การลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรในสายการผลิตท่อส่งข้าว

อรรถพล เสนาะเสียง

งานนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
กุมภาพันธ์ 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์ ได้พิจารณางานนิพนธ์ของ อรรถพล เสนาะเสียง ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล)

คณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร. เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล)

.....กรรมการ
(ดร. ฤภูวัลย์ จันทรสา)

.....กรรมการ
(ดร. บัญชา อริยะจรรยา)

คณะวิศวกรรมศาสตร์อนุมัติให้รับงานนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ดร. อาณัติ ดีพัฒนา)
วันที่ 29 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล อาจารย์ควบคุมงานทำวิจัย ที่ได้ให้แนวคิดในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและข้อคิดในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา รวมถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างดำเนินงาน รวมไปถึงคณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์ทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ คุณกอบโชค กำธร ผู้จัดการฝ่ายผลิต บริษัท สมบูรณ์หล่อเหล็กเหนียว อุตสาหกรรมจำกัด ซึ่งเป็นผู้บังคับบัญชาของผู้วิจัย ที่ให้คำแนะนำและข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับงานวิจัยฉบับนี้

คุณค่าและประโยชน์ของงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการีบูรพาจารย์และผู้ที่มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

อรรถพล เสนาะเสียง

56920622: สาขาวิชา: วิศวกรรมอุตสาหการ; วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ)
คำสำคัญ: ลดเวลา/ การปรับตั้งเครื่องจักร/ สายการผลิต/ ท่อส่งข้าว/ ประสิทธิภาพ

อรรถพล เสนาะเสียง: ลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรในสายการผลิตท่อส่งข้าว (REDUCING THE MACHINE SET-UP TIME IN UNLOADER LINE PRODUCTION.) คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์: เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล, Ph.D., 78 หน้า. ปี พ.ศ. 2559.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรในสายการผลิตท่อส่งข้าว โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การทำงานของพนักงานและการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (Single minute exchange of die, SMED) กระบวนการผลิตชิ้นส่วนท่อส่งข้าวมีทั้งหมด 3 รายการ คือ ท่อส่งข้าวเบอร์1, 2 และ 3 ซึ่งทำการผลิตที่สายการผลิตเดียวกันด้วยเครื่องจักร CNC เครื่องเดียวกัน ในการปรับตั้งเครื่องจักรใช้เวลานานถึง 1,171.6 นาที/ ครั้ง ซึ่งส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของการผลิตและการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า

เมื่อศึกษาข้อมูลวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ได้ทำการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักร ดังนี้ 1) แยกงานนอก-งานในด้วยเทคนิค SMED 2) เปลี่ยนวิธีการถอดและติดตั้งเครื่องมือจากด้านหน้าเป็นด้านหลังเครื่อง 3) ออกแบบการล็อกตำแหน่งจิ๊กให้ง่ายต่อการติดตั้ง ทั้งหมดนี้ทำให้สามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรจาก 1,171.5 นาที/ ครั้ง เหลือ 609.2 นาที/ ครั้ง ลดลง 562.3 นาที/ ครั้ง คิดเป็น 48.0% ทั้งนี้ทำให้ประสิทธิภาพเฉลี่ยของการผลิตเพิ่มขึ้นจาก 85.3% เป็น 92.3%

56920622: INDUSTRIAL ENGINEERING; M.Eng. (INDUSTRIAL ENGINEERING)
KEYWORD: TIME REDUCTION/ MACHINE ADJUSTMENT/ PRODUCTION LINE/ UNLOADER LINE/ EFFICIENCY

ATTAPHON SANORSIENG: REDUCING THE MACHINE SET-UP TIME IN UNLOADER LINE PRODUCTION. ADVISOR COMMITTEE: KASEM PIPATPANYANUGOON, Ph.D., 78 P. 2016.

This study aimed to reduce the machine set-up time in unloader line production. The study utilized the work analysis and the principle of single minute exchange of die (SMED). The production processes of unloader line consisted of 3 items including unloader line 1, 2 and 3. The three unloader lines were produced by the same CNC machine which required 1171.5 minutes/ time for setting up the machine. This affected the production efficiency and product delivery to customers.

After investigating the date and analyzing the causes of the problem, the improvement of the machine set-up time were implemented as follows. 1) On-off machine tasks were separated by SMED technique. 2) Dismantlement and installation of the tools were changed from the front side to the rear side. 3) Jig locking position was designed to be easy for installation. All of these resulted in the reduction of the machine set-up time from 1171.5 minutes/ time to 609.2 minutes/ time. In other words the set-up time was reduced up to 562.3 minutes/ time or 48.0%. It also increased the average production efficiency from 85.3% to 92.3%.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์การทำวิจัย 5

สมมติฐานของการวิจัย 5

ขอบเขตของการวิจัย 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

วิธีดำเนินการวิจัย 5

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 7

แผนภูมิกระบวนการไหล 15

การลดความสูญเปล่า 7 ประการ 18

การปรับปรุงกระบวนการหลักการ ECRS 20

การกำหนดค่าเผื่อและการหาเวลามาตรฐาน 21

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22

3 วิธีการดำเนินงาน 26

ข้อมูลทั่วไปของสถานประกอบการ 26

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 27

4 ผลการดำเนินงาน 44

ลดกิจกรรมขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรโดยใช้เทคนิค SMED 44

ลดเวลาการถอดและการติดตั้งเครื่องมือตัด 47

ออกแบบการล็อกตำแหน่งจิ๊กใหม่ 53

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปและอภิปรายผล	62
สรุปผลการดำเนินงาน	62
อภิปรายผลการดำเนินงาน	66
ข้อเสนอแนะ	67
บรรณานุกรม	68
ภาคผนวก	69
ภาคผนวก ก	70
ภาคผนวก ข	74
ภาคผนวก ค	76
ประวัติย่อของผู้วิจัย	78

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1-1	แผนการประกอบรถเกี่ยวข้าวปี 2557	3
1-2	ความต้องการท่อส่งข้าวเบอร์ 1, 2 และ 3 ในปี 2557	3
2-1	ขั้นตอนในการปรับตั้งเครื่องจักรและสัดส่วนของเวลาในการปรับตั้ง	9
3-1	ผลิตภัณฑ์ของโรงงานตัวอย่างที่จะทำการปรับปรุง	27
3-2	ชั่วโมงการทำการผลิตของโรงงาน	31
3-3	เวลาที่ใช้ในการผลิตท่อส่งข้าว	32
3-4	ประสิทธิภาพในสายการผลิตท่อส่งข้าว	32
3-5	เวลาที่สูญเสียในกระบวนการผลิตในสายการผลิตท่อส่งข้าว	33
3-6	สรุปปัญหา สาเหตุ และแนวทางการแก้ไขปัญหาชิ้นงานท่อส่งข้าว	43
4-1	แยกประเภทการตั้งเครื่องภายนอกและตั้งเครื่องภายใน	45
4-2	แบ่งประเภทงานภายนอกที่สามารถและไม่สามารถจัดเตรียมไว้ก่อนได้	46
5-1	เวลาที่ลดหลังการปรับปรุงโดยใช้เทคนิคใน SMED	62
5-2	เวลาที่ลดหลังการปรับปรุงลดเวลาการถอดและการติดตั้งเครื่องมือตัด	63
5-3	เวลาที่ปรับลดหลังการปรับปรุงออกแบบการล็อคตำแหน่งจิ๊กใหม่	63
5-4	สรุปเวลาที่ลดหลังการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักร	64
5-5	ประสิทธิภาพการผลิตในสายการผลิตท่อส่งข้าวหลังการปรับปรุง	65

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงาน	2
1-2	กำลังการผลิตเทียบกับความต้องการท่อส่งข้าวของลูกค้า	4
1-3	แผนการดำเนินการวิจัย	6
2-1	ขั้นตอนในการทำ SMED	11
2-2	แผนภูมิกระบวนการไหล	17
3-1	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	28
3-2	แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของหน่วยงาน	30
3-3	เปรียบเทียบเวลาในการผลิตชิ้นงาน เวลาผลิตปัจจุบันและเวลาในการผลิตใหม่	34
3-4	เวลาที่สูญเสียในสายการผลิตท่อส่งข้าว	35
3-5	แผนภูมิการไหลของกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรท่อส่งข้าว	37
3-6	เวลาที่สูญเสียในกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักร	39
3-7	แผนผังก้างปลาแสดงสาเหตุปรับแก้ไขชิ้นงานและทำการทดลองเดินงานใช้เวลานาน	40
3-8	แผนผังก้างปลาแสดงสาเหตุถอดเครื่องมือตัดชุดเก่าใช้เวลานาน	40
3-9	แผนผังก้างปลาแสดงสาเหตุการติดตั้งเครื่องมือตัดชุดใหม่ใช้เวลานาน	41
3-10	แผนผังก้างปลาแสดงสาเหตุปรับตั้งความยาวเครื่องมือตัดใช้เวลานาน	41
3-11	แผนผังก้างปลาแสดงสาเหตุปรับตั้งความยาวเครื่องมือตัดใช้เวลานาน	42
4-1	เวลาหลักการปรับปรุงขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรโดยใช้เทคนิค SMED	47
4-2	ขั้นตอนถอดและการติดตั้งเครื่องมือตัดวิธีเดิม	48
4-3	แผนภูมิการไหลของขั้นตอนถอดและการติดตั้งเครื่องมือตัดวิธีเดิม	49
4-4	ขั้นตอนถอดและติดตั้งเครื่องมือตัดหลังการปรับปรุง	51
4-5	แผนภูมิการไหลขั้นตอนถอดและการติดตั้งเครื่องมือตัดหลังการปรับปรุง	52
4-6	เวลาที่ปรับลดลงของการถอดและติดตั้งเครื่องมือตัดหลังการปรับปรุง	53
4-7	แผนภูมิการไหลของขั้นตอนการติดตั้งจิ๊กของพนักงาน (วิธีเดิม)	54
4-8	ลักษณะช่องว่างที่เกิดขึ้นระหว่างจิ๊กกับน็อตล็อค	55
4-9	ตัวอย่างเพลทใส่จิ๊กที่ทำการออกแบบใหม่	56
4-10	ตัวอย่างการติดตั้งเพลทเบอร์ 1 ติดตั้งเข้าที่เพลทของเครื่องจักร	56
4-11	ตัวอย่างการติดตั้งเพลทเบอร์ 2 ติดตั้งเข้าที่จิ๊ก	57

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4-12 การติดตั้งแผ่นมาตรฐานเบอร์ 2 และเบอร์ 2 57

4-13 แผนภูมิการไหลของกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรท่อส่งข้าว (หลังการปรับปรุง) 59

5-1 สรุปเวลาที่ปรับลดหลังการปรับปรุงการการปรับตั้งเครื่องจักร 64

5-2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในสายการผลิตท่อส่งข้าวก่อนการปรับปรุงและ
หลังการปรับปรุง 65

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสภาวะปัจจุบันอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ จัดเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่มีบทบาทในการสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ซึ่งไทย เป็นฐานการผลิตขนาดใหญ่ที่สำคัญและมีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศทั้งในส่วนที่ก่อให้เกิดการจ้างงานเป็นจำนวนมากและก่อให้เกิดการเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องต่าง ๆ พร้อมทั้งเป็นอุตสาหกรรมที่สามารถหารายได้เข้าสู่ประเทศ อย่างไรก็ตามสถานการณ์ของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ไทยได้เปลี่ยนไป เนื่องจากผู้ผลิตชิ้นส่วนไทยต้องเผชิญกับภาวการณ์แข่งขันที่รุนแรงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากประเทศคู่แข่งที่มีความได้เปรียบด้านต้นทุนที่อยู่ในระดับต่ำกว่าเข้ามาชิงส่วนแบ่งตลาด ทำให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนไทยต้องมีการปรับตัวโดยเน้นการเสริมสร้างศักยภาพ การออกแบบและพัฒนากระบวนการผลิต พร้อมทั้งยกระดับคุณภาพการผลิต ตลอดจนลดการสูญเสียจากกระบวนการผลิต ด้วยการยกระดับเทคโนโลยีการผลิตเพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไทย ผู้ประกอบการที่สามารถทำสินค้าดีมีคุณภาพได้ตามที่ลูกค้าต้องการจะได้เปรียบผู้ประกอบการรายอื่น ๆ เนื่องจากลูกค้ามีทางเลือกที่มากขึ้นและการที่จะได้รับความเชื่อถือจากลูกค้าสินค้านั้นจะต้องได้คุณภาพ (Quality) ตามที่ลูกค้ากำหนดและที่สำคัญต้นทุน (Cost) ในการผลิตต้องต่ำเพื่อให้สามารถแข่งขันกับคู่แข่งในธุรกิจประเภทเดียวกันได้ การส่งมอบ (Delivery) ตรงตามกำหนดเวลาและตอบสนองต่อความต้องการที่มีสูงขึ้นซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้แต่ละองค์กรจะต้องทำการวางแผนเพื่อทำการปรับปรุงประสิทธิภาพในสายการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด เป็นต้น

บริษัทที่นำมาเป็นกรณีศึกษานั้นเป็นโรงงานตัวอย่างเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนรถเกี่ยวข้าวสำหรับงานอุตสาหกรรมการเกษตรและชิ้นส่วนยานยนต์ เช่น ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงานในอุตสาหกรรมการเกษตรแสดงได้ ดังภาพที่ 1-1

ภาพที่ 1-1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงาน

ข้อมูลการผลิตรถเกี่ยวข้าวในปี 2557 ทางลูกค้ามีการปรับเพิ่มกำลังการผลิตจากการประกอบปัจจุบัน 20 คัน/ วัน ได้เพิ่มกำลังการผลิตรถเกี่ยวข้าวเป็น 35 คัน/ วัน เพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการที่มีสูงขึ้น ทำได้ทางโรงงานต้องการปรับเพิ่มกำลังการผลิตเพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการที่มีการปรับตัวสูงขึ้น โดยทางลูกค้าได้ทำการส่งแผนงานการประกอบรถเกี่ยวข้าวแสดงดังตารางที่ 1-1

ตารางที่ 1-1 แผนการประกอบรถเกี่ยวข้าวปี 2557

รุ่น	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
268G-I	0	15	12	7	0	6	12	24	30	24	21	18	169
270-V	0	30	30	30	30	30	30	60	60	60	60	60	480
270-H-M	5	10	26	15	10	5	5	10	10	10	10	10	126
270-H-K	80	27	30	28	35	30	35	45	100	133	165	125	833
270-G-M	14	19	30	13	10	10	10	10	10	10	20	20	176
270-G-K	7	50	40	35	45	30	45	30	40	80	125	120	647
295-GM-K	13	24	10	10	10	0	0	10	20	30	35	40	202
รวม	119	175	178	138	140	111	137	189	270	347	436	393	2633

ดังนั้น เมื่อทำการตรวจสอบแผนการประกอบรถเกี่ยวข้าวในปี พ.ศ. 2557 เทียบกับความต้องการของลูกค้าทั้งหมด 12 รายการที่ทางโรงงานทำการผลิตจากการเพิ่มกำลังการผลิตของลูกค้าว่ามีชิ้นงานที่ผลิตไม่เพียงพอจากการตรวจสอบพบว่ามีชิ้นงาน 3 รายการ ที่ทำการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการ ท่อส่งข้าวเบอร์ 1, 2 และ 3 (Case unloader 1, 2 and 3) แสดงดังตารางที่ 1-2

ตารางที่ 1-2 ความต้องการท่อส่งข้าวเบอร์ 1, 2 และ 3 ในปี 2557

ท่อส่งข้าว	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
เบอร์ 1	119	175	178	138	140	111	137	189	270	347	436	393
เบอร์ 2	119	175	178	138	140	111	137	189	270	347	436	393
เบอร์ 3	119	175	178	138	140	111	137	189	270	347	436	393
ราม	357	525	534	414	420	333	411	567	810	1041	1308	1179

ทำการคำนวณกำลังการผลิตชิ้นงานท่อส่งข้าวของโรงงานเทียบกับความต้องการของลูกค้าต่อเดือน ข้อมูลการทำงานของโรงงานกำหนด ชั่วโมงการทำงานที่ 507 ชั่วโมง/ เดือน และความสามารถในการผลิตชิ้นงาน 1.5 ชิ้น/ ชั่วโมง จะสามรถคำนวณการผลิตชิ้นงาน/ เดือนได้ ดังนี้

กำลังการผลิตท่อส่งข้าวต่อเดือน = ชั่วโมงกำลังการผลิตของโรงงานต่อเดือน × ความสามารถการผลิตชิ้นงานชิ้นต่อชั่วโมง

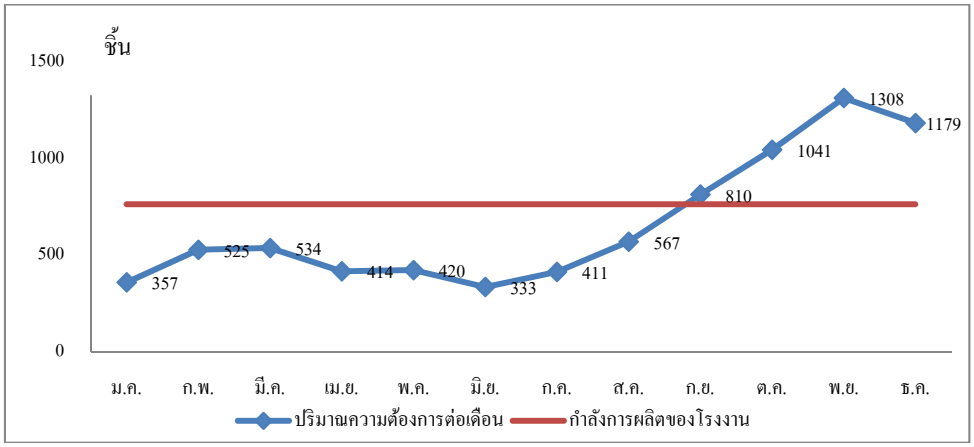
ชั่วโมงกำลังการผลิตของโรงงาน = 507 ชั่วโมงต่อเดือน

ความสามารถการผลิตชิ้นงาน = 1.5 ชิ้นต่อชั่วโมง

กำลังการผลิตท่อส่งข้าวต่อเดือน = 507 ชั่วโมงต่อเดือน × 1.5 ชิ้นต่อชั่วโมง

กำลังการผลิตท่อส่งข้าวต่อเดือน = 760 ชิ้นต่อเดือน

ทำการเปรียบเทียบความต้องการของลูกค้ากับกำลังการผลิตของโรงงาน โดยนำความต้องการของลูกค้าที่แสดงในตารางที่ 1-1 มาพล๊อตกราฟเทียบกับกำลังการผลิตที่โรงงานสามารถทำได้ แสดงดังภาพที่ 1-2



ภาพที่ 1-2 กำลังการผลิตเทียบกับความต้องการท่อส่งข้าวของลูกค้า

เมื่อพิจารณาภาพที่ 1-2 พบว่ากำลังการผลิตของโรงงานไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ตั้งแต่เดือนกันยายน ถึงเดือนธันวาคม 2557 ทำให้โรงงานต้องทำการปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า

ด้วยเหตุนี้ จึงนำปัญหานี้มาทำการศึกษาเพื่อหาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตในสายการผลิตชิ้นส่วนประกอบท่อส่งข้าวรถเกี่ยวข้าวเพื่อให้ตอบสนองต่อการเพิ่มกำลังการผลิตของลูกค้าที่มีการปรับตัวสูงขึ้น

วัตถุประสงค์การทำวิจัย

1. เพื่อศึกษากระบวนการการผลิตชิ้นส่วนท่อส่งข้าว
2. เพื่อศึกษากระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรที่ใช้ผลิตชิ้นส่วนท่อส่งข้าว
3. เพื่อลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรในสายการผลิตท่อส่งข้าว

สมมติฐานของการวิจัย

กำลังการผลิตของโรงงานไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าเนื่องจากมีเวลาที่สูญเสียในการผลิต

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษานี้จะศึกษาในสายการผลิต สายการผลิตชิ้นส่วนประกอบท่อส่งข้าวของโรงงาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถลดเวลากระบวนผลิตของสายการผลิตชิ้นส่วนประกอบท่อส่งข้าว
2. สามารถเพิ่มกำลังการผลิตในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนประกอบท่อส่งข้าว
3. สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าที่เปลี่ยนแปลงได้
4. สามารถส่งมอบชิ้นส่วนที่รวดเร็วและไม่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายอันเนื่องจากมีสินค้าคงคลังมากเกินไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษากระบวนการและระบบการผลิต
2. เก็บรวบรวมข้อมูล
3. วิเคราะห์ข้อมูล
4. กำหนดประเด็นปัญหาที่จะแก้ไขและตั้งเป้าหมาย
5. วิเคราะห์ปัญหา
6. เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา
7. ดำเนินการแก้ไขปัญหา
8. เปรียบเทียบผลการดำเนินงาน
9. สรุปผลการดำเนินงาน

ลำดับ	รายละเอียดการทำงาน	เม.ย. 57	พ.ค. 57	มิ.ย. 57	ก.ค. 57	ส.ค. 57	ก.ย. 57	ต.ค. 57	พ.ย. 57	ธ.ค. 57	ม.ค. 58	ก.พ. 58	มี.ค. 58
1	ศึกษากระบวนการและระบบการผลิต												
2	เก็บรวบรวมข้อมูล												
3	วิเคราะห์ข้อมูล												
4	กำหนดประเด็นปัญหาที่จะแก้ไขและตั้งเป้าหมาย												
5	วิเคราะห์ปัญหา												
6	เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา												
7	ดำเนินการแก้ไขปัญหา												
8	เปรียบเทียบผลการดำเนินงาน												
9	สรุปผลการดำเนินงาน												

ภาพที่ 1-3 แผนการดำเนินการวิจัย

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว SMED (Single minute exchange of dies)

