บทที่ 4
กระบวนการดำเนินการปรับปรุง

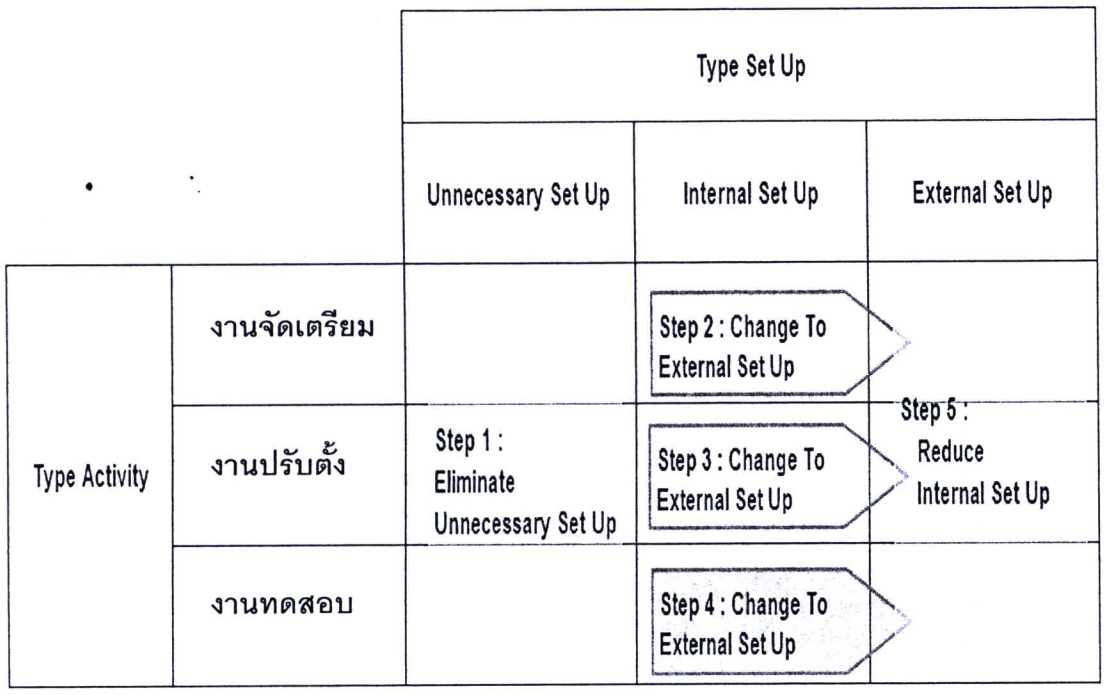
4.1 หลักในการดำเนินการปรับปรุง

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.	Sym bol	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.	Sym bol	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

ตารางที่ 4.3 ผังกระบวนการไหลของกระบวนการปรับตั้งลูกอัด : กลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่

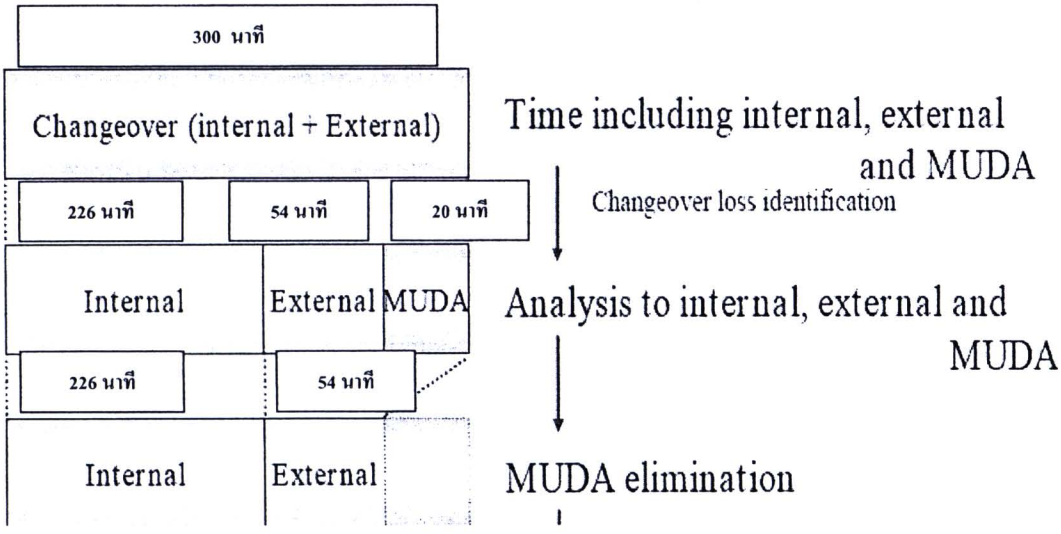
No. •	Symbol	Description	distance (m)	time (min)	Type of Activity	Type of Set Up
3.กลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่ ใช้กำลังพลพนักงานผลิต 3 คน						
1.	->	เดินทางไปที่ Switch ยกเฟรมลูกอัด	0.5	1	จัดเตรียม	ภายนอก
2.	O	กด Switch ยกเฟรมลูกอัดลง	-	2	ปรับตั้ง	ภายใน
3.	O	ประกอบเฟรมลูกอัด	-	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



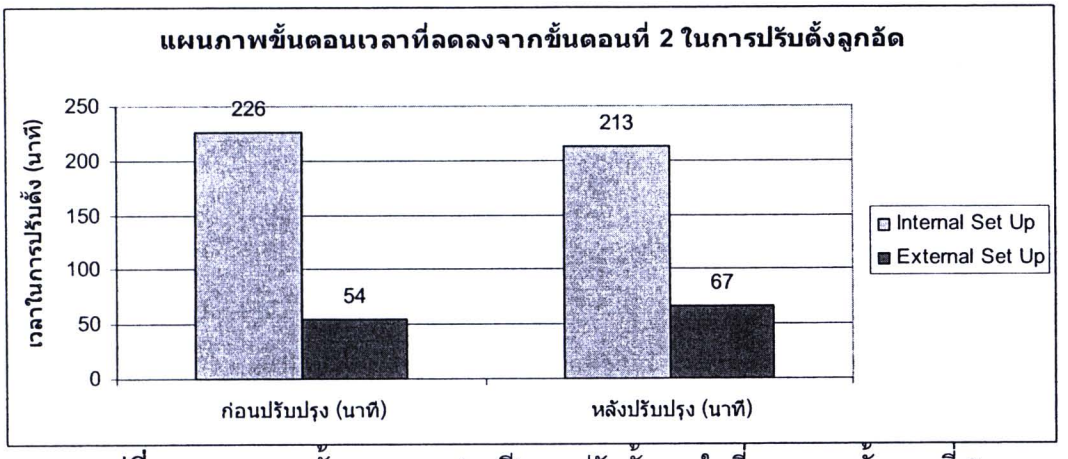
รูปที่ 4.2 แผนภาพขั้นตอนเวลาที่ลดลงจากขั้นตอนที่ 1 ในการปรับตั้งลูกอัด

