ได้คาดว่าจะทำให้เพิ่มยอดขายให้สูงขึ้นจากปี 2552 ในส่วนของฝ่ายผลิตและฝ่ายซ่อมบำรุงจึงมีการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ดีขึ้น โดยเฉพาะในส่วนของการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์เนื่องจากมีสินค้าหลากหลายประเภท จึงทำให้เกิดกระบวนการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์บ่อยอันเป็นผลให้จำนวนการผลิตลดลงต่ำกว่าแผน อีกทั้งไม่ได้มีการลงทุนในส่วนของเครื่องจักรเพิ่มเติม ทั้งนี้เพื่อให้ต้นทุนการผลิตลดลง ลดความสูญเสียต่างๆในกระบวนการผลิตและส่งมอบตรงเวลา เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพของตลาดสินค้า

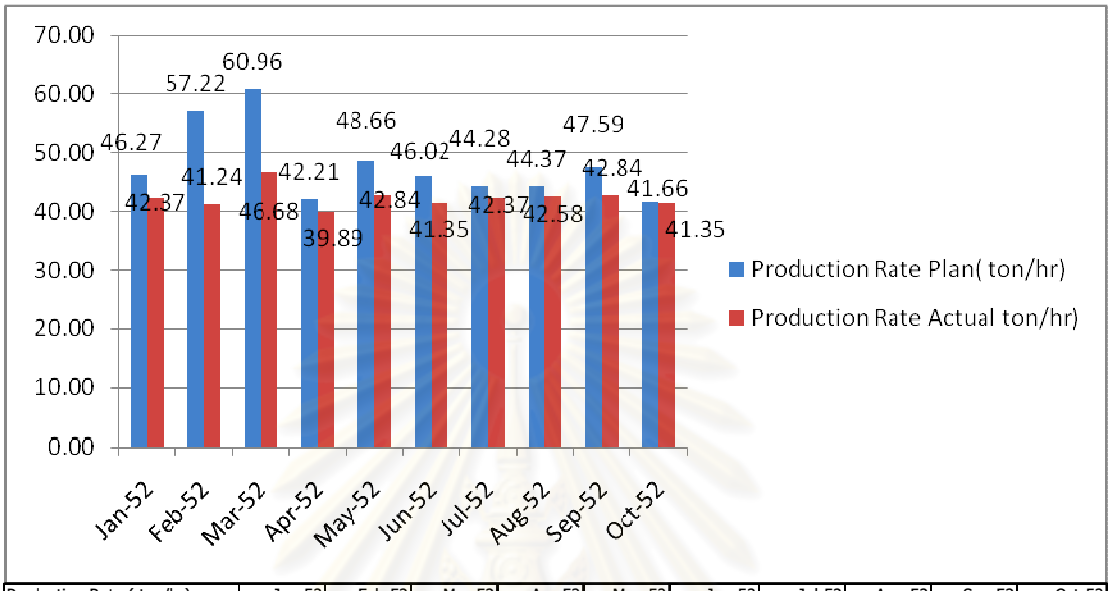


	ม.ค.-52	ก.พ.-52	มี.ค.-52	เม.ย.-52	พ.ค.-52	มิ.ย.-52	ก.ค.-52	ส.ค.-52	ก.ย.-52	ต.ค.-52
จำนวนผลิต (ตัน)	31519.73	30679.88	34732.48	29679.88	31870.54	30765.44	31519.73	31679.88	31870.54	30765.44
แผนการผลิต (ตัน)	34426.15	38453.59	45354.01	30387.62	36200.38	33132.92	32944.29	33011.93	34262.00	30996.95

รูปที่ 1.4 กราฟแท่งจำนวนการผลิตจากโรงงานตัวอย่างเทียบกับแผน ณ เดือนมกราคม 2552 ถึงเดือนตุลาคม 2552

ตามรูปที่ 1.5 เมื่อวิเคราะห์ผลผลิตต่อชั่วโมงแรงงานตั้งแต่เดือนมกราคมปี 2552 จนถึงเดือนตุลาคมปี 2552 ที่ผ่านมานั้นพบปัญหาผลผลิตจริงต่อชั่วโมงมีจำนวนน้อยกว่าแผนที่ทางโรงงานตั้งไว้ทุกเดือนทั้งนี้แผนที่ทางโรงงานตั้งไว้คิดจากยอดขายที่ทางการตลาดประมาณการหาร

ด้วยกำลังการผลิตต่อชั่วโมง ซึ่งเมื่อวิเคราะห์จากรูปที่ 1.5 แสดงให้เห็นว่าในเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคมซึ่งเป็นฤดูกาลขาย จะมีผลกระทบในเรื่องสินค้าผลิตไม่ทันขายทำให้เกิดค่าเสียโอกาสในการขายตามมา



Production Rate (ton/hr)	Jan-52	Feb-52	Mar-52	Apr-52	May-52	Jun-52	Jul-52	Aug-52	Sep-52	Oct-52
Production Rate Plan(ton/hr)	46.27	57.22	60.96	42.21	48.66	46.02	44.28	44.37	47.59	41.66
Production Rate Actual ton/hr)	42.37	41.24	46.68	39.89	42.84	41.35	42.37	42.58	42.84	41.35
diff Production Rate (ton / hr)	3.91	15.99	14.28	2.31	5.82	4.67	1.91	1.79	4.75	0.31

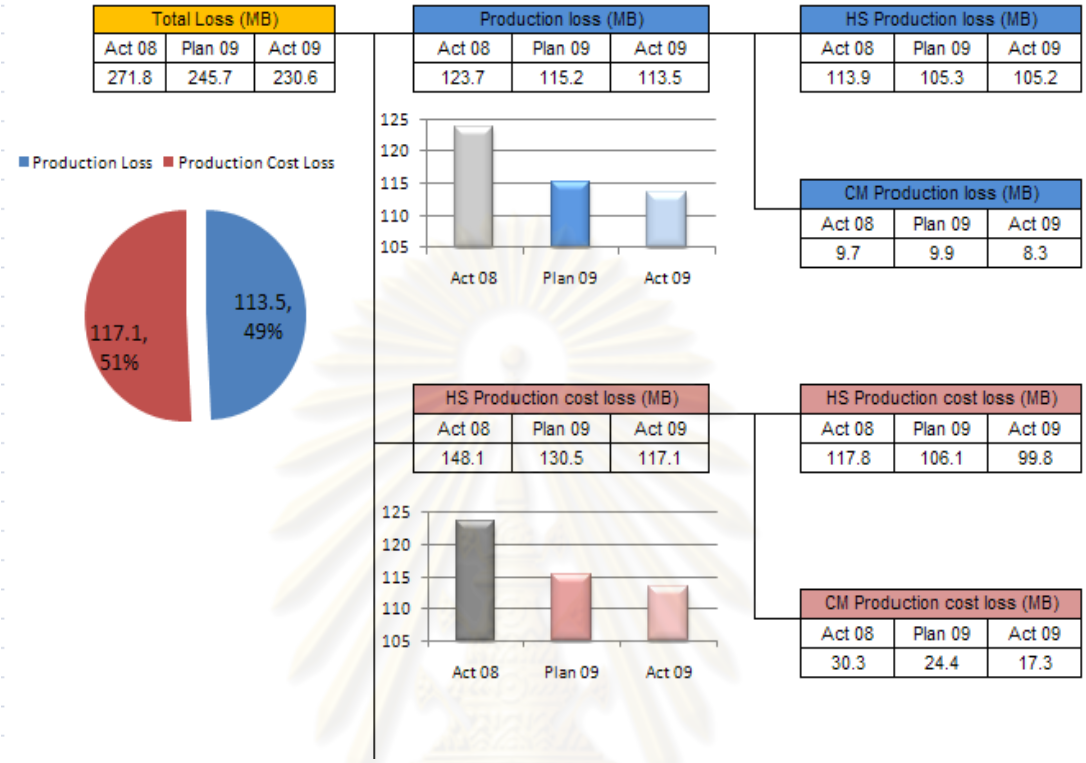
รูปที่ 1.5 กราฟแท่งผลผลิตต่อชั่วโมงแรงงานของโรงงานตัวอย่างเทียบกับแผน ณ เดือนมกราคม 2552 ถึงเดือนตุลาคม 2552

จากรูปที่ 1.6 เมื่อวิเคราะห์ในส่วนของความสูญเสียในการผลิตในช่วงตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2552 จนถึงเดือนตุลาคมปี 2552 ที่ผ่านมานั้นพบว่า ความสูญเสียในการผลิตในโรงงานตัวอย่างนั้นมี 2 ประเภท อันได้แก่

1. ความสูญเสียในกระบวนการผลิต ได้แก่ การเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ การหยุดเครื่องจักรเพื่อซ่อมบำรุง ความเร็วในการเดินเครื่อง ของเสียจากกระบวนการผลิต
2. ความสูญเสียในต้นทุนการผลิต ได้แก่ ค่าวัตถุดิบสิ้นเปลือง ค่าแรงล่วงเวลาพนักงาน ค่าพลังงาน ค่าจ้างรับเหมา ค่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเสีย

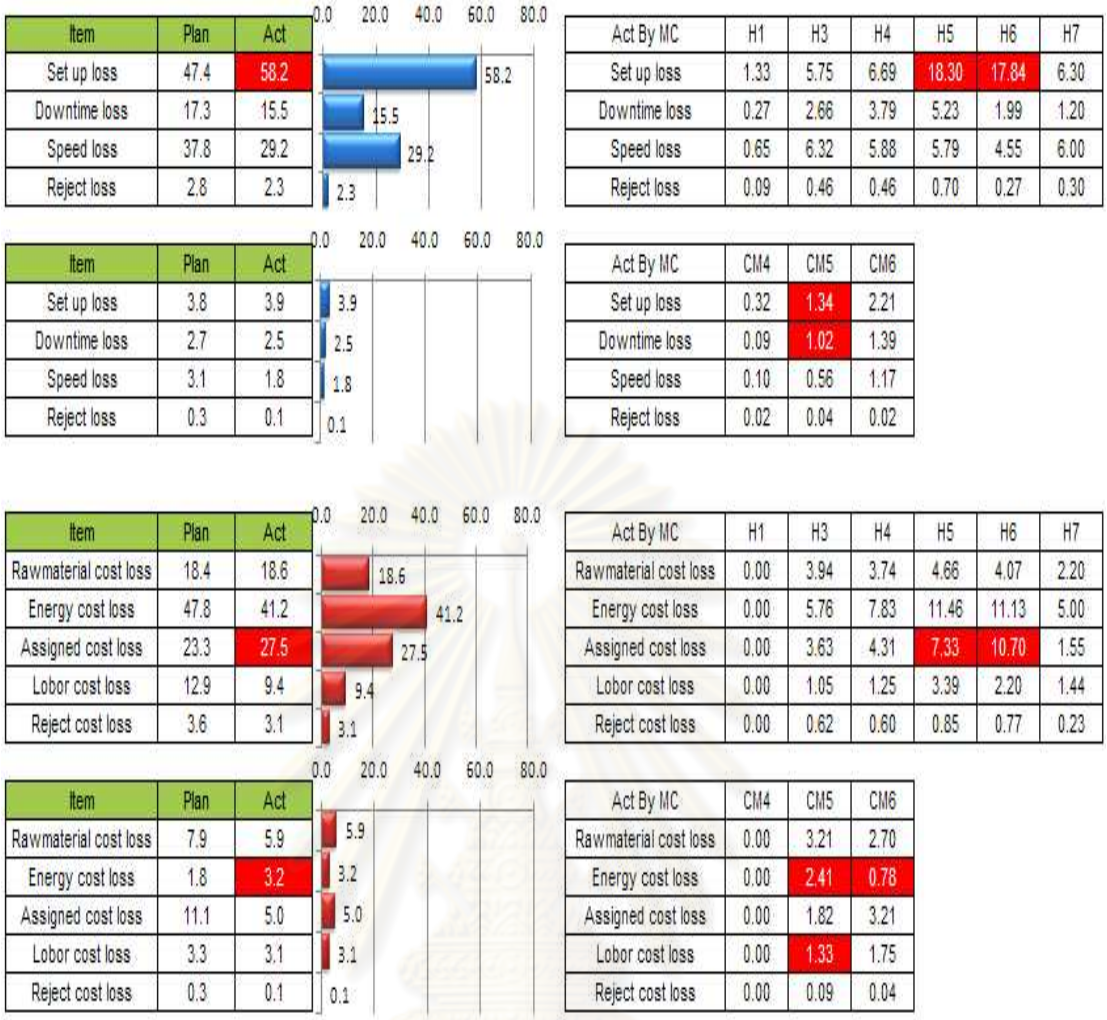
ทั้งนี้เมื่อพิจารณาจากความสูญเสียจะพบว่าในส่วนของความสูญเสียในกระบวนการผลิตมีค่าสูงถึง 113.5 ล้านบาท ซึ่งเมื่อเทียบกับแผนที่วางไว้ที่ 115.2 ล้านบาทจะพบว่ามีผลต่างจากแผนที่วางไว้เพียง 1.7 ล้านบาท และเมื่อวิเคราะห์ไปที่ระบบการผลิตซึ่งมี 2 ระบบคือระบบขึ้นรูป

ทำแผ่น (HS) และระบบพ่นสี (CM) จะพบว่าที่ระบบการขึ้นรูปทำแผ่น(HS) มีความสูญเสียสูงถึง 105.2 ล้านบาท ต่ำกว่าแผนที่วางไว้เพียง 1 แสนบาท



รูปที่ 1.6 กราฟแท่งสาเหตุของความสูญเสีย โรงงานตัวอย่างเทียบกับแผน ณ เดือนมกราคม 2552 ถึงเดือนตุลาคม 2552

จากรูปที่ 1.7 เมื่อวิเคราะห์ต่อไปที่กระบวนการ ก็จะพบว่าที่กระบวนการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์มีค่าความสูญเสียมากถึง 58.2 ล้านบาท สูงกว่าแผนที่วางไว้ที่ 47.4 ล้านบาท หรือคิดเป็น 22.78% จากแผนที่ตั้งไว้ และเมื่อวิเคราะห์ไปที่เครื่องจักรก็จะพบว่าที่เครื่องขึ้นรูปทำแผ่น HS.5 และ HS.6 มีค่าสูงกว่าแผนที่วางไว้เช่นกันทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์ในส่วนของค่าแรงจ้างรับเหมาก็จะพบว่ามีค่าแรงจ้างรับเหมาสูงที่เครื่อง HS.5 และ HS.6 ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลในเบื้องต้น ทั้งนี้เนื่องมาจากปัจจัยที่ว่า เครื่อง HS.5 และ HS.6 มีการผลิตสินค้าประเภทไม้ฝาผนังที่มีแผนการตลาดในการเพิ่มมูลค่าสินค้าโดยออกผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดหลายขนาดและมีลวดลายหลากหลายมากขึ้น จึงทำให้มีการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ถี่ขึ้นจนเกิดความสูญเสียเกินแผนที่วางไว้ถึง 22.78 %



Item	Plan	Act
Set up loss	47.4	58.2
Downtime loss	17.3	15.5
Speed loss	37.8	29.2
Reject loss	2.8	2.3

Act By MC	H1	H3	H4	H5	H6	H7
Set up loss	1.33	5.75	6.69	18.30	17.84	6.30
Downtime loss	0.27	2.66	3.79	5.23	1.99	1.20
Speed loss	0.65	6.32	5.88	5.79	4.55	6.00
Reject loss	0.09	0.46	0.46	0.70	0.27	0.30

Item	Plan	Act
Set up loss	3.8	3.9
Downtime loss	2.7	2.5
Speed loss	3.1	1.8
Reject loss	0.3	0.1

Act By MC	CM4	CM5	CM6
Set up loss	0.32	1.34	2.21
Downtime loss	0.09	1.02	1.39
Speed loss	0.10	0.56	1.17
Reject loss	0.02	0.04	0.02

Item	Plan	Act
Rawmaterial cost loss	18.4	18.6
Energy cost loss	47.8	41.2
Assigned cost loss	23.3	27.5
Lobor cost loss	12.9	9.4
Reject cost loss	3.6	3.1

Act By MC	H1	H3	H4	H5	H6	H7
Rawmaterial cost loss	0.00	3.94	3.74	4.66	4.07	2.20
Energy cost loss	0.00	5.76	7.83	11.46	11.13	5.00
Assigned cost loss	0.00	3.63	4.31	7.33	10.70	1.55
Lobor cost loss	0.00	1.05	1.25	3.39	2.20	1.44
Reject cost loss	0.00	0.62	0.60	0.85	0.77	0.23

Item	Plan	Act
Rawmaterial cost loss	7.9	5.9
Energy cost loss	1.8	3.2
Assigned cost loss	11.1	5.0
Lobor cost loss	3.3	3.1
Reject cost loss	0.3	0.1

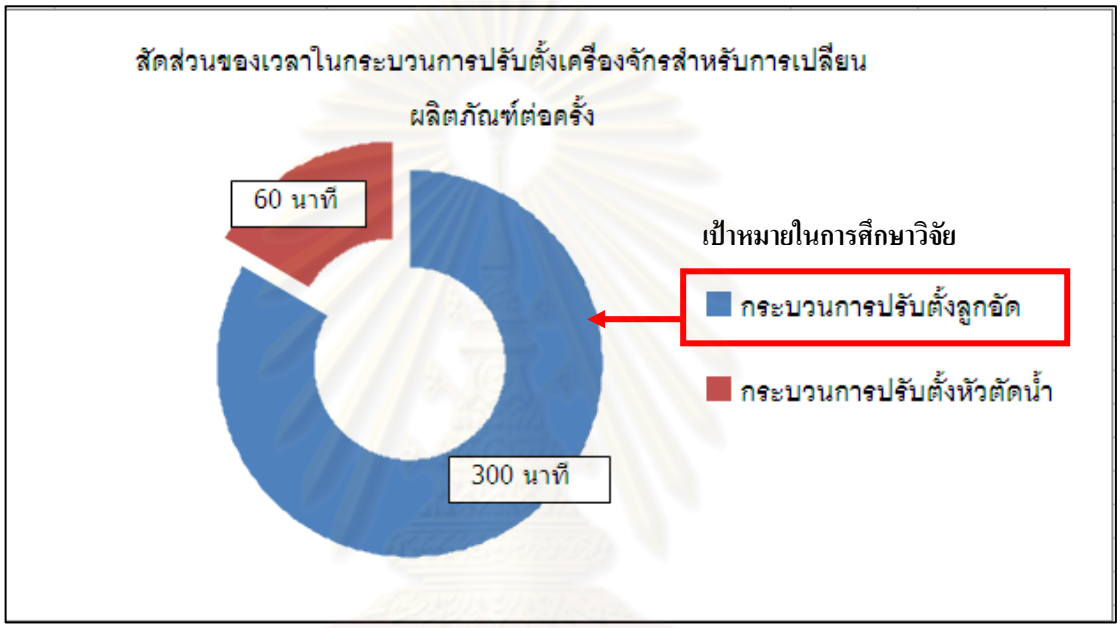
Act By MC	CM4	CM5	CM6
Rawmaterial cost loss	0.00	3.21	2.70
Energy cost loss	0.00	2.41	0.78
Assigned cost loss	0.00	1.82	3.21
Lobor cost loss	0.00	1.33	1.75
Reject cost loss	0.00	0.09	0.04

รูปที่ 1.7 กราฟแท่งปัจจัยความสูญเสียโรงงานตัวอย่างเทียบกับแผน ณ เดือนมกราคม 2552 ถึงเดือนตุลาคม 2552

ในการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ในโรงงานผลิตไม้ฝาสังเคราะห์นั้น จะต้องมีกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์เพื่อการกำหนดขนาดและลวดลายของผลิตภัณฑ์ ซึ่งในที่นี้จะมีเฉพาะกระบวนการปรับตั้งลูกอัดและกระบวนการปรับตั้งหัวตัดน้ำเท่านั้นที่มีผลต่อขนาดและลวดลายของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว

จากรูปที่ 1.8 ซึ่งเป็นข้อมูลของเวลาในกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ที่ได้เก็บข้อมูล ณ เดือนมกราคม 2552 ถึงเดือนตุลาคม 2552 พบว่าในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดมีสัดส่วนของเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ต่อครั้งสูงสุด

โดยในขอบเขตของกระบวนการปรับตั้งลูกอัดนั้นจะเป็นกระบวนการที่ทางหน่วยงานผลิตช่างเครื่องกลและช่างไฟฟ้า ดำเนินการการจัดเตรียมเครื่องมือ ดำเนินการถอดเปลี่ยนลูกอัดเก่าออกเพื่อนำลูกอัดใหม่เข้าไปติดตั้งตามแผนการผลิต และรวมถึงการปรับแต่งระยะลูกอัดเพื่อให้ได้ขนาดของผลิตภัณฑ์ตามความต้องการก่อนการเดินผลิตภัณฑ์ใหม่ในแต่ละชุด ซึ่งกิจกรรมการดำเนินการทั้งหมดที่ได้กล่าวนี้ในโรงงานผลิตไม้ฝาสังเคราะห์จัดเป็นกระบวนการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ในการผลิตไม้ฝาสังเคราะห์



รูปที่ 1.8 กราฟสัดส่วนของเวลาในกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักร
สำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ต่อครั้ง
ณ เดือนมกราคม 2552 ถึงเดือนตุลาคม 2552

จากปัญหาดังกล่าวที่พบจึงเป็นมูลเหตุในการทำการศึกษาเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุง โดยในการศึกษาวิจัยนี้มีเป้าหมายในการลดเวลาในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดซึ่งใช้เวลาสูงที่สุดในการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์เท่านั้น โดยใช้เวลาทั้งสิ้นเฉลี่ย 300 นาทีต่อการปรับตั้งลูกอัดต่อครั้ง ที่เครื่องจักรจำนวน 6 เครื่องที่ได้ทำการศึกษา ซึ่งหลังจากที่มีการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งลูกอัดแล้วเสร็จครบทุกเครื่อง จะทำให้เกิดประโยชน์ในด้านการลดต้นทุนการดำเนินงานของบริษัท ทั้งในด้านแรงงาน เครื่องมือเครื่องจักร รวมถึงต้นทุนค่าเสียโอกาสในการผลิต ลดความสูญเสียจากกระบวนการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์และเพิ่มโอกาสในการขายซึ่งมีแนวโน้มที่สูงขึ้น

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อลดเวลาโดยรวมในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดเพื่อรองรับกับการผลิต ผลิตภัณฑ์ไม้ฝาสังเคราะห์จำนวนหลากหลายชนิด

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1. การศึกษาและวิจัยนี้ มุ่งเน้นในส่วนของการปรับปรุงลดเวลาในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการผลิตไม้ฝาสังเคราะห์เท่านั้น
2. การวัดผลการศึกษาและการวิจัยนี้ วัดจากเวลาในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดต่อครั้งในเครื่องจักร 6 เครื่องที่ได้ทำการศึกษาเป็นตัวชี้วัดผลในกระบวนการ

1.5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาปัญหาและปัจจัยที่ผลต่อความสูญเสีย
2. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเทคนิคเพื่อนำมาประยุกต์ใช้
3. การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์วิธีการปรับตั้งลูกอัดในแต่ละขั้นตอน
4. การปรับปรุงวิธีการปรับตั้งลูกอัดตามเทคนิคที่ได้วิเคราะห์
5. ทำการเปรียบเทียบผลเวลาก่อนและหลังการปรับปรุง
6. การจัดทำวิธีการปฏิบัติงาน
7. การขยายผลไปที่เครื่องจักรอื่นๆ
8. สรุปผลการดำเนินการวิจัยและข้อเสนอแนะ และจัดทำรูปเล่ม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอน	ขั้นตอนการดำเนินงาน	พ.ค. 53	มิ.ย. 53	ก.ค. 53	ส.ค. 53	ก.ย. 53	ต.ค. 53	พ.ย. 53	ธ.ค. 53	ม.ค. 54	ก.พ. 54
1	ศึกษาปัญหาและปัจจัยที่ผลต่อความสูญเสีย	→									
2	ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเทคนิคเพื่อนำมาประยุกต์ใช้		→								
3	เก็บข้อมูลตารางการผลิตและวิเคราะห์วิธีการปรับตั้งลูกอัดในแต่ละขั้นตอน			→	→						
4	การปรับปรุงวิธีการปรับตั้งลูกอัดตามเทคนิคที่ได้วิเคราะห์					→	→				
5	ทำการเปรียบเทียบผลเวลาก่อนและหลังการปรับปรุง						→	→			
6	การจัดทำวิธีการปฏิบัติงาน						→	→			
7	การขยายผลไปที่เครื่องจักรอื่นๆ						→	→	→		
8	สรุปผลการดำเนินการวิจัยและข้อเสนอแนะ และจัดทำรูปเล่ม								→	→	→

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดเวลาในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปสู่การเพิ่มผลผลิต
2. ช่วยลดต้นทุนต่อหน่วยในการผลิตเนื่องจากการใช้ประโยชน์จากชั่วโมงการใช้เครื่องจักรเพิ่มขึ้นและเวลาในการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ลดลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากปัญหาที่ได้สรุปมาใน บทที่ 1 จึงเป็นที่มาของการศึกษาวิจัยการลดเวลาในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการผลิตไม้ฝาสังเคราะห์นี้ จึงได้ทำการศึกษาและค้นคว้าในการรวบรวมเกี่ยวกับทฤษฎีและการวิจัยที่เกี่ยวข้องหรือใกล้เคียงกับงานวิจัยที่ทำ ซึ่งสามารถสรุปรายละเอียดได้เป็นหัวข้อที่สำคัญดังต่อไปนี้

2.1 ความสูญเสียจากกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักร

ความสูญเสียจากกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักร ถือเป็นสาเหตุหลักที่พบมากในความสูญเสียที่เกิดขึ้นในโรงงานตัวอย่างที่ได้ศึกษา จากปัญหาที่เกิดขึ้นที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 ในการดำเนินการปรับตั้งลูกอัดที่ใช้เวลาในการดำเนินงานเฉลี่ย 300 นาที เป็นเวลาที่เกิดจากการทำงานในการปรับตั้งลูกอัดจริงและเวลาที่เกิดจากความสูญเสียในการทำงาน ซึ่งความสูญเสียในการทำงานในการปรับตั้งลูกอัดเป็นความสูญเสียที่ถูกคิดรวมเป็นค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับกิจกรรมในการดำเนินการปรับตั้งเครื่องจักรทั้งหมด อาทิ เช่น ค่าแรงพนักงานรับเหมา ค่าแรงพนักงานทำงานล่วงเวลา ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำ เป็นต้น โดยที่ความสูญเสียดังกล่าวไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ในกิจกรรมการปรับตั้งลูกอัดในการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์แต่อย่างใด ด้วยเหตุนี้ในการวิจัยเรื่องความสูญเสียจากกระบวนการปรับตั้งลูกอัดที่ศึกษา จะเป็นในส่วนหนึ่งของการแก้ไขปรับปรุงความสูญเสียเวลาเนื่องจากการปรับตั้งที่เกิดจากการกระบวนการปรับตั้งลูกอัดซึ่งถือเป็นหนึ่งในสาเหตุหลักของความสูญเสียที่เกิดขึ้นในทางอุตสาหกรรม

ทั้งนี้ในการศึกษาความสูญเสียจากกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรนั้นสิ่งสำคัญในการพิจารณาคือการปรับปรุงความสูญเสียจากกระบวนการปรับตั้งลูกอัดที่เกิดขึ้นให้เกิดประโยชน์และกลายเป็นต้นทุนแทนความสูญเสียได้ ซึ่งหากสามารถดำเนินการได้จะทำให้ความสูญเสียจากกระบวนการปรับตั้งลูกอัดนั้นจะแปรเปลี่ยนเป็นต้นทุนในการปรับตั้งเครื่องจักรโดยทันที (ยุทธ ไกยวรรณ์ , 2550) และสามารถช่วยลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดในกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรต่อไป

ดังนั้นสิ่งที่การศึกษาวิจัยนี้สนใจจะเป็นการลดความสูญเสียที่เกิดจากกระบวนการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ ซึ่งเทคนิคที่สำคัญต่อการลดความสูญเสียจากกระบวนการ

ปรับตั้งลูกอัดนี้ จึงจำเป็นที่ต้องศึกษาและเรียนรู้เทคนิคอื่นประกอบเพิ่มเติม ซึ่งในที่นี้พิจารณาแล้วพบว่าการศึกษาเวลาและการศึกษาการทำงาน จะเป็นปัจจัยสำคัญที่สามารถดำเนินการเพื่อลดความสูญเสียในการปรับตั้งลูกอัดที่เกิดขึ้นได้

2.2 การศึกษาเวลาส่วนเกินและเวลาไร้ประสิทธิภาพ

ในการทำงานในงานวิจัยนี้ต้องทำการศึกษาเวลาในแต่ละกิจกรรมของการปรับตั้งลูกอัด ซึ่งเวลาในแต่ละกิจกรรมดังกล่าว พบว่าสามารถจำแนกประเภทเวลาต่างๆในการปรับตั้งลูกอัด ได้ 3 ประเภทตามหลักการศึกษาเวลาและการทำงาน ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการทำงานจริง เวลาส่วนเกิน และเวลาไร้ประสิทธิภาพ (วันชัย ริจิรวนิช , 2543)

เวลาที่ใช้ในการทำงานจริงในการปรับตั้งลูกอัดนั้นสรุปได้ว่าเป็นเวลาในการทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งแล้วได้ผลลัพธ์เป็นสิ่งที่เป็นเป้าหมายโดยตรงตามที่เราต้องการ เช่น การปรับตั้งลูกอัด ซึ่งเวลาที่ใช้ในการทำงานจริงจะเป็นเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งลูกอัดอย่างเดียว โดยที่กระบวนการทำงานไม่เสียเวลาในส่วนใดอื่นนอกจากการปรับตั้งลูกอัดแต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น ซึ่งเวลาในส่วนนี้เป็นเวลาที่จำเป็นต่อการปรับตั้งลูกอัดโดยตรงและเป็นสิ่งที่ต้องการสำหรับภายหลังการปรับปรุง ซึ่งเห็นสมควรว่าจะดำเนินการลดเวลาในส่วนนี้เป็นเป้าหมายสุดท้ายในการศึกษาวิจัยนี้ในการดำเนินการ

เวลาส่วนเกิน เป็นเวลาที่ใช้ไปในการทำงานแต่ไม่เกิดผลของงานหรือคือเวลาที่ใช้ไปในกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งแต่ไม่เกิดผลของงานโดยตรงหรือสรุปได้ว่า เป็นเวลาที่สูญเสียโดยเปล่าประโยชน์ คือทำงานแล้วไม่ได้งานที่เป็นเป้าหมายหลักตอบแทน ซึ่งเห็นว่าควรต้องดำเนินการลดเวลาในกิจกรรมประเภทนี้ หรือกำจัดกิจกรรมเหล่านี้ออกจากระบบโดยเร็วหากสามารถดำเนินการได้ เนื่องจากเสียเวลาและไร้ประโยชน์ ซึ่งหลักในการทำงานที่ดีคือ การทำงานน้อยใช้เวลาน้อยแต่ได้ปริมาณงานมาก วิธีการทำงานที่มีเวลาส่วนเกินประเภทนี้รวมอยู่ในการปรับตั้งลูกอัดอยู่จะทำให้ต้องทำงานมากเกินความจำเป็นแต่ได้ผลของงานน้อยหรือได้เท่าเดิม เกิดความสิ้นเปลืองและทำงานมากขึ้น และเกิดความสูญเปล่าเกิดขึ้น

เวลาที่ไร้ประสิทธิภาพ คือ เวลาที่ในการปรับตั้งลูกอัดแต่ไม่ได้ดำเนินการในการดำเนินการปรับตั้งลูกอัดแต่อย่างใดเป็นการปล่อยให้สูญเปล่า ทำให้เกิดเวลาที่เสียเปล่า เช่น การหยุดรอคอยเครื่องจักรหรือรอคอยคนทำงาน การรอคอยเบิกเครื่องมือ การวางแผนที่ผิดพลาดซับซ้อน

ยุ่งยากเกินความจำเป็น ซึ่งเวลาที่ไร้ประสิทธิภาพนี้จำเป็นที่ต้องค้นหาและขจัดทิ้งไปเหมือนเวลาส่วนเกินโดยด่วน

การศึกษาเวลาในหน้างานของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด สามารถกำหนดหลักปัจจัยพื้นฐานของการศึกษาเวลาได้ที่จำเป็นต่อการศึกษาได้ดังนี้

- การศึกษาเวลาจะต้องใช้กระบวนการในการหาเวลาในการทำงาน โดยใช้อุปกรณ์ในการบันทึกหรือจับเวลา
- คนงานที่ใช้ศึกษาในการศึกษาเวลาจะต้องเป็นคนงานที่มีความเหมาะสมต่อการศึกษาเวลาและการทำงาน
- คนงานที่ใช้ในการศึกษาต้องทำงานในอัตราปกติ ไม่เร่งหรือช้าเกินไป จนทำให้การบันทึกเวลาผิดพลาด
- ต้องมีเงื่อนไขมาตรฐานในการวัดผลงานที่แน่นอนภายหลังการศึกษาเวลา
- ผลลัพธ์ของการศึกษาเวลา จะกลายเป็น เวลามาตรฐานของการทำงานซึ่งใช้ในการปรับปรุงเพื่อเป็นมาตรฐานโรงงาน

กระบวนการศึกษาเวลานั้นสิ่งสำคัญที่ขาดไม่ได้ คืออุปกรณ์ในการจับเวลา เพื่อแบ่งกระบวนการแยกย่อยตามงาน เทคนิคการจับเวลา และขั้นตอนในการกำหนดเวลามาตรฐานโดยจัดลงในแบบฟอร์มที่กำหนดเพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์

คนงานสำหรับการศึกษาเวลาจะต้องเป็นคนงานที่มีความรู้ความสามารถในการทำงานที่จะศึกษาเป็นอย่างดี มีประสบการณ์ คล่องแคล่วตั้งใจในการทำงาน โดยในระหว่างการศึกษาเวลาจะต้องไม่ติดขัดจนไม่สามารถบันทึกข้อมูลเวลาทำงานได้อย่างถูกต้อง คนงานต้องให้ความร่วมมือในการทำงานอย่างปกติ ไม่ช้าและไม่เร็วจนเกินไป ไม่กระทำการใดๆ ที่จะทำให้ข้อมูลที่เก็บบันทึกเวลาผิดไปจากความเป็นจริง เพื่อให้ได้ข้อมูลเวลาซึ่งใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานสำหรับคนส่วนใหญ่ได้

การศึกษาเวลาเงื่อนไขมาตรฐานสิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ มาตรฐานการวัดเวลา มาตรฐานเครื่องมือวัดเวลา และมาตรฐานการทำงานต้องชัดเจน การวัดเวลาจะต้องน่าเชื่อถือ เครื่องมือที่ใช้วัดต้องเป็นเครื่องมือที่ทันสมัย และมาตรฐานทำการวัดควรที่ต้องสอดคล้องกันซึ่งทำให้เป็นผลดีต่อการวัดเวลาเพื่อจัดทำเป็นมาตรฐาน และส่วนสุดท้ายคือ มาตรฐานการทำงานต้องครอบคลุมตั้งแต่วิธีการทำงาน สถานที่ทำงาน ระยะเวลาทำงาน และสภาพแวดล้อมในการทำงาน องค์ประกอบของการทำงานเหล่านี้จะต้องจัดให้ได้มาตรฐานก่อนที่จะทำการศึกษาเวลา

องค์ประกอบของการศึกษา การศึกษาเวลาจะได้ข้อมูลที่ดีและถูกต้องสิ่งสำคัญคือในเรื่องบุคลากรและผู้ที่เกี่ยวข้องจะต้องให้ความร่วมมือตั้งแต่ระดับผู้จัดการไปจนถึงคนงาน ซึ่งในส่วนของผู้จัดการและหัวหน้างานต้อง เข้าใจงาน สนับสนุนการศึกษา และเห็นประโยชน์ของการศึกษาเวลา เมื่อพบปัญหาก็พร้อมแก้ไขปัญหาและขจัดอุปสรรคของการศึกษาเวลา เป็นทั้งเบื้องหน้าโดยชี้แจงให้คนงานเข้าใจจุดประสงค์ และขั้นตอนของการศึกษาเวลาและพร้อมทั้งเป็นเบื้องหลังร่วมมือกับผู้ศึกษาเวลาเพื่อให้ได้ข้อมูลการศึกษาเวลาที่มีความถูกต้อง สำหรับคนงานต้องเป็นคนที่ทำงานสม่ำเสมอมีความเฉลียวฉลาด แข็งแรง มีความรู้ และความชำนาญในงานที่จะศึกษาวิจัยต้องเป็นคนงานที่เข้าใจเป้าหมายของการศึกษาเวลา ให้ความร่วมมือในการศึกษาเวลา ยอมรับวิธีการทำงานใหม่ๆ และสนใจปฏิบัติเพื่อให้เกิดความชำนาญ สำหรับตัวผู้ศึกษาและบันทึกข้อมูลจะต้องเข้าใจวัตถุประสงค์ของการศึกษาเวลา และอธิบายให้ทุกๆ คนที่เกี่ยวข้องเข้าใจ มีมารยาทและมนุษย์สัมพันธ์ที่ดี เข้ากับคนง่าย

ในส่วนของเครื่องมือจะต้องมีการเตรียมเครื่องมือจับเวลา เช่น นาฬิกาจับเวลา หรือกล้องถ่ายภาพวีดีทัศน์ แบบฟอร์มที่จะลงบันทึกการศึกษา ต้องเหมาะสมชัดเจน ใช้งานได้ง่ายและสะดวก

ข้อดีของการศึกษาเวลาในการศึกษาวิจัยเรื่องการลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการผลิตไม้ฝาสังเคราะห์นี้ ใช้ประกอบการศึกษาวิธีการทำงานเพื่อเปรียบเทียบวัดผลงานก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน ใช้ในการประมาณการต้นทุนการผลิตเพื่อกำหนดราคาผลิตภัณฑ์ ใช้เป็นข้อมูลในการจัดแผนการผลิต ใช้ในการจัดสมดุลของสายงานการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิต และการกำหนดงานผลิต ใช้เป็นมาตรฐานในการทำงานเพื่อควบคุมต้นทุนการผลิต และการกำหนดอัตราค่าจ้างแรงงานรวมทั้งการจัดแผนการจ่ายเงินจูงใจ เป็นต้น

2.3 การศึกษาวิธีการทำงาน

การศึกษาการทำงานคือการศึกษาวิธีการทำงานและวัดผลงานซึ่งใช้ในการศึกษากระบวนการทำงานและองค์ประกอบต่างๆในการทำงาน อาทิ เช่น การรับส่งสินค้า การซ่อมบำรุง การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ การปรับตั้งเครื่องจักร การออกเอกสาร การเบิกเครื่องมือ การกำจัดของเสีย เป็นต้น

โดยมีจุดประสงค์จากการศึกษาการทำงานเพื่อทำการศึกษาและเข้าใจสภาพงานที่เกิดขึ้น เพื่อทำการปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้นและใช้ประโยชน์ที่ได้จากการปรับปรุงการทำงานนี้นำไปสู่การพัฒนามาตรฐานของการทำงาน โดยการศึกษาการทำงานสิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณาควบคู่ในการพิจารณาคือ ข้อมูลดิบที่ได้จากการศึกษา จะต้องมาจากสถานการณ์ หน้างาน และสถานที่จริงโดยที่อยู่ในภาวะเงื่อนไขปกติ เพื่อที่จะทำให้ได้ข้อมูลดิบที่ถูกต้องเพื่อนำมาใช้วิเคราะห์ต่อไป

หลังจากที่ได้มีการรวบรวมข้อมูลดิบที่ถูกต้องเรียบร้อยแล้ว สิ่งต่อไปคือการประยุกต์วิธีการศึกษาการทำงาน ทั้งนี้ในการศึกษาวิจัยเรื่องการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการผลิตไม้ฝาสังเคราะห์นี้ได้ใช้เทคนิคการศึกษาการทำงานดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ตามขั้นตอนการศึกษาการทำงาน ซึ่งขั้นตอนของการศึกษาวิธีการทำงานในการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการผลิตไม้ฝาสังเคราะห์นั้นสามารถสรุปเป็นขั้นตอนตามทฤษฎีการศึกษาวิธีการทำงานได้แก่ (วันชัย ริจิรวนิช , 2550)

การเลือกงานเป็นขั้นตอนของการศึกษาวิธีการทำงาน ขั้นตอนการเลือกกิจกรรมนี้มีความสำคัญมาก ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมที่จะทำการศึกษาการทำงานนั้นมีมาก ดังนั้นการใช้ประโยชน์จากการศึกษาการทำงานได้อย่างเต็มที่คือการเลือกดำเนินการศึกษาการทำงานที่มีความสำคัญและมีความจำเป็นต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วนก่อน ซึ่งข้อดีที่ได้จะเป็นการป้องกันการเสียเวลาในการศึกษาการทำงาน อันทำให้เกิดผลดีต่อการศึกษา กิจกรรมการศึกษาการทำงานควรจะเป็นกิจกรรมที่ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง การแก้ไขปัญหาของงานใดงานหนึ่งอาจจะมีผลดีทำให้การแก้ไขปัญหาของงานอีกหลายงาน

ดังนั้นการกำหนดความสำคัญก่อนหลังของงานที่จะเลือกทำโดยใช้เครื่องมือกลุ่มคุณภาพ 7 อย่างเช่นกราฟ หรือ แผนภูมิพาเรโต ก็สามารถช่วยมองความสำคัญของปัญหาได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นขั้นตอนแรกของการศึกษาการทำงานจึงมีความสำคัญมากที่สุด ทั้งนี้ในการปรับตั้งลูกอัดจากการพิจารณาในเบื้องต้นก็จะพบว่าสอดคล้องกับการเลือกงานที่มีความสำคัญเนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลาในการดำเนินงานมากที่สุดในการทำงานในการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์

การเก็บข้อมูลวิธีการทำงาน คือขั้นตอนการเก็บข้อมูลการทำงานที่ได้ทำการเลือกงานแล้วที่เกิดจากขั้นตอนที่ 1 ทั้งนี้เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาความบกพร่องและหาสาเหตุความบกพร่องเป็นงานขั้นตอนต่อจากการเลือกงาน ก่อนการดำเนินในขั้นตอนนี้ ต้องมีการกำหนดเป้าหมายและขอบเขตที่แน่ชัดในการบันทึกงานที่ต้องการที่จะดำเนินการเลือกหรือศึกษา ซึ่งผลดีที่ได้จะทำให้เข้าใจปัญหาและสาเหตุของปัญหาได้โดยง่าย

ในการปรับตั้งลูกอัดที่ศึกษากิจกรรมในการทำงานนั้น จะต้องมีการวิเคราะห์ลงลึกถึงปัญหาอย่างตรงประเด็นและสามารถเข้าถึงปัญหาที่แท้จริงของงาน จะเป็นผลดีต่อการทำงานและช่วยให้สามารถพัฒนาวิธีการทำงานได้ดีขึ้น การใช้เครื่องมือคุณภาพที่เหมาะสมก็เช่นกัน จะช่วยลดเวลาในการเก็บข้อมูลให้รวดเร็วขึ้น ทั้งนี้การใช้แผ่นแบบใบตรวจสอบนั้นจะมีประโยชน์ต่อการเก็บข้อมูลอย่างมากมายในการวิจัยนี้ โดยปกติการเก็บข้อมูลวิธีการทำงานจะสามารถบันทึกกิจกรรมต่างๆได้เป็นสัญลักษณ์ 5 แบบซึ่งเป็นมาตรฐานในการศึกษาเวลาดังต่อไปนี้ตามรูปที่ 2.1

ซึ่งจากการบันทึกวิธีการทำงานด้วยสัญลักษณ์ดังกล่าวจะพบว่ากิจกรรมด้านการเคลื่อนย้ายและการตรวจสอบ โดยมากมักจะพบว่าเป็นกิจกรรมที่เป็นเวลาส่วนเกินซึ่งเป็นกิจกรรมที่ทำงานแต่ไม่เกิดผลของงานแต่ก็ไม่สามารถตัดออกไปได้ ซึ่งหากต้องการลดหรือกำจัดกิจกรรมดังกล่าวจำเป็นที่ต้องหาระบบมาทดแทนกระบวนการตรวจสอบและขนย้ายได้ ส่วนกิจกรรมการรอหรือการการหยุดจะเป็นกิจกรรมที่เป็นเวลาไร้ประสิทธิภาพ ซึ่งสมควรดำเนินการค้นหาเพื่อกำจัดออกจากกระบวนการทันทีเนื่องจากไม่มีผลกระทบต่อการทำงานอีกทั้งไม่มีประโยชน์ด้วย

สัญลักษณ์	ความหมาย
	กิจกรรมการปฏิบัติงาน
	กิจกรรมการเคลื่อนย้าย
	กิจกรรมการตรวจสอบ
	การรอหรือเก็บพักชั่วคราว
	การหยุดหรือการเก็บถาวร

รูปที่ 2.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการบันทึกขั้นตอนการทำงาน

การวิเคราะห์วิธีการทำงาน เป็นขั้นตอนที่ทำเข้าใจปัญหาและเกิดแนวคิดในการแก้ไขปัญหาเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์งานคือ เทคนิคการตั้งคำถาม หรือเทคนิคผังก้างปลา เทคนิคการแบ่งแยกความสำคัญของปัญหา และเทคนิคการแบ่งแยกประเภทของงาน ถ้าสามารถตั้ง

คำถามกับกิจกรรมต่างๆ ที่บันทึกมา จะทำให้ได้คำตอบที่เป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงระบบงาน และทำให้สามารถกำหนดทางเลือกใหม่หรือวิธีการใหม่ ซึ่งจะช่วยให้เกิดวิธีการทำงานที่ดีกว่า

การปรับปรุงวิธีการทำงาน ในขั้นตอนนี้จะอาศัยเทคนิค การลดกิจกรรมที่ไม่จำเป็นออก การรวมขั้นตอนบางกิจกรรมเข้าด้วยกัน การจัดเรียงขั้นตอนให้เหมาะสม และ การปรับปรุงกิจกรรมให้สามารถดำเนินการได้ง่ายทั้งนี้เพื่อปรับปรุงงานที่มีความซับซ้อนและความยุ่งยากให้มีความซับซ้อนและความยุ่งยากลดลง ลดงานที่ไม่จำเป็นและตัดลดความสูญเสียต่างๆ จากการกำหนดนี้ จะทำให้สามารถรู้ส่วนงานที่เรียกว่าเวลาไร้ประสิทธิภาพ และเวลาส่วนเกินหรือเวลาที่ทำงานโดยไม่เกิดผลงาน รวมทั้งกำหนดแหล่งที่มาของความสูญเสีย ดังนั้นการปรับปรุงงานจึงเป็นขั้นตอนที่นำมาซึ่งวิธีการทำงานที่ดีขึ้น

การเปรียบเทียบวัดผลวิธีการทำงาน ในขั้นตอนการเปรียบเทียบประเมินผลของการปรับปรุงงานจะเป็นขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลงาน โดยทั่วไปจะต้องทำการวัดผลงานของวิธีการทำงานเดิมก่อน โดยมีเกณฑ์การวัดผลงาน ซึ่งอาจจะเป็นเวลาทำงาน ระยะทางที่จะต้องเดิน ทางจำนวนขั้นตอนลดลงที่ทำได้ ผลผลิตต่อชั่วโมงที่ทำได้เพิ่มขึ้น

การพัฒนามาตรฐานวิธีการทำงานเป็นขั้นตอนที่กำหนดมาตรฐาน ขั้นตอนวิธีการทำงานหลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงจนแน่ใจแล้วว่าสามารถมีผลลัพธ์ที่ดีกว่าแบบเดิม ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาบุคลากร และถือเป็นเกณฑ์ปฏิบัติสำหรับคนงานและระบบงาน โดยใช้เป็นข้อมูลเพื่อกำหนดแผนงานและเป็นเครื่องมือในการควบคุมการทำงาน และเป็นการผลักดันให้คนงานยอมรับในกระบวนการวิธีการทำงานใหม่

การส่งเสริมใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้วเป็นขั้นตอนที่ส่งเสริมการใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว แต่เป็นขั้นตอนที่ยากลำบาก ทั้งนี้เนื่องจากจะต้องใช้ความสามารถทางด้านจิตวิทยาและมนุษย์สัมพันธ์ในการส่งเสริมผลักดัน ซึ่งต่างจากขั้นตอนที่ผ่านมาซึ่งใช้ความสามารถทางวิศวกรรม แต่ทั้งนี้หากจะต้องการบรรลุผลการดำเนินการ ขั้นตอนนี้จึงจำเป็นอย่างยิ่งต่อการดำเนินการและผลักดันให้บรรลุสำเร็จให้จงได้

การติดตามการใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้วเป็นขั้นตอนรักษาวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้วให้มีการใช้งานต่อเนื่องและคงอยู่ซึ่งจำเป็นต้องติดตามการทำงานของคนงานและห้ามไม่ให้

คนงานใช้วิธีการเก่าหรือวิธีการที่ไม่ใช่วิธีการใหม่ การมีการกำหนดตารางเวลาการตรวจสอบและการใช้แบบตรวจสอบควบคุมกับแผนภูมิควบคุมเพื่อดูแนวโน้ม และกระบวนการจูงใจและส่งเสริมการใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้วควบคู่กันไป จะช่วยให้พนักงานคุ้นเคยวิธีการทำงานที่ปรับปรุงนี้และอยู่ในสภาพที่อยู่ ตัวการกำหนดของรางวัลและสิ่งจูงใจก็เป็นทางเลือกหนึ่งของการส่งเสริมการใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้วเช่นกัน

2.4 การปรับปรุงวิธีการทำงาน

งานทุกกิจกรรมจำเป็นต้องมีคนเข้าไปดำเนินงานจึงจะประสบความสำเร็จได้ คนจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในกระบวนการศึกษาวิจัยในการปรับตั้งลูกอัด ดังนั้นการพัฒนาคนให้มีคุณภาพทำได้โดยการมีแผนงานที่ดี ซึ่งจะช่วยลดเวลารอคอยต่างๆ ในการปรับตั้งลูกอัดอาทิ เช่น การรออุปกรณ์ การรอเครื่องมือเครื่องจักรเคลื่อนที่ การเดินค้นหาอุปกรณ์ในการทำงาน การผลิตหรือการทำงานที่มีความซ้ำซ้อน ดังนั้นแผนงานที่ดีจะช่วยกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาการผลิตล่วงหน้าได้ และลดความสูญเสียที่จะเกิดขึ้น การลดความสูญเสียในการศึกษาวิจัยนี้สามารถดำเนินการปรับปรุงเป็นรูปธรรมและเป็นขั้นเป็นตอนซึ่งได้นำมาดำเนินการในการปรับตั้งลูกอัด ได้แก่

1.การลดเวลาไร้ประสิทธิภาพ

2.การลดเวลาสูญเปล่าในการทำงาน

3.การปรับปรุงวิธีการทำงานและกำหนดมาตรฐานการทำงาน

จากที่ได้กล่าวมาเบื้องต้นหากมุ่งแต่ปัจจัยในเรื่องคนแต่เพียงส่วนเดียวคงจะสำเร็จได้ยาก เนื่องจากหากไม่มีเทคนิคการปรับปรุงการทำงานที่ดีแล้ว แม้ว่าคนดำเนินงานจะมีแรงจูงใจที่จะปรับปรุง แต่ขาดเทคนิคหรือเครื่องมือที่จะช่วยในการดำเนินงานแล้ว สิ่งที่ได้ปรับปรุงนั้นคงจะไม่ยั่งยืนดังนั้นการปรับปรุงวิธีการทำงานจึงจำเป็นต้องมองถึง เทคนิคและเครื่องมือสำหรับการปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยในที่นี้ทางจะพิจารณาแบ่งออกเป็น 2 ส่วนในการพิจารณาได้แก่

1.พิจารณาในส่วนของซอฟต์แวร์ (Software)

2.พิจารณาในส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware)

โดยในส่วนของซอฟต์แวร์เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด ถือเป็นเทคนิคและเครื่องมือในการปรับปรุงกระบวนการทำงานได้โดยไม่มีข้อสงสัย ซึ่งเครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิดที่มีการนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาได้แก่

1.แบบใบตรวจสอบ (Check Sheet) เป็นแบบฟอร์ม จะมีรายการตรวจสอบ โดยออกแบบตามลักษณะของงานแต่ละงานที่สนใจในการเก็บข้อมูล จะใช้สำหรับช่วงก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงงาน

2.กราฟ (Graph) เป็นเครื่องมือที่รู้จักกันแพร่หลายในการเสนอสภาพของปัญหา และนำเสนอผลการปรับปรุงก่อนและหลังการปรับปรุง เช่น กราฟแท่ง กราฟวงกลม กราฟแผนภูมิเรดาห์ กราฟแผนภูมิฟอง กราฟแผนภูมิโดนัท เป็นต้น

3.แผนภูมิผังก้างปลา (Fishbone Graph หรือ Cause and Effect Diagram) ใช้ในการพิจารณาสาเหตุต่างๆ ของปัญหา โดยกำหนดให้หัวปลาเป็นปัญหา และก้างปลาเป็นสาเหตุของปัญหา โดยแยกประเด็นหลักจากส่วนประกอบของทรัพยากรทางการผลิต จากคน เครื่องจักร วัสดุ วิธีการ สถานที่และสิ่งแวดล้อม เป็นต้น การจะใช้ไดอะแกรมเหตุและผลที่ดีต้องมาจากการระดมสมองจากหลายๆฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

4.แผนภูมิการกระจายกลุ่ม (Scatter Diagram) ใช้บันทึกข้อมูลเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล ใช้ในการแสดงสถานภาพของปัญหา และการวิเคราะห์ปัญหาว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่

5.แผนภูมิควบคุม (Control Chart) ใช้ในกิจกรรมควบคุมคุณภาพ และควบคุมกระบวนการผลิต (Quality & Process Control) หรือในกระบวนการทำงานก็สามารถทำได้ โดยอาศัยทฤษฎีทางสถิติ และความน่าจะเป็น ซึ่งมีค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ซึ่งหากกระบวนการหรือสิ่งที่สนใจศึกษามีข้อมูลทางสถิติจากการบันทึกคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิตหรือกิจกรรม จะสามารถคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งหากข้อมูลที่เก็บได้อยู่ภายในเกณฑ์ควบคุม แสดงว่าคุณภาพหรือกระบวนการนั้นอยู่ภายใต้การควบคุม เครื่องมือนี้จะใช้ประโยชน์ในช่วงการรายงานสภาพปัจจุบันที่เกิดขึ้นเพื่อตรวจจับกระบวนการให้อยู่ในการควบคุม ซึ่งถ้ามีการแสดงแนวโน้มของข้อมูลสูงขึ้นหรือลดลงอย่างเห็นได้ชัด ก็ต้องดำเนินการหาสาเหตุ และแก้ปัญหาคุณภาพให้ลุล่วงไป