เฉลิมชัยรัตน โสภาจิรสิน (2552) “การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว” เป็นหลักการหรือเครื่องมือที่สำคัญในการนำเอาแนวคิดแบบลีนไปใช้ในทางปฏิบัติ หลักการเบื้องต้นข้อหนึ่งของแนวคิดแบบลีน คือ การดึง (Pull) ที่หมายถึงการดำเนินกิจกรรมเมื่อเวลาที่ลูกค้าต้องการ ซึ่งในความหมายนี้ยังครอบคลุมไปมากกว่าแค่การดำเนินกิจกรรมให้ได้ปริมาณสินค้าหรือบริการมากหรือน้อย แต่ยังหมายถึงการปรับตัวกระบวนการธุรกิจเพื่อตอบสนองให้ได้ตามที่ลูกค้าต้องการ เพราะถ้าไม่เปลี่ยนกระบวนการใหม่ถึงมีการผลิตไปลูกค้าก็ไม่ยอมรับและเป็นสินค้าคงคลัง และลูกค้าก็ต้องรอคอยเพื่อให้ได้คุณค่าตามต้องการ ทั้ง 2 ประเด็นที่กล่าวมานั้น (สินค้าคงคลังและการรอคอย) เป็นความสูญเปล่าทั้งสิ้น ดังนั้น จึงต้องมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการสร้างคุณค่าจากกระบวนการเดิมไปสู่กระบวนการใหม่ได้อย่างรวดเร็ว เพื่อสร้างความยืดหยุ่นให้กับกระบวนการเพื่อตอบสนองความหลากหลายของความต้องการของลูกค้าได้อย่าง “ทันเวลาพอดี”

หลักการและเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว คือ SMED ซึ่งย่อมาจากคำว่า Single-minute exchange of die โดยระบบ SMED เป็นทฤษฎีและเทคนิคที่ช่วยให้สามารถดำเนินการติดตั้งและปรับเปลี่ยนเครื่องจักรให้ได้ภายในเวลาที่เป็นเลขหลักเดียว เป็นวิธีการที่มีประสิทธิผลที่สุดที่ทำให้เวลาในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรสั้นลง SMED จะช่วยกิจกรรมที่ยาก สิ้นเปลืองเวลาและความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตลดลง ส่งเสริมความสามารถในการแข่งขัน เกิดความคุ้มค่าในด้านต้นทุน และตอบสนองความต้องการข้างต้นตามที่กล่าวมา

1. ปัญหาของการเปลี่ยนรุ่นการผลิตนาน

เวลาที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรที่ยาวนานทำให้เกิดความสูญเสีย ดังต่อไปนี้

ความสูญเสียที่เกิดจากสินค้าคงคลัง (Inventory waste) การจัดเก็บสิ่งที่ยังไม่สามารถขายได้ทำให้เกิดต้นทุนและเป็นการใช้ทรัพยากรของบริษัทโดยปราศจากการเพิ่มคุณค่าใด ๆ ให้กับผลิตภัณฑ์

ความล่าช้า (Delay) ลูกค้าต้องรอให้บริษัทผลิตครบทั้งชุด แทนที่จะรอแค่ปริมาณที่ตนต้องการ

คุณภาพลดลง (Declining quality) การจัดเก็บสินค้าคงคลังที่ยังไม่สามารถขายได้เป็นการเพิ่มโอกาสที่ของนั้นจะกลายเป็นของเสียที่ต้องนำไปทำลายหรือถูกนำไปแก้ไขใหม่ซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนให้กับผลิตภัณฑ์

2. ประโยชน์ที่ได้รับจากการลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต

SMED สามารถติดตั้งเครื่องจักรได้อย่างรวดเร็ว สามารถทำได้บ่อยครั้งเท่าที่ต้องการ ซึ่งมีข้อได้เปรียบ ดังนี้

ความยืดหยุ่น (Flexibility) บริษัทสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่เปลี่ยนแปลงได้โดยไม่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายอันเนื่องมาจากการมีสินค้าคงคลังมากเกินไป

การส่งมอบรวดเร็วขึ้น (Quicker deliver) การผลิตแบบเป็นชุดเล็ก ๆ ทำให้เวลานำ (Lead time) และเวลารอคอยของลูกค้าสั้นลง

คุณภาพดีขึ้น (Better quality) เมื่อมีการจัดเก็บสินค้าคงคลังน้อยลง ผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องจากการจัดเก็บจะลดลงด้วย นอกจากนี้ SMED ยังทำให้ผลิตภัณฑ์มีข้อบกพร่องลดลงด้วยการลดความผิดพลาดในการติดตั้งเครื่องจักร และการขจัดการทดลองเดินเครื่องเมื่อมีการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ใหม่ด้วย

ผลิตภาพสูงขึ้น (Higher productivity) การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรที่ใช้เวลาสั้นลงทำให้เวลาที่ต้องหยุดเดินเครื่องจักร (Downtime) ลดลง หมายความว่า อัตราผลิตภาพของเครื่องจักรสูงขึ้นด้วย

การติดตั้งเครื่องจักรที่ง่ายขึ้นส่งผลให้การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรปลอดภัยยิ่งขึ้น พร้อมช่วยลดความปวดเมื่อยหรือความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บลงด้วย

สินค้าคงคลังที่น้อยลง แสดงว่าการกองระเกะระกะในสถานที่ทำงานน้อยลงทำให้การผลิตทำได้ง่ายขึ้นและปลอดภัย

เครื่องมือที่ใช้ในการติดตั้งเครื่องจักรได้รับการทำให้เป็นมาตรฐานและถูกรวมเข้าไว้ด้วยกัน แสดงว่าเวลาในการหาเครื่องมือน้อยลง

3. การปฏิบัติการติดตั้งเครื่องจักร

การปฏิบัติการติดตั้งเครื่องจักร (Setup operation หรือจะเรียกแค่ Setup ก็ได้) คือ การทำการจัดเตรียมหรือการดำเนินการหลังจากการปรับแต่งที่ถูกดำเนินการก่อน และดำเนินการทันทีหลังการผลิตงานในแต่ละชุดแล้ว

4. ขั้นตอนพื้นฐานในการปฏิบัติการปรับตั้งเครื่องจักร

ในการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนใช้ SMED มาปรับปรุง ขั้นตอนเหล่านี้จะกินเวลาของการปรับตั้งเครื่องจักรทั้งหมดตามสัดส่วน แสดงดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ขั้นตอนในการปรับตั้งเครื่องจักรและสัดส่วนของเวลาในการปรับตั้ง

ขั้นตอนการติดตั้งเครื่องจักร	สัดส่วนเวลาที่ใช้ในการติดตั้งเครื่องจักร ก่อนการ SMED ปรับปรุง
1. การจัดเตรียม การจัดให้เรียบร้อย หลังกระบวนการตรวจเช็ควัตถุดิบและเครื่องมือ	30%
2. การใส่ติดตั้งจิ๊ก และเครื่องมือชิ้นส่วน	5%
3. การวัด การตั้งค่าและการสอบเทียบ	15%
4. การทดลองเดินเครื่องและปรับแต่ง	50%

การจัดเตรียม การจัดให้เรียบร้อยก่อนและหลังกระบวนการตรวจเช็ควัตถุดิบและเครื่องมือ ขั้นตอนนี้เป็นการทำให้มั่นใจว่าชิ้นส่วนและเครื่องมือทุกชิ้นอยู่ในที่ซึ่งพวกมันควรอยู่และพวกมันจะทำหน้าที่ได้โดยไม่มีปัญหาและที่รวมอยู่ในขั้นตอนนี้ด้วย คือ ช่วงเวลาหลังจากการดำเนินการ ซึ่งเป็นการนำของเหล่านี้ออกไปและจัดเก็บ และการทำความสะอาดเครื่องจักร เป็นต้น ในการติดตั้งเครื่องจักรดั้งเดิม ขั้นตอนการจัดเตรียมบางส่วนถูกทำหลังจากที่เครื่องจักรหยุดทำงานแล้ว ในบทต่อไปเราจะได้รู้ว่าขั้นตอนนี้สามารถทำให้เป็นการตั้งเครื่องภายนอกได้ในขณะที่เครื่องจักรยังคงทำงานอยู่

การใส่และการถอดใบมีด เครื่องมือและชิ้นส่วนขั้นตอนนี้ประกอบด้วยการถอดชิ้นส่วนและเครื่องมือออกหลังจากที่ผลิตเสร็จหนึ่งชุด การใส่ชิ้นส่วนและเครื่องมือสำหรับการผลิตชุดต่อไปเข้าไป โดยทั่วไปแล้วจะต้องมีการหยุดเครื่องจักรเพื่อทำขั้นตอนนี้ ดังนั้น มันจึงเป็นการตั้งเครื่องภายใน จะสังเกตได้ว่าขั้นตอนการตั้งเครื่องภายในนี้ (ซึ่งเป็นการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรที่แท้จริง) ใช้เวลาเพียงน้อยนิดเมื่อเทียบกับขั้นตอนอื่น ๆ

การวัด การตั้งค่าและการสอบเทียบขั้นตอนนี้ หมายถึง การวัด (Measurement) และการสอบเทียบ (Calibration) ทั้งหมดที่ต้องทำเพื่อให้สามารถดำเนินการผลิตได้ เช่น การกำหนดขนาด การวัดอุณหภูมิหรือความดัน เป็นต้น ถึงแม้ต้องมีการหยุดเครื่องจักรเพื่อทำขั้นตอนนี้อยู่บ่อยครั้ง แต่ระบบ SMED สอนวิธีการทำขั้นตอนนี้ให้รวดเร็วขึ้น โดยการเตรียมการไว้ตั้งแต่ช่วงที่เครื่องจักรยังทำงานอยู่

การทดลองเดินเครื่องและการปรับตั้งในขั้นตอนสุดท้ายของการปฏิบัติการติดตั้งเครื่องจักรแบบดั้งเดิมนี้ การปรับแต่ง (Adjustment) จะถูกทำหลังจากที่เครื่องจักรทดลองผลิตชิ้นงานแล้ว ยิ่งการวัดและการสอบเทียบในขั้นตอนก่อนหน้ามีความถูกต้องมากเท่าไร การปรับแต่งก็จะทำได้ง่ายขึ้นเท่านั้น การปรับแต่งเครื่องจักรอย่างถูกต้องถือเป็นงานที่ยากที่สุดงานหนึ่งในการปฏิบัติการติดตั้งเครื่องจักร สำหรับการติดตั้งแบบดั้งเดิม เวลาที่ใช้ในการทดลองเดินเครื่อง (Trial runs) และการปรับแต่งนั้นขึ้นอยู่กับทักษะเฉพาะบุคคลในการติดตั้งเครื่องจักรแบบดั้งเดิม เครื่องจักรจะไม่สามารถผลิตชิ้นงานที่ดีได้จนกว่าขั้นตอนนี้จะเสร็จเรียบร้อยแล้ว ดังนั้นขั้นตอนนี้จึงถูกพิจารณาว่าเป็นส่วนหนึ่งของการตั้งเครื่องภายใน SMED สอนวิธีกำจัดขั้นตอนนี้ให้หมดไปอย่างสิ้นเชิง เพื่อให้เครื่องจักรสามารถผลิตชิ้นงานที่ดีได้ทันทีที่เริ่มเดินเครื่อง

5. แนวความคิดพื้นฐานของระบบ SMED ประกอบด้วย

การปฏิบัติการติดตั้งเครื่องจักรสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. การตั้งเครื่องภายใน (Internal setup) การปฏิบัติการที่ต้องการทำในขณะที่เครื่องจักรหยุดทำงาน

2. การตั้งเครื่องภายนอก (External setup) การปฏิบัติการที่สามารถทำได้ในขณะที่เครื่องจักรยังคงทำงานอยู่

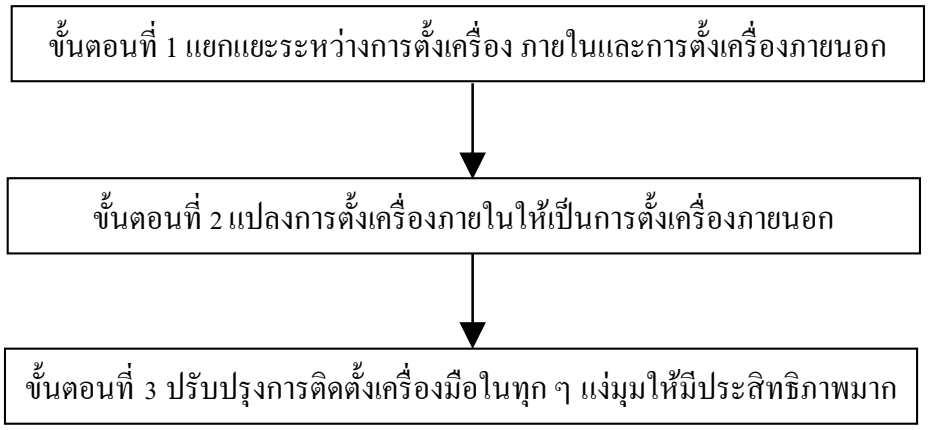
เวลาที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร (Changeover time) สามารถลดลงได้โดยการแปลงการปฏิบัติการตั้งเครื่องภายในให้เป็นการปฏิบัติการตั้งเครื่องภายนอกให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เพื่อลดเวลาการหยุดของเครื่องจักรให้น้อยลง

6. การวิเคราะห์การปฏิบัติการติดตั้งเครื่องจักร

เหตุผลหลักที่การปฏิบัติการติดตั้งเครื่องจักรแบบเก่าใช้เวลานานมากก็เพราะการตั้งเครื่องภายในและการตั้งเครื่องภายนอกมันปะปนกันอยู่ มีงานหลาย ๆ อย่างที่สามารถทำได้ในขณะที่เครื่องจักรยังคงทำงานอยู่ แต่กลับไม่ถูกทำจนกว่าเครื่องจักรจะหยุดทำงานก่อนที่จะเริ่มประยุกต์ใช้ SMED จำเป็นต้องมีความเข้าใจอย่างแท้จริงก่อนว่าการปฏิบัติการติดตั้งเครื่องจักรในปัจจุบันมีขั้นตอนอย่างไร และแต่ละขั้นตอนใช้เวลานานเท่าใดขั้นตอนเบื้องต้นที่เรียกว่าการวิเคราะห์การติดตั้งเครื่องจักร (Setup analysis) นี้จะช่วยให้คุณวางแผนวิธีการนำ SMED มาปรับปรุงเครื่องจักร

7. ขั้นตอนในการทำ SMED

ดังแสดงในภาพที่ 2-1 เทคนิค SMED ที่ใช้ปรับปรุงการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรมีการดำเนินการอยู่ 3 ขั้น แต่ละขั้นจะอธิบาย ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2-1 ขั้นตอนในการทำ SMED

ขั้นที่ 1 แยกแยะระหว่างการตั้งเครื่องภายในและการตั้งเครื่องภายนอก ขั้นที่สำคัญที่สุดในการนำ SMED มาใช้ คือ การแยกแยะระหว่างการตั้งเครื่องภายในและการตั้งเครื่องภายนอก เห็นได้ว่างานบางอย่างนั้นสามารถถูกทำได้ก่อนที่จะหยุดเครื่องจักรเพื่อทำการปรับเปลี่ยน ซึ่งรวมถึงการเตรียมคนที่เกี่ยวข้องการจัดเตรียมชิ้นส่วนและเครื่องมือการแก้ไขซ่อมแซม และการนำชิ้นส่วนและเครื่องมือไปไว้ใกล้ ๆ กับเครื่องจักรอย่างไรก็ตามแต่ในทางปฏิบัติแล้วเป็นที่น่าประหลาดใจว่าส่วนใหญ่งานเหล่านี้มักถูกทำหลังจากหยุดเครื่องจักรแล้ว แทนที่จะทำตั้งแต่เครื่องจักรยังคงผลิตงานชุดก่อนหน้าอยู่ การแยกงานเหล่านี้ออกจากกัน และเปลี่ยนมันให้เป็นการตั้งเครื่องภายนอกสามารถช่วยลดเวลาที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรลงได้ถึง 30-50% มีเทคนิคในทางปฏิบัติอยู่ 3 อย่างที่สามารถช่วยเราแยกงานที่เป็นการตั้งเครื่องภายในและงานที่เป็นการตั้งเครื่องภายนอกออกจากกันได้ เทคนิคเหล่านี้ คือ การใช้รายการตรวจสอบ การตรวจสอบการทำงาน และการปรับปรุงการขนย้ายชิ้นส่วน ให้เรามาพิจารณาดูกันทีละเทคนิค

รายการตรวจสอบ (Checklist) จะมีรายชื่อสิ่งของทุกอย่างที่ต้องใช้ในการติดตั้งและการเดินเครื่องครั้งต่อไป ซึ่งในรายการอาจประกอบไปด้วย

1. เครื่องมือ เอกสารแสดงข้อกำหนดและพนักงานที่ต้องการใช้
2. ค่าที่เหมาะสมสำหรับสภาวะปฏิบัติงาน เช่น อุณหภูมิ ความดันกระแสไฟฟ้า และอัตราการป้อน (Feed rate)
3. การวัดและขนาดที่ถูกต้องสำหรับการปฏิบัติการแต่ละอย่างรายการตรวจสอบ การทำเครื่องหมายหน้ารายการสิ่งของที่มีแล้วก่อนที่เครื่องจักรจะหยุดทำงานช่วยป้องกันการมองข้ามหรือความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้หลังจากเริ่มทำการตั้งเครื่องภายในไปแล้ว นอกจากนี้การใช้

รายการตรวจสอบยังช่วยคุณหลีกเลี่ยงการเกิดความผิดพลาดและการทดลองเดินเครื่องหลาย ๆ ครั้ง ในภายหลังสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง คือ เราต้องจัดทำรายการตรวจสอบเฉพาะสำหรับเครื่องจักรแต่ละตัว หรือการปฏิบัติการแต่ละอย่าง เพราะการใช้รายการตรวจสอบแบบทั่ว ๆ ไปกับทั้งโรงงานอาจทำให้เกิดความสับสน ไม่เข้าใจ และถูกละเลยอีกด้วย

การตรวจสอบการทำงานรายการตรวจสอบเป็นการช่วยดูว่ามีอุปกรณ์ทั้งหมดที่จำเป็นต้องใช้ในการปฏิบัติการเฉพาะหนึ่ง ๆ ครบถ้วนหรือไม่ ขั้นตอนถัดไป คือ การตรวจสอบการทำงาน (Function check) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่บอกว่าชิ้นส่วนต่าง ๆ มีการทำงานที่ถูกต้องสมบูรณ์หรือไม่ ควรตรวจสอบการทำงานให้เสร็จสิ้นก่อนที่การติดตั้งเครื่องจักรจะเริ่มต้นขึ้น เพื่อให้สามารถแก้ไขซ่อมแซมได้ทันหากมีบางสิ่งบางอย่างไม่สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง เช่น หากเราตรวจไม่พบแม่พิมพ์ หรือจิ๊ก (Jig) ที่แตกได้ก่อนถึงเวลาทดลองเดินเครื่อง ก็จะทำให้การตั้งเครื่องภายในเกิดความล่าช้า จงทำให้มั่นใจว่ารายการสิ่งของต่าง ๆ เหล่านี้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องเหมาะสม “ก่อน” ที่พวกมันจะถูกใส่เข้าไป เราจะสามารถลดเวลาที่ใช้ในการติดตั้งเครื่องจักรลงได้มากทีเดียว

การปรับปรุงการขนย้ายชิ้นส่วนและอุปกรณ์ในการปฏิบัติการจะต้องมีการเคลื่อนย้ายระหว่างพื้นที่จัดเก็บและเครื่องจักร แล้วก็ต้องขนกลับไปไว้ที่จุดจัดเก็บอีกครั้งเมื่อผลิตงานครบชุดแล้ว และเพื่อเวลาที่เครื่องจักรต้องหยุดทำงานให้สั้นลงจึงควรทำการขนย้ายสิ่งของเหล่านี้เสียตั้งแต่ในช่วงของการตั้งเครื่องภายนอก การปรับปรุงการขนย้ายอาจจะเป็นเรื่องของการพิจารณาที่ขั้นตอนการปฏิบัติงานปัจจุบันจากมุมมองของการลดเวลาที่ต้องหยุดเดินเครื่องจักรให้สั้นลง

ขั้นที่ 2 แปลงการตั้งเครื่องภายในให้เป็นการตั้งเครื่องภายนอกในขั้นที่ 1 ของ SMED เป็นการแยกงานที่สามารถดำเนินการได้ในขณะที่เครื่องจักรยังเดินเครื่องอยู่ออกจากงานที่ต้องทำในขณะที่เครื่องหยุดทำงาน แต่ขั้นที่ 1 เพียงอย่างเดียวไม่สามารถลดเวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่องภายในให้เหลือแค่หน่วยนาทีที่เป็นเลขหลักเดียวได้ เพราะฉะนั้นต้องดำเนินการขั้นที่ 2 ต่อไป ซึ่งคือ แปลงการตั้งเครื่องภายในให้เป็นการตั้งเครื่องภายนอกในขั้นที่ 2 มีการทำงานอยู่ 2 ขั้นตอน คือ

1. พิจารณาการปฏิบัติการใหม่อีกครั้ง เพื่อดูว่ามีขั้นตอนใดที่ถูกเข้าใจผิดว่าเป็นการตั้งเครื่องภายในบ้างหรือไม่

2. หาทางแปลงขั้นตอนต่าง ๆ ที่อยู่ในส่วนของการตั้งเครื่องภายในนี้ให้เป็นการตั้งเครื่องภายนอก

ตัวอย่างของการแปลงงานที่เป็นการตั้งเครื่องภายในให้เป็นการตั้งเครื่องภายนอก คือ

การอุ่นแม่พิมพ์ไว้ล่วงหน้ามีเทคนิคในทางปฏิบัติอยู่ 3 อย่างที่สามารถช่วยเปลี่ยนงาน

ที่เป็นการตั้งเครื่องภายในให้เป็นการตั้งเครื่องภายนอกได้ เทคนิคเหล่านี้ คือ การจัดเตรียมสภาวะการปฏิบัติงานไว้ล่วงหน้าการทำหน้าที่การทำงานสำคัญ ๆ ให้เป็นมาตรฐาน และการใช้จิ๊กกลาง (Intermediary jig) ขอให้เรามาพิจารณาดูกันทีละเทคนิค