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



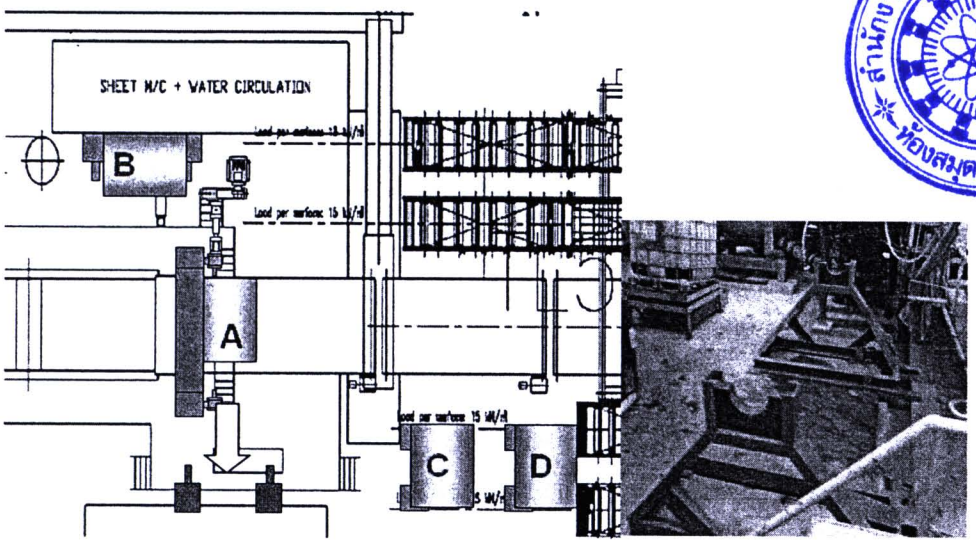
รูปที่ 4.3 แผนภาพขั้นตอนเวลา (นาที) การปรับตั้งภายในที่ลดลงจากขั้นตอนที่ 2

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

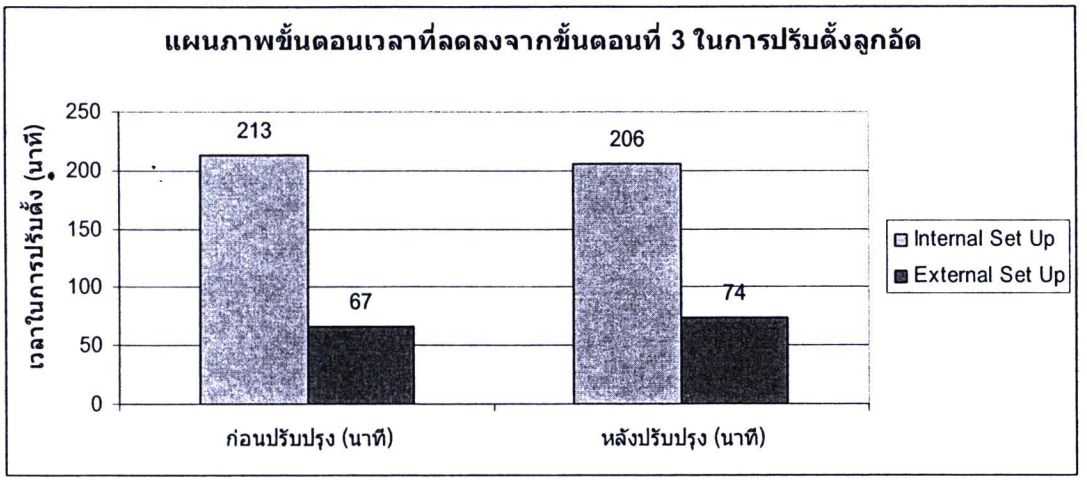
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย



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

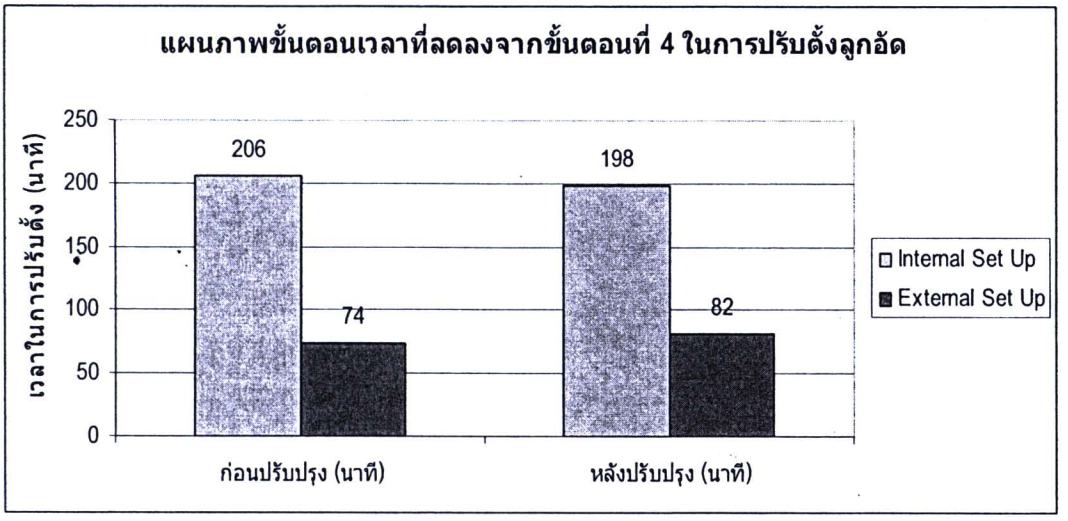
โดยสรุปในขั้นตอนที่ 3 คือขั้นตอนการทำการปรับเปลี่ยนกิจกรรมการปรับตั้งลูกอัดแบบปรับตั้งเครื่องจักรภายในเป็นการปรับตั้งเครื่องจักรภายนอก โดยใช้วิธีการปรับปรุงกระบวนการทำงาน ผลที่ได้จากการปรับปรุงดังกล่าวจะสามารถลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดโดยรวม 7 นาที ซึ่งผลลัพธ์จากขั้นตอนดังกล่าวสามารถลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดจาก 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



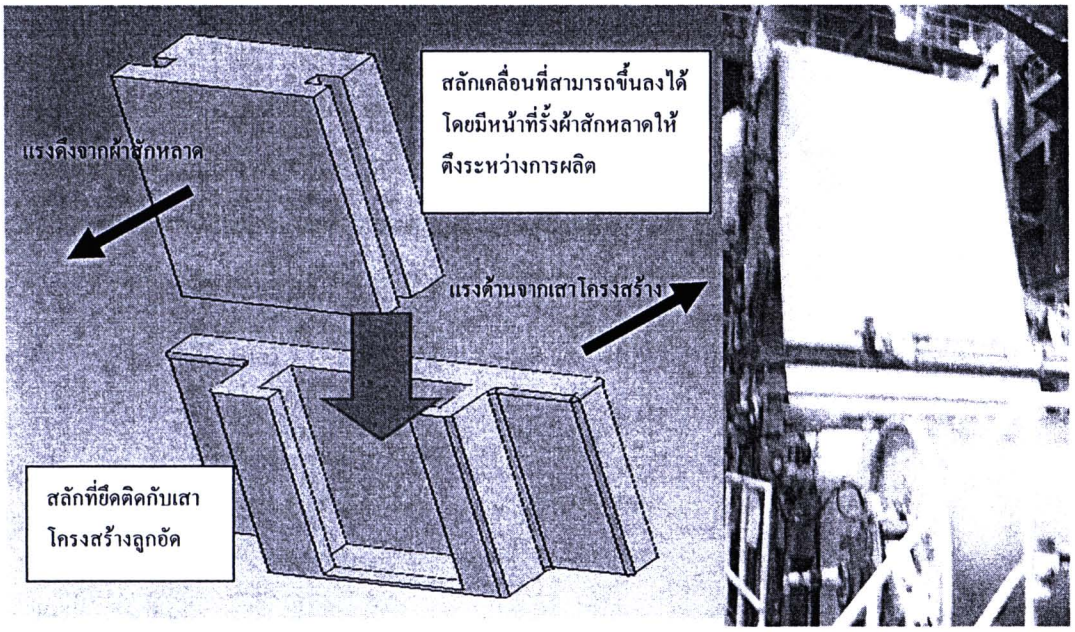
รูปที่ 4.6 แผนภาพขั้นตอนเวลา (นาที) การปรับตั้งภายในที่ลดลงจากขั้นตอนที่ 4