6.แผนภูมิฮิสโตแกรม (Histogram) หรือกราฟระฆังคว่ำเป็นกราฟแท่งแบบเฉพาะ โดยแกนตั้งจะเป็นตัวแสดงความถี่ และมีแกนนอนเป็นข้อมูลของคุณสมบัติของสิ่งที่สนใจ โดยเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก เป็นเครื่องมือที่เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ความผันแปรของข้อมูลซึ่งจะสามารถทำให้ทราบถึงความผันแปรที่เกิดขึ้นจากลักษณะการกระจายของข้อมูล

7.แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) แผนภูมิพาเรโตนั้นเป็นแผนภูมิที่ใช้สำหรับแสดงปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น โดยเรียงลำดับปัญหาเหล่านั้นตามความถี่ที่พบจากมากไปหาน้อย และแสดงขนาดความถี่มากน้อยด้วยกราฟแท่งควบคู่ไปกับการแสดงค่าสะสมของความถี่ ซึ่งแสดงด้วยกราฟเส้น โดยแกนนอนของกราฟแสดงประเภทของปัญหาและแกนตั้งเป็นค่าร้อยละของปัญหาที่

พบ แผนภูมิพาเรโตโดยสรุปมีประโยชน์ในการเลือกปัญหาที่จะลงมือทำ เพราะปัญหาสำคัญในเรื่องคุณภาพมีอยู่ไม่กี่ประการ แต่สร้างข้อบกพร่องและผลกระทบในด้านคุณภาพจำนวนมาก ส่วนปัญหาปลีกย่อยมีอยู่มากมายแต่ไม่ส่งผลกระทบด้านคุณภาพมากนัก ดังนั้นจึงควรเลือกแก้ไขปัญหาที่สำคัญซึ่งถ้าแก้ไขได้จะลดข้อบกพร่องด้าน คุณภาพลงได้มากและเห็นได้ชัดและไม่สิ้นเปลืองแรงงานและทรัพยากรด้วย (วันรัตน์ จันทกิจ , 2549)

ในส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware) เทคนิคที่พิจารณาที่สำคัญซึ่งจะไม่กล่าวถึงไม่ได้เลยในเรื่องการลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรหรือปรับตั้งลูกอัดที่ศึกษาซึ่งเทคนิคที่ช่วยลดเวลาดังกล่าวนั้นเรียกว่า SMED (Single Minute Exchange of Die) ซึ่งเป็นเทคนิคที่นิยมในประเทศญี่ปุ่นโดยมีต้นกำเนิดจากแนวความคิดของอาจารย์ชินโกะ ซึ่งใช้กันอย่างประสบความสำเร็จอย่างสูงที่บริษัทโตโยต้าในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเหมาะกับอุตสาหกรรมรถยนต์ที่มีการปรับตั้งเครื่องจักรถี่อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิตรถยนต์ ข้อดีของ SMED นี้คือการช่วยในเรื่องการลดเวลาจากความสูญเสียเวลาเนื่องจากการปรับตั้งและปรับแต่งที่เกิดจากการกระบวนการ (วิทยา สุหฤทดำรง, 2550)

นิยามของการปฏิบัติการในการดำเนินการปรับตั้งเครื่องจักรตามแนวคิดของเทคนิค SMED (Setup Operation) คือขั้นตอนการดำเนินการจัดเตรียมเครื่องมือ และดำเนินการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรทั้งก่อนและหลังการผลิตงานในแต่ละชุด ทั้งนี้เวลาในส่วนของการเตรียมงานเพื่อที่จะให้เครื่องจักรทำงานได้อย่างถูกต้องนั้น ค่อนข้างใช้เวลานานถ้าคิดเป็นเวลาที่ต้องเสียไปในส่วนนี้ทั้งปี ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องรู้หลักการที่ว่าทำอย่างไรให้เครื่องจักรทำงานได้อย่างต่อเนื่องตลอดเพื่อลดเวลาในส่วนนี้ลง การใช้เทคนิค SMED (Single Minute Exchange of Die) เป็นคำเรียกย่อของเทคนิคการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรสำหรับการตั้งเครื่องหรือเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ภายในจำนวนนาทีที่เป็นเลขหลักเดียว ซึ่งเทคนิค SMEDเป็นเทคนิคที่สามารถใช้ได้กับงานทุกประเภทเครื่องจักรและทุกอุตสาหกรรม แม้กระทั่งในอุตสาหกรรมบริการก็สามารถใช้แนวความคิดนี้ได้เช่นกัน ตามแนวคิดของอาจารย์ ชินโก ชินโกะ (Shingo Shigeo,1985) โดยแนวคิดเทคนิคการปฏิบัติของเทคนิค SMED นั้นมีส่วนประกอบขั้นตอนหลักๆ ทั้งสิ้น 3 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 : การแยกแยะระหว่างการติดตั้งเครื่องภายในและการติดตั้งเครื่องภายนอก เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการทำเทคนิค SMED ทั้งนี้เนื่องจากในทุกๆการดำเนินการ มักมีกิจกรรมที่เป็นการติดตั้งเครื่องภายในและการติดตั้งเครื่องภายนอกปะปนกันอยู่ ซึ่งหากสามารถค้นหาและแบ่งแยกการติดตั้งดังกล่าว จะช่วยให้สามารถลดเวลาลงได้ 30-50 %

ขั้นที่ 2 : การปรับเปลี่ยนการติดตั้งเครื่องภายในให้เป็นการติดตั้งเครื่องภายนอก

การที่จะสามารถลดเวลาที่ใช้ในการติดตั้งเครื่องเมื่อผ่านขั้นตอนการแยกแยะเวลาระหว่างการติดตั้งเครื่องภายในและการติดตั้งเครื่องภายนอกแล้ว ปัจจัยที่สำคัญที่จะช่วยในการลดเวลาดังกล่าวในแต่ละกิจกรรมคือ การพิจารณาการปฏิบัติการในแต่ละกิจกรรมว่าหน้าที่หลักของกิจกรรมย่อยนี้ สามารถกระทำได้ในขณะที่เครื่องจักรดำเนินการอยู่ได้หรือไม่ ทั้งนี้เพราะในบางกรณีอาจมีกิจกรรมที่ดูเหมือนเป็นการติดตั้งภายในซ่อนอยู่ แต่หน้าที่หลักสามารถดำเนินการเป็นกิจกรรมภายนอกได้

ขั้นที่ 3 : การปรับปรุงการติดตั้งเครื่องจักรในทุกๆแง่มุมให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

หลังจากที่ดำเนินแยกแยะการติดตั้งเครื่องจักรภายในและภายนอกแล้ว และปรับเปลี่ยนการติดตั้งเครื่องจักรภายในบางส่วนให้เป็นการติดตั้งเครื่องจักรภายนอกเพื่อดำเนินการลดเวลาแล้ว ขั้นตอนสุดท้ายเพื่อให้เวลาในการติดตั้งเครื่องจักรลดลงอีก จึงต้องวิเคราะห์ในแต่ละกิจกรรมที่เป็นการติดตั้งเครื่องภายในและภายนอกเพื่อทำการปรับปรุงในแต่ละกิจกรรมให้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้รวมถึงการวิเคราะห์หาเวลาที่ทำงานจริง โดยตัดในส่วนของเวลาส่วนเกินและเวลาไร้ประสิทธิภาพออก เพื่อให้สามารถหาเวลาการติดตั้งเครื่องจักรภายในที่เป็นเวลาในการทำงานที่แท้จริง ซึ่งจะเป็นผลลัพธ์ภายหลังปรับปรุง

ซึ่งแนวทางในการปรับปรุงการติดตั้งเครื่องจักรในทุกๆแง่มุมให้มีประสิทธิภาพนั้น ประยุกต์ใช้เทคนิคการปรับปรุงตามระบบ TPM (Total Productive Maintenance) ที่จะมีเทคนิคที่เรียกว่าการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) หรือภาษาญี่ปุ่นเรียกว่าไคเซ็น (Kaizen) ซึ่งจะมีประโยชน์อย่างมากในการปรับปรุงในส่วนของเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องกับการปรับตั้งลูกอัด

วิธีการปรับปรุงคุณภาพการทำงานอย่างต่อเนื่องหรือ ไคเซ็น (Kaizen) เป็นเทคนิควิธีการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิตหรือกระบวนการทำงานให้ดีขึ้นอย่างต่อเนื่องไม่มีที่สิ้นสุด (Continuous improvement) ซึ่งการปรับปรุงนั้นจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงในสิ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้และต้องให้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงด้วย (พูลพร แสงบางปลา , 2545) โดยเทคนิคการไคเซ็นนี้เป็นส่วนหนึ่งของทฤษฎีบริหารคุณภาพของญี่ปุ่น หลักสำคัญในการพิจารณา คือ การพิจารณาถึงเรื่อง วิธีการ แนวคิด เพื่อดูที่มาของการแก้ปัญหาในแต่ละเรื่อง โดยที่แนวคิดดังกล่าวจะต้องไม่ยึดติดอยู่กับกรอบความคิดเดิมหรือวิธีการเดิมๆ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด การปฏิบัติงาน และวิธีการลดขั้นตอนการปฏิบัติงานนั้นถือเป็นส่วนหนึ่งของการไคเซ็นทั้งสิ้น ซึ่งการปรับปรุงโดยเทคนิคไคเซ็นนี้เป็นสิ่งสำคัญมากต่อการใช้ในการปรับปรุงกระบวนการทำงานเพื่อลดเวลาในกระบวนการปรับตั้งลูกอัด ซึ่งเมื่อพิจารณาร่วมกับเทคนิค SMED ในขั้นตอนที่ 3 ในขั้นตอนการปรับปรุงการติดตั้งเครื่องจักรในทุกๆแง่มุมให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการใช้เทคนิคไคเซ็นซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการปรับปรุงด้านคุณภาพตามระบบ TPM

เพื่อหาทางแก้ไขปัญหา หรือปรับปรุงพัฒนาสิ่งต่างๆ โดยหลักการไคเซ็นจะทำให้สามารถผลิตสินค้าเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า หลักในการประยุกต์ใช้ของเทคนิคนี้จะพิจารณาถึงสภาพปัญหาปัจจุบันในการทำงานที่ก่อให้เกิดปัญหา ซึ่งจะต้องวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อหาสาเหตุของปัญหา จากนั้นจึงทำการแก้ไขสาเหตุดังกล่าวและปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานวิธีใหม่พร้อมทั้งประเมินคุณค่าที่จะได้รับจาการทำงานวิธีใหม่นั้น ในการดำเนินการด้วยเทคนิคไคเซ็นปัจจัยหลักๆที่ใช้ในการพิจารณาในการปรับปรุงที่ควรจะมีการเปลี่ยนแปลงในเทคนิคไคเซ็น (วีรพจน์ ลือประสิทธิ์กุล, 2545) มีดังต่อไปนี้

ปัจจัยในเรื่องตัวแปรด้านพื้นที่ โดยเกี่ยวกับเรื่องการเปลี่ยน ตำแหน่ง ที่ตั้ง การติดตั้ง เช่น การปรับเปลี่ยนตำแหน่งการทำงานให้มีการเคลื่อนที่น้อยที่สุดเพื่อลดระยะทางในการเคลื่อนที่หรือหยิบชิ้นงาน และสามารถทำงานได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

ปัจจัยในเรื่องตัวแปรด้านเวลา โดยเกี่ยวกับเรื่องการเปลี่ยนแปลงลำดับ ขั้นตอนการทำงาน เช่น การสลับขั้นตอนการทำงาน หรือรวบรวมขั้นตอนการทำงานที่สามารถทำพร้อมกันเข้าด้วยกันเพื่อลดเวลาในการทำงาน

ปัจจัยในเรื่องตัวแปรด้านกายภาพ โดยเกี่ยวกับเรื่องการเปลี่ยนลักษณะรูปร่าง สี หรือประเภทวัสดุ เพื่อแก้ไขปัญหา ทั้งในเรื่องความแข็งแรง การเกิดปฏิเคมี หรืออากาศ การเกิดสนิมเป็นต้น

ปัจจัยในเรื่องตัวแปรด้านขนาด โดยเกี่ยวกับขนาด ความยาว ความกว้าง ที่เปลี่ยนแปลงโดยมีขนาดใหญ่ขึ้นหรือเล็กลง หรือมี ความกว้างและความยาวมากขึ้นหรือน้อยลง

ปัจจัยในเรื่องตัวแปรด้านความเร็ว โดยเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทำให้เกิดความเร็วในการเคลื่อนที่ในการทำงานเพิ่มขึ้นกว่าหรือช้าลง เช่น การใช้อุปกรณ์ทุ่นแรงในการถอดประกอบชิ้นงาน เช่น การใช้ระบบไฮโดรลิค ระบบรอก หรือ ระบบนิวเมติก ซึ่งทำให้เกิดความเร็วในการทำงานเพิ่มขึ้น

ปัจจัยในเรื่องตัวแปรด้านปริมาณ โดยเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงจำนวนหรือปริมาณของวัตถุ ที่มีผลต่อสาเหตุของปัญหา มีปริมาณเพิ่มขึ้นหรือลดลง ซึ่งการเพิ่มหรือการลดของวัตถุดังกล่าวจะต้องส่งผลที่ดีต่อการเปลี่ยนแปลง เช่นการเพิ่มเพื่อเพิ่มความแข็งแรงสำหรับงานโครงสร้าง หรือลดจำนวนโบล์ต เพื่อลดเวลาในการถอดประกอบสำหรับงานที่มีความแข็งแรงเพียงพอ

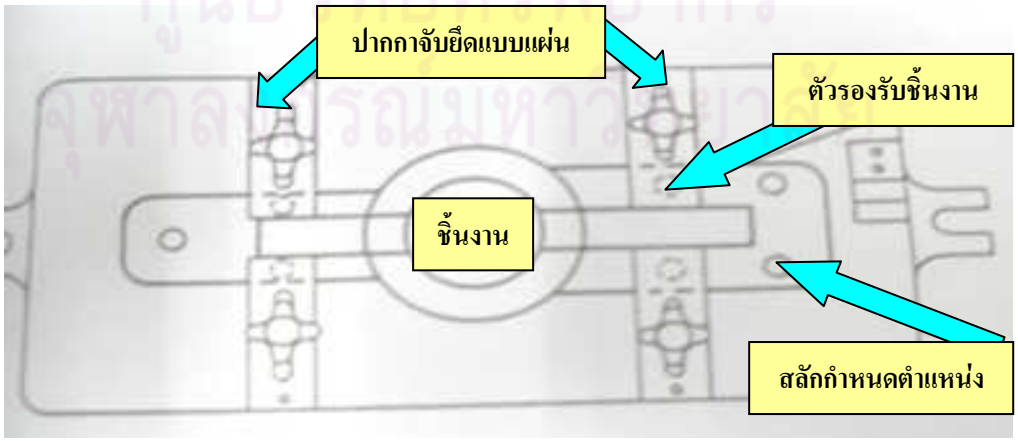
ทั้งนี้ในการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนั้น จะต้องอยู่บนพื้นฐานในการหาวิธีการที่จะสามารถเปลี่ยนแปลงได้ง่ายสะดวก รวดเร็ว สามารถดำเนินการได้ก่อนและไม่มีผลกระทบที่ไม่ดีต่อกระบวนการทำงานเดิม แทนที่จะปลี่ยนแปลงงานที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้เลย หรืองานที่ต้องใช้พละกำลังหรือการลงทุนทรัพยากรที่สูงในการเปลี่ยนแปลงมาก ซึ่งทั้งหมดนี้ถือเป็นแนวคิดใน

การปรับปรุงคุณภาพและการทำงานด้วยวิธีการไคเซ็น ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับงานปรับตั้งเครื่องจักรในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดร่วมกับเทคนิค SMED ได้เพื่อจุดประสงค์หลักในการลดเวลาในการปรับตั้ง

สำหรับทฤษฎีที่ใช้ร่วมกับการลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดในกระบวนการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาประยุกต์ใช้อีกทฤษฎีหนึ่ง เป็นทฤษฎีของการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ (Jig & Fixture) โดยหลักการของจิ๊กและฟิกซ์เจอร์นั้นถูกออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับการยึดจับ รองรับ และกำหนดตำแหน่งของชิ้นงานทุกๆ ชิ้น เพื่อให้แน่ใจว่าในการเจาะรูหรือการตกแต่งด้วยวิธีอื่นๆ จะได้ตรงตำแหน่งเดิมหรือขนาดตามรายละเอียดที่กำหนดมาทุกประการ จิ๊กและฟิกซ์เจอร์เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการกำหนดตำแหน่ง จับยึดชิ้นงาน (วชิระ มีทอง , 2537) ซึ่งตามปกติแล้วจิ๊กและฟิกซ์เจอร์จะมีทั้งแบบที่ใช้มือจับเอา หรือแบบที่ถูกจับยึดให้ติดแน่นอยู่ติดกับแท่นเครื่องจักรที่ไม่มีการเคลื่อนที่ได้

จิ๊กและฟิกซ์เจอร์ไม่มีการกำหนดขนาดตายตัว แต่จะเปลี่ยนตามการออกแบบเพื่อให้สัมพันธ์กับเครื่องมือและหน้างานจริง โดยมีทั้งการออกแบบธรรมดาไปจนถึงการออกแบบที่มีความซับซ้อนสูง สำหรับชนิดของจิ๊กและฟิกซ์เจอร์นั้นโดยหลักสำคัญจะพิจารณาว่าถูกสร้างมาอย่างไร ซึ่งโดยเบื้องต้นทั่วไป จิ๊กและฟิกซ์เจอร์จะมีจุดประสงค์การสร้างเพื่อเป็นตัวการกำหนดตำแหน่งของชิ้นงานให้อยู่กับที่ตามตำแหน่งที่ต้องการ โดยทั้งจิ๊กและฟิกซ์เจอร์สามารถออกแบบให้มีโครงสร้างแข็งแรงเพื่อรับแรงในการกด การเจาะ และการตัดได้

จิ๊กและฟิกซ์เจอร์ที่เป็นแบบแผ่น เป็นแบบที่ธรรมดาที่สุดและมีประโยชน์สำหรับการทำงานของเครื่องจักรทั่วๆไปอย่างมาก ซึ่งโดยพื้นฐานการออกแบบแล้วจิ๊กและฟิกซ์เจอร์จะถูกสร้างมาจากแผ่นเรียบ โดยมีปากกาจับยึดหรือแคมป์ (Clamps) ในการล็อคเพื่อทำหน้าที่ในการจับยึดและกำหนดตำแหน่งของชิ้นงานเป็นจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ ซึ่งในการยึดล็อคดังกล่าวอาจมีสลักกำหนดตำแหน่งอยู่ด้วย ตามรูปที่ 2.2 ซึ่งเป็นมองในมุมด้านบน (Top View)



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างลักษณะการใช้จิ๊กและฟิกซ์เจอร์แบบแผ่น

จากจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ที่เป็นแบบแผ่นดังกล่าว จะพบว่ามีส่วนประกอบสำคัญที่เรียกว่า ปากกาจับยึดหรือปากกาจับแม่พิมพ์ ซึ่งชิ้นส่วนนี้มีหน้าที่สำคัญในการยึดชิ้นงานให้อยู่ตรงตำแหน่งซึ่งจะต้องต้านแรงที่มากระทำต่อชิ้นงานได้อย่างดีและถือเป็นตัวกำหนดตำแหน่งด้วย ตัวปากกาจับยึดต้องแข็งแรงและยึดชิ้นงานให้แน่นกับจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ในระหว่างที่เครื่องจักรทำงานอย่างมั่นคง ดังนั้นการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์สิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาเสมอในการออกแบบ คือ การออกแบบปากกาจับยึดหรือปากกาจับแม่พิมพ์ให้มีการประกอบได้ง่ายและรวดเร็ว เพื่อลดเวลาในการปรับตั้งชิ้นงาน ก่อนการตัดหรือการเจาะ ให้รวดเร็วยิ่งขึ้น

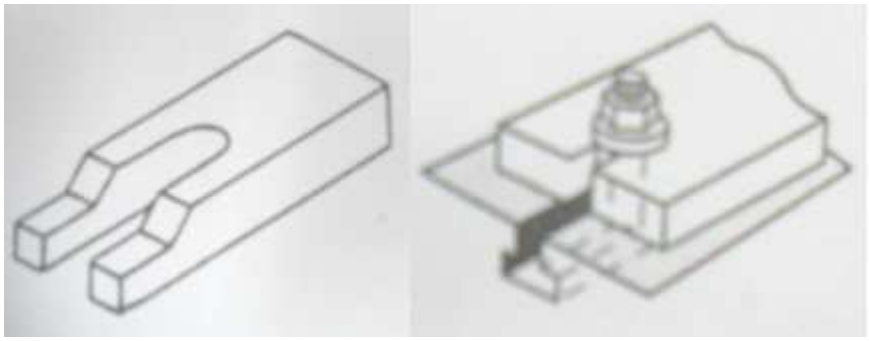
ซึ่งทฤษฎีของการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ในเรื่องการใช้ปากกาจับแม่พิมพ์ตามชิ้นงาน โดยการออกแบบแม่พิมพ์และชิ้นงานให้สามารถประกอบได้ง่ายและรวดเร็ว โดยมีพื้นฐานจากการปรับปรุงปากกาจับยึดชิ้นงาน เนื่องจากการจับยึดแม่พิมพ์มักใช้โบล์ตในการยึดเข้ากับเครื่องจักรโดยตรงซึ่งตรงจุดนี้ถือเป็นสิ่งที่ขัดขวางให้การปรับตั้งเครื่องจักรภายในช้าลง ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงการสูญเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์ในเทคนิคของ SMED จึงได้มีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีของการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ในเรื่องการใช้ปากกาจับแม่พิมพ์ตามชิ้นงาน เพื่อให้อุปกรณ์จับยึดวัตถุให้อยู่กับที่โดยใช้แรงน้อยที่สุด โดยโบล์ตยึดชิ้นงานดังกล่าวถูกดัดแปลงหรืออาจปรับเปลี่ยนปากกาจับยึดชิ้นงานเป็นแบบอื่น เพื่อช่วยให้สามารถถอดหรือประกอบในการจับยึดชิ้นงานได้อย่างรวดเร็ว

เนื่องจากชนิดของปากกาจับชิ้นงานที่ถูกสร้างขึ้นมาใช้กับจิ๊กและฟิกซ์เจอร์มีหลากหลายชนิด แต่ปากกาจับชิ้นงานที่มีประโยชน์ต่อการลดเวลาในการปรับตั้ง สามารถสรุปเป็นรูปแบบได้ 3 รูปแบบดังนี้

1. เทคนิควิธีการแบบหมุน 1 รอบ (One-turn Functional Clamping Method) ซึ่งเทคนิคนี้เป็นหลักการประยุกต์ทฤษฎีของการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ในเรื่องการใช้ปากกาจับแม่พิมพ์ให้ประกอบชิ้นงานกับแม่พิมพ์ให้ยึดติดกันได้อย่างรวดเร็ว เพียงแค่การหมุนเพียง 1 รอบ ซึ่งการประยุกต์ปากกาจับแม่พิมพ์ซึ่งเป็นเทคนิคการหมุนเพียง 1 รอบ ได้แก่ วิธีการปากกายึดแบบช่องรูปตัว U ซึ่งถูกปรับปรุงจากปากกาจับยึดแบบแผ่น

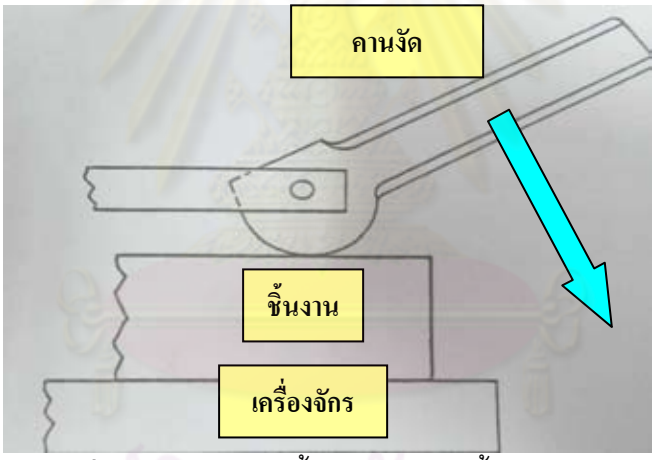
จากรูปที่ 2.3 เป็นวิธีการปากกายึดแบบช่องรูปตัว U จัดเป็นปากกาจับยึดแบบแผ่นชนิดหนึ่ง หลักการในการปรับตั้ง คือการสอดหัวโบล์ตเข้าไปในร่องเดือยหางเหยี่ยวบนแท่นเครื่องจักรแล้วเลื่อนโบล์ตเข้าไปในร่องตัว U จากนั้นถึงทำการขันน็อตที่ปลายโบล์ตเพียง 1 รอบเพื่อทำให้ปากการูปตัว U ล็อคติดกับแท่นเครื่องจักร

2. เทคนิควิธีการแบบเคลื่อนไหว 1 ครั้ง (One-motion Method) ซึ่งเทคนิคนี้เป็นหลักการประยุกต์ทฤษฎีของการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ในเรื่องการใช้ปากกาจับแม่พิมพ์หรือตัวจับยึดวัตถุให้แน่นด้วยการเคลื่อนไหวเพียงครั้งเดียว ซึ่งเป็นวิธีการลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรได้



รูปที่ 2.3 การจับยึดปากกาแบบแผ่นและแบบช่องรูปตัว U

โดยหลักของเทคนิควิธีการแบบเคลื่อนไหว 1 ครั้ง ถูกประยุกต์ใช้สำหรับตัวจับยึดชิ้นงานแบบลูกเบี้ยว ซึ่งหลักการจับยึดชิ้นงานแบบลูกเบี้ยวนี้ถูกนำประยุกต์ใช้งานที่ต้องการความรวดเร็ว แต่ไม่ต้องการเรื่องประสิทธิภาพในการยึดชิ้นงาน การจับยึดชิ้นงานแบบลูกเบี้ยวจะใช้หลักการส่งแรงกดโดยตรงไปยังชิ้นงาน ซึ่งตัวจับยึดชิ้นงานแบบลูกเบี้ยวมักจะใช้คู่กับตัวจับยึดแบบแผ่น ซึ่งช่วยป้องกันการเลื่อนหรือเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งเดิมในขณะที่ทำการยึดจับ รายละเอียดตามรูปที่ 2.4

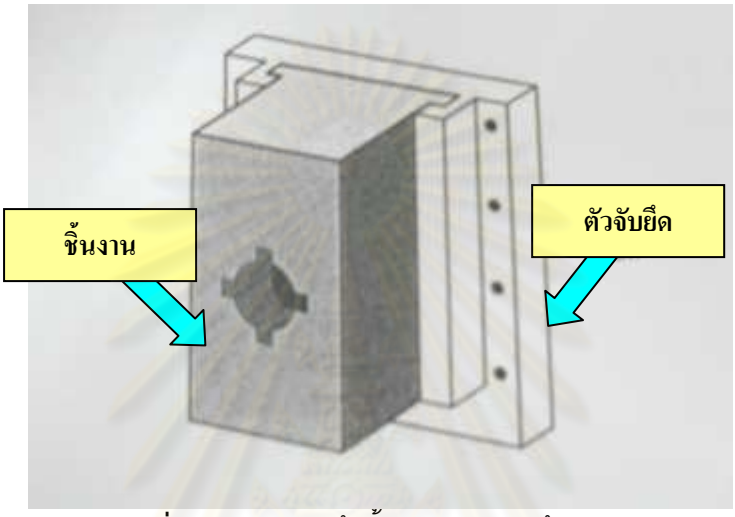


รูปที่ 2.4 การจับยึดชิ้นงานแบบลูกเบี้ยว

ทั้งนี้การประยุกต์การจับยึดชิ้นงานแบบลูกเบี้ยวจะทำการโยกคานงัดเพียงครั้งเดียว เพื่อทำให้ลูกเบี้ยวกดชิ้นงานให้ยึดติดกับแม่พิมพ์หรือเครื่องจักรได้ ในการประยุกต์ใช้วิธีการจัดยึดชิ้นงานแบบลูกเบี้ยวได้ถูกนำไปปรับปรุงการยึดล็อคอย่างแพร่หลาย ตัวอย่างหนึ่งที่ใช้วิธีการดังกล่าวคือการประกอบท่อแบบสวมเร็วหรือควิกคลัปปิ้ง ซึ่งการล็อคของท่อทั้งสองใช้คานงัดสองตัวซึ่งมีลูกเบี้ยวผูกติด ซึ่งเมื่อต้องการล็อคท่อให้ยึดติดกันก็ทำการโยกคานงัดลงเพื่อให้ลูกเบี้ยวล็อคท่อที่มาประกอบให้ยึดติดกัน

3. เทคนิควิธีการจับยึดระหว่างกัน (Interlock Method) ซึ่งเทคนิคนี้เป็นหลักการประยุกต์ทฤษฎีของการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ในเรื่องการใช้ปากกาจับแม่พิมพ์หรือตัวจับยึดดังกล่าว

ให้สามารถประกอบชิ้นงานกับแม่พิมพ์ให้ยึดติดกันโดยที่ไม่ต้องมีตัวจับยึดแต่อย่างใด ซึ่งการออกแบบชิ้นงานดังกล่าวหลักการสำคัญคือการออกแบบปากกาจับยึดชิ้นงานให้มีลักษณะตัดร่องพอดีกับชิ้นงาน จากนั้นจึงนำปากกาจับยึดชิ้นงานดังกล่าวไปยึดติดกับเครื่องจักรโดยอาจใช้วิธีการจับยึดแบบอื่นๆ หรือใช้โบล์ตยึดล็อคได้ ซึ่งหลักการดังกล่าวจะมีข้อดีในเรื่องการลดเวลาในการปรับตั้งเนื่อง และการจับยึดชิ้นงานดังกล่าวจะใช้ได้ดีในชิ้นงานมีขนาดใหญ่และน้ำหนักสูง เนื่องจากมีหน้าสัมผัสระหว่างกันมากซึ่งทำให้เกิดแรงเสียดทานจากระหว่างผิวสูง



รูปที่ 2.5 การจับยึดชิ้นงานแบบจับยึดระหว่างกัน

นอกเหนือจากวิธีของจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้ว ในกระบวนการปรับตั้งลูกอัด จะมีกระบวนการถอดประกอบท่อต่างๆในระบบ ซึ่งในการถอดประกอบท่อต่างๆ นั้น จะต้องใช้วิธีการของข้อต่อแบบต่างๆ โดยวิธีการของข้อต่อที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมมีดังต่อไปนี้

ข้อต่อแบบหน้าแปลน เป็นวิธีการของข้อต่อชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กันมากที่สุดในงานอุตสาหกรรมเนื่องจากมีความสะดวกในการใช้งานและหาซื้อได้ง่ายโดยสามารถใช้งานกับท่อตั้งแต่ขนาด 0.5 นิ้ว ไปจนถึง 14 นิ้ว หลักการของข้อต่อแบบหน้าแปลนดังกล่าวนี้ เป็นการต่อท่อสองท่อให้แน่นสนิทจนไม่สามารถรั่วซึมได้ โดยใช้วิธีการทางกลในการยึดจับ โดยต่อท่อสองท่อด้วยหน้าแปลนประกบกันจากนั้น จึงใช้ bolt และ nut ตั้งแต่ขนาด 0.5 นิ้ว ไปจนถึง 1.5 นิ้ว ในการขันยึดโดยการขันเกลียวให้แน่นซึ่งทั้งนี้ในการขันยึดอาจจะขันยึดโบล์ตครบตามจำนวนรูหน้าแปลนหรือครึ่งหนึ่งได้ ทั้งนี้พิจารณาจากสภาพหน้างานว่าการยึดจับของท่อดังกล่าวต้องการความแข็งแรงหรือความปลอดภัยมากน้อยเพียงใด โดยมากในการใช้วิธีการข้อต่อแบบหน้าแปลน ซึ่งใช้ยึดหน้าแปลนประกบกัน จะใช้ปะเก็นหน้าแปลน (Flange Gaskets) อยู่ระหว่างกลางของ

หน้าสัมผัสเพื่อป้องกันการรั่วซึงระหว่างหน้าแปลน ซึ่งปะเก็นหน้าแปลนดังกล่าวทำจากยางโดยมีหลายประเภทในการใช้งาน อาทิ ปะเก็นกันน้ำ (Natural Rubber) เป็นปะเก็นประเภทไฮโดรคาร์บอน ที่ได้จากยางพารา ทนการเสียดสี ทนแรงดึงสูง ยืดหดตัว ทนการฉีกขาดได้ดี มีความสามารถในการยึดติดกับโลหะได้ดี ปะเก็นกันน้ำมัน (Nitrile Rubber) มีสมบัติเด่นคือทนต่อน้ำมันปิโตรเลียม ยางชนิดนี้ส่วนใหญ่จะถูกใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ยางที่ต้องสัมผัสกับน้ำมัน เช่น ใช้ทำประเก็นน้ำมันยาง O-ring ยางเชื่อมข้อต่อ สายพานลำเลียงหรือทำท่อดูดหรือส่งน้ำมัน และ ปะเก็นยางใช้สำหรับการกันเคมีที่มีความเข้มข้นค่อนข้างสูง (VITON) เป็นต้น ข้อต่อแบบหน้าแปลนนี้ ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานประกอบท่ออย่างหลากหลาย โดยใช้ในงาน ท่อส่งน้ำ ท่อลม ท่อขนส่งปูนซีเมนต์ ท่อส่งน้ำมัน และ ท่อส่งแก๊ซ เป็นต้น ซึ่งข้อดีจากการประกอบด้วยหน้าแปลนจะมีความแข็งแรงสูง เนื่องจากถูกยึดด้วยโบล์ตระหว่างหน้าแปลน ส่วนข้อควรระวังในการติดตั้งข้อต่อแบบหน้าแปลน เนื่องจากมีโบล์ตในการจับยึดระหว่างหน้าแปลนดังนั้นจึงไม่เหมาะสำหรับงานท่อที่มีการถอดประกอบท่อบ่อยๆ

รูปที่ 2.6 ลักษณะข้อต่อแบบหน้าแปลน

รูปที่ 2.7 ลักษณะของปะเก็นหน้าแปลน

ข้อต่อแบบเกลียว เป็นวิธีการของข้อต่อชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมในการประกอบท่อสองท่อเข้าด้วยกัน โดยนิยมใช้ในงานข้อต่อท่อลม และ ท่อส่งน้ำ โดยส่วนประกอบของการใช้ข้อต่อแบบเกลียวจะประกอบไปด้วยท่อสองแบบ คือ ท่อเกลียวนอก และ ท่อเกลียวในลักษณะท่อเกลียวใน หมายถึง ท่อส่วนที่เป็นเกลียวจะอยู่ภายในท่อกลม ซึ่งโดยทั่วไปจะเรียกว่าการต๊าปเกลียว (Tapping) ก่อนทำการต๊าปเกลียว ส่วนที่ต้องการให้มีเกลียวนั้น จะต้อง ผ่านการเจาะรูตามขนาดที่ต้องการเสียก่อน จากนั้นจึงทำการต๊าปเกลียวภายในท่อ สำหรับลักษณะท่อเกลียวนอกจะมีเกลียวอยู่ภายนอกท่อกลม สามารถทำได้โดยการกลึงเกลียว โดยการนำเอาท่อที่มีขนาดที่ต้องการ มาทำให้ได้ขนาดตามเกลียวที่ต้องการด้วยเครื่องกลึงโดยใช้วิธีการกลึงเกลียว ถึงแม้ว่า ราคาต่อชิ้น งานอาจจะสูง แต่วิธีการนี้ก็เป็นที่นิยมสำหรับการผลิตชิ้นงานในจำนวนน้อย และทำเกลียวได้หลากหลายประเภท ในการสวมข้อต่อแบบเกลียวมักนิยมใช้เทปพันเกลียวในการประกอบท่อสองท่อเข้าด้วยกันเพื่อกันการรั่วซึม

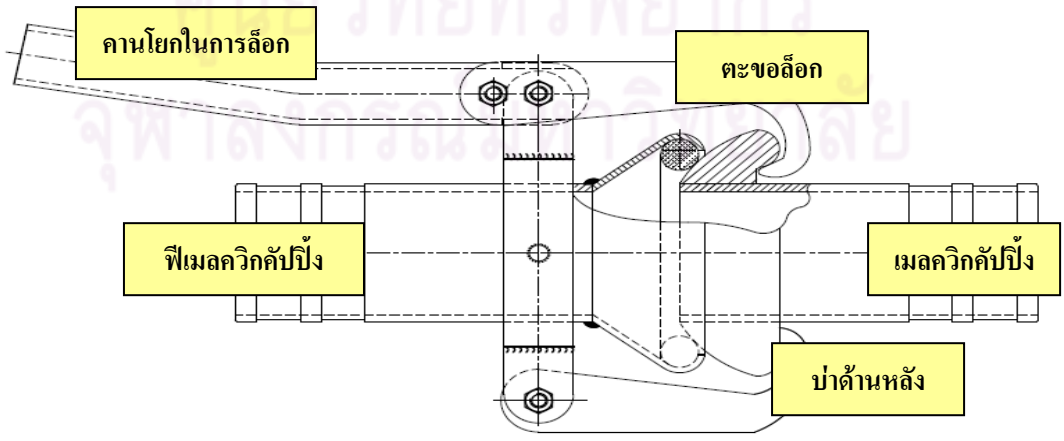
ขนาดของข้อต่อแบบเกลียวที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม มีตั้งแต่ขนาด 0.5 นิ้ว ไปจนถึง ขนาด 4 นิ้ว ข้อดีของข้อต่อแบบเกลียวนี้คือการสวมประกอบติดตั้งที่สามารถทำได้ง่าย สะดวกและรวดเร็ว โดยไม่ต้องมีโบล์ตในการประกอบแต่อย่างใด แต่ข้อควรระวังของการใช้ข้อต่อแบบเกลียว คือ การรั่วซึม ซึ่งการใช้ข้อต่อแบบเกลียว เมื่อเปรียบเทียบกับข้อต่อแบบหน้าแปลนแล้ว จะพบว่ามีการรั่วบริเวณตรงรอยต่อเกลียวเป็นอย่างมาก เนื่องจากเทปพันเกลียวที่พันรอบเกลียวในระหว่างการสวมประกอบจะเกิดการฉีกขาดขณะถอดประกอบได้ง่ายกว่ากรณีของข้อต่อแบบหน้าแปลนที่ใช้ปะเก็นหน้าแปลน และ กรณีที่มีการถอดประกอบบ่อยๆ นั้นไม่สะดวกเช่นกัน เนื่องจากต้องมีขั้นตอนการตรวจเช็ครอยรั่วระหว่างรอยต่อเกลียว ซึ่งถือเป็นการเพิ่มขั้นตอนการทำงานโดยไม่จำเป็น

รูปที่ 2.8 ลักษณะข้อต่อแบบเกลียว

ข้อต่อแบบสวมเร็ว (ควิกคัปปิ้ง) เป็นข้อต่อชนิดหนึ่งที่ใช้ในการประกอบท่อซึ่งใช้หลักการประยุกต์เทคนิควิธีการแบบเคลื่อนไหว 1 ครั้ง (One-motion Method) ซึ่งเทคนิคนี้เป็นส่วนหนึ่งของหลักการประยุกต์ทฤษฎีของการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ในเรื่องการใช้ปากกาจับแม่พิมพ์หรือตัวจับยึดวัตถุให้แน่นด้วยการเคลื่อนไหวเพียงครั้งเดียว ซึ่งเป็นวิธีการลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยข้อต่อแบบสวมเร็วนั้นได้รับความนิยมสูงในระบบท่อส่งน้ำ เนื่องจากการถอดประกอบที่ง่ายและรวดเร็ว รวมถึงการที่ข้อต่อสวมเร็วไม่มีปัญหาการรั่วซึมระหว่างข้อต่อเหมือนข้อต่อแบบเกลียว

หลักการทำงานของข้อต่อแบบสวมเร็ว (ควิกคัปปิ้ง) จะประกอบด้วยท่อสองส่วน โดยส่วนแรกจะเป็นท่อ เมลควิกคัปปิ้ง ซึ่งมีหน้าที่สวมประกอบเข้ากับฟีเมลควิกคัปปิ้ง โดยที่ฟีเมล ควิกคัปปิ้งจะมีระบบกลไก โดยมีตะขอล็อกเกี่ยว 2 ข้าง และมีคานโยกในการล็อก 1 ตัว โดยในการประกอบเมื่อทำการสวมระหว่าง เมลควิกคัปปิ้ง และ ฟีเมลควิกคัปปิ้งเข้าด้วยกันแล้ว ตะขอล็อกของฟีเมลควิกคัปปิ้งจะทำการล็อกที่บ่าด้านหลังของเมลควิกคัปปิ้ง จากนั้นจึงทำการโยกคานล็อกที่ฟีเมลควิกคัปปิ้ง เพื่อทำการดึงท่อสองส่วนให้ยึดติดเข้าหากัน ทั้งนี้ภายใน ฟีเมลควิกคัปปิ้งจะมีซีลยาง เพื่อป้องกันการรั่วซึมระหว่าง ควิกคัปปิ้งทั้งสองอยู่

ข้อดีของการประกอบด้วยข้อต่อสวมเร็วเหมาะกับกิจกรรมที่มีการถอดประกอบบ่อยๆ เนื่องจาก การประกอบที่ง่ายและรวดเร็ว รวมถึงมีการป้องกันการรั่วซึมที่ดี ส่วนข้อควรระวังในการใช้งานด้วยข้อต่อดังกล่าว คือ ที่ชุดคานโยกของควิกคัปปิ้งหากใช้งานในหน้างานที่มีสิ่งสกปรกสูงจะเกิดความฝืดในการใช้งาน เนื่องจากสิ่งสกปรกเข้าไปอุดตันที่จุดหมุน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องดูแลในจุดนี้ให้มีความสะอาดเสมอ และอีกจุดที่ควรระวังคือที่ชุดซีล ของฟีเมลควิกคัปปิ้งซึ่งจะบวมน้ำได้ง่ายและจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนทุกครั้งเมื่อมีการถอดประกอบควิกคัปปิ้งดังกล่าว ซึ่งหากไม่ดำเนินการถอดเปลี่ยน จะเกิดการรั่วซึมขึ้นระหว่างการใช้งาน



รูปที่ 2.9 ลักษณะข้อต่อแบบสวมเร็ว (ควิกคัปปิ้ง)

นอกเหนือจากวิธีการของข้อต่อแบบต่างๆ แล้วในกระบวนการปรับตั้งลูกอัด ในส่วนของตัวลูกอัดนั้นเมื่อลูกอัดหมุนสร้างเนื้อผลิตภัณฑ์ได้ความหนาตามต้องการ จะมีอุปกรณ์ในการตัดเนื้อผลิตภัณฑ์ ซึ่งในการศึกษาดังกล่าวนี้จำเป็นที่ต้องเรียนรู้ถึงเทคโนโลยีการตัดแบบต่างๆ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการเลือกใช้ และลดเวลาในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดได้ ทั้งนี้เทคโนโลยีของการตัดที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมมีดังต่อไปนี้

การตัดด้วยใบมีดตัด เป็นเทคโนโลยีในการตัดที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและมีลักษณะหลากหลายมากที่สุดสำหรับเทคโนโลยีในการตัด การตัดด้วยใบมีดมีจุดประสงค์หลากหลายในการใช้งาน เช่น การตัดตรงโดยมีจุดประสงค์เพื่อตัดแยกชิ้นงานออกจากกัน การตัดแบบขอบลาดเพื่อใช้ในการตกแต่งทำมุมเพื่อเพิ่มมูลค่าให้ผลิตภัณฑ์ เป็นต้น โดยวัสดุสำหรับการใช้ทำใบมีดตัดนั้นมีหลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับการใช้งาน เช่น เหล็กไฮสปีดสตีล ซึ่งเป็นเหล็กที่ออกแบบสำหรับการทำมีดตัดโลหะ มีดทำเกลียว มีดกัดต่างๆ เหล็กชุบแข็ง ซึ่งเป็นเหล็กที่ออกแบบสำหรับใช้ทำมีดตัด มีดกัดเซาะร่อง หรือ มีดตัดแบบขอบลาด สำหรับไม้หรือกระเบื้องที่มีความแข็งน้อยกว่าโลหะ หรือ เหล็กสเตนเลสชุบแข็ง ซึ่งเป็นเหล็กที่มีธาตุโครเมียมสูง ซึ่งมีคุณสมบัติคงทนต่อการเกิดสนิม เหมาะสำหรับใช้ในหน้างานที่มีความชื้นสูง สำหรับข้อเสียและข้อควรระวังในการใช้วิธีการตัดด้วยใบมีดตัด คือ การบำรุงรักษาในระหว่างการใช้งาน เนื่องจากต้องมีการถอดเปลี่ยนหรือ ลับคมใบมีดให้พร้อมใช้งานอย่างสม่ำเสมอเพราะหากใบมีดไม่มีความคมเพียงพอจะมีผลต่อรอยตัดของผลิตภัณฑ์ที่จะเกิดขึ้น รวมถึงการใช้งานใบมีดให้ถูกประเภทกับหน้างานในการใช้งานเนื่องจากหากใช้งานใบมีดผิดประเภทกับหน้างานจะทำให้อายุใบมีดในการตัดสั้นลง ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายยิ่งขึ้น สำหรับข้อเสียอีกประการหนึ่งสำหรับการตัดด้วยใบมีดตัด คือ มลภาวะจากการตัดโดยเฉพาะในกรณีไม้ฝาสังเคราะห์ ซึ่งหากนำไปใช้งานในการตัดผลิตภัณฑ์ที่มีฝุ่นละอองสูง เช่น ผลิตภัณฑ์ไม้ฝาสังเคราะห์ผลจากการตัด จะทำให้เกิดฝุ่นละอองในระหว่างการตัดสูงซึ่งเป็นมลภาวะทางอากาศแก่ผู้ปฏิบัติงานใกล้เคียงด้วย

รูปที่ 2.10 การตัดด้วยใบมีดตัด

การตัดด้วยน้ำแรงดันสูง (Water Jet) การตัดวัสดุด้วยน้ำแรงดันสูง ที่นำมาใช้ในงานอุตสาหกรรม ได้รับการพัฒนาอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศอเมริกาและแถบประเทศในทวีปยุโรปตะวันตก สำหรับหลักการทำงานและขั้นตอนของการตัดวัสดุด้วยน้ำนั้นสามารถทำได้โดยการใช้ปั๊มน้ำแรงดันสูง อัดน้ำที่ความดันประมาณ 4,000 บาร์ ซึ่งน้ำจะไหลผ่านหัวตัดขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 ถึง 36 มิลลิเมตร ซึ่งน้ำจะถูกฉีดออกมาที่ความเร็ว 900 เมตรต่อวินาที กระแสน้ำที่ไหลผ่านออกมาจะทำการตัดวัสดุจำพวกโลหะที่มีความแข็งไม่สูง แต่ถ้าเป็นวัสดุที่มีความแข็งสูง จะต้องใช้น้ำขัดสีผสมอยู่ด้วย โดยการตัดด้วยน้ำแรงดันสูงจำเป็นต้องมีถาดรองรับน้ำจากการตัดเพื่อลำเลียงน้ำที่ใช้งานแล้วหมุนเวียนกลับไปใช้งานใหม่ ซึ่งเทคโนโลยีการตัดด้วยหัวตัดน้ำถูกประยุกต์ใช้งาน ในอุตสาหกรรมจำพวก การประกอบรถยนต์ อากาศยาน อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในการตัดแผงวงจร ข้อดีของการตัดด้วยน้ำนี้ นอกจากตัดได้ตามรูปแบบที่ต้องการและมีความเที่ยงตรงสูง ยังปราศจากฝุ่นละอองในระหว่างการตัด ซึ่งเป็นการช่วยปรับปรุงสภาพแวดล้อมในเรื่องการป้องกันฝุ่นละอองหรือของเสีย นอกจากนี้ยังสามารถใช้ตัดวัสดุที่ยืดหยุ่นจำพวก พลาสติก ยาง หนัง ผ้าใยสังเคราะห์ สำหรับรอยตัดด้วยหัวตัดน้ำจะมีความคมและความเรียบสูง สำหรับข้อเสียและข้อควรระวังในอุปกรณ์หัวตัดน้ำ เนื่องจากการตัดด้วยน้ำเกิดจากการ อัดน้ำที่ความดันประมาณ 4,000 บาร์ ซึ่งเป็นความดันที่สูงมาก และเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานหากไม่ระมัดระวัง ดังนั้นในการใช้งานด้วยการตัดน้ำแรงดันสูง จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัย เช่น การกั้นเขตรั้วป้องกันความปลอดภัยเพื่อป้องกันผู้ปฏิบัติเข้าไปบริเวณที่มีการตัด ส่วนข้อเสียอีกประการ เนื่องจากการใช้งานด้วยการตัดน้ำแรงดันสูง จะต้องใช้ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูง ซึ่งต้องมีการลงทุนติดตั้งปั๊มแรงดันสูง ท่อส่งน้ำแรงดันสูง และ หัวตัดน้ำซึ่งมีราคาสูงประมาณ 100,000 บาท ต่อหัว รวมถึงค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์ดังกล่าวด้วย

รูปที่ 2.11 การตัดด้วยน้ำแรงดันสูง (Water Jet)

การตัดด้วยสลิง เป็นเทคโนโลยีในการตัดที่ถูกพัฒนาต่อยอดมาจากการตัดด้วยใบมีดตัด โดยสลิงในการตัดนั้นเป็นวัสดุที่ทำมาจากสแตนเลสที่ถูกรีดจนเป็นเส้น โดยสลิงที่ใช้งานสำหรับการตัดมีขนาดตั้งแต่ 1 มิลลิเมตร ไปจนถึง 5 มิลลิเมตร เดิมทีในส่วนของสลิงนั้นถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานแทนเชือก แต่มีความแข็งแรงและคงทนกว่าเชือกและใช้ในงานก่อสร้างมากมาย อาทิ การทำรอก การทำเครน และทำกว้าน ที่ใช้สำหรับงานก่อสร้างหรือในงานขนส่ง เช่น การทำลิฟท์ยก เป็นต้น แต่สำหรับในงานตัดด้วยสลิงนั้นพบว่ายังไม่แพร่หลายเท่าที่ควร ทั้งนี้เนื่องจากสลิงตัดมีข้อจำกัดในการใช้งานอย่างมาก เนื่องจากความแข็งแรงนั้นน้อยกว่าใบมีดตัด เป็นจึงทำให้ไม่สามารถตัดวัสดุที่มีความแข็งแรงสูง วัสดุที่มีความหนามาก หรือวัสดุจำพวกโลหะได้ รวมถึงลักษณะความหลากหลายในการตัดของสลิงตัดนั้น มีเฉพาะการตัดผ่าออกจากกันเท่านั้น ไม่สามารถตัดเซาะร่อง ตัดขอบลาด หรือ ตัดปาดได้ เหมือนใบมีดตัด รวมถึงในการใช้งานจะต้องมีการปรับความตึงของสลิงบ่อยๆ เนื่องจากในการใช้งานสลิงจะเกิดการหย่อนในระหว่างใช้งานขึ้น สำหรับข้อดีของการใช้สลิงนั้น สามารถถอดเปลี่ยนได้ง่ายกว่าใบมีด เนื่องจากใช้โบล์ตในการยึดสลิงเพียงสองตัวโดยขึงสลิงให้ตึงก็สามารถใช้งานได้ และสลิงมีความกว้างเพียงประมาณ 1 มิลลิเมตร ซึ่งเล็กกว่าใบมีดที่เล็กสุดประมาณ 5 มิลลิเมตร ดังนั้นในเรื่องรอยตัดของ สลิงจะมีรอยตัดที่เล็กกว่าและคมกว่าใบมีดตัด ทั้งนี้รวมถึงปัญหาในเรื่องสนิมซึ่งจะไม่พบในการใช้สลิงในการตัดดังนั้นขั้นตอนในการทาน้ำมันกันสนิม จึงไม่จำเป็นต้องมีหากใช้การตัดด้วยสลิง

รูปที่ 2.12 การตัดด้วยสลิง

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยการปรับปรุงการปรับตั้งลูกอัดในโรงงานผลิตไม้ฝาสังเคราะห์ โดยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการวิจัยที่เกี่ยวข้องและสอดคล้อง หรือใกล้เคียงกับงานวิจัยที่ทำการศึกษาโดยหลังจากที่ทำการศึกษาค้นคว้าการวิจัยต่างๆ แล้ว ได้คัดเลือกงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

วรพจน์ ยอดมนต์ (2543) การศึกษาการปรับปรุง เพื่อลดเวลาที่สูญเสียจากการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ โดยมุ่งเน้นไปที่การเปลี่ยนชนิดผลิตภัณฑ์ของผ้าอนามัยแบบมีปีก และมีการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์หลัก 2 ชนิด ได้ปรับปรุงขั้นตอนเปลี่ยนเผลิตภัณฑ์เพื่อลดเวลาสูญเสีย โดยมีหลักการพื้นฐานเริ่มจากหลักการของการศึกษาเวลา และการเคลื่อนที่โดยศึกษา และทำความเข้าใจสถานการณ์ การผลิตผ้าอนามัยแบบมีปีก ว่ามีขั้นตอนและกระบวนการผลิตเป็นอย่างไร ศึกษากิจกรรมหลัก และกิจกรรมย่อยว่าใช้เวลาเท่าใด จากนั้นนำกิจกรรมหลัก และกิจกรรมย่อยเหล่านั้นมาวิเคราะห์โดยใช้หลัก 6W-1H (What, Who, When, Where, Why, Which และ How) เมื่อวิเคราะห์ จะทราบถึงสาเหตุ การใช้เวลาผลิตภัณฑ์นาน แล้วจึงนำเทคนิคหลักการของการเปลี่ยนหัวแม่พิมพ์ภายใน 1 นาที SMED ของบริษัท Toyota (Single Minute Exchange Die) และหลักการป้องกันความผิดพลาด (POKAYOKE) มาประยุกต์ใช้ หลังจากที่ได้ปรับปรุง ผลที่ออกมาคือ การเปลี่ยนผลิตภัณฑ์แบบความหนาเปลี่ยนเวลาสูญเสียลดลงจาก 240 นาที เหลือ 67 นาที คิดเป็นร้อยละ 72 การเปลี่ยนผลิตภัณฑ์จากผ้าอนามัยแบบมีปีกแบบบาง เป็นผ้าอนามัยแบบมีปีกแบบบางยาวพิเศษ เวลาสูญเสียลดลงจาก 960 นาที เหลือ 82 นาที คิดเป็นร้อยละ 91.4 และการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์จาก ผ้าอนามัยแบบมีปีกแบบหนาเป็นผ้าอนามัยแบบมีปีกแบบบางยาวพิเศษ เวลาสูญเสียลดลงจาก 125.8 นาที เหลือ 79 นาที คิดเป็นร้อยละ 93.7