การจัดเตรียมสภาวะการปฏิบัติงานไว้ล่วงหน้า หมายถึง การเตรียมชิ้นส่วน เครื่องมือ และสภาวะที่จำเป็นไว้ให้พร้อมก่อนที่จะเริ่มการตั้งเครื่องภายใน สภาวะอย่าง อุณหภูมิ ความดัน หรือตำแหน่งการจัดวางวัตถุดิบมักจะเป็นสภาวะที่สามารถจัดเตรียมจากภายนอกได้ในขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงานอยู่ เพื่อหลีกเลี่ยงการที่ต้องหยุดเดินเครื่องจักรซึ่งไม่ได้ก่อให้เกิดผลผลิตอีก ตัวอย่างของการจัดเตรียมไว้ล่วงหน้า คือ การอุ่นชิ้นส่วนให้ได้อุณหภูมิที่ต้องการผลิตเอาไว้

การทำหน้าที่การทำงานให้เป็นมาตรฐาน (Standardization) (ที่เป็นการคงรักษาบางสิ่งให้เหมือนเดิมในทุก ๆ ครั้งที่มีการปฏิบัติการ) ช่วยกำจัดการตั้งเครื่องภายในประเภทนี้ได้ SMED ใช้แนวทางแบบเน้นเป้าหมาย (Targeted approach) ที่เรียกว่า การทำหน้าที่การทำงาน (Function) ให้เป็นมาตรฐาน คงจะเป็นการสิ้นเปลืองและเปล่าประโยชน์ที่จะต้องทำให้ขนาดภายนอกของแม่พิมพ์ เครื่องมือ หรือชิ้นส่วนเท่ากันทุกตัวโดยไม่สนใจว่าขนาดหรือรูปร่างของผลิตภัณฑ์ที่ทำออกมาเป็นอย่างไร การทำหน้าที่การทำงานให้เป็นมาตรฐานเพียงเฉพาะหน้าที่การทำงานหรือฟังก์ชันที่มีความสำคัญต่อการตั้งเครื่องเท่านั้น เราอาจปรับใช้เทคนิคนี้ได้กับการกำหนดขนาด การตั้งศูนย์ การยึด การปลด หรือการหนีบ เป็นต้น วิธีการทำหน้าที่การทำงานหรือฟังก์ชันให้เป็นมาตรฐานจะต้องมีการดำเนินการ 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. พิจารณาดูแต่ละหน้าที่การทำงานในกระบวนการการติดตั้งเครื่องจักรอย่างละเอียด และตัดสินใจว่าหน้าที่การทำงานใดบ้างที่สามารถนำไปทำให้เป็นมาตรฐานได้

2. พิจารณาหน้าที่การทำงานเหล่านั้นอีกครั้ง และคิดดูว่ามีหน้าที่การทำงานใดบ้างที่สามารถทำให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นได้โดยมีการเปลี่ยนชิ้นส่วนน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ วิธีการที่จะเปลี่ยนอะไรสักอย่างให้ได้เร็วที่สุด คือ การไม่เปลี่ยนอะไรเลย หรือเปลี่ยนให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ซึ่งสามารถช่วยลดความผิดพลาดและเวลาที่ใช้ในการติดตั้งเครื่องจักรลงได้อย่างมาก

จิ๊กกลาง ในหลาย ๆ กระบวนการเราสามารถใช้จิ๊กกลาง เพื่อเปลี่ยนงานที่เป็นการตั้งเครื่องภายในให้เป็นงานที่เป็นการตั้งเครื่องภายนอกได้ ซึ่งจิ๊กกลาง (Intermediary jig) คือ แผ่นหรือกรอบที่มีขนาดมาตรฐานซึ่งสามารถถอดออกจากเครื่องจักรได้ขณะที่กำลังใช้แม่พิมพ์ที่ติดอยู่กับจิ๊กเหล่านี้บนเครื่องจักรแม่พิมพ์ตัวต่อไป ก็จะถูกนำมาจัดวางให้อยู่ตรงกึ่งกลางและติดเข้ากับจิ๊กอีกตัว โดยถือว่าเป็นขั้นตอนการตั้งเครื่องภายนอก และเมื่อแม่พิมพ์ตัวแรกถูกใช้เสร็จ จิ๊กตัวที่สอง (ที่แม่พิมพ์ตัวต่อไปติดอยู่และถูกจัดวางให้อยู่ตรงกึ่งกลางเรียบร้อยแล้ว) ก็ถูกนำไปยึดบนเครื่องจักรต่อไปเราสามารถใช้จิ๊กกลางสำหรับการติดตั้งชิ้นงานและเครื่องมือต่าง ๆ ได้อีกด้วย เช่น

การใช้ SMED กับงานการใช้จิ๊กกลางสำหรับแม่พิมพ์หลาย ๆ ตัว การปฏิบัติการนี้เป็นงานที่ต้องมีการยึดชุดที่แตกต่างกันของแม่พิมพ์หลาย ๆ ตัวบนเครื่องปั๊มขนาดใหญ่ ดังนั้น จึงมีการทำแผ่นจิ๊กกลางที่เหมือนกัน 2 อัน ขึ้นมาเพื่อไว้ยึดแม่พิมพ์ ขณะที่จิ๊กและแม่พิมพ์ชุดแรกอยู่ในเครื่องจักรและกำลังทำงานอยู่ แม่พิมพ์ใหม่อีก 2 ตัวก็ถูกติดเข้ากับจิ๊กกลางอีกอันหนึ่งและถูกปรับให้อยู่กึ่งกลางเมื่อถึงเวลาหยุดเครื่องจักรเพื่อทำการปรับเปลี่ยนพนักงานเพียงแค่ทำการแลกเปลี่ยนจิ๊กที่มีแม่พิมพ์ติดอยู่ ด้วยวิธีนี้การตั้งเครื่องภายในถูกทำให้เสร็จสมบูรณ์และเครื่องจักรก็สามารถเริ่มทำงานได้โดยใช้เวลาเพียงแค่ 2-3 นาที

ขั้นที่ 3 ปรับปรุงการติดตั้งเครื่องจักรในทุก ๆ แง่มุมให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น หลังจากที่ได้เรียนรู้กันมาถึงตอนนี้ เรารู้แล้วว่าในขั้นที่ 1 ของ SMED เราจะต้องแยกงานที่เป็นการตั้งเครื่องภายในออกจากงานที่เป็นการตั้งเครื่องภายนอกก่อน แล้วในขั้นตอนที่ 2 เราก็จะแปลงการทำงานที่เป็นการตั้งเครื่องภายในที่ยังคงเหลืออยู่ให้เป็นงานที่เป็นการตั้งเครื่องภายนอก และต้องสามารถทำได้ในขณะที่เครื่องจักรยังคงทำงานอยู่ให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ทั้ง 2 ขั้นได้นำไปสู่ขั้นที่ 3 และเป็นขั้นสุดท้ายของ SMED ด้วย คือ การปรับปรุงการติดตั้งเครื่องจักรในทุก ๆ แง่มุมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในขั้นตอนนี้ การปฏิบัติการตั้งเครื่องภายในและภายนอกที่ยังคงเหลืออยู่จะได้รับการปรับปรุง โดยเราจะต้องพิจารณาหน้าที่และจุดประสงค์ของการปฏิบัติการอย่างละเอียดอีกครั้งหนึ่ง นำหลักการเฉพาะหลาย ๆ อย่างมาใช้เพื่อลดเวลาที่จำเป็นต้องใช้ลงโดยเฉพาะขั้นตอนการตั้งเครื่องที่เป็นการตั้งเครื่องภายในซึ่งทำในขณะที่เครื่องจักรต้องหยุดทำงาน การดำเนินขั้นที่ 3 ของ SMED ช่วยให้เราตั้งเครื่องแทบทุกกรณีได้เสร็จภายในระยะเวลาเพียงไม่กี่นาที ซึ่งเป็นตัวเลขหลักเดียว (Single minute) เทคนิคในทางปฏิบัติสำหรับการปรับปรุงในขั้นที่ 3 สามารถแบ่งออกเป็นการปรับปรุงการตั้งเครื่องภายนอก และการปรับปรุงการตั้งเครื่องภายใน

การปรับปรุงการตั้งเครื่องภายนอกให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นการปรับปรุงการตั้งเครื่องภายนอกรวมถึงการปรับปรุงการจัดเก็บ และการขนย้ายชิ้นส่วนและเครื่องมือให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วยการจัดการกับปัญหาต่าง ๆ ของการบริหารเครื่องมือและแม่พิมพ์ถือเป็นเรื่องจำเป็นในการปรับปรุงเกี่ยวกับเครื่องมือขนาดเล็ก แม่พิมพ์ จิ๊ก และเครื่องมือวัดการใช้ SMED กับงานการปรับปรุงการจัดเก็บและการขนย้ายการปฏิบัติการด้านการจัดเก็บและการขนย้ายแม่พิมพ์ สามารถทำให้เราสิ้นเปลืองเวลามากโดยเฉพาะเมื่อบริษัทของคุณมีแม่พิมพ์เก็บไว้จำนวนมาก เราสามารถปรับปรุงการจัดเก็บและการขนย้ายได้โดยการกำหนดรหัสและแสดงหมายเลขบอกตำแหน่งของชั้นวางไว้ที่แม่พิมพ์เพื่อให้รู้ที่เก็บ นอกจากนี้ยังต้องแสดงข้อมูล “ที่อยู่สำหรับนำไปคืน” เดียวกันนี้ไว้ที่ชั้นวางด้วย เพื่อหาแม่พิมพ์และนำกับไปคืนถูกที่ได้ง่าย

การปรับปรุงการตั้งเครื่องภายในให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นการปรับปรุงการดำเนินการตั้งเครื่องภายในประกอบด้วยการปฏิบัติการขนาน การใช้ตัวจับแม่พิมพ์ตามหน้าที่งาน การกำจัดการปรับแต่ง

1. การปฏิบัติการแบบขนาน

การปฏิบัติการแบบขนาน (Parallel operation) เป็นการแบ่งงานติดตั้งให้พนักงาน 2 คน ช่วยกันทำ เมื่อเราใช้วิธีการปฏิบัติการแบบขนานในการติดตั้งเครื่องจักร สิ่งสำคัญ คือ การที่เราคงสภาพการปฏิบัติการที่ไว้ใจได้และมีความปลอดภัย พร้อมทั้งทำให้เวลารอคอย (Waiting time) ลดน้อยลงที่สุดด้วย เพื่อช่วยปรับปรุงการปฏิบัติการแบบขนานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทุกคนที่เกี่ยวข้องในการปฏิบัติการก็จะรู้ว่าตัวเองต้องทำอะไรและทำเมื่อใด

2. การใช้ปากกกาจัดแม่พิมพ์ตามหน้าที่งาน

ในการติดตั้งเครื่องจักรแบบดั้งเดิม เรามักจะใช้สลักเกลียว (Bolt) ยึดแม่พิมพ์หรือเครื่องมือเข้ากับเครื่องจักรโดยตรง แต่สำหรับการติดตั้งเครื่องจักรโดยใช้ระบบ SMED แล้วสลักเกลียวกับถูกมองว่าเป็น “ศัตรู” เพราะการใช้สลักเกลียวและน็อตเป็นตัวดึงให้การตั้งเครื่องภายในช้าลง

ที่สำคัญที่สุดต้องใช้เวลานานในการขัดสลักเกลียวให้แน่นเมื่อจุดประสงค์ของสลักเกลียว คือ การยึดให้แน่นหรือคลายออก การขันสลักเกลียวอีก 14 รอบ จึงถือเป็นความสูญเปล่าของเวลาและพลังงานอย่างแท้จริง เพราะจริง ๆ แล้วการคลายออกและการยึดให้แน่นเกิดขึ้นแค่ตอนที่คลายรอบแรกและขันรอบสุดท้ายเท่านั้น เพื่อหลีกเลี่ยงการสูญเสียเวลาและพลังงานโดยเปล่าประโยชน์ระบบ SMED จึงใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า ปากกาจับแม่พิมพ์ตามหน้าที่งาน ปากกาจับแม่พิมพ์ตามหน้าที่งาน (Functional clamp) เป็นอุปกรณ์จับยึดซึ่งยึดวัตถุให้อยู่กับที่โดยใช้แรงน้อยที่สุด โดยมันอาจจะใช้สลักเกลียวที่ถูกดัดแปลงหรืออาจเป็นปากกาจับยึดชนิดอื่นที่ยังสามารถติดค้างไว้กับเครื่องจักร ฉะนั้น จึงไม่มีทางที่มันจะสูญหายหรือจัดคู่ผิดได้

แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow process charts)

แผนภูมิกระบวนการไหลเป็นแผนภูมิอีกแบบหนึ่งที่มีการใช้มากที่สุด แผนภูมินี้ใช้วิเคราะห์ขั้นตอนการไหลของวัตถุดิบ ชิ้นส่วน พนักงาน และอุปกรณ์ที่เคลื่อนไหวในกระบวนการพร้อม ๆ กับกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยแสดงเป็นสัญลักษณ์และคำบรรยายประกอบลงในแผนภูมิกระบวนการไหล ดังตารางที่ 2-1

การวิเคราะห์แผนภูมิการไหลนี้ใช้สัญลักษณ์มาตรฐาน 5 ตัว ซึ่งกำหนดโดย The American society of mechanical engineers (ASME) ในสหรัฐอเมริกา ดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์แผนภูมิการไหลนี้ใช้สัญลักษณ์มาตรฐาน 5 ตัวซึ่งกำหนดโดย The American society of mechanical engineers (ASME) ในสหรัฐอเมริกา ดังต่อไปนี้

= Operation หมายถึง การปฏิบัติงานบนชิ้นงาน เกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะหรือคุณสมบัติของชิ้นงาน

= Transportation หมายถึง การเคลื่อนย้ายวัตถุจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง

= Inspection หมายถึง การตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงาน หรือการตรวจดูเพื่อให้แน่ใจในลักษณะของชิ้นงาน

= Delay หมายถึง ความล่าช้าของงาน เนื่องจากมีอุปสรรคมาขัดขวางไม่ให้ขั้นตอนการปฏิบัติงานขั้นต่อไปดำเนินต่อได้

= Storage หมายถึง การเก็บดูแลชิ้นงานอย่างถาวร ซึ่งการเบิกจ่าย ควรมีคำสั่ง

Flow Process chart								
No.1 Page 1 Form 1	Conclusion							
Product / Material / Personal	Activity		Before	After	Reduce			
	Process		7					
	Transport		5					
Activity: Process Machine	Delay							
	Checking							
	Store							
Activity : Before / After	Total							
Detail	Time (S.)	SYMBOL					MAN	M/C
OP-1. ปลอกชิ้นงานหยาบด้านใน	41							⊗
OP-2. ปลอกผิวด้านนอก	41							⊗
OP-3. ปลอกผิวเก็บละเอียด	40							⊗
OP-4. เจาะ	31							⊗
นำชิ้นงานออกเข้าเครื่องล้าง	10						⊗	
OP-5. ล้างชิ้นงาน	25							⊗
นำชิ้นงานออกเข้าเครื่องตรวจสอบ	10						⊗	
OP-6. ตรวจสอบชิ้นงาน	42							⊗
นำชิ้นงานออก เข้ารางเลื่อน	4						⊗	
นำชิ้นงานออกเข้าเครื่องตัดเฉือนสมดุล	4						⊗	
OP-7. ตัดเฉือนสมดุลชิ้นงาน	30							⊗
OP-8. นำชิ้นงานออกลงตระกร้า	4						⊗	
Total	282	250	32				32	250

ภาพที่ 2-2 แผนภูมิกระบวนการไหล

แนวทางการวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการไหล

1. กำหนดวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ให้ชัดเจน เช่น ต้องการศึกษาเพื่อลดปริมาณการเคลื่อนย้าย หรือเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เป็นต้น

2. ชี้บ่งกระบวนการที่ต้องการศึกษาพร้อมทั้งรายละเอียดของกระบวนการ ได้แก่

ชื่อกระบวนการ ชื่อผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนที่ผลิต เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ กำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของกระบวนการที่ต้องการวิเคราะห์

3. กำหนดว่าเป็นการวิเคราะห์การไหลของเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ดังนี้

3.1 ผลิตภัณฑ์: การเคลื่อนย้ายของชิ้นส่วนวัตถุดิบเข้าสู่สายการผลิตจนประกอบเสร็จเป็นผลิตภัณฑ์

3.2 พนักงาน: การปฏิบัติงานของพนักงานคนหนึ่งในการทำงาน เคลื่อนย้ายสิ่งของและการเดิน

3.3 เครื่องมือหรืออุปกรณ์: การโยกย้ายของเครื่องมือหรือการใช้งานของอุปกรณ์

4. เริ่มวิเคราะห์จากจุดเริ่มต้นของการไหล บันทึกงานตามที่เกิดขึ้นจริงโดยใช้สัญลักษณ์กำกับกิจกรรมที่เกิดขึ้นอย่างละเอียดทุกขั้นตอน พร้อมทั้งคำบรรยายสั้น ๆ ถึงลักษณะงานที่เกิดขึ้น หากมีขั้นตอนใดที่มีการทำกิจกรรมเกิดขึ้นพร้อมกันให้ใช้สัญลักษณ์ควบ

5. เก็บข้อมูลรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง เช่น ระยะทางที่เคลื่อนไป ปริมาณในการขนย้าย ระยะเวลาในการรอคอย เป็นต้น

6. โยงเส้นระหว่างสัญลักษณ์จากบนลงล่าง

7. สรุปขั้นตอนการปฏิบัติงานลงในตารางสรุปผล

ในการวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการไหล ควรมีการวิเคราะห์เส้นทางการเคลื่อนย้ายลงในแผนภาพการไหล (Flow diagram)

การลดความสูญเปล่า 7 ประการ (Waste)

ความสูญเสีย 7 ประการ เป็นความสูญเสียที่แฝงอยู่ในกระบวนการผลิต ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตสูงเกินกว่าที่ควรจะเป็น ทำให้เกิดการล่าช้าในการผลิตผู้ปฏิบัติงานต้องเสียเวลาในการแก้ปัญหาแทนที่จะสามารถใช้ช่วงเวลานั้นในการปฏิบัติงานให้ได้ผลงานที่มีคุณภาพ หรือสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนางานให้ดียิ่งขึ้น จึงจำเป็นต้องเรียนรู้ว่ามีความสูญเสียใดอยู่ในกระบวนการของเรา และจะทำอย่างไรเพื่อจะขจัดความสูญเสียนั้นให้หมดโดยความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น (Waste) โดยความสูญเปล่าจะประกอบไปด้วย 7 ประเภท ดังนี้

1. การเคลื่อนไหว (Motion) คือ ความสูญเปล่าที่เกิดจากการเคลื่อนไหวหรือการออกแบบสภาพการทำงานที่ไม่เหมาะสม เช่น จุดปฏิบัติงานในสายการประกอบหรือวิธีการปฏิบัติงาน โดยจะมีความสูญเปล่าที่เกิดจากการเคลื่อนไหว ได้แก่ การหยิบ การก้ม การเอียงตัว เช่น การหยิบชิ้นงานส่วนจากด้านหลัง หรือการปฏิบัติงานโดยใช้มือเพียงข้างเดียว ดังนั้น จึงต้องออกแบบกระบวนการให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น และทบทวนวิธีการปฏิบัติงานใหม่เพื่อให้

การเคลื่อนไหวในกระบวนการให้น้อยที่สุด

2. งานเสีย (Defect) คือ ความสูญเปล่าที่เกิดจากงานเสียรวมไปถึงการที่ไม่สามารถแก้ไขงานเสียนั้นได้ทันที โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ทำการผลิตเป็นล็อตใหญ่ ๆ นั้นจะมีงานคั่งค้างสะสมอยู่ระหว่างแต่ละกระบวนการค่อนข้างมาก อันมีผลทำให้การตรวจพบงานเสียนั้นกระทำได้ช้า นอกจากนี้ความสูญเปล่าของงานเสียยังรวมไปถึงความสูญเปล่าของการซ่อมแซมงานเสียที่ออกมาจากกระบวนการด้วย

3. การรอคอย (Waiting) คือ ความสูญเปล่าของการรองานประเภทของการรองานมีมากมาย ดังตัวอย่างต่อไปนี้

3.1 พนักงานควบคุมเครื่องจักรต้องเฝ้าดูเครื่องจักรที่กำลังทำงานตลอดเวลาถ้าปรับให้เครื่องทำงานโดยอัตโนมัติพนักงานควบคุมเครื่องจะทำหน้าที่เพียงติดตามการทำงานของเครื่องจักรหรือทำแผนระยะเวลาการตรวจสอบเครื่องจักรในแต่ละวัน

3.2 การรองานจากกระบวนการก่อนหน้า การรองาน เนื่องจากความสามารถของพนักงานที่ไม่เท่ากัน หรือมีพนักงานเข้ามาใหม่ จึงทำให้สายการประกอบไม่ราบรื่น

3.3 การรอการติดตั้งเครื่องจักร หรือรอการเตรียมสายการประกอบ ในแต่ละวันต้องใช้เวลาหลายนาทีทำให้เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานจริงลดลงและไม่สามารถปฏิบัติงานได้เต็มที่

4. พัสดุคงคลัง (Stock) คือ ความสูญเปล่าที่เกิดจากพัสดุคงคลัง และเป็นความสูญเปล่าที่ไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับสายการผลิต แต่การที่ต้องสร้างโกดังเพื่อเก็บชิ้นส่วนประกอบหรือผลผลิตสำเร็จรูปแล้วจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการควบคุมดูแลรักษา ค่าเช่า โกดัง ค่าแรงงานต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้ด้วยการวางแผนการผลิตโดยนำข้อมูลการสั่งซื้อจากลูกค้ามาคำนวณเพื่อวางแผนให้เหมาะสม ทั้งด้านการสั่งซื้อชิ้นส่วนและการผลิต เพื่อให้สามารถจัดส่งสินค้าได้ตามที่ลูกค้าต้องการ