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

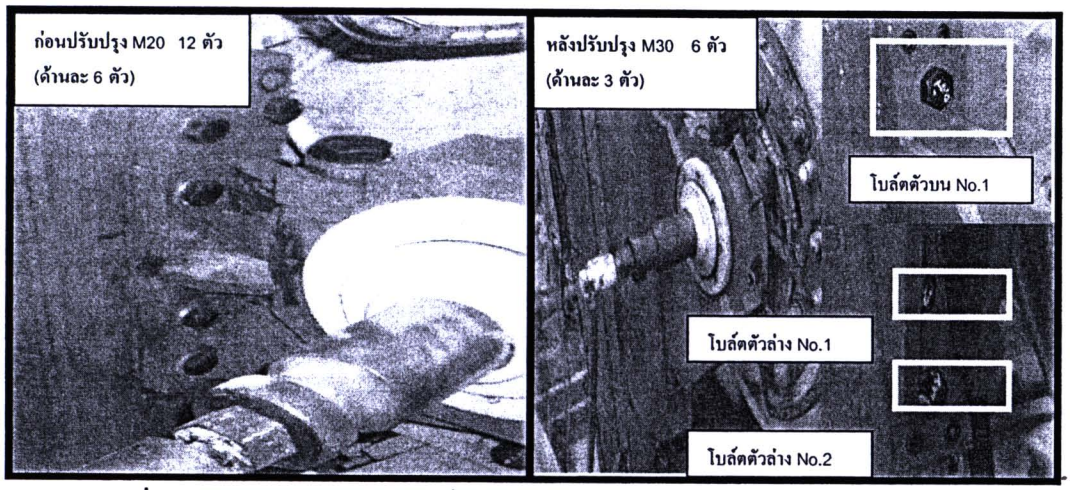
ส่วนการปรับปรุงในการลดจำนวนโบล์ตลูกอัดจากกิจกรรมในกลุ่มที่ 2 คือกลุ่มขั้นตอนการปรับตั้งลูกอัด ในกิจกรรมลำดับที่ 16 ในการถอดประกอบโบล์ตที่ยึดแท่นลูกอัดจากเดิมก่อนการปรับปรุงในโรงงานตัวอย่างใช้โบล์ตขนาด M20 จำนวน 12 ตัวรวม 2 ฝั่งซ้ายขวา ซึ่งทำให้เสียเวลาในการคลายโบล์ตและขันยึดโบล์ตให้แน่น ซึ่งในระบบลูกอัดจะมีแรงเหวี่ยงในการทำงานสูง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

ขนาดเกลียว d = D แถว 1	แถว 2	ระยะพิช P	เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเกลียว $d_2 = D_2$	เส้นผ่านศูนย์กลางโคนเกลียว เกลียวนอก d_3	เกลียวใน D_1	ความลึกเกลียว เกลียวนอก h_3	เกลียวใน H_1	รัศมี R	A_s พื้นที่รับแรง mm²	มุมลาดปีกเกลียวด้านใน °	รูเจาะสำหรับเกลียว ละเอียด	ปานกลาง	ความกว้างปากประแจ	ความหนาของหัว 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	0,96	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	2,2	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	4,3	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	2,3	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

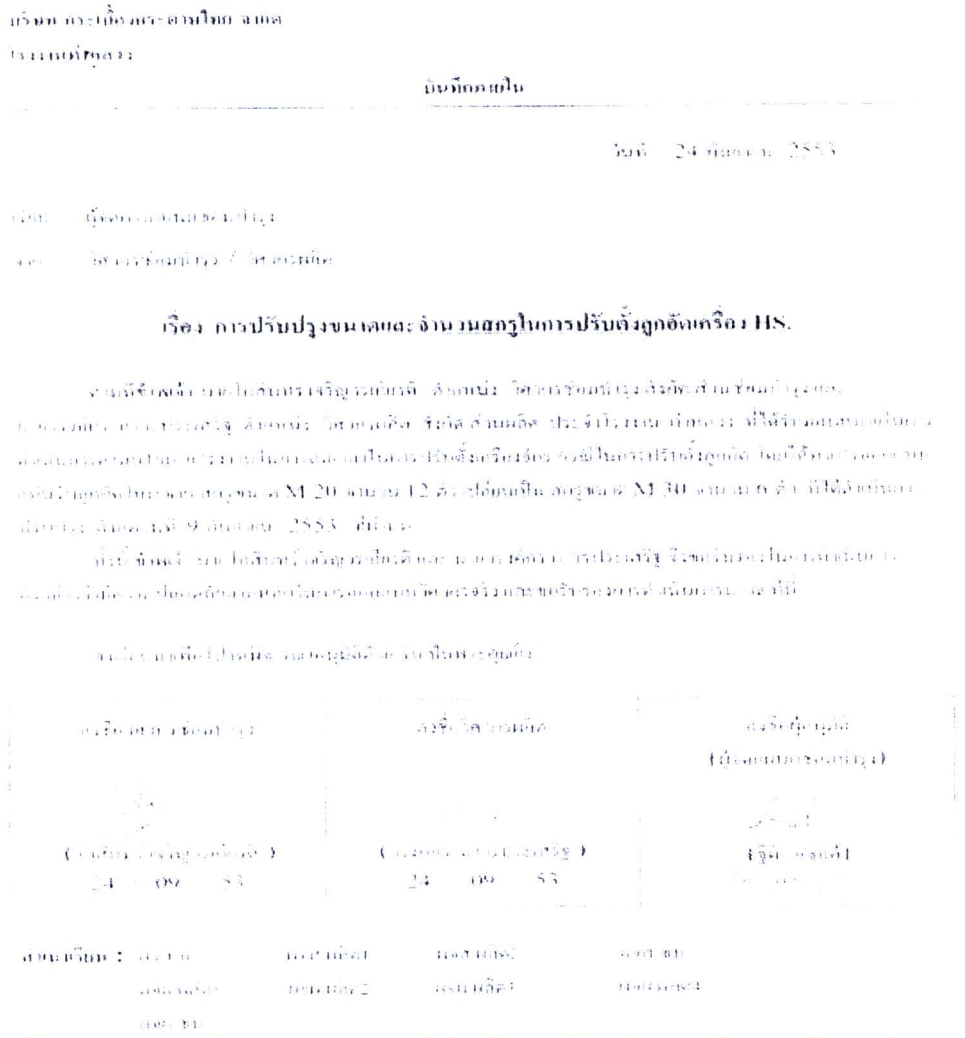
ในขั้นตอนแรกได้มีการคำนวณที่ขนาดโบล์ตเป็น M24 ตามรูปที่ 4.8 จะมีพื้นที่รับแรงตัวละ 459 ตารางมิลลิเมตร ซึ่งเมื่อรวมโบล์ต 6 ตัวจะมีพื้นที่รับแรงทั้งสิ้น 2,754 ตารางมิลลิเมตร โดยเมื่อเทียบกับพื้นที่ต่ำสุดในการรับแรงที่ 2,940 ตารางมิลลิเมตร จะเห็นได้ว่าขนาดโบล์ต M24 นั้นไม่เพียงพอ