สุรสา มหากันธา (2541) การศึกษาการเพิ่มประสิทธิผลโดยการลดเวลาสูญเสียในสายการผลิตชิ้นส่วนปั้มน้ำ ปั้มน้ำมันของเครื่องยนต์ การสูญเสียในสายการผลิตแบ่งเป็น 4 ประเภท ได้แก่ การสูญเสียที่ได้วางแผนไว้ล่วงหน้า การสูญเสียที่ไม่ได้วางแผนไว้ การสูญเสียจากการทำงานที่ไม่สมดุล และการสูญเสียจากการผลิตของเสีย จากการวิเคราะห์ปัญหาของโรงงานตัวอย่างพบว่า สาเหตุหลักของการสูญเสียเกิดจากการสูญเสียจากการทำงานที่ไม่สมดุล และการสูญเสียนอกเหนือจากการวางแผน กระบวนการแก้ไขปัญหาแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ การแก้ปัญหาจากการทำงานที่ไม่สมดุล โดยการลดเวลาการทำงานของเครื่องจักรหลัก เวลาที่ลดลงได้แก่ เวลาสูญเปล่าจากการไม่ได้ขจัดเนื้อโลหะ และการหาความเร็วตัดที่เหมาะสมในการขจัดเนื้อโลหะ การลดเวลาที่ไม่ได้เกิดจากการวางแผนได้ปรับปรุงสาเหตุการสูญเสียหลัก 3 สาเหตุ คือ

เวลาสูญเสียจากการตรวจเช็ค การปรับแต่ง และการเปลี่ยนเครื่องมือตัด ผลจากการปรับปรุงการลดเวลาสูญเสียเปรียบเทียบก่อนปรับปรุง และหลังปรับปรุงพบว่า ประสิทธิผลเพิ่มจาก 9.4 ชิ้น/ชั่วโมง เป็น 10.7 ชิ้น/ชั่วโมง หรือเพิ่มขึ้น 14% เวลาสูญเสียจากการทำงานที่ไม่สมดุลลดลงจาก 1.07 นาที/ชิ้น เป็น 0.72 นาที/ชิ้น เวลาสูญเสียที่ไม่ได้วางแผนไว้ลดลงจาก 17.41% ของเวลาทำงานเป็น 10.69% ของเวลาทำงาน

นิสา ชัยนภาพร (2545) การศึกษา และลดความสูญเสียในการผลิตในส่วนการประกอบและส่วนการผลิตชิ้นส่วนของโรงงานผลิตเก้าอี้ทันตกรรม พบว่า ในกระบวนการผลิต และสายการประกอบเกิดการรอคอย และความล่าช้าในการประกอบขึ้น ส่งผลให้สายการผลิตของโรงงานตัวอย่างนั้นเกิดความไม่สมดุล เสนอแนวทางการปรับปรุงให้เกิดความสมดุลในส่วนการประกอบโดยวิเคราะห์ในส่วนสายการประกอบให้ทราบถึงการรอคอย และความล่าช้าที่เกิดขึ้น และได้ทำการออกแบบระบบรหัสงาน และรหัสชิ้นส่วนใหม่เพื่อให้มีความสัมพันธ์กับขั้นตอนในการประกอบอันส่งผลให้เกิดการจัดการชิ้นส่วน และงานย่อยที่จะนำมาใช้ในสายการประกอบตามลำดับขั้นและตรงตามเวลาที่ต้องการใช้งาน ทำให้ผลผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นจาก 33 หน่วยต่อเดือนเป็น 48 หน่อยต่อเดือน และอัตราการส่งมอบล่าช้าลดลงจาก 1 ตัวต่อเดือน มาเป็น 0.33 ตัวต่อเดือน สามารถลดจำนวนงานระหว่างทำ และลดจำนวนชิ้นส่วนที่ทำให้เกิดการอคอยลงได้

ภาวิณี อาจปรุ (2550) ศึกษาการลดเวลาและความสูญเปล่าในสายการผลิตเบรกเกอร์ โดยขจัดและลดเวลาที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม (Non value added) ต่อตัวผลิตภัณฑ์ เช่น ความสูญเปล่า เนื่องจากการรอคอย (Delay) การเคลื่อนไหวที่เกินจำเป็น (Excess Motion) ความสูญเปล่าเนื่องจากงานเสีย (Defect) หรืองานที่ต้องนำกลับมาทำใหม่ (Rework) เป็นต้นซึ่งผลจากการที่ได้ปรับปรุงในส่วนของสายการผลิต พบว่า ความสูญเสียต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมานั้น มีแนวโน้มลดลง จึงทำให้สัดส่วนของเวลาที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า ลดลงจากเดิม 41 เปอร์เซ็นต์ เหลือ 28 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลผลิตต่อคน ของผลิตภัณฑ์รุ่น 1 เพิ่มขึ้นจากเดิม 122 ชิ้นต่อคน เป็น 159 ชิ้นต่อคน ส่วน ผลิตภัณฑ์รุ่น 2,3 จากเดิม 89 ชิ้นต่อคน เพิ่มเป็น116 ชิ้นต่อคน ซึ่งการเพิ่มขึ้นดังกล่าวมีผลทำให้ประสิทธิภาพการทำงาน เพิ่มขึ้นจากเดิม 79 เปอร์เซ็นต์ เป็น 85 เปอร์เซ็นต์

สมวงษ์ พุกมาลา (2549) การศึกษาปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการประกอบเฟอร์นิเจอร์เหล็ก โดยมุ่งเน้นไปที่การลดเวลาสูญเสียของเวลาที่ใช้ไปในกิจกรรมต่างๆ ในกระบวนการประกอบเฟอร์นิเจอร์เหล็ก โดยได้ทำการปรับปรุงขั้นตอนการประกอบ การลดเวลาสถานีงาน การลดความผิดพลาดจากการประกอบของพนักงาน โดยได้ทำการศึกษาขั้นตอนการ

ประกอบ และใช้เทคนิคการศึกษาวิธีการทำงานและการศึกษาเวลา การควบคุมคุณภาพ และการป้องกันความผิดพลาด โดยภายหลังจากการปรับปรุงนี้ สามารถลดจำนวนชั่วโมงต่อแรงงานต่อหน่วยจากการปรับปรุงลงได้เฉลี่ย 22.6 % ลดเวลาในการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ลงได้เฉลี่ย 33.3 % เพิ่มจำนวนผลผลิตต่อชั่วโมงแรงงานจากเดิม 3.64 หน่วยต่อชั่วโมงแรงงาน เป็น 4.17 หน่วยต่อชั่วโมงแรงงาน หรือเพิ่มขึ้น 14.6 %

พรชัย ผกายทองสุก (2542) การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่กระบวนการผลิตในโรงงานผลิตเครื่องแก้ว โดยการลดความสูญเสียของเวลา ความสูญเสียเชิงสมรรถนะ และความสูญเสียทางด้านคุณภาพมาเป็นแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ โดยการจัดทำมาตรฐานการทำงานและการควบคุมคุณภาพ ภายหลังจากการดำเนินการพบว่า ดัชนีความพร้อม (Available Index) มีค่า 93.60% ดัชนีสมรรถนะ (Performance Index) มีค่า 90.39% และดัชนีคุณภาพ (Quality Index) มีค่า 90.67% ส่งผลให้ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตมีค่าเพิ่มขึ้น 17.78% และลดความสูญเสียทางการขายได้ 3,858,075 บาทต่อเดือน และเพิ่มยอดขายได้ 11,261,016 บาทต่อเดือน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรของโรงงานตัวอย่างมีขั้นตอนหลักในการวิเคราะห์ปัญหาดังนี้

1. นิยามปัญหาที่จะทำการแก้ไข ขั้นตอนนี้เป็นการมองถึงตัวผลิตภัณฑ์ ข้อกำหนดการวางแผนการผลิต รวมถึงผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในแต่ละเครื่องจักร ค่ากำไรส่วนเกินที่เสียไปหากไม่ได้รับการปรับปรุง รวมถึงสถานที่ในการสังเกตหาผลกระทบที่เกิดขึ้น ปัญหาในที่นี้อาจนิยามได้หลายรูปแบบ เช่น ปัญหาคือสิ่งบกพร่องที่ต้องได้รับการแก้ไข หรือกำจัดให้หมดไป หรือความแตกต่างระหว่างสภาพที่เป็นจริงกับสภาพที่ควรจะเป็น หรือสภาพที่ควรตั้งไว้เป็นมาตรฐานอ้างอิง ปัญหาที่เกิดขึ้นอาจแสดงที่มาของปัญหาได้ในรูปแบบต่างๆ โดยใช้เทคนิคกิจกรรมกลุ่มคุณภาพตามความเหมาะสมของแต่ละปัญหานั้นๆ

2. จัดลำดับความสำคัญและแนวทางการแก้ไขปัญหา ในขั้นตอนนี้เป็นการคัดเลือกเครื่องจักรที่จะดำเนินการก่อนหลัง ในการจัดลำดับความสำคัญของกิจกรรมนั้นอาจจะใช้หลักเกณฑ์ช่วยในการจัดประเภท เช่น ตาม จัดตามความรุนแรงของปัญหา จัดตามความถี่ของการปรับตั้งหรือเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) ในการวิเคราะห์ร่วมด้วย

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนของการศึกษาแนวทางแต่ละแนวทางที่ได้หามาจากข้อที่ 2 ในการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นแหล่งของข้อมูล คือ ข้อมูลที่ได้จากสถานที่ปฏิบัติงาน หรือสภาวะการทำงาน กับข้อมูลที่เป็นเชิงทฤษฎีซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ข้อมูลจากทั้ง 2 แหล่งต้องถูกประมวลผลเพื่อใช้กำหนดแนวทางที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการปรับปรุงต่อไป

4. การแก้ไขปัญหา นำแนวทางที่พิจารณาแล้วว่าเป็นแนวทางที่เหมาะสมนำไปปฏิบัติ

5.การสรุป และวิเคราะห์ผลการแก้ไขปัญหา เป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการสรุปสิ่งที่ได้ดำเนินการมาทั้งหมด

3.1 การวิเคราะห์ระบบงานของโรงงานตัวอย่าง

ในระบบที่ทำการศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการผลิตไม้ฝาสังเคราะห์ โดยโรงงานตัวอย่างที่ทำการศึกษา มีการแบ่งส่วนงานต่างๆ ตามระบบการทำงานในการผลิตอยู่ 3 ส่วนหลัก ดังนี้

3.1.1 ส่วนที่สนับสนุนก่อนเข้าสู่กระบวนการ (Input) ประกอบด้วย

- ระบบการวางแผนการผลิต
- ระบบการวางแผนการใช้วัตถุดิบ
- ระบบตรวจสอบวัตถุดิบก่อนการผลิต
- ระบบการจัดเก็บวัตถุดิบก่อนการผลิต

3.1.2 ส่วนงานที่เกี่ยวข้องในระหว่างกระบวนการผลิต (In Process) ประกอบด้วย

- ระบบการผลิต ได้แก่ กระบวนผสมวัตถุดิบ กระบวนการขึ้นรูปแผ่น กระบวนการอบกระเบื้อง กระบวนการพ่นสี กระบวนเซาะร่อง ทำขอบลาด เจาะรู กระบวนการปรับตั้งเครื่องจักร
- ระบบการจัดเก็บผลิตภัณฑ์ระหว่างการผลิต (Work In Process)
- ระบบการขนถ่ายระหว่างผลิต
- ระบบการซ่อมบำรุง

3.1.3 ส่วนงานที่เกี่ยวข้องหลังกระบวนการผลิต (Output) ประกอบด้วย

- ระบบการตรวจสอบคุณภาพหลังกระบวนการผลิต
- ระบบคลังสินค้า
- ระบบการรายงานยอดผลิตภัณฑ์สำเร็จ

โรงงานตัวอย่างมีระบบการผลิตเพื่อรอจำหน่าย (Made to Stock) ฝ่ายวางแผนการผลิตจะออกแผนการผลิตหลักเป็นรายเดือน โดยนำข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ของแต่ละใบสั่งซื้อจากฝ่ายขายมาจัดทำเป็นแผนการผลิตหลัก แผนการผลิตหลักจะถูกแจกจ่ายให้กับฝ่ายผลิต และฝ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องประมาณวันที่ 10-15 ของทุกเดือน กำหนดเสร็จสินค้าแต่ละรายการจะมีตั้งแต่

วันที่ 1-31 ของเดือนถัดไป ถ้ามีการแก้ไขหรือเพิ่มเติมก็จะออกมาเป็นแผนการผลิตฉบับแก้ไข หรือแผนการผลิตเพิ่มเติม

เมื่อแผนกผลิตได้รับแผนการผลิตหลัก จะทำการผลิตผลิตภัณฑ์ตามแผนผลิต เช่น

- ไม้ฝาผนัง ไม้ฝาฝ้า ไม้ฝาเชิงชาย ไม้ฝาระแนง ไม้รั้ว ลายต่างๆ เช่น ลายไม้ ลายช้าง ลายไม้สักทอง หรือ ผิวเรียบ เป็นต้น รายละเอียดผลิตภัณฑ์ตามแผนการผลิตมีรายละเอียดตามตารางดังต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.1 สรุปผลรายงานการผลิตแยกตามผลิตภัณฑ์ของเครื่องขึ้นรูป เครื่อง HS.1,HS.3 ข้อมูลจากปี 2552

เครื่อง	ชนิดผลิตภัณฑ์ .	น้ำหนัก	ตรม./แผ่น	Ideal Rate	อัตรา ผลิตจริง	อัตราการผลิต ในการวางแผน		สัดส่วนการผลิต	กำลังการผลิตสูงสุด แต่ละผลิตภัณฑ์	% Utilization	Report การผลิตปี 2552			
		กก./แผ่น		(ตัน/ชม.)	(ตัน/ชม.)	ตัน/ชม.	(แผ่น/ ชม.)	%	ตัน	%	ตัน	แผ่น	ตารางเมตร	ชั่วโมงเดินเครื่อง
HS.1	กระเบื้องว่าวผิวเรียบ 80 cm.	5.35	0.16	5.74	4.02	5.15	963	63.83%	23,640	33.31%	12,129	2,267,082	362,733	2,355
	กระเบื้องว่าวลายไม้สักทอง 80 cm.	5.10	0.16	5.80	4.06	4.91	963	16.93%	5,978	8.84%	3,217	630,842	100,935	655
	กระเบื้องว่าวลายไม้ 80 cm.	5.10	0.16	5.80	4.06	4.91	963	19.24%	6,795	10.04%	3,657	717,086	114,734	745
	รวม			5.76		5.06		100.00%	36,412	52.19%	19,003	3,615,011	578,402	3,756
HS.3	ไม้ฝาผนัง 120x240x0.35 cm.	15.20	2.88	15.10	10.57	12.68	834	1.59%	1,429	1.07%	1,100	72,339	208,336	87
	ไม้ฝาผนัง 120x240x0.4 cm.	17.40	2.88	17.28	12.10	15.75	905	11.43%	12,756	7.68%	7,903	454,186	1,308,055	502
	ไม้ฝาผนังลายไม้ 120x240x0.6 cm.	26.10	2.88	18.67	13.07	16.52	633	1.25%	1,458	0.84%	862	33,010	95,069	52
	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 120x240x0.4 cm.	17.40	2.88	17.28	12.10	15.75	905	4.30%	4,801	2.89%	2,975	170,957	492,357	189
	ไม้เชิงชายลายไม้ 15x400x1.6 cm.	14.70	0.60	15.65	10.96	14.20	966	20.03%	20,148	13.45%	13,846	941,920	565,152	975
	ไม้เชิงชายลายไม้ 20x400x1.6 cm.	19.60	0.80	15.62	10.93	15.59	795	46.17%	50,991	31.00%	31,918	1,628,448	1,302,758	2,047
	ไม้เชิงชายลายไม้สักทอง 10x400x1.6 cm.	9.90	9.90	2.87	2.01	2.39	241	2.40%	406	1.61%	1,661	167,736	1,660,584	696
	ไม้รั้วลายช้าง 115x405x1.2 cm	84.42	4.40	15.07	10.55	11.50	136	10.53%	8,577	7.07%	7,279	86,225	379,389	633
	ไม้รั้วลายไม้ 109x405x1.2 cm.	80.00	4.20	14.64	10.25	12.97	162	0.44%	406	0.30%	305	3,819	16,038	24
	ไม้รั้วลายไม้สักทอง 118x405x1.2 cm.	86.60	4.50	15.84	11.09	14.03	162	0.78%	772	0.52%	537	6,199	27,897	38
	ไม้รั้วลายไม้สักทอง 117.4x405x1.6 cm.	114.90	4.50	17.98	12.59	15.93	139	0.44%	493	0.29%	302	2,629	11,829	19
	ไม้รั้วลายไม้ 115x405x1.6 cm.	112.60	4.40	17.62	12.33	15.61	139	0.65%	720	0.44%	450	3,997	17,587	29
	รวม			15.57		14.53		100.00%	102,958	67.15%	69,137	3,571,464	6,085,051	5,291

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.2 สรุปผลรายงานการผลิตแยกตามผลิตภัณฑ์ของเครื่องขึ้นรูป HS.4 ข้อมูลจากปี 2552

เครื่อง	ชนิดผลิตภัณฑ์ .	น้ำหนัก	ตรม./แผ่น	Ideal Rate	อัตรา ผลิตจริง	อัตราการผลิต ในการวางแผน		สัดส่วนการผลิต	กำลังการผลิตสูงสุด แต่ละผลิตภัณฑ์	% Utilization	Report การผลิตปี 2552			
		กก./แผ่น		(ตัน/ชม.)	(ตัน/ชม.)	ตัน/ชม.	(แผ่น/ ชม.)	%	ตัน	%	ตัน	แผ่น	ตารางเมตร	ชั่วโมงเดินเครื่อง
HS.4	ไม้ฝาฝ้าลายช้าง 15x300x0.8 cm.	5.40	0.38	18.08	12.66	13.56	2,511	8.43%	8,096	6.98%	6,033	1,117,287	424,569	445
	ไม้ฝาฝ้าลายช้าง 20x300x0.8 cm.	7.20	0.53	18.08	12.66	13.56	1,884	2.51%	2,409	2.08%	1,795	249,299	132,129	132
	ไม้ฝาฝ้าลายประยุกต์ 20x310x0.8 cm.	7.50	0.53	18.08	12.66	13.56	1,808	0.53%	512	0.44%	381	50,829	26,939	28
	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 15x300x0.8 cm.	5.40	0.38	18.08	12.66	13.56	2,511	19.46%	18,699	16.12%	13,934	2,580,425	980,562	1,027
	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 20x300x0.8 cm.	7.20	0.53	18.08	12.66	13.56	1,884	5.48%	5,268	4.54%	3,926	545,281	288,999	289
	ไม้เชิงชาย 15x300x1.6 cm.	10.19	0.45	18.08	12.66	10.58	1,038	3.81%	2,854	3.16%	2,728	267,693	120,462	258
	ไม้เชิงชาย 20x300x1.6 cm.	13.59	0.60	18.08	12.66	10.58	778	5.81%	4,354	4.81%	4,161	306,183	183,710	393
	ไม้เชิงชายลายไม้ 15x300x1.6 cm.	11.10	0.45	14.10	9.87	10.58	953	1.60%	1,198	1.32%	1,145	103,137	46,412	108
	ไม้เชิงชายลายไม้ 20x300x1.6 cm.	14.70	0.60	14.10	9.87	10.58	719	1.94%	1,451	1.60%	1,386	94,320	56,592	131
	ไม้ระแนง 117.4x305x0.8 cm.	43.30	3.45	15.52	10.86	11.64	269	44.85%	36,977	37.16%	32,114	741,658	2,558,719	2,760
	ไม้ระแนงลายไม้ 115x305x0.8 cm.	42.38	3.30	15.52	10.86	11.64	275	0.85%	699	0.70%	607	14,325	47,272	52
	ไม้ระแนงลายไม้ 117.4x305x0.8 cm.	43.30	3.45	15.52	10.86	11.64	269	4.73%	3,902	3.92%	3,389	78,259	269,994	291
	รวม			16.65		12.20		100.00%	86,420	82.85%	71,599	6,148,695	5,136,357	5,916

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.3 สรุปผลรายงานการผลิตแยกตามผลิตภัณฑ์ของเครื่องขึ้นรูป HS.5 ข้อมูลจากปี 2552

เครื่อง	ชนิดผลิตภัณฑ์ .	น้ำหนัก	ตรม./แผ่น	Ideal Rate	อัตราผลิตจริง	อัตราการผลิตในการวางแผน		สัดส่วนการผลิต	กำลังการผลิตสูงสุดแต่ละผลิตภัณฑ์	% Utilization	Report การผลิตปี 2552			
		กก./แผ่น		(ตัน/ชม.)	(ตัน/ชม.)	ตัน/ชม.	(แผ่น/ ชม.)	%	ตัน	%	ตัน	แผ่น	ตารางเมตร	ชั่วโมงเดินเครื่อง
HS.5	ไม้ฝาผนัง 60x240x0.35 cm	7.60	1.44	15.10	10.57	11.98	1,576	5.31%	4,502	4.69%	4,883	642,557	925,281	408
	ไม้ฝาผนังลายไม้ 60x240x0.35 cm.	7.80	1.44	15.10	10.57	11.71	1,502	1.23%	1,018	1.08%	1,129	144,758	208,452	96
	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 120x240x0.35 cm.	15.20	2.88	15.10	10.57	12.68	834	2.93%	2,629	2.59%	2,693	177,148	510,187	212
	ไม้ฝาผนังลายช้าง 120x240x0.35 cm.	15.20	2.88	15.10	10.57	12.68	834	2.00%	1,795	1.77%	1,838	120,952	348,343	145
	ไม้ฝาผนังลายช้าง 60x240x0.4 cm.	8.70	1.44	17.28	12.10	14.68	1,688	9.32%	9,689	8.24%	8,575	985,636	1,419,316	584
	ไม้ฝาผนังลายช้าง 60.3x243.8x0.4 cm.	8.70	1.44	17.28	12.10	14.68	1,688	0.53%	551	0.47%	488	56,060	80,727	33
	ไม้ฝาผนังลายช้าง 120x240x0.4 cm.	17.40	2.88	17.28	12.10	15.75	905	16.53%	18,444	14.62%	15,215	874,401	2,518,274	966
	ไม้ฝาผนังลายไม้ 120x240x0.4 cm.	17.40	2.88	17.28	12.10	15.75	905	1.62%	1,805	1.43%	1,489	85,551	246,388	95
	ไม้ฝาผนัง 120x240x0.6 cm.	26.10	2.88	18.67	13.07	16.52	633	8.99%	10,517	7.95%	8,273	316,970	912,874	501
	ไม้ฝาผนังลายช้าง 120x240x0.6 cm.	26.10	2.88	18.67	13.07	16.52	633	5.07%	5,933	4.48%	4,667	178,825	515,015	283
	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 60x240x0.6 cm.	13.05	1.44	18.67	13.07	16.52	1,266	0.01%	16	0.01%	13	991	1,427	1
	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 120x240x0.8 cm.	34.80	2.88	18.67	13.07	16.52	475	5.01%	5,863	4.43%	4,612	132,535	381,701	279
	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 120x240x1.0 cm.	43.50	2.88	18.67	13.07	14.25	328	4.13%	4,173	3.66%	3,805	87,477	251,934	267
	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 120x240x1.2 cm.	52.20	2.88	18.67	13.07	13.36	256	2.95%	2,795	2.61%	2,718	52,073	149,971	203
	ไม้ฝาผนัง 4'x8'x0.35 cm.	15.72	2.95	15.61	10.92	13.10	834	0.98%	907	0.86%	899	57,211	168,910	69
	ไม้ฝาผนัง 4'x8'x0.4 cm.	17.96	2.95	17.84	12.49	14.98	834	0.82%	874	0.73%	758	42,200	124,592	51

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.3 สรุปผลรายงานการผลิตแยกตามผลิตภัณฑ์ของเครื่องขึ้นรูป HS.5 ข้อมูลจากปี 2552 (ต่อ)

เครื่อง	ชนิดผลิตภัณฑ์ .	น้ำหนัก	ตรม./แผ่น	Ideal Rate	อัตราผลิตจริง	อัตราการผลิตในการวางแผน		สัดส่วนการผลิต	กำลังการผลิตสูงสุดแต่ละผลิตภัณฑ์	% Utilization	Report การผลิตปี 2552			
		กก./แผ่น		(ตัน/ชม.)	(ตัน/ชม.)	ตัน/ชม.	(แผ่น/ ชม.)	%	ตัน	%	ตัน	แผ่น	ตารางเมตร	ชั่วโมงเดินเครื่อง
HS.5	ไม้ฝาผนังลายช้าง 2'x8'x0.4 cm.	8.98	1.49	17.84	12.49	13.47	1,500	1.35%	1,285	1.19%	1,240	138,068	205,500	92
	ไม้ฝาผนังลายช้าง 4'x8'x0.4cm.	17.96	2.95	17.84	12.49	14.98	834	0.56%	592	0.49%	513	28,571	84,353	34
	ไม้ฝาผนังลายช้าง 4'x8'x0.6 cm.	26.93	2.95	18.67	13.07	15.48	575	0.87%	956	0.77%	803	29,800	87,981	52
	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 4'x8'x0.8 cm.	35.91	2.95	18.67	13.07	15.48	431	0.32%	354	0.29%	298	8,285	24,460	19
	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 4'x8'x1.0 cm.	44.90	2.95	18.67	13.07	12.73	284	0.45%	405	0.40%	413	9,199	27,158	32
	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 4'x8'x1.2 cm.	53.90	2.95	18.67	13.07	12.73	236	0.97%	872	0.85%	890	16,511	48,748	70
	ไม้ฝาฝ้า 60x240x0.4 cm.	8.70	1.44	17.28	12.10	14.68	1,688	3.06%	3,184	2.71%	2,818	323,861	466,360	192
	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 120x240x0.4 cm.	17.40	2.88	17.28	12.10	15.75	905	1.43%	1,590	1.26%	1,312	75,395	217,139	83
	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 120x240x0.4 cm.	17.40	2.88	17.28	12.10	15.75	905	7.24%	8,083	6.40%	6,667	383,176	1,103,548	423
	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 120x240x0.6 cm.	26.10	2.88	18.67	13.07	16.52	633	3.03%	3,551	2.68%	2,793	107,028	308,240	169
	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 120x240x0.8 cm.	34.80	2.88	18.67	13.07	16.52	475	0.41%	480	0.36%	378	10,859	31,273	23
	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 120x240x1.0 cm.	43.50	2.88	18.67	13.07	14.25	328	0.18%	184	0.16%	168	3,864	11,128	12
	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 120x240x1.2 cm.	52.20	2.88	18.67	13.07	13.36	256	0.10%	98	0.09%	95	1,822	5,248	7
	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 60x243.8x0.475 cm.	10.54	1.44	14.22	9.95	13.23	1,255	6.97%	6,527	6.16%	6,413	608,403	876,100	485
	ไม้ฝาฝ้าลายช้าง 60x243.8x0.475 cm.	10.50	1.44	14.22	9.95	13.23	1,260	0.17%	161	0.15%	158	15,054	21,678	12
	ไม้ฝาระแนง 123.8x488.0x0.8 cm.	72.98	6.04	11.00	7.70	11.00	151	5.48%	4,267	4.84%	5,040	69,059	417,219	458
	รวม			16.92		14.69		100.00%	104,100	88.43%	92,053	5,784,303	12,699,527	6,356

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.4 สรุปผลรายงานการผลิตแยกตามผลิตภัณฑ์ของเครื่องขึ้นรูป HS.6 ข้อมูลจากปี 2552

เครื่อง	ชนิดผลิตภัณฑ์ .	น้ำหนัก	ตรม./แผ่น	Ideal Rate	อัตราผลิตจริง	อัตราการผลิตในการวางแผน		สัดส่วนการผลิต	กำลังการผลิตสูงสุดแต่ละผลิตภัณฑ์	% Utilization	Report การผลิตปี 2552			
		กก./แผ่น		(ตัน/ชม.)	(ตัน/ชม.)	ตัน/ชม.	(แผ่น/ ชม.)	%	ตัน	%	ตัน	แผ่น	ตารางเมตร	ชั่วโมงเดินเครื่อง
HS.6	ไม้ฝาผนัง 60x240x0.35 cm	7.60	1.44	15.10	10.57	11.98	1,576	5.72%	4,856	5.18%	5,390	709,209	1,021,261	450
	ไม้ฝาผนังลายไม้ 60.3x243.8x0.35 cm.	7.80	1.44	15.10	10.57	11.71	1,502	1.20%	995	1.08%	1,129	144,758	208,452	96
	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 120x240x0.35 cm.	15.20	2.88	15.10	10.57	12.68	834	2.86%	2,568	2.59%	2,693	177,148	510,187	212
	ไม้ฝาผนังลายช้าง 120x240x0.35 cm.	15.20	2.88	15.10	10.57	12.68	834	4.55%	4,092	4.12%	4,290	282,222	812,800	338
	ไม้ฝาผนัง 60x240x0.4 cm.	8.70	1.44	17.28	12.10	14.68	1,688	10.04%	10,448	9.09%	9,463	1,087,736	1,566,339	645
	ไม้ฝาผนังลายช้าง 120.3x243.8x0.4 cm.	8.70	1.44	17.28	12.10	14.68	1,688	0.52%	538	0.47%	488	56,060	80,727	33
	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 120x240x0.4 cm.	17.40	2.88	17.28	12.10	15.75	905	37.49%	41,832	33.92%	35,316	2,029,643	5,845,373	2,242
	ไม้ฝาผนังลายช้าง 120x240x0.4 cm.	17.40	2.88	17.28	12.10	15.75	905	3.69%	4,114	3.34%	3,473	199,620	574,905	221
	ไม้ฝาผนังลายช้าง 120x240x0.6 cm.	26.10	2.88	18.67	13.07	16.52	633	8.78%	10,276	7.95%	8,273	316,970	912,874	501
	ไม้ฝาผนัง 60x240x0.6 cm.	13.05	1.44	18.67	13.07	16.52	1,266	0.01%	16	0.01%	13	991	1,427	1
	ไม้ฝาผนัง 120x240x0.8 cm.	34.80	2.88	18.67	13.07	16.52	475	4.90%	5,729	4.43%	4,612	132,535	381,701	279
	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 4'x8'x0.35 cm.	15.72	2.95	15.61	10.92	13.10	834	0.95%	886	0.86%	899	57,211	168,910	69
	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 4'x8'x0.4 cm.	17.96	2.95	17.84	12.49	14.98	834	0.80%	854	0.73%	758	42,200	124,592	51
	ไม้ฝาผนังลายช้าง 2'x8'x0.4 cm.	8.98	1.49	17.84	12.49	13.47	1,500	1.32%	1,256	1.19%	1,240	138,068	205,500	92
	ไม้ฝาผนังลายช้าง 4'x8'x0.4 cm.	17.96	2.95	17.84	12.49	14.98	834	0.54%	578	0.49%	513	28,571	84,353	34
	ไม้ฝาผนังลายช้าง 4'x8'x0.6 cm.	26.93	2.95	18.67	13.07	15.48	575	0.85%	934	0.77%	803	29,800	87,981	52
	ไม้ฝาผนังลายช้าง 4'x8'x0.8 cm.	35.91	2.95	18.67	13.07	15.48	431	0.32%	346	0.29%	298	8,285	24,460	19
	ไม้ฝาฝ้า 60x240x0.4 cm.	8.70	1.44	17.28	12.10	14.68	1,688	2.99%	3,111	2.71%	2,818	323,861	466,360	192
	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 120x240x0.4 cm.	17.40	2.88	17.28	12.10	15.75	905	1.39%	1,554	1.26%	1,312	75,395	217,139	83
	ไม้ฝาฝ้าลายไม้สักทอง 120x240x0.4 cm.	17.40	2.88	17.28	12.10	15.75	905	7.71%	8,602	6.98%	7,262	417,368	1,202,019	461
	ไม้ฝาฝ้าลายไม้สักทอง 120x240x0.6 cm.	26.10	2.88	18.67	13.07	16.52	633	2.97%	3,470	2.68%	2,793	107,028	308,240	169
	ไม้ฝาฝ้าลายไม้สักทอง 120x240x0.8 cm.	34.80	2.88	18.67	13.07	16.52	475	0.40%	469	0.36%	378	10,859	31,273	23
	รวม			17.22		17.22		100.00%	107,523	90.50%	94,213	6,375,539	14,836,875	6,263

ตารางที่ 3.5 สรุปผลรายงานการผลิตแยกตามผลิตภัณฑ์ของเครื่องขึ้นรูป HS.7 ข้อมูลจากปี 2552

เครื่อง	ชนิดผลิตภัณฑ์ .	น้ำหนัก	ตรม./แผ่น	Ideal Rate	อัตราผลิตจริง	อัตราการผลิตในการวางแผน		สัดส่วนการผลิต	กำลังการผลิตสูงสุดแต่ละผลิตภัณฑ์	% Utilization	Report การผลิตปี 2552			
		กก./แผ่น		(ตัน/ชม.)	(ตัน/ชม.)	ตัน/ชม.	(แผ่น/ ชม.)	%	ตัน	%	ตัน	แผ่น	ตารางเมตร	ชั่วโมงเดินเครื่อง
HS.7	ไม้ฝาฝ้าลายช้าง 15x300x0.8 cm.	7.20	0.50	17.28	12.10	15.78	2,192	9.94%	11,108	5.77%	5,948	826,161	413,081	377
	ไม้ฝาฝ้าลายช้าง 20x300x0.8 cm.	9.70	0.70	17.46	12.22	14.33	1,478	4.26%	4,328	2.48%	2,552	263,061	184,143	178
	ไม้ฝาฝ้าลายประยุกต์ 20x310x0.8 cm.	7.20	0.50	17.28	12.10	15.78	2,192	31.80%	35,545	18.46%	19,034	2,643,559	1,321,779	1,206
	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 15x300x0.8 cm.	9.70	0.70	17.46	12.22	14.33	1,478	15.17%	15,402	8.81%	9,080	936,057	655,240	634
	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 20x300x0.8 cm.	7.20	0.38	12.96	9.07	13.52	1,878	8.88%	8,510	5.16%	5,318	738,667	280,693	393
	ไม้เชิงชาย 15x300x1.6 cm.	9.70	0.53	12.96	9.07	11.92	1,229	3.06%	2,586	1.78%	1,833	188,964	100,151	154
	ไม้เชิงชาย 20x300x1.6 cm.	7.20	0.50	17.28	12.10	15.78	2,192	6.94%	7,763	4.03%	4,157	577,326	288,663	263
	ไม้เชิงชาย 15x300x1.6 cm.	9.70	0.70	17.46	12.22	14.33	1,478	3.78%	3,840	2.20%	2,264	233,406	163,384	158
	ไม้เชิงชาย 20x300x1.6 cm.	64.60	3.30	13.50	9.45	13.75	213	5.87%	5,717	3.41%	3,513	54,379	179,450	255
	ไม้ระแนง 117.4x305x0.8 cm.	66.00	3.38	10.90	7.63	9.41	143	0.15%	101	0.09%	91	1,378	4,652	10
	ไม้ระแนงลายไม้ 115x305x0.8 cm.	64.60	0.30	13.50	9.45	13.75	213	0.94%	918	0.55%	564	8,729	2,619	41
	ไม้ระแนงลายไม้ 117.4x305x0.8 cm.	63.60	3.30	10.51	7.35	9.41	148	0.48%	319	0.28%	287	4,513	14,892	31
	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 120x240x1.2 cm.	64.90	3.45	10.72	7.50	9.25	143	0.65%	427	0.38%	390	6,012	20,740	42
	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 60x243.8x0.475 cm.	40.60	3.36	12.18	8.53	12.45	307	2.48%	2,189	1.44%	1,486	36,598	122,970	119
	ไม้ฝาฝ้าลายช้าง 60x243.8x0.475 cm.	71.90	3.60	10.31	7.22	12.24	170	0.22%	189	0.13%	130	1,810	6,515	11
	ไม้ฝาระแนง 123.8x488.0x0.8 cm.	41.50	3.36	12.45	8.71	10.92	263	5.37%	4,155	3.12%	3,215	77,469	260,297	294
	รวม			16.06		14.55		100.00%	103,098	58.06%	59,861	6,598,089	4,019,269	4,167

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การศึกษาและสังเกตระบบการทำงานของโรงงานตัวอย่างพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจะใช้เวลาตั้งแต่เริ่มกระบวนการจนผลิตเสร็จพร้อมจำหน่ายจะใช้เวลา 2-3 วัน โดยโรงงานจะจัดเก็บที่คลังสินค้าเพื่อรอตัวแทนจำหน่ายมารับสินค้าเพื่อส่งมอบให้กับลูกค้าประมาณ 1 สัปดาห์ ดังนั้นหากมีการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ทุกสัปดาห์ โดยใช้เวลาในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดถึง 5 ชั่วโมง จึงเป็นหน้าที่ของแผนกผลิตและแผนกซ่อมบำรุงที่จะต้องทำงานให้เสร็จภายในเวลาที่น้อยที่สุด ดังตารางที่ 3.6 ที่แสดงความถี่ในการปรับตั้งลูกอัด

ตารางที่ 3.6 ความถี่ของการปรับตั้งลูกอัดแยกตามรายเครื่องข้อมูลจากแผนการผลิตปี 2552

M/C		Plant	ความถี่ในการปรับตั้งเครื่องจักร (ครั้ง/ไตรมาส)
HS	HS1	T2	12
	HS3		13
	HS4		13
	HS5		18
	HS6		15
	HS7		12

ในการศึกษาเรื่องการปรับตั้งลูกอัดในการผลิตซึ่งมองถึงในส่วนของตัวผลิตภัณฑ์ กำลังการผลิตและความถี่ในการปรับตั้งลูกอัดแล้ว สิ่งที่ต้องคำนึงถึงอีกส่วนหนึ่งคือค่ากำไรส่วนเกิน (Contribution Margin) ที่เกิดขึ้นในแต่ละเครื่องจักร เนื่องจากว่าหากทำการปรับปรุงการปรับตั้งเครื่องจักรที่มีค่ากำไรส่วนเกินไม่สูงแล้ว จะเป็นการลงทุนที่ไม่คุ้มค่าและเสียเวลาในการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักร ทั้งนี้ค่ากำไรส่วนเกินที่ได้จากการผลิตนั้นสามารถคำนวณหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

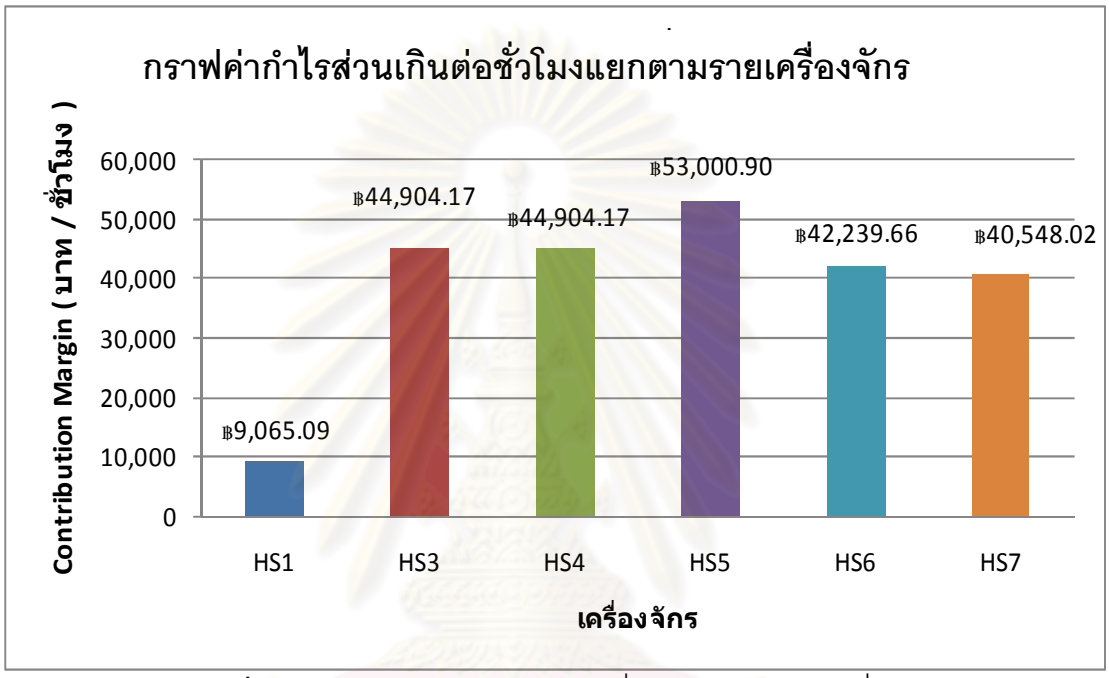
Contribution Margin = Total Sales - Total Variable Cost

ทั้งนี้โดยคิดแยกตามรายเครื่องจักรโดย

Total Sales หมายถึงรายได้จากการขายผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่ผลิตได้แยกตามรายเครื่องจักรโดยใช้ข้อมูลราคาของทางการตลาด

Total Variable Cost หมายถึงต้นทุนแปรผันที่เกิดขึ้นตามการผลิต โดยการแบ่งแยกตามรายเครื่องจักร อาทิ ค่าทำงานล่วงเวลาของพนักงาน ค่าจ้างรับเหมา ค่าไฟ ค่าน้ำ ค่าวัตถุดิบในการผลิต

จากการคำนวณดังกล่าวเบื้องต้น ทางฝ่ายวางแผนการผลิตจะสามารถคำนวณหาค่ากำไรส่วนเกิน (Contribution Margin) ที่แสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 กราฟค่ากำไรส่วนเกินต่อชั่วโมงแยกตามรายเครื่องจักรของโรงงานตัวอย่างเทียบกับแผน ณ เดือนมกราคม 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2552

3.2 การจัดลำดับความสำคัญเครื่องจักรเพื่อการปรับปรุง

จากการวิเคราะห์ระบบงานของโรงงานตัวอย่างในหัวข้อที่ผ่านมา สิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาลำดับต่อไปคือการจัดลำดับความสำคัญของเครื่องจักรที่จะดำเนินการปรับปรุงก่อนหลัง ทั้งนี้เนื่องจากในการดำเนินการปรับปรุงจะต้องมีการใช้ทรัพยากรและเวลาในการดำเนินการ ดังนั้นเพื่อตอบสนองต่อเป้าหมายหลักคือการลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตนั้น สิ่งที่ต้องพิจารณาคือการพิจารณามุมมองคุณสมบัติในด้านต่างๆของแต่ละเครื่องจักรในการดำเนินการ ซึ่งในการวิเคราะห์นี้ จะพิจารณาตามคุณสมบัติดังต่อไปนี้ 3 ด้านโดยใช้วิธีวิศวกรรมคุณค่า (เลิศชัย ระตะนะอาพร , 2550) โดยคิดจากข้อมูลปี 2552 ทั้งปีได้แก่

1. อัตราการใช้กำลังการผลิต (Capacity Utilization)
2. ความถี่ในการปรับตั้งเครื่องจักร (Frequency of Set Up)
3. กำไรส่วนเกินที่ได้ (Contribution Margin)

โดยพิจารณาที่เครื่องจักรขึ้นรูป HS.1, HS.3 ,HS.4 , HS.5 , HS.6 , HS.7 โดยแสดงตารางความสัมพันธ์ดังตารางที่ 3.7 ต่อไปนี้

ตารางที่ 3.7 คุณสมบัติที่ใช้พิจารณากับเครื่องจักรขึ้นรูป HS. ของโรงงานตัวอย่าง

เครื่องจักร	Capacity Utilization (%)	Frequency Of Set Up / 3 months	Contribution Margin (Baht / Hour)
HS.1	52.19	12	9,065
HS.3	67.15	13	44,904
HS.4	82.85	13	44,904
HS.5	88.43	18	53,001
HS.6	90.50	15	42,240
HS.7	58.06	12	40,548

หลังจากที่นำข้อมูลของคุณสมบัติที่พิจารณา นำมาลงรายละเอียดตามเครื่องจักรแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละคุณสมบัติ ตามตารางที่ 3.8 ซึ่งขั้นตอนนี้ถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญและยากที่สุด เนื่องจากจะต้องระดมสมองจากผู้เกี่ยวข้องทั้งระดับผู้บริหาร อาทิ ผู้จัดการโรงงาน ผู้จัดการฝ่ายผลิต ผู้จัดการฝ่ายซ่อมบำรุง วิศวกร หัวหน้างาน ทั้งนี้เพื่อกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญร่วมกัน ซึ่งในระดับการประเมินนี้ ทางโรงงานตัวอย่างให้ความสำคัญในเรื่อง อัตราการใช้กำลังการผลิต (Capacity Utilization) มากที่สุดที่น้ำหนัก 50% ด้วยเหตุผลที่ว่าหากเครื่องจักรที่มีศักยภาพในการผลิตที่ต่ำกว่าเกณฑ์เฉลี่ย การปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรนั้นจะไม่คุ้มค่าและไม่ส่งผลต่อยอดการผลิตโดยรวม ดังนั้นในตัวเครื่องจักรที่มีการใช้กำลังการผลิตที่ใกล้เต็มกำลังการผลิต (Fully Capacity Utilization) การปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อลดเวลาจะมีความสำคัญที่สุดที่จะดำเนินก่อนเครื่องที่มีศักยภาพในการผลิตที่ต่ำกว่า ส่วนในกรณีของความถี่ในการปรับตั้งเครื่องจักรต่อปีจะให้ความสำคัญรองลงมาที่ 40% เนื่องจาก เครื่องจักรที่มีการปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์บ่อย การปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรจะส่งผลต่อเวลาโดยรวมต่อปีมากซึ่งจะทำให้เวลาในการ

ผลิตสูงขึ้น ส่วนค่ากำไรส่วนเกินที่ได้คิดที่น้ำหนัก 10% จะเป็นตัวที่พิจารณาตัวสุดท้ายในการวิเคราะห์นี้ ทั้งนี้เนื่องจากจุดประสงค์หลักของการคัดเลือกเครื่องจักรเพื่อการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อเพิ่มยอดในการผลิตให้สูงขึ้น

ตารางที่ 3.8 น้ำหนักความสำคัญในด้านต่างๆที่พิจารณา

Properties	Weight (%)
Capacity Utilization (%)	50
Frequency of Set Up	40
Contribution Margin (Baht / hour)	10

ขั้นตอนต่อไปหลังจากได้น้ำหนักความสำคัญในด้านต่างๆที่พิจารณาแล้ว สิ่งที่จะดำเนินการคือการจัดลำดับคะแนนของแต่ละเครื่องจักรในแต่ละคุณสมบัติในด้านต่างๆ โดยเครื่องจักรที่มีคุณสมบัติในแต่ละด้านสูงสุดจะกำหนดคะแนน มากที่สุดที่ 100 คะแนน โดยลำดับต่อมาจะได้คะแนนลดลงไปตามลำดับสัดส่วน รายละเอียดตามตารางที่ 3.9 นี้

ตารางที่ 3.9 การกำหนดคะแนนของแต่ละเครื่องในแต่ละคุณสมบัติต่างๆ

เครื่องจักร	%Capacity Utilization	Frequency of Set Up	Contribution Margin
HS.1	57.67	66.67	17.10
HS.3	74.20	72.22	84.72
HS.4	91.55	72.22	84.72
HS.5	97.71	100.00	100.00
HS.6	100.00	83.33	79.70
HS.7	64.15	66.67	76.50

หลังจากที่กำหนดคะแนนของแต่ละเครื่องจักรในแต่ละคุณสมบัติต่างๆ แล้วเสร็จ ขั้นตอนสุดท้ายคือการหาค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเครื่องจักร โดยการนำคะแนนที่กำหนดจากการประเมินอันดับในตารางที่ 3.9 นำมาคูณกับน้ำหนักความสำคัญในด้านต่างๆที่พิจารณาจากตารางที่ 3.8 เพื่อประเมินน้ำหนักความสำคัญรวมแยกตามรายเครื่องจักร ซึ่งแสดงรายละเอียดตามตารางที่ 3.10

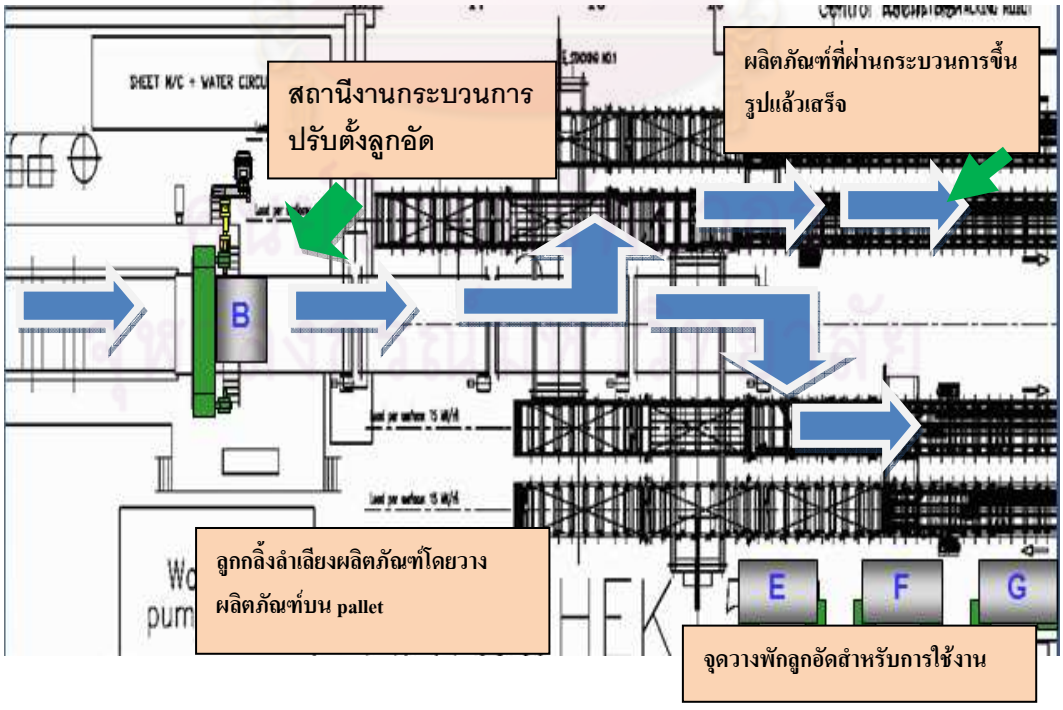
ตารางที่ 3.10 น้ำหนักความสำคัญของแต่ละเครื่องจักรที่พิจารณา

เครื่องจักร	%Capacity Utilization W_1=50%	Frequency of Set Up W_2 = 40%	Contribution Margin W_3 = 10%	Total
HS.1	50 % x 57.67 = 28.83	40 % x 66.67 = 26.67	10 % x 17.10 = 1.71	57.21
HS.3	50 % x 74.20 = 37.10	40 % x 72.22 = 28.89	10 % x 84.72 = 8.47	74.46
HS.4	50 % x 91.55 = 45.77	40 % x 72.22 = 28.89	10 % x 84.72 = 8.47	83.13
HS.5	50 % x 97.71 = 48.86	40 % x100.00 = 40.00	10 % x100.00 = 10.00	98.86
HS.6	50 % x100.00 = 50.00	40 % x 83.33 = 33.33	10 % x 79.70 = 7.97	91.30
HS.7	50 % x 64.15 = 32.08	40 % x 66.67 = 26.67	10 % x 76.50 = 7.65	66.39

ซึ่งหลังจากประเมินหาค่าน้ำหนักความสำคัญรวมของแต่ละเครื่องจักรจะพบว่าที่เครื่องขึ้นรูป HS.5 มีค่าน้ำหนักความสำคัญรวมสูงที่สุดที่ 98.86 คะแนน ดังนั้นในการปรับปรุงการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย จะพิจารณาในเครื่องขึ้นรูป HS.5 ก่อนจากนั้นเมื่อดำเนินการแล้วเสร็จจึงขยายผลไปที่เครื่อง HS.6 , HS.4 , HS.3 , HS7 และ HS.1 ตามลำดับ

3.3 การเก็บข้อมูลและขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด

กระบวนการปรับตั้งลูกอัดเป็นกระบวนการที่ใช้เวลาสูงที่สุดโดยเฉลี่ย 300 นาที ดังนั้นผลกระทบที่ได้จากการปรับปรุงจะส่งผลต่อเวลาสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องวิเคราะห์หน้างานที่สถานีงานในกิจกรรมกระบวนการปรับตั้งลูกอัดดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 สถานีงานของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด

ในกระบวนการในรูปที่ 3.2 กระบวนการการปรับตั้งลูกอัดมีกลุ่มขั้นตอนย่อย 3 กลุ่มขั้นตอนได้แก่

1. กลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด
2. กลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด
3. กลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่

3.3.1 กลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด

แต่ละหน่วยงานจะมีพนักงานผลิตประจำเครื่อง 1-2 คน ที่ระบบนี้โดยทำหน้าที่หยุดเมนไดร์ฟ (Main Drive) ลูกอัด และถอดท่อปั๊มส่งน้ำล้น (Pump Over Flow) ซึ่งทำหน้าที่ส่งน้ำปูนเข้าสู่อ่างลูกตะแกรง เพื่อให้ผ้าสักหลาด (Felt) ดูดซับน้ำปูนจากลูกตะแกรงเพื่อขึ้นรูปเป็นแผ่นและทำหน้าทำหน้าที่ถอดท่อปั๊มแวคคัม (Vacumn Pump) ที่มีหน้าที่ดูดน้ำปูนที่เกินจากระบบเพื่อนำมาวนกลับมาใช้ใหม่

ในกิจกรรมสุดท้ายก่อนการปรับตั้งลูกอัดจะทำการหย่อนผ้าสักหลาดลง ทั้งนี้เนื่องจากผ้าสักหลาดมีความตึงในผ้าสูง หากไม่ทำการหย่อนผ้าสักหลาด ลูกอัดจะดีดตัวจากแรงตึงของผ้าสักหลาดซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้ ทั้งนี้ในเวลาในการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัดจากการเก็บข้อมูลที่ทุกเครื่องจักรในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนสิงหาคมได้ข้อมูลตามตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 ข้อมูลเวลาในกลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด ณ เดือน กุมภาพันธ์ ถึงเดือนสิงหาคม 2553