5. การขนย้าย (Transportation) คือ ความสูญเปล่าเนื่องมาจากการขนย้ายไม่ว่าจะเป็นการขนย้ายระหว่าง กระบวนการ หรือการขนย้ายไปวางชั่วคราว เพื่อรอการผลิตหรือการจัดส่ง รวมไปถึงการจัดเก็บที่ไม่เป็นระบบก่อนหลัง (First in first out) ทำให้มีการขนย้าย เนื่องจากชิ้นส่วนที่ต้องการนำมาผลิตถูกวางซ้อน หรืออยู่ด้านใน

6. การผลิตเกินความจำเป็น (Over production) คือ ความสูญเปล่าของการผลิตโดยที่ชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ รอการขนย้ายไปสู่กระบวนการต่อไปหรือรอที่จะนำส่งลูกค้า ความสูญเปล่าของกระบวนการเกินความจำเป็นนี้ เกิดขึ้นได้ง่าย ความสูญเปล่าของกระบวนการผลิตมากเกินไปทำให้เกิดความจำเป็นที่ต้องจัดหาที่วางชั่วคราว ทำให้เกิดการปนของสินค้า และมีผลต่อเนื่องไปถึงการจัดส่งผิดพลาดเนื่องจากสินค้าไม่ถูกจัดเก็บในพื้นที่ปกติหรืออาจทำให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพ

ของสินค้าเนื่องจากการเก็บไว้เป็นระยะเวลานาน นอกจากนี้ยังรวมทั้งวัตถุดิบและสินค้าที่ผลิตเกินไว้เป็นสต็อกแล้วไม่สามารถขายให้ลูกค้าได้

7. กรรมวิธีไม่มีประสิทธิภาพ (Process it self) คือ ความสูญเปล่าที่มีสาเหตุจากวิธีการผลิตไม่มีประสิทธิภาพทำให้ต้องเสียเวลาซ่อมแซมชิ้นงาน เช่น การตัดครีบ หรือการเจียรชิ้นส่วน เนื่องจากเครื่องจักรในกระบวนการก่อนหน้าไม่สามารถผลิตชิ้นส่วนที่มีความสมบูรณ์ได้ ความสูญเปล่าที่เกิดจากการออกแบบเครื่องจักรที่ไม่รัดกุมทำให้ต้องมีกระบวนการทำงานเพิ่มมากขึ้นหรือเสียเวลาในการตบแต่งชิ้นงานโดยไม่มีมูลค่าเพิ่ม

ความสูญเสีย 7 ประการ เป็นความสูญเสียที่แฝงอยู่ในกระบวนการผลิต ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตสูงเกินกว่าที่ควรจะเป็น ทำให้เกิดความล่าช้าในการผลิต ผู้ปฏิบัติงานต้องเสียเวลาในการแก้ปัญหาแทนที่จะสามารถใช้ช่วงเวลานั้นในการปฏิบัติงานให้ได้ผลงานที่มีคุณภาพ หรือคิดเพื่อพัฒนางานให้ดียิ่งขึ้น

การปรับปรุงกระบวนการหลักการ ECRS

ECRS เป็นแนวคิดที่นำมาใช้ในการบริหารการจัดการอย่างมีประสิทธิผล โดยมุ่งเน้นที่การมีส่วนร่วมของพนักงานทุกคน ร่วมกันแสวงหาแนวทางใหม่ ๆ เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานและสภาพแวดล้อมในการทำงานให้ดีขึ้นอยู่เสมอหัวใจสำคัญอยู่ที่ต้องมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องไม่มีทางสิ้นสุด (Continuous improvement) Kaizen จึงเป็นแนวคิดที่จะช่วยรักษามาตรฐานที่มีอยู่เดิม (Maintain) และปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น (Improvement) หากขาดซึ่งแนวคิดนี้แล้ว มาตรฐานที่มีอยู่เดิมก็จะค่อย ๆ ลดลง ความสำคัญในกระบวนการของ Kaizen คือ การใช้ความรู้ความสามารถของพนักงานมาคิดปรับปรุงงาน โดยใช้การลงทุนเพียงเล็กน้อย ซึ่งก่อให้เกิดการปรับปรุงทีละเล็กทีละน้อยที่ค่อย ๆ เพิ่มพูนขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตรงข้ามกับแนวคิดของ Innovation หรือนวัตกรรม ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงขนานใหญ่ ที่ต้องใช้เทคโนโลยีซับซ้อนระดับสูง ด้วยเงินลงทุนจำนวนมหาศาล ดังนั้น ไม่ว่าจะอยู่ในสภาวะเศรษฐกิจแบบใด เราก็สามารถใช้วิธีการ Kaizen เพื่อปรับปรุงได้ มีแนวทางง่าย ๆ ที่สามารถใช้ปรับปรุงสิ่งต่าง ๆ ได้ด้วยการหยุด การลด การเปลี่ยน การรวม และการทำงานให้ง่ายหรือหลักการของ ECRS เมื่อ

E (Eliminate) คือ การตัดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นในกระบวนการออกไป

C (Combine) คือ การรวมขั้นตอนการทำงานเข้าด้วยกัน เพื่อประหยัดเวลาหรือแรงงานในการทำงาน

R (Rearrange) คือ การจัดลำดับงานใหม่ให้เหมาะสม

S (Simplify) คือ ปรับปรุงวิธีการทำงาน หรือสร้างอุปกรณ์ช่วยทำงานได้ง่ายขึ้น

การกำหนดค่าเผื่อและการหาเวลามาตรฐาน

เวลาปกติหรือ Normal time ที่หามาได้เป็นเวลาการทำงาน (Working time) เพียงอย่างเดียว แต่การทำงานทุกอย่างไม่ใช่จะทำได้โดยไม่มีการหยุดพักผ่อน หรือเกิดเหตุล่าช้าเลย ดังนั้น จึงต้องมีเวลาเผื่อไว้ให้สำหรับกรณีต่าง ๆ ซึ่งสมเหตุสมผล พนักงานจำเป็นต้องมีเวลาสำหรับทำกิจกรรมส่วนตัวสำหรับการพักเหนื่อย และสำหรับการสูญเสียอันเนื่องมาจากสาเหตุที่หลีกเลี่ยงไม่ได้

เวลามาตรฐานการคำนวณจากเวลาปกติรวมกับค่าขอเวลาเผื่อ

เวลามาตรฐาน = เวลาปกติ + ค่าเผื่อต่าง ๆ

Standard time/ unit = Normal time/ unit (NT) + Allowances/ unit (AF)

การใช้ค่าเวลาเผื่อในการหาเวลามาตรฐาน

ในการหาเวลามาตรฐานโดยที่มีการกำหนดเวลาเผื่อเป็นเปอร์เซ็นต์จะต้องทำการแปลงหน่วยของค่าเผื่อให้ถูกต้องก่อนนำมาใช้ในการคำนวณหาเวลามาตรฐาน

เมื่อเวลาเผื่อกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของเวลาปกติ

$$\text{เวลามาตรฐานของงาน} = NT + \left(\frac{\%AF}{100} xNT \right)$$

การตรวจสอบเวลามาตรฐาน

อัตราการทำงานที่แท้จริงของคนงานแตกต่างจากมาตรฐานที่กำหนดไว้นั้นเกิดขึ้นด้วยปัจจัยหลาย ๆ อย่าง ซึ่งจากการศึกษาอย่างละเอียดนี้ย่อมทำให้เห็นข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่มองไม่เห็นแต่แรกได้ บางครั้งอาจใช้หลักการของการศึกษางานแบบสุ่มตัวอย่างเข้ามาช่วยเพื่อลดค่าใช้จ่ายและเวลาในการต้องติดตาม การวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานนั้นจะวัดงานโดยการจับเวลา ดังนี้

1. การแบ่งงานย่อย โดยการแบ่งงานที่มีลักษณะคล้าย ๆ กันเข้ามาอยู่ในงานเดียวกัน
2. การบันทึกข้อมูล จับเวลาเบื้องต้นเพื่อนำมาใช้คำนวนรอบที่เหมาะสมในการจับเพื่อความรวดเร็วได้เลือกใช้วิธี Maytag โดยเก็บข้อมูลเบื้องต้นมา 10 รอบ
3. คำนวณค่าเวลาปกติ

เวลาปกติ = เวลาตัวแทน x ค่าประเมิณความเร็ว

NT = RT x RF

4. ใช้ตารางวิเคราะห์เวลาเผื่อ
5. คำนวณหาค่าความแม่นยำของข้อมูล

$$rel.acc = 2x\frac{\overline{R}}{\overline{X}}x\frac{1}{d2\sqrt{N}}x100\%$$

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกรัตน์ บุปผเวส (2556) เพื่อลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรที่ใช้กระบวนการผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าโรงงานกรณีศึกษามีประเภทของผลิตภัณฑ์ที่ต้องผลิตเป็นจำนวนมากถึง 497 ชนิด ทำให้เกิดเวลาที่สูญเปล่าเนื่องจากการปรับตั้งเครื่องจักรและปัจจุบันการปรับตั้งเครื่องจักรแต่ละครั้งใช้เวลาเกินกว่ามาตรฐานที่บริษัทกำหนด คือ 85 นาทีต่อครั้ง งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้หลักการการศึกษางานและเทคนิคการเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็วเพื่อปรับปรุงวิธีการปรับตั้งเครื่องจักร จำนวน 3 ชนิด คือ เครื่องเติมยาสีฟันเครื่องบรรจุหลอดยาสีฟันลงกล่อง และเครื่องแพ็ครวมกล่อง งานวิจัยนี้ได้ปรับปรุงปรับตั้งเครื่องจักร โดยการแยกงานปรับตั้งเครื่องจักรภายนอกการปรับเปลี่ยนขั้นตอนย่อยใหม่ การประยุกต์ใช้หลักการ 5ส. ในการจัดเรียงอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการซ่อมบำรุงให้เป็นระเบียบและสะดวกต่อการใช้งาน ผลการปรับปรุงสามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรจากเดิม 91 นาที เป็น 64 นาที คิดเป็นเวลาที่ลดลงประมาณ 30% ซึ่งสอดคล้องกับเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรที่บริษัท กำหนด คือ 85 นาที ส่งผลให้บริษัทสามารถผลิตยาสีฟันในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจำนวนวน 170,000 หลอดต่อเดือน

นายวงศกร มั่นทัพ (2556) การปรับปรุงกระบวนการด้วยแนวคิดการผลิตแบบลีน กรณีศึกษา โรงงานผลิตชิ้นส่วนพลาสติก สำหรับงานก่อสร้าง (Lean management; a case study in plastic manufacturing) จากการศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนพลาสติก สำหรับงานก่อสร้าง พบว่าระยะเวลาในการผลิตทั้งหมด (Manufacturing cycle time: MCT) เท่ากับ 53 วัน 19 ชั่วโมง 2 นาที 57 วินาที โดยแบ่งเป็นเวลานำในการผลิต (Production lead time: PLT) เท่ากับ 53 วัน 18 ชั่วโมง 51 นาที 52 วินาที และเป็นเวลาในการผลิต (Production time: PT) 11 นาที 5 วินาที จึงได้ทำการปรับปรุงสายการผลิต ตามแนวคิดการผลิตแบบลีนผ่านการดำเนินงาน 3 โครงการ ดังต่อไปนี้

1. ลดงานกองรอระหว่างกระบวนการ (Work in process: WIP) ในกระบวนการผสม
2. ความไม่สมดุลกันระหว่างคนกับเครื่องจักร
3. ความไม่ต่อเนื่องในกระบวนการตัดแต่งข้อต่อพีวีซี (PVC)

หลังทำการปรับปรุงตามแนวทางทั้ง 3 โครงการ พบว่า ระยะเวลาในการผลิตทั้งหมด (Manufacturing cycle time: MCT) เท่ากับ 35 วัน 5 ชั่วโมง 22 นาที 57 วินาที โดยแบ่งเป็นเวลานำในการผลิต (Production lead time: PLT) เท่ากับ 35 วัน 5 ชั่วโมง 11 นาที 52 วินาที และเป็นเวลาในการผลิต (Production time: PT) 11 นาที 5 วินาที ซึ่งระยะเวลาในการผลิตทั้งหมดลดลงจากเดิม 34.52%

ชาณิดา พิทยานนท์ และธีรวัฒน์ หม่อโป (2556) การออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานในกระบวนการพ่นสีกรณีศึกษา บริษัท คาวาซากิ มอเตอร์ เอ็นเตอร์ไพรส์ ได้ศึกษาและเปรียบเทียบการนำกลยุทธ์ใหม่นี้มาใช้เพื่อลดอัตราการเกิดของเสีย และลดเวลาในการพ่นสีชิ้นงานโดยการออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน เข้าไปช่วยยึดจับชิ้นงานในกระบวนการพ่นสีด้วยระบบอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มคุณภาพของสินค้า บทความชิ้นนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาการออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานและสร้างอุปกรณ์จับยึดเพื่อเป็นส่วนสนับสนุนในการยึดจับชิ้นงานในกระบวนการพ่นสีของระบบอัตโนมัติสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยในเล่มนี้ได้ว่า ระบบอัตโนมัติที่จะนำมาทดแทน และการวางแผนการคำนวณในการป้อนข้อมูลให้กับระบบอัตโนมัติ การวางแผนเวลาในการทำงานเพื่อให้กระบวนการที่เปลี่ยนแปลงส่งผลให้มีความรวดเร็ว และความเสถียรมากกว่า และสามารถเพิ่มอัตราความเร็วของการทำงานของหุ่นยนต์แขนกลได้ตามที่ต้องการ

วรพจน์ ศิริรักษ์ และพีรวัตร ลือสัก (2556) การเพิ่มผลผลิตของกระบวนการผลิตขนมจีนโดยใช้วิธีการศึกษางาน ได้ศึกษาการวิเคราะห์กระบวนการการออกแบบ กระบวนการใหม่ทำให้มีกระบวนการผลิตลดลงและทำการปรับสมดุลสายการผลิต (Leveling production) ใหม่เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าโดยงานวิจัยนี้มีประโยชน์ที่นำมาใช้กับงานวิจัยฉบับนี้ว่าด้วยการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยการปรับผังโรงงานเพื่อให้สอดคล้องกับกระบวนการทำงาน ทำให้มีระยะทางในการเคลื่อนที่ต่อการผลิตให้สั้นลงที่สุดและสามารถเคลื่อนที่ในการทำงานจนถึงรอบการทำงานที่ทันต่อเวลาที่ลูกค้าต้องการ

ประเสริฐ ศรีบุญจันทร์ และวิโรจน์ แซ่โฮ้ (2556) การปรับปรุงกระบวนการผลิตโครงในเครื่องซักผ้า งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตโครงในของเครื่องซักผ้า นำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้โดยการนำขั้นตอนการดำเนินงานประกอบด้วยศึกษากระบวนการผลิต วิเคราะห์สภาพปัญหาปัจจุบัน ซึ่งพบว่ากำลังการผลิตในการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของกระบวนการถัดไปหรือเกิดคอขวดในการผลิต วิเคราะห์ปัญหาโดยใช้แผนภูมิกระบวนการไหล พบว่าขั้นตอนการทำงานบางขั้นตอนไม่จำเป็น มีการรอคอยงาน วิธีการทำงานยุ่งยาก ระยะการส่งงานไกลเกินไป มีการยกชิ้นงานบ่อยครั้ง และเสนอแนวทางการปรับปรุงด้วยเทคนิควิศวกรรมอุตสาหการและการจัดสมดุลสายการผลิต เพื่อลดรอบเวลาที่ตำแหน่งคอขวดลง

อโณทัย กล้าการขาย, บรรเทิง ยานะ, เอกชัย แผ่นทอง, พงศ์วิทย์ พรมสุวรรณ และพรณารายณ์ สมสัตย์ (2556) การเพิ่มอัตราผลผลิตแผ่นใยบวบขัดผิวธรรมชาติด้วยวิธีการศึกษาเวลา งานวิจัยนี้ต้องการเพิ่มอัตราผลผลิตใยบวบขัดผิวธรรมชาติเนื่องจากมีปริมาณความต้องการสั่งซื้อที่เพิ่มขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ คือ ศึกษาและเก็บข้อมูลเบื้องต้นของสถานประกอบการด้วยวิธีการศึกษาเวลา และใช้การคำนวณหาค่าเฉลี่ยอย่างง่ายเพื่อพัฒนากระบวนการผลิตที่เหมาะสม

เพิ่มอัตราผลผลิตขึ้นจากงานวิจัยนี้ได้ใช้หลักการโดยการกำหนดเวลาเผื่อให้กับพนักงานและเครื่องจักรค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ±5% ที่ระดับความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่า 95% และกระบวนการที่ก่อให้เกิดปัญหาคอขวดในสายการผลิตมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา จึงได้ผลของการศึกษาเวลาทำให้สามารถเพิ่มอัตราผลผลิตได้

ธนิดา สุนารักษ์ (2556) การปรับปรุงประสิทธิภาพในการบรรจุสินค้า งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงการทำงาน และเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการบรรจุสินค้า โดยสามารถประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ นำหลักการ ECRS การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลาการออกแบบจิ๊กเพื่อลดเวลาในการทำงานที่สามารถใช้ประสิทธิภาพของจิ๊กที่ออกแบบมานั้นครบทุกขั้นตอน งานวิจัยได้ทำการศึกษากระบวนการ วิเคราะห์ปัญหา รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง จัดทำเวลามาตรฐาน และออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการปฏิบัติงาน ทำให้การปฏิบัติงานง่ายขึ้น และสามารถรวมขั้นตอนการปฏิบัติงาน จากผลการดำเนินงานวิจัยพบว่าเวลามาตรฐานของกระบวนการทำงาน ส่งผลให้กำลังการผลิตต่อชั่วโมงเพิ่มขึ้นได้ โดยหลักการ ECRS การออกแบบจิ๊ก

ยุทธณรงค์ จงจันทร์, ยอดนภา เกตุเมือง และนรา บุริพันธ์ (2555) การจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตติดตั้งดั๊มพ์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการทำงานในสายการผลิตติดตั้งดั๊มพ์ (Mounting dump) ของบริษัทตัวอย่างที่มีความต้องการของลูกค้า 364 คันต่อวัน โดยพยายามกำจัด และลดงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มต่อสายการผลิตซึ่ง ได้แก่ งานที่เป็นจุกคอขวด ความสูญเปล่าเนื่องจากการรอคอย การเคลื่อนไหวที่เกินจำเป็น งานเสียและงานที่ต้องนำกลับไปซ่อมทำใหม่เพื่อลดต้นทุนของสายการผลิต ซึ่งเกิดปัญหาที่ไม่เคยมีการเปลี่ยนแปลงมาตรฐานการทำงาน สายการผลิตมีการทำงานที่ซับซ้อนทำให้กระบวนการทำงานขาดความต่อเนื่อง เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงาน วิจัยนี้ประกอบด้วยเครื่องมือควบคุมคุณภาพทั้ง 7 ชนิดสำหรับการเก็บข้อมูล และวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาการศึกษาการทำงาน การปรับปรุงผังโรงงาน เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต ด้วยหลักเกณฑ์ ECRS ผลการดำเนินงานวิจัยสามารถควบคุมรอบเวลาการผลิต ไม่ให้เกินค่าจังหวะความต้องการของลูกค้าที่ 1,800 วินาทีต่อคัน ได้ทุกสถานีงาน รอบเวลาการผลิตรวมลดลง 300 วินาทีต่อคัน คิดป็น 1.03% ลดต้นทุนจากการซ่อมสี 122,304 บาท ก่อนการปรับปรุงได้ 100% ลดต้นทุนจากการเปลี่ยนสายลม 108,825 บาท ก่อนการปรับปรุงได้ 100% และสามารถกำหนดเวลาตรฐานการทำงานให้กับพนักงานได้

ขวัญใจ โชคไพบูลย์ และทศพล เกียรติเจริญผล (2555) การลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักรของกระบวนการพิมพ์ โดยใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาหลักการของแนวคิดแบบลีนและเครื่องมือของลีนมาประยุกต์ใช้ เพื่อลดเวลาในกระบวนการพิมพ์ของอุตสาหกรรมการผลิตสิ่งพิมพ์ ซึ่งจากการเก็บข้อมูลเวลาสูญเสีย (Waste time) จากกิจกรรมต่าง ๆ ของกระบวนการพิมพ์ตั้งแต่เดือนมีนาคม ถึงเดือนพฤษภาคม ปี2554 พบว่ามีเวลาสูญเสียจากการปรับตั้งเครื่องจักรสูงที่สุดเป็น 6,025 นาที หรือ 36% ของเวลาสูญเสียทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลการผลิตพบว่าเครื่องพิมพ์มีประสิทธิภาพการทำงานโดยรวม OEE (Overall equipment effectiveness) เท่ากับ 43% ซึ่งเกิดความสูญเปล่าในส่วนของความพร้อมในการทำงาน ที่ทำให้เครื่องพิมพ์มีประสิทธิภาพต่ำ ดังนั้น จึงได้นำหลักการ SMED (Single minute exchange of die) ซึ่งเป็นหลักการในการลดเวลาสูญเสียของการปรับตั้งชิ้นงานมาประยุกต์ใช้ปรับปรุง ผลจากการทำงานวิจัยนี้ คือ สามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องพิมพ์จาก 6,306 วินาที เหลือเพียง 2,604 หรือลดลง 59% จากเวลารวม

ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ (2554) การเพิ่มผลผลิตกระบวนการประกอบคอมเพรสเซอร์ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตของสายการประกอบคอมเพรสเซอร์ด้วยการใช้เทคนิคลีน โดยการประยุกต์ใช้แผนผังสายธารคุณค่าไคเซ็น การกำหนดมาตรฐานและการจัดสมดุลสายการผลิต จากการศึกษาพบว่าสาเหตุของความสูญเปล่าและเวลาที่ไม่มีประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตเดิม ได้แก่ สูญเสียเวลาในการผลิตจากการหยุดเครื่องจักรบ่อย ๆ ของเครื่องโลวเวอร์ แบร์ริ่ง แบร์ริ่งไม่ตรงตำแหน่งซึ่งเป็นผลมาจากตัวจับท่อที่ไม่รองรับท่อของคอมเพรสเซอร์ทุกขนาด นำไปสู่การปรับปรุงและออกแบบตัวจับท่อใหม่ ส่งผลให้ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น 35% นอกจากยังมีอีกสาเหตุหนึ่ง คือ การมีจุดคอขวดที่มีเวลาค่าแท็กไทม์อยู่ในกระบวนการประกอบ ซึ่งเกิดจากการที่มีงานย่อยมากจนเกินไป จึงได้ทำการแบ่งงานย่อยดังกล่าวไปให้สถานีงานใกล้เคียงทำ ส่งผลให้รอบเวลาการทำงานลดลงจาก 54.33 วินาที เหลือ 48.92 วินาที โดยมีค่าแท็กไทค์อยู่ที่ 53.04 วินาที จากการที่ได้ดำเนินการปรับปรุงดังกล่าวส่งผลให้กระบวนการประกอบมียอดการประกอบเพิ่มขึ้นจาก 386 ตัวต่อวัน เป็น 517 ตัวต่อวัน หรือมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 40%

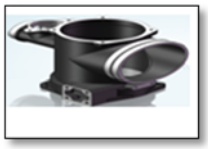
บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

ข้อมูลทั่วไปของสถานประกอบการ

บริษัทตัวอย่างเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ และอยู่ในวงการอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์มานานกว่า 50 ปี ได้ริเริ่มการหล่อเหล็ก FC และ FCD โดยได้รับการสนับสนุนทางด้านเทคโนโลยีจาก บริษัท อาซาฮีเทค คอปอเรชั่น จำกัด (ประเทศญี่ปุ่น) ได้มีการขยายกำลังการผลิตด้านการกลึงขึ้นรูปชิ้นงาน ซึ่งควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ (Computer neumatic control) CNC, โดยได้รับการสนันสนุนทางด้านเทคโนโลยีจาก บริษัท อิบาร่าเซกิ (ประเทศญี่ปุ่น) เพื่อให้การผลิตของบริษัทตัวอย่าง สามารถทำการผลิตครบวงจรได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปตรงตามความต้องการของลูกค้าผลิตภัณฑ์ของบริษัทตัวอย่าง ได้แสดงในบทที่ 1 ภาพที่ 1-1

ชิ้นส่วนทั้ง 12 รายการที่ผลิตโดยบริษัท จากข้อมูลในบทที่ 1 ตารางที่ 1-2 พบว่ามี 3 รายการ คือ ชิ้นส่วนท่อส่งข้าวเบอร์ 1, 2 และ 3 ดังแสดงในตารางที่ 3-1 มีกำลังการผลิตไม่เพียงพอสนองตอบความต้องการของลูกค้าตั้งแต่เดือนกันยายน 2557 เป็นต้นไป ดังข้อมูลที่แสดงในภาพที่ 1-2 ดังนั้น จึงได้นำปัญหานี้มาศึกษารายละเอียดและทำการแก้ไขต่อไป

ตารางที่ 3-1 ผลิตภัณฑ์ของโรงงานตัวอย่างที่จะทำการปรับปรุง

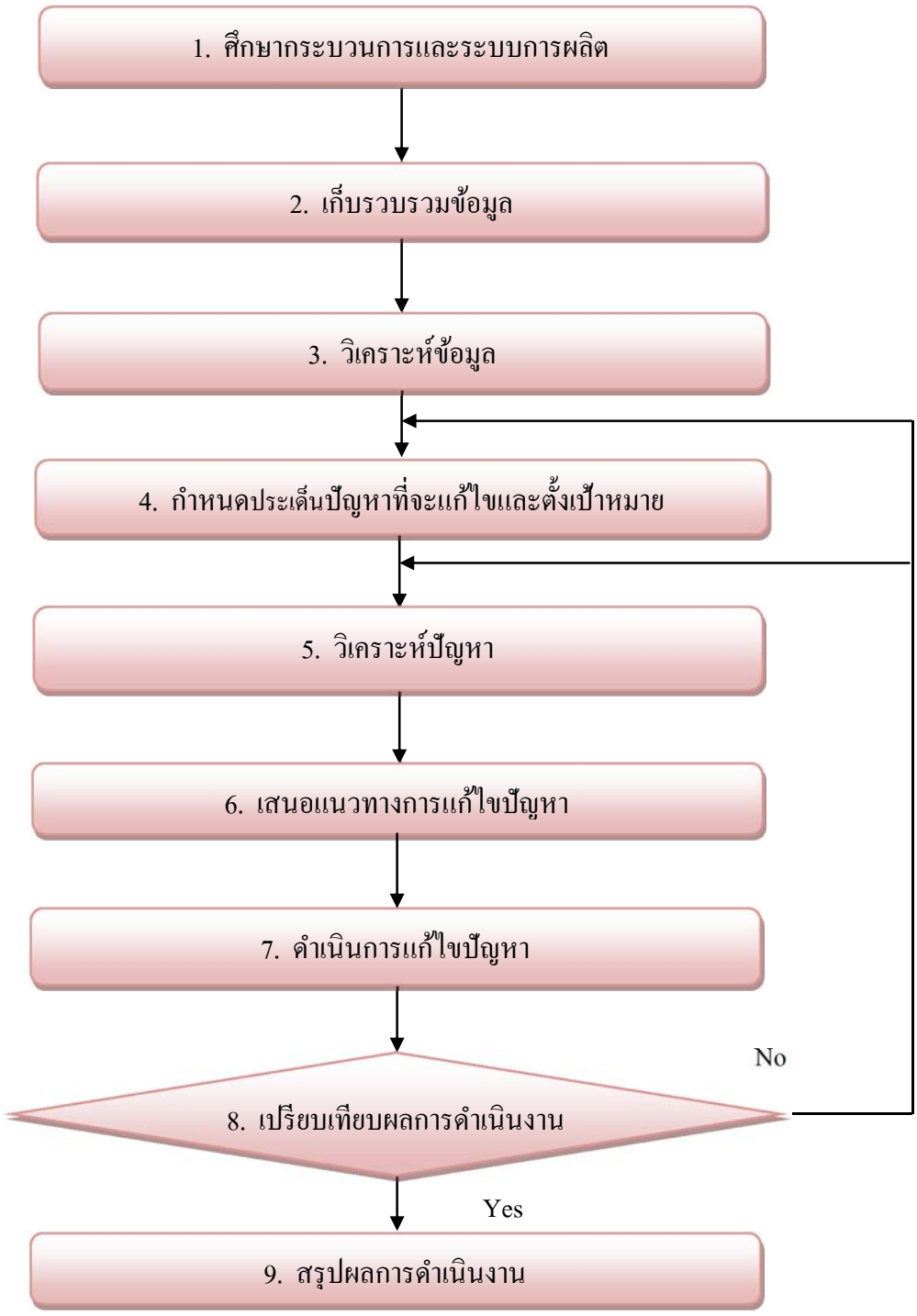
รายการท่อส่งข้าว	ภาพ
เบอร์ 1	
เบอร์ 2	
เบอร์ 3	

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การทำงานให้สำเร็จได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้และสำเร็จในระยะเวลาที่กำหนดนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการวางแผนที่ดี รวมถึงการดำเนินการตามแผนที่วางไว้อย่างถูกต้อง ดังนั้น ทางผู้จัดทำจึงได้กำหนดแผนงานการดำเนินโครงการ ดังนี้

1. ศึกษากระบวนการและระบบการผลิต
2. เก็บรวบรวมข้อมูล
3. วิเคราะห์ข้อมูล
4. กำหนดประเด็นปัญหาที่จะแก้ไขและตั้งเป้าหมาย
5. วิเคราะห์ปัญหา
6. เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา
7. ดำเนินการแก้ไขปัญหา
8. เปรียบเทียบผลการดำเนินงาน
9. สรุปผลการดำเนินงาน

ขั้นตอนทั้ง 9 นำมาสร้างเป็นแผนผังการไหลแสดงดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

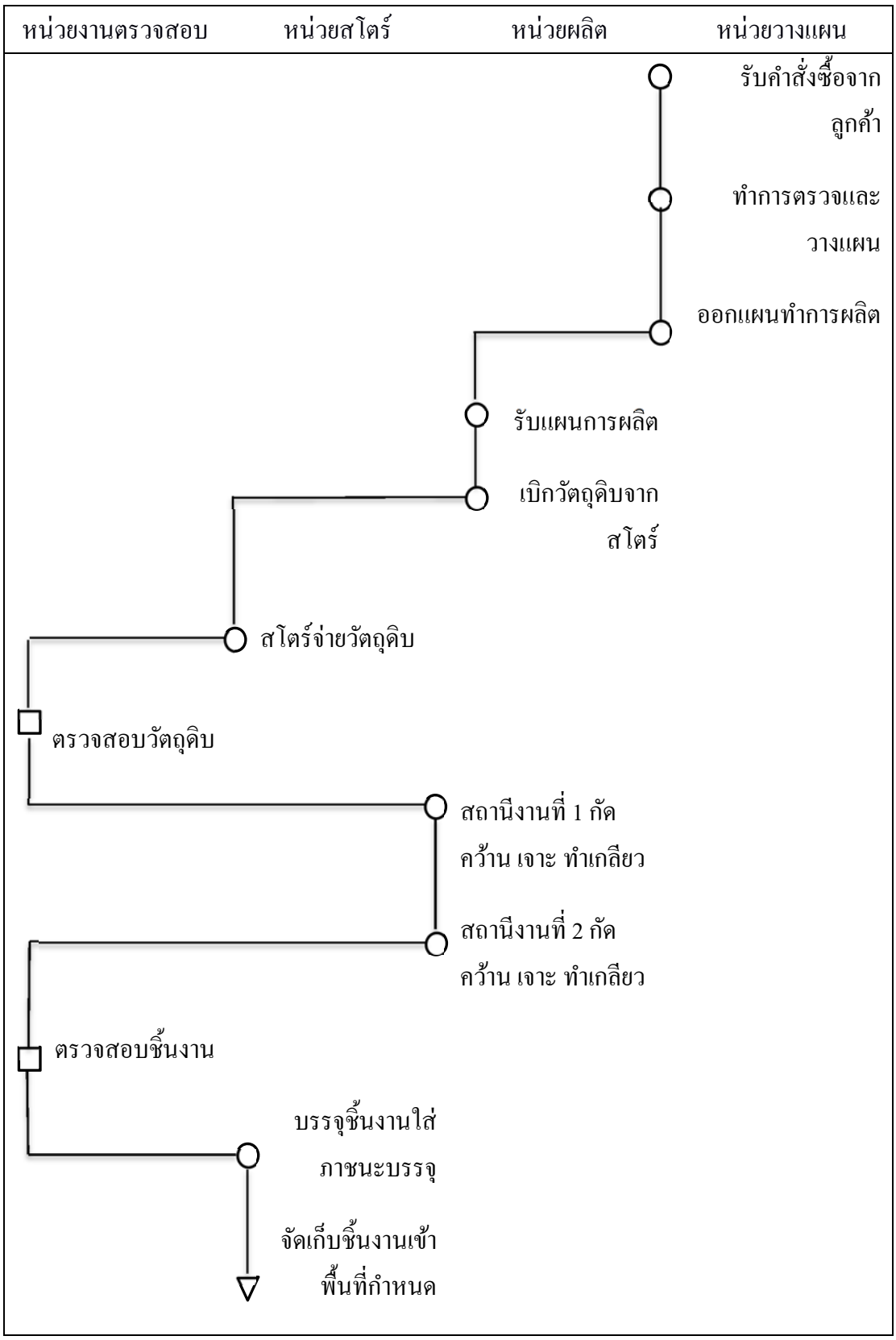
1. ศึกษากระบวนการผลิตและระบบการผลิต

กระบวนการผลิตชิ้นส่วนท่อส่งข้าวมีทั้งหมด 3 รายการ ท่อส่งข้าวเบอร์ 1, 2 และ 3 ซึ่งทำการผลิตที่สายการผลิตเดียวกัน และด้วยเครื่องจักร CNC เครื่องเดียวกัน

กระบวนการในการผลิตท่อส่งข้าวมีทั้งหมด 12 ขั้นตอน ดังนี้

1. รับคำสั่งซื้อจากลูกค้า
2. ทำการตรวจและวางแผน
3. ออกแผนทำการผลิต
4. รับแผนการผลิต
5. เบิกวัตถุดิบจากสโตร์
6. สโตร์จ่ายวัตถุดิบ
7. ตรวจสอบวัตถุดิบ
8. สถานีงานที่ 1 กัด คว้าน เจาะ ทำเกลียว
9. สถานีงานที่ 2 กัด คว้าน เจาะ ทำเกลียว
10. ตรวจสอบชิ้นงาน
11. บรรจุชิ้นงานใส่ภาชนะบรรจุ
12. จัดเก็บชิ้นงานเข้าพื้นที่กำหนด

กระบวนการผลิตท่อส่งข้าวแบ่งออกเป็น 12 ขั้นตอน ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของ 4 หน่วยงาน แสดงเป็นแผนภูมิความสัมพันธ์ของหน่วยงาน แสดงในภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-2 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของหน่วยงาน

2. เก็บรวบรวมข้อมูล

ทางผู้จัดทำโครงงาน ทำการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวกับกระบวนการผลิตชิ้นส่วนท่อส่งข้าว เริ่มจากการศึกษาข้อมูลของกระบวนการผลิต ทำการเก็บข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ และข้อมูลปริมาณความต้องการท่อส่งข้าว ลูกค้าส่งให้กับทางโรงงานเพื่อจัดเตรียมกำลังการผลิตในปี 2557 ที่แสดงข้อมูลในบทที่ 1 ตารางที่ 1-2 รายการชิ้นที่ต้องทำการผลิตตามความต้องการในปี 2557 ทางผู้จัดทำโครงงานทำการเก็บข้อมูล ดังนี้

1. ชั่วโมงการทำการผลิตของโรงงาน
2. เวลาที่ใช้ในการผลิตท่อส่งข้าว
3. ประสิทธิภาพในการผลิตชิ้นงานในสายการผลิตท่อส่งข้าว
4. เวลาที่สูญเสียในกระบวนการผลิตในสายการผลิตท่อส่งข้าว

1. ชั่วโมงการทำการผลิตของโรงงาน

เมื่อทำการตรวจสอบข้อมูลกำลังการผลิตของโรงงานที่ใช้ในการวางแผน ชั่วโมงการทำงานของกำลังการผลิต การทำงานแบบปกติของโรงงานเป็นการทำงาน วันจันทร์ ถึงวันศุกร์ คิดวันทำงานต่อเดือนอยู่ที่ 22 วัน/ เดือน ชั่วโมงทำการผลิตของโรงงาน แบ่งออกเป็น 3 แบบ ชั่วโมงการทำงานสูงสุดที่ 507 ชั่วโมง/ เดือน แสดงในตารางที่ 3 - 2

ตารางที่ 3-2 ชั่วโมงการทำการผลิตของโรงงาน

แบบ	วันทำงาน/ เดือน	ชั่วโมง ทำงาน/ วัน	ชั่วโมงการ ทำงาน/ เดือน	รายละเอียดการทำงาน
1	22	14.5	319	ทำงานจันทร์ ถึงวันศุกร์ ไม่มีโอที
2	26	14.5	377	เปิด โอที วันเสาร์
3	26	19.5	507	เปิด โอที วันเสาร์ และหลังห้าโมง

2. เวลาที่ใช้ในการผลิตท่อส่งข้าว

ข้อมูลจากหน่วยงานทางวิศวกรรมของโรงงานตัวอย่างเป็นผู้กำหนดเวลาในการผลิต เพื่อใช้ในการวางแผนผลิตของโรงงาน และกำหนดความสามารถในการผลิต แสดงในตารางที่ 3-3 มีรายละเอียดของเวลาอยู่ในภาคผนวก ก

ตารางที่ 3-3 เวลาที่ใช้ในการผลิตท่อส่งข้าว

รายการท่อส่งข้าว	เวลาที่ใช้ในการผลิต (นาที/ ชิ้น)	เวลาทำการตรวจสอบ (นาที/ ชิ้น)	เวลาในการเปลี่ยนเครื่องมือตัด (นาที/ ชิ้น)	เวลาที่ใช้ในการผลิตรวม (นาที/ ชิ้น)	ความสามารถในการผลิต (ชิ้น/ ชั่วโมง)
เบอร์ 1	35.1	2.5	2.47	40.07	1.5
เบอร์ 2	35.3	2.5	2.47	40.27	1.5
เบอร์ 3	35.2	2.5	2.49	40.19	1.5

3. ประสิทธิภาพในการผลิตชิ้นงาน

เมื่อทำการเก็บข้อมูลการผลิตท่อส่งข้าวจากหน่วยงานวางแผนของโรงงานทำการบันทึกข้อมูลการผลิตเป็นเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนเมษายน 2557 ถึงเดือนมิถุนายน 2557 แสดงดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 ประสิทธิภาพในสายการผลิตท่อส่งข้าว

เดือน	จำนวนชิ้นงานทำการผลิตตามแผนการผลิต (ชิ้น/ เดือน)	จำนวนชิ้นงานที่ทำการได้จริงผลิต (ชิ้น/ เดือน)	ประสิทธิภาพการผลิตชิ้นงานต่อเดือน (%)	รวมเวลาสูญเสีย (ช.ม/ เดือน)
เม.ย. 57	555	471	85.0%	56.0
พ.ค. 57	614	524	86.0%	60.0
มิ.ย. 57	643	556	87.0%	58.0

4. เวลาที่สูญเสียในกระบวนการผลิตในสายการผลิตท่อส่งข้าว

ข้อมูลเวลาที่สูญเสียในกระบวนการผลิตจากหน่วยงานวางแผนการผลิตของโรงงานทำการเก็บข้อมูลระหว่างเดือนเมษายน 2557 ถึงเดือนมิถุนายน 2557 แสดงดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 เวลาที่สูญเสียในกระบวนการผลิตในสายการผลิตท่อส่งข้าว

เดือน	ปรับตั้งเครื่องจักร (ช.ม/ เดือน)	ประแต่งชิ้นงานในการผลิต (ช.ม/ เดือน)	ปัญหาในการหยุดเครื่องในการผลิต (ช.ม/ เดือน)	เครื่องจักรเสีย (ช.ม/ เดือน)	รวมเวลาสูญเสีย (ช.ม/ เดือน)
เม.ย. 57	41.4	7.5	4.3	2.8	56.0
พ.ค. 57	42.4	8.8	5.6	3.2	60.0
มิ.ย. 57	39.2	9.2	6.4	3.2	58.0
ค่าเฉลี่ย	41.0	8.5	5.4	3.1	58.0

กระบวนการผลิตชิ้นส่วนท่อส่งข้าวมีทั้งหมด 3 รายการ โดยทำการผลิตที่เครื่องจักร CNC ตัวเดียวกัน จากการเก็บข้อมูลเวลาที่สูญเสียในกระบวนการผลิตพบว่าเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักรเป็นเวลาที่สูญเสียมากที่สุด

3. วิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อพิจารณาจากข้อมูล แผนการประกอบรถเกี่ยวข้าว พ.ศ. 2557 ทางลูกค้ามีการปรับเพิ่มกำลังการผลิต ดังตารางที่ 1-2 ดังนั้น เพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าที่สูงขึ้น ทางโรงงานจึงทำการตรวจสอบกำลังการผลิตปัจจุบันว่ามีกำลังการผลิตเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าหรือไม่จึงได้ดำเนินการ ดังต่อไปนี้

3.1 วิเคราะห์กำลังการผลิต

การวิเคราะห์กำลังการผลิต เริ่มจากพิจราณาข้อมูลในตารางที่ 3-2 พบว่าชั่วโมงการทำงานสูงสุด = 507 ชั่วโมง/ เดือน และข้อมูลจากในตารางที่ 3-3 เวลาที่ใช้ในการผลิตสูงสุด (Cycle time) = 40.17 นาที/ ชิ้น หรือเท่ากับ 760 ชิ้น/ เดือน

3.2 วิเคราะห์ความต้องการของลูกค้า

ข้อมูลความต้องการของลูกค้า แสดงในบทที่ 1 ตารางที่ 1-2 ความต้องการชิ้นงานสูงสุดอยู่ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ที่ 1,308 ชิ้น/ เดือน ทำการคำนวณหาเวลาในความต้องการของลูกค้า (Takt time) ได้ ดังนี้

$$\text{Takt time} = \frac{\text{เวลาที่ใช้การผลิต}}{\text{ความต้องการของลูกค้า}}$$

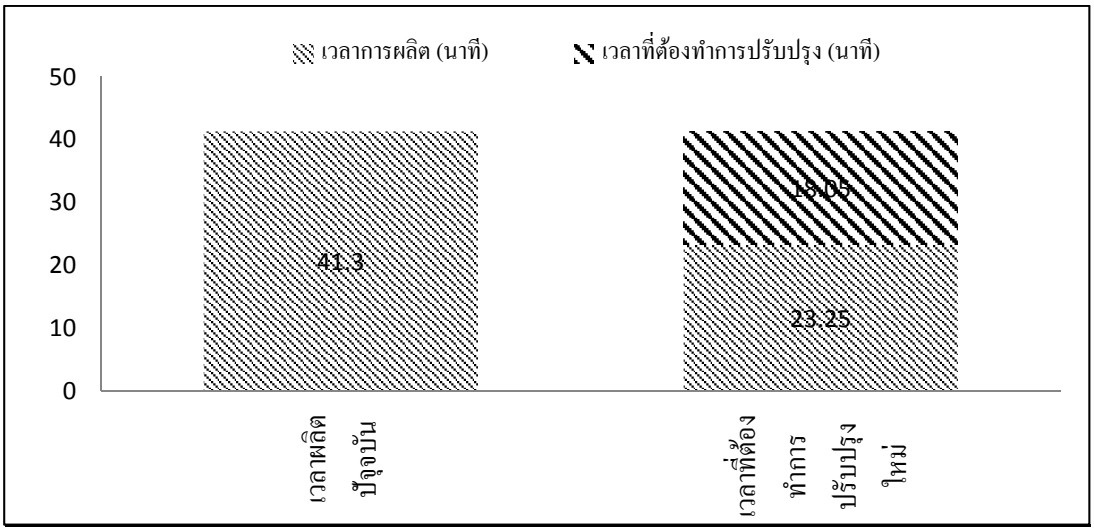
เวลาที่ใช้ในการผลิต = 507 ชั่วโมง/ เดือน