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



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

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

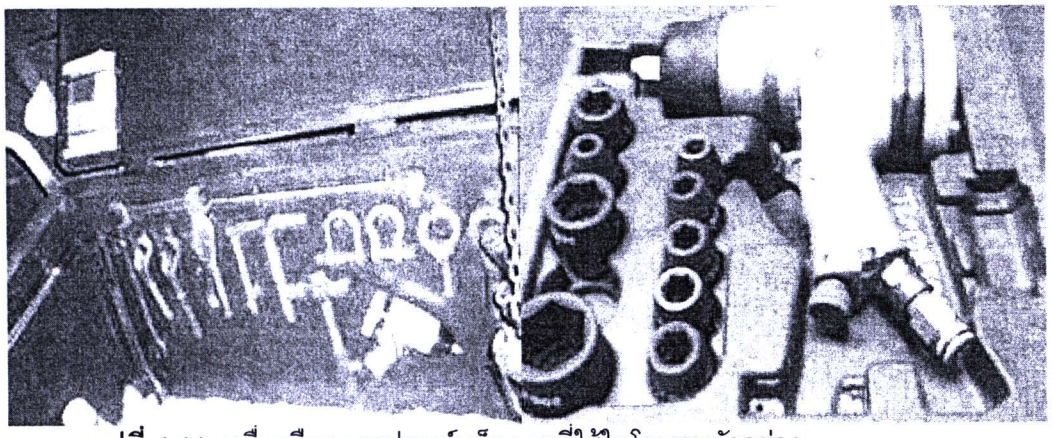
ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบเวลาในการทำงานของการขันโบล์ตขนาด M20 จำนวน 12 ตัว และ โบล์ตขนาด M30 จำนวน 6 ตัว

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 ในแต่ละตัวไม่สามารถใช้บล็อกลมได้ทันที จะต้องมีการขันให้โบล์ตคลายตัวก่อนเพื่อลดแรงบิดจากโบล์ตลง จากนั้นถึงดำเนินการใช้บล็อกลมในการขันโบล์ต M30 และจากปัญหาดังกล่าวถึงแม้ว่าจะเพิ่มขนาดบล็อกลมให้ใหญ่ขึ้นเพื่อให้มีแรงบิดสูงขึ้น แต่ผลกระทบที่ตามมาคือเรื่องน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นตามมา โดยมีน้ำหนักประมาณ 10 กิโลกรัม ทำให้ไม่สะดวกต่อผู้ปฏิบัติงานในการเคลื่อนย้ายและทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการยกบล็อกลมไปใช้งานในการถอดประกอบโบล์ต ส่วนปัญหาอีกประการหนึ่งจากการใช้บล็อกลมคือ

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

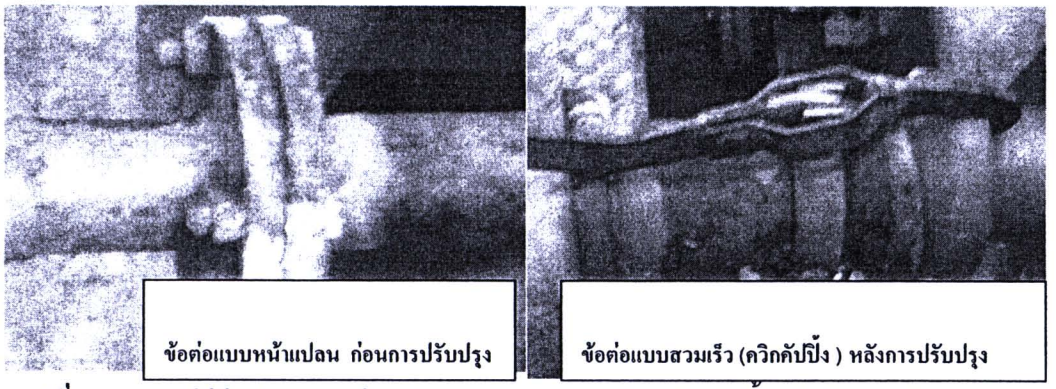
ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบเวลาในการทำงานของการขันโบล์ตด้วยปะแจแหวน และ การขันโบล์ตด้วยบล็อกลม

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 โดยได้พิจาณาถึงข้อต่อแบบต่างๆที่เป็นไปได้อาทิ 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

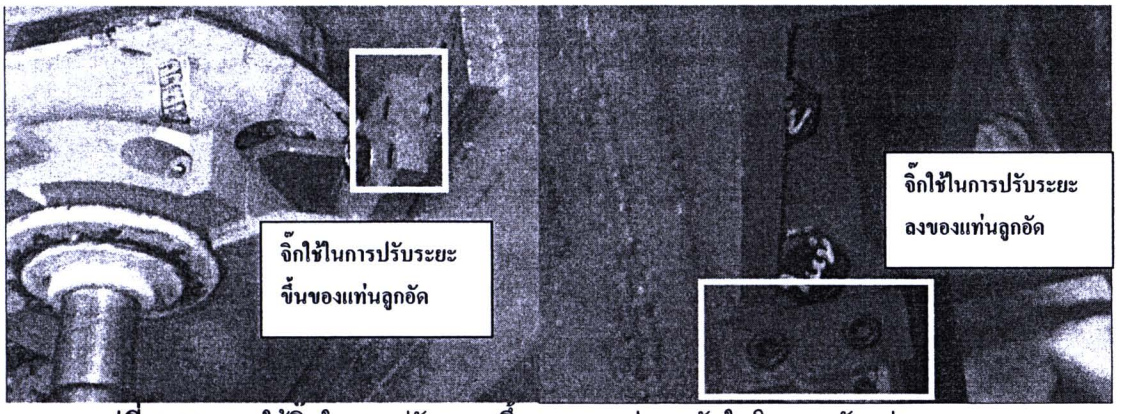
ซึ่งการประยุกต์ใช้ในหลักการดังกล่าวได้นำไปใช้กิจกรรมในกลุ่มที่ 1 คือกลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด ในกิจกรรมลำดับที่ 6 และ 8 ซึ่งเป็นการถอดท่อปั๊มน้ำล้น (Pump Over Flow) และท่อปั๊มแวคคั่ม (Vacumn Pump) และนำไปประยุกต์ในกลุ่มที่ 3 คือกลุ่มขั้นตอนการทดสอบความพร้อมสำหรับเดินผลิตภัณฑ์ใหม่ในกิจกรรมลำดับที่ 4 ในการประกอบท่อ ผลที่ได้สามารถช่วยลดเวลาในการถอดประกอบท่อได้ 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	ล้างทำความสะอาดข้อต่อ และจุดหมุนของควิกคัปปิ้ง	295
4.	O	ประกอบโบล์ตยึดหน้าแปลน 6 ตัว ที่ปั๊ม Vacumn	349	4.	O	เปลี่ยนซีลที่ชุดฟีเมล ควิกคัปปิ้ง	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