เครื่องจักร	เดือน ปี 2553 / เวลาที่ใช้ (นาที)							เวลาที่ใช้เฉลี่ย/ครั้ง (นาที)
	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	
HS.1	43	47	45	47	45	46	42	45.0
HS.3	40	46	42	43	46	45	45	45.1
HS.4	44	46	41	44	43	47	42	43.9
HS.5	46	47	43	45	45	44	41	44.4
HS.6	47	42	39	42	47	42	47	43.7
HS.7	48	44	42	40	46	43	40	43.3
เวลาเฉลี่ย	44.7	45.3	42.7	43.5	45.3	44.5	42.8	44.0

จากข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลจากตารางที่ 3.11 ได้เวลาเฉลี่ยในการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัดที่ 44 นาทีต่อครั้ง ดังนั้นจึงนำข้อมูลเวลาในการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด ที่เท่ากับเวลาเฉลี่ยมาวิเคราะห์ ซึ่งจากข้อมูลดังตารางที่ 3.11 จึงเลือกเครื่อง HS.5 ที่เดือนกรกฎาคมที่เวลา 44 นาทีต่อครั้งมาวิเคราะห์ โดยได้ แผนผังกระบวนการไหลจากการบันทึกเวลาจากหน้างานจริงตามตารางที่ 3.12 ซึ่งจะแสดงขั้นตอนแต่ละกิจกรรม และประเภทของกิจกรรมว่าเป็นการดำเนินการที่เป็นการติดตั้งภายในหรือภายนอกตามเทคนิค SMED ที่ได้กล่าวในบทที่ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.12 แผนผังกระบวนการไหล ในกลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด

	ก่อนการปรับปรุง		กิจกรรม	แผนผังกระบวนการไหลในกลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด	ก่อนการปรับปรุง
	ครั้ง	เวลา			
●	6	20	แผนก	ซ่อมเครื่องกล	300 min
➡	4	4	หน่วยงาน	ซ่อมบำรุง	
■	0	0	โรงงาน	บกด. ท่าหลวง	
▷	2	20	ผู้บันทึก	นาย โกสินทร์ เจริญวรเกียรติ	
▽	0	0	วันเดือนปี	15/07/2553	
รวม	12	44	จำนวนผู้ปฏิบัติงาน	O=3 ,M=5 , E=1	

ลำดับที่	ผู้ปฏิบัติงาน	จำนวนคน	การติดตั้ง	สัญลักษณ์	รายละเอียดกิจกรรม การเปลี่ยนลูกอัด HS.5	ระยะทาง (m)	เวลา (min) ก่อนปรับปรุง
1	O	1	ภายนอก		เดินทางไปที่ Switch Main Drive ลูกอัด	1	0.5
2	O	1	ภายใน		ปิด Switch Main Drive ลูกอัด		2
3	O	1	ภายใน		รอ Main Drive ลูกอัดหยุด		10
4	O	2	ภายนอก		เดินทางไปที่ Pump Over Flow	3	1.5
5	O	2	ภายใน		ปิด Switch Pump Over Flow		2
6	O	2	ภายใน		ถอดท่อ Pump Over Flow		4
7	O	2	ภายนอก		เดินทางไปที่ Vacumn Pump	3	1.5
8	O	2	ภายใน		ปิด Switch Vacumn Pump		2
9	O	2	ภายใน		ถอดท่อ Vacumn Pump		8
10	O	1	ภายนอก		เดินทางไปที่ Switch ยกเฟรมลูกอัด	0.5	0.5
11	O	1	ภายใน		กด Switch ยกเฟรมลูกอัด		2
12	O	1	ภายใน		รอเฟรมลูกอัดยกขึ้นสูงสุด		10
					Total		44

สัญลักษณ์ : O = พนักงานผลิต , M= ช่างเครื่องกล , E = ช่างไฟฟ้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.2 กลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด

เป็นขั้นตอนที่ทางช่างเครื่องกลและช่างไฟฟ้าจะเข้ามาดำเนินการหลังจากที่ทางพนักงานผลิตดำเนินการเรียบร้อยแล้ว โดยกิจกรรมหลักจะเป็นการปรับตั้งลูกอัดและอุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งโดยมากเป็นการถอดประกอบโบล์ตและการเคลื่อนย้ายลูกอัด รวมถึงการปรับตั้งและการประกอบอุปกรณ์ลูกอัดซึ่งมีหลายขั้นตอน ดังแสดงจากการเก็บข้อมูลที่ทุกเครื่องจักรในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนสิงหาคมได้ข้อมูลตามตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 ข้อมูลเวลาในกลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด ณ เดือน กุมภาพันธ์ ถึงเดือน สิงหาคม 2553

เครื่องจักร	เดือน ปี 2553 / เวลาที่ใช้ (นาที)							เวลาที่ใช้เฉลี่ย/ครั้ง (นาที)
	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	
HS.1	186	173	175	181	185	181	175	179.4
HS.3	184	179	178	181	183	180	175	180.0
HS.4	188	187	181	184	181	181	182	183.4
HS.5	195	180	188	171	171	182	175	180.3
HS.6	179	183	176	179	173	172	179	177.3
HS.7	181	191	174	176	177	182	178	179.9
เวลาเฉลี่ย	185.5	182.2	178.7	178.7	178.3	179.7	177.3	180.0

จากข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลจากตารางที่ 3.13 ได้เวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรในการปรับตั้งลูกอัดที่ 180 นาทีต่อครั้ง ดังนั้นจึงนำข้อมูลเวลาในการปรับตั้งลูกอัด ที่เท่ากับเวลาเฉลี่ยมาวิเคราะห์ ซึ่งจากข้อมูลดังตารางที่ 3.13 จึงเลือกเครื่อง HS.5 ที่เดือนมีนาคมที่เวลา 180 นาทีต่อครั้งมาวิเคราะห์ โดยได้แผนผังกระบวนการไหล จากการบันทึกเวลาจากหน้างานจริงตามตารางที่ 3.14 ซึ่งจะแสดงขั้นตอนแต่ละกิจกรรม

ตารางที่ 3.14 แผนผังกระบวนการไหล ในกลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด

	ก่อนการปรับปรุง		กิจกรรม	แผนผังกระบวนการไหล ในกลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด	ก่อนการปรับปรุง
	ครั้ง	เวลา			
●	14	117	แผนก	ซ่อมเครื่องกล	300 min
⇨	7	30	หน่วยงาน	ซ่อมบำรุง	
■	4	30	โรงงาน	บกต. ท่าหลวง	
D	0	0	ผู้บันทึก	นาย โกสินทร์ เจริญวรเกียรติ	
▽	2	4	วันเดือนปี	4/03/2553	
รวม	27	180	จำนวนผู้ปฏิบัติงาน	O=3 ,M=5 , E=1	

ลำดับที่	ผู้ปฏิบัติงาน	จำนวนคน	การติดตั้ง	สัญลักษณ์	รายละเอียดกิจกรรม การเปลี่ยนลูกอัด HS.5	ระยะทาง (m)	เวลา (min) ก่อนปรับปรุง
1	M	3	ภายนอก	● ⇨ □ D ▽	เบิกเครื่องมือ		10
2	M	3	ภายนอก	○ ⇨ ■ D ▽	จัดเตรียมอุปกรณ์พร้อมตรวจเช็คสภาพเครื่องมือ		12
3	M	3	ภายนอก	○ ⇨ □ D ▽	ขนย้ายอุปกรณ์ไปที่ลูกอัดที่อยู่ในเครื่องจักร	30	8
4	M	1	ภายใน	● ⇨ □ D ▽	เปิด Switch ดันใบมีดตัดกระเบื้อง		2
5	M	3	ภายนอก	● ⇨ □ D ▽	ล้างทำความสะอาดใบมีดตัดกระเบื้อง		7
6	M	3	ภายนอก	● ⇨ □ D ▽	ชะโลมน้ำมันที่ใบมีดตัดกระเบื้อง		6
7	M	2	ภายใน	● ⇨ □ D ▽	Drain ลมออก		1.5
8	M	1	ภายใน	○ ⇨ ■ D ▽	ตรวจเช็ค Presure Gauge ว่าความดันเป็นศูนย์		0.5
9	M	3	ภายใน	● ⇨ □ D ▽	ถอดสายลมเข้าลูกอัดทั้งสองข้าง	0.5	2
10	M	3	ภายใน	● ⇨ □ D ▽	ถอด Prox Switch ทั้งสองข้าง	0.5	5
11	M	3	ภายใน	● ⇨ □ D ▽	ถอดฝาปะกับลูกปืนตุ๊กตาลูกอัดทั้งสองข้าง	0.5	15
12	M	1	ภายนอก	○ ⇨ □ D ▽	นำเครนไปที่จุดเปลี่ยนลูกอัด	3	2
13	M	3	ภายใน	○ ⇨ □ D ▽	ยกลูกอัดจากแท่นเครื่องไปยังเฟรมเก็บลูกอัด	3	7
14	M	3	ภายนอก	○ ⇨ □ D ▽	จัดเก็บลูกอัดที่จุดเก็บลูกอัด		2

สัญลักษณ์ : O = พนักงานผลิต , M= ช่างเครื่องกล , E = ช่างไฟฟ้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.14 แผนผังกระบวนการไหล ในกลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด (ต่อ)

	ก่อนการปรับปรุง		กิจกรรม	แผนผังกระบวนการไหล ในกลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด	ก่อนการปรับปรุง
	ครั้ง	เวลา			
●	14	117	แผนก	ซ่อมเครื่องกล	300 min
➡	7	30	หน่วยงาน	ซ่อมบำรุง	
■	4	30	โรงงาน	บกด. ท่าหลวง	
D	0	0	ผู้บันทึก	นาย โกสินทร์ เจริญวรเกียรติ	
▽	2	4	วันเดือนปี	4/03/2553	
รวม	27	180	จำนวนผู้ปฏิบัติงาน	O=3 ,M=5 , E=1	

ลำดับที่	ผู้ปฏิบัติงาน	จำนวนคน	การติดตั้ง	สัญลักษณ์	รายละเอียดกิจกรรม การเปลี่ยนลูกอัด HS.5	ระยะทาง (m)	เวลา (min) ก่อนปรับปรุง
15	M	3	ภายนอก		เดินทางไปยังตำแหน่งที่แท่นเครื่องลูกอัด	3	2
16	M	3	ภายใน		คลายสกรูที่ยึดลูกอัดทั้งสองข้าง	0.5	30
17	M	3	ภายใน		ปรับขารับเลื่อนขึ้นลงตามขนาดลูกอัด		14
18	M	2	ภายใน		ตรวจสอบระยะตามแผนการผลิต		9
19	M	2	ภายนอก		เดินทางไปที่เครน	3	2
20	M	2	ภายนอก		นำเครนไปที่ลูกอัดที่ต้องการนำไปเปลี่ยน	3	2
21	M	3	ภายนอก		ยกลูกอัดที่จะใช้งานมาไว้ที่แท่นเครื่อง	3	7
22	M	2	ภายใน		ปรับตั้งลูกเบี้ยว		5
23	M	3	ภายใน		ประกอบฝาปะกับลูกปืนตุ๊กตาลูกอัดทั้งสองข้าง	0.5	15
24	M	1	ภายใน		ใส่สายลมเข้าลูกอัดทั้งสองข้าง	0.5	2
25	E	1	ภายใน		ประกอบ Prox Switch ทั้งสองข้าง	0.5	2
26	E	1	ภายใน		ตรวจเช็ค Prox Switchและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์		8
27	M	3	ภายนอก		นำเครนไปจัดเก็บ	3	2
					Total		180

สัญลักษณ์ : O = พนักงานผลิต , M= ช่างเครื่องกล , E = ช่างไฟฟ้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.3 กลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่

เป็นกลุ่มขั้นตอนที่ทางพนักงานผลิตจะดำเนินการต่อหลังจากที่ทางช่างเครื่องกลและช่างไฟฟ้าดำเนินงานแล้วเสร็จ โดยกิจกรรมหลักจะเป็นประกอบท่อและล้างผ้าสักหลาดใหม่ด้วยกรดฟอร์มิกเพื่อให้ผ้าสักหลาดซับน้ำปูนได้ดีขึ้น หลังจากนั้นจะเป็นการเดินปรับความหนาและเดินทดสอบผลิตภัณฑ์ เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่ ดังแสดงจากการเก็บข้อมูลที่ทุกเครื่องจักรในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนสิงหาคมได้ข้อมูลตามตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.15 ข้อมูลเวลาในกลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่ ณ เดือน กุมภาพันธ์ ถึงเดือนสิงหาคม 2553

เครื่องจักร	เดือน ปี 2553 / เวลาที่ใช้ (นาที)							เวลาที่ใช้เฉลี่ย/ครั้ง (นาที)
	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	
HS.1	74	71	72	72	74	77	75	73.6
HS.3	78	75	78	75	77	72	72	75.3
HS.4	72	70	77	80	75	69	76	74.1
HS.5	80	82	74	79	78	79	74	78.0
HS.6	82	78	75	81	75	75	74	77.1
HS.7	82	77	76	80	79	71	78	77.6
เวลาเฉลี่ย	78.0	75.5	75.3	77.8	76.3	73.8	74.8	76.0

จากข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลจากตารางที่ 3.15 ได้เวลาเฉลี่ยในการประกอบเพื่อพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ 76 นาทีต่อครั้ง ดังนั้นจึงนำข้อมูลเวลาในการประกอบเพื่อพร้อมสำหรับการเดินผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เท่ากับเวลาเฉลี่ยมาวิเคราะห์ ซึ่งจากข้อมูลดังตารางที่ 3.15 จึงเลือกเครื่อง HS.7 ที่เดือนเมษายนที่เวลา 76 นาทีต่อครั้งมาวิเคราะห์ โดยได้ผังกระบวนการไหลจากการบันทึกเวลาจากหน้างานจริงตามตารางที่ 3.16 ซึ่งจะแสดงขั้นตอนแต่ละกิจกรรม

ตารางที่ 3.16 แผนผังกระบวนการไหล ในกลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่

	ก่อนการปรับปรุง		กิจกรรม	แผนผังกระบวนการไหล ในกลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่	ก่อนการปรับปรุง
	ครั้ง	เวลา			
●	7	75	แผนก	ซ่อมเครื่องกล	300 min
➡	1	1	หน่วยงาน	ซ่อมบำรุง	
■	0	0	โรงงาน	บกต. ท่าหลวง	
D	0	0	ผู้บันทึก	นาย โกสินทร์ เจริญวรเกียรติ	
▽	0	0	วันเดือนปี	26/04/2553	
รวม	8	76	จำนวนผู้ปฏิบัติงาน	O=3 ,M=5 , E=1	

ลำดับที่	ผู้ปฏิบัติงาน	จำนวนคน	การติดตั้ง	สัญลักษณ์	รายละเอียดกิจกรรม การเปลี่ยนลูกอัด HS.5	ระยะทาง (m)	เวลา (min) ก่อนปรับปรุง
1	O	1	ภายนอก	○ ➡ □ D ▽	เดินทางไปที่ Switch ยกเฟรมลูกอัด	0.5	1
2	O	1	ภายใน	● ⇨ □ D ▽	กด Switch ยกเฟรมลูกอัดลง		2
3	O	1	ภายใน	● ⇨ □ D ▽	ประกอบเฟรมลูกอัด		10
4	O	3	ภายใน	● ⇨ □ D ▽	ประกอบท่อ Vacumn		8
5	O	3	ภายใน	● ⇨ □ D ▽	เดินน้ำและกรดฟอร์มิกล้าง Felt 2 ด้าน		15
6	O	2	ภายใน	● ⇨ □ D ▽	ผสมวัตถุดิบเตรียมเยื่อ		12
7	O	3	ภายใน	● ⇨ □ D ▽	เดินปรับความหนาตามแผนการผลิต		13
8	O	3	ภายใน	● ⇨ □ D ▽	Commissioning เตรียมเดินผลิตภัณฑ์		15
					Total		76

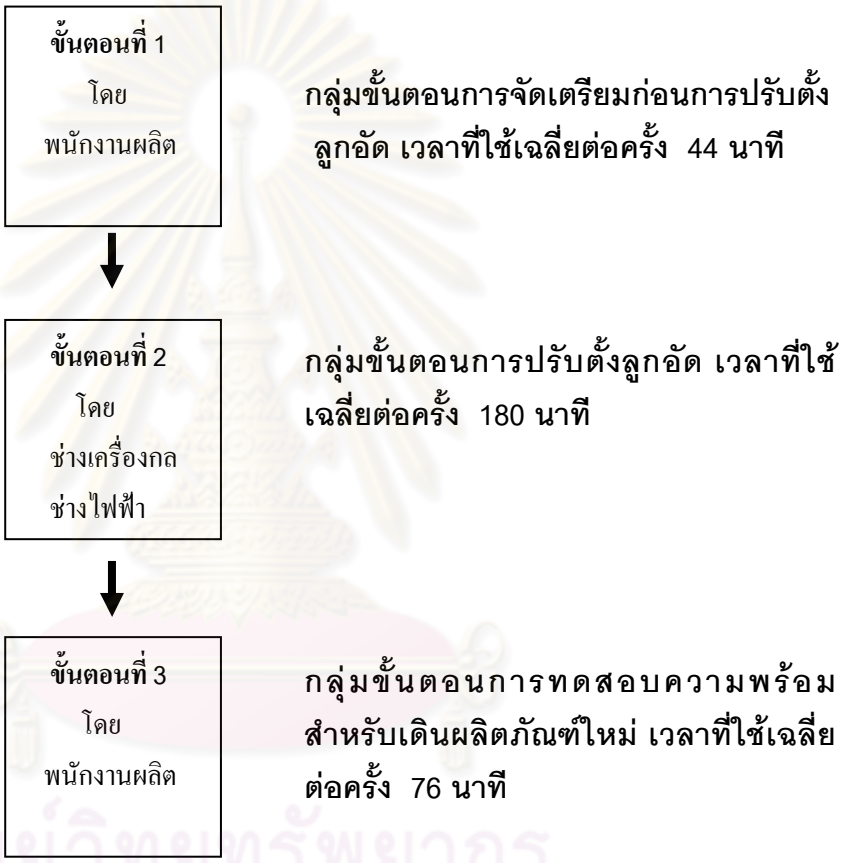
สัญลักษณ์ : O = พนักงานผลิต , M= ช่างเครื่องกล , E = ช่างไฟฟ้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.4 สรุปภาพรวมของเวลาในกระบวนการปรับตั้งลูกอัด

จากกระบวนการปรับตั้งลูกอัดซึ่งประกอบไปด้วยกลุ่มกิจกรรมทั้งหมด 3 กลุ่มได้แก่

1. กลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด
2. กลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด
3. กลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่



รูปที่ 3.3 เวลาเฉลี่ยรวมทั้งหมดในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์แยกตามรายกลุ่มขั้นตอน

ดังนั้นจากรูปที่ 3.3 เมื่อรวมเวลาจาก 3 กลุ่มขั้นตอนดังที่ได้กล่าวมาเวลาที่ใช้ในกระบวนการปรับตั้งลูกอัด จะใช้เวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 300 นาที หรือประมาณ 5 ชั่วโมงต่อครั้ง จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องเร่งดำเนินการปรับปรุงขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัดในแต่ละครั้งให้ใช้เวลาลดลงดังจะได้กล่าวในหัวข้อต่อไป ในการวิเคราะห์เพื่อกำหนดเกณฑ์ในการปรับปรุง

3.4 การวิเคราะห์เพื่อกำหนดเกณฑ์การปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งลูกอัด

จากปัญหาในเรื่องเวลาในการปรับตั้งลูกอัด จะเห็นได้ว่าหากต้องการลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดต่อปีในภาพรวม คือ การลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดต่อครั้ง ในเครื่องจักร 6 เครื่องที่ได้ศึกษาโดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังนี้

3.4.1 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาของการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งลูกอัด

จากการสำรวจสภาพปัญหาต่างๆ ในกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรของโรงงานตัวอย่าง ที่สถานีงานในการปรับตั้งลูกอัดขึ้นรูป โดยสาเหตุที่ทำให้ใช้เวลานานในการปรับตั้งเครื่องจักร สามารถแสดงเป็นไดอะแกรมเหตุและผล ได้ดังในรูปที่ 3.4 โดยมีรายละเอียดของแต่ละปัญหาดังต่อไปนี้

1. **ใช้เวลาในการถอดประกอบโบล์ตมากเกินไป** จากการเข้าไปศึกษาวิธีการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ที่สถานีงาน และเขียนเป็นแผนผังกระบวนการไหล ที่แสดงเป็นตัวอย่างตามตารางที่ 3.14 พบว่า เวลาในการคลายโบล์ตที่ยึดลูกอัดทั้งสองข้างและเวลาในการถอดฝาปะกับลูกปืนแบริ่งทั้งสองข้างใช้เวลาถึง 30 และ 15 นาทีตามลำดับ ทั้งนี้สาเหตุเกิดมาจาก

- โบล์ตยึดแท่นลูกอัดมีจำนวนมากเกินไป
- ขาดเครื่องมือทุ่นแรงในการถอดประกอบโบล์ต

2. **ระยะทางในการเคลื่อนย้ายลูกอัดและเครนมากเกินไป** จากตารางที่ 3.14 พบว่าระยะทางในการเคลื่อนที่ในกิจกรรมที่เกี่ยวการเคลื่อนย้ายลูกอัดและเครน มีถึง 7 ขั้นตอน โดยแต่ละขั้นตอนมีระยะทาง 3 เมตร ซึ่งการที่มีระยะทางมากจะทำให้เสียเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร ซึ่งจากการเข้าไปศึกษาพบว่าสาเหตุเกิดมาจาก

- จุดจอดของเครนอยู่ไกลจุดทำงาน
- จุดวางลูกอัดอยู่ไกลจุดทำงานเนื่องจากไม่มีจุดพักลูกอัดในการทำงาน

3. **มีขั้นตอนการคอยและการตรวจสอบมากเกินไป** จากแผนผังกระบวนการไหลที่แสดงตามตารางที่ 3.12 , 3.14 และ 3.16 พบว่า มีขั้นตอนการรอคอยถึง 3 ขั้นตอนใช้เวลา 30 นาทีและขั้นตอนในการตรวจสอบถึง 4 ขั้นตอนใช้เวลา 30 นาที ซึ่งจะสาเหตุหลักๆที่ทำให้เกิดขั้นตอนเวลาส่วนเกินและเวลาไร้ประสิทธิภาพได้แก่

- เสียเวลาในการรอและเบิกเครื่องมือ
- ใช้เวลาในการตรวจสอบสภาพเครื่องมือหลังจากการเบิก
- ไม่มีจุดมาร์ก (Mark) ระยะตำแหน่งในการปรับตั้ง
- เสียเวลาในการรอเครื่องจักรเคลื่อนที่หรือหยุดการทำงาน
- ขาดจิ๊ก ฟิกซ์เจอร์ ในการยึดจับ รองรับ และกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน

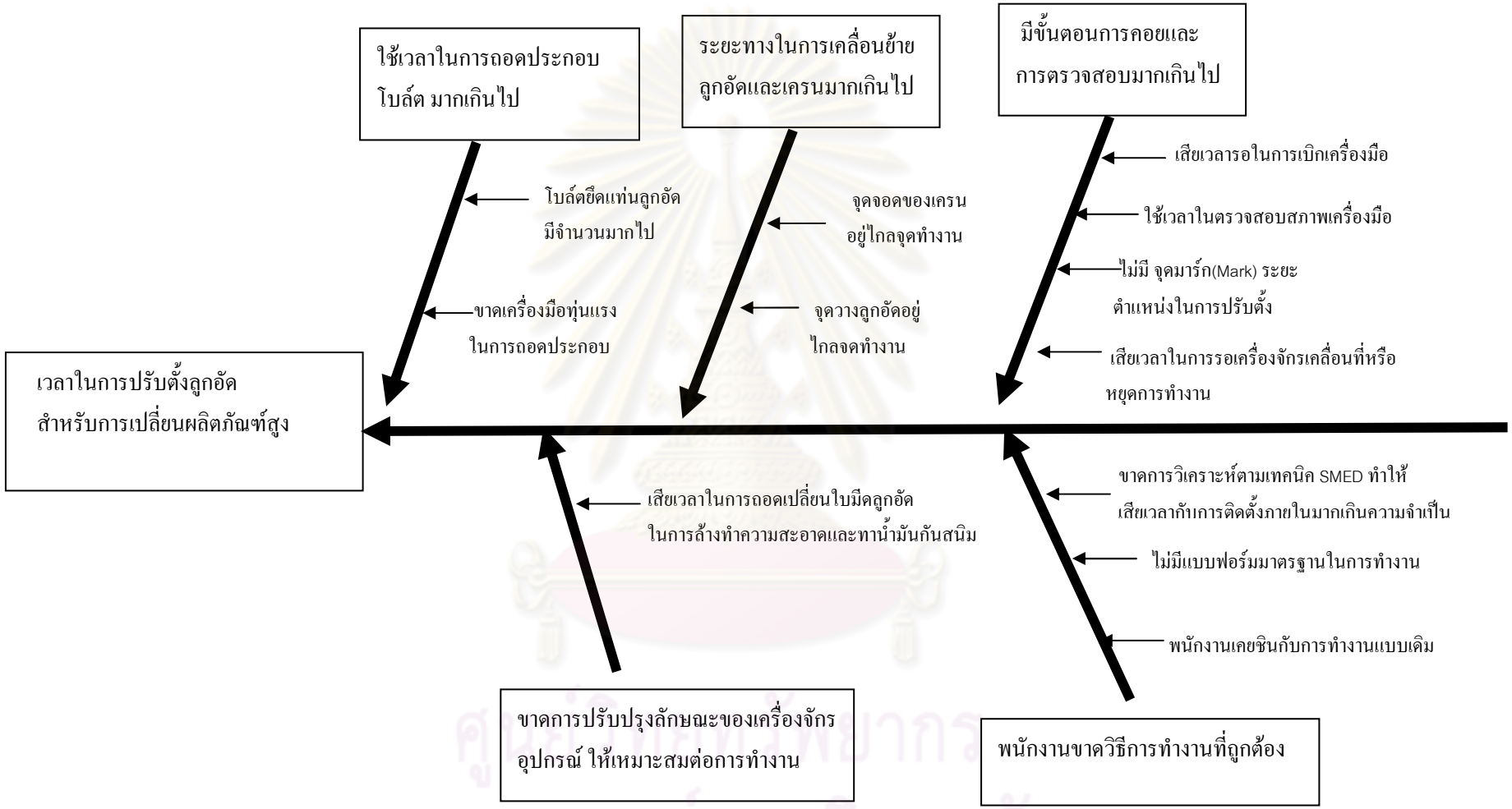
ซึ่งประโยชน์ของจิ๊กและฟิกซ์เจอร์นั้น เป็นเครื่องมือสำหรับงานในอุตสาหกรรมซึ่งถูกนำมาใช้สำหรับการผลิตชิ้นงานหรือการปรับตั้งเครื่องจักร

4. **พนักงานขาดวิธีการทำงานที่ถูกต้อง** จากการเข้าไปศึกษาวิธีการปรับตั้งลูกอัด พบว่าพนักงานดำเนินการในแต่ละขั้นตอนโดยมีการหยุดรอให้แล้วเสร็จทีละงาน แล้วจึงดำเนินการขั้นตอนต่อไป หรือดำเนินการในแต่ละขั้นตอนตามความคุ้นเคยหรือประสบการณ์ส่วนตัว โดยไม่ได้มีลำดับขั้นตอนที่แน่ชัด อีกทั้งพนักงานจะเริ่มดำเนินการในแต่ละกิจกรรมภายในเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรเท่านั้น กล่าวคือถ้าวิเคราะห์ตามเทคนิค SMED แล้วพนักงานคุ้นเคยและดำเนินการในการติดตั้งภายในมากกว่าการติดตั้งภายนอก ซึ่งจะทำให้เสียเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร ดังนั้นสาเหตุของการที่พนักงานขาดวิธีการทำงานที่ถูกต้องสามารถวิเคราะห์เป็นข้อๆได้ดังนี้

- ขาดการวิเคราะห์ตามเทคนิค SMED ทำให้เสียเวลากับการติดตั้งภายในมากเกินความจำเป็น
- ไม่มีแบบฟอร์มมาตรฐานในการทำงาน
- พนักงานเคยชินกับการทำงานแบบเดิม

5. **ขาดการปรับปรุงลักษณะของเครื่องจักรอุปกรณ์ให้เหมาะสมต่อการทำงาน** จากการวิเคราะห์จากแผนผังกระบวนการไหลที่แสดงตามตารางที่ 3.14 ส่วนของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการทำงานที่เกี่ยวข้อง จะมีขั้นตอนบางจุดที่เสียเวลาสูงอาทิเช่น ที่ใบมีดตัดกระเบื้องลูกอัดจะมีขั้นตอนที่เกี่ยวข้องถึง 3 ขั้นตอนรวมเวลา 15 นาที
โดยสาเหตุมีดังต่อไปนี้

- เสียเวลาในการถอดเปลี่ยนใบมีดตัดกระเบื้องลูกอัดในการล้างทำความสะอาดและทาน้ำมันกันสนิม



รูปที่ 3.4 สาเหตุหลักของปัญหาของเวลาในการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์สูง

3.4.2 เกณฑ์การปรับปรุงการปรับตั้งลูกอัด

ในขั้นตอนกระบวนการปรับปรุงแก้ไข เพื่อลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัด มีหลักเกณฑ์การเลือกแนวทาง และวิธีการแก้ปัญหาเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

1. ความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้น
2. ความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา
3. ผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงระบบการทำงานที่เกิดขึ้น
4. เทคนิคที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

การนำหลักเกณฑ์ดังกล่าวประกอบการวิเคราะห์การเลือกแนวทางและวิธีการแก้ปัญหา สามารถสรุปการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการนำเทคนิคต่างๆ มาแก้ปัญหาในการลดเวลาการปรับตั้งลูกอัด ได้ดังนี้

1. **ใช้เวลาในการถอดประกอบโบล์ตมากเกินไป** ใช้เทคนิคการศึกษาวิธีการทำงาน และเทคนิค SMED เพื่อปรับปรุงวิธีการถอดประกอบ ลดเวลาและขั้นตอนการถอดประกอบโบล์ตลง
2. **ระยะทางในการเคลื่อนย้ายลูกอัดและเครนมากเกินไป** ใช้เทคนิคการศึกษาวิธีการทำงาน และเทคนิค SMED เพื่อลดระยะทางในการเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนการเคลื่อนที่ดังกล่าวให้เป็นการติดตั้งภายนอก เพื่อทำการลดเวลาโดยรวมของการปรับตั้งเครื่องจักร
3. **มีขั้นตอนการคอยและการตรวจสอบมากเกินไป** ใช้เทคนิคการศึกษาวิธีการทำงาน เพื่อกำจัดเวลาไร้ประสิทธิภาพ และลดเวลาส่วนเกินลง
4. **พนักงานขาดวิธีการทำงานที่ถูกต้อง** ใช้เทคนิคการอบรมให้ความรู้วิธีการที่ถูกต้อง จัดทำมาตรฐานในการทำงานให้ชัดเจน และใช้เทคนิค SMED คือการวิเคราะห์แต่ละกิจกรรมว่าเป็นการปรับตั้งภายในหรือภายนอก เพื่อให้พนักงานดำเนินกิจกรรมที่เป็นการปรับตั้งภายใน ในช่วงที่เป็นการปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์เท่านั้น ส่วนกิจกรรมที่เป็นการปรับตั้งภายนอกให้ดำเนินการนอกช่วงเวลาที่เป็นการปรับตั้งเครื่องจักร ซึ่งจะช่วยลดเวลาโดยรวมต่อการปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์

5. **ขาดการปรับปรุงลักษณะของเครื่องจักรอุปกรณ์ ให้เหมาะสมต่อการทำงาน** ใช้เทคนิค SMED คือการปรับปรุงการติดตั้งเครื่องจักรในทุกๆแง่มุมโดยใช้วิธีการไคเซ็น (Kaizen) เพื่อช่วยในการดำเนินการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
กระบวนการดำเนินการปรับปรุง

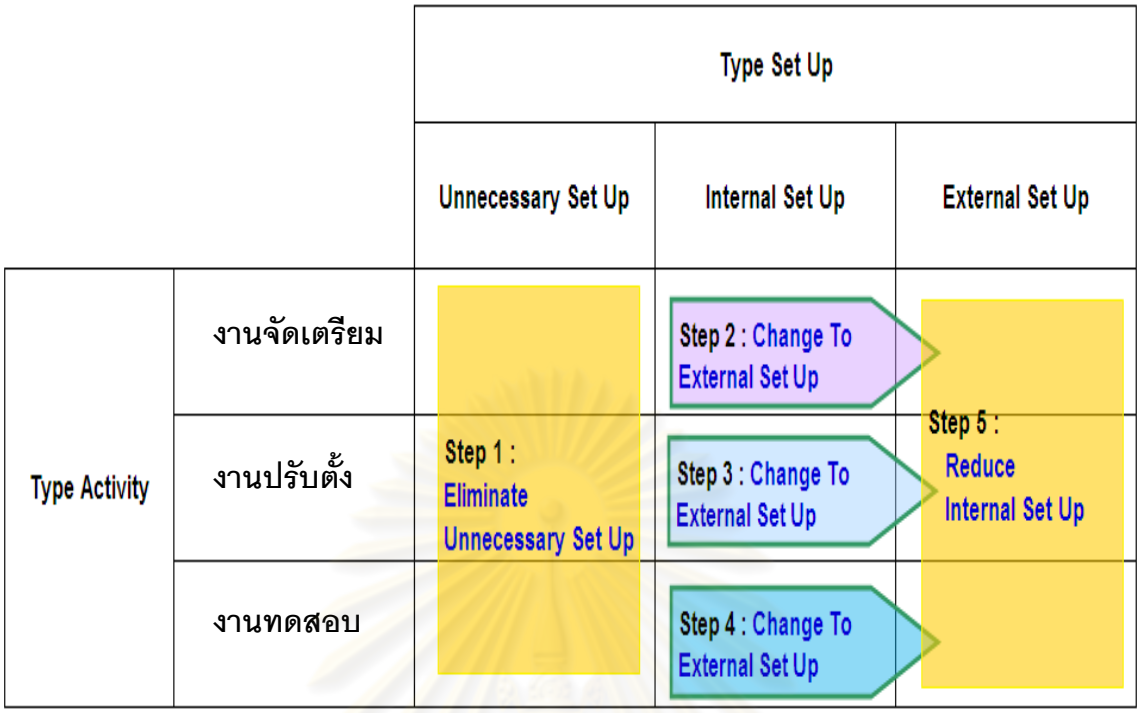
4.1 หลักในการดำเนินการปรับปรุง

ในขั้นตอนกระบวนการปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัด มีหลักเกณฑ์แนวทางที่สำคัญคือ ทบทวนผังกระบวนการไหลการปรับตั้งลูกอัด โดยหลักเกณฑ์ในการพิจารณานั้นพิจารณาถึง ความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้น ความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา ผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงระบบการทำงานที่เกิดขึ้น และเทคนิคที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา โดยในการปรับปรุงและแก้ปัญหาดังกล่าวหลักสำคัญคือการทบทวนและปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งลูกอัดโดยการใช้การศึกษาเวลา การศึกษาการทำงาน และเทคนิคขั้นตอนแนวคิดและเทคนิคในทางปฏิบัติของ SMED ที่กล่าวถึงในบทที่ 2 ซึ่งได้นำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับโรงงานตัวอย่างโดยจะมีขั้นตอนที่ละเอียดและเพิ่มขึ้นจากเดิม และในส่วนสาเหตุปัญหาของเวลาการปรับตั้งลูกอัดที่เฉลี่ยสูง 300 นาที ก็จะวิเคราะห์ด้วยแผนผังก้างปลา (Fishbone Graph) ที่ได้แสดงตามรูปที่ 3.5 ซึ่งจะเป็นวิธีการแก้ปัญหาในแต่ละกิจกรรมย่อยจะใช้ควบคู่กับเทคนิคในทางปฏิบัติของ SMED ตามขั้นตอนที่จะกล่าวถึงต่อไป

ซึ่งผลที่ได้ในการปรับปรุงจะเป็นการช่วยลดค่าเสียโอกาสในการผลิตและลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดด้วย

4.2 ขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งลูกอัด

ในขั้นตอนนี้หลังจากที่ได้มีการจำแนกข้อมูลในผังกระบวนการไหล สิ่งสำคัญในการปรับปรุงคือการประยุกต์ใช้เทคนิค SMED ซึ่งจุดประสงค์หลักของเรื่องนี้คือเปลี่ยนการปรับตั้งเครื่องจักรภายในให้กลายเป็นการปรับตั้งเครื่องจักรภายนอก ซึ่งก่อนการดำเนินการจะต้องสร้างข้อมูลตารางเป็นเมตริกซ์ 3x3 ตามรูปที่ 4.1 โดยแบ่งตามกลุ่มของกิจกรรมตามคอลัมน์แนวนอน ซึ่งได้แก่ กิจกรรมการจัดเตรียม กิจกรรมการถอดเปลี่ยน และกิจกรรมการปรับแต่ง จากนั้นจึงนำกิจกรรมดังกล่าวมาจำแนกประเภทของการปรับตั้งตามคอลัมน์แนวตั้งว่า เป็นการปรับตั้งภายในการปรับตั้งภายนอก หรือ การปรับตั้งที่เกินความจำเป็น ซึ่งเมื่อลงข้อมูลทุกกิจกรรมลงในเมตริกซ์ 3x3 ดังกล่าว จึงสามารถเริ่มขั้นตอนดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.1 เมตริกซ์การปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งลูกอัด

ขั้นตอนที่ 1 ทำการกำจัดทุกกิจกรรมในการปรับตั้งที่เกินความจำเป็นในการปรับตั้งลูกอัด เช่น กิจกรรมการจัดเตรียม กิจกรรมการถอดเปลี่ยน กิจกรรมการปรับแต่ง โดยขั้นตอนนี้สามารถดำเนินการได้จากการศึกษาวิธีการทำงาน ซึ่งกิจกรรมที่สามารถกำจัดนั้นได้แก่ กิจกรรมที่เป็นการเคลื่อนที่ การรอคอย การตรวจสอบ การจัดเก็บ เป็นต้น

ในการประยุกต์ใช้ในโรงงานตัวอย่างของขั้นตอนที่ 1 ได้ทำการทบทวนแผนผังกระบวนการไหล และเพิ่มคอลัมน์ประเภทของกิจกรรม (Type of Activity) กับประเภทของการปรับตั้ง (Type of Set Up) เพื่อให้สะดวกต่อการดำเนินงานรายละเอียดรวมทั้งแบ่งกลุ่มกิจกรรมย่อยออกเป็น 3 กลุ่มตามตารางที่ 4.1 - 4.3 และสรุปผลเป็นเมตริกซ์ก่อนการแก้ไขตามตารางที่ 4.4

จากนั้นจึงพิจารณาตามคอลัมน์แนวตั้งของประเภทของการปรับตั้งว่าในแต่ละกิจกรรมมีกิจกรรมใดบ้างที่เป็นกิจกรรมประเภทการปรับตั้งที่เกินความจำเป็นหรือในภาษาญี่ปุ่นเรียกว่าการปรับตั้งแบบนี้ว่ามูดะ (Muda) เพื่อดำเนินการกำจัดออกจากกระบวนการทำงาน

ตารางที่ 4.1 ผังกระบวนการไหลของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด : กลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด

No.	Symbol	Description	distance (m)	time (min)	Type of Activity	Type of Set Up
1. กลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด ใช้กำลังพลพนักงานผลิต 3 คน						
1.	->	เดินทางไปที่ Switch Main Drive ลูกอัด	1.0	0.5	จัดเตรียม	ภายนอก
2.	O	ปิด Switch Main Drive ลูกอัด	-	2	จัดเตรียม	ภายใน
3.	D	รอ Main Drive ลูกอัดหยุด	-	10	จัดเตรียม	มูดะ
4.	->	เดินทางไปที่ Pump Over Flow	3.0	1.5	จัดเตรียม	ภายนอก
5.	O	ปิด Switch Pump Over Flow	-	2	จัดเตรียม	ภายใน
6.	O	ถอดท่อ Pump Over Flow	-	4	จัดเตรียม	ภายใน
7.	->	เดินทางไปที่ Vacumn Pump	3.0	1.5	จัดเตรียม	ภายนอก
8.	O	ปิด Switch Vacumn Pump	-	2	จัดเตรียม	ภายใน
9.	O	ถอดท่อ Vacumn Pump	-	8	จัดเตรียม	ภายใน
10.	->	เดินทางไปที่ Switch ยกเฟรมลูกอัด	0.5	0.5	จัดเตรียม	ภายนอก
11.	O	กด Switch ยกเฟรมลูกอัด	-	2	จัดเตรียม	ภายใน
12.	D	รอเฟรมลูกอัดยกขึ้นสูงสุด	-	10	จัดเตรียม	มูดะ
				รวมเวลาในกลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียม		44 นาที

ตารางที่ 4.2 ผังกระบวนการไหลของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด : กลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด

No.	Symbol	Description	distance (m)	time (min)	Type of Activity	Type of Set Up
2.กลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัดใช้กำลังพลโดยช่างเครื่องกลและช่างไฟฟ้า 6 คน						
1.	O	เบิกเครื่องมือ	-	10	จัดเตรียม	**ภายนอก**
2.	[]	จัดเตรียมอุปกรณ์ตรวจเช็คสภาพเครื่องมือ	-	12	จัดเตรียม	**ภายนอก**
3.	->	ขนย้ายอุปกรณ์ไปที่ลูกอัดที่อยู่ในเครื่องจักร	30	8	จัดเตรียม	**ภายนอก**
4.	O	เปิด Switch ดันใบมีดตัดกระเบื้อง	-	2	จัดเตรียม	**ภายใน**
5.	O	ล้างทำความสะอาดใบมีดตัดกระเบื้อง	-	7	จัดเตรียม	**ภายใน**
6.	O	ชะโลมน้ำมันที่ใบมีดตัดกระเบื้อง	-	6	จัดเตรียม	**ภายใน**
7.	O	Drain ลมออก	-	1.5	จัดเตรียม	**ภายใน**
8.	[]	ตรวจเช็ค Presure Gauge ว่าความดันเป็นศูนย์	-	0.5	จัดเตรียม	**ภายใน**
9.	O	ถอดสายลมเข้าลูกอัดทั้งสองข้าง	0.5	2	ปรับตั้ง	**ภายใน**

ตารางที่ 4.2 ผังกระบวนการไหลของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด : กลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด (ต่อ)

No.	Symbol	Description	distance (m)	time (min)	Type of Activity	Type of Set Up
10.	O	ถอด Proximal Switch ทั้งสองข้าง	0.5	5	ปรับตั้ง	**ภายใน**
11.	O	ถอดฝาปะกับลูกปืนตุ๊กตาลูกอัดทั้งสองข้าง	0.5	15	ปรับตั้ง	**ภายใน**
12.	->	นำเครนไปที่จุดเปลี่ยนลูกอัด	3	2	ปรับตั้ง	**ภายนอก**
13.	->	ยกลูกอัดจากแท่นเครื่องไปยังเฟรมเก็บลูกอัด	3	7	ปรับตั้ง	**ภายใน**
14.	□	จัดเก็บลูกอัดที่จุดเก็บลูกอัด	-	2	ปรับตั้ง	**ภายนอก**
15.	->	เดินทางไปยังตำแหน่งที่แท่นเครื่องลูกอัด	3	2	จัดเตรียม	**ภายนอก**
16.	O	คลายโบล์ตที่ยึดลูกอัดทั้งสองข้าง	0.5	30	ปรับตั้ง	**ภายใน**
17.	O	ปรับขารับเลื่อนขึ้นลงตามขนาดลูกอัด	-	14	ทดสอบ	**ภายใน**
18.	[]	ตรวจสอบระยะตามแผนการผลิต	-	9	ทดสอบ	**ภายใน**
19.	->	เดินทางไปที่เครน	3	2	จัดเตรียม	**ภายนอก**
20.	->	นำเครนไปที่ลูกอัดที่ต้องการนำไปเปลี่ยน	3	2	ปรับตั้ง	**ภายนอก**
21.	->	ยกลูกอัดที่จะใช้งานมาไว้ที่แท่นเครื่อง	3	7	ปรับตั้ง	**ภายนอก**
22.	O	ปรับตั้งลูกเบี้ยว	-	5	ทดสอบ	**ภายใน**
23.	O	ประกอบฝาปะกับลูกปืนตุ๊กตาลูกอัด	0.5	15	ปรับตั้ง	**ภายใน**
24.	O	ใส่สายลมเข้าลูกอัดทั้งสองข้าง	0.5	2	ปรับตั้ง	**ภายใน**
25.	O	ประกอบ Proximal Switch ทั้งสองข้าง	0.5	2	ปรับตั้ง	**ภายใน**
26.	[]	ตรวจเช็ค Proximal Switchและทดสอบ	-	8	ทดสอบ	**ภายใน**
27.	□	นำเครนไปจัดเก็บ	3	2	ปรับตั้ง	**ภายนอก**
				รวมเวลาในกลุ่มขั้นตอนการปรับตั้ง		180 นาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 ผังกระบวนการไหลของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด : กลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่

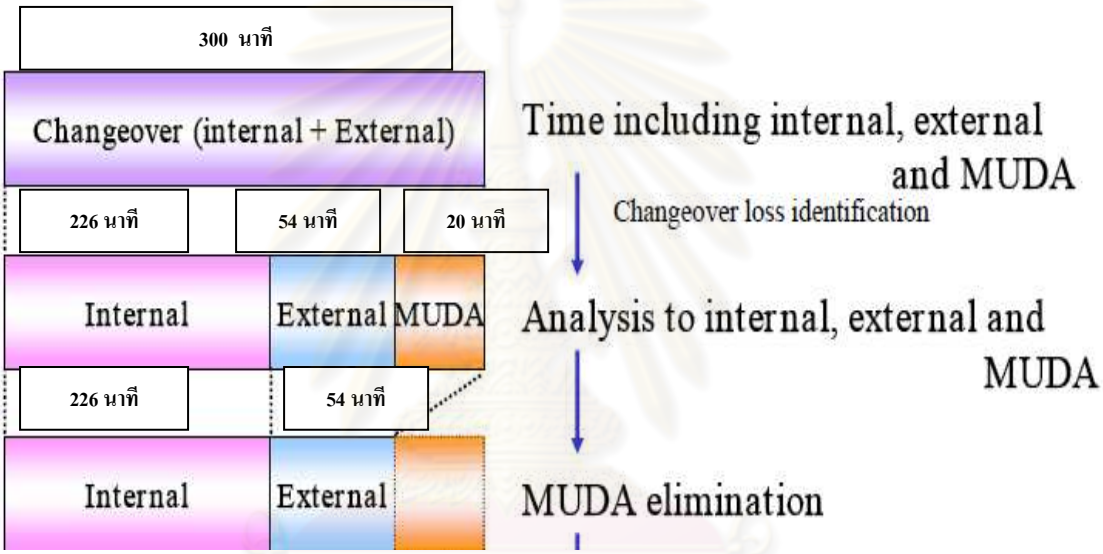
No.	Symbol	Description	distance (m)	time (min)	Type of Activity	Type of Set Up
3.กลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่ ใช้กำลังพลพนักงานผลิต 3 คน						
1.	->	เดินทางไปที่ Switch ยกเฟรมลูกอัด	0.5	1	จัดเตรียม	**ภายนอก**
2.	O	กด Switch ยกเฟรมลูกอัดลง	-	2	ปรับตั้ง	**ภายใน**
3.	O	ประกอบเฟรมลูกอัด	-	10	ปรับตั้ง	**ภายใน**
4.	O	ประกอบท่อ	-	8	จัดเตรียม	**ภายใน**
5.	O	เดินน้ำและกรดฟอร์มิกล้าง Felt	-	15	จัดเตรียม	**ภายใน**
6.	O	ผสมวัตถุดิบเตรียม	-	12	ทดสอบ	**ภายใน**
7.	O	เดินปรับความหนาตามแผนการผลิต	-	13	ทดสอบ	**ภายใน**
8.	O	เตรียมเดินผลิตภัณฑ์	-	15	ทดสอบ	**ภายใน**
				รวมเวลาในกลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อม		76 นาที

ตารางที่ 4.4 ภาพรวมเมตริกซ์การปรับตั้งลูกอัดก่อนการปรับปรุงด้วยเทคนิค SMED

	MUDA	Internal	External	Total
งานจัดเตรียม	20 min 6.67 %	60 min 20 %	41 min 13.67 %	121 min 40.34 %
งานปรับตั้ง	0 min 0 %	90 min 30 %	13 min 4.33 %	103 min 34.33 %
งานทดสอบ	0 min 0 %	76 min 25.33 %	0 min 0 %	76 min 25.33 %
รวม	20 min 6.67 %	226 min 75.33 %	54 min 18 %	300 min 100 %

ซึ่งจากการพิจารณาพบว่ากิจกรรมการปรับตั้งที่เป็นมูดะในกลุ่มที่ 1 คือกลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัดมี 2 กิจกรรมได้แก่กิจกรรมลำดับที่ 3 และลำดับที่ 12 ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เกิดจากการรอคอยเมนไดร์ฟหยุด (Main Drive) 10 นาที และรอเฟรมลูกอัดยกสูงสุด 10 นาที ซึ่งทั้ง 2 กิจกรรมนี้พนักงานสามารถกำจัดขั้นตอนดังกล่าวหรือนำไปรวมกับขั้นตอนอื่นได้เพื่อลดเวลาได้โดยไม่มีผลกระทบต่อการปรับตั้งลูกอัดซึ่งเมื่อทำการกำจัดกิจกรรมดังกล่าวจะสามารถลดเวลาได้ทั้งสิ้น 20 นาที จาก 44 นาทีลดลงเหลือ 24 นาที

โดยสรุปในขั้นตอนที่ 1 คือขั้นตอนการทำการกำจัดทุกกิจกรรมในการปรับตั้งที่เกินความจำเป็นในการปรับตั้งลูกอัด ซึ่งจะสอดคล้องกับแนวการแก้ไขสาเหตุปัญหาที่วิเคราะห์ในผังก้างปลาในเรื่องมีขั้นตอนในการรอคอยมากเกินไป ผลที่ได้จากการแก้ไขสาเหตุดังกล่าวจะสามารถลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดโดยรวม 20 นาที ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนดังกล่าวสามารถลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดเหลือ 280 นาที โดยแบ่งเป็นการปรับตั้งภายใน 226 นาที และการปรับตั้งภายนอก 54 นาที ตามรูปที่ 4.2 โดยกิจกรรมที่เป็นการปรับตั้งลูกอัดจะคิดเฉพาะในส่วนที่เป็นการปรับตั้งภายในเท่านั้น



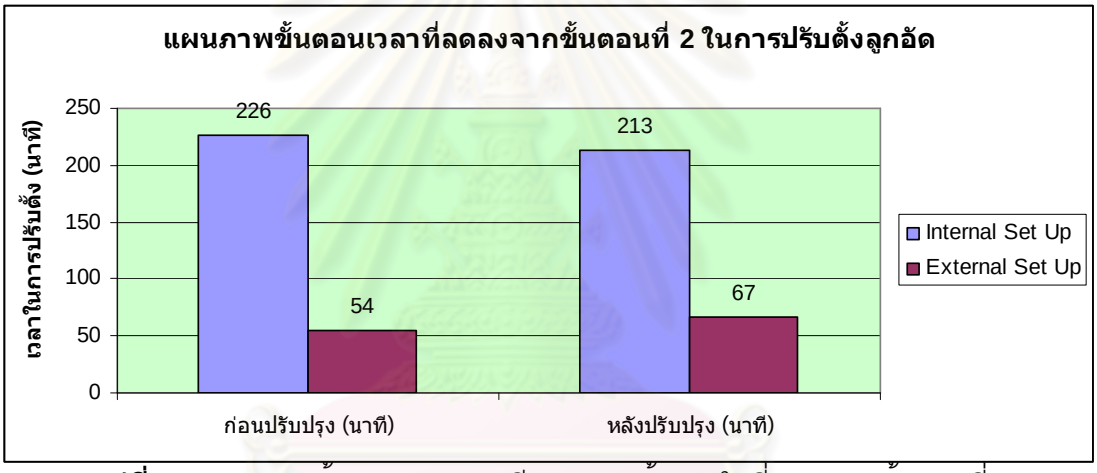
รูปที่ 4.2 แผนภาพขั้นตอนเวลาที่ลดลงจากขั้นตอนที่ 1 ในการปรับตั้งลูกอัด

ขั้นตอนที่ 2 ทำการปรับเปลี่ยนกิจกรรมการจัดเตรียมแบบปรับตั้งเครื่องจักรภายใน เป็นการปรับตั้งเครื่องจักรภายนอก โดยใช้วิธีการปรับปรุงกระบวนการทำงาน ในการประยุกต์ใช้ในโรงงานตัวอย่างของขั้นตอนที่ 2 ได้ทำการพิจารณาแผนผังกระบวนการไหลตามตารางที่ 4.1-4.3 โดยพิจารณาที่คอลัมน์ประเภทกิจกรรมที่เป็นเรื่องการจัดเตรียมกับคอลัมน์ประเภทของการปรับตั้งที่เป็นเรื่องการปรับตั้งภายใน เพื่อพิจารณาในแต่ละกิจกรรมที่เข้าเงื่อนไขดังกล่าว โดยทำการปรับปรุงกิจกรรมดังกล่าวจากการติดตั้งภายในเป็นการปรับตั้งเครื่องจักรภายนอก

ซึ่งจากการพิจารณาพบว่ากิจกรรมในกลุ่มที่ 2 คือกลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด สามารถปรับปรุงเป็นการปรับตั้งภายนอกได้ 2 กิจกรรมที่กิจกรรมลำดับที่ 5 และ 6 ได้แก่กระบวนการทำความสะอาดใบมีดตัดกระเบื้อง จากเดิมทำความสะอาดขณะดำเนินการปรับตั้งซึ่งเป็นการปรับตั้งเครื่องจักรภายใน ปรับปรุงโดยการจัดทำใบมีดสำรองอีกชุดเพื่อทำการถอดเปลี่ยนแทน ส่วนใบมีด

ตัวเก่าสามารถนำมาทำความสะอาดและทาน้ำมันกันสนิมนอกเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้ตามเทคนิค SMED โดยตรงโดยจะสามารถลดเวลาได้ทั้งสิ้น 13 นาที