ความต้องการของลูกค้า = 1308 ชิ้น/ เดือน

$$\text{Takt time} = \frac{\text{507 ชั่วโมง/ เดือน}}{\text{1,308 ชิ้น/ เดือน}}$$

Takt time = 0.387 ชั่วโมง/ ชิ้น หรือ 23.25 นาที/ ชิ้น

เมื่อพิจารณาจากเวลาความต้องการของลูกค้าซึ่งเท่ากับ 23.25 นาที/ ชิ้น แต่ปัจจุบันมีกำลังการผลิตเท่ากับ 41.32 นาที/ ชิ้น แสดงให้เห็นว่ากำลังการผลิตปัจจุบันไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าอยู่ 41.32-23.25 = 18.05 นาที/ ชิ้น นำข้อมูลเปรียบเทียบกันได้ดังภาพที่ 3-3

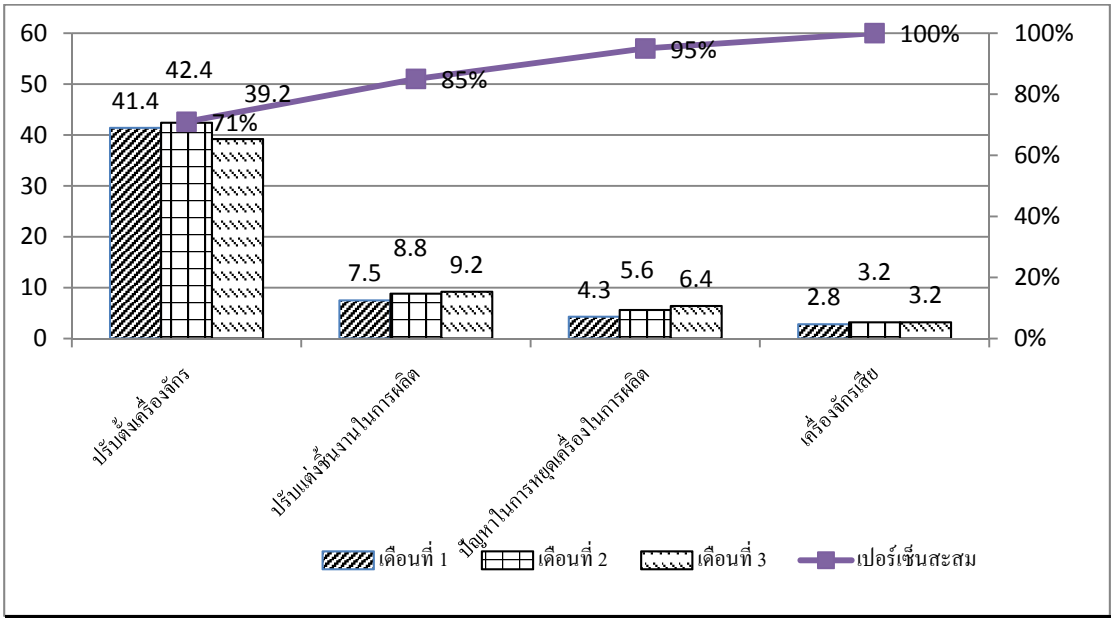


ภาพที่ 3-3 เปรียบเทียบเวลาในการผลิตชิ้นงาน เวลาผลิตปัจจุบันและเวลาในการผลิตใหม่

3.3 วิเคราะห์ประสิทธิภาพในการผลิต

เมื่อพิจารณาข้อมูลประสิทธิภาพในการผลิตในตารางที่ 3-4 ซึ่งมีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ย 86.0% ซึ่งต่ำกว่าเป้าหมายของโรงงานที่ 90% ยังขาดอยู่ 90-86 = 4% แสดงว่าต้องมีความสูญเสียเวลาเกิดขึ้น

เมื่อพิจารณาข้อมูลจากตารางที่ 3-5 พบว่ามีเวลาที่สูญเสียอยู่หลายประเด็น นำข้อมูลมาเปรียบเทียบกันได้ดังภาพที่ 3-4 พบว่าการสูญเสียเวลาที่มากที่สุด คือ เวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักร = 41.0 ชั่วโมง/ เดือน



ภาพที่ 3-4 เวลาที่สูญเสียในสายการผลิตท่อส่งข้าว

การสูญเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนของเดือนเมษายน 2557 เป็นเวลา 55.2 ชั่วโมง/ เดือน ทำให้เกิดความสูญเสียของสายการผลิต 14.0% ต่อเดือน เมื่อพิจารณาการสูญเสียจากภาพที่ 3-3 พบว่ามาจากสาเหตุ ดังนี้ การปรับตั้งเครื่องจักร 41.0 ชั่วโมง คิดเป็น 71% ปรับแต่งชิ้นงานในสายการผลิต 8.5 ชั่วโมง คิดเป็น 15% ปัญหาการหยุดเครื่องจักรในการผลิต 5.4 ชั่วโมง คิดเป็น 9% เครื่องจักรเสีย 3.1 ชั่วโมง คิดเป็น 5% สรุปได้ว่าเวลาที่ทำให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการมากที่สุด คือ การปรับตั้งเครื่องจักร 41.0 ชั่วโมง คิดเป็น 71% ของเวลาที่สูญเสียทั้งหมดการปรับตั้งเครื่องจักรจึงเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดเวลาที่สูญเสียในกระบวนการผลิต

4. กำหนดประเด็นปัญหาที่จะแก้ไขและตั้งเป้าหมาย

การสูญเสียเวลาในกระบวนการผลิตที่มากที่สุด คือ การปรับตั้งเครื่องจักร จึงได้นำประเด็นปัญหานี้มาวิเคราะห์

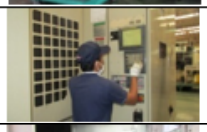
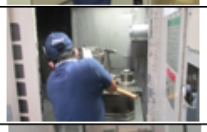
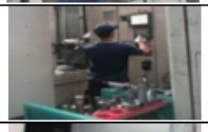
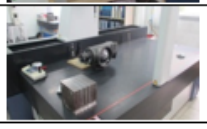
กระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรชิ้นส่วนท่อส่งข้าว มีขั้นตอนการทำงานทั้งหมด 17 ขั้นตอน ดังนี้

1. ประชุมแผนกจ่ายงานรายวัน
2. ประสานงานกับแผนกผลิตเพื่อหยุด
3. จัดเตรียมจิ๊กและฟิกซ์เจอร์
4. ตรวจสอบสภาพจิ๊กและฟิกซ์เจอร์
5. จัดเตรียม เครื่องมือตัด
6. ตรวจสอบสภาพเครื่องมือตัด
7. ปรับตั้งความยาวเครื่องมือตัด
8. เคลื่อนย้าย จิ๊กและฟิกซ์เจอร์ไปที่เครื่องจักร
9. ตรวจสอบเครื่องจักร
10. ถอดจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ (ชุดเก่า)
11. ถอดเครื่องมือตัด (ชุดเก่า)
12. ติดตั้งโปรแกรม
13. ติดตั้งจิ๊กและฟิกซ์เจอร์
14. ติดตั้งเครื่องมือตัด
15. ปรับแก้ไขชิ้นงานและทำการทดลองเดินงาน
16. ส่งชิ้นงานเข้าทำการตรวจสอบ
17. ส่งมอบสายการผลิตและปิดการปรับตั้งเครื่องจักร

กระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรผลิตชิ้นส่วนประกอบท่อส่งข้าวทั้ง 17 ขั้นตอนนำมาสร้างเป็นแผนภูมิการไหลกระบวนการผลิตชิ้นส่วนประกอบท่อส่งข้าวแสดงดังภาพที่ 3-5

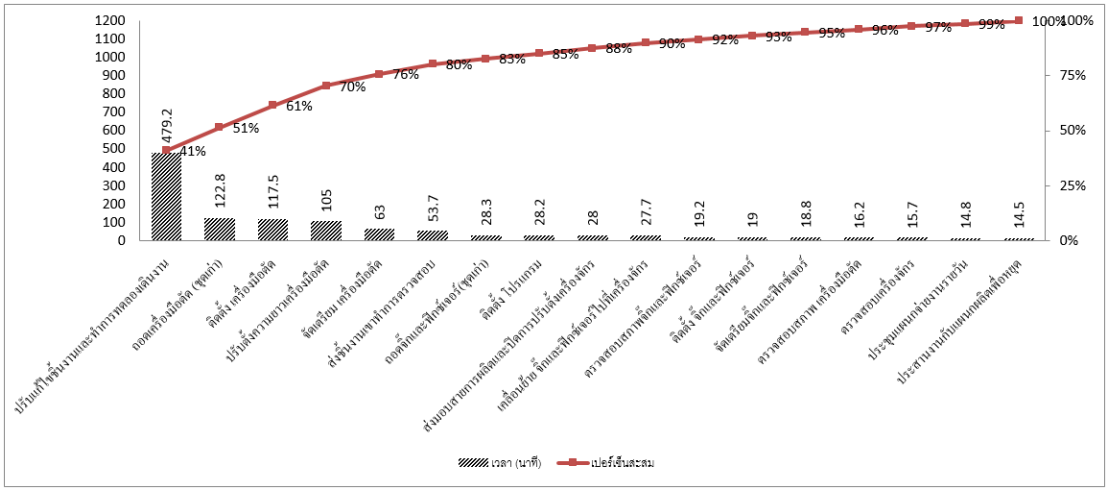
แผนภูมิการไหลของกระบวนการ Flow process chart							
แผนภูมิหมายเลข 1 แผ่นที่ 1 ของ 2	สรุปผล						
ผลิตภัณฑ์/ วัสดุ/ พนักงาน	กิจกรรม		ก่อน	หลัง	ลดลง		
ชิ้นส่วนท่อส่งข้าว	ปฏิบัติงาน	●	12				
กิจกรรม:	เคลื่อนย้าย	→	1				
กระบวนการปรับตั้งเครื่องจักร	ล่าช้า	D					
วิธีทำงาน: ปัจจุบัน/ ปรับปรุง	ตรวจสอบ	■	4				
สถานที่: โรงงานตัวอย่าง	เก็บ	▼					
บันทึกโดย วันที่	เวลา (นาที)		1171.6				
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์ ● → D ■ ▼			คน	เครื่องจักร	รูปภาพ
1. ประชุมแผนกจ่ายงานรายวัน	14.8				×		
2. ประสานงานกับแผนกผลิตเพื่อหยุด	14.5				×		
3. จัดเตรียมจิ๊กและฟิกซ์เจอร์	18.8				×		
4. ตรวจสอบสภาพจิ๊กและฟิกซ์เจอร์	19.2				×		
5. จัดเตรียม เครื่องมือตัด	63				×		
6. ตรวจสอบสภาพ เครื่องมือตัด	16.2				×		

ภาพที่ 3-5 แผนภูมิการไหลของกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรท่อส่งข้าว

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ Flow process chart									
แผนภูมิหมายเลข 1 แผ่นที่ 2 ของ 2									
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์					คน	เครื่องจักร	รูปภาพ
7. ปรับตั้งความยาวเครื่องมือตัด	105	●					×		
8. เคลื่อนย้าย จิ๊กและฟิกซ์เจอร์ ไปที่เครื่องจักร	27.7		➡				×		
9. ตรวจสอบเครื่องจักร	15.7			◗			×		
10. ถอดจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ (ชุดเก่า)	28.3				■		×		
11. ถอดเครื่องมือตัด (ชุดเก่า)	122.8					▼	×		
12. ติดตั้ง โปรแกรม	28.2	●					×		
13. ติดตั้ง จิ๊กและฟิกซ์เจอร์	19.0		➡				×		
14. ติดตั้ง เครื่องมือตัด	117.5			◗			×		
15. ปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานและทำการทดลองเดินงาน	479.2				■			×	
16. ส่งชิ้นงานเข้าทำกาตรวจสอบ	53.7					▼	×		
17. ส่งมอบสายการผลิตและปิดการปรับตั้งเครื่องจักร	28	●					×		

ภาพที่ 3-5 (ต่อ)

เมื่อนำข้อมูลขั้นตอนและเวลาของกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรผลิตจากภาพที่ 3-5 มีรายละเอียดของเวลาอยู่ในภาคผนวก ข มาแสดงเป็นแผนภูมิพาเรโตได้ ดังนี้

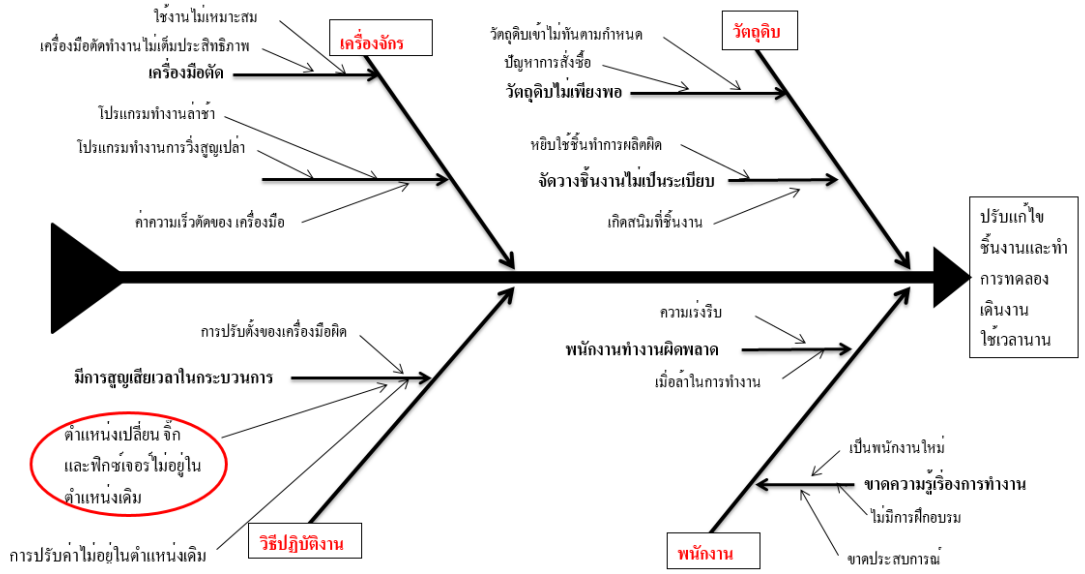


ภาพที่ 3-6 เวลาที่สูญเสียในกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักร

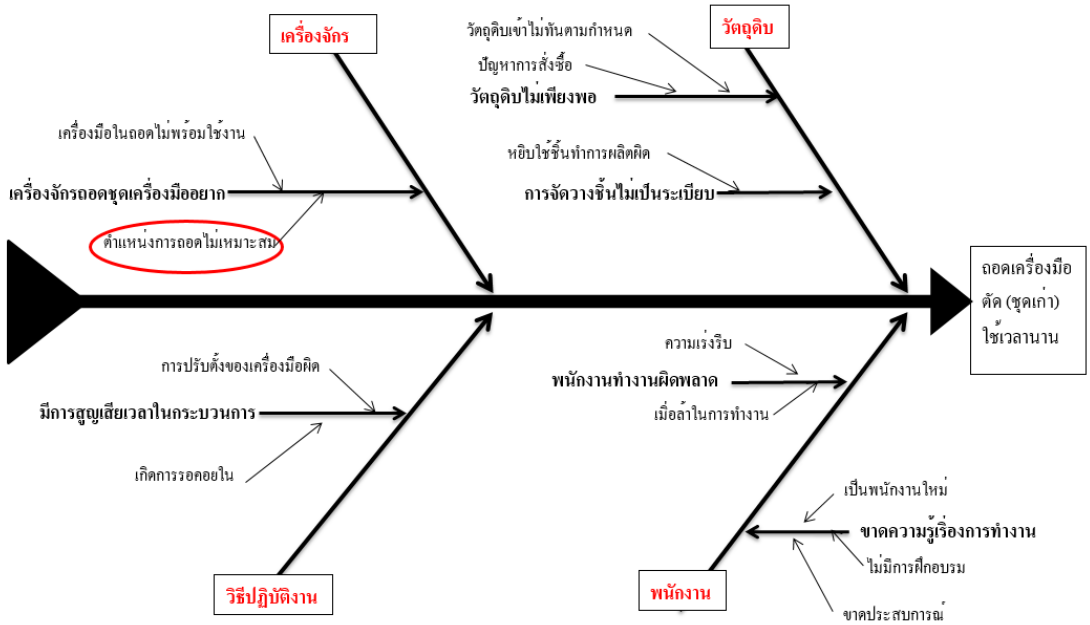
เมื่อพิจารณาภาพที่ 3-6 ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรใช้เวลาทั้งหมด 1,171.6 นาที โดย 5 อันดับแรกใช้เวลาไป 76% ของเวลาทั้งหมด จึงพิจารณานำ 5 อันดับแรกนี้มาแก้ไข ได้แก่

1. ปรับแก้ไขชิ้นงานและทำการทดลองเดินงาน 479.2 นาที
2. ถอดเครื่องมือตัด (ชุดเก่า) 122.8 นาที
3. ติดตั้งเครื่องมือตัด 117.5 นาที
4. ปรับตั้งความยาวเครื่องมือตัด 105 นาที

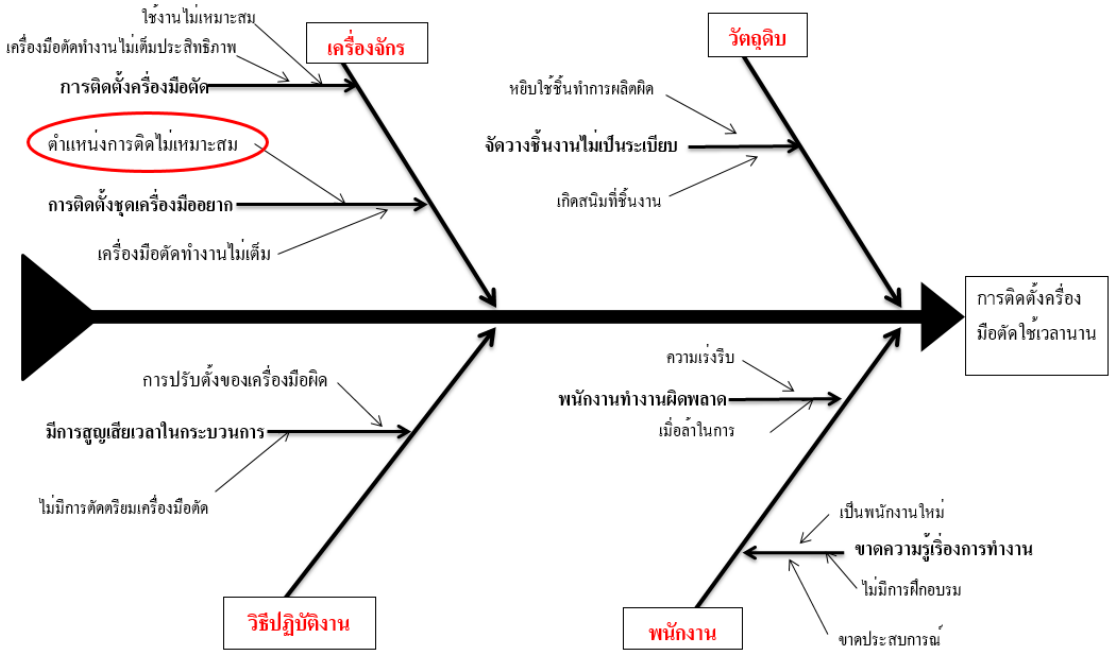
จัดเตรียมเครื่องมือตัด 63 นาที



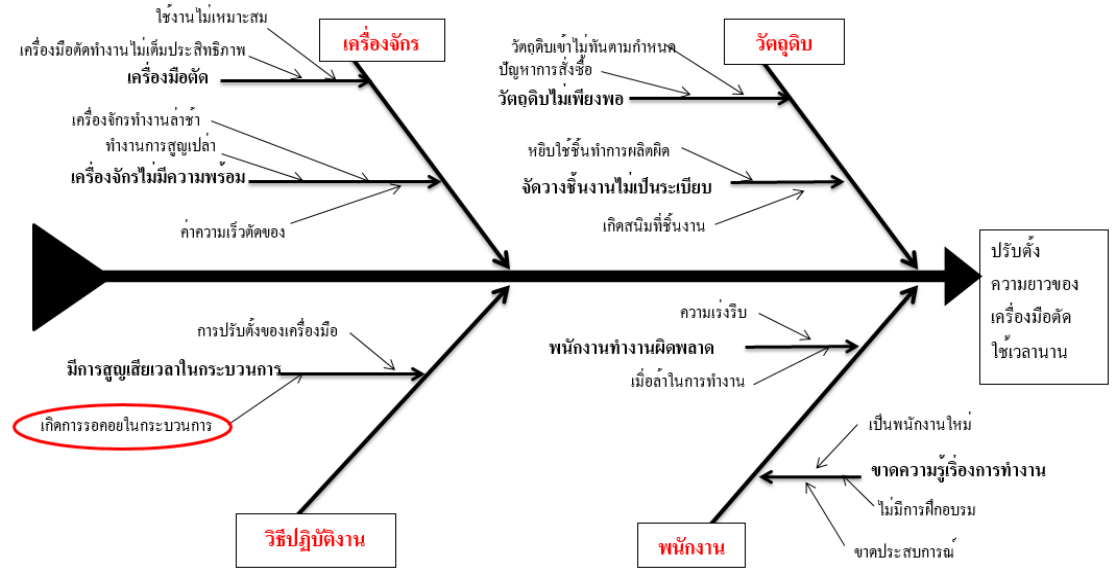
ภาพที่ 3-7 แผนผังก้างปลาแสดงสาเหตุปรับแก้ไขชิ้นงานและทำการทดลองเดินงานใช้เวลานาน