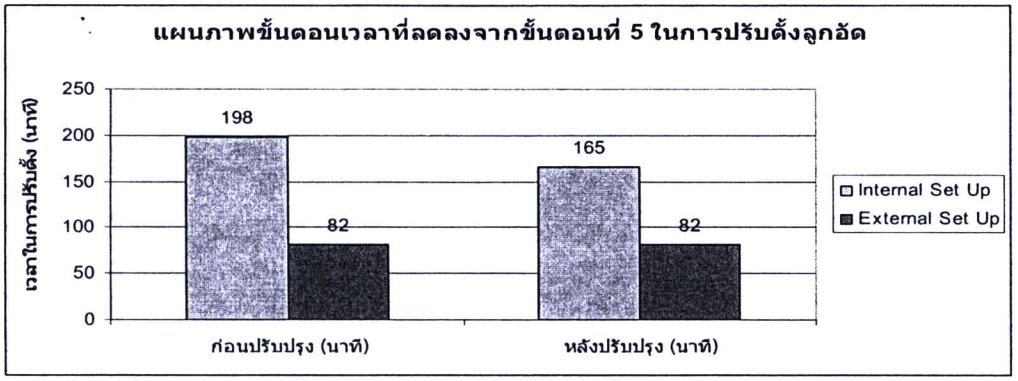
2.การใช้วิธีการลดจำนวนโบล์ต ในกิจกรรมถอดประกอบโบล์ตที่ยึดแท่นลูกอัดทั้ง 2 ข้าง สามารถลดเวลาการปรับตั้งภายในลงได้ 5 นาที

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

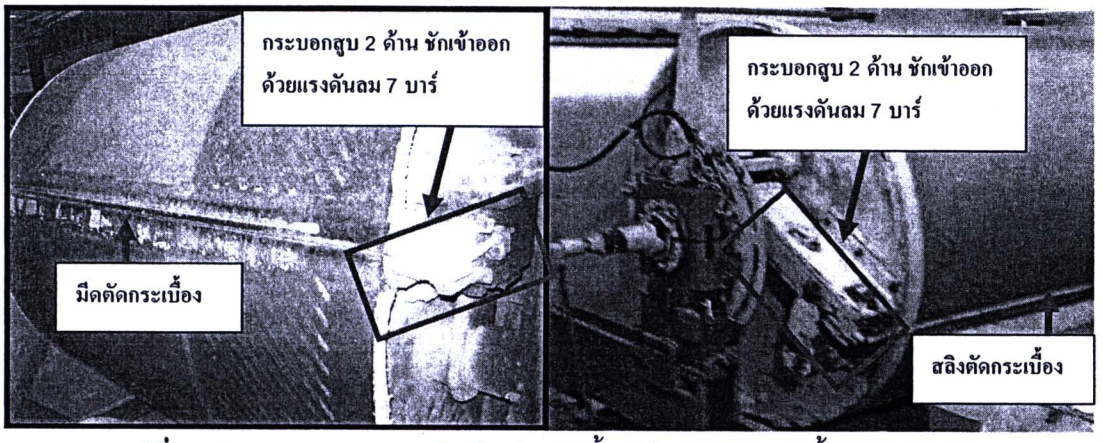


รูปที่ 4.14 แผนภาพขั้นตอนเวลา (นาที) การปรับตั้งภายในที่ลดลงจากขั้นตอนที่ 5

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

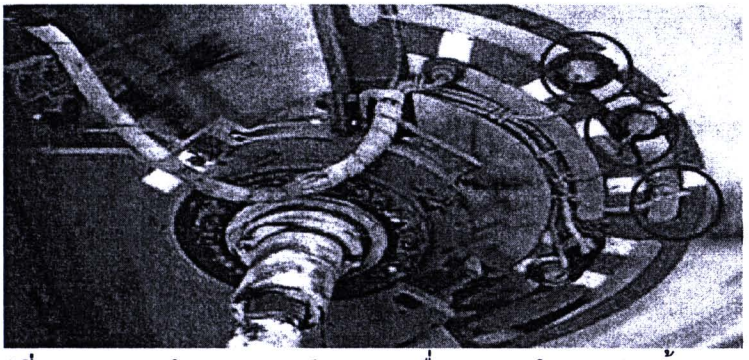
ส่วนข้อควรระวังและข้อเสียของการใช้สลิงตัดกระเบื้องนั้น พบว่า ในการใช้งานสลิงตัดกระเบื้อง จะพบการหย่อนเกิดขึ้นค่อนข้างบ่อยเฉลี่ยสัปดาห์ละ 2-3 ครั้ง ทั้งนี้เนื่องจากสลิงหย่อนจะมีผลต่อรอยตัดของกระเบื้องซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดเป็นของเสีย ทำให้ต้องมีการตรวจสอบความตึงของสลิงอย่างสม่ำเสมอและเมื่อพบการหย่อนต้องทำการปรับตั้งสลิงให้ตึงโดยทันที



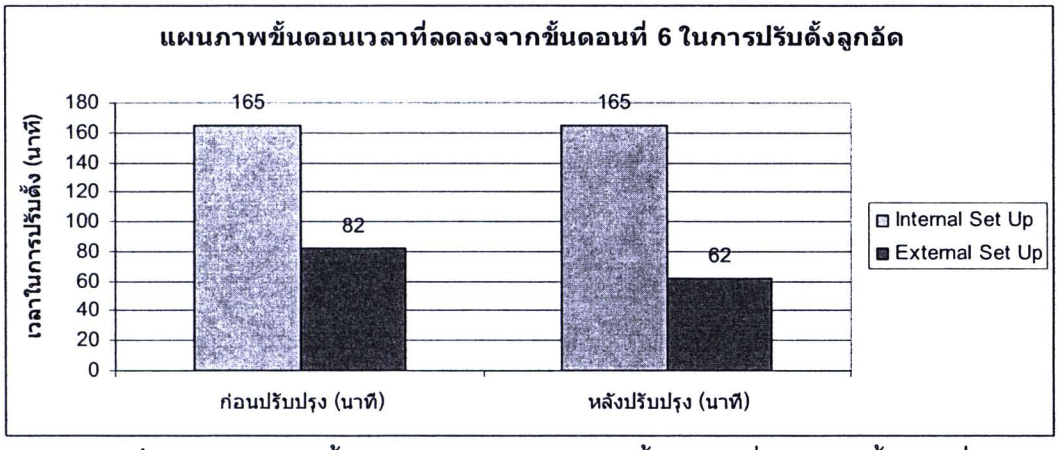
รูปที่ 4.15 การออกแบบจากใบมีดตัดกระเบื้องเป็นสลิงตัดกระเบื้อง