โดยสรุปในขั้นตอนที่ 2 คือขั้นตอนการทำการปรับเปลี่ยนกิจกรรมการจัดเตรียมแบบปรับตั้งเครื่องจักรภายในเป็นการปรับตั้งเครื่องจักรภายนอก โดยใช้วิธีการปรับปรุงกระบวนการทำงาน ซึ่งจะสอดคล้องกับแนวการแก้ไขสาเหตุปัญหาที่วิเคราะห์ในผังก้างปลาในเรื่องมีการเสียเวลาในการถอดเปลี่ยนใบมีดลูกอัดและล้างทำความสะอาด ผลที่ได้จากการแก้ไขสาเหตุดังกล่าวจะสามารถลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดโดยรวม 13 นาที ซึ่งผลลัพธ์จากขั้นตอนดังกล่าวสามารถลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดจาก 226 นาทีในขั้นตอนที่ 2 ลดลงเหลือ 213 นาที โดยแบ่งเป็นการปรับตั้งภายใน 213 นาที และการปรับตั้งภายนอก 67 นาที ตามรูปที่ 4.3 โดยกิจกรรมที่เป็นการปรับตั้งลูกอัดจะคิดเฉพาะในส่วนที่เป็นการปรับตั้งภายในเท่านั้น

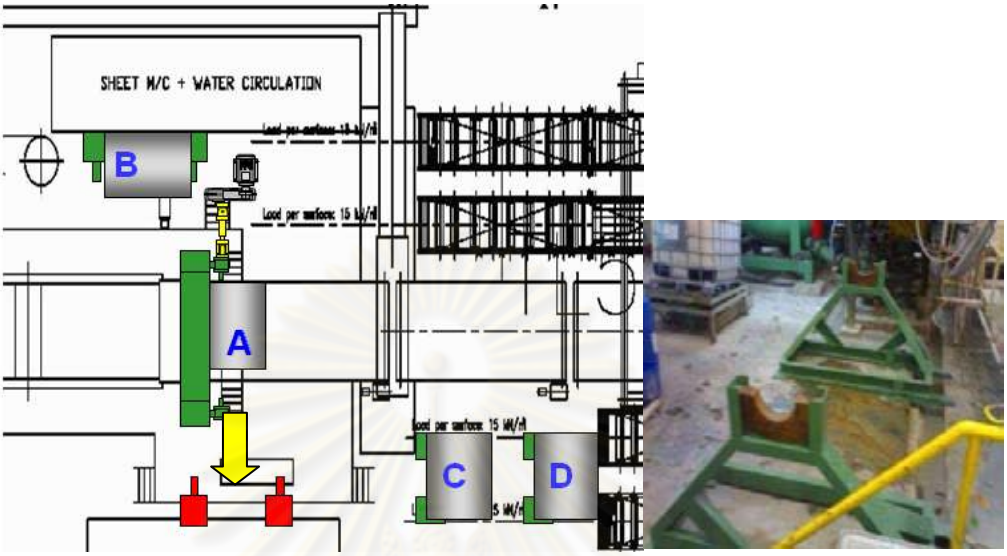


รูปที่ 4.3 แผนภาพขั้นตอนเวลา (นาที) การปรับตั้งภายในที่ลดลงจากขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 3 ทำการปรับเปลี่ยนกิจกรรมการปรับตั้งลูกอัดแบบการปรับตั้งเครื่องจักรภายในเป็นการปรับตั้งเครื่องจักรภายนอก ในการประยุกต์ใช้ในโรงงานตัวอย่างของขั้นตอนที่ 3 โดยได้ทำการพิจารณาแผนผังกระบวนการไหลตามตารางที่ 4.1-4.3 โดยพิจารณาที่คอลัมน์ประเภทกิจกรรม ที่เป็นเรื่องการถอดเปลี่ยนกับคอลัมน์ประเภทของการปรับตั้งที่เป็นเรื่องการปรับตั้งภายใน เพื่อพิจารณาในแต่ละกิจกรรมที่เข้าเงื่อนไขดังกล่าว โดยทำการปรับปรุงกิจกรรมดังกล่าวจากการติดตั้งภายในเป็นการปรับตั้งเครื่องจักรภายนอก

ซึ่งจากการพิจารณาพบว่ากิจกรรมในกลุ่มที่ 2 คือกลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัดสามารถปรับปรุงเป็นการปรับตั้งภายนอกได้ ซึ่งทำการประยุกต์ใช้ที่กิจกรรมลำดับที่ 13 ได้แก่การยกลูกอัดจากแท่นเครื่องไปยังเฟรมเก็บลูกอัดจากเดิมจะทำการยกลูกอัดตัวเก่าออกไปเก็บที่จุดเก็บลูกอัดไปเก็บที่ระยะ 3 เมตร ซึ่งต้องใช้เวลาและความระมัดระวังในการเคลื่อนย้ายด้วยเครนไฟฟ้า จากการ

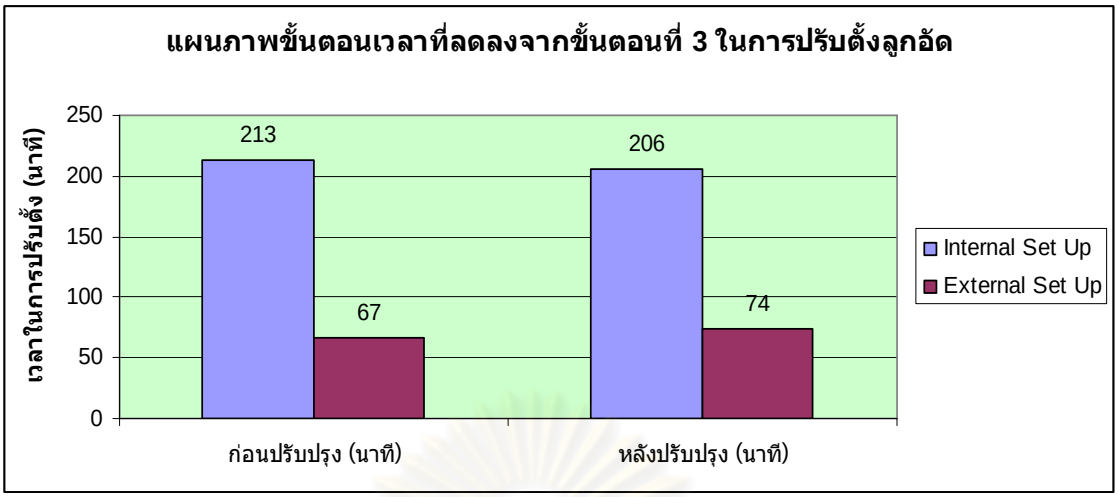
วิเคราะห์ด้วยผังก้างปลาประกอบพบว่าสาเหตุเกิดจากระยะทางในการเคลื่อนย้ายของลูกอัดและเครนมีมากเกินไป จึงทำการปรับปรุงโดยจัดทำแท่นพักลูกอัดชั่วคราวตามรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แผนผังการปรับปรุงในขั้นตอนที่ 3 ในเรื่องการจัดทำแท่นพักลูกอัดชั่วคราว

ทั้งนี้เนื่องจากโรงงานตัวอย่างมีข้อจำกัดในเรื่องพื้นที่การวางลูกอัดที่ไม่สามารถวางติดกับเครื่องเป็นจำนวนมากได้ จึงได้มีการประยุกต์ใช้เทคนิคการไคเซ็นในเรื่องการเปลี่ยนแปลงตัวแปรด้านพื้นที่ในเรื่องตำแหน่งที่ตั้งให้มีระยะทางสั้นลงเพื่อลดเวลาในการเคลื่อนย้ายโดยจัดทำแท่นพักลูกอัดชั่วคราว จากรูปที่ 4.4 ซึ่งจุดประสงค์การจัดทำแท่นพักลูกอัดชั่วคราวนี้ เพื่อใช้ยกลูกอัดลูกเก่า (ลูกอัด A) มาพักที่แท่นดังกล่าว และนำลูกอัดลูกใหม่ (ลูกอัดB) ที่จะใช้เดินผลิตภัณฑ์ซึ่งอยู่ที่แท่นพักลูกอัดอีกแท่นมาวางแทนที่ จากนั้นเมื่อดำเนินการปรับตั้งเครื่องลูกอัดเสร็จเรียบร้อย ลูกอัดลูกเก่า (ลูกอัด A) ที่อยู่ที่แท่นพักลูกอัดชั่วคราวก็จะถูกยกเก็บไปยังเฟรมเก็บลูกอัด ซึ่งจะเห็นได้ว่ากิจกรรมดังกล่าวจะดำเนินการเมื่อการปรับตั้งลูกอัดแล้วเสร็จเรียบร้อยจนเดินผลิตภัณฑ์ได้ ซึ่งเป็นเวลานอกการปรับตั้งแล้ว โดยจะสามารถลดเวลาได้ทั้งสิ้น 7 นาที

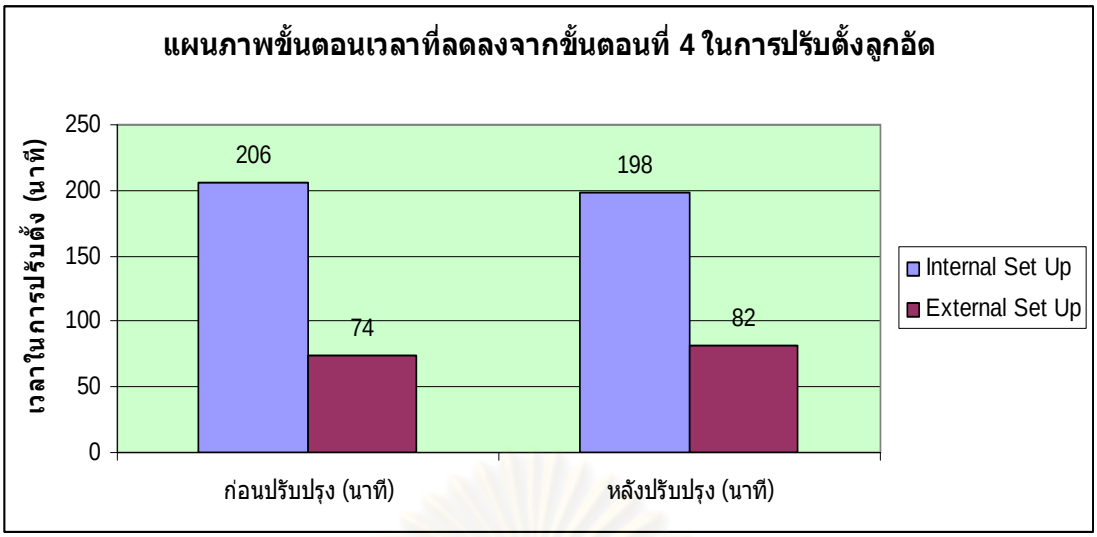
โดยสรุปในขั้นตอนที่ 3 คือขั้นตอนการทำการปรับเปลี่ยนกิจกรรมการปรับตั้งลูกอัดแบบปรับตั้งเครื่องจักรภายในเป็นการปรับตั้งเครื่องจักรภายนอก โดยใช้วิธีการปรับปรุงกระบวนการทำงาน ผลที่ได้จากการปรับปรุงดังกล่าวจะสามารถลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดโดยรวม 7 นาที ซึ่งผลลัพธ์จากขั้นตอนดังกล่าวสามารถลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดจาก 213 นาทีในขั้นตอนที่ 3 ลดลงเหลือ 206 นาที โดยแบ่งเป็นการปรับตั้งภายใน 206 นาที และการปรับตั้งภายนอก 74 นาที ตามรูปที่ 4.5 โดยกิจกรรมที่เป็นการปรับตั้งลูกอัดจะคิดเฉพาะในส่วนที่เป็นการปรับตั้งภายในเท่านั้น



รูปที่ 4.5 แผนภาพขั้นตอนเวลา (นาที) การปรับตั้งภายในที่ลดลงจากขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 4 ทำการปรับเปลี่ยนกิจกรรมการทดสอบของลูกอัดแบบการปรับตั้งเครื่องจักรภายใน เป็นการปรับตั้งเครื่องจักรภายนอก

ซึ่งจากการพิจารณาพบว่ากิจกรรมในกลุ่มที่ 2 คือกลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัดสามารถปรับปรุงเป็นการปรับตั้งภายนอกได้ ที่กิจกรรมลำดับที่ 26 ได้แก่การตรวจเช็คพร็อคซิมอลสวิตท์ (Proximal Switch) และทดสอบจากการวิเคราะห์ด้วยผังก้างปลาเพื่อหาสาเหตุเกิดจากไม่มีจุดเครื่องหมายในการปรับและในขั้นตอนดังกล่าวสามารถถอดอุปกรณ์ไฟฟ้าดังกล่าวออกมานอกเครื่องจักรเพื่อให้ทางช่างไฟฟ้าดำเนินการปรับตั้งก่อนที่จะนำเข้าไปประกอบได้ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้ตามเทคนิค SMED โดยตรง โดยผลที่ได้จากการปรับปรุงดังกล่าวจะสามารถลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดโดยรวม 8 นาที ซึ่งผลลัพธ์จากขั้นตอนดังกล่าวสามารถลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดจาก 206 นาทีในขั้นตอนที่ 4 ลดลงเหลือ 198 นาที โดยแบ่งเป็นการปรับตั้งภายใน 198 นาที และการปรับตั้งภายนอก 82 นาที ตามรูปที่ 4.6 โดยกิจกรรมที่เป็นการปรับตั้งลูกอัดจะคิดเฉพาะในส่วนที่เป็นการปรับตั้งภายในเท่านั้น



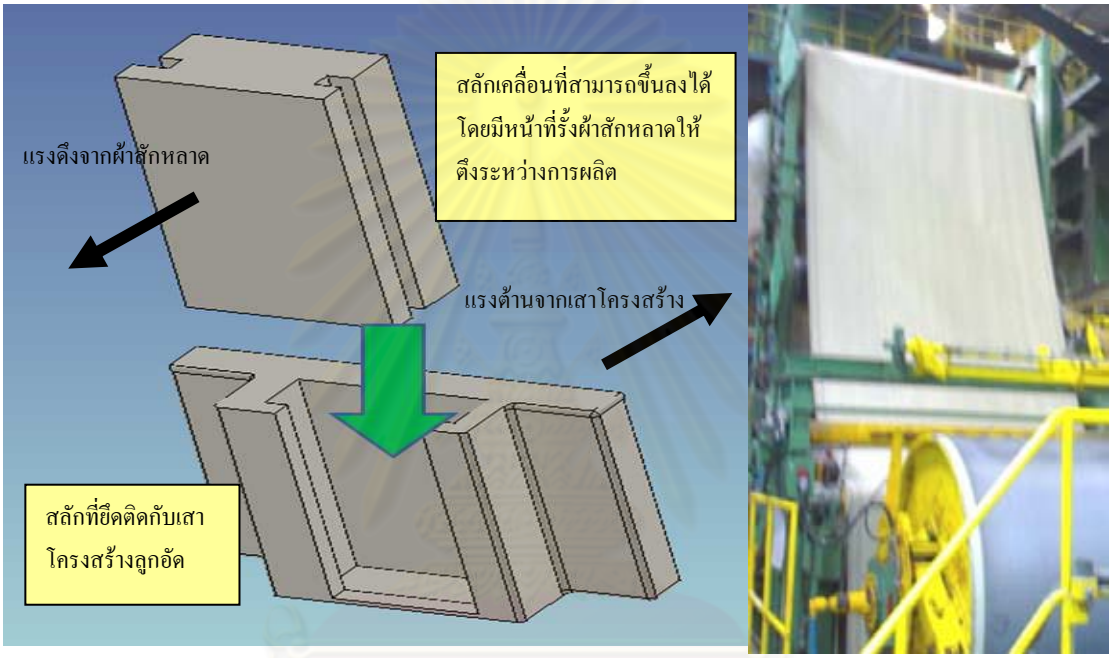
รูปที่ 4.6 แผนภาพขั้นตอนเวลา (นาที) การปรับตั้งภายในที่ลดลงจากขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนที่ 5 เป็นขั้นตอนการปรับปรุงลดเวลาในทุกกิจกรรมที่เป็นการปรับตั้งภายในที่เหลือทั้งหมดซึ่งในขั้นตอนนี้ จากการวิเคราะห์ตามผังก้างปลาตามรูปที่ 3.5 พบว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดภายในที่เหลือสูง เกิดจากใช้เวลาในการถอดประกอบด้วยโบล์ตมากเกินไป ซึ่งสาเหตุหลักเกิดจาก 2 ปัจจัยคือโบล์ตมีจำนวนมากเกินไป และขาดเครื่องมือทุ่นแรงในการถอดประกอบโบล์ต แนวทางในการปรับปรุงต้องใช้หลักการเทคนิคของ SMED ซึ่งหลักการปรับปรุงจำเป็นต้องพิจารณาถึงคำถามดังต่อไปนี้ เพื่อให้เกิดแนวคิดในการปรับปรุง

1. กระบวนการปรับตั้งลูกอัดสามารถปรับปรุงจนปราศจากโบล์ตในระบบได้หรือไม่ ?
2. กระบวนการปรับตั้งลูกอัดสามารถลดจำนวนโบล์ตในระบบได้หรือไม่ ?
3. กระบวนการปรับตั้งลูกอัดสามารถทำอุปกรณ์เป็นชิ้นเดียวโดยไม่มีโบล์ตได้หรือไม่ ?
4. กระบวนการปรับตั้งลูกอัดสามารถปรับปรุงโบล์ตให้สามารถขันได้ง่ายได้หรือไม่ ?

จากคำถามดังกล่าวทำให้เกิดแนวคิดโดยใช้เทคนิค SMED ในการปรับปรุงได้แก่การใช้วิธีอินเตอร์ล็อค (Interlock) คือการทำชิ้นส่วน 2 ชิ้นยึดติดกันโดยไม่มีการใช้ตัวจับยึดใดๆ โดยตัวอย่างวิธีการดำเนินการนี้ได้นำไปประยุกต์ใช้ที่กิจกรรมในกลุ่มที่ 3 คือกลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่ ที่กิจกรรมในกิจกรรมลำดับที่ 3 ซึ่งการประกอบเฟรมลูกอัดเดิมใช้โบล์ตในการประกอบเพื่อสร้างแรงเสียดทานให้เกิดขึ้นในแนวราบเพื่อการต้านแรงดึงจากผ้าสักหลาด ดังนั้นเป้าหมายของการปรับปรุงจึงจำเป็นต้องสร้างแรงเสียดทานในแนวราบดังกล่าวนี้แทนโบล์ต ซึ่งการใช้วิธีอินเตอร์ล็อคนี้เป็นการประยุกต์ทฤษฎีของการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ในเรื่องการใช้ปากกาจับแม่พิมพ์ตามชิ้นงานโดยการออกแบบให้แม่พิมพ์และชิ้นงานสามารถประกอบได้ง่ายและรวดเร็วโดยที่สามารถล็อคกันได้ด้วยตัวของชิ้นงานและแม่พิมพ์เอง (ซึ่งสลักที่

ยึดติดกับเสาโครงสร้างลูกอัดเปรียบเสมือนแม่พิมพ์ที่อยู่กับที่ ส่วนสลักที่เคลื่อนที่เปรียบเสมือนชิ้นงาน) ซึ่งการประยุกต์วิธีการดังกล่าวในการปรับปรุงเป็นแบบอินเตอร์ล็อคตามรูปที่ 4.7 นี้จะทำให้สามารถประกอบได้ง่ายโดยสวมประกอบจากทางด้านบนทางเดียว และไม่ต้องใช้โบล์ตยึดล็อกเนื่องจากแรงต้านจากแรงดึงของผ้าสักหลาด ถูกสร้างโดยสลักที่ถูกยึดกับเสาโครงสร้างลูกอัดที่อยู่กับที่ ผลที่ได้จากการใช้วิธีอินเตอร์ล็อค ทำให้ลดเวลาในการลดเวลาในการประกอบเฟรมลูกอัดได้ 6 นาที จากเดิม 10 นาทีลดลงเหลือ 4 นาที ซึ่งจากวิธีอินเตอร์ล็อคทำให้การปรับตั้งลูกอัดภายในลดลงจาก 198 นาที (จากขั้นตอนที่ 4) เหลือ 192 นาที



รูปที่ 4.7 วิธีการแบบจับยึดชิ้นส่วนระหว่างกันแบบอินเตอร์ล็อค (Interlock)

โดยสรุปหลักการของการจับยึดชิ้นส่วนระหว่างกันแบบอินเตอร์ล็อกที่ได้ดำเนินการใช้งานที่เฟรมลูกอัดนั้น .ใช้วิธีการสวมกัน โดยการออกแบบให้มีลักษณะเป็นซองแบบตัดร่องพอดีกัน ซึ่งสามารถสวมกันได้ โดยที่การปรับปรุงในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดได้นำไปประยุกต์ใช้ที่เฟรมลูกอัด จากรูปที่ 4.7 จะเป็นสลักชิ้นส่วนบนซึ่งสามารถเคลื่อนที่ขึ้นและลงได้ โดยใช้กลไกการทำงานของกระบอกสูบไฮโดรลิคในการยกขึ้นและลง ซึ่งสลักชิ้นส่วนบนที่สามารถเคลื่อนที่ขึ้นและลงได้มีหน้าที่ในการรั้งผ้าสักหลาดให้ตึงระหว่างการผลิต ดังนั้นในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดก่อนการดำเนินงานจะต้องทำการยกสลักชิ้นส่วนบนดังกล่าวขึ้นจากซอง เพื่อให้ผ้าสักหลาดหย่อน เพราะในการปรับตั้งลูกอัดหากผ้าสักหลาดตึงจะเกิดการดีดตัวของลูกอัดอันเนื่องมาจากแรงตึงของผ้าสักหลาด ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน

ทั้งนี้เมื่อปรับตั้งลูกอัดแล้วเสร็จในขั้นตอนการประกอบเฟรมลูกอัดกลับคืนกับซองที่ยึดติดกับเสาโครงสร้างลูกอัด ทำได้โดยการยกสลักชิ้นส่วนบนที่เคลื่อนที่ได้เคลื่อนลงมาสวมกับซองที่ยึดติดกับเสาโครงสร้างลูกอัดดังกล่าว เพื่อทำให้ผ้าสักหลาดกลับมาตึงดังเดิม เพื่อพร้อมสำหรับการเดินผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยที่สลักดังกล่าวจะไม่หลุด เพราะถูกยึดกับสลักที่ติดกับเสาโครงสร้างลูกอัด ซึ่งมีการตัดร่องพอดีกัน ซึ่งลักษณะหน้างานดังกล่าวนี้สามารถดำเนินการได้เนื่องจากไม่มีปัญหาแรงในแนวดิ่งและแรงสั่นสะเทือนสูงซึ่งเป็นข้อควรระวังของการจับยึดชิ้นส่วนระหว่างกันแบบอินเตอร์ล็อก

สำหรับข้อควรระวังและข้อเสียของการจับยึดชิ้นส่วนระหว่างกันแบบอินเตอร์ล็อกนี้ จะไม่เหมาะสำหรับลักษณะหน้างานที่มีแรงสั่นสะเทือนสูง และมีแรงที่มากระทำต่อชิ้นงานในแนวดิ่งสูง เพราะอาจทำให้การจับยึดด้วยวิธีดังกล่าวหลุดออกจากกัน ทั้งนี้เนื่องจากการสวมกันแบบอินเตอร์ล็อกจะใช้ลักษณะโครงสร้างที่มีการตัดร่องพอดีกัน สวมเข้าหากันและจับยึดด้วยโครงสร้างดังกล่าว ดังนั้นเมื่อเทียบกับการยึดล็อกด้วยโบล์ตแล้ว ในกรณีที่มีแรงสั่นสะเทือนสูงและมีแรงที่มากระทำต่อชิ้นงานในแนวดิ่งสูง การใช้โบล์ตจะมีความเหมาะสมมากกว่า การจับยึดแบบอินเตอร์ล็อก

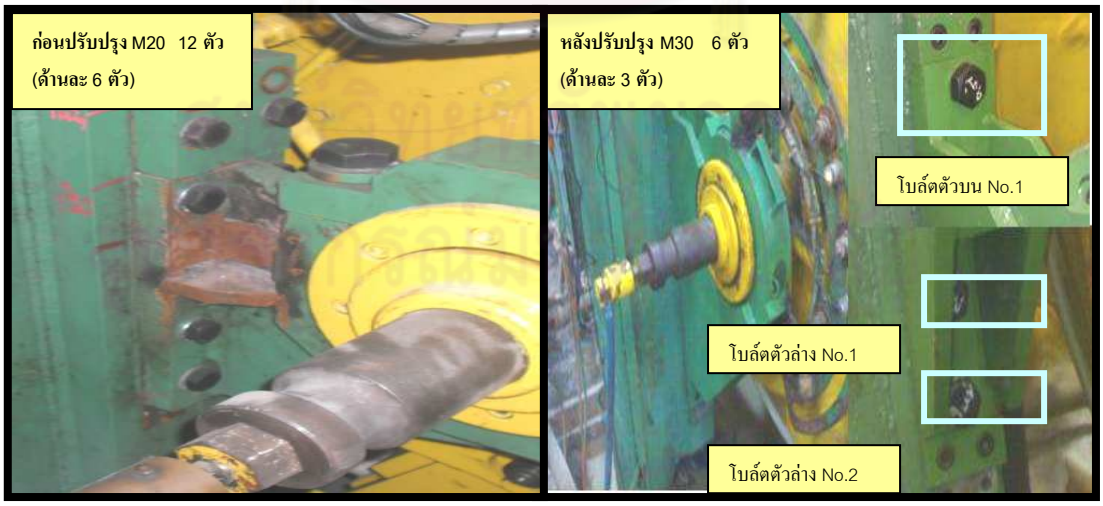
ส่วนการปรับปรุงในการลดจำนวนโบล์ตลูกอัดจากกิจกรรมในกลุ่มที่ 2 คือกลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด ในกิจกรรมลำดับที่ 16 ในการถอดประกอบโบล์ตที่ยึดแท่นลูกอัดจากเดิมก่อนการปรับปรุงในโรงงานตัวอย่างใช้โบล์ตขนาด M20 จำนวน 12 ตัวรวม 2 ฝั่งซ้ายขวา ซึ่งทำให้เสียเวลาในการคลายโบล์ตและขันยึดโบล์ตให้แน่น ซึ่งในระบบลูกอัดจะมีแรงเหวี่ยงในการทำงานสูง จึงไม่สามารถใช้การจับยึดชิ้นส่วนแบบอินเตอร์ล็อกได้

จากปัญหาดังกล่าวจึงใช้วิธีวิเคราะห์ว่ากระบวนการปรับตั้งลูกอัดสามารถที่ทำการลดจำนวน โบล์ตในระบบได้หรือไม่ จึงทำการวิเคราะห์ก่อนการแก้ไขเกี่ยวกับพื้นที่รับแรงของโบล์ตก่อนการปรับปรุง ซึ่งก่อนการปรับปรุงที่โบล์ตขนาด M20 จะมีพื้นที่รับแรงตัวละ 245 ตารางมิลลิเมตร รายละเอียดตามรูปที่ 4.8 ดังนั้นที่โบล์ต 12 ตัวจะมีพื้นที่รับแรงรวมทั้งสิ้นเท่ากับ 2,940 ตารางมิลลิเมตร ซึ่งหลังการปรับปรุงจุดประสงค์หลักจึงทำการลดจำนวนโบล์ตลงเพื่อลดเวลาในการถอดและขันโบล์ตโดยจะต้องพื้นที่รับแรงไม่ต่ำกว่าพื้นที่รับแรงเดิมซึ่งมีพื้นที่ 2,940 ตารางมิลลิเมตร ดังนั้นจากแนวคิดดังกล่าวจึงทำการปรับปรุงโดยลดจำนวนโบล์ตลงตามแนวคิดของเทคนิคไคเซ็นในเรื่องการเปลี่ยนแปลงตัวแปรด้านปริมาณโบล์ตให้มีจำนวนน้อยที่สุดเท่าที่จะดำเนินการได้ จึงทำการทดลองลดจำนวนโบล์ตลงเหลือ 6 ตัว โดยแต่ละด้านจะมีโบล์ต 3 ตัวโดยยึดโบล์ตด้านล่าง 2 ตัวและด้านบน 1 ตัว จากข้อจำกัดในเรื่องการรับแรงเหวี่ยงในลูกอัด รายละเอียดตามรูปที่ 4.9

ขนาดเรียกของเกลียว d = D แถว 1	แถว 2	ระยะพิต P	เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย $d_2 = D_2$	เส้นผ่าศูนย์กลางโคนเกลียว เกลียวนอก d_3	เกลียวใน D_1	ความลึกเกลียว เกลียวนอก h_3	เกลียวใน H_1	รัศมี R	A_2 พ.ท.รับแรง mm^2	รูเจาะสำหรับเกลียวใน ϕ	ใส่เกลียว ละเอียด	ปานกลาง	ความกว้างปากประแจ	ความหนาของน็อต ≈ 0,8 · d
M 1		0,25	0,838	0,693	0,729	0,153	0,135	0,036	0,46	0,75	1,1	1,2	—	0,8
	M 1,1	0,25	0,938	0,793	0,829	0,153	0,135	0,036	0,59	0,85	1,2	1,3	—	0,9
M 1,2		0,25	1,038	0,893	0,929	0,153	0,135	0,036	0,73	0,95	1,3	1,4	—	1
	M 1,4	0,3	1,205	1,032	1,075	0,184	0,162	0,043	0,98	1,1	1,5	1,6	—	1,2
M 1,6		0,35	1,373	1,171	1,221	0,215	0,189	0,051	1,27	1,3	1,7	1,8	3,2	1,3
	M 1,8	0,35	1,573	1,371	1,421	0,215	0,189	0,051	1,70	1,5	1,9	2	3,2	1,4
M 2		0,4	1,740	1,509	1,567	0,245	0,217	0,058	2,07	1,6	2,1	2,4	4	1,6
	M 2,2	0,45	1,908	1,648	1,713	0,276	0,244	0,065	2,48	1,8	2,4	2,6	4,5	1,8
M 2,5		0,45	2,208	1,948	2,013	0,276	0,244	0,065	3,39	2,1	2,7	2,9	5	2
M 3		0,5	2,675	2,387	2,459	0,307	0,271	0,072	5,03	2,5	3,2	3,4	5,5	2,4
	M 3,5	0,6	3,110	2,764	2,850	0,368	0,325	0,087	6,77	2,9	3,7	3,9	6	2,8
M 4		0,7	3,545	3,141	3,242	0,429	0,379	0,101	8,78	3,3	4,3	4,5	7	3,2
M 5		0,8	4,480	4,019	4,134	0,491	0,433	0,115	14,2	4,2	5,3	5,5	8	4
M 6		1	5,350	4,773	4,917	0,613	0,541	0,144	20,1	5,0	6,4	6,6	10	5
M 8		1,25	7,188	6,466	6,647	0,767	0,677	0,180	36,6	6,8	8,4	9	13	6,5
M 10		1,5	9,026	8,160	8,376	0,920	0,812	0,217	58,0	8,5	10,5	11	17	8
M 12		1,75	10,863	9,853	10,106	1,074	0,947	0,253	84,3	10,2	13	14	19	9,5
	M 14	2	12,701	11,546	11,835	1,227	1,083	0,289	115	12	15	16	22	11
M 16		2	14,701	13,546	13,835	1,227	1,083	0,289	157	14	17	18	24	13
	M 18	2,5	16,376	14,933	15,294	1,534	1,353	0,361	192	15,5	19	20	27	15
M 20		2,5	18,376	16,933	17,294	1,534	1,353	0,361	245	17,5	21	22	30	16
	M 22	2,5	20,376	18,933	19,294	1,534	1,353	0,361	303	19,5	23	24	32	17
M 24		3	22,051	20,319	20,752	1,840	1,624	0,433	353	21	25	26	36	18
	M 27	3	25,051	23,319	23,752	1,840	1,624	0,433	459	24	28	30	41	20
M 30		3,5	27,727	25,706	26,211	2,147	1,894	0,505	561	26,5	31	33	46	22
M 36		4	33,402	31,093	31,670	2,454	2,165	0,577	817	32	37	39	55	28
M 42		4,5	39,077	36,479	37,129	2,760	2,436	0,650	1121	37,5	43	45	65	32

รูปที่ 4.8 ตารางเกลียวเมตริกที่แสดงพื้นที่รับแรงของโบล์ตที่ขนาดต่างๆ

(บรรเลง ศรนิลและประเสริฐ ก๊วยสมบูรณ์ , 2524)



รูปที่ 4.9 การทดลองการลดจำนวนโบล์ตลงเหลือ 6 ตัว โดยแต่ละด้านจะมีโบล์ต 3 ตัว โดยยึดโบล์ตด้านล่าง 2 ตัวและด้านบน 1 ตัว เพื่อรับแรงเหวี่ยงในลูกอัด

จากการลดจำนวนโบล์ตดังกล่าวผลที่เกิดได้ ที่โบล์ตขนาด M20 จะมีพื้นที่รับแรงตัวละ 245 ตารางมิลลิเมตรซึ่งจากการทดลองเหลือ 6 ตัวจะมีพื้นที่รับแรงเพียง 1,470 ตารางมิลลิเมตร ซึ่งน้อยกว่าพื้นที่ต่ำสุดในการรับแรงที่ 2,940 ตารางมิลลิเมตร ดังนั้นตัวแปรอีกตัวที่สามารถทำการปรับเปลี่ยนได้เมื่อลดจำนวนโบล์ตลง คือทำการเพิ่มขนาดพื้นที่ของโบล์ตแต่ละตัวให้เพิ่มขึ้น

ในขั้นตอนแรกได้มีการคำนวณที่ขนาดโบล์ตเป็น M24 ตามรูปที่ 4.8 จะมีพื้นที่รับแรงตัวละ 459 ตารางมิลลิเมตร ซึ่งเมื่อรวมโบล์ต 6 ตัวจะมีพื้นที่รับแรงทั้งสิ้น 2,754 ตารางมิลลิเมตร โดยเมื่อเทียบกับพื้นที่ต่ำสุดในการรับแรงที่ 2,940 ตารางมิลลิเมตร จะเห็นได้ว่าขนาดโบล์ต M24 นั้นไม่เพียงพอ

ในขั้นที่สองได้มีการคำนวณเพิ่มเติมที่ขนาดโบล์ตเป็น M30 ตามรูปที่ 4.8 จะมีพื้นที่รับแรงตัวละ 561 ตารางมิลลิเมตร ซึ่งเมื่อรวมโบล์ต 6 ตัวจะมีพื้นที่รับแรงทั้งสิ้น 3,336 ตารางมิลลิเมตร โดยเมื่อเทียบกับพื้นที่ต่ำสุดในการรับแรงที่ 2,940 ตารางมิลลิเมตร จะเห็นได้ว่าขนาดโบล์ต M30 นั้นเพียงพอที่จะสามารถรับแรงที่ลูกอัดขนาดดังกล่าวได้ ดังนั้นจึงปรับปรุงลดจำนวนโบล์ตลูกอัดลงจาก M20 จำนวน 12 ตัว เป็นโบล์ตขนาด M30 จำนวน 6 ตัว โดยทั้งนี้ได้มีการรับรองความปลอดภัยโดยวิศวกรซ่อมบำรุงและวิศวกรผลิตของโรงงานจากการปรับปรุงดังกล่าวตามรูปที่ 4.10 ซึ่งผลที่ได้สามารถช่วยลดเวลาในการถอดและขันโบล์ตด้วยปะแจแหวนได้ 5 นาที จาก 30 นาทีลดเหลือ 25 นาที ซึ่งจากวิธีลดจำนวน โบล์ตดังกล่าวทำให้เวลาการปรับตั้งลูกอัดภายในลดลงจาก 192 นาที (จากวิธีอินเตอร์ล็อค) เหลือ 187 นาที

สำหรับขั้นตอนการทำงานใน การขันโบล์ตขนาด M20 ก่อนการปรับปรุง พนักงานจะใช้ปะแจแหวนในการขันโบล์ตจำนวน 12 ตัว โดยการขันโบล์ตแต่ละตัวจะใช้เวลาในการขันโบล์ตโดยเฉลี่ยตัวละ 153 วินาทีต่อตัวในการถอดประกอบโบล์ต ทั้งนี้เนื่องจากโบล์ตมีขนาดเล็ก ดังนั้นแรงบิดที่ใช้ในการขันโบล์ตจึงไม่สูงมาก โดยใช้แรงบิดในการขันโบล์ต M20 แต่ละตัวประมาณ 266 ft-lbs จึงทำการถอดได้โดยใช้เวลาต่อตัวไม่สูงมาก

ภายหลังการปรับปรุงได้ทำการออกแบบ โดยลดจำนวนโบล์ตจากจำนวน 12 ตัวลดเหลือโบล์ต 6 ตัว แต่ปรับเปลี่ยนขนาดโบล์ตให้มีขนาดใหญ่ขึ้นจาก M20 เปลี่ยนเป็น M30 เพื่อให้มีพื้นที่ในการรับแรงไม่น้อยกว่าเดิมจากที่ได้คำนวณไว้ ซึ่งจากลักษณะการจัดวางโบล์ตตามรูปที่ 4.9 ในแต่ละด้านจะมีโบล์ต 3 ตัว โดยยึดโบล์ตด้านล่าง 2 ตัวและด้านบน 1 ตัว เพื่อรับแรงเหวี่ยงในลูกอัด ทั้งนี้เมื่อพิจารณาจับเวลาการถอดประกอบโบล์ต 6 ตัวดังกล่าวพบว่าเวลาในการถอดประกอบโบล์ตในแต่ละตัวไม่เท่ากัน โดยที่โบล์ตด้านบนสุด จะใช้เวลาในการถอดประกอบโดยเฉลี่ยตัวละ 184 วินาที เนื่องจากโบล์ตมีขนาดใหญ่ขึ้นดังนั้นแรงบิดที่ใช้ในการขันโบล์ตจึงสูงขึ้นทำให้ต้องใช้เวลาในการถอดประกอบโบล์ตเพิ่มขึ้น โดยพบว่าแรงบิดในการขันโบล์ตขนาด M30 แต่ละตัวประมาณ 753 ft-lbs และ ผลกระทบอีกประการหนึ่งที่โบล์ตตัวล่างจากรูปที่ 4.9 จะพบว่ามีปีก

ของแท่นลูกปืนตุ๊กตา กีดขวางในการขันโบล์ตด้วยปะแจแหวน ดังนั้นในการขันโบล์ตจึงใช้เวลาในการขันโบล์ตเพิ่มขึ้นเนื่องจากการขันโบล์ตในแต่ละรอบไม่สะดวก โดยเฉลี่ยตัวละ 286 วินาที

บริษัท กระเบื้องกระดาษไทย จำกัด
โรงงานท่าหลวง

บันทึกภายใน

วันที่ ...24 กันยายน 2553.....

เรียน ผู้จัดการแผนกซ่อมบำรุง

จาก วิศวกรซ่อมบำรุง / วิศวกรผลิต

เรื่อง การปรับปรุงขนาดและจำนวนสกรูในการปรับตั้งลูกอัดเครื่อง HS.

ตามที่ข้าพเจ้า นายไกสินทร์ เจริญวรเกียรติ ตำแหน่ง วิศวกรซ่อมบำรุง สังกัด ส่วนซ่อมบำรุง และ นายวรงค์กร ถาวรประเสริฐ ตำแหน่ง วิศวกรผลิต สังกัด ส่วนผลิต ประจำโรงงาน ท่าหลวง ที่ได้รับมอบหมายในการดำเนินการตามนโยบายโรงงานในการลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร กรณีในการปรับตั้งลูกอัด โดยได้ทำการออกแบบแท่นรับลูกอัดใหม่ จาก สกรูขนาด M 20 จำนวน 12 ตัว เปลี่ยนเป็น สกรูขนาด M 30 จำนวน 6 ตัว ที่ได้ดำเนินการปรับปรุง ตั้งแต่วันที่ 9 กันยายน 2553 ที่ผ่านมา

ทั้งนี้ ข้าพเจ้า นายไกสินทร์ เจริญวรเกียรติ และ นายวรงค์กร ถาวรประเสริฐ จึงขอรับรองในการดำเนินการดังกล่าวว่ามีความปลอดภัยตามหลักในการออกแบบวิศวกรจริง และขอรับรองการดำเนินการมา ณ ที่นี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ลงชื่อวิศวกรซ่อมบำรุง	ลงชื่อวิศวกรผลิต	ลงชื่อผู้อนุมัติ (ผู้จัดแผนกซ่อมบำรุง)
(ไกสินทร์ เจริญวรเกียรติ) 24 / 09 / 53	(วรงค์กร ถาวรประเสริฐ) 24 / 09 / 53	(ฐิติ แซ่แต้) 29 / 09 / 53

สำเนาเรียน : ผร.ทล. ผจส.ผลิต1 ผจส.ผลิต2 ผจส.ซบ.
ผจผ.ผลิต1 ผจผ.ผลิต2 ผจผ.ผลิต3 ผจผ.ผลิต4
ผจผ.ซบ.

รูปที่ 4.10 เอกสารรับรองความปลอดภัยโดยวิศวกรซ่อมบำรุงและวิศวกรผลิตของโรงงาน

ทั้งนี้สำหรับการเวลาในการขันโบล์ตก่อนการปรับปรุงที่ขนาด M20 จำนวน 12 ตัว และ M30 จำนวน 6 ตัว สามารถบันทึกเวลาการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ตามตารางที่ 4.5 โดยเก็บข้อมูล 5 ครั้งในแต่ละขั้นตอนเพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยและบันทึกผล ซึ่งจะพบว่าเวลาในการขันโบล์ตด้วยโบล์ตขนาด M20 จำนวน 12 ตัว ใช้เวลาประมาณ 30 นาที และ M30 ใช้เวลาประมาณ 25 นาที ซึ่งต่างกันเพียง 5 นาที ทั้งนี้สาเหตุเนื่องมาจากลักษณะการจัดวางของโบล์ต เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 4.9 จะพบว่ามีปีกของแท่นลูกปืนตุ๊กตากีดขวางในการขันโบล์ตด้วย ปะแจแหวน ดังนั้นในการขันโบล์ตจึงใช้เวลาในการขันโบล์ตเพิ่มขึ้น โดยเฉลี่ยตัวละ 286 วินาทีต่อการขันโบล์ตแต่ละตัวซึ่งเมื่อเทียบกับโบล์ต M20 แล้วจะไม่พบปัญหาดังกล่าวเนื่องจากการจัดวางตำแหน่งโบล์ตนั้น

อยู่ปีกด้านนอกของแท่นลูกปืนตุ๊กตาซึ่งไม่กีดขวางต่อการใช้ปะแจแหวนในการทำงาน ทั้งนี้ในการอภิปรายผลการดำเนินการในขั้นตอนการลดจำนวนโบล์ต M20 จำนวน 12 ตัว เหลือจำนวนโบล์ต M30 จำนวน 6 ตัว นั้นผลลัพธ์ที่ได้ยังไม่เหมาะสมและคุ้มค่าเพียงพอจากการดำเนินงาน เนื่องจากเวลาที่ลดได้ น้อยกว่าที่ควรจะเป็น ซึ่งทั้งนี้ในการดำเนินงานดังกล่าว ควรจะต้องปรับปรุงแท่นรับลูกอัดตัวล่างให้มีพื้นที่มากขึ้นเพื่อให้การยึดโบล์ต พ้นระยะจากปีกของแท่นลูกปืนตุ๊กตาซึ่งจะช่วยให้การขันด้วยปะแจแหวนสะดวกยิ่งขึ้น โดยทั้งนี้ในการปรับปรุงข้างต้นจะต้องมีการออกแบบเสาโครงสร้างลูกอัดใหม่ เนื่องจากพื้นที่ยึดโบล์ตด้านล่างในขณะนี้มีพื้นที่น้อยเกินไป ซึ่งจากการพิจารณาจากปัญหาดังกล่าวโดยคณะทำงานแล้วเห็นว่าไม่คุ้มค่าที่จะดำเนินการออกแบบเสาโครงสร้างลูกอัดใหม่ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูง จึงได้พิจารณาถึงแนวทางอื่นๆ ที่เป็นไปได้ในการดำเนินการลดเวลาการปรับตั้งลูกอัด

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบเวลาในการทำงานของการขันโบล์ตขนาด M20 จำนวน 12 ตัว และ โบล์ตขนาด M30 จำนวน 6 ตัว

การขันโบล์ตขนาด M20 จำนวน 12 ตัว 5 Replicate				การขันโบล์ตขนาด M30 จำนวน 6 ตัว 5 Replicate			
No	Sym	Description	Time (s) Average	No	Sym	Description	Time(s) Average
1.	O	ขันโบล์ตด้านซ้ายตัวที่ 1	154	1.	O	ขันโบล์ตด้านซ้ายบนตัวที่ 1	183
2.	O	ขันโบล์ตด้านซ้ายตัวที่ 2	156	2.	O	ขันโบล์ตด้านขวาบนตัวที่ 1	185
3.	O	ขันโบล์ตด้านซ้ายตัวที่ 3	154	3.	O	ขันโบล์ตด้านซ้ายล่างตัวที่ 1	288
4.	O	ขันโบล์ตด้านขวาตัวที่ 1	153	4.	O	ขันโบล์ตด้านขวาล่างตัวที่ 1	285
5.	O	ขันโบล์ตด้านขวาตัวที่ 2	157	5.	O	ขันโบล์ตด้านซ้ายล่างตัวที่ 2	287
6.	O	ขันโบล์ตด้านขวาตัวที่ 3	152	6.	O	ขันโบล์ตด้านขวาล่างตัวที่ 2	284
7.	O	ขันโบล์ตด้านซ้ายตัวที่ 4	153				
8.	O	ขันโบล์ตด้านซ้ายตัวที่ 5	152				
9.	O	ขันโบล์ตด้านซ้ายตัวที่ 6	150				
10.	O	ขันโบล์ตด้านขวาตัวที่ 4	149				
11.	O	ขันโบล์ตด้านขวาตัวที่ 5	152				
12.	O	ขันโบล์ตด้านขวาตัวที่ 6	154				
Total Average / SD			153 / 2.25	Total Average / SD			252/1.83
รวมเวลา (การขันโบล์ต M20 x 12 ตัว)			1,836	รวมเวลา (การขันโบล์ต M30x6 ตัว)			1,512
รวมเวลาประมาณ (นาที)			30	รวมเวลาประมาณ (นาที)			25

ในส่วนของอุปกรณ์ในการขันโบล์ตให้ง่ายขึ้นได้มีการปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ทุ่นแรงในการขันโบล์ตจากเดิมใช้ปะแจแหวนในการถอดประกอบโบล์ตเปลี่ยนเป็นบล็อคลมเพื่อช่วยในการถอดประกอบโบล์ตให้รวดเร็วยิ่งขึ้นตามรูปที่ 4.11 โดยใช้บล็อกลมยี่ห้อ Kobe ที่มี specification ดังนี้

Impact Wrench ขนาดหัว 3/4 นิ้ว , Model IW 750 , torque 500 ft-lbs , air pressure 6.3 bar , air consumption 270 l/min , bolt capacity 30 mm , overall length 245 mm , free speed 4,200 rpm , weight 5 kg , noise level 83 dBA , vibration 0.449 m/s โดยมีราคาประมาณ 10,000 บาท

โดยใช้งานกับโบล์ตขนาด M30 จำนวน 6 ตัวที่ได้ปรับปรุงจากขั้นตอนที่ผ่านมา ซึ่งจากวิธีการเปลี่ยนเครื่องมือทุ่นแรงดังกล่าวช่วยลดเวลาได้ 8 นาที จาก 25 นาทีลดลงเหลือ 17 นาที ซึ่งจากวิธีการดังกล่าว ทำให้เวลาในการปรับตั้งลูกอัดลดลงจาก 187 นาที (จากวิธีลดจำนวนโบล์ต) เหลือ 179 นาที

รูปที่ 4.11 เครื่องมือและอุปกรณ์บล็อกลมที่ใช้ในโรงงานตัวอย่าง

ทั้งนี้ในการใช้เครื่องมือปะแจ และบล็อกลม ในการขันโบล์ตขนาด M30 จำนวน 6 ตัว พบว่า ในการดำเนินงานขันโบล์ตด้วยบล็อกลมนั้น โบล์ตขนาด M30 จะใช้แรงบิดในการคลายตัวโบล์ตที่แรงบิดหน้างานประมาณ 753 ft-lbs ดังนั้นการใช้บล็อกลมจาก specification ดังกล่าวจะมีแรงบิดอยู่ที่ 500 ft-lbs ทำให้ในการขันโบล์ต M30 ในแต่ละตัวไม่สามารถใช้บล็อกลมได้ทันทีจะต้องมีการขันให้โบล์ตคลายตัวก่อนเพื่อลดแรงบิดจากโบล์ตลง จากนั้นถึงดำเนินการใช้บล็อกลมในการขันโบล์ต M30 และจากปัญหาดังกล่าวถึงแม้ว่าจะเพิ่มขนาดบล็อกลมให้ใหญ่ขึ้นเพื่อให้มีแรงบิดสูงขึ้น แต่ผลกระทบที่ตามมาคือเรื่องน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นตามมา โดยมีน้ำหนักประมาณ 10 กิโลกรัม ทำให้ไม่สะดวกต่อผู้ปฏิบัติงานในการเคลื่อนย้ายและทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการยกบล็อกลมไปใช้งานในการถอดประกอบโบล์ต ส่วนปัญหาอีกประการหนึ่งจากการใช้บล็อกลมคือ

การขันโบล์ตด้านล่างทั้ง 4 ตัว ทั้งนี้สาเหตุเนื่องมาจากลักษณะการจัดวางของโบล์ตเมื่อพิจารณาจากรูปที่ 4.9 จะพบว่ามีปีกของแท่นลูกปืนตุ๊กตากีดขวางในการขันโบล์ตด้วยบล็อกลม ดังนั้นในการขันโบล์ตด้วยบล็อกลมจึงจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนหัวบล็อกลมที่มีขนาดเล็กสวมเข้ากับหัวขนาด 3 / 4 นิ้วของบล็อกลมในการขันโบล์ต เพื่อให้สามารถเข้าไปขันโบล์ตดังกล่าวได้ ทำให้เกิดเวลาในการเปลี่ยนโบล์ตด้านล่างในแต่ละตัวเพิ่มขึ้น ซึ่งขั้นตอนของการขันโบล์ต M30 จำนวน 6 ตัว ด้วยการใช้ปะแจแหวน และ การใช้บล็อกลมสามารถแสดงตามตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบเวลาในการทำงานของการขันโบล์ตด้วยปะแจแหวน และ การขันโบล์ตด้วยบล็อกลม

การทำงานของการขันโบล์ตด้วยปะแจแหวน 5 Replicate				การทำงานของการขันโบล์ตด้วยบล็อกลม 5 Replicate			
No	Sym	Description	Time (s) Average	No	Sym	Description	Time(s) Average
1.	O	ขันโบล์ตด้านซ้ายบนตัวที่ 1	183	1.	O	คลายโบล์ตจำนวน 6 ตัว ก่อนการใช้บล็อกลม	408
2.	O	ขันโบล์ตด้านขวาบนตัวที่ 1	185	2.	O	ขันโบล์ตด้านซ้ายบนตัวที่ 1	64
3.	O	ขันโบล์ตด้านซ้ายล่างตัวที่ 1	288	3.	O	ขันโบล์ตด้านขวาบนตัวที่ 1	67
4.	O	ขันโบล์ตด้านขวาล่างตัวที่ 1	285	4.	O	ขันโบล์ตด้านซ้ายล่างตัวที่ 1	122
5.	O	ขันโบล์ตด้านซ้ายล่างตัวที่ 2	287	5.	O	ขันโบล์ตด้านขวาล่างตัวที่ 1	121
6.	O	ขันโบล์ตด้านขวาล่างตัวที่ 2	284	6.	O	ขันโบล์ตด้านซ้ายล่างตัวที่ 2	117
				7.	O	ขันโบล์ตด้านขวาล่างตัวที่ 2	124
Total Average / SD			252/1.83	Total Average / SD			146 /2.9
รวมเวลา (การขันโบล์ต M30x6 ตัว)			1,512	รวมเวลา (การขันโบล์ต M30x6 ตัว)			1,023
รวมเวลาประมาณ (นาที)			25	รวมเวลาประมาณ (นาที)			17

สรุปการปรับปรุงหลังจากการปรับปรุงจากการใช้โบล์ตขนาด M20 จำนวน 12 ตัว เป็น M30 จำนวน 6 ตัว พบว่าเวลาในการขันโบล์ตด้วยปะแจแหวน ลดลงจาก 30 นาทีเป็น 25 นาที ต่อการปรับตั้งลูกอัดต่อครั้ง และเมื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ในการขันโบล์ต จำนวน 6 ตัว จากปะแจแหวนเป็นบล็อกลมสามารถลดเวลาในการขันโบล์ต ลดลงจาก 25 นาที เป็น 17 นาที ต่อการปรับตั้งลูกอัดต่อครั้ง ซึ่งผลจากการดำเนินการข้างต้นจะพบว่าการลดจำนวนโบล์ตลง จะลดเวลาในการทำงานได้เพียง 5 นาทีเท่านั้น และพบปัญหาดังกล่าวข้างต้นซึ่งทำให้เวลาในภาพรวมลดลงได้ไม่ดีเท่าที่ควรและเกิดผลเสียขึ้นจากการทำงาน ซึ่งในการดำเนินงานหากปรับปรุงเฉพาะอุปกรณ์ในการ

กวดขันจากปะแจแหวนเป็นบล็อกลมผลที่ได้ในการทำงานคาดว่าเวลาจะลดได้มากกว่าที่ได้ดำเนินการ