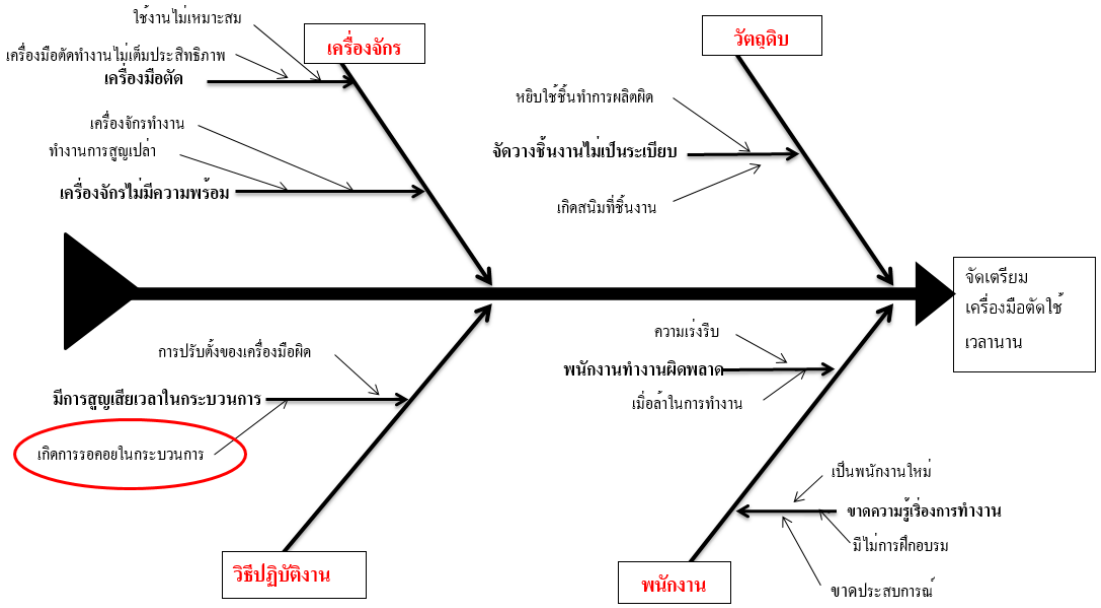
ภาพที่ 3-8 แผนผังก้างปลาแสดงสาเหตุถอดเครื่องมือตัดชุดเก่าใช้เวลานาน



ภาพที่ 3-9 แผนผังก้างปลาแสดงสาเหตุการติดตั้งเครื่องมือตัดชุดใหม่ใช้เวลานาน



ภาพที่ 3-10 แผนผังก้างปลาแสดงสาเหตุปรับตั้งความยาวเครื่องมือตัดใช้เวลานาน



ภาพที่ 3-11 แผนผังก้างปลาแสดงสาเหตุปรับตั้งความยาวเครื่องมือตัดใช้เวลานาน

5. วิเคราะห์ปัญหา

เมื่อได้ 5 ประเด็นปัญหาจาก ภาพที่ 3-6 ดังนี้

1. การปรับแก้ไขชิ้นงานและทำการทดลองเดินงาน
2. การถอดเครื่องมือตัด (ชุดเก่า)
3. การติดตั้งเครื่องมือตัด
4. การปรับตั้งความยาวเครื่องมือตัด
5. การจัดเตรียมเครื่องมือตัด

นำประเด็นปัญหาเหล่านี้มาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วยผังก้างปลาดังแสดงใน ภาพที่ 3-7 ถึง 3-11

เมื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาจากผังก้างปลาสรุปได้ ดังต่อไปนี้

1. ปัญหาการปรับแก้ไขชิ้นงานและทำการทดลองเดินงานใช้เวลานาน จะมีสาเหตุหลักจากการปรับตั้งชิ้นงานแต่ละครั้ง ตำแหน่งการเปลี่ยนของจิ๊กไม่อยู่ในตำแหน่งเดิม ทำให้พนักงานต้องทำการแก้ไขโปรแกรมให้ได้ค่าตามที่กำหนด

2. ปัญหาถอดเครื่องมือตัด (ชุดเก่า) ใช้เวลานาน จะมีสาเหตุขั้นตอนการถอดเครื่องมือตัดชุดเก่าเกิดการสูญเสียเวลา พนักงานจะทำการถอดเครื่องมือตัดหน้าเครื่องจักรทำให้ต้องทำการเรียกเครื่องมือตัดตามในเนื้อโปรแกรมหนึ่งครั้งต่อหนึ่งเครื่องมือตัด

3. ปัญหาติดตั้งเครื่องมือตัด จะมีสาเหตุในขั้นตอนการถอดเครื่องมือตัดชุดเก่าเกิดการสูญเสียเวลาจากการติดตั้งเครื่องมือตัดที่หน้าเครื่องจักร ทำให้ต้องทำการเรียกเครื่องมือตัดตามในเนื้อโปรแกรมหนึ่งครั้งต่อหนึ่งเครื่องมือตัด

4. ปัญหาปรับตั้งความยาวเครื่องมือตัด จะมีสาเหตุในกระบวนการต้องทำการตรวจสอบความยาวของเครื่องมือตัดก่อนใช้งาน เพื่อจะได้นำค่าความยาวของเครื่องมือไปติดตั้งที่เครื่องจักร

5. ปัญหาจัดเตรียมเครื่องมือตัดใช้เวลานาน จะมีสาเหตุจากการเตรียมความพร้อมในการทำการจัดเตรียมเครื่องตัดก่อนทำการปรับตั้งเครื่องจักร

6. เสนอแนวทางการปรับปรุง

เมื่อได้วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาแล้วได้เรียงปัญหานำมาจัดลำดับใหม่เพื่อเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาและสาเหตุ แสดงดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 สรุปปัญหา สาเหตุ และแนวทางการแก้ไขปัญหาชิ้นงานท่อส่งข้าว

ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข	เป้าหมาย	กำหนดแสร็จ
1. ปรับตั้งความยาวของเครื่องมือตัดใช้เวลานาน 2. จัดเตรียมเครื่องมือตัด	เกิดเวลาที่สูญเสียในกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักร	ลดกิจกรรมขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักร โดยใช้เทคนิคใน SMED	ประสิทธิภาพการทำงานต้องไม่ต่ำกว่า 90% ตามมาตรฐานของโรงงาน	31 เมษายน 2558
3. ถอดเครื่องมือตัด (ชุดเก่า) ใช้เวลานาน 4. การติดตั้งเครื่องมือตัด	เกิดเวลาที่สูญเสียในกระบวนการการถอดเครื่องมือตัดและการติดตั้ง	ลดเวลาการถอดและการติดตั้งเครื่องมือตัด		
5. ปรับแก้ไขชิ้นงานและทำการทดลองเดินงานใช้เวลานาน	ตำแหน่งเปลี่ยนจิ๊กไม่อยู่ในตำแหน่งเดิม	ออกแบบการล็อคตำแหน่งของจิ๊กใหม่		

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

เมื่อทำการตรวจสอบการสูญเสียในกระบวนการผลิตพบว่ามีถึง 58.0 ชั่วโมง/ เดือน คิดเป็น 14.0% ของประสิทธิภาพการผลิต เมื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและแนวทางการแก้ไข ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3-6 สรุปแนวทางการแก้ปัญหาได้ ดังนี้

1. ลดกิจกรรมขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรโดยใช้เทคนิคใน SMED
2. ลดเวลาการถอดและการติดตั้งเครื่องมือตัด
3. ออกแบบการล็อกตำแหน่งจิ๊กใหม่

ลดกิจกรรมขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรโดยใช้เทคนิค SMED

การลดเวลาสูญเปล่าในกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักร ด้วยเทคนิค SMED โดยมีหลักการแยกงานออกเป็น 2 ส่วน คือ การตั้งเครื่องภายนอกและการตั้งเครื่องภายใน ดังนี้

1. การตั้งเครื่องภายใน (Internal setup) การปฏิบัติการที่ต้องการทำในขณะที่เครื่องจักรหยุดทำงาน

2. การตั้งเครื่องภายนอก (External setup) การปฏิบัติการที่สามารถทำได้ในขณะที่เครื่องจักรยังคงทำงานอยู่

โดยมีหลักการคิดดังนี้ คือ แปลงการปฏิบัติการตั้งเครื่องภายในให้เป็นปฏิบัติการตั้งเครื่องภายนอกให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เพื่อลดเวลาของการหยุดเครื่องจักรให้มากที่สุด

เมื่อทำการศึกษาขั้นตอนและเวลาของการปรับตั้งเครื่องจักรซึ่งมีทั้งหมด 17 ขั้นตอน (ภาพที่ 3-5) สามารถแยกประเภทของงานภายในและงานภายนอก ดังแสดงในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 แยกประเภทการตั้งเครื่องภายนอกและตั้งเครื่องภายใน

กิจกรรม	เวลา (นาที)	การตั้งเครื่อง ภายใน	ภายนอก
1. ประชุมแผนกจ่ายงานรายวัน	14.8		☐
2. ประสานงานกับแผนกผลิตเพื่อหยุด	14.5		☐
3. จัดเตรียมจิ๊กและฟิกซ์เจอร์	18.8		☐
4. ตรวจสอบสภาพจิ๊กและฟิกซ์เจอร์	19.2		☐
5. จัดเตรียมเครื่องมือตัด	63.0		☐
6. ตรวจสอบสภาพเครื่องมือตัด	16.2		☐
7. ปรับตั้งความยาวเครื่องมือตัด	105.0		☐
8. เคลื่อนย้ายจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ไปที่เครื่องจักร	27.7		☐
9. ตรวจสอบเครื่องจักร	15.7	☐	
10. ถอดจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ (ชุดเก่า)	28.3	☐	
11. ถอดเครื่องมือตัด (ชุดเก่า)	122.8	☐	
12. ติดตั้งโปรแกรม	28.2	☐	
13. ติดตั้งจิ๊กและฟิกซ์เจอร์	19.0	☐	
14. ติดตั้งเครื่องมือตัด	117.5	☐	
15. ปรับแก้ไขชิ้นงานและทำการทดลองเดินงาน	479.2	☐	
16. ส่งชิ้นงานเขาทำการตรวจสอบ	53.7		☐
17. ส่งมอบสายการผลิตและปิดการปรับตั้งเครื่องจักร	28.0		☐
เวลา (นาที)	1171.6	810.7	360.9
เปอร์เซ็น	100%	69.2%	30.8%
กิจกรรม		7	10

เมื่อพิจารณากิจกรรมของตารางที่ 4-1 พบว่ากระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรมีงานทั้งหมด 17 กิจกรรม ใช้เวลาทั้งหมด 1,171.6 นาที แบ่งเป็นการตั้งเครื่องภายนอก 10 กิจกรรม ใช้เวลา 360.9 นาที คิดเป็น 30.8% และการตั้งเครื่องภายใน 7 กิจกรรม ใช้เวลา 810.7 นาที คิดเป็น 69.2%

เมื่อวิเคราะห์งานภายนอกทั้ง 10 กิจกรรม พบว่าสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่สามารถและไม่สามารถจัดเตรียมไว้ก่อนได้ แสดงตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 แบ่งประเภทงานภายนอกที่สามารถและไม่สามารถจัดเตรียมไว้ก่อนได้

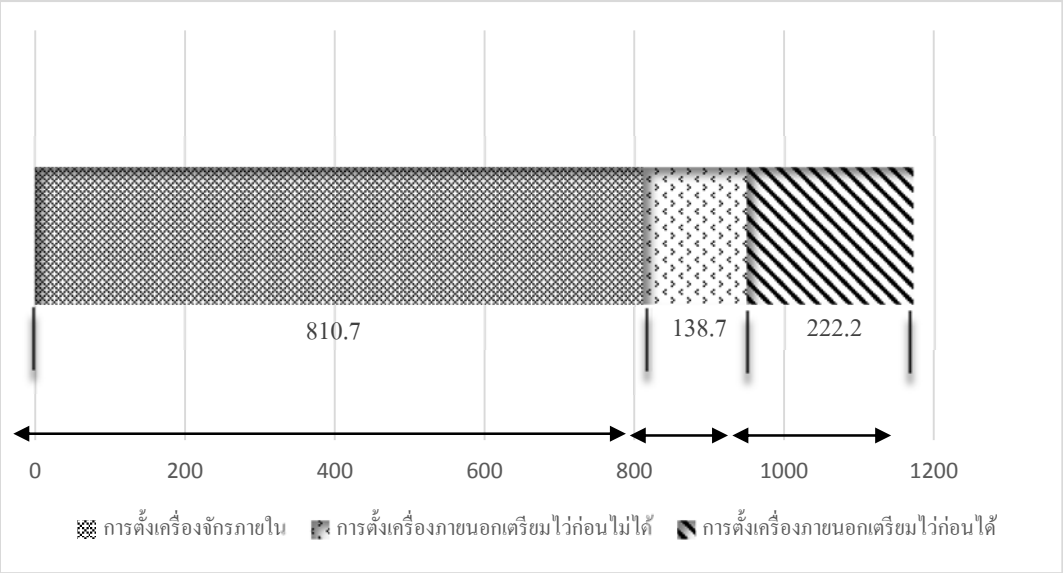
กิจกรรม	เวลา (นาที)	สามารถจัดเตรียมไว้ก่อนได้	ไม่สามารถจัดเตรียมไว้ก่อนได้	อธิบายรายละเอียด
1. ประชุมแผนกจ่ายงานรายวัน	14.8		☐	ประชุมแผนกประจำวัน
2. ประสานงานกับแผนกผลิตเพื่อหยุด	14.5		☐	
3. จัดเตรียมจิ๊กและฟิกซ์เจอร์	18.8	☐		สามรถจัดเตรียมก่อนที่จะทำการปรับตั้งเครื่องจักร มีการแจ้งแผนการปรับตั้งเครื่องจักร
4. ตรวจสอบสภาพจิ๊กและฟิกซ์เจอร์	19.2	☐		
5. จัดเตรียมเครื่องมือตัด	63.0	☐		
6. ตรวจสอบสภาพเครื่องมือตัด	16.2	☐		
7. ปรับตั้งความยาวเครื่องมือตัด	105.0	☐		
8. เคลื่อนย้าย จิ๊กและฟิกซ์เจอร์ไปที่เครื่องจักร	27.7		☐	เคลื่อนย้ายเครื่องมือตัด
9. ส่งชิ้นงานเขาทำการตรวจสอบ	53.7		☐	ตรวจสอบตามมาตรฐานการผลิต
10. ส่งมอบสายการผลิตและปิดการปรับตั้งเครื่องจักร	28.0		☐	ปิดการปรับตั้งเครื่องจักร
จำนวนกิจกรรม		5	5	
เวลากิจกรรม	360.9	222.2	138.7	
เปอร์เซ็น	100 %	61.7 %	38.3 %	

กลุ่มกิจกรรมที่ไม่สามารถแยกออกมาเตรียมไว้ก่อนได้มี 5 กิจกรรม ใช้เวลาทำกิจกรรม 138.7 นาที คิดเป็น 38.3%

กลุ่มกิจกรรมที่สามารถแยกมาเตรียมไว้ก่อนได้มี 5 กิจกรรม ใช้เวลาทำกิจกรรม 222.2 นาที คิดเป็น 61.7%

เมื่อแยกกิจกรรมที่สามารถนำมาเตรียมไว้ก่อนที่เครื่องจักรหยุดมาเตรียมไว้ก่อน ทำให้สามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรได้ 222.2 นาที ลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักรจาก 1,171.6 นาที เหลือ 949.4 นาที

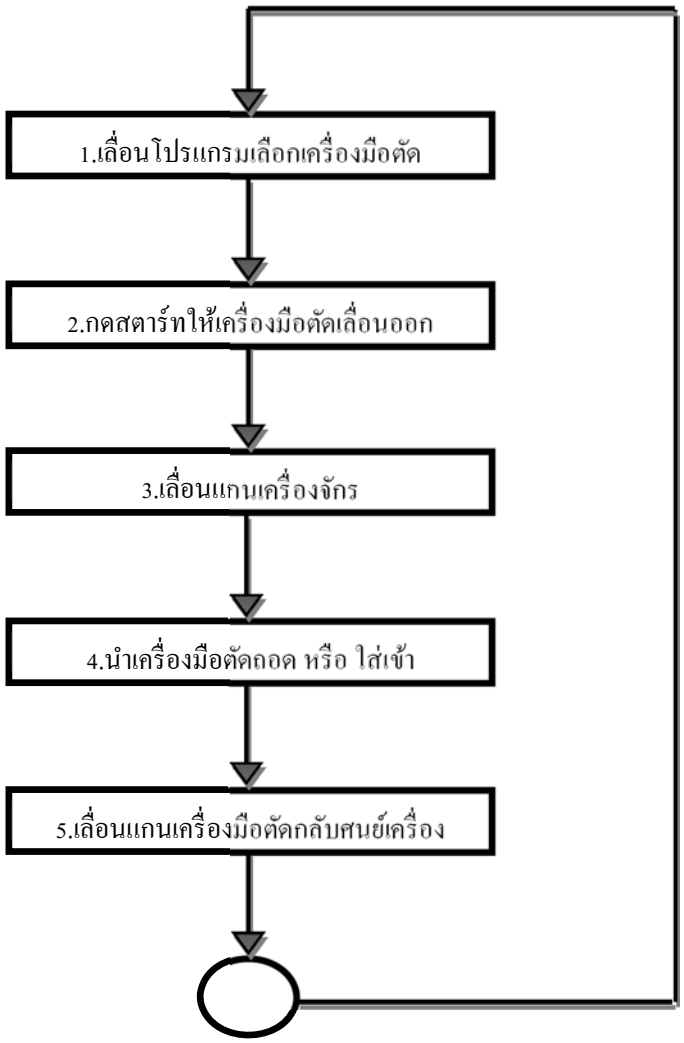
เมื่อนำเวลาการปรับตั้งเครื่องที่เป็นการตั้งเครื่องภายในและการตั้งเครื่องภายนอกที่ได้แยกกิจกรรมแล้วมาแสดงเป็นกราฟ ดังภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 เวลาหลักการปรับปรุงขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรโดยใช้เทคนิค SMED

ลดเวลาการถอดและการติดตั้งเครื่องมือตัด

ถอดและการติดตั้งเครื่องมือตัดซึ่งเป็นกิจกรรมการติดตั้งเครื่องภายในที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4-1 ลำดับกิจกรรมที่ 11 และ 14 การถอดและติดตั้งเครื่องมือตัดมีลำดับขั้นตอนการทำงาน 5 ขั้นตอนที่เหมือนกันแสดงได้ดังภาพที่ 4-2 และแสดงเป็นแผนภูมิการไหลดังตารางที่ 4-3



ภาพที่ 4-2 ขั้นตอนถอดและการติดตั้งเครื่องมือตัดวิธีเดิม

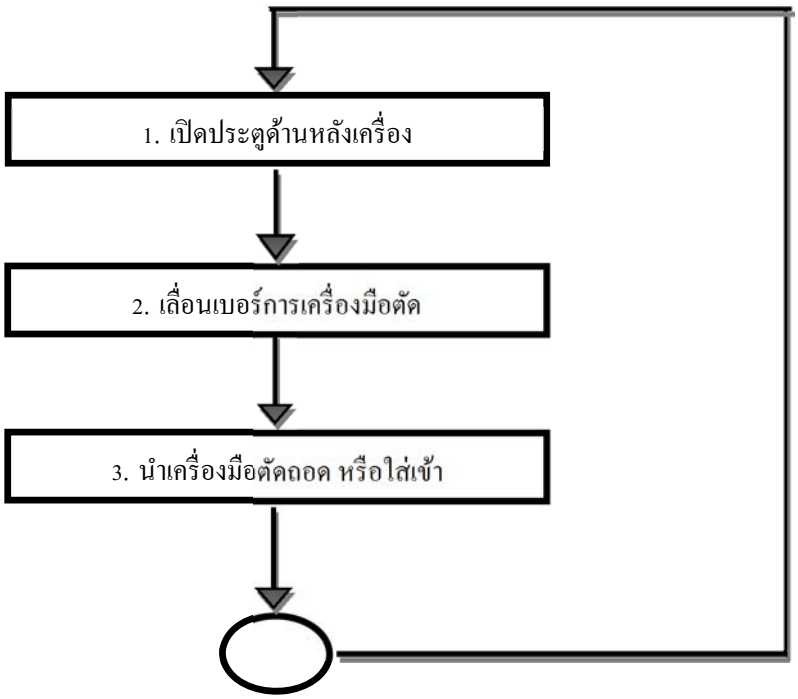
เนื่องจากการถอดและการติดตั้งเครื่องมือตัดแต่ละครั้งมีเครื่องมือตัดหลายรายการ เมื่อติดตั้งตัวแรกตามขั้นตอนในภาพที่ 4-2 เสร็จแล้วการติดตั้งเครื่องมือตัด ตัวต่อไปทำในทำนองเดียวกันจนครบตามจำนวนรายการที่ใช้งาน

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ Flow process chart								
แผนภูมิหมายเลข 1 แผ่นที่ 1 ของ 1	สรุปผล							
ผลิตภัณฑ์/ วัสดุ/ พนักงาน	กิจกรรม		ก่อน		หลัง		ลดลง	
ชิ้นส่วนท่อส่งข้าว	ปฏิบัติงาน	●	5					
กิจกรรม: ขั้นตอนถอดและการติดตั้งเครื่องมือตัด (วิธีเดิม)	เคลื่อนย้าย	➡						
	ล่าช้า	D						
วิธีทำงาน: ปัจจุบัน/ ปรับปรุง	ตรวจสอบ	■						
สถานที่: โรงงานตัวอย่าง	เก็บ	▼						
บันทึกโดย วันที่	เวลา (นาที)		240.3					
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์ ● ➡ D ■ ▼			คน	เครื่องจักร	รูปภาพ	
1. เลื่อนโปรแกรมเลือกเครื่องมือตัด	60.1				×			
2. กดสตาร์ทให้เครื่องมือตัดเลื่อนออก	38.4				×			
3. เลื่อนแกนเครื่องจักร	52.9				×			
4. นำเครื่องมือตัดถอด หรือใส่เข้า	43.3				×			
5. เลื่อนแกนเครื่องมือตัดกลับศูนย์เครื่อง	45.6				×			

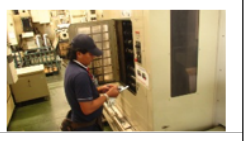
ภาพที่ 4-3 แผนภูมิการไหลของขั้นตอนถอดและการติดตั้งเครื่องมือตัดวิธีเดิม