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

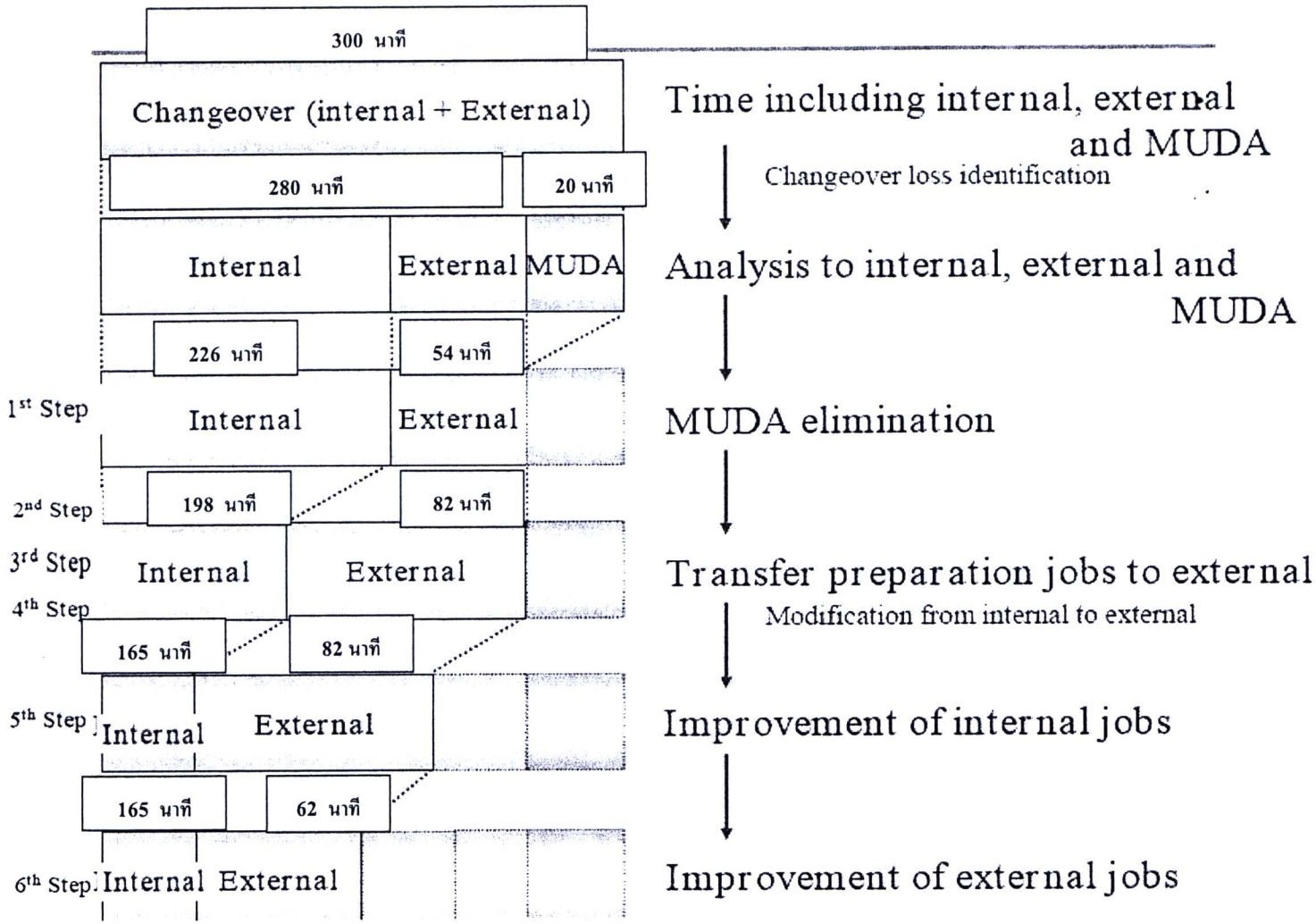
No.	Symbol	Description	distance (m)	time (min)	Type of Activity	Type of Set Up
1. กลุ่มขั้นตอนการจัดเตรียมก่อนการปรับตั้งลูกอัด ใช้กำลังพลพนักงานผลิต 2 คน						
1.	O	ปิด Switch Main Drive ลูกอัด	-	2	จัดเตรียม	ภายใน
2.	O	ปิด Switch Pump Over Flow	-	2	จัดเตรียม	ภายใน
3.	O	ถอดท่อ Pump Over Flow	-	2	จัดเตรียม	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						



รูปที่ 4.18 แผนภาพสรุปขั้นตอนเวลาที่ลดลงในการปรับตั้งลูกอัดโดยเทคนิค SMED

ตารางที่ 4.11 ภาพรวมเมตริกซ์การปรับตั้งลูกอัดหลังการปรับปรุงด้วยเทคนิค SMED

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

4.3 การจัดทำวิธีการปฏิบัติงาน

หลังจากที่ได้มีการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งลูกอัดตามหัวข้อ 4.2 ที่กล่าวข้างต้น หลักสำคัญอีกประการหนึ่งภายหลังการปรับปรุง คือการจัดทำวิธีการปฏิบัติงาน (work instruction) ภายหลังการปรับปรุงให้เป็นไปตามระบบการทำงาน ซึ่งข้อดีของการจัดทำวิธีการปฏิบัติงานมีดังต่อไปนี้

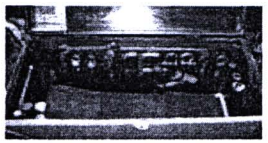
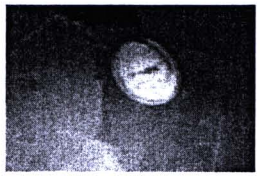
- เป็นการรักษาคุณภาพการทำงานภายหลังการปรับปรุงให้คงไว้อย่างเป็นระบบ
- ใช้ในการกำหนดดัชนีชี้วัดคุณภาพและเวลาของกระบวนการทำงานในงานปรับตั้งลูกอัด ทั้งนี้เพื่อใช้ในการตรวจสอบกระบวนการทำงานและเวลาของกระบวนการทำงานของพนักงานในแต่ละขั้นตอนเพื่อใช้ประกอบการพิจารณาปรับปรุงวางแผนและพัฒนา
- เป็นคู่มือให้พนักงานใช้เป็นบรรทัดฐานในการทำงาน
- 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

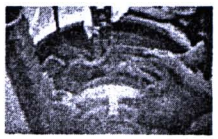
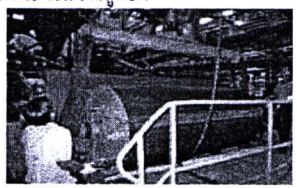
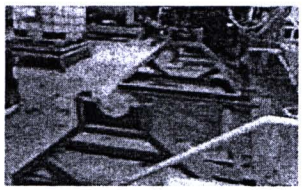
ทั้งนี้ขั้นตอนวิธีการปฏิบัติงานโดยสรุปมีทั้งสิ้น 17 ขั้นตอนตามรูปที่ 4.19 – 4.23

	วิธีการปฏิบัติงาน (Work Instruction)		รหัส : IG-GG-XX-XXX
	ชื่องาน : ขั้นตอนการ Set Up ลูกอัด ตำแหน่งผู้ใช้งาน : พนักงานซ่อมบำรุง- พนักงานผลิต	ฝ่าย โรงงาน/บริษัท : XXX ส่วน : XXX	RXX-XX XX XX แผ่นที่ : 1/5
วัตถุประสงค์	ด้านคุณภาพ : เพื่อให้สามารถ Set Up ให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด	ด้านการส่งมอบ : ลดเวลาในการ Set Up ลูกอัดให้เหลือ 3 Hr. จากเดิม 5 Hr.	
	ด้านต้นทุน : ลดต้นทุนค่าเสียโอกาสในการผลิตคิดเป็นเงินทั้งสิ้น 56,000 บาท Set Up ครั้ง	ด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม : เพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงาน	