ในกิจกรรมการประกอบท่อซึ่งในปัจจุบันโรงงานตัวอย่างใช้ข้อต่อแบบหน้าแปลน ที่ท่อปั๊มแวคคั่ม (Vacumn Pump) และท่อปั๊มน้ำล้น (Pump Over Flow) ซึ่งที่มาของการปรับปรุงเกิดจากในระบบท่อดังกล่าวจะต้องมีการถอดประกอบท่อทุกครั้งที่มีการปรับตั้งเครื่องจักร ซึ่งเมื่อพิจารณาจากสภาพดังกล่าวซึ่งใช้ข้อต่อแบบหน้าแปลนซึ่งการถอดและประกอบท่อหน้าแปลนแต่ละครั้งจะเสียเวลาในการถอดประกอบมากรวมถึงกิจกรรมการปรับตั้งเครื่องจักรก็มีความถี่สูง ทำให้เกิดแนวคิดในการดำเนินการปรับปรุงตามเทคนิคไคเซ็นจึงได้มีการประยุกต์ใช้เทคนิคการไคเซ็นในเรื่องการเปลี่ยนแปลงตัวแปรด้านกายภาพ โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ของข้อต่อแบบต่างๆ เพื่อนำมาใช้งาน ทั้งนี้เพื่อหาความเหมาะสม จึงได้พิจารณาการกำจัดโบล์ตที่ใช้ประกอบหน้าแปลนเนื่องจากแรงที่กระทำกับท่อไม่ได้มีสูงมาก โดยได้พิจาณาถึงข้อต่อแบบต่างๆที่เป็นไปได้ อาทิ ข้อต่อแบบเกลียว และข้อต่อแบบสวมเร็ว ซึ่งมีใช้งานอยู่ในโรงงานตัวอย่าง แต่เนื่องจากข้อต่อแบบเกลียวไม่เหมาะสำหรับการใช้งานเนื่องจากปัญหาเศษผลิตภัณฑ์ติดที่เกลียวข้อต่อ ทำให้เกิดการถอดประกอบยากขึ้นกว่าเดิม จึงได้พิจารณาข้อต่อแบบสวมเร็วซึ่งไม่มีโบล์ตในการถอดประกอบ โดยจุดประสงค์ของการใช้โบล์ตประกอบหน้าแปลนเพียงเพื่อต้องการให้ท่อสองท่อยึดติดกันเท่านั้น ดังนั้นการลดเวลาในการถอดประกอบท่อซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเวลาในการปรับตั้งลูกอัดโดยใช้เทคนิค SMED จึงได้มีการประยุกต์ใช้วิธีวันโมชั่น (One-Motion Method) ซึ่งเป็นทฤษฎีของการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ในเรื่องการใช้ปากกาจับแม่พิมพ์ตามชิ้นงาน โดยวิธีของวันโมชั่นคือการประกอบชิ้นงานและแม่พิมพ์หรือในที่นี้คือการประกอบท่อ 2 ท่อเข้าด้วยกัน (ซึ่งท่อที่อยู่ติดกับปั๊มเปรียบเสมือนแม่พิมพ์ที่อยู่กับที่ ส่วนท่อที่เคลื่อนที่เปรียบเสมือนชิ้นงาน) โดยการหมุนหรือเคลื่อนที่เพียงครั้งเดียวโดยการประกอบท่อด้วยข้อต่อแบบสวมเร็ว (ควิกคัปปิ้ง) เพื่อทำการล็อก แทนที่แบบหน้าแปลนตามรูปที่ 4.12

รูปที่ 4.12 การใช้ข้อต่อแบบหน้าแปลน และแบบสวมเร็ว (ควิกคัปปิ้ง) ในโรงงานตัวอย่าง

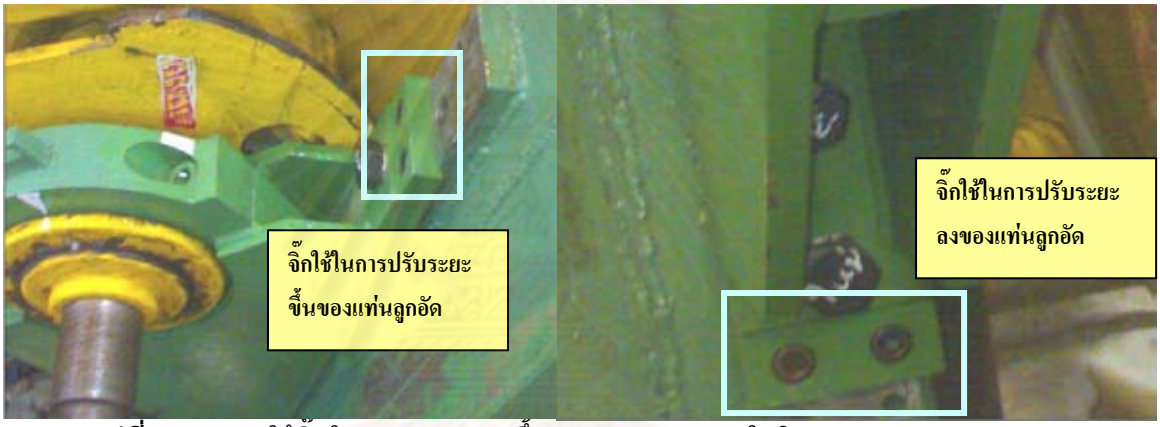
ซึ่งการประยุกต์ใช้ในหลักการดังกล่าวได้นำไปใช้กิจกรรมในกลุ่มที่ 1 คือกลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด ในกิจกรรมลำดับที่ 6 และ 8 ซึ่งเป็นการถอดท่อปั๊มน้ำล้น (Pump Over Flow) และท่อปั๊มแวคคั่ม (Vacumn Pump) และนำไปประยุกต์ในกลุ่มที่ 3 คือกลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่ในกิจกรรมลำดับที่ 4 ในการประกอบท่อผลที่ได้สามารถช่วยลดเวลาในการถอดประกอบท่อได้ 7 นาทีจากเดิม 20 นาทีลดลงเหลือ 13 นาที ซึ่งจากวิธีวันโมชั่นเวลาการปรับตั้งลูกอัดภายในลดลงจาก 179 นาทีเหลือ 172 นาที

อย่างไรก็ดีจากการใช้วิธีข้อต่อสวมเร็วหรือควิกคัปปิ้งดังกล่าว ทำให้เกิดผลกระทบซึ่งทำให้เกิดขั้นตอนย่อยในการประกอบท่อเพิ่มขึ้น 2 ขั้นตอนย่อย จากตารางที่ 4.7 ได้แก่การล้างทำความสะอาด ควิกคัปปิ้ง และ เปลี่ยนซีลที่ฟีเมลควิกคัปปิ้ง จึงทำให้เวลาที่ลดลงได้เพียง 426 วินาที จาก 1,207 วินาทีลดลงเหลือ 781 วินาที หรือลดลงประมาณ 7 นาที ซึ่งน้อยกว่าที่ควรจะเป็น โดยทั้งนี้เกิดจากข้อเสียของการใช้ควิกคัปปิ้งซึ่งมีข้อควรระวังอยู่ 2 จุด คือ ที่ชุดคานโยกของควิกคัปปิ้งหากใช้งานในหน้างานที่มีสิ่งสกปรกหรือมีเศษผลิตภัณฑ์สูงจะเกิดความฝืดในการใช้งานและโยกคานล็อกได้ยาก เนื่องจากสิ่งสกปรกหรือเศษผลิตภัณฑ์เข้าไปอุดตันที่จุดหมุน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องดูแลในจุดนี้ให้มีความสะอาดสม่ำเสมอ และอีกจุดที่ควรระวังคือที่ชุดซีลของฟีเมลควิกคัปปิ้งซึ่งจะบวมน้ำได้ง่าย และจำเป็นที่ต้องมีการเปลี่ยนทุกครั้งเมื่อมีการถอดประกอบ ซึ่งหากไม่ดำเนินการถอดเปลี่ยน จะเกิดการรั่วซึมขึ้นระหว่างการใช้งาน

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบเวลาในการทำงานของข้อต่อแบบหน้าแปลนและข้อต่อแบบสวมเร็ว

การทำงานของข้อต่อแบบหน้าแปลน 5 Replicate				การทำงานของข้อต่อแบบสวมเร็ว 5 Replicate			
No	Sym	Description	Time (s) Average	No	Sym	Description	Time(s) Average
1.	O	ถอดโบล์ตยึดหน้าแปลน 4ตัว ออกจากปั๊ม Over Flow	256	1.	O	ถอดควิกคัปปิ้งออกจากปั๊ม Over Flow	64
2.	O	ถอดโบล์ตยึดหน้าแปลน 6ตัว ออกจากปั๊ม Vacumn	355	2.	O	ถอดควิกคัปปิ้งออกจากปั๊ม Vacumn	70
3.	O	ประกอบโบล์ตยึดหน้าแปลน 4 ตัว ที่ปั๊ม Over Flow	247	3.	O	ล้างทำความสะอาดข้อต่อและจุดหมุนของควิกคัปปิ้ง	295
4.	O	ประกอบโบล์ตยึดหน้าแปลน 6 ตัว ที่ปั๊ม Vacumn	349	4.	O	เปลี่ยนซีลที่ชุดฟีเมลควิกคัปปิ้ง	213
				5.	O	ประกอบท่อปั๊ม Over Flow	67
				6.	O	ประกอบท่อปั๊ม Vacumn	72
รวมเวลา (การใช้ข้อต่อหน้าแปลน)			1,207	รวมเวลา (การใช้ข้อต่อสวมเร็ว)			781
รวมเวลาประมาณ (นาที)			20	รวมเวลาประมาณ (นาที)			13

ในการลดเวลาปรับตั้งลูกอัดภายในอีกวิธีการหนึ่ง ที่กิจกรรมในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดสามารถดำเนินการได้คือการใช้อุปกรณ์ประเภท จิ๊กและฟิกซ์เจอร์ ในกลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัดในกิจกรรมลำดับที่ 18 ตามรูปที่ 4.13 ซึ่งเป็นกิจกรรมตรวจสอบระยะตามแผนผลิต สืบเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์ในโรงงานมีความยาวหลายขนาด ซึ่งความยาวเกิดจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกอัดที่เปลี่ยนเข้าไป ดังนั้นเมื่อมีการปรับตั้งลูกอัดที่มีขนาดหลากหลาย แท่นรับลูกอัดจะต้องมีการปรับขึ้น หรือ ลง ตามขนาดลูกอัดนั้น จึงจำเป็นต้องทำการติดตั้ง จิ๊ก 2 ตัว ซึ่งอยู่ด้านบนและล่างของแท่นลูกอัด ทั้งนี้เพื่อความรวดเร็วในการปรับแท่นขึ้นลงตามขนาดลูกอัด ซึ่งผลที่ได้สามารถลดเวลาในการตรวจสอบระยะลงได้ 7 นาที จากเดิม 9 นาทีลดลงเหลือ 2 นาที โดยสรุปจากวิธีการใช้จิ๊ก ดังกล่าวทำให้เวลาการปรับตั้งลูกอัดภายในลดลงจาก 172 นาที (จากวิธีวันโมชั่น) ลดลงเหลือ 165 นาที



รูปที่ 4.13 การใช้จิ๊กในการปรับระยะขึ้นลงของแท่นลูกอัดในโรงงานตัวอย่าง

ซึ่งจากการพิจารณาในขั้นตอนที่ 5 ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปเป็นวิธีการที่ดำเนินได้ดังต่อไปนี้

1.การใช้วิธีอินเตอร์ล็อก (Interlock Method) ในกิจกรรมประกอบเฟรมลูกอัดที่มีขนาดใหญ่สามารถลดเวลาการปรับตั้งภายในลงได้ 6 นาที

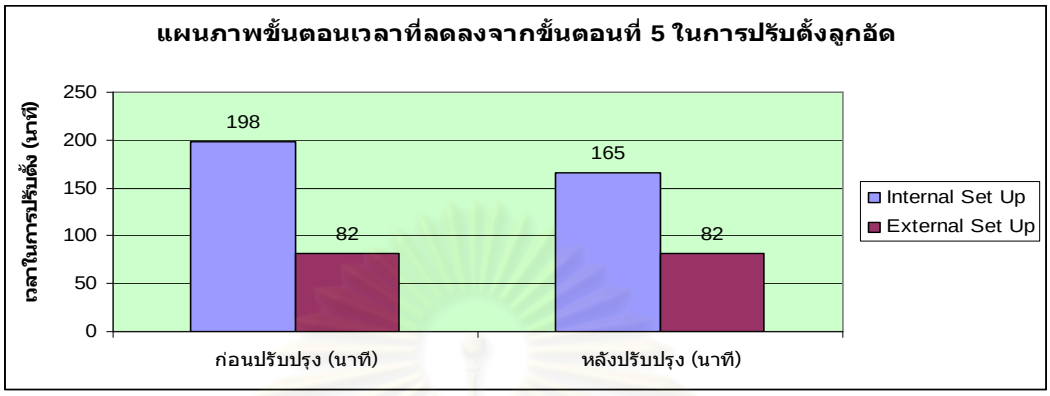
2.การใช้วิธีการลดจำนวนโบล์ต ในกิจกรรมถอดประกอบโบล์ตที่ยึดแท่นลูกอัดทั้ง 2 ข้าง สามารถลดเวลาการปรับตั้งภายในลงได้ 5 นาที

3.การใช้วิธีเปลี่ยนเครื่องมือทุ่นแรงจากปะแจแหวนเป็นบล็อกลม ในกิจกรรมถอดประกอบโบล์ตที่ยึดแท่นลูกอัดทั้ง 2 ข้างสามารถลดเวลาการปรับตั้งภายในลงได้ 8 นาที

4.การใช้วิธีวันโมชั่น (One-Motion Method) ในกิจกรรมถอดประกอบท่อต่างๆในระบบสามารถลดเวลาการปรับตั้งภายในลงได้ 7 นาที

5.การใช้ จิ๊กและฟิกซ์เจอร์ ในกิจกรรมการตรวจสอบระยะที่แท่นรับลูกอัดตามขนาดลูกอัดสามารถลดเวลาในการตรวจเช็คลงได้ 7 นาที

โดยสรุปจากกิจกรรมขั้นตอนที่ 5 สามารถลดเวลาลงรวมทั้งสิ้น 33 นาที โดยแบ่งเป็นการปรับตั้งภายใน 165 นาที และการปรับตั้งภายนอก 82 นาที ตามรูปที่ 4.14 โดยกิจกรรมที่เป็นการปรับตั้งลูกอัดจะคิดเฉพาะในส่วนที่เป็นการปรับตั้งภายในเท่านั้น



รูปที่ 4.14 แผนภาพขั้นตอนเวลา (นาที) การปรับตั้งภายในที่ลดลงจากขั้นตอนที่ 5

ขั้นตอนที่ 6 เป็นขั้นตอนการปรับปรุงลดเวลาในทุกกิจกรรมที่เป็นการปรับตั้งภายนอกทั้งหมดซึ่งได้จากขั้นตอนที่ 2 , 3 และ 4 มาค้นหาวิธีเพื่อดำเนินการกำจัดออก ซึ่งถือเป็นขั้นตอนที่ยากที่สุดใน 6 ขั้นตอน ซึ่งผลที่ได้จะไม่มีผลในเรื่องเวลาการปรับตั้งลูกอัดเนื่องจากเป็นการติดตั้งภายนอกแล้ว แต่จะเป็นประโยชน์ในเรื่องการลดต้นทุนของการดำเนินกิจกรรม ซึ่งในขั้นตอนนี้จะต้องมีการออกแบบการปรับปรุง ตัวอย่างกิจกรรมในกลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัดในกิจกรรมลำดับที่ 5 และ 6 ซึ่งเป็นกิจกรรมทำความสะอาดใบมีดตัดกระเบื้องโดยขั้นตอนการทำงานของใบมีดตัดกระเบื้องจะอาศัยหลักการทำงานของกระบอกสูบทั้งสองข้างที่ยึดติดกับใบมีดตัดกระเบื้องทั้งสองข้าง ซึ่งกระบอกสูบจะชักเข้าและออกด้วยแรงดันลม 7 บาร์ เพื่อทำการตัดกระเบื้องแยกแผ่น เมื่อลูกอัดหมุนจนได้ความหนาตามที่ต้องการ ซึ่งในขั้นตอนที่ 2 การทำความสะอาดใบมีดใช้วิธีจัดทำมีดสำรองอีกชุดเพื่อถอดเปลี่ยน โดยนำตัวเก่าไปทำความสะอาดนอกเวลาปรับตั้ง แต่ในการดำเนินการขั้นตอนที่ 6 ได้มีการออกแบบใหม่ ซึ่งที่มาของการดำเนินการปรับปรุงวิธีการออกแบบลักษณะเครื่องจักรดังกล่าวนี้ใช้วิธีการไคเซ็นหรือการปรับปรุงกระบวนการทำงานอย่างต่อเนื่องไม่มีที่สิ้นสุด เพื่อช่วยในการดำเนินการแก้ปัญหาและปรับปรุงกระบวนการทำงาน ซึ่งแนวคิดในการออกแบบนี้เกิดจากปัญหาเรื่องคราบสนิมจากใบมีดลูกอัดซึ่งเกิดจากความชื้นบริเวณสถานีงานจึงต้องมีการขั้นตอนการทาน้ำมันกันสนิมทุกครั้งที่มีการปรับตั้งลูกอัด จึงได้มาการใช้แนวคิดไคเซ็นในเรื่องการเปลี่ยนแปลงตัวแปรด้านกายภาพเพื่อเปลี่ยนแปลงวัสดุที่ทำให้เกิดปัญหาในเรื่องคราบสนิมและเพื่อทำการลดขั้นตอนการทาน้ำมันกันสนิมนี้ จึงได้มีการเปลี่ยนวัสดุใบมีดลูกอัดเป็นสแตนเลทเพื่อป้องกันสนิมและกำจัดขั้นตอนการทาน้ำมันสนิม ซึ่งภายหลังการปรับปรุงพบปัญหาจากเศษผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการตัดหลุดเข้าไปในร่องใบมีดทำให้

เกิดปัญหารอยตัดไม่คมจึงปรับปรุงตามแนวคิดไคเซ็นในเรื่องการเปลี่ยนแปลงตัวแปรด้านขนาดของร่องใบมีดที่มีขนาดใหญ่ประมาณ 7 มิลลิเมตร จึงได้มีการปรับปรุงร่องใบมีดให้เล็กที่สุดเท่าที่สามารถดำเนินการได้ จึงปรับปรุงที่ความกว้าง 1 มิลลิเมตรเพื่อป้องกันเศษจากการตัดหลุดเข้าไปในร่องใบมีด ซึ่งจากการแก้ไขดังกล่าวทำให้ไม่สามารถใช้ใบมีดลูกอัดเดิมที่ขนาด 5 มิลลิเมตรได้ จึงทำการปรับปรุงใบมีดลูกอัดจากสแตนเลทเป็นสลิงแทนเนื่องจากถอดเปลี่ยนได้ง่ายและมีความกว้างประมาณ 1 มิลลิเมตรซึ่งจะสามารถเข้าร่องใบมีดหลังการปรับปรุงที่กว้าง 1 มิลลิเมตรได้ โดยหลักการทำงานของสลิงตัดกระเบื้องจะเหมือนกับกรณีมีดตัดกระเบื้องโดยขั้นตอนการทำงานจะอาศัยหลักการทำงานของกระบอกสูบทั้งสองข้างที่ยึดติดกับสลิงตัดกระเบื้องทั้งสองข้าง ซึ่งกระบอกสูบจะชักเข้าและออกด้วยแรงดันลม 7 บาร์ เพื่อทำการตัดกระเบื้องแยกแผ่น เมื่อลูกอัดหมุนจนได้ความหนาตามที่ต้องการ ซึ่งผลที่ได้ทำให้เมื่อถอดเปลี่ยนสลิงตัดกระเบื้องตัวเก่าออกจะไม่ต้องนำไปล้างทำความสะอาดและทาน้ำมันหล่อลื่นกันสนิม ซึ่งทำให้กำจัดขั้นตอนดังกล่าวซึ่งเป็นการติดตั้งภายนอกเป็นเวลา 13 นาทีได้ทันที โดยที่ไม่ส่งผลกระทบในเรื่องคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในการผลิตด้วย

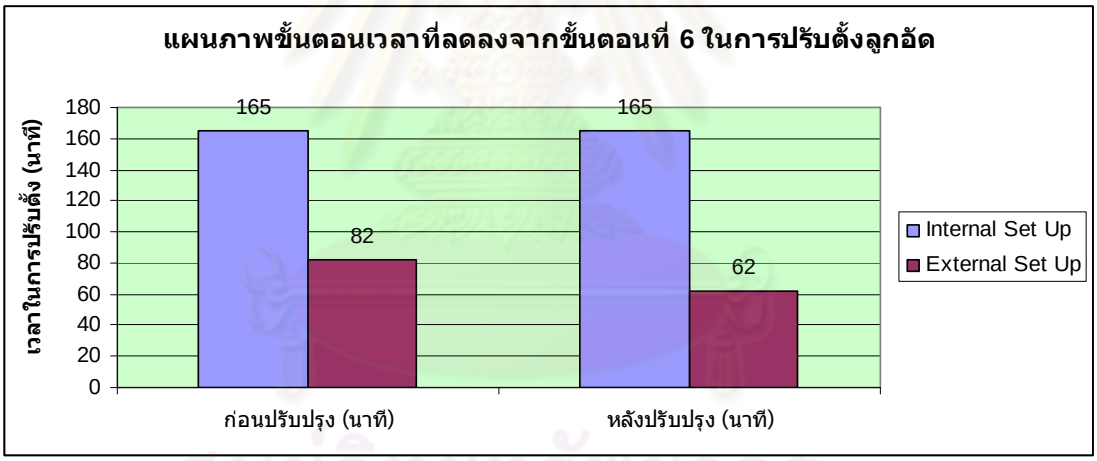
ส่วนข้อควรระวังและข้อเสียของการใช้สลิงตัดกระเบื้องนั้น พบว่า ในการใช้งานสลิงตัดกระเบื้อง จะพบการหย่อนเกิดขึ้นค่อนข้างบ่อยเฉลี่ยสัปดาห์ละ 2-3 ครั้ง ทั้งนี้เนื่องจากสลิงหย่อนจะมีผลต่อรอยตัดของกระเบื้องซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดเป็นของเสีย ทำให้ต้องมีการตรวจสอบความตึงของสลิงอย่างสม่ำเสมอและเมื่อพบการหย่อนต้องทำการปรับตั้งสลิงให้ตึงโดยทันที

รูปที่ 4.15 การออกแบบจากใบมีดตัดกระเบื้องเป็นสลิงตัดกระเบื้อง

ตัวอย่างกิจกรรมในการลดเวลาในกลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัดที่เป็นกิจกรรมการปรับแต่งในกิจกรรมลำดับที่ 26 ซึ่งเป็นกิจกรรมตรวจเช็คพร็อคซิมอลสวิตท์และทดสอบ ซึ่งในขั้นตอนที่ 4 การตรวจเช็คพร็อคซิมอลสวิตท์และทดสอบใช้วิธีการถอดเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้า

ดังกล่าวออกมานอกเครื่องจักรเพื่อให้ทางช่างไฟฟ้าดำเนินการปรับตั้ง ก่อนที่จะนำเข้าไปประกอบ ซึ่งใช้เวลาทั้งสิ้น 8 นาที แต่ในการดำเนินการขั้นตอนที่ 6 จะทำสัญลักษณ์ เพื่อปรับพร็อคซิมอลสวิตท์ 3 ตัวตามตำแหน่งเพื่อใช้สำหรับปรับตั้งตาม รูปที่ 4.16 ซึ่งผลที่ได้ ทำให้สามารถลดเวลาขั้นตอนดังกล่าวซึ่งเป็นการติดตั้งภายนอกเป็นเวลา 7 นาทีได้ทันที โดยผลที่ได้จาก 2 กิจกรรมดังกล่าว ทำให้เวลาการปรับตั้งภายนอกลดลงจาก 82 นาทีเหลือ 62 นาทีตามรูปที่ 4.17

รูปที่ 4.16 การทำสัญลักษณ์ (Mark) เพื่อลดเวลาในการปรับตั้งภายนอกที่อุปกรณ์พร็อคซิมอลสวิตท์



รูปที่ 4.17 แผนภาพขั้นตอนเวลา (นาที) การปรับตั้งภายในที่ลดลงจากขั้นตอนที่ 6

จากการดำเนินงานด้วยเทคนิค SMED 6 ขั้นตอนที่โรงงานตัวอย่างดังที่ได้ดำเนินการมา สามารถสรุปเป็นแผนภาพแสดงขั้นตอนตามรูปที่ 4.18 โดยผลของกิจกรรมหลังการปรับปรุงเป็นไปตามผังกระบวนการไหลดังตารางที่ 4.8 – 4.10 จากกระบวนการปรับตั้งลูกอัดในผังกระบวนการไหลดังกล่าวใช้เวลาโดยรวม 165 นาทีซึ่งเกิดจากเวลาในกลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด 15 นาที กลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด 83 นาที และกลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่ 67 นาทีรวมกัน 3 กลุ่มขั้นตอน

ตารางที่ 4.8 ผังกระบวนการไหลของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด : กลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัดหลังปรับปรุงโดยเทคนิค SMED

No.	Symbol	Description	distance (m)	time (min)	Type of Activity	Type of Set Up
1. กลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด ใช้กำลังพลพนักงานผลิต 2 คน						
1.	O	ปิด Switch Main Drive ลูกอัด	-	2	จัดเตรียม	ภายใน
2.	O	ปิด Switch Pump Over Flow	-	2	จัดเตรียม	ภายใน
3.	O	ถอดท่อ Pump Over Flow	-	2	จัดเตรียม	ภายใน
4.	O	ปิด Switch Vacumn Pump	-	2	จัดเตรียม	ภายใน
5.	O	ถอดท่อ Vacumn Pump	-	5	จัดเตรียม	ภายใน
6.	O	กด Switch ยกเฟรมลูกอัด	-	2	จัดเตรียม	ภายใน
				รวมเวลาในกลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียม		15 นาที

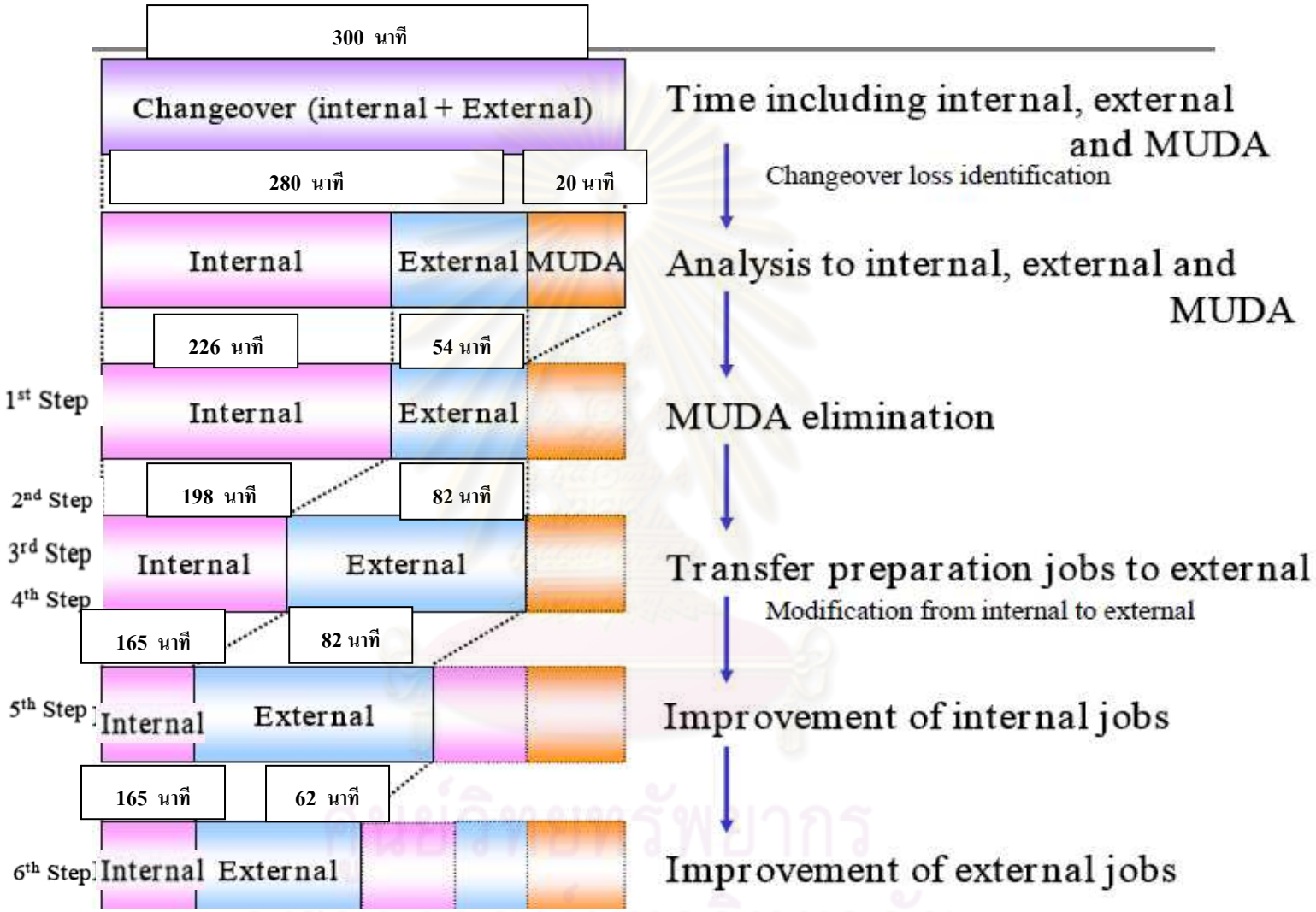
ตารางที่ 4.9 ผังกระบวนการไหลของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด : กลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัดหลังการปรับปรุงโดยเทคนิค SMED

No.	Symbol	Description	distance (m)	time (min)	Type of Activity	Type of Set Up
2.กลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัดใช้กำลังพลโดยช่างเครื่องกลและช่างไฟฟ้า 5 คน						
1.	O	เปิด Switch ดันใบมีดตัดกระเบื้อง	-	2	จัดเตรียม	**ภายใน**
2.	O	Drain ลมออกจนความดันเป็นศูนย์	-	2	จัดเตรียม	**ภายใน**
3.	O	ถอดสายลมเข้าลูกอัดทั้งสองข้าง	0.5	2	ปรับตั้ง	**ภายใน**
4.	O	ถอด Proximal Switch ทั้งสองข้าง	0.5	5	ปรับตั้ง	**ภายใน**
5.	O	ถอดฝาปะกับลูกปืนตุ๊กตาลูกอัดทั้งสองข้าง	0.5	15	ปรับตั้ง	**ภายใน**
6.	O	คลายโบล์ตที่ยึดลูกอัดทั้งสองข้าง	0.5	17	ปรับตั้ง	**ภายใน**
7.	O	ปรับขารับเลื่อนขึ้นลงตามขนาดลูกอัด	-	14	ทดสอบ	**ภายใน**
8.	[]	ตรวจสอบระยะตามแผนการผลิต	-	2	ทดสอบ	**ภายใน**
9.	O	ปรับตั้งลูกเบี้ยว	-	5	ทดสอบ	**ภายใน**
10.	O	ประกอบฝาปะกับลูกปืนตุ๊กตาลูกอัด	0.5	15	ปรับตั้ง	**ภายใน**
11.	O	ใส่สายลมเข้าลูกอัดทั้งสองข้าง	0.5	2	ปรับตั้ง	**ภายใน**
12.	O	ประกอบ Proximal Switch ทั้งสองข้าง	0.5	2	ปรับตั้ง	**ภายใน**
				รวมเวลาในกลุ่มขั้นตอนการปรับตั้ง		83 นาที

ตารางที่ 4.10 ผังกระบวนการไหลของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด : กลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่หลังการปรับปรุงโดยเทคนิค SMED

No.	Symbol	Description	distance (m)	time (min)	Type of Activity	Type of Set Up
3.กลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่ ใช้กำลังพลพนักงานผลิต 2 คน						
1.	O	กด Switch ยกเฟรมลูกอัดลง	-	2	ปรับตั้ง	**ภายใน**
2.	O	ประกอบเฟรมลูกอัด	-	4	ปรับตั้ง	**ภายใน**
3.	O	ประกอบท่อ	-	6	จัดเตรียม	**ภายใน**
4.	O	เดินน้ำและกรดฟอร์มิกล้าง Felt	-	15	จัดเตรียม	**ภายใน**
5.	O	ผสมวัตถุดิบเตรียม	-	12	ปรับตั้ง	**ภายใน**
6.	O	เดินปรับความหนาตามแผนการผลิต	-	13	ปรับตั้ง	**ภายใน**
7.	O	เตรียมเดินผลิตภัณฑ์	-	15	ปรับตั้ง	**ภายใน**
รวมเวลาในกลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อม 67 นาที						

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.18 แผนภาพสรุปขั้นตอนเวลาที่ลดลงในการปรับตั้งลูกอัดโดยเทคนิค SMED

ตารางที่ 4.11 ภาพรวมเมตริกซ์การปรับตั้งลูกอัดหลังการปรับปรุงด้วยเทคนิค SMED

	MUDA	Internal	External	Total
งานจัดเตรียม	0 min 0 %	40 min 17.62 %	41 min 18.06 %	81 min 35.68 %
งานปรับตั้ง	0 min 0 %	64 min 28.20 %	20 min 8.81 %	84 min 37.01 %
งานทดสอบ	0 min 0 %	61 min 26.87 %	1 min 0.44 %	62 min 27.31 %
รวม	0 min 0 %	165 min 72.69 %	62 min 27.31 %	227 min 100 %

ทั้งนี้เมื่อพิจารณาร่วมกับเมตริกซ์ดังตารางที่ 4.11 ประกอบการวิเคราะห์ จะพบว่าขั้นตอนภายหลังการปรับปรุงด้วยเทคนิค SMED ในการปรับตั้งที่เป็นมูดะ จะถูกกำจัดออกจากกระบวนการ และเมื่อพิจารณาที่คอลัมน์ถัดไปซึ่งเป็นการปรับตั้งภายใน จะลดลงเหลือ 165 นาที หรือคิดเป็น 72.69% ของเวลาหลังการปรับปรุงจากเดิมก่อนการปรับปรุงที่ 300 นาที โดยเวลาในกิจกรรมประเภท การจัดเตรียม ถอดเปลี่ยน และ ปรับตั้งลดลงเหลือ 40 นาที 64 นาที และ 61 นาทีตามลำดับ ส่วนในคอลัมน์การปรับตั้งภายนอก จะเพิ่มขึ้นเป็น 62 นาทีหรือคิดเป็น 27.31% ของเวลาหลังการปรับปรุง จากเดิม 54 นาที ซึ่งโดยสรุปในภาพรวมเมตริกซ์การปรับตั้งลูกอัดหลังการปรับปรุงด้วยเทคนิค SMED จะพบว่าสามารถดำเนินการลดเวลาในการปรับจาก 300 นาที ลดลงเหลือ 165 นาทีหรือคิดเป็น 45% จากเวลาเดิมก่อนการปรับปรุง ทั้งนี้กิจกรรมที่เป็นเวลาในการปรับตั้งลูกอัดในโรงงานตัวอย่างจะคิดเฉพาะในส่วนที่เป็นการปรับตั้งภายในเท่านั้น

ซึ่งจากการนำไปดำเนินการ โดยทำการเฝ้าสังเกตการณ์และตรวจสอบการทำงานของกระบวนการปรับตั้งลูกอัดที่เครื่อง HS.5 ซึ่งเป็นเครื่องโมเดลจากวิเคราะห์ในบทที่ 3 พบว่าเวลาในการปรับตั้งลูกอัดสามารถลดลงได้จากเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งลูกอัดก่อนการแก้ไขอยู่ที่ 302 นาทีอ้างอิงข้อมูลตามตารางที่ 3.11 , 3.13 และ 3.15 ทั้งนี้เมื่อผ่านการดำเนินงานด้วยเทคนิค SMED 6 ขั้นตอนทำให้เวลาในการปรับตั้งลูกอัดเฉลี่ยลดลงเหลือ 165.5 นาที รายละเอียดตามตารางที่ 4.12 ซึ่งเมื่อพิจารณาในเครื่องจักรโมเดลที่ได้ทำการวิจัยศึกษา พบว่าเวลาในการปรับตั้งลูกอัดโดยเฉลี่ยต่อครั้งมีค่าใกล้กับข้อมูลที่แสดงในผังกระบวนการไหล ดังตารางที่ 4.8 – 4.10 ที่ 165 นาที

ตารางที่ 4.12 ผลการดำเนินงานในการลดเวลาปรับตั้งลูกอัดที่เครื่องโมเดล HS.5 ตามหลักเทคนิค SMED ในเดือนตุลาคม 2553 ก่อนและหลังการปรับปรุง

เครื่องจักร HS.5	เดือน ตุลาคม ปี 2553 / เวลาที่ใช้ (นาที)							เวลาที่ใช้เฉลี่ย/ครั้ง (นาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	
1. กลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด ใช้กำลังพลพนักงานผลิต 3 คน หลังการปรับปรุงใช้กำลังพลรวม 2 คน								
ก่อนปรับปรุง	46.0	47.0	43.0	45.0	45.0	44.0	41.0	44.0
หลังปรับปรุง	15.0	14.6	15.5	16.0	16.5	14.8	15.5	15.4
2. กลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด ใช้กำลังพลโดยช่างเครื่องกลและช่างไฟฟ้า 6 คน หลังการปรับปรุงใช้กำลังพลรวม 5 คน								
ก่อนปรับปรุง	195.0	180.0	188.0	171.0	171.0	182.0	175.0	180.0
หลังปรับปรุง	85.0	82.5	83.0	82.8	86.4	82.0	84.0	83.7
3. กลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่ ใช้กำลังพลพนักงานผลิต 2 คน								
ก่อนปรับปรุง	80.0	82.0	74.0	79.0	78.0	79.0	74.0	78.0
หลังปรับปรุง	64.0	66.5	64.5	66.0	69.0	68.0	67.0	66.4
รวมสรุป 3 กลุ่มขั้นตอน								
ก่อนปรับปรุง	321.0	309.0	305.0	295.0	294.0	305.0	290.0	302.0
หลังปรับปรุง	164.0	163.6	163.0	164.8	171.9	164.8	166.5	165.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 การจัดทำวิธีการปฏิบัติงาน

หลังจากที่ได้มีการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งลูกอัดตามหัวข้อ 4.2 ที่กล่าวข้างต้น หลักสำคัญอีกประการหนึ่งภายหลังการปรับปรุง คือการจัดทำวิธีการปฏิบัติงาน (work instruction) ภายหลังการปรับปรุงให้เป็นไปตามระบบการทำงาน ซึ่งข้อดีของการจัดทำวิธีการปฏิบัติงานมีดังต่อไปนี้

- เป็นการรักษาคุณภาพการทำงานภายหลังการปรับปรุงให้คงไว้อย่างเป็นระบบ
- ใช้ในการกำหนดดัชนีชี้วัดคุณภาพและเวลาของกระบวนการทำงานในงานปรับตั้งลูกอัด ทั้งนี้เพื่อใช้ในการตรวจสอบกระบวนการทำงานและเวลาของกระบวนการทำงานของพนักงานในแต่ละขั้นตอนเพื่อใช้ประกอบการพิจารณาปรับปรุงวางแผนและพัฒนา
- เป็นคู่มือให้พนักงานใช้เป็นบรรทัดฐานในการทำงาน
- เป็นแนวทางการส่งเสริมให้บุคลากรหรือพนักงานในหน่วยงานอื่นได้มีการศึกษาวิจัยและวางแผนการพัฒนากระบวนการทำงานของหน่วยงานนั้นๆ

ดังนั้นจากข้อดีข้างต้นดังกล่าว ภายหลังการปรับปรุง จึงได้รวบรวมขั้นตอนและกิจกรรมภายหลังการปรับปรุงการปรับตั้งลูกอัดมาจัดทำวิธีการปฏิบัติงานที่ได้ทำการปรับปรุงแล้วเสร็จที่เครื่อง HS.5 ซึ่งเป็นเครื่องโมเดล เพื่อให้พนักงานใช้เป็นบรรทัดฐานในการทำงานรวมถึงใช้สำหรับการจัดอบรมให้ความรู้แก่พนักงานที่จะต้องปฏิบัติงานตามระบบที่ได้ปรับปรุง และประโยชน์อีกประการหนึ่งเพื่อไว้ใช้ในการขยายผลการทำงานไปที่เครื่องจักรอื่นอีก 5 เครื่องต่อไป ทั้งนี้รายละเอียดขั้นตอนวิธีการปฏิบัติงานแบ่งออกเป็น 3 เรื่องได้แก่

1. วิธีการปฏิบัติงานในการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด รายละเอียดตามขั้นตอนการปฏิบัติงานขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 4
2. วิธีการปฏิบัติงานในการปรับตั้งลูกอัด ตามขั้นตอนการปฏิบัติงานขั้นตอนที่ 5 ถึงขั้นตอนที่ 14
3. วิธีการปฏิบัติงานในการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่ ตามขั้นตอนการปฏิบัติงานขั้นตอนที่ 15 ถึงขั้นตอนที่ 17

ทั้งนี้ขั้นตอนวิธีการปฏิบัติงานโดยสรุปมีทั้งสิ้น 17 ขั้นตอนตามรูปที่ 4.19 – 4.23

	วิธีการปฏิบัติงาน (Work Instruction)		รหัส : IG-GG-XX-XXX RXX-XX/XX/XX
	ชื่องาน : ขั้นตอนการ Set Up ลูกอัด ตำแหน่งผู้ใช้งาน : พนักงานซ่อมบำรุง- พนักงานผลิต	ฝ่าย/โรงงาน/บริษัท : XXX ส่วน : XXX	แผ่นที่ : 1/5
วัตถุประสงค์	ด้านคุณภาพ : เพื่อให้สามารถ Set Up ให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด	ด้านการส่งมอบ : ลดเวลาในการ Set Up ลูกอัดให้เหลือ 3 Hr. จากเดิม 5 Hr.	
	ด้านต้นทุน : ลดต้นทุนค่าเสียโอกาสในการผลิตคิดเป็นเงินทั้งสิ้น 86,000 บาท / Set Up ครั้ง	ด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม : เพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงาน	

วิธีการปฏิบัติงาน	จุดควบคุม	ความถี่	สิ่งที่เกี่ยวข้อง	แนวปฏิบัติเมื่อพบสิ่งผิดปกติ
1. ก่อนการ Set Up จะต้องทำการหยุด Main Drive และล้างทำความสะอาดลูกอัดและฉีดน้ำล้างอ่างตะแกรงไล่เศษทุกครั้ง โดยพนักงานผลิต	ความสะอาด	ทุกครั้งที่ Set Up M/C	- สายยาง	
2. พนักงานซ่อมเครื่องกลนำรถลูกอัดพร้อมอุปกรณ์ นำมาที่หน้างาน	สภาพและจำนวนอุปกรณ์ในรถ	ทุกครั้งที่ Set Up M/C	- รถลูกอัดพร้อมอุปกรณ์ ได้แก่ สลิงผ้า,ปะแจเลื่อน 24" , บ๊อกลม , ปะแจแหวน 24-26 ปะแจแหวนคอเดียว30 ,ด้ามขันก๊อกแก๊ก,ลูกบ๊อก 24,30,46	- ทุกครั้งก่อนใช้งานต้องตรวจสภาพอุปกรณ์ว่าพร้อมใช้งานและครบถ้วนตาม list หากพบว่าอุปกรณ์ไม่ครบหรือไม่พร้อมใช้งานให้แจ้งห้องเครื่องมือเพื่อขอเปลี่ยนเครื่องมือทันที
3. พนักงานซ่อมต้อง Drain ลมออกโดยความดันเมื่อเช็คจากเกจต้องเป็น 0 bar จากนั้น จึงทำการถอดสายลมที่เข้าลูกอัดออก	ความดันในระบบ	ทุกครั้งที่ Set Up M/C	- ปะแจเลื่อน 24 , เกจวัดความดันที่ลูกอัด	- ถ้าพบว่า Pressure Gauge เสียให้แจ้งหน่วยสอบเทียบ เพื่อทำการเปลี่ยนทันที

รูปที่ 4.19 วิธีการปฏิบัติงานการปรับตั้งลูกอัดหลังการปรับปรุง แผ่นที่ 1/5

	วิธีการปฏิบัติงาน (Work Instruction)		รหัส : IG-GG-XX-XXX RXX-XX/XX/XX แผ่นที่ : 2/5
	ชื่องาน : ขั้นตอนการ Set Up ลูกอัด ตำแหน่งผู้ใช้งาน : พนักงานซ่อมบำรุง- พนักงานผลิต	ฝ่าย/โรงงาน/บริษัท : XXX ส่วน : XXX	
วัตถุประสงค์	ด้านคุณภาพ : เพื่อให้สามารถ Set Up ให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด	ด้านการส่งมอบ : ลดเวลาในการ Set Up ลูกอัดให้เหลือ 3 Hr. จากเดิม 5 Hr.	
	ด้านต้นทุน : ลดต้นทุนค่าเสียโอกาสในการผลิตคิดเป็นเงินทั้งสิ้น 86,000 บาท / Set Up ครั้ง	ด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม : เพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงาน	

วิธีการปฏิบัติงาน	จุดควบคุม	ความถี่	สิ่งที่เกี่ยวข้อง	แนวปฏิบัติเมื่อพบสิ่งผิดปกติ
4. พนักงานซ่อมเครื่องกลถอด Prox Switch ออกทั้งสองข้าง		ทุกครั้งที่ Set Up M/C	- ปะแจเลื่อน 24 , Prox Switch	
5. พนักงานซ่อมเครื่องกลถอดฝาปะกับลูกปืนตุ๊กตาลูกอัดทั้งสองข้างโดยใช้ปะแจขันมือให้คลายก่อน จากนั้นจึงใช้บ๊อกลมขันน็อตออก		ทุกครั้งที่ Set Up M/C	- ปะแจแหวน , บ๊อกลม , ลูกบ๊อก	- หากใช้บ๊อกลมขันน็อตไม่ออกให้ใช้ปะแจมือต่อด้ามขันยาวเพื่อขันน็อตให้คลาย
6. พนักงานซ่อมเครื่องกลใช้เครนยกลูกอัดที่เปลี่ยนจากแท่นเครื่องไปยังแท่นเฟรมวางลูกอัด	ความปลอดภัย เวลาในกิจกรรม	ทุกครั้งที่ Set Up M/C	- เครน - สลิงผ้า	- ถ้าพบว่า เครนไม่ทำงานให้แจ้งหน่วยบำรุงรักษาทวิผลเพื่อดำเนินการตรวจสอบ

รูปที่ 4.20 วิธีการปฏิบัติงานการปรับตั้งลูกอัดหลังการปรับปรุง แผ่นที่ 2/5

	วิธีการปฏิบัติงาน (Work Instruction)		รหัส : IG-GG-XX-XXX
	ชื่องาน : ขั้นตอนการ Set Up ลูกอัด ตำแหน่งผู้ใช้งาน : พนักงานซ่อมบำรุง- พนักงานผลิต	ฝ่าย/โรงงาน/บริษัท : XXX ส่วน : XXX	RXX-XX/XX/XX แผ่นที่ : 3/5
วัตถุประสงค์	ด้านคุณภาพ : เพื่อให้สามารถ Set Up ให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด	ด้านการส่งมอบ : ลดเวลาในการ Set Up ลูกอัดให้เหลือ 3 Hr. จากเดิม 5 Hr.	
	ด้านต้นทุน : ลดต้นทุนค่าเสียโอกาสในการผลิตคิดเป็นเงินทั้งสิ้น 86,000 บาท / Set Up ครั้ง	ด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม : เพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงาน	

วิธีการปฏิบัติงาน	จุดควบคุม	ความถี่	สิ่งที่เกี่ยวข้อง	แนวปฏิบัติเมื่อพบสิ่งผิดปกติ
7. พนักงานซ่อมใช้ประแจคลายสกรูที่แท่นรับลูกอัด จากนั้นจึงใช้บ๊อกลมและลูกบ๊อก M30 ขันน็อตออกจากแท่นรับลูกอัด (ในกรณีที่ไม่สามารถใช้บ๊อกลมขันได้ให้ใช้ประแจและด้ามขันก๊อกแก๊กขัน) ถอดสกรูทั้งสิ้น 6 ตัว (ฝั่งละ 3 ตัว)		ทุกครั้งที่ Set Up M/C	- บ๊อกลม , ประแจแหวน , ลูกบ๊อก M30 , ด้ามขันก๊อกแก๊ก	- หากใช้บ๊อกลมขันน็อตไม่ออกให้ใช้ประแจมือต่อด้ามขันยาวเพื่อขันน็อตให้คลาย
8. ปรับแท่นลูกอัดตามตำแหน่ง Mark ของช่องสกรู ตามแผนผลิต		ทุกครั้งที่ Set Up M/C	- บ๊อกลม , ประแจแหวน , ลูกบ๊อก M30 , ด้ามขันก๊อกแก๊ก	
9. ยกลูกอัดที่จะใช้งานมาไว้ที่แท่นเครื่อง	ความปลอดภัย	ทุกครั้งที่ Set Up M/C	- เครน - สลิงผ้า	- ถ้าพบว่า เครนไม่ทำงานให้แจ้งหน่วยบำรุงรักษาทวิผลเพื่อดำเนินการตรวจสอบ

รูปที่ 4.21 วิธีการปฏิบัติงานการปรับตั้งลูกอัดหลังการปรับปรุง แผ่นที่ 3/5

	วิธีการปฏิบัติงาน (Work Instruction)		รหัส : IG-GG-XX-XXX RXX-XX/XX/XX
	ชื่องาน : ขั้นตอนการ Set Up ลูกอัด ตำแหน่งผู้ใช้งาน : พนักงานซ่อมบำรุง- พนักงานผลิต	ฝ่าย/โรงงาน/บริษัท : XXX ส่วน : XXX	แผ่นที่ : 4/5
วัตถุประสงค์	ด้านคุณภาพ : เพื่อให้สามารถ Set Up ให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด	ด้านการส่งมอบ : ลดเวลาในการ Set Up ลูกอัดให้เหลือ 3 Hr. จากเดิม 5 Hr.	
	ด้านต้นทุน : ลดต้นทุนค่าเสียโอกาสในการผลิตคิดเป็นเงินทั้งสิ้น 86,000 บาท / Set Up ครั้ง	ด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม : เพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงาน	

วิธีการปฏิบัติงาน	จุดควบคุม	ความถี่	สิ่งที่เกี่ยวข้อง	แนวปฏิบัติเมื่อพบสิ่งผิดปกติ
10. ปรับตั้งลูกเบี้ยวตามจุดที่ Mark ไว้	ความปลอดภัย	ทุกครั้งที่ Set Up M/C	- เครน - สลิงผ้า	- ถ้าพบว่า เครนไม่ทำงานให้แจ้งหน่วยบำรุงรักษาทวิผลเพื่อดำเนินการตรวจสอบ
11.ประกอบฝาปะกับลูกปืนตุ๊กตาลูกอัดทั้งสองข้าง		ทุกครั้งที่ Set Up M/C	- ปะแจแหวน , บ๊อกลม , ลูกบ๊อก	- หากใช้บ๊อกลมขันน็อตไม่ออกให้ใช้ปะแจมือต่อด้ามขันยาวเพื่อขันน็อตให้คลาย
12.ใส่สายลมเข้าลูกอัดทั้งสองข้าง		ทุกครั้งที่ Set Up M/C	- ปะแจเลื่อน 24	
13. ประกอบ Prox Switch ทั้งสองข้าง	ระยะประกอบ	ทุกครั้งที่ Set Up M/C	- ปะแจเลื่อน 24 , Prox Switch	

รูปที่ 4.22 วิธีการปฏิบัติงานการปรับตั้งลูกอัดหลังการปรับปรุง แผ่นที่ 4/5

	วิธีการปฏิบัติงาน (Work Instruction)		รหัส : IG-GG-XX-XXX
	ชื่องาน : ขั้นตอนการ Set Up ลูกอัด ตำแหน่งผู้ใช้งาน : พนักงานซ่อมบำรุง- พนักงานผลิต	ฝ่าย/โรงงาน/บริษัท : XXX ส่วน : XXX	RXX-XX/XX/XX แผ่นที่ : 5/5
วัตถุประสงค์	ด้านคุณภาพ : เพื่อให้สามารถ Set Up ให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด	ด้านการส่งมอบ : ลดเวลาในการ Set Up ลูกอัดให้เหลือ 3 Hr. จากเดิม 5 Hr.	
	ด้านต้นทุน : ลดต้นทุนค่าเสียโอกาสในการผลิตคิดเป็นเงินทั้งสิ้น 86,000 บาท / Set Up ครั้ง	ด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม : เพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงาน	

วิธีการปฏิบัติงาน	จุดควบคุม	ความถี่	สิ่งที่เกี่ยวข้อง	แนวปฏิบัติเมื่อพบสิ่งผิดปกติ
14. ตรวจเช็ค Prox Switchและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์	ระยะการติดตั้ง ฟังก์การทำงาน	ทุกครั้งที่ Set Up M/C	- Prox Switch	- ถ้าพบว่า Prox ไม่ทำงานตามปกติ หรือไม่ตรงตำแหน่งให้ตรวจสอบระยะติดตั้ง หากไฟการทำงานดับตลอดให้ตรวจสายไฟและอุปกรณ์ควบคุมโดยแจ้งทาง ช่างซ่อมไฟฟ้าเพื่อมาดำเนินการ
15.เดินน้ำและกรดฟอร์มิกล้าง Felt 2 ด้าน	ความปลอดภัย กรดอันตราย	ทุกครั้งที่ Set Up M/C	- กรดฟอร์มิก , ผ้า Felt - ผ้าปิดจมูก ถุงมือ,เสื้อกันสารเคมี	- หากสัมผัสถูกกรดฟอร์มิก ให้ล้างด้วยน้ำสะอาดตามจุดที่ติดตั้งไว้ ทันทีหากรู้สึกแสบตัน หรือแพ้สารเคมี ให้แจ้งหัวหน้ากะเพื่อส่งเข้าสถานพยาบาลเพื่อรักษาโดยด่วน
16.ล้างท่อ Spray Pipe		ทุกครั้งที่ Set Up M/C	- สายยาง	
17.ผสมวัตถุดิบเตรียมเยื่อและปรับเดินผลิตภัณฑ์	Spec ตาม แผนผลิต	ทุกครั้งที่ Set Up M/C		

รูปที่ 4.23 วิธีการปฏิบัติงานการปรับตั้งลูกอัดหลังการปรับปรุง แผ่นที่ 5/5

4.4 การขยายผลการดำเนินงานการปรับตั้งลูกอัดไปที่เครื่องจักรอื่น

หลังจากที่ได้มีการจัดทำมาตรฐานการทำงานที่ได้ปรับปรุงแล้วเสร็จ สิ่งสำคัญลำดับต่อมาคือการขยายผลการทำงานที่ได้ปรับปรุงแล้วไปยังเครื่องจักรอื่น ที่มีลักษณะการทำงานคล้ายคลึงกัน จากที่ได้กล่าวแล้วหัวข้อที่ 3.2 ที่ได้มีการวิเคราะห์การจัดลำดับความสำคัญเครื่องจักรเพื่อการปรับปรุงด้วยเทคนิควิศวกรรมคุณค่านั้น

ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ประเมินหาค่าน้ำหนักความสำคัญรวมของแต่ละเครื่องจักรจากตารางที่ 3.10 จะพบว่าที่เครื่องจักร HS.5 มีค่าน้ำหนักความสำคัญรวมสูงที่สุดที่ 98.86 คะแนน และสามารถนำมาเรียงลำดับค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเครื่องจักรที่พิจารณาได้ตามตารางที่ 4.13 ซึ่งผลที่ได้จากการปรับปรุงการทำงานในเครื่องจักร HS.5 จึงได้ทำการขยายผลไปที่เครื่องจักรอื่น โดยเรียงลำดับตามค่าน้ำหนักรวมที่ได้ประเมินแล้วเสร็จดังต่อไปนี้