วิธีการถอดและติดตั้งเครื่องมือตัด (วิธีเดิม) ซึ่งแสดงในภาพที่ 4-2 เป็นการทำงานอยู่ด้านหน้าของเครื่องจักร ทำให้เสียเวลาในการเรียกโปรแกรม G-code ของโปรแกรมซ้ำกันตามจำนวนของเครื่องมือตัด

เมื่อวิเคราะห์ปัญหาเกิดจากขั้นตอนของการถอดและติดตั้งเครื่องมือตัด คือ ต้องเสียเวลาในการเรียกโปรแกรม G-code ซ้ำแต่ถ้าทำการถอดและติดตั้งเครื่องมือตัดทางด้านหลังเครื่องจักร โดยทำการติดเบอร์ที่เครื่องมือตัดก่อนทำการปรับตั้งเครื่องจักรจะทำให้ไม่ต้องเสียเวลามาทำการเรียกโปรแกรม G-code อีกและสามารถใส่เครื่องมือตัดได้หลายตัวพร้อมกันในการเลื่อน 1 ครั้ง ทางด้านหลังเครื่องสามารถลดขั้นตอนทำงานลงจาก 5 เหลือ 3 ขั้นตอนดังแสดงในภาพที่ 4-4 และแผนภูมิการไหลดังภาพที่ 4-5

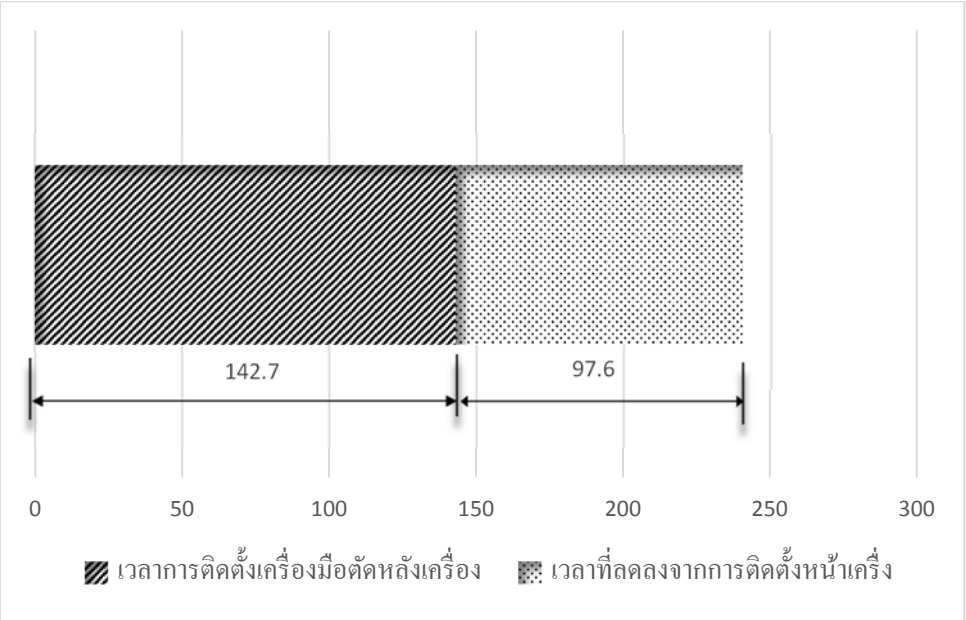


ภาพที่ 4-4 ขั้นตอนถอดและติดตั้งเครื่องมือตัดหลังการปรับปรุง

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ Flow process chart								
แผนภูมิหมายเลข 1 แผ่นที่ 1 ของ 1	สรุปผล							
ผลิตภัณฑ์/ วัสดุ/ พนักงาน	กิจกรรม		ก่อน		หลัง		ลดลง	
ชิ้นส่วนท่อส่งข้าว	ปฏิบัติงาน		5		3		2	
กิจกรรม ขั้นตอนถอดและการติดตั้งเครื่องมือตัด (วิธีหลังการปรับปรุง)	เคลื่อนย้าย							
	ล่าช้า							
วิธีทำงาน: ปัจจุบัน/ ปรับปรุง	ตรวจสอบ							
สถานที่: โรงงานตัวอย่าง	เก็บ							
บันทึกโดย วันที่	เวลา (นาที)		240.3		142.7		97.6	
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์					คน	เครื่องจักร	รูปภาพ
1. เปิดประตูด้านหลังเครื่อง	57.1						×		
2. เลื่อนเบอร์การเครื่องมือตัด	35.6						×		
3. นำเครื่องมือตัดถอด หรือ ใส่เข้า	50.0						×		

ภาพที่ 4-5 แผนภูมิการไหลขั้นตอนถอดและการติดตั้งเครื่องมือตัดหลังการปรับปรุง

เมื่อทำการปรับปรุงวิธีการถอดและการติดตั้งเครื่องมือตัด สามารถลดเวลาจาก 240.3 นาที เหลือ 142.7 นาที ลดลงจากเดิม 97.6 นาที แสดงดังภาพที่ 4-6



ภาพที่ 4-6 เวลาที่ปรับลดลงของการถอดและติดตั้งเครื่องมือตัดหลังการปรับปรุง

ออกแบบการล็อกตำแหน่งจิ๊กใหม่

1. ขั้นตอนการติดตั้งจิ๊กแบบเดิม

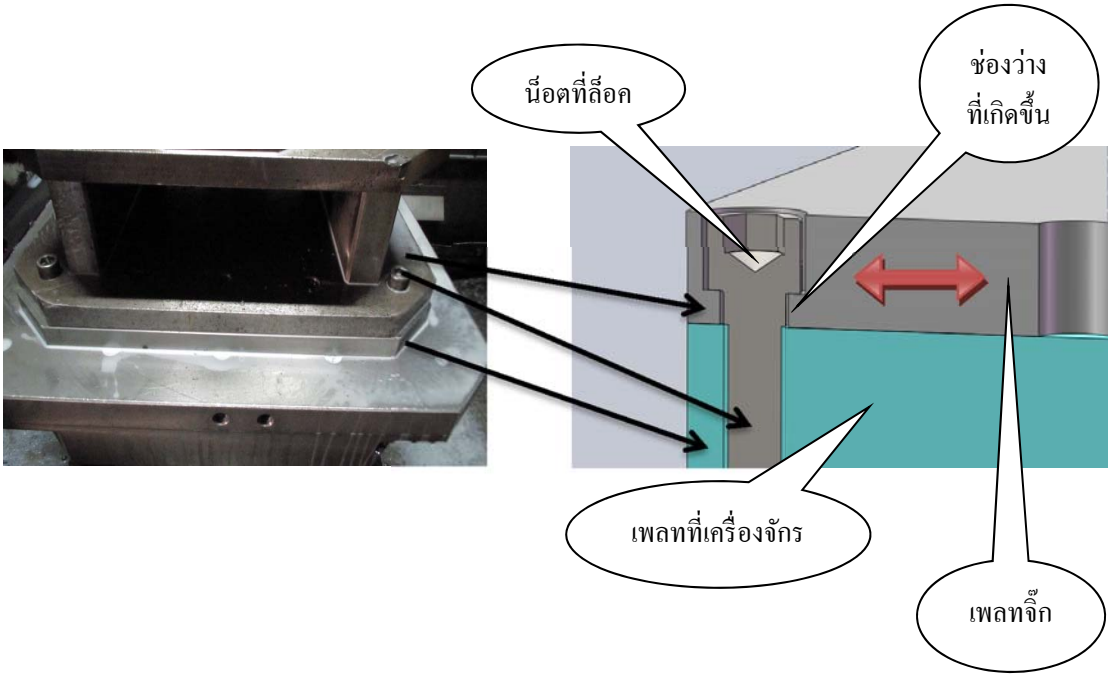
เมื่อทำการตรวจสอบขั้นตอนการติดตั้งจิ๊กของพนักงาน มีขั้นตอนแสดงในภาพที่ 4-7 การทดลองเดินงานใช้เวลานาน มีสาเหตุหลักจากการปรับตั้งชิ้นงานแต่ละครั้ง ตำแหน่งการเปลี่ยนของจิ๊กไม่อยู่ในตำแหน่งเดิมทำให้พนักงานต้องทำการแก้ไข G-code ในโปรแกรม

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ Flow process chart							
แผนภูมิหมายเลข 1 แผ่นที่ 1 ของ 1	สรุปผล						
ผลิตภัณฑ์/ วัสดุ/ พนักงาน	กิจกรรม		ก่อน	หลัง	ลดลง		
ชิ้นส่วนท่อส่งข้าว	ปฏิบัติงาน	●	4				
กิจกรรม: ขั้นตอนขั้นตอนการติดตั้งจิ๊กของพนักงาน (วิธีเดิม)	เคลื่อนย้าย	➡					
	ล่าช้า	D					
วิธีทำงาน: ปัจจุบัน/ ปรับปรุง	ตรวจสอบ	■					
สถานที่: โรงงานตัวอย่าง	เก็บ	▼					
บันทึกโดย วันที่	เวลา (นาที)						
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	สัญลักษณ์					คน	เครื่องจักร	รูปภาพ
	●	➡	D	■	▼			
1. พนักงานถอดจิ๊ก ชุดเก่าออกทำความสะอาดแผ่นเพลทเครื่องจักร						×		
2. จิ๊กชุดใหม่ขึ้นติดตั้งบนเพลทเครื่องทำการยึดตำแหน่งด้วยน็อตล็อค 4 ตัวเพื่อประคองให้อยู่ในตำแหน่ง						×		
3. พนักงานทำการลากระนาบจิ๊กโดยใช้เครื่องในการตรวจสอบความขนาน และถ้าไม่ได้ระนาบจะทำเคาะหาระนาบใหม่จนกว่าจะได้						×		
4. เมื่อได้ระนาบแล้วพนักงานทำการล็อคจิ๊กชุดใหม่จนแน่น						×		

ภาพที่ 4-7 แผนภูมิการไหลของขั้นตอนการติดตั้งจิ๊กของพนักงาน (วิธีเดิม)

เมื่อทำการขึ้นจิ๊กใหม่ ตำแหน่งของจิ๊กจะไม่ตรงกับตำแหน่งเดิมจึงต้องทำการหาศูนย์ของตำแหน่งของชิ้นงานใหม่ และนำค่ามาใส่ G-code ในโปรแกรมเพื่อปรับตำแหน่งให้ตรงกับศูนย์ของชิ้นงาน ดังนั้น การปรับตำแหน่งใหม่ใน G-code ของโปรแกรมจะทำให้ตรงกับศูนย์ชิ้นงานใหม่

เมื่อวิเคราะห์ขั้นตอนการติดตั้งจิ๊กชุดใหม่ที่ต้องทำการหาระนาบใหม่และล็อคจิ๊กใหม่ ทำให้จิ๊กชุดใหม่ไม่อยู่ในตำแหน่งเดิมพบว่าเกิดช่องว่างระหว่างจิ๊กกับน็อตล็อคแสดงดังภาพที่ 4-8 เมื่อทำการติดตั้งจิ๊กใหม่จิ๊กสามารถขยับตัวได้ ทำให้จิ๊กไม่อยู่ในตำแหน่งเดิม

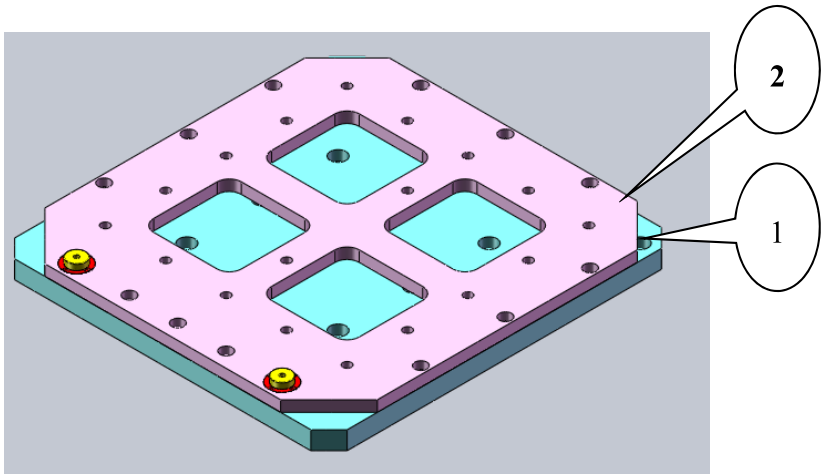


ภาพที่ 4-8 ลักษณะช่องว่างที่เกิดขึ้นระหว่างจิ๊กกับน็อตล็อค

2. การปรับปรุงการติดตั้งจิ๊กใหม่

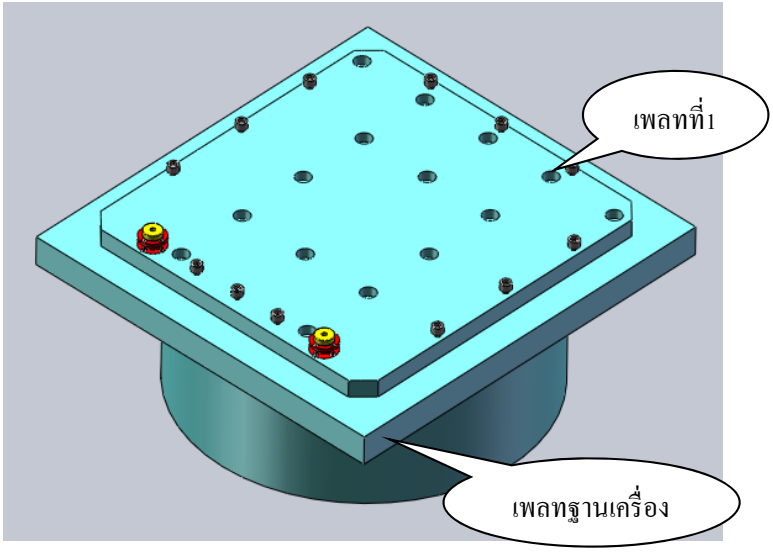
การติดตั้งจิ๊กแบบเดิม ต้องปรับตั้งตำแหน่งใหม่ทุกครั้ง เนื่องจากมีช่องว่างระหว่างจิ๊กกับน็อตล็อคเพื่อแก้ไขปัญหานี้จึงได้ออกแบบที่ล็อคจิ๊กแบบใหม่ดังแสดงในภาพที่ 4-9 มีรายละเอียดของแบบอยู่ในภาคผนวก ก

ที่ล็อคจิ๊กใหม่นี้ประกอบด้วย 2 เพลท โดยมีเพลทเบอร์ 1 (แผ่นด้านล่าง) ประกอบเข้ากับเพลทของเครื่องจักร ส่วนแผ่นเพลทเบอร์ 2 ประกอบเข้ากับจิ๊กแล้วประกอบเพลททั้ง 2 แผ่นนี้เข้าด้วยกัน Guide pin โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้



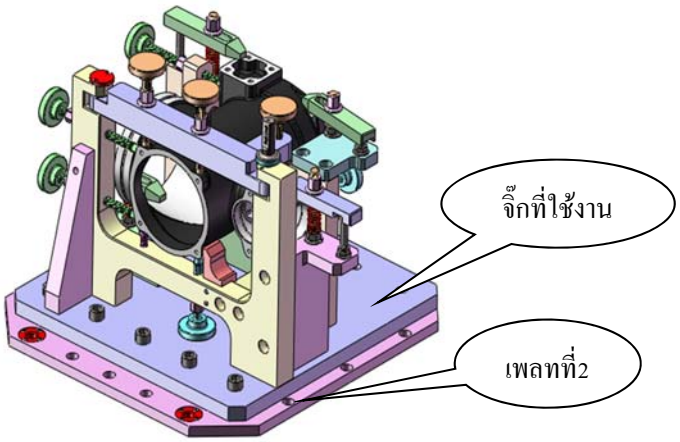
ภาพที่ 4-9 ตัวอย่างเพลทใส่จิ๊กที่ทำการออกแบบใหม่

1. นำแผ่นเพลทที่ 1 เข้าติดตั้งกับเพลทของเครื่องจักร แสดงดังภาพที่ 4-10



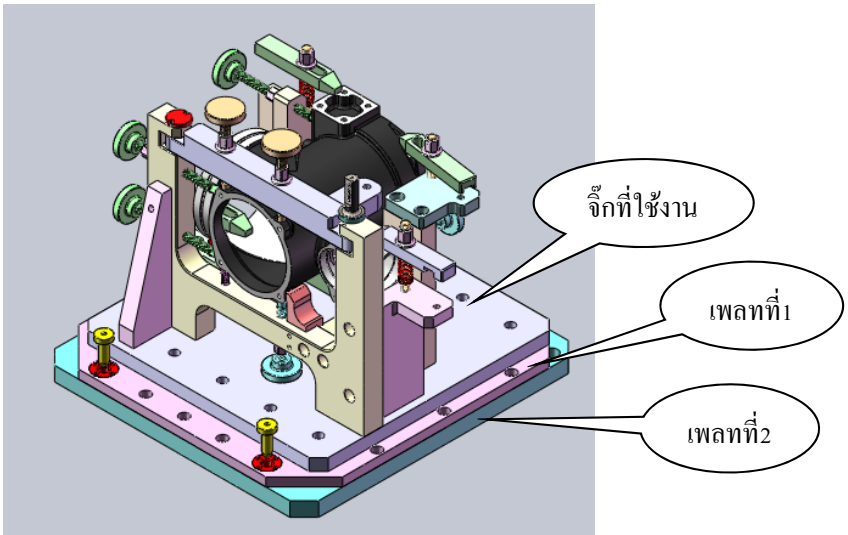
ภาพที่ 4-10 ตัวอย่างการติดตั้งเพลทเบอร์ 1 ติดตั้งเข้าที่เพลทของเครื่องจักร

2. นำแผ่นเพลทที่ 2 ประกอบเข้ากับจิ๊กและปรับระนาบ แสดงดังภาพที่ 4-11



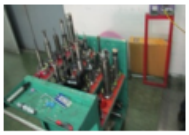
ภาพที่ 4-11 ตัวอย่างการติดตั้งเพลทเบอร์ 2 ติดตั้งเข้าที่จิ๊ก

3. นำชุดจิ๊กไปติดตั้งบนเพลทแผ่นที่ 1 ที่ถูกประกอบบนเครื่องจักร และทำการล็อคตำแหน่งด้วย Pin การล๊อกด้วย Pin จะทำให้ไม่เกิดช่องว่างทำให้ตำแหน่งที่ต้องการ แสดงดังภาพที่ 4-12



ภาพที่ 4-12 การติดตั้งแผ่นมาตรฐานเบอร์ 2 และเบอร์ 2

เมื่อทำการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรในสายการผลิตชิ้นส่วนท่อส่งข้าว เวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักรชิ้นส่วนท่อส่งข้าว ข้อมูลเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรหลังการปรับปรุงโดยแสดงเป็นแผนภูมิการไหลของกระบวนการตั้งเครื่องจักรผลิตชิ้นส่วนท่อส่งข้าว แสดงดังภาพที่ 4-13

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ Flow process chart							
แผนภูมิหมายเลข 1 แผ่นที่ 1 ของ 2	สรุปผล						
ผลิตภัณฑ์/ วัสดุ/ พนักงาน	กิจกรรม		ก่อน	หลัง	ลดลง		
ชิ้นส่วนท่อส่งข้าว	ปฏิบัติงาน	●	12	9	1		
กิจกรรม:	เคลื่อนย้าย	➡	1	1	1		
กระบวนการปรับตั้งเครื่องจักร	ล่าช้า	D					
วิธีทำงาน: ปัจจุบัน/ ปรับปรุง	ตรวจสอบ	■	4	2	3		
สถานที่: โรงงานตัวอย่าง	เก็บ	▼					
บันทึกโดย วันที่	เวลา		1171.6	609.3	562.3		
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์				คน	เครื่องจักร	รูปภาพ
1. ประชุมแผนกจ่ายงานรายวัน	14.0					×		
2. ประสานงานกับแผนกผลิตเพื่อหยุด	14.3					×		
3. เคลื่อนย้ายจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ไปที่เครื่องจักร	28.3					×		
4. ตรวจสอบเครื่องจักร	16.0					×		
5. ถอดจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ (ชุดเก่า)	29.7					×		
6. ถอดเครื่องมือตัด (ชุดเก่า)	61.8					×		

ภาพที่ 4-13 แผนภูมิการไหลของกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรท่อส่งข้าว (หลังการปรับปรุง)

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ Flow process chart									
แผนภูมิหมายเลข 1 แผ่นที่ 2 ของ 2									
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์					คน	เครื่องจักร	รูปภาพ
7. ติดตั้งโปรแกรม	28.7							×	
8. ติดตั้งจิ๊กและฟิกซ์เจอร์	18.3						×		
9. ติดตั้งเครื่องมือตัด	80.9						×		
10. ปรับแก้ไขชิ้นงานและทำการทดลองเดินงาน	236.7							×	
11. ส่งชิ้นงานเขาทำการตรวจสอบ	51.3						×		
12. ส่งมอบสายการผลิตและปิดการปรับตั้งเครื่องจักร	28.7						×		

ภาพที่ 4-13 (ต่อ)

หลังการปรับปรุงการติดตั้งจิ๊กวิธีการใหม่ทำให้สามารถลดเวลาของการหาระนาบ และตำแหน่งใหม่ของการติดตั้ง เนื่องจากการติดตั้งแต่ละครั้งจิ๊กต้องอยู่ในตำแหน่งเดิมเสมอ โดยการล๊อคตำแหน่งโดย Pin ทำให้เวลาในการปรับแต่ง G-code ของโปรแกรมในการแก้ไขชิ้นงานและการทดลองเดินงานลดลง เดิมใช้เวลา 479.2 นาที หลังทำการปรับปรุงลดลงเหลือ 236.7 นาที ลดไปได้ 242.5 นาที

คำนวณหาจุดคุ้มทุนในการดำเนินการออกแบบการล็อคตำแหน่งจิ๊กใหม่ ต้นทุนการสั่งทำเพลท 3 ชุด 45,500.00 บาท โดยมีข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียด ดังนี้

กำหนดให