วิธีการปฏิบัติงาน	จุดควบคุม	ความถี่	สิ่งที่เกี่ยวข้อง	แนวปฏิบัติเมื่อพบสิ่งผิดปกติ
1. ก่อนการ Set Up จะต้องทำการหยุด Main Drive และล้างทำความสะอาดลูกอัดและฉีดน้ำล้างอย่างละเอียดทุกครั้ง โดยพนักงานผลิต	ความสะอาด	ทุกครั้งที่ Set Up M C	- สายยาง	
2. พนักงานซ่อมเครื่องกลนำรถลูกอัดพร้อมอุปกรณ์ นำมาที่หน้างาน 	สภาพและจำนวนอุปกรณ์ในรถ	ทุกครั้งที่ Set Up M C	- รถลูกอัดพร้อมอุปกรณ์ ได้แก่ สลิงคล้องปะแจเลื่อน 24" , บ๊อกลม , ปะแจแหวน 24-26 ปะแจแหวนตอเตียร 30 ,ด้ามขันน็อกแล็ก,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

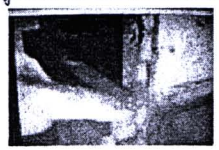
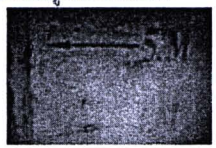
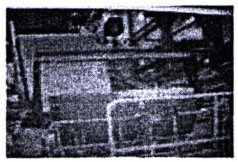
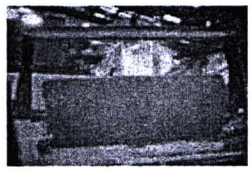
รูปที่ 4.19 วิธีการปฏิบัติงานการปรับตั้งลูกอัดหลังการปรับปรุง แผ่นที่ 1/5

	วิธีการปฏิบัติงาน (Work Instruction)		รหัส : IG-GG-XX-XXX
	ชื่องาน : ขั้นตอนการ Set Up ลูกอัด ตำแหน่งผู้ใช้งาน : พนักงานซ่อมบำรุง- พนักงานผลิต	ฝ่าย/โรงงาน บริษัท : XXX ส่วน : XXX	RXX-XX XX XX แผ่นที่ : 2 5
วัตถุประสงค์	ด้านคุณภาพ : เพื่อให้สามารถ Set Up ให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด	ด้านการส่งมอบ : ลดเวลาในการ Set Up ลูกอัดให้เหลือ 3 Hr. จากเดิม 5 Hr.	
	ด้านต้นทุน : ลดต้นทุนค่าเสียโอกาสในการผลิตคิดเป็นเงินทั้งสิ้น 56,000 บาท Set Up ครั้ง	ด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม : เพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงาน	

วิธีการปฏิบัติงาน	จุดควบคุม	ความถี่	สิ่งที่เกี่ยวข้อง	แนวปฏิบัติเมื่อพบสิ่งผิดปกติ
4. พนักงานซ่อมเครื่องกลถอด Prox Switch ออกทั้งสองข้าง 		ทุกครั้งที่ Set Up M C	- ประแจเลื่อน 24 . Prox Switch	
5. พนักงานซ่อมเครื่องกลถอดฝาปะกับลูกปืนคู่ตาลูกอัดทั้งสองข้างโดยใช้ประแจขันมือให้คลายก่อน จากนั้นจึงใช้บ๊อกลมขันน็อตออก		ทุกครั้งที่ Set Up M C	- ประแจแหวน . บ๊อกลม . ลูกบ๊อก	- หากใช้บ๊อกลมขันน็อตไม่ออกให้ใช้ประแจมือต่อด้ามขันยาวเพื่อขันน็อตให้คลาย
6. พนักงานซ่อมเครื่องกลใช้เครนยกลูกอัดที่เปลี่ยนจากแท่นเครื่องไปยังแท่นปรับวางลูกอัด  	ความปลอดภัยเวลาในกิจกรรม	ทุกครั้งที่ Set Up M C	- เครน - สลิงผ้า	- ส่งเบรำ เครนไม่ทำงานให้แจ้งหน่วยบำรุงรักษาทวิผลเพื่อดำเนินการตรวจสอบ

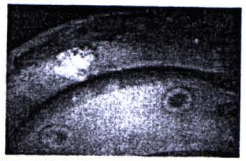
รูปที่ 4.20 วิธีการปฏิบัติงานการปรับตั้งลูกอัดหลังการปรับปรุง แผ่นที่ 2/5

	วิธีการปฏิบัติงาน (Work Instruction)		รหัส : IG-GG-XX-XXX
	ชื่องาน : ขั้นตอนการ Set Up ลูกอัด ตำแหน่งผู้ใช้งาน : พนักงานซ่อมบำรุง- พนักงานผลิต	ฝ่ายโรงงาน 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 56,000 บาท Set Up ครั้ง	ด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม : เพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงาน .	

วิธีการปฏิบัติงาน	จุดควบคุม	ความถี่	สิ่งที่เกี่ยวข้อง	แนวปฏิบัติเมื่อพบสิ่งผิดปกติ
7. พนักงานซ่อมใช้ปะแจตลายสกรูที่แท่นรับลูกอัด จากนั้นจึงใช้บ๊อกลมและลูกบ๊อก M30 ขันน็อตออกจากแท่นรับลูกอัด (ในกรณีที่ไม่สามารถใช้บ๊อกลมขันได้ให้ใช้ปะแจและค้ำมขันก็อกแก็กขัน) ถอดสกรูทั้งสิ้น 6 ตัว (ข้างละ 3 ตัว)		ทุกครั้งที่ Set Up M C	- บ๊อกลม , ปะแจแหวน , ลูกบ๊อก M30 , ค้ำมขันก็อกแก็ก	- หากใช้บ๊อกลมขันน็อตไม่ออกให้ใช้ปะแจมือต่อค้ำมขันยาวเพื่อขันน็อตให้คลาย
8. ปรับแท่นลูกอัดตามตำแหน่ง Mark ของช่องสกรู ตามแผ่นผลิต  		ทุกครั้งที่ Set Up M C	- บ๊อกลม , ปะแจแหวน , ลูกบ๊อก M30 , ค้ำมขันก็อกแก็ก	
9. ยกลูกอัดที่จะใช้งานมาไว้ที่แท่นเครื่อง  	ความปลอดภัย	ทุกครั้งที่ Set Up M C	- เครน - สลิงผ้า	- ถ้าพบว่า เครนไม่ทำงานให้แจ้งหน่วยบำรุงรักษาทวีผลเพื่อดำเนินการตรวจสอบ

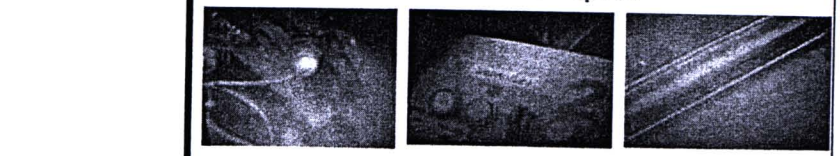
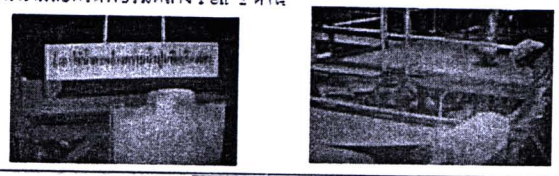
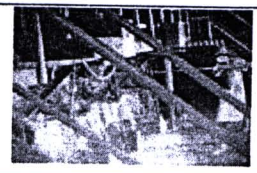
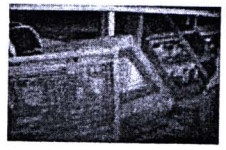
รูปที่ 4.21 วิธีการปฏิบัติงานการปรับตั้งลูกอัดหลังการปรับปรุง แผ่นที่ 3/5

	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 36,000 บาท Set Up ครั้ง	ด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม : เพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงาน	

วิธีการปฏิบัติงาน	จุดควบคุม	ความถี่	สิ่งที่เกี่ยวข้อง	แนวปฏิบัติเมื่อพบสิ่งผิดปกติ
10. ปรับตั้งลูกเบี้ยวตามจุดที่ Mark ไว้ 	ความปลอดภัย	ทุกครั้งที่ Set Up M C	- เครน - สลิงก้า	- ถ้าพบว่า เครนไม่ทำงานให้แจ้งหน่วยบำรุงรักษาทวิผลเพื่อดำเนินการตรวจสอบ
11.ประกอบฝาปะกับลูกปืนคู่กดลูกอัดทั้งสองข้าง		ทุกครั้งที่ Set Up M C	- ประแจแหวน , บ๊อกลม , ลูกบ๊อก	- หากใช้บ๊อกลมขันน็อตไม่ออกให้ใช้ประแจมือต่อด้ามขันยาวเพื่อขันน็อตให้คลาย
12.ใส่สายลมเข้าลูกอัดทั้งสองข้าง		ทุกครั้งที่ Set Up M C	- ประแจเลื่อน 24	
13. ประกอบ Prox Switch ทั้งสองข้าง	ระยะประกอบ	ทุกครั้งที่ Set Up M C	- ประแจเลื่อน 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 : ลดต้นทุนค่าเสียโอกาสในการผลิตเป็นเงินทั้งสิ้น 36,000 บาท Set Up ครั้ง	ด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม : เพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงาน	

วิธีการปฏิบัติงาน	จุดควบคุม	ความถี่	สิ่งที่เกี่ยวข้อง	แนวปฏิบัติเมื่อพบสิ่งผิดปกติ
14. ตรวจเช็ค Prox Switchและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์ 	ระยะการติดตั้ง ฟังก์ชันการทำงาน	ทุกครั้งที่ Set Up M C	- Prox Switch	- ถ้าพบว่า Prox ไม่ทำงานตามปกติ หรือไม่ตรงตำแหน่งให้ตรวจสอบระยะติดตั้ง หากไม่การทำงานต้องตรวจสายไฟและอุปกรณ์ควบคุมโดยแจ้งทาง ช่างซ่อมไฟฟ้าเพื่อมาดำเนินการ
15.เช็ดน้ำและกรดฟอร์มิกล้าง Felt 2 ด้าน 	ความปลอดภัย กรดอันตราย	ทุกครั้งที่ Set Up M C	- กรดฟอร์มิก , ผ้า Felt - ถ้าปิดจมูก ถุงมือ,เสื้อกันสารเคมี	- หากสัมผัสถูกกรดฟอร์มิก ให้ล้างด้วยน้ำสะอาดตามจุดที่ติดตั้งไว้ ทันทีหากรู้สึกแสบคัน หรือแพ้สารเคมี ให้แจ้งหัวหน้างานเพื่อส่งเข้าสถานพยาบาลเพื่อรักษาโดยด่วน
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

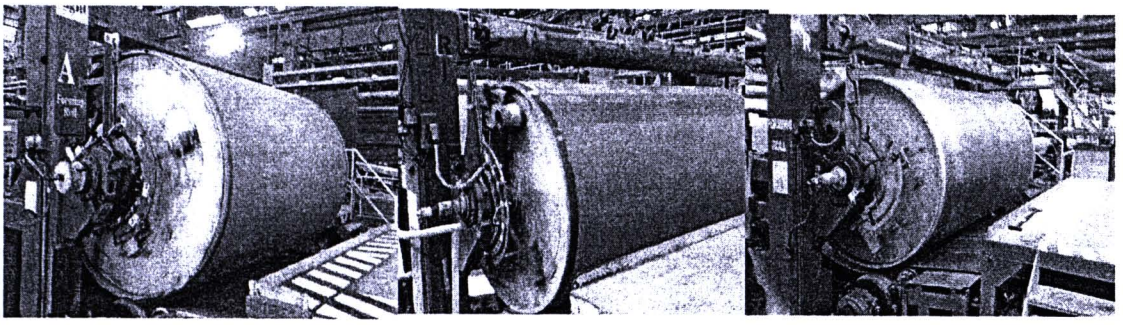
เครื่องจักร	%Capacity Utilization W_1=50%		Frequency of Set Up W_2 = 40%		Contribution Margin W_3 = 10%		Total
HS.5	50 % x 97.71 =	48.86	40 % x100.00 =	40.00	10 % x100.00 =	10.00	98.86
HS.6	50 % x100.00 =	50.00	40 % x 83.33 =	33.33	10 % x 79.70 =	7.97	91.30
HS.4	50 % x 91.55 =	45.77	40 % x 72.22 =	28.89	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

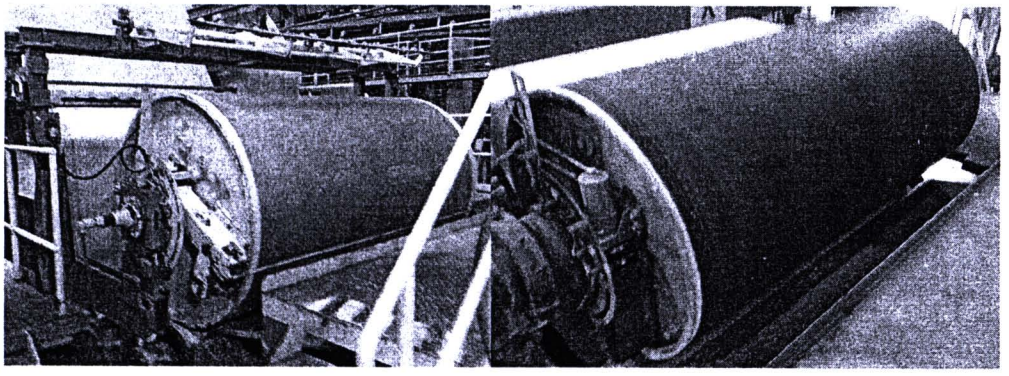
ขั้นตอนที่ 2 ทำการอบรมพนักงานที่ใช้มาตรฐานวิธีการปรับตั้งลูกอัดดังกล่าวให้เข้าใจและสามารถปฏิบัติตามได้มาตรฐานการทำงานได้อย่างคล่องแคล่ว

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 พฤศจิกายน – 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