HS.6 ค่าน้ำหนักรวมที่ 91.30 คะแนน
HS.4 ค่าน้ำหนักรวมที่ 83.13 คะแนน
HS.3 ค่าน้ำหนักรวมที่ 74.46 คะแนน
HS.7 ค่าน้ำหนักรวมที่ 66.39 คะแนน
HS.1 ค่าน้ำหนักรวมที่ 57.21 คะแนน

ตารางที่ 4.13 ตารางเรียงลำดับน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเครื่องจักรที่พิจารณา

เครื่องจักร	%Capacity Utilization W_1=50%		Frequency of Set Up W_2 = 40%		Contribution Margin W_3 = 10%		Total
HS.5	50 % x 97.71 =	48.86	40 % x100.00 =	40.00	10 % x100.00 =	10.00	98.86
HS.6	50 % x100.00 =	50.00	40 % x 83.33 =	33.33	10 % x 79.70 =	7.97	91.30
HS.4	50 % x 91.55 =	45.77	40 % x 72.22 =	28.89	10 % x 84.72 =	8.47	83.13
HS.3	50 % x 74.20 =	37.10	40 % x 72.22 =	28.89	10 % x 84.72 =	8.47	74.46
HS.7	50 % x 64.15 =	32.08	40 % x 66.67 =	26.67	10 % x 76.50 =	7.65	66.39
HS.1	50 % x 57.67 =	28.83	40 % x 66.67 =	26.67	10 % x 17.10 =	1.71	57.21

ทั้งนี้การขยายผลการดำเนินงานการปรับตั้งลูกอัดไปที่เครื่องจักรอื่น ได้มีการดำเนินงานแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนย่อยโดยใช้เวลา ณ เดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคมรวมเวลาทั้งสิ้น 2 เดือน โดยมีรายละเอียดขั้นตอนดังต่อไปนี้

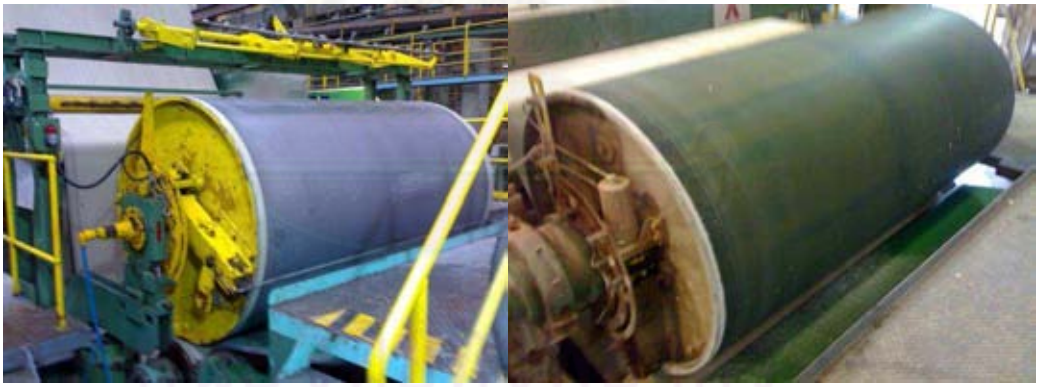
ขั้นตอนที่ 1 ปรับปรุงอุปกรณ์เครื่องจักรให้มีความพร้อมตามที่ได้ปรับปรุงที่เครื่อง HS.5

ขั้นตอนที่ 2 ทำการอบรมพนักงานที่ใช้มาตรฐานวิธีการปรับตั้งลูกอัดดังกล่าวให้เข้าใจและสามารถปฏิบัติตามได้มาตรฐานการทำงานได้อย่างคล่องแคล่ว

ขั้นตอนที่ 3 ทำการขยายผลไปที่เครื่องจักรที่มีความสำคัญสูงต่อกำลังการผลิต ซึ่งได้แก่ เครื่อง HS.6 , HS.4 และ HS.3 โดยได้ดำเนินการพร้อมกัน 3 เครื่องจักรตามรูปที่ 4.24

รูปที่ 4.24 การขยายผลการปรับตั้งลูกอัดไปที่เครื่อง HS.6 , HS.4 และ HS.3

ขั้นตอนที่ 4 ทำการขยายผลไปที่เครื่องจักรที่เหลือจากขั้นตอนที่ 3 ซึ่งได้แก่เครื่อง HS.7 และ HS.1 ตามรูปที่ 4.25 ซึ่งจากขั้นตอนนี้แล้วเสร็จจะเป็นขยายผลครบ 100% ในโรงงานตัวอย่าง



รูปที่ 4.25 การขยายผลการปรับตั้งลูกอัดไปที่เครื่อง HS.7 และ HS.1

ขั้นตอนที่ 5 ทำการบันทึกและสรุปผลหลังการปรับปรุงโดยเก็บข้อมูลกระบวนการการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่มขั้นตอนการทำงานโดยแยกเป็นรายเครื่องจักรการปรับปรุงรายละเอียดตามตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 สรุปผลเวลาหลังการปรับปรุงของการขยายผลในการลดเวลาปรับตั้งลูกอัด ในเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม 2553

เครื่องจักร	เดือน พฤศิจกายน – ธันวาคม ปี 2553 / เวลาที่ใช้ (นาที)							เวลาที่ใช้เฉลี่ย/ครั้ง (นาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	
1. กลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด ใช้กำลังพลพนักงานผลิต 3 คน หลังการปรับปรุงใช้กำลังพลรวม 2 คน								
HS.1	14.5	14.8	15.5	14.6	14.5	14.8	14.5	14.7
HS.3	14.5	15.3	15.2	14.8	14.5	15.8	15.0	15.0
HS.4	15.0	15.5	15.8	15.2	14.8	15.4	15.0	15.2
HS.6	15.5	15.6	14.5	15.0	15.5	15.8	14.5	15.2
HS.7	15.0	16.0	15.5	15.5	15.0	15.5	15.5	15.4
2. กลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด ใช้กำลังพลโดยช่างเครื่องกลและช่างไฟฟ้า 6 คน หลังการปรับปรุงใช้กำลังพลรวม 5 คน								
HS.1	84.5	83.5	83.2	81.5	82.5	83.5	84.0	83.2
HS.3	84.0	83.5	84.5	83.0	82.5	81.5	83.5	83.2
HS.4	83.5	83.0	84.0	83.5	83.0	82.5	84.0	83.4
HS.6	83.0	83.0	82.5	83.0	83.5	81.5	82.5	82.7
HS.7	83.5	83.5	83.0	83.5	83.5	82.5	83.0	83.2
3. กลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่ ใช้กำลังพลพนักงานผลิต 2 คน								
HS.1	65.4	68.5	64.5	66	64.5	67.5	65.5	66.0
HS.3	66.5	67.5	64.5	68	66.5	67.5	65.5	66.6
HS.4	67.5	67.0	66.5	67.5	66.0	68.0	64.0	66.6
HS.6	66.5	67.5	67.5	67.0	67.5	68.5	68.0	67.5
HS.7	68.5	66.5	66.4	67.0	67.5	67.5	68.0	67.3

ตารางที่ 4.15 สรุปผลเวลาหลังการปรับปรุงของการขยายผลในการลดเวลาปรับตั้งลูกอัด ในเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม 2553 (สรุป)

เครื่องจักร	เดือน พฤศิจกายน – ธันวาคม ปี 2553 / เวลาที่ใช้ (นาที)							เวลาที่ใช้เฉลี่ย/ครั้ง (นาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	
เวลารวมสรุป 3 กลุ่มขั้นตอน								
HS.1	164.4	166.8	163.2	162.1	161.5	165.8	164.0	164.0
HS.3	165.0	166.3	164.2	165.8	163.5	164.8	164.0	164.8
HS.4	166.0	165.5	166.3	166.2	163.8	165.9	163.0	165.2
HS.6	165.0	166.1	164.5	165.0	166.5	165.8	165.0	165.4
HS.7	167.0	166.0	149.4	166.0	166.0	165.5	166.5	166.0

ผลจากการดำเนินการขยายผลการปรับปรุงที่เครื่องจักร HS.1 , HS.3 , HS.4 , HS.6 และ HS.7 จากการดำเนินการ 5 ขั้นตอนข้างต้น พบว่าภายหลังการปรับปรุงสามารถลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดลง จากก่อนการปรับปรุงใช้เวลาในการปรับตั้งลูกอัดเฉลี่ยที่ 300 นาที สามารถลดเวลาเหลือ 164 – 166 นาที ต่อการปรับตั้งลูกอัดต่อครั้ง หรือคิดเป็น 44.66 - 45.33% จากเวลาเดิมก่อนการปรับปรุง ซึ่งจากข้อมูลที่ทำการเฝ้าสังเกตการณ์และตรวจสอบการทำงานของกระบวนการปรับตั้งลูกอัดเป็นเวลาที่ใกล้เคียงกับการศึกษา ที่แสดงในผังกระบวนการไหล ดังตารางที่ 4.8 – 4.10 ที่ 165 นาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
วิเคราะห์ผลการดำเนินการ

จากแนวทางการดำเนินการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งลูกอัดตามที่เสนอในบทที่ 4 โดยการศึกษาและปรับปรุงวิธีการลดเวลาการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ โดยผลการปฏิบัติในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม ปี 2553 ทำให้ได้ผลการดำเนินงานดังนี้

5.1 ผลการปรับปรุงวิธีการปรับตั้งลูกอัด

ผลการปรับปรุงวิธีการปรับตั้งลูกอัด เป็นผลจากการศึกษาโดยใช้วิธีการศึกษาการทำงาน ศึกษาเวลา และเทคนิค SMED ปรับปรุงวิธีการทำงานของแต่ละกิจกรรมในแต่ละกลุ่มขั้นตอนทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก่

1. กลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด
2. กลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด
3. กลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่

จากกิจกรรมทั้งหมดที่ได้มีการดำเนินการที่เครื่อง HS.5 ซึ่งเป็นเครื่องโมเดล ผลที่ได้สามารถลดขั้นตอนและกิจกรรมที่เป็นเวลาส่วนเกินและเป็นเวลาไร้ประสิทธิภาพ รวมถึงการลดเวลาในแต่ละขั้นตอนให้สามารถทำงานได้รวดเร็วขึ้นโดยที่คุณภาพของงานไม่ลดลง ทั้งนี้สามารถแสดงผลเปรียบเทียบขั้นตอนก่อนและหลังการปรับปรุงตามผังกระบวนการไหลดังตารางที่ 5.1 – 5.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบผังกระบวนการไหลก่อนและหลังปรับปรุงของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด : กลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด

No.	Symbol	Description	ก่อนการปรับปรุง		หลังการปรับปรุง	
			distance (m)	time (min)	distance (m)	time (min)
1. กลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด						
1.	->	เดินทางไปที่ Switch Main Drive ลูกอัด	1.0	0.5	-	-
2.	O	ปิด Switch Main Drive ลูกอัด	-	2	-	2
3.	D	รอ Main Drive ลูกอัดหยุด	-	10	-	-
4.	->	เดินทางไปที่ Pump Over Flow	3.0	1.5	-	-
5.	O	ปิด Switch Pump Over Flow	-	2	-	2
6.	O	ถอดท่อ Pump Over Flow	-	4	-	2
7.	->	เดินทางไปที่ Vacumn Pump	3.0	1.5	-	-
8.	O	ปิด Switch Vacumn Pump	-	2	-	2
9.	O	ถอดท่อ Vacumn Pump	-	8	-	5
10.	->	เดินทางไปที่ Switch ยกเฟรมลูกอัด	0.5	0.5	-	-
11.	O	กด Switch ยกเฟรมลูกอัด	-	2	-	2
12.	D	รอเฟรมลูกอัดยกขึ้นสูงสุด	-	10	-	-
		รวม	7.5	44	-	15

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบผังกระบวนการไหลก่อนและหลังปรับปรุงของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด : กลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด

No.	Symbol	Description	ก่อนการปรับปรุง		หลังการปรับปรุง	
			distance (m)	time (min)	distance (m)	time (min)
2.กลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัดใช้กำลังพลโดยช่างเครื่องกลและช่างไฟฟ้า						
1.	O	เบิกเครื่องมือ	-	10	-	-
2.	[]	จัดเตรียมอุปกรณ์ตรวจเช็คสภาพเครื่องมือ	-	12	-	-
3.	->	ขนย้ายอุปกรณ์ไปที่ลูกอัดที่อยู่ในเครื่องจักร	30	8	-	-
4.	O	เปิด Switch ดันใบมีดตัดกระเบื้อง	-	2	-	2
5.	O	ล้างทำความสะอาดใบมีดตัดกระเบื้อง	-	7	-	-

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบผังกระบวนการไหลก่อนและหลังปรับปรุงของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด : กลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด (ต่อ)

No.	Symbol	Description	ก่อนการปรับปรุง		หลังการปรับปรุง	
			distance (m)	time (min)	distance (m)	time (min)
6.	O	ชะโลมน้ำมันที่ใบมีดตัดกระเบื้อง	-	6	-	-
7.	O	Drain ลมออก	-	1.5	-	1.5
8.	[]	ตรวจเช็ค Presure Gauge ว่าความดันเป็นศูนย์	-	0.5	-	0.5
9.	O	ถอดสายลมเข้าลูกอัดทั้งสองข้าง	0.5	2	0.5	2
10.	O	ถอด Proximal Switch ทั้งสองข้าง	0.5	5	0.5	5
11.	O	ถอดฝาปะกับลูกปืนตุ๊กตาลูกอัดทั้งสองข้าง	0.5	15	0.5	15
12.	->	นำเครนไปที่จุดเปลี่ยนลูกอัด	3	2	-	-
13.	->	ยกลูกอัดจากแท่นเครื่องไปยังเฟรมเก็บลูกอัด	3	7	-	-
14.	□	จัดเก็บลูกอัดที่จุดเก็บลูกอัด	-	2	-	-
15.	->	เดินทางไปยังตำแหน่งที่แท่นเครื่องลูกอัด	3	2	-	-
16.	O	คลายโบล์ตที่ยึดลูกอัดทั้งสองข้าง	0.5	30	0.5	17
17.	O	ปรับขารับเลื่อนขึ้นลงตามขนาดลูกอัด	-	14	-	14
18.	[]	ตรวจสอบระยะตามแผนการผลิต	-	9	-	14
19.	->	เดินทางไปที่เครน	3	2	-	-
20.	->	นำเครนไปที่ลูกอัดที่ต้องการนำไปเปลี่ยน	3	2	-	-
21.	->	ยกลูกอัดที่จะใช้งานมาไว้ที่แท่นเครื่อง	3	7	-	-
22.	O	ปรับตั้งลูกเบี้ยว	-	5	-	5
23.	O	ประกอบฝาปะกับลูกปืนตุ๊กตาลูกอัด	0.5	15	0.5	15
24.	O	ใส่สายลมเข้าลูกอัดทั้งสองข้าง	0.5	2	0.5	2
25.	O	ประกอบ Proximal Switch ทั้งสองข้าง	0.5	2	0.5	2
26.	[]	ตรวจเช็ค Proximal Switchและทดสอบ	-	8	-	-
27.	□	นำเครนไปจัดเก็บ	3	2	-	-
		รวม	54. 5	180	3.5	83

ตารางที่ 5.3 เปรียบเทียบผังกระบวนการไหลก่อนและหลังปรับปรุงของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด : กลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่

No.	Symbol	Description	ก่อนการปรับปรุง		หลังการปรับปรุง	
			distance (m)	time (min)	distance (m)	time (min)
3.กลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่ ใช้กำลังพลพนักงานผลิต 3 คน						
1.	->	เดินทางไปที่ Switch ยกเฟรมลูกอัด	0.5	1	-	-
2.	O	กด Switch ยกเฟรมลูกอัดลง	-	2	-	2
3.	O	ประกอบเฟรมลูกอัด	-	10	-	4
4.	O	ประกอบท่อ	-	8	-	6
5.	O	เดินน้ำและกรดฟอร์มิกล้าง Felt	-	15	-	15
6.	O	ผสมวัตถุดิบเตรียม	-	12	-	12
7.	O	เดินปรับความหนาตามแผนการผลิต	-	13	-	13
8.	O	เตรียมเดินผลิตภัณฑ์	-	15	-	15
		รวม	0.5	76	-	67

จากนั้นจึงนำผลที่ได้นำมาจัดทำวิธีการปฏิบัติงานพร้อมทั้งขยายผลไปที่เครื่องจักรอื่นอีก 5 เครื่องได้แก่ HS.6 , HS.4 , HS.3 , HS.7 และ HS.1 ตามลำดับ โดยผลการปรับปรุงการลดเวลาการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์แสดงผลเป็นเวลาเฉลี่ย (นาที) ซึ่งผลที่นำมาแสดงแบ่งแสดงผลออกเป็น 2 ช่วงเวลา ได้แก่ ก่อนปรับปรุงซึ่งทำการเก็บข้อมูลในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม ปี 2553 และหลังการปรับปรุงซึ่งทำการเก็บข้อมูลในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคมปี 2553 โดยแสดงตามตารางที่ 5.4 – 5.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.4 เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุงในกลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด (ที่มาตรฐานเวลา 15 นาที)

เครื่องจักร	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการปรับตั้งลูกอัด (นาที)			เวลาที่ลดลงหลังการปรับปรุง (นาที)	% เวลาที่ลดลงหลังปรับปรุง
	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	ผลต่างของเวลาเทียบมาตรฐาน		
HS.1	45.00	14.70	0.30	30.30	67.33
HS.3	45.10	15.00	0.00	30.10	66.74
HS.4	43.90	15.20	0.20	28.70	65.38
HS.5	44.40	15.40	0.40	29.00	65.32
HS.6	43.70	15.20	0.20	28.50	65.22
HS.7	43.30	15.40	0.40	27.90	64.43
เฉลี่ย	44.00	15.20	0.20	28.80	65.74

ตารางที่ 5.5 เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุงในกลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด (ที่มาตรฐานเวลา 83 นาที)

เครื่องจักร	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการปรับตั้งลูกอัด (นาที)			เวลาที่ลดลงหลังการปรับปรุง (นาที)	% เวลาที่ลดลงหลังปรับปรุง
	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	ผลต่างของเวลาเทียบมาตรฐาน		
HS.1	179.40	83.20	0.20	96.20	53.62
HS.3	180.00	83.20	0.20	96.80	53.78
HS.4	183.40	83.40	0.40	100.00	54.53
HS.5	180.30	83.70	0.70	96.60	53.58
HS.6	177.30	82.70	0.30	94.60	53.36
HS.7	179.90	83.20	0.20	96.70	53.75
เฉลี่ย	180.00	83.20	0.20	96.80	53.80

ตารางที่ 5.6 เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุงในกลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่ (ที่มาตรฐานเวลา 67 นาที)

เครื่องจักร	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการปรับตั้งลูกอัด (นาที)			เวลาที่ลดลงหลังการปรับปรุง (นาที)	% เวลาที่ลดลงหลังปรับปรุง
	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	ผลต่างของเวลาเทียบมาตรฐาน		
HS.1	73.60	66.00	1.00	7.60	10.33
HS.3	75.30	66.60	0.40	8.70	11.55
HS.4	74.10	66.60	0.40	7.50	10.12
HS.5	78.00	66.40	0.60	11.60	14.87
HS.6	77.10	67.50	0.50	9.60	12.45
HS.7	77.60	67.30	0.30	10.30	13.27
เฉลี่ย	76.00	66.70	0.30	9.30	12.10

ตารางที่ 5.7 สรุปภาพรวมเวลาการปรับตั้งลูกอัดเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง (ที่มาตรฐานเวลา 165 นาที)

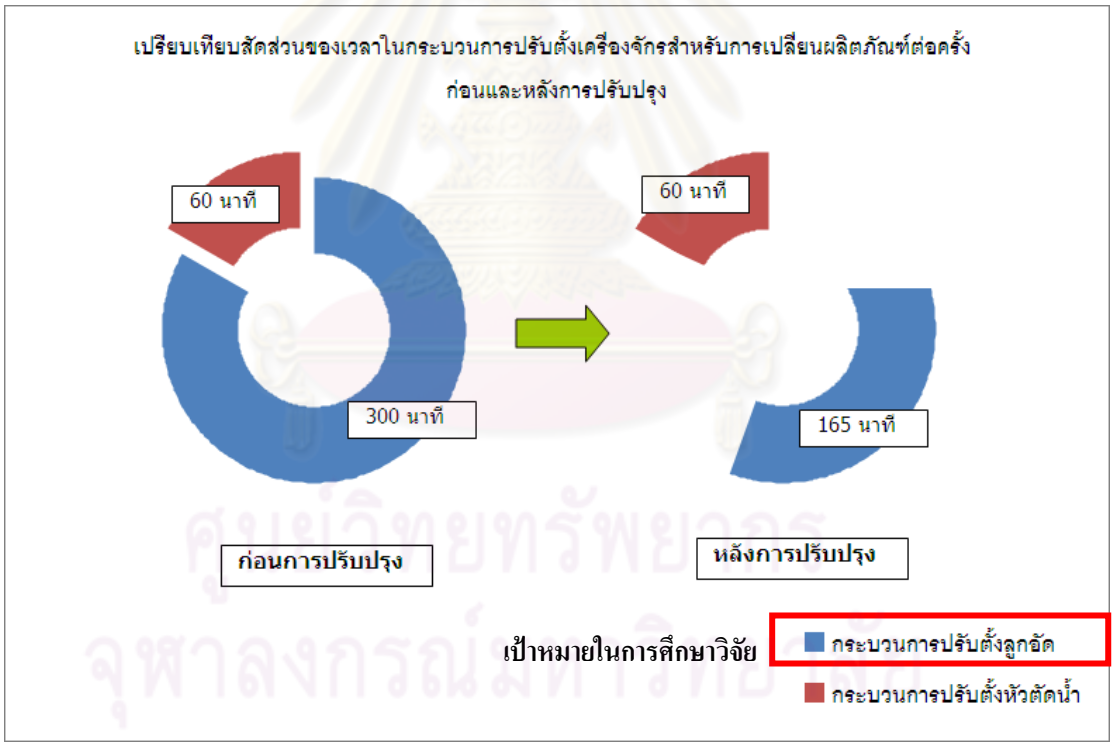
เครื่องจักร	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการปรับตั้งลูกอัด (นาที)			เวลาที่ลดลงหลังการปรับปรุง (นาที)	% เวลาที่ลดลงหลังปรับปรุง
	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	ผลต่างของเวลาเทียบมาตรฐาน		
HS.1	298.00	164.00	1.00	134.00	44.97
HS.3	300.50	164.80	0.20	135.70	45.16
HS.4	301.40	165.20	0.20	136.20	45.19
HS.5	302.00	165.50	0.50	136.50	45.20
HS.6	299.40	165.40	0.40	134.00	44.76
HS.7	300.80	166.00	1.00	134.80	44.81
เฉลี่ย	300.40	165.20	0.20	135.20	45.01

จากตารางที่ 5.7 ที่แสดงภาพรวมเวลาการปรับตั้งลูกอัดเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง พบว่าก่อนการปรับปรุงมีการใช้เวลาในการปรับตั้งลูกอัดเฉลี่ยเท่ากับ 300.40 นาทีต่อ

การปรับตั้งลูกอัดต่อครั้งและหลังการปรับปรุงมีการใช้เวลาในการปรับตั้งลูกอัดเฉลี่ยเท่ากับ 165.20 นาทีต่อการปรับตั้งลูกอัดต่อครั้ง ลดลงถึง 135.20 นาทีต่อการปรับตั้งลูกอัดต่อครั้ง หรือใช้เวลาในการปรับตั้งลูกอัดลดลงจากเดิมเฉลี่ย 45.01%

5.2 อภิปรายผลการดำเนินการ

จากการดำเนินการปรับปรุงในการลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานจาก 300 นาทีต่อการปรับตั้งลูกอัดต่อครั้ง ลดลงเหลือ 165 นาทีต่อการปรับตั้งลูกอัดต่อครั้ง ภายหลังการปรับปรุงได้ดำเนินการเก็บข้อมูล ณ เดือนตุลาคม 2553 ถึงเดือนธันวาคม 2553 พบว่าในโรงงานผลิตไม้ฝาสังเคราะห์ที่กระบวนการปรับตั้งลูกอัดภายหลังการปรับปรุงมีสัดส่วนของเวลาในการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ต่อครั้งลดลงเมื่อเทียบกับข้อมูลก่อนการปรับปรุง ณ เดือนมกราคม 2552 ถึงเดือนตุลาคม 2552 ตามรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 กราฟเปรียบเทียบสัดส่วนของเวลาในกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ต่อครั้งก่อนและหลังการปรับปรุง

ทั้งนี้ในการดำเนินการปรับปรุงการลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดดังกล่าว ได้มีการดำเนินการตามหลักเทคนิคของ SMED และวิธีในการหาสาเหตุของปัญหาโดยวิธีผังก้างปลา โดยหลังการปรับปรุงจะทำการสรุปภาพรวมหลังการปรับปรุงรวมถึงตรวจเช็คในการแก้สาเหตุของปัญหาในแต่ละสาเหตุ ว่ามีการแก้ไขครบถ้วนหรือไม่ โดยทั้งนี้จะพิจารณาจากผังก้างปลาตามรูปที่ 5.2

จากการนำหลักเกณฑ์ดังกล่าวประกอบการวิเคราะห์การเลือกแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาสามารถสรุปการแก้ไขสาเหตุต่างๆภายหลังการปรับปรุง ได้ดังนี้

1. **ใช้เวลาในการถอดประกอบโบล์ตมากเกินไป** มีสาเหตุที่ทำให้ใช้เวลาในการถอดประกอบโบล์ตมากเกินไป ได้แก่

1.1 **โบล์ตยึดแท่นลูกอัดมีจำนวนมากไป** จากสาเหตุดังกล่าวได้มีการปรับปรุงโดยการใช้วิธีการลดจำนวนโบล์ตลงโดยการออกแบบจากขนาดโบล์ตขนาด M20 จำนวน 12 ตัวรวม 2 ฝั่งซ้ายขวา ลดลงเหลือ 6 ตัวรวม 2 ฝั่งซ้ายขวา แต่ปรับเปลี่ยนขนาดโบล์ตให้มีขนาดใหญ่ขึ้นที่ขนาด M30 เพื่อให้สามารถรองรับน้ำหนักได้มากขึ้น ซึ่งผลจากการปรับปรุงด้วยวิธีการลดจำนวนโบล์ตสามารถลดเวลาในการถอดประกอบโบล์ตในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดลงได้ 5 นาที

1.2 **ขาดเครื่องมือทุ่นแรงในการถอดประกอบโบล์ต** จากสาเหตุดังกล่าวได้มีการปรับปรุงโดยการใช้วิธีเปลี่ยนเครื่องมือทุ่นแรงจากเดิมใช้ปะแจแหวนในการถอดประกอบโบล์ตเปลี่ยนเป็นบล็อกลมในการถอดประกอบโบล์ตเพื่อช่วยให้การถอดประกอบโบล์ตรวดเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งผลจากการปรับปรุงด้วยวิธีการเปลี่ยนเครื่องมือทุ่นแรงในการถอดประกอบโบล์ตสามารถลดเวลาในการถอดประกอบโบล์ตในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดลงได้ 8 นาที

2. **ระยะทางในการเคลื่อนย้ายลูกอัดและเครนมากเกินไป** มีสาเหตุที่ทำให้ใช้เวลาในการเคลื่อนย้ายลูกอัดและเครนมากเกินไป ได้แก่

2.1 **จุดจอดวางลูกอัดอยู่ไกลจุดทำงาน** จากสาเหตุดังกล่าวได้มีการดำเนินการปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยการจัดทำแท่นพักลูกอัดชั่วคราวซึ่งอยู่ใกล้จุดทำงานในระหว่างการปรับตั้งลูกอัดเพื่อลดระยะทางในการเคลื่อนย้ายลูกอัดในระหว่างกระบวนการปรับตั้งลูกอัด ซึ่งผลจากการดำเนินการสามารถลดเวลาในการเคลื่อนย้ายลงได้ 7 นาที

2.2 **จุดจอดของเครนอยู่ไกลจุดทำงาน** จากสาเหตุดังกล่าวได้มีการปรับปรุงทางอ้อมโดยการจอดพักเครนที่บริเวณแท่นพักลูกอัดชั่วคราวซึ่งอยู่ใกล้จุดทำงาน ในระหว่างการปรับตั้งลูกอัดเพื่อลดระยะทางในการเคลื่อนย้ายเครนในการเคลื่อนย้ายลูกอัดในระหว่างกระบวนการปรับตั้งลูกอัด

3. **มีขั้นตอนการคอยและการตรวจสอบมากเกินไป** มีสาเหตุที่ทำให้ใช้เวลาในการเคลื่อนย้ายลูกอัดและเครนมากเกินไป ได้แก่

3.1 **เสียเวลารอในการเบิกเครื่องมือและใช้เวลาในการตรวจสอบเครื่องมือ** จากสาเหตุดังกล่าวได้มีการดำเนินการปรับปรุงวิธีการทำงานโดยปรับเปลี่ยนวิธีการจัดเตรียมตรวจสอบและเบิกเครื่องมือดังกล่าวเป็นการปรับตั้งภายนอกเวลาการดำเนินการ และได้ทำชุดรถเครื่องมือสำหรับการปรับตั้งลูกอัดโดยเฉพาะเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน

3.2 **ไม่มีจุดมาร์ก (Mark) ระยะตำแหน่งในการปรับตั้ง** จากสาเหตุดังกล่าวได้มีการดำเนินการปรับปรุงเพื่อลดขั้นตอนการตรวจสอบโดยจัดทำจุดสัญลักษณ์ในอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่อุปกรณ์เช็คระยะพร็อคซิมอลสวิตท์ 3 ตัว โดยทำให้สามารถกำจัดขั้นตอนการตรวจสอบดังกล่าวในการปรับตั้งในขั้นตอนนี้ได้ 7 นาที

3.3 **เสียเวลาในเครื่องจักรเคลื่อนที่หรือหยุดทำงาน** จากสาเหตุดังกล่าวได้มีการดำเนินการปรับปรุงวิธีการทำงานซึ่งในกลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัดจะมีกิจกรรมที่เกิดการรอเครื่องจักรเคลื่อนที่หรือหยุดทำงานที่เมนไดร์ฟและเฟรมลูกอัด โดยการปรับปรุงวิธีการทำงานเป็นการปรับตั้งภายนอกแทน ซึ่งจะดำเนินการทำกิจกรรมอื่นต่อไปโดยที่ไม่รอเครื่องจักรหยุดทำงานก่อนแล้วจึงดำเนินการต่อ ซึ่งผลจากการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานดังกล่าวนี้สามารถกำจัดเวลาในการรอคอยดังกล่าวรวมทั้งสิ้น 20 นาที

4. **ขาดการปรับปรุงลักษณะของเครื่องจักรอุปกรณ์ ให้เหมาะสมต่อการทำงาน** มีสาเหตุที่เกิดจากการออกแบบเครื่องจักรทำให้เกิดเวลาส่วนเกินในการปรับตั้งขึ้น โดยมีสาเหตุที่เกี่ยวข้องได้แก่

4.1 **เสียเวลาในการถอดเปลี่ยนใบมีดลูกอัดในการล้างทำความสะอาดและทาน้ำมันกันสนิม** จากสาเหตุดังกล่าวได้มีการดำเนินการปรับปรุงวิธีการออกแบบลักษณะเครื่องจักรโดยใช้วิธีการไคเซ็น (Kaizen) หรือการปรับปรุงกระบวนการทำงานอย่างต่อเนื่องไม่มีที่สิ้นสุด เพื่อช่วยในการดำเนินการแก้ปัญหาและปรับปรุงกระบวนการทำงาน จากการพิจารณาแล้วพบว่าลักษณะหน้างานในกระบวนการผลิตมีความชื้นสูงซึ่งทำให้เกิดคราบสนิมได้ง่ายทำให้เกิดขั้นตอนการทาน้ำมันกันสนิมในกระบวนการปรับตั้งลูกอัด จึงได้ทำการปรับปรุงใบมีดลูกอัดเป็นสแตนเลทเพื่อลดขั้นตอนการทาน้ำมันกันสนิม ซึ่งภายหลังการปรับปรุงได้มีปัญหาจากเศษผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการตัดหลุดเข้าไปในร่องใบมีดทำให้เกิดปัญหารอยตัดไม่คมจึงปรับปรุงร่องใบมีดเล็กที่สุดที่ความกว้าง 1 มิลลิเมตรเพื่อป้องกันเศษจากการตัดหลุดเข้าไปในร่องใบมีด ซึ่งจากการแก้ไขดังกล่าวทำให้ไม่สามารถใช้ใบมีดลูกอัดเดิมที่ขนาด 5 มิลลิเมตรได้ จึงทำการปรับปรุงใบมีดลูกอัดจากสแตนเลทเป็นสลิงแทนเนื่องจากถอดประกอบได้ง่ายและมีขนาด

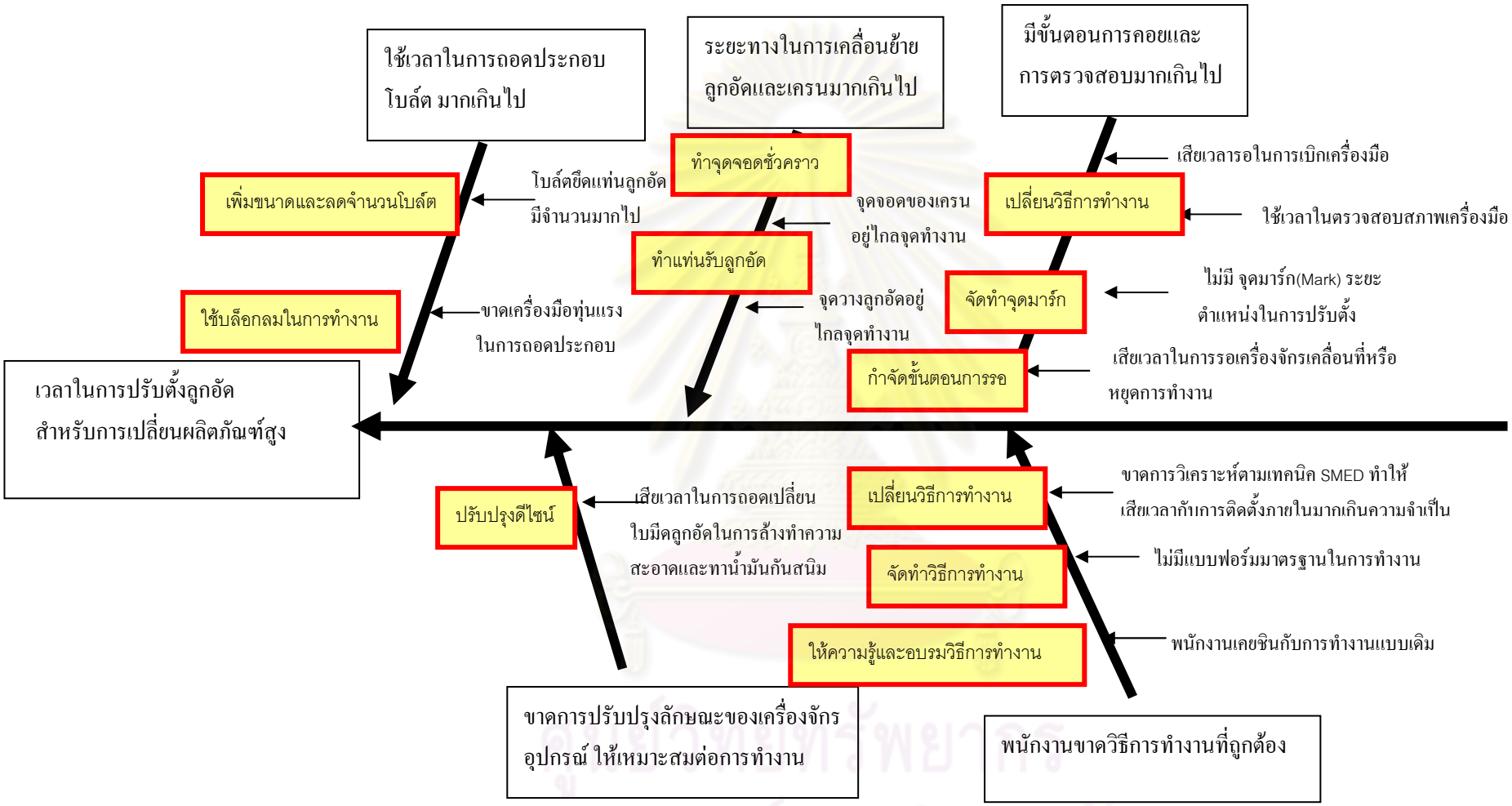
ประมาณ 1 มิลลิเมตรซึ่งสามารถเข้าร่องใบมีดหลังการปรับปรุงได้ อีกทั้งมีราคาถูกกว่าใบมีดลูกอัด ทั้งนี้ผลที่ได้เพื่อลดเวลาในการถอดเปลี่ยนสลิงและป้องกันเรื่องคราบสนิม ซึ่งทำให้ลดขั้นตอนการทาน้ำมันกันสนิมรวม 13 นาที

5. **พนักงานขาดวิธีการทำงานที่ถูกต้อง** ทำให้พนักงานใช้เวลาในการปรับตั้งลูกอัดมากเกินความจำเป็น ซึ่งเกิดจากการทำงานมีเวลาส่วนเกินและเวลาไร้ประสิทธิภาพ ทั้งนี้มีสาเหตุที่เกิดจากที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

5.1 **ขาดการวิเคราะห์ตามเทคนิค SMED ทำให้เสียเวลากับการติดตั้งภายในมากเกินความจำเป็น** จากสาเหตุดังกล่าวได้มีการดำเนินการปรับปรุงวิธีการทำงานโดยได้ทำการวิเคราะห์ขั้นตอนของแต่ละกิจกรรมตามหลักเทคนิค SMED เพื่อจำแนกประเภทของกิจกรรมการปรับตั้งภายนอกและภายใน โดยทั้งนี้จะต้องทำการอบรมและชี้แจงให้ผู้เกี่ยวข้องรับทราบและเข้าใจถึงกิจกรรมที่เป็นการปรับตั้งภายนอกเพื่อที่จะได้ดำเนินการกิจกรรมการปรับตั้งประเภทนี้นอกเวลาในการปรับตั้งลูกอัด

5.2 **ไม่มีแบบฟอร์มมาตรฐานการทำงาน** จากสาเหตุดังกล่าวได้มีการดำเนินการจัดทำวิธีการปฏิบัติงานขึ้นในกระบวนการปรับตั้งลูกอัด เพื่อให้พนักงานรับทราบและเข้าใจในขั้นตอนกระบวนการปรับตั้งลูกอัด ทั้งนี้เพื่อให้ดำเนินการเป็นขั้นตอนอย่างถูกวิธีซึ่งจะช่วยให้เวลาในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดใกล้เคียงค่ามาตรฐานหลังการปรับปรุงที่ 165 นาทีต่อการปรับตั้งลูกอัดต่อครั้ง

5.3 **พนักงานเคยชินกับการทำงานแบบเดิม** จากสาเหตุดังกล่าวได้มีการแก้ปัญหาโดยดำเนินการให้ความรู้แก่พนักงานที่เกี่ยวข้องให้ตระหนักถึงความสำคัญในการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งลูกอัด รวมถึงการอบรมสอนงานและฝึกทดลองปฏิบัติจริงในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดที่ได้ปรับปรุง พร้อมทั้งสร้างแรงจูงใจในการทำงานโดยการกล่าวชมเชยสำหรับผู้ปฏิบัติงานที่ปฏิบัติตามกระบวนการปรับตั้งลูกอัดที่ได้ปรับปรุง รวมถึงการนำเอาผลการปฏิบัติงานมาเป็นตัวชี้วัดผลการทำงานซึ่งจะมีผลต่อการพิจารณาปรับค่าจ้างและโบนัสประจำปี

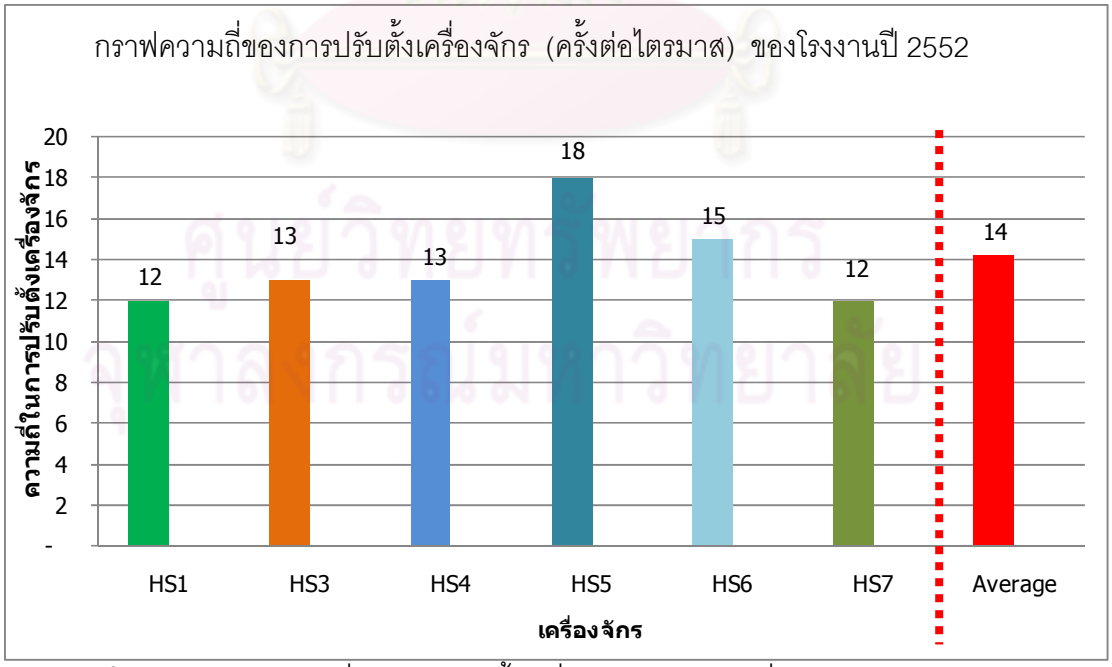


รูปที่ 5.2 สาเหตุหลักและสรุปการแก้ไขปัญหาของเวลาในการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์สูง

บทที่ 6
อภิปรายผลเพิ่มเติม

6.1 ความถี่ในการปรับตั้งเครื่องจักร

จากข้อมูลที่ได้สำรวจ เนื่องจากในปัจจุบันโรงงานตัวอย่างจะดำเนินการผลิตเมื่อมีใบสั่งจองจากลูกค้าจนเป็นที่แน่ใจ จึงดำเนินการผลิตซึ่งข้อเสียที่ตามมาจากการผลิตแบบนี้ทำให้เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์บ่อยขึ้น อีกปัจจัยหนึ่งคือการจัดลำดับผลิตภัณฑ์ในการผลิต เนื่องจากในโรงงานตัวอย่างใช้วิธีการจัดลำดับการผลิตแบบ First Come First Serve (FCFS) โดยผลิตภัณฑ์ใดที่ลูกค้าสั่งซื้อก่อนจะดำเนินการผลิตก่อน ซึ่งผลจากปัจจัยดังกล่าวนี้ทำให้เกิดความถี่ในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์สูง ดังแสดงรูปในที่ 6.1 พบว่าในแต่ละเครื่องจักรมีความถี่ในการปรับตั้งที่สูง เฉลี่ยแต่ละเครื่องสูงถึงประมาณ 14 ครั้งต่อไตรมาส หรือคิดโดยเฉลี่ย 4-5 ครั้งต่อเดือน โดยเฉลี่ยแต่ละเครื่องจะมีการปรับตั้งเครื่องจักรสูงถึง 56 ครั้งต่อปี หรือเฉลี่ยสูงถึง 5-6 ครั้งต่อเดือน ซึ่งเมื่อรวมเวลาที่ต้องปรับตั้งลูกอัด 5 ชั่วโมงต่อครั้ง ในแต่ละปีจะมีความสูญเสียในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดสูงถึง 25-30 ชั่วโมงต่อเครื่องต่อเดือน จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจสำหรับการศึกษาที่จะดำเนินการลดความถี่ดังกล่าวลง



รูปที่ 6.1 กราฟความถี่ของการปรับตั้งเครื่องจักรตามรายเครื่อง โดยวิธีดำเนินการผลิต แบบ First Come First Serve (FCFS) ข้อมูลจากแผนการผลิตปี 2552

จากการเก็บข้อมูลและประเมินในปี 2552 ที่ผ่านมา เวลาที่โรงงานตัวอย่างเสียไปสำหรับการปรับตั้งลูกอัดเพื่อใช้สำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์อยู่ที่ 24,900 นาทีต่อไตรมาส เมื่อคิดรวมทุกเครื่องจักร ดังตารางที่ 6.1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็นจำนวนเวลาที่สูงมากต่อไตรมาส

ตารางที่ 6.1 ตารางเวลาในการปรับตั้งลูกอัดต่อไตรมาส (นาที) ก่อนการดำเนินการ

M/C		Plant	**เวลาในการปรับตั้งลูกอัดต่อครั้ง (นาที)**	**ความถี่ในการปรับตั้งเครื่องจักร (ครั้ง/ไตรมาส)**	**เวลาในการปรับตั้งลูกอัดต่อไตรมา (นาที)**
HS	HS1	T2	300	12	3,600
	HS3		300	13	3,900
	HS4		300	13	3,900
	HS5		300	18	5,400
	HS6		300	15	4,500
	HS7		300	12	3,600
	Average		300	14	4,260
	Total			83	24,900

6.2 เกณฑ์การปรับปรุงการลดความถี่ในการปรับตั้งเครื่องจักร

จากข้อมูลที่ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลความถี่ในการปรับตั้งเครื่องจักรดังกล่าว หากต้องการลดความถี่ในการปรับตั้งเครื่องจักร ปัจจัยเรื่องการวางแผนกำลังการผลิตเป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้นจากเดิมที่ทางโรงงานจะดำเนินการผลิตเมื่อมีการสั่งสินค้าจากทางลูกค้าจึงดำเนินการผลิตจริง ซึ่งในบางครั้งลูกค้ามีความต้องการในสินค้านั้นมีความถี่สูงแต่มีช่วงเวลาที่ไม่ต่อเนื่องกัน จึงเกิดความถี่ในการปรับตั้งเครื่องสูง ดังนั้นด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงจำเป็นต้องหาแนวทางในการแก้ปัญหาในส่วนนี้ เนื่องจากโรงงานตัวอย่างเป็นการผลิตเพื่อรอจำหน่าย (Made To Stock) และมีพื้นที่เก็บผลิตภัณฑ์สูง ดังนั้นการคาดการณ์ทางโรงงานตัวอย่างจะนำข้อมูลความต้องการทางการตลาดในช่วงปี 2552 ของโรงงานตัวอย่าง โดยแยกแต่ละผลิตภัณฑ์ที่แสดงดังตารางที่ 6.2 จำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งสิ้น 70 ชนิด

ตารางที่ 6.2 ตารางข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ตลาดต้องการในปี 2552 จำนวน 70 ชนิด

ลำดับ	ผลิตภัณฑ์	ข้อมูลการผลิตในปี 52 (ตัน)	เครื่องจักรที่เดิน
1	กระเบื้องว่าวผิวเรียบ 80 cm.	23,640	HS.1
2	กระเบื้องว่าวลายไม้ 80 cm.	6,795	HS.1
3	กระเบื้องว่าวลายไม้สักทอง 80 cm.	5,978	HS.1
4	ไม้เชิงชาย 15x300x1.6 cm.	9,281	HS.4 , HS.7
5	ไม้เชิงชาย 20x300x1.6 cm.	17,834	HS.4 , HS.7
6	ไม้เชิงชายลายไม้ 15x300x1.6 cm.	1,198	HS.4
7	ไม้เชิงชายลายไม้ 20x300x1.6 cm.	1,451	HS.4
8	ไม้เชิงชายลายไม้ 15x400x1.6 cm.	20,148	HS.3
9	ไม้เชิงชายลายไม้ 20x400x1.6 cm.	50,991	HS.3
10	ไม้เชิงชายลายไม้สักทอง 10x400x1.6 cm.	406	HS.3
11	ไม้ฝาผนัง 60x240x0.35 cm	9,358	HS.5 , HS.6
12	ไม้ฝาผนัง 120x240x0.35 cm.	1,429	HS.3
13	ไม้ฝาผนัง 120x240x0.4 cm.	12,756	HS.3
14	ไม้ฝาผนัง 120x240x0.6 cm.	10,517	HS.5
15	ไม้ฝาผนัง 120x240x0.8 cm.	5,729	HS.6
16	ไม้ฝาผนัง 4'x8'x0.35 cm.	907	HS.5
17	ไม้ฝาผนัง 4'x8'x0.4 cm.	874	HS.5
18	ไม้ฝาผนัง 60x240x0.4 cm.	10,448	HS.6
19	ไม้ฝาผนัง 60x240x0.6 cm.	16	HS.6
20	ไม้ฝาผนังลายช้าง 120.3x243.8x0.4 cm.	538	HS.6
21	ไม้ฝาผนังลายช้าง 120x240x0.35 cm.	5,887	HS.5 , HS.6
22	ไม้ฝาผนังลายช้าง 120x240x0.4 cm.	22,559	HS.5 , HS.6
23	ไม้ฝาผนังลายช้าง 120x240x0.6 cm.	16,209	HS.5 , HS.6
24	ไม้ฝาผนังลายช้าง 2'x8'x0.4 cm.	2,541	HS.5 , HS.6
25	ไม้ฝาผนังลายช้าง 4'x8'x0.4 cm.	578	HS.6

ตารางที่ 6.2 ตารางข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ตลาดต้องการในปี 2552 จำนวน 70 ชนิด (ต่อ)

ลำดับ	ผลิตภัณฑ์	ข้อมูลการผลิตในปี 52 (ตัน)	เครื่องจักรที่เดิน
26	ไม้ฝาผนังลายช้าง 4'x8'x0.4cm.	592	HS.5
27	ไม้ฝาผนังลายช้าง 4'x8'x0.6 cm.	1,891	HS.5 , HS.6
28	ไม้ฝาผนังลายช้าง 4'x8'x0.8 cm.	346	HS.6
29	ไม้ฝาผนังลายช้าง 60.3x243.8x0.4 cm.	551	HS.5
30	ไม้ฝาผนังลายช้าง 60x240x0.4 cm.	9,689	HS.5
31	ไม้ฝาผนังลายไม้ 120x240x0.4 cm.	1,805	HS.5
32	ไม้ฝาผนังลายไม้ 120x240x0.6 cm.	1,458	HS.3
33	ไม้ฝาผนังลายไม้ 60.3x243.8x0.35 cm.	995	HS.6
34	ไม้ฝาผนังลายไม้ 60x240x0.35 cm.	1,018	HS.5
35	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 120x240x0.35 cm	5,197	HS.5 , HS.6
36	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 120x240x0.4 cm.	46,633	HS.3 , HS.6
37	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 120x240x0.8 cm.	5,863	HS.5
38	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 120x240x1.0 cm.	4,173	HS.5
39	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 120x240x1.2 cm.	2,795	HS.5
40	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 4'x8'x0.35 cm.	886	HS.6
41	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 4'x8'x0.4 cm.	845	HS.6
42	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 4'x8'x0.8 cm.	354	HS.5
43	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 4'x8'x1.0 cm.	405	HS.5
44	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 4'x8'x1.2 cm.	872	HS.5
45	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 60x240x0.6 cm.	16	HS.5
46	ไม้ฝาฝ้า 60x240x0.4 cm.	6,294	HS.5 , HS.6
47	ไม้ฝาฝ้าลายช้าง 15x300x0.8 cm.	19,205	HS.4 , HS.7
48	ไม้ฝาฝ้าลายช้าง 20x300x0.8 cm.	6,737	HS.4 , HS.7
49	ไม้ฝาฝ้าลายช้าง 60x243.8x0.475 cm.	349	HS.5 , HS.7
50	ไม้ฝาฝ้าลายประยุกต์ 20x310x0.8 cm.	36,056	HS.4 , HS.7

ตารางที่ 6.2 ตารางข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ตลาดต้องการในปี 2552 จำนวน 70 ชนิด (ต่อ)

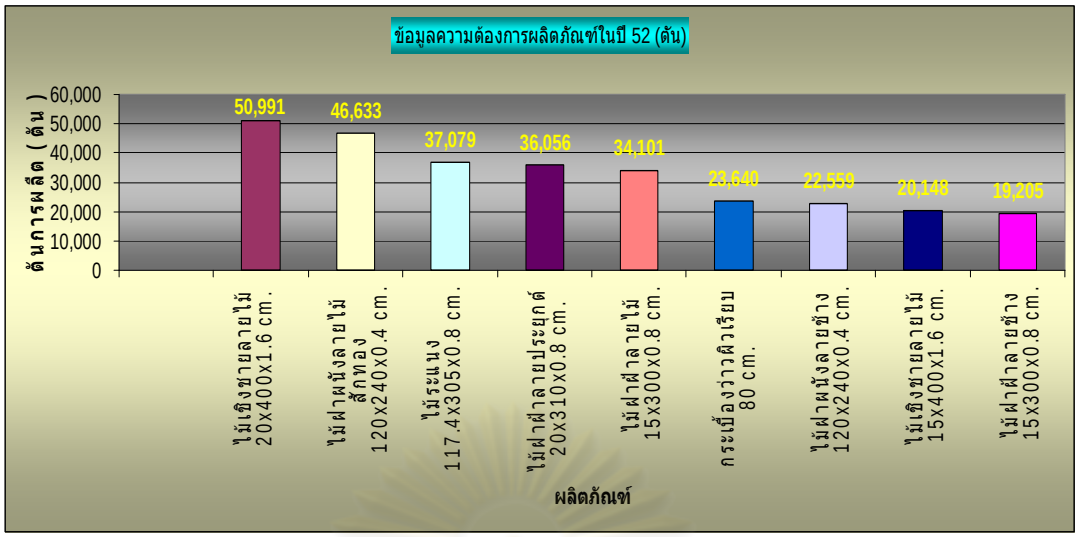
ลำดับ	ผลิตภัณฑ์	ข้อมูลการผลิตในปี 52 (ตัน)	เครื่องจักรที่เดิน
51	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 60x243.8x0.475 cm.	8,717	HS.5 , HS.7
52	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 120x240x0.4 cm.	11,227	HS.5 , HS.6
53	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 120x240x0.6 cm.	3,551	HS.5
54	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 120x240x0.8 cm.	480	HS.5
55	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 120x240x1.0 cm.	184	HS.5
56	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 120x240x1.2 cm.	525	HS.5 , HS.7
57	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 15x300x0.8 cm.	34,101	HS.4 , HS.7
58	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 20x300x0.8 cm.	13,779	HS.4 , HS.7
59	ไม้ฝาฝ้าลายไม้สักทอง 120x240x0.4 cm.	8,602	HS.6
60	ไม้ฝาฝ้าลายไม้สักทอง 120x240x0.6 cm.	3,470	HS.6
61	ไม้ฝาฝ้าลายไม้สักทอง 120x240x0.8 cm.	469	HS.5 , HS.7
62	ไม้ฝาระแนง 123.8x488.0x0.8 cm.	8,422	HS.5 , HS.7
63	ไม้ระแนง 117.4x305x0.8 cm.	37,079	HS.4 , HS.7
64	ไม้ระแนงลายไม้ 115x305x0.8 cm.	1,617	HS.4 , HS.7
65	ไม้ระแนงลายไม้ 117.4x305x0.8 cm.	4,221	HS.4 , HS.7
66	ไม้รั้วลายช้าง 115x405x1.2 cm	8,577	HS.3
67	ไม้รั้วลายไม้ 109x405x1.2 cm.	406	HS.3
68	ไม้รั้วลายไม้ 115x405x1.6 cm.	720	HS.3
69	ไม้รั้วลายไม้สักทอง 117.4x405x1.6 cm.	493	HS.3
70	ไม้รั้วลายไม้สักทอง 118x405x1.2 cm.	772	HS.3
	รวมทั้งสิ้น	540,504	

จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่มีความต้องการสูงสุด 10 อันดับแรกมาจัดเรียงพาเรโต้ ดังตารางที่ 6.3 และรูปที่ 6.2 เพื่อนำมาประเมินการวางแผนกำลังการผลิต

ตารางที่ 6.3 ตารางข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ตลาดต้องการในปี 2552 10 อันดับแรก

ลำดับ	ผลิตภัณฑ์	ข้อมูลการผลิตในปี 52 (ตัน)	เครื่องจักรที่เดิน	ความถี่ในการปรับตั้งเครื่องจักรต่อปี						รวมความถี่การปรับตั้งเครื่องจักรต่อปี
				HS1	HS3	HS4	HS5	HS6	HS7	
9	ไม้เชิงชายลายไม้ 20x400x1.6 cm.	50,991	HS.3		19					19
36	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 120x240x0.	46,633	HS.3 , HS.6		13			9		22
63	ไม้ระแนง 117.4x305x0.8 cm.	37,079	HS.4 , HS.7			8			8	16
50	ไม้ฝาฝ้าลายประยุกต์ 20x310x0.8 cm	36,056	HS.4 , HS.7			10			7	17
57	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 15x300x0.8 cm.	34,101	HS.4 , HS.7			9			3	12
1	กระเบื้องว่าวผิวเรียบ 80 cm.	23,640	HS.1	6						6
22	ไม้ฝาผนังลายช้าง 120x240x0.4 cm.	22,559	HS.5 , HS.6				11	8		19
8	ไม้เชิงชายลายไม้ 15x400x1.6 cm.	20,148	HS.3		5					5
47	ไม้ฝาฝ้าลายช้าง 15x300x0.8 cm.	19,205	HS.4 , HS.7			5			6	11

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.2 กราฟพาเรโต้ข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ทางตลาดต้องการในปี 2552 10 อันดับแรก จากจำนวนทั้งสิ้น 70 ชนิด

ส่วนอีกปัจจัยหนึ่งที่สามารถดำเนินการได้คือการจัดลำดับเครื่องจักรในการเดินผลิตภัณฑ์เพื่อลดความถี่ในการปรับตั้งเครื่องจักร ซึ่ง ณ โรงงานตัวอย่างใช้วิธีการดำเนินการผลิตแบบ First Come First Serve (FCFS) ซึ่งยึดตามการสั่งซื้อของลูกค้าเป็นสำคัญแล้วจึงดำเนินการผลิตตาม ซึ่งหากมีการสั่งซื้อโดยมีชนิดผลิตภัณฑ์มากเกินกว่าที่เครื่องจักรที่ใช้งานอยู่ เมื่อเครื่องจักรผลิตได้จำนวนเพียงเล็กน้อย ก็ต้องสลับเดินผลิตภัณฑ์ตัวใหม่ทันทีทำให้เกิดความถี่ในการปรับตั้งเกินความจำเป็น ซึ่งสิ่งสำคัญสำหรับในหัวข้อนี้คือการปรับวิธีการดำเนินการจัดตารางการผลิต เนื่องจากในการดำเนินการแบบ Shortage Processing Time (SPT) และ Longest Processing Time (LPT) จะสามารถดำเนินการได้เมื่อผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด มีระยะเวลาในการผลิตต่างกัน ซึ่งในกรณีของโรงงานตัวอย่างผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดใช้เวลาในการผลิตใกล้เคียงกันคือ 2-3 วัน โดยประมาณ ดังนั้นเงื่อนไขที่สามารถดำเนินการพิจารณาได้คือการดำเนินการแบบ Earliest Due Date (EDD) เท่านั้น

ในการดำเนินการปรับปรุงการลดความถี่ในการปรับตั้งเครื่องจักรมีแนวทางในการดำเนินการเพื่อลดความถี่ในการปรับตั้งเครื่องจักรดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : ทำการรวบรวมรายชื่อผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่ต้องการของทางตลาดโดยรวบรวมมาจากปี 2552 แยกตามรายผลิตภัณฑ์ โดยระบุสัปดาห์ที่สั่งและสัปดาห์กำหนดส่งของแต่ละผลิตภัณฑ์ (1 ปีเท่ากับ 52 สัปดาห์) ตามตารางที่ 6.4

ตารางที่ 6.4 ตารางข้อมูลสัปดาห์ที่สั่งและสัปดาห์กำหนดส่งของผลิตภัณฑ์

ลำดับ	ผลิตภัณฑ์	ข้อมูลการผลิตในปี 52 (ตัน)	สัปดาห์ที่สั่ง	สัปดาห์กำหนดส่ง	ระยะเวลาระหว่างสัปดาห์ที่สั่งถึงกำหนดส่ง
1	กระเบื้องว่าวผิวเรียบ 80 cm.	23,640	2	12	10
2	กระเบื้องว่าวลายไม้ 80 cm.	6,795	4	8	4
3	กระเบื้องว่าวลายไม้สักทอง 80 cm.	5,978	13	20	7
4	ไม้เชิงชาย 15x300x1.6 cm.	9,281	1	2	1
5	ไม้เชิงชาย 20x300x1.6 cm.	17,834	2	7	5
6	ไม้เชิงชายลายไม้ 15x300x1.6 cm.	1,198	18	25	7
7	ไม้เชิงชายลายไม้ 20x300x1.6 cm.	1,451	36	40	4
8	ไม้เชิงชายลายไม้ 15x400x1.6 cm.	20,148	1	4	3
9	ไม้เชิงชายลายไม้ 20x400x1.6 cm.	50,991	2	16	14
10	ไม้เชิงชายลายไม้สักทอง 10x400x1.6 cm.	406	12	27	15
11	ไม้ฝาผนัง 60x240x0.35 cm	9,358	1	3	2
12	ไม้ฝาผนัง 120x240x0.35 cm.	1,429	35	40	5
13	ไม้ฝาผนัง 120x240x0.4 cm.	12,756	3	8	5
14	ไม้ฝาผนัง 120x240x0.6 cm.	10,517	31	40	9
15	ไม้ฝาผนัง 120x240x0.8 cm.	5,729	11	18	7
16	ไม้ฝาผนัง 4'x8'x0.35 cm.	907	47	51	4
17	ไม้ฝาผนัง 4'x8'x0.4 cm.	874	45	50	5
18	ไม้ฝาผนัง 60x240x0.4 cm.	10,448	42	52	10
19	ไม้ฝาผนัง 60x240x0.6 cm.	16	45	52	7
20	ไม้ฝาผนังลายช้าง 120.3x243.8x0.4 cm.	538	42	48	6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

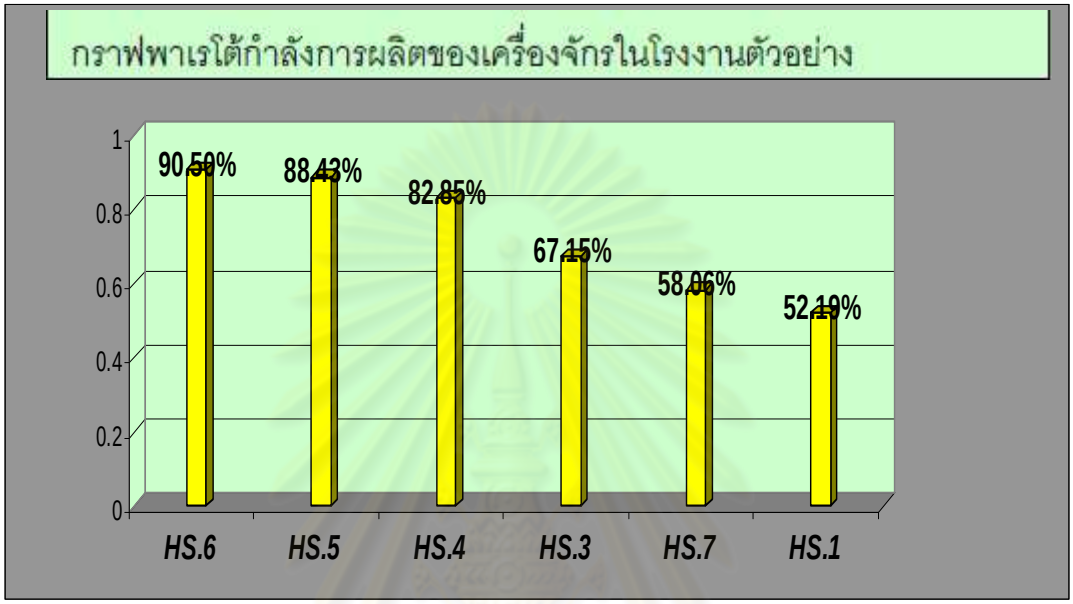
ตารางที่ 6.4 ตารางข้อมูลสัปดาห์ที่สั่งและสัปดาห์กำหนดส่งของผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

ลำดับ	ผลิตภัณฑ์	ข้อมูลการผลิตในปี 52 (ตัน)	สัปดาห์ที่สั่ง	สัปดาห์กำหนดส่ง	ระยะเวลาระหว่างสัปดาห์ที่สั่งถึงกำหนดส่ง
21	ไม้ฝาผนังลายช้าง 120x240x0.35 cm.	5,887	3	6	3
22	ไม้ฝาผนังลายช้าง 120x240x0.4 cm.	22,559	12	15	3
23	ไม้ฝาผนังลายช้าง 120x240x0.6 cm.	16,209	16	24	8
24	ไม้ฝาผนังลายช้าง 2'x8'x0.4 cm.	2,541	6	12	6
25	ไม้ฝาผนังลายช้าง 4'x8'x0.4 cm.	578	42	49	7
26	ไม้ฝาผนังลายช้าง 4'x8'x0.4cm.	592	43	49	6
27	ไม้ฝาผนังลายช้าง 4'x8'x0.6 cm.	1,891	39	42	3
28	ไม้ฝาผนังลายช้าง 4'x8'x0.8 cm.	346	49	52	3
29	ไม้ฝาผนังลายช้าง 60.3x243.8x0.4 cm.	551	49	52	3
30	ไม้ฝาผนังลายช้าง 60x240x0.4 cm.	9,689	10	20	10
31	ไม้ฝาผนังลายไม้ 120x240x0.4 cm.	1,805	47	52	5
32	ไม้ฝาผนังลายไม้ 120x240x0.6 cm.	1,458	47	52	5
33	ไม้ฝาผนังลายไม้ 60.3x243.8x0.35 cm.	995	47	52	5
34	ไม้ฝาผนังลายไม้ 60x240x0.35 cm.	1,018	1	7	6
35	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 120x240x0.35 cm	5,197	8	11	3
36	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 120x240x0.4 cm.	46,633	26	35	9
37	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 120x240x0.8 cm.	5,863	24	29	5
38	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 120x240x1.0 cm.	4,173	25	29	4
39	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 120x240x1.2 cm.	2,795	24	30	6
40	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 4'x8'x0.35 cm.	886	36	38	2
41	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 4'x8'x0.4 cm.	845	33	38	5
42	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 4'x8'x0.8 cm.	354	28	31	3
43	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 4'x8'x1.0 cm.	405	28	35	7
44	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 4'x8'x1.2 cm.	872	28	37	9
45	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 60x240x0.6 cm.	16	28	37	9

ตารางที่ 6.4 ตารางข้อมูลสัปดาห์ที่สั่งและสัปดาห์กำหนดส่งของผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

ลำดับ	ผลิตภัณฑ์	ข้อมูลการผลิตในปี 52 (ตัน)	สัปดาห์ที่สั่ง	สัปดาห์กำหนดส่ง	ระยะเวลาระหว่างสัปดาห์ที่สั่งถึงกำหนดส่ง
46	ไม้ฝาฝ้า 60x240x0.4 cm.	6,294	35	42	7
47	ไม้ฝาฝ้าลายช้าง 15x300x0.8 cm.	19,205	24	37	13
48	ไม้ฝาฝ้าลายช้าง 20x300x0.8 cm.	6,737	7	11	4
49	ไม้ฝาฝ้าลายช้าง 60x243.8x0.475 cm.	349	44	48	4
50	ไม้ฝาฝ้าลายประยุกต์ 20x310x0.8 cm.	36,056	40	52	12
51	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 60x243.8x0.475 cm.	8,717	42	48	6
52	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 120x240x0.4 cm.	11,227	39	52	13
53	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 120x240x0.6 cm.	3,551	36	45	9
54	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 120x240x0.8 cm.	480	36	42	6
55	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 120x240x1.0 cm.	184	36	42	6
56	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 120x240x1.2 cm.	525	38	46	8
57	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 15x300x0.8 cm.	34,101	29	46	17
58	ไม้ฝาฝ้าลายไม้ 20x300x0.8 cm.	13,779	32	44	12
59	ไม้ฝาฝ้าลายไม้สักทอง 120x240x0.4 cm.	8,602	37	48	11
60	ไม้ฝาฝ้าลายไม้สักทอง 120x240x0.6 cm.	3,470	42	50	8
61	ไม้ฝาฝ้าลายไม้สักทอง 120x240x0.8 cm.	469	43	48	5
62	ไม้ฝาระแนง 123.8x488.0x0.8 cm.	8,422	39	49	10
63	ไม้ระแนง 117.4x305x0.8 cm.	37,079	15	23	8
64	ไม้ระแนงลายไม้ 115x305x0.8 cm.	1,617	13	20	7
65	ไม้ระแนงลายไม้ 117.4x305x0.8 cm.	4,221	11	14	3
66	ไม้รั้วลายช้าง 115x405x1.2 cm	8,577	12	25	13
67	ไม้รั้วลายไม้ 109x405x1.2 cm.	406	24	28	4
68	ไม้รั้วลายไม้ 115x405x1.6 cm.	720	24	32	8
69	ไม้รั้วลายไม้สักทอง 117.4x405x1.6 cm.	493	32	42	10
70	ไม้รั้วลายไม้สักทอง 118x405x1.2 cm.	772	32	36	4
	รวมทั้งสิ้น	540,504	1 ปี = 52 สัปดาห์		

ขั้นตอนที่ 2 : จัดตารางการผลิตโดยความเรียงสำคัญในการจัดตาราง โดยยึดความสำคัญในเรื่องสัปดาห์ในการส่งมอบก่อนตามวิธี Earliest Due Date (EDD) และปริมาณต้นการผลิตของผลิตภัณฑ์เป็นสำคัญเพื่อเดินผลิตภัณฑ์นั้นในเครื่องจักรที่มีกำลังการผลิตที่สูงตามรูปที่ 6.3



รูปที่ 6.3 กราฟพาเรโต้กำลังการผลิตของเครื่องจักรในโรงงานตัวอย่าง

ข้อดีที่ได้จากการจัดกำลังการผลิตเช่นนี้ ผลที่ได้เพื่อลดความถี่ในการปรับตั้งเครื่องจักรในเครื่องที่มีกำลังการผลิตที่สูง อันเป็นการลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดโดยรวมซึ่งจะส่งผลต่อการเพิ่มกำลังการผลิตต่อเดือนได้

ขั้นตอนที่ 3 : ดำเนินการกระจายการเดินผลิตภัณฑ์ตามลำดับเครื่องจักร ที่ได้จัดเรียงตามขั้นตอนที่ 2 ในส่วนนี้จะทำการเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีสัปดาห์ในการส่งมอบก่อนและความต้องการสูง นำไปผลิตที่เครื่องจักรที่มีกำลังการผลิตที่สูงที่แสดงในตามตารางที่ 6.5 โดยทั้งนี้จะต้องไม่เกินกำลังการผลิตสูงสุดที่เครื่องจักรนั้น ที่ผลิตได้จริงต่อเดือนซึ่งเป็นข้อจำกัดของเครื่องจักรในการผลิต โดยทั้งนี้สามารถเลือกข้อมูลกำลังการผลิตในเดือนมีนาคมซึ่งเป็นเดือนที่แต่ละเครื่องจักรผลิตได้สูงที่สุดเป็นเกณฑ์ในการพิจารณากำลังการผลิตที่แท้จริงของเครื่องจักรแต่ละเครื่องที่สามารถผลิตได้มากที่สุดต่อเดือน

ตารางที่ 6.5 กำลังการผลิตของเครื่องจักรที่ผลิตได้จริงในแต่ละปีจากข้อมูล ปี 2552

unit : Ton

Hats.	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Average	TOTAL
HS.1	1,315	1,407	1,992	1,442	1,596	1,738	1,748	1,657	1,806	1,657	1,358	1,287	1,584	19,003
HS.3	7,328	7,891	8,309	7,195	8,546	8,125	8,357	6,088	8,137	7,167	6,979	7,134	7,605	91,256
HS.4	7,643	8,147	9,106	7,486	8,879	8,239	8,501	6,342	8,484	7,003	6,875	7,009	7,809	93,714
HS.5	7,370	7,746	9,108	4,454	4,808	4,258	4,175	8,611	4,833	5,046	4,738	3,990	5,761	69,137
HS.6	4,844	6,220	9,605	4,364	5,829	4,956	4,674	4,732	5,015	4,420	3,738	3,834	5,186	62,232
HS.7	5,926	7,042	7,234	5,448	6,543	5,817	5,489	5,581	5,987	5,704	5,076	4,677	5,877	70,525
Total HS	34,426	38,454	45,354	30,388	36,200	33,133	32,944	33,012	34,262	30,997	28,765	27,932	33,822	405,867

ขั้นตอนที่ 4 : ทำการเปรียบเทียบข้อมูลความถี่ก่อนการแก้ไข ที่เป็นการจัดตารางการผลิตแบบ First Come First Serve (FCFS) โดยมีความถี่การปรับตั้งเครื่องจักรเฉลี่ย 4 - 6 ครั้งต่อเดือนต่อเครื่อง เปรียบเทียบกับความถี่ที่เป็นแนวทางการแก้ไขที่เป็นการจัดตารางการผลิตแบบ Earliest Due Date (EDD) เพื่อจัดทำมาตรฐานในการจัดตารางในการดำเนินการ

การจำลองการจัดตารางการวางแผนการผลิตเพื่อลดความถี่ โดยนำไปทดลองดำเนินการใน 1 ไตรมาส (1 ไตรมาสเท่ากับ 13 สัปดาห์)

ขั้นตอนที่ 1 และ 2 นำข้อมูลจากในตารางที่ 6.4 ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดของโรงงานตัวอย่าง มาจัดเรียงโดยเรียงความสำคัญตามสัปดาห์ที่กำหนดส่งและปริมาณตันการผลิตแสดงตามตารางที่ 6.6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.6 ผลิตภัณฑ์เรียงตามสัปดาห์กำหนดส่งมอบ

ลำดับ	ผลิตภัณฑ์	ข้อมูลการผลิตในปี 52 (ตัน)	เครื่องจักรที่เดินก่อนการปรับปรุง	สัปดาห์ที่สั่ง	สัปดาห์กำหนดส่ง
4	ไม้เชิงชาย 15x300x1.6 cm.	9,281	HS.4 , HS.7	1	2
11	ไม้ฝาผนัง 60x240x0.35 cm	9,358	HS.5 , HS.6	1	3
8	ไม้เชิงชายลายไม้ 15x400x1.6 cm.	20,148	HS.3	1	4
21	ไม้ฝาผนังลายช้าง 120x240x0.35 cm.	5,887	HS.5 , HS.6	3	6
5	ไม้เชิงชาย 20x300x1.6 cm.	17,834	HS.4 , HS.7	2	7
34	ไม้ฝาผนังลายไม้ 60x240x0.35 cm.	1,018	HS.5	1	7
2	กระเบื้องว่าวลายไม้ 80 cm.	6,795	HS.1	4	8
13	ไม้ฝาผนัง 120x240x0.4 cm.	12,756	HS.3	3	8
35	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 120x240x0.35	5,197	HS.5 , HS.6	8	11
48	ไม้ฝาฝ้าลายช้าง 20x300x0.8 cm.	6,737	HS.4 , HS.7	7	11
1	กระเบื้องว่าวผิวเรียบ 80 cm.	23,640	HS.1	2	12
24	ไม้ฝาผนังลายช้าง 2'x8'x0.4 cm.	2,541	HS.5 , HS.6	6	12

ขั้นตอนที่ 3 : ดำเนินการกระจายการเดินผลิตภัณฑ์ตามลำดับเครื่องจักรที่ได้จัดเรียงตามขั้นตอนที่ 2 หลักการดำเนินงานเริ่มจากการเรียงเครื่องจักรตามกำลังการผลิตที่แสดงจากกราฟพาเรโตตามรูปที่ 6.3 จากนั้นจึงนำผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณความต้องการสูงและสัปดาห์ในการส่งมอบก่อนนำไปผลิตที่เครื่องจักรที่มีกำลังการผลิตที่สูงก่อน เพื่อนำมาวางแผนกำลังการผลิตตามตารางที่ 6.7

โดยการเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีกำหนดการส่งมอบก่อนมาจัดการวางแผนการผลิตในเครื่องจักรที่มีกำลังการผลิตสูงสุด หากผลิตภัณฑ์ใดกำหนดส่งมอบเท่ากันจะพิจารณาปริมาณตันการผลิตเป็นลำดับต่อไปในการพิจารณา โดยจะสนใจเฉพาะสัปดาห์ที่กำหนดส่งมอบเท่านั้น ซึ่งจะพิจารณาเรียงลำดับทีละสัปดาห์ ยกตัวอย่างจากตารางที่ 6.6 ไม้เชิงชายที่ขนาดเท่ากับ

15x300x1.6 cm มีความต้องการ 9,281 ตัน ที่สัปดาห์ที่ 2 ดังนั้นจึงวางแผนการผลิตในเครื่องจักรที่มีกำลังการผลิตสูงสุดคือเครื่อง HS.6 เพื่อที่จะใช้เครื่องจักรเดียวให้ผลิตเสร็จได้ในเครื่องเดียว แต่เนื่องจาก จำนวนความต้องการ 9,281 ตัน ในเวลาเพียง 1 สัปดาห์จะไม่สามารถผลิตได้ทันตามข้อจำกัดในด้านการผลิตของเครื่องจักร จึงจำเป็นต้องแบ่งกำลังการผลิตไปที่เครื่องจักรที่มีกำลังการผลิต รองลงมาคือเครื่อง HS.5 เพื่อให้สามารถผลิตได้ทัน เมื่อพิจารณาไม้เชิงชายขนาด 15x300x1.6 cm แล้วเสร็จก็จะพิจารณาในผลิตภัณฑ์ต่อไปจนครบตามความต้องการ ทั้งนี้ในการพิจารณาจะบันทึกเป็นไตรมาสเพื่อความสะดวกในการประเมินความถี่ เพื่อแบ่งช่วงในการพิจารณาเท่าๆกัน ทั้งนี้รายละเอียดข้อมูลตามตารางที่ 6.7

ขั้นตอนที่ 4 : จากตารางที่ 6.7 จะเห็นได้ว่าในช่วง 1 ไตรมาส ในแต่ละเครื่องจักรจะมีการปรับตั้งเครื่องจักร สำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย 1 ครั้งต่อเดือนเท่านั้น จากเดิมที่ต้องเปลี่ยนผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย 4 - 6 ครั้งต่อเดือน ทั้งนี้เนื่องจากการปรับเปลี่ยนวิธีการผลิตเป็นแบบ Earliest Due Date (EDD) และทำการผลิตก่อนที่ลูกค้าจะดำเนินการสั่งซื้อ โดยใช้ข้อมูลความต้องการทางการตลาดของลูกค้าเพื่อช่วยในการประมาณการณ์

6.3 วิเคราะห์ผลกระทบในการวางแผนการผลิตในการลดความถี่

จากแนวทางทางที่ได้ประเมินในการลดความถี่ในการปรับตั้งเครื่องจักรด้วยวิธีการวางแผนการผลิตที่ได้กล่าวมาข้างต้น ถึงแม้ว่าแนวทางดังกล่าวจะทำให้ลดความถี่ในการปรับตั้งเครื่องจักร ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อเวลาในการปรับตั้งลูกอัดในภาพรวมได้ แต่ผลกระทบที่ตามมาจากเกณฑ์ที่ได้ประเมินดังกล่าว จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการปรับตั้งลูกอัดเกิดความไม่หลากหลายขึ้น ซึ่งจะไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หลักในการลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดเพื่อรองรับการผลิต ผลิตภัณฑ์ไม้ฝาสังเคราะห์จำนวนหลากหลายชนิดตามความต้องการของลูกค้า และผลกระทบที่ตามมาอีกประการหนึ่งจากการลดความถี่ในการปรับตั้งเครื่องจักรดังกล่าว จะทำให้เกิดการเก็บสินค้าคงคลังสูงขึ้นและส่งผลต่อค่าใช้จ่ายในการเก็บสินค้าคงคลังของโรงงาน ซึ่งเมื่อเทียบกับความถี่ในการปรับตั้งเครื่องจักรที่ลดลง จากผลกระทบดังกล่าวยังไม่คุ้มค่าเพียงพอที่จะดำเนินการ ดังนั้นจากแนวทางในการวางแผนการผลิตในการลดความถี่ในการปรับตั้งเครื่องจักรดังกล่าวที่ได้ประเมินนี้ จึงยังไม่เหมาะสมกับผลกระทบที่เกิดขึ้นเนื่องจากเหตุผลที่ได้กล่าวมาข้างต้น

ตารางที่ 6.7 ตารางการวางแผนกำลังการผลิตที่ประเมินในเบื้องต้นในการลดความถี่ในการปรับตั้งเครื่องจักร

M/C	Capacity (ton) Monthly (ton)	(Quartery = 13 Weeks) ton	Wk1	Wk2	Wk3	Wk4	Wk5	Wk6	Wk7	Wk8	Wk9	Wk10	Wk11	Wk12	Wk13	รวมความถี่ในการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ใน 1 ไตรมาส	ความถี่ในการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์รายเดือน
HS.6	9,605	28,815	ไม้เชิงชาย 15x300x1.6 cm.		ไม้ฝาผนังลายช้าง120x240x0.35			ไม้ฝาผนังลายช้าง 2'x8'x0.4 cm.								3	1.00
HS.5	9,108	27,324	ไม้เชิงชาย 15x300x1.6 cm.		ไม้เชิงชาย 20x300x1.6 cm.											2	0.67
HS.4	9,106	27,318	ไม้ฝาผนัง 60x240x0.35 cm		ไม้ฝาผนังลายไม้ 60x240cm	ไม้ฝาผนังลายไม้สักทอง 120x240x0.35 cm.										3	1.00
HS.3	8,309	24,927	ไม้ฝาผนัง 60x240x0.35 cm		ไม้ฝาผนัง 120x240x0.4 cm.											2	0.67
HS.7	7,234	21,702	ไม้เชิงชายลายไม้ 15x400x1.6 cm.				ไม้ฝาฝ้าลายช้าง 20x300x0.8 cm.									2	0.67
HS.1	1,992	5,976	กระเบื้องว่าวลายไม้ 80 cm.							กระเบื้องว่าวผิวเรียบ 80 cm.						2	0.67

บทที่ 7
การสรุปผลการวิจัย ปัญหาในการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์ฉบับเป็นการวิจัยเพื่อการศึกษาและปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งลูกอัดเพื่อลดเวลาการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการผลิตไม้ฝาสังเคราะห์ เนื่องจากกระบวนการดังกล่าวใช้เวลาสูงสุดในการปรับตั้งเครื่องจักรในแต่ละครั้ง โดยปัญหาดังกล่าวเกิดจากการมีขั้นตอนการทำงานที่เกินความจำเป็นหรือไร้ประสิทธิภาพ ซึ่งทำให้เสียเวลาและเกิดความสูญเสียของทรัพยากรขึ้น ทั้งนี้ได้ใช้ความรู้ในด้าน การศึกษาเวลา การศึกษาวิธีการทำงาน และใช้เทคนิคการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรสำหรับการปรับตั้งเครื่องจักรหรือ SMED (Single Minute Exchange of Die) เพื่อมาออกแบบและปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งลูกอัด

7.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาสภาพปัญหาของโรงงานตัวอย่าง ทำให้ทราบว่าในช่วงตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2552 จนถึงเดือนตุลาคมปี 2552 ที่ผ่านมา พบปัญหาปริมาณในการผลิตสินค้ามีจำนวนน้อยกว่าแผนที่ทางโรงงานตั้งไว้ทุกเดือน สาเหตุหลักเนื่องมาจากต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น ทางฝ่ายการตลาดได้มีการปรับกลยุทธ์เพื่อเพิ่มยอดขาย โดยการเพิ่มมูลค่าสินค้าจากเดิมให้มีสินค้าหลากหลายประเภท จึงทำให้เกิดกระบวนการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ถี่ขึ้นอันเป็นผลให้จำนวนการผลิตลดลงต่ำกว่าแผนแผนที่วางไว้ถึง 22.78 %

จากปัญหาที่พบจึงเป็นมูลเหตุในการการศึกษาเพื่อหาแนวทางปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งลูกอัด โดยมีเป้าหมายการลดเวลาในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดซึ่งใช้เวลาสูงที่สุดในกระบวนการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์โดยใช้เวลาทั้งสิ้น 300 นาที ซึ่งหลังจากที่มีการปรับปรุงแล้วเสร็จครบทุกเครื่อง จะทำให้เกิดประโยชน์ในด้านการลดต้นทุนการดำเนินงานของบริษัท ทั้งในด้านแรงงาน เครื่องมือเครื่องจักร รวมถึงต้นทุนค่าเสียโอกาสในการผลิต ลดความสูญเสียจากกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์และเพิ่มโอกาสในการขายซึ่งมีแนวโน้มที่สูงขึ้น

จากการสำรวจสภาพปัญหาต่างๆ ในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดของโรงงานตัวอย่าง โดยวิเคราะห์สภาพสาเหตุของปัญหาที่ทำให้ใช้เวลานานในการปรับตั้งลูกอัด สามารถสรุปรายละเอียดของแต่ละสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในการปรับตั้งลูกอัดได้แก่

ระยะทางในการเคลื่อนย้ายลูกอัดและเครนมากทำให้เสียเวลาในเคลื่อนย้ายและการปรับตั้งลูก รวมถึงอุปกรณ์เครื่องจักรไม่เหมาะสมกับการทำงานโดยสาเหตุเกิดจาก

- จุดจอดของเครนอยู่ไกลจุดทำงาน
- จุดวางลูกอัดอยู่ไกลจุดทำงาน
- การถอดเปลี่ยนใบมีดลูกไม่สะดวกรวมถึงเสียเวลาล้างทำความสะอาดและทาน้ำมัน

ขั้นตอนการรอคอยและตรวจสอบมากเกินไป ซึ่งจะสาเหตุที่ทำให้เกิดขั้นตอนเวลาส่วนเกินและเวลาไร้ประสิทธิภาพได้แก่

- เสียเวลาในการรอเบิกเครื่องมือ
- ใช้เวลาในการตรวจสอบสภาพเครื่องมือหลังการเบิก
- ไม่มีจุดสัญลักษณ์ในการปรับตั้งระยะตำแหน่ง
- เสียเวลาในการรอเครื่องจักรเคลื่อนที่หรือหยุดการทำงาน
- ขาดจิ๊ก ฟิกซ์เจอร์ ในการยึดจับ รองรับ และกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน

ใช้เวลาในการถอดประกอบโบล์ตในกิจกรรมการคลายโบล์ตที่ยึดลูกอัดทั้งสองข้างและเวลาในการถอดฝาปะกับลูกปืนทั้งสองข้าง ใช้เวลานานสาเหตุเกิดจาก

- โบล์ตยึดแท่นลูกอัดมีจำนวนมากเกินไป
- ขาดเครื่องมือทุ่นแรงในการถอดประกอบโบล์ต

พนักงานขาดมาตรฐานการทำงานและวิธีการทำงานที่ถูกต้อง ซึ่งพนักงานดำเนินการในแต่ละขั้นตอนโดยมีการหยุดรอให้แล้วเสร็จทีละงาน แล้วจึงดำเนินการขั้นตอนต่อไปหรือดำเนินการในแต่ละขั้นตอนตามความคุ้นเคยหรือประสบการณ์ส่วนตัว โดยไม่ได้มีลำดับขั้นตอนที่แน่ชัด พนักงานคุ้นเคยและดำเนินการในการปรับตั้งลูกอัดที่เป็นการปรับตั้งภายในมากกว่าการปรับตั้งภายนอก

7.1.1 การลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดต่อครั้งโดยการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งลูกอัด

ใช้แนวทางในการดำเนินการปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยใช้วิธีการศึกษาเวลา และศึกษาการทำงานประยุกต์ร่วมกับเทคนิค SMED ซึ่งจุดประสงค์หลักคือเปลี่ยนการปรับตั้งเครื่องจักรภายในให้กลายเป็นการปรับตั้งเครื่องจักรภายนอก ซึ่งในการดำเนินการได้ทำการคัดแยกกิจกรรมภายในเป็นกิจกรรมภายนอก ทำให้ลดเวลาลงได้ 54 นาที และทำการปรับปรุงตามขั้นตอน โดย

แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ซึ่งเป็นการปรับปรุงกิจกรรมภายใน 5 ขั้นตอนและกิจกรรมภายนอก 1 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำการกำจัดทุกกิจกรรมในการปรับตั้งที่เกินความจำเป็นในการปรับตั้งลูกอัด เช่น กิจกรรมการจัดเตรียม กิจกรรมการถอดเปลี่ยน กิจกรรมการปรับแต่ง โดยขั้นตอนนี้สามารถดำเนินการได้จากการศึกษาวิธีการทำงาน ซึ่งกิจกรรมที่สามารถกำจัดนั้นได้แก่ กิจกรรมที่เป็นการเคลื่อนที่ การรอคอย การตรวจสอบ การจัดเก็บ เป็นต้น ซึ่งผลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ในการทำงานจะช่วยลดขั้นตอนการรอคอยมากเกินไป ที่เป็นสาเหตุของการปรับตั้งลูกอัดที่ใช้เวลานาน จากผลของขั้นตอนดังกล่าวสามารถลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดต่อครั้งลงได้ 20 นาที

ขั้นตอนที่ 2 ทำการปรับเปลี่ยนกิจกรรมการจัดเตรียมแบบปรับตั้งเครื่องจักรภายในเป็นการปรับตั้งเครื่องจักรภายนอก โดยใช้วิธีการปรับปรุงกระบวนการทำงาน ซึ่งในขั้นตอนนี้ใช้วิธีการจัดทำอุปกรณ์ใบมีดสำรองของลูกอัดอีกชุดเพื่อทำการถอดเปลี่ยนขณะล้างทำความสะอาด โดยใบมีดตัวที่ถูกเปลี่ยนนำมาล้างทำความสะอาดและทาน้ำมันนอกเวลาปรับตั้งตามเทคนิคของ SMED จากผลของขั้นตอนดังกล่าวสามารถลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดต่อครั้งลงได้ 13 นาที

ขั้นตอนที่ 3 ทำการปรับเปลี่ยนกิจกรรมการปรับตั้งลูกอัดแบบการปรับตั้งเครื่องจักรภายใน เป็นการปรับตั้งเครื่องจักรภายนอก ทั้งนี้เพื่อการกำจัดระยะทางที่เกิดขึ้นขณะปรับตั้งลูกอัดที่มีมากเกินไป ซึ่งในขั้นตอนได้มีการปรับปรุงตามแนวคิดไคเซ็น โดยจัดทำแท่นพักลูกอัดระหว่างการปรับตั้งเพื่อให้การขนย้ายลูกอัดสามารถทำได้นอกเวลาปรับตั้งเครื่องจักร จากผลขั้นตอนดังกล่าวสามารถลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดต่อครั้งลงได้ 7 นาที

ขั้นตอนที่ 4 ทำการปรับเปลี่ยนกิจกรรมการทดสอบของลูกอัดแบบการปรับตั้งเครื่องจักรภายใน เป็นการปรับตั้งเครื่องจักรภายนอก ในขั้นตอนนี้จำเป็นต้องมีการใช้อุปกรณ์ จิ๊กฟิกเจอร์ เพิ่มเติมเพื่อช่วยในการดำเนินงาน ซึ่งผลที่ได้จะช่วยลดเวลาในการตรวจสอบที่มากเกินไป ซึ่งเป็นสาเหตุของการปรับตั้งลูกอัดที่ใช้เวลานาน จากผลขั้นตอนดังกล่าวสามารถลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดต่อครั้งลงได้ 8 นาที

ขั้นตอนที่ 5 ทำการปรับปรุงลดเวลาในทุกกิจกรรมที่เป็นการปรับตั้งภายในทั้งหมด โดยใช้เทคนิค SMED และประยุกต์ทฤษฎีของการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ในเรื่องการใช้ปากกาจับแม่พิมพ์ตามชิ้นงานได้แก่

1. การใช้วิธีอินเตอร์ล็อก (Interlock Method) ในการประกอบชิ้นส่วน 2 ชิ้นให้ยึดติดกัน
2. การใช้วิธีการลดจำนวนโบล์ต ในกิจกรรมถอดประกอบโบล์ตที่ยึดแท่นลูกอัดทั้ง 2 ข้าง
3. การใช้วิธีเปลี่ยนเครื่องมือทุ่นแรงจากปะแจแหวนเป็นบล็อกลมในการประกอบโบล์ต
4. การใช้วิธีวันโมชั่น (One-Motion Method) ในกิจกรรมถอดประกอบท่อต่างๆในระบบ
5. การใช้ จิ๊ก ฟิกซ์เจอร์ ในกิจกรรมการตรวจสอบระยะที่แท่นรับลูกอัดตามขนาดลูกอัด

จากผลขั้นตอนโดยวิธีดังกล่าวสามารถลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดต่อครั้งลงได้ 33 นาที

ขั้นตอนที่ 6 ทำการลดหรือกำจัดทุกกิจกรรมที่เป็นการปรับตั้งภายนอกทั้งหมด ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ดำเนินการนำกิจกรรมการปรับตั้งภายในทั้งหมดที่สามารถเปลี่ยนเป็นกิจกรรมการปรับตั้งภายนอก มาปรับปรุงและค้นหาวิธีเพื่อดำเนินการลดหรือกำจัดออกโดยวิธีการแนวคิดตามหลักไคเซ็นอย่างต่อเนื่องโดยลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดภายนอกต่อครั้งลงได้ 20 นาที ผลที่ได้จากการปรับปรุงในขั้นตอนนี้จะไม่มีผลในเรื่องเวลาในการปรับตั้งลูกอัดภายในเนื่องจากเป็นการติดตั้งภายนอก แต่จะเป็นประโยชน์ในเรื่องการลดต้นทุนของการดำเนินกิจกรรม

หลังการปรับปรุงจากวิธีการดำเนินการดังกล่าวข้างต้น สามารถลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดรวมได้ 135 นาที

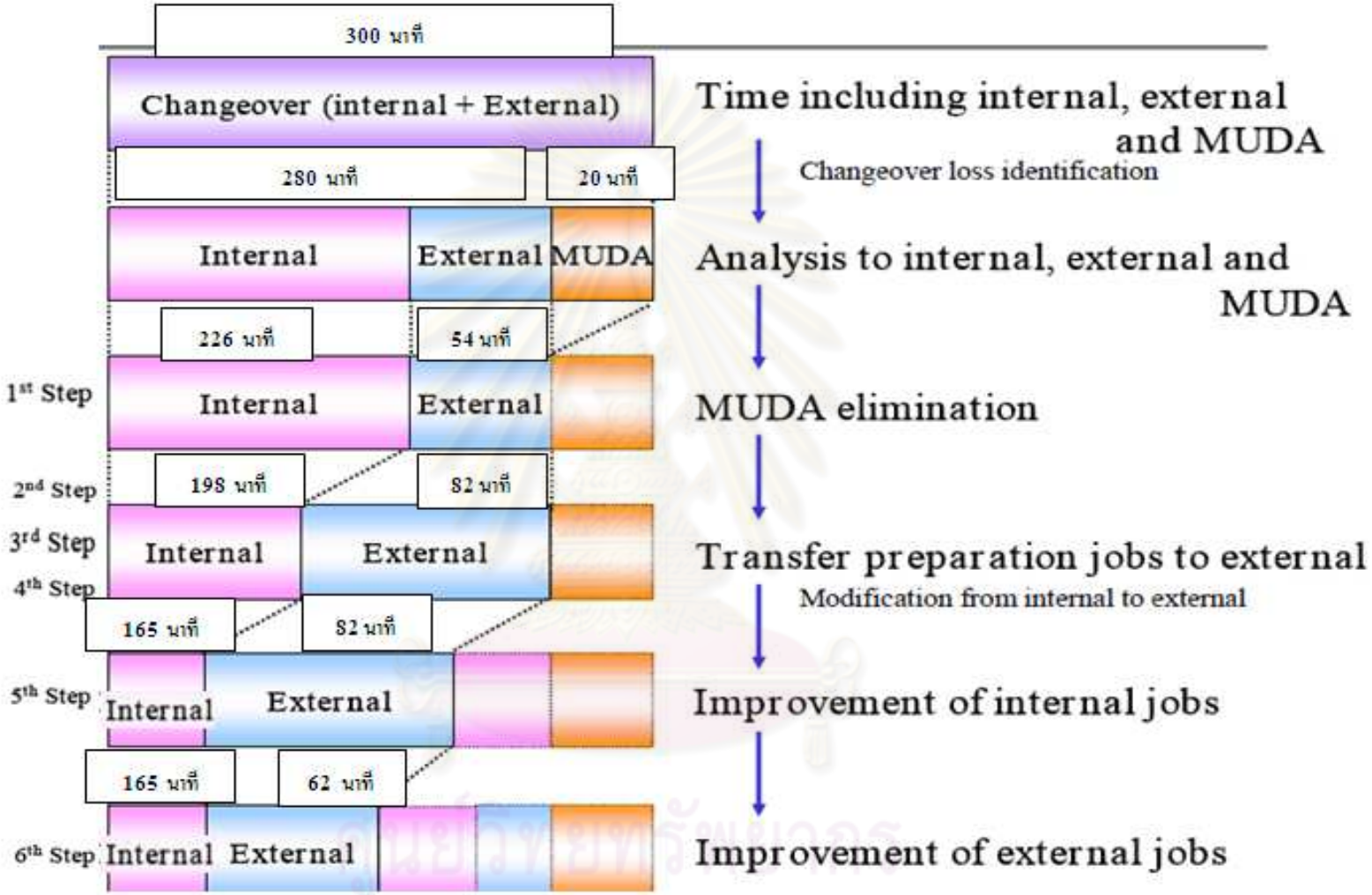
ซึ่งผลที่ได้จากดำเนินการตามขั้นตอนดังกล่าวในเครื่องจักร 6 เครื่องที่ได้ศึกษา พบว่าเวลาในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดก่อนปรับปรุง 300.40 นาที สามารถลดเวลาเหลือ 165.20 นาทีต่อการปรับตั้งลูกอัดต่อครั้ง หรือคิดเป็น 45.01%

7.1.2 **ผลการดำเนินงานการผลิตจริงภายหลังการปรับปรุง**

หลังจากที่ได้ศึกษาวิธีการต่างๆ เพื่อใช้ในการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการผลิตไม้ฝาสังเคราะห์ ทางโรงงานตัวอย่างจึงได้ทำการทดลองดำเนินการผลิตจริงในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคมปี 2553 ในเครื่องจักร 6 เครื่องที่ได้ทำการปรับปรุงทำให้ได้ผลจากการปรับปรุงด้วยวิธีการต่างๆ ดังนี้จากการเก็บมูลในช่วงเวลาดังกล่าว

ตารางที่ 7.1 การเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงในการปรับตั้งลูกอัดต่อครั้ง

เครื่องจักร	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการปรับตั้งลูกอัด(นาที)			เวลาที่ลดลงหลังการปรับปรุง (นาที)	% เวลาที่ลดลงหลังปรับปรุง
	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	ผลต่างของเวลาเทียบมาตรฐาน		
HS.1	298.00	164.00	1.00	134.00	44.97
HS.3	300.50	164.80	0.20	135.70	45.16
HS.4	301.40	165.20	0.20	136.20	45.19
HS.5	302.00	165.50	0.50	136.50	45.20
HS.6	299.40	165.40	0.40	134.00	44.76
HS.7	300.80	166.00	1.00	134.80	44.81
เฉลี่ย	300.40	165.20	0.20	135.20	45.01



รูปที่ 7.1 แผนภาพสรุปขั้นตอนเวลาที่ลดลงได้ 135 นาที ในการปรับตั้งลูกอัดโดยเทคนิค SMED

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 7.1 ที่แสดงการเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงในการปรับตั้งลูกอัดต่อครั้ง โดยก่อนการปรับปรุงได้เก็บข้อมูลในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม ปี 2553 และหลังการปรับปรุงได้เก็บข้อมูลในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคมปี 2553 ซึ่งผลการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการผลิตไม้ฝาสังเคราะห์ด้วยวิธีการต่างๆ ใน 6 เครื่องจักรที่ได้ศึกษาพบว่าเวลาในการปรับตั้งลูกอัดลดลงจาก 300.40 นาทีเป็น 165.20 นาทีต่อการปรับตั้งลูกอัดต่อครั้งคิดเป็น 45.01%

โดยสรุปแล้วการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งลูกอัด มีประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ลดเวลาโดยรวมในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดเพื่อรองรับกับการผลิต ผลิตภัณฑ์ไม้ฝาสังเคราะห์จำนวนหลากหลายชนิดซึ่งเป็นปัญหาหลักที่เกิดขึ้นในโรงงานตัวอย่าง นอกจากนี้ผลที่ได้ยังมีประโยชน์ในด้านการลดต้นทุนการดำเนินการของบริษัท ทั้งในด้านแรงงาน เครื่องมือเครื่องจักร รวมถึงต้นทุนค่าเสียโอกาสในการผลิต รวมถึงการเพิ่มผลผลิตจากการดำเนินงานด้วย

7.2 ปัญหาในการดำเนินงาน

ในการดำเนินงานศึกษาและปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการผลิตไม้ฝาสังเคราะห์ มีปัญหาในการดำเนินงานสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหาจากการต่อต้านจากพนักงานบางคน ที่ไม่เข้าใจในเรื่องการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำงาน ซึ่งถือเป็นเรื่องปกติ วิธีการแก้ไขคือการอธิบายเพื่อทำความเข้าใจ และต้องอาศัยเวลาในการพิสูจน์ระบบว่าสามารถลดเวลาในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดได้จริง

2. เกิดปัญหาพนักงานไม่ปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ได้มีการปรับปรุงตามมาตรฐาน ปัญหานี้เป็นปัญหาที่เกิดจากความบกพร่องของพนักงาน ได้ใช้วิธีการแก้ปัญหา โดยการนำเอาผลการปฏิบัติงานมาเป็นตัวชี้วัดผลการทำงานซึ่งจะมีผลต่อการพิจารณาปรับค่าจ้าง

3. เกิดปัญหาการรายงานข้อมูลเวลาในการปรับตั้งลูกอัด ไม่ตรงตามความจริงซึ่งจะเกิดเฉพาะในช่วงแรกๆ ของการดำเนินงาน ซึ่งจากการสอบถามพนักงาน เกิดจากปัญหาเรื่องการสื่อสารและความไม่เข้าใจของพนักงาน

4. เกิดเอกสารในระบบการทำงานเพิ่มขึ้นและเกิดการสูญหายของเอกสารที่ได้มีการบันทึกผล วิธีแก้ไขคือ ต้องรวบรวมแบบฟอร์มและเอกสารที่ได้มีการบันทึกผลโดยนำเข้าระบบฐานข้อมูลในการรายงานการผลิต โดยกำหนดผู้รับผิดชอบในการดำเนินงานอย่างชัดเจน

7.3 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการออกมาตรการในการให้พนักงานที่เกี่ยวของทุกฝ่ายให้ความสำคัญกับระบบการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งลูกอัด เพื่อลดเวลาส่วนเกินและเวลาที่ไร้ประสิทธิภาพในการทำงานในกระบวนการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีผลทำให้กระบวนการปรับตั้งลูกอัดเกินค่ามาตรฐานที่ได้รับหลังการปรับปรุงดำเนินงาน ทั้งนี้ควรมีการกำหนดหน้าที่หัวหน้างานหรือผู้ที่รับผิดชอบคอยควบคุมการทำงานดังกล่าวให้เป็นไปตามมาตรฐานอย่างชัดเจน

2. ควรมีการติดตามผลการดำเนินงานภายหลังการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งลูกอัดในทุกเครื่องที่ได้ศึกษาวิจัย โดยบันทึกผลเวลาการปรับตั้งทุกครั้งที่ได้มีการปรับตั้งลูกอัด และเก็บข้อมูลพร้อมทั้งดำเนินการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นทันทีหากเวลาในการปรับตั้งลูกอัดดังกล่าวไม่เป็นไปตามมาตรฐาน เพื่อนำมาปรับปรุงและแก้ไขกระบวนการต่อไป

3. วิธีการดำเนินการปรับตั้งลูกอัดที่ปรับปรุงใหม่จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ควรมีการพัฒนาขั้นตอนการทำงานอย่างสม่ำเสมอ เมื่อผลิตภัณฑ์หรือเครื่องจักรได้มีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงไปตามเทคโนโลยี เพื่อให้ทันสมัยอยู่เสมอและเพื่อเป็นการป้องกันความผิดพลาดเมื่อมีพนักงานใหม่เข้ามาทำงาน

4. ควรมีการวิจัยเพิ่มเติมในเรื่องการวางแผนกำลังการผลิตเพื่อเป็นแนวทางของกระบวนการลดความถี่ในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ ซึ่งทั้งนี้จะต้องไม่ส่งผลกระทบต่อวัตถุประสงค์หลักในการผลิตและเรื่องค่าใช้จ่ายในการเก็บสินค้าคงคลัง เพื่อให้สามารถลดเวลาโดยรวมในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ในภาพรวมให้ดีขึ้น

5. ควรมีการวิจัยในเรื่องกระบวนการปรับตั้งในส่วนอื่นเพิ่มเติมนอกเหนือจากกระบวนการปรับตั้งลูกอัด เช่น กระบวนการปรับตั้งหัวตัดน้ำ เพื่อให้สามารถลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ให้ดียิ่งขึ้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

นิสา ชัยนภาพร . **การจัดสมดุลสายการผลิตโรงงานผลิตเก้าอี้ทันตกรรม** . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2545

บรรเลง ศรนิล และ ประเสริฐ ก๊วยสมบูรณ์. **ตารางงานโลหะ** .พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าวิทยาเขตพระนครเหนือ , 2524

พรชัย ผกายทองสุก . **การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนผลิตในโรงงานผลิตเครื่องแก้ว** . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2542

พูลพร แสงบางปลา . **การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา TPM** . พิมพ์ครั้งที่ 3 . กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2545

ยุทธ ไกยวรรณ์ . **การบริหารการผลิตในงานอุตสาหกรรม** . กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ , 2550

รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม และ เนื้อโสม ติงสัญชลี. **การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ , 2528

เลิศชัย ระตะนะอาพร. **การบริหารวิศวกรรมคุณค่า** . พิมพ์ครั้งที่ 1 .กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2550

วชิระ มีทอง . **การออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์** . พิมพ์ครั้งที่ 6 .กรุงเทพมหานคร : เพียรพัฒนาพริ้นติ้ง , 2537

วรพจน์ ยอดมนต์ . **การลดเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์** . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2543

วันชัย ริจิรวนิช . **การศึกษาการทำงาน หลักการและกรณีศึกษา** . พิมพ์ครั้งที่ 6 . กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2550

วันชัย ริจิรวนิช . **หลักการเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมเทคนิคกรณีศึกษา** . พิมพ์ครั้งที่ 2 .กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2543

วันรัตน์ จันทกิจ . **17 เครื่องมือนักคิด** 17 Problem solving devices . พิมพ์ครั้งที่ 6 . กรุงเทพมหานคร : สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2549

วิทยา สุหฤทดำรง . **การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว** Quick Changeover for Operators : The SMED System . กรุงเทพมหานคร : อี.ไอ.สแควร์ สำนักพิมพ์ , 2550

วีรพจน์ ลือประสิทธิ์กุล . **คู่มือการปฏิบัติการไคเซ็น** .พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพมหานคร : ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทยญี่ปุ่น) , 2545

สมวงษ์ พุกมาลา . **การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการประกอบเฟอร์นิเจอร์เหล็ก** . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2549

สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน และ วันชัย ริจิรวนิช . **การวิเคราะห์ต้นทุนอุตสาหกรรมและงบประมาณ**. พิมพ์ครั้งที่ 1 . กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2540

สุรสา มหากันธา . **การปรับปรุงกำลังการผลิตโดยการลดเวลาสูญเสีย** . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2541

ภาษาอังกฤษ

Borris, S . **Total productive maintenance** . New York : McGraw-Hill, 2006

Mundel , M.E. **Motion and Time Study : Improvement Productivity**. 5 th Edition . New York : Prentice-Hall Inc , 1978

Shingo, S . **A revolution in manufacturing: the SMED system** . New York : Productivity Press, 1985

Sumanth, D.J. **Productivity Engineering Management** . New York : McGraw-Hill Book, 1985

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายโกสินทร์ เจริญวรเกียรติ เกิดเมื่อวันที่ 27 ตุลาคม พ.ศ.2525 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาจากโรงเรียนปัญญาวรคุณ กรุงเทพมหานคร และสำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในปี พ.ศ.2548 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2552

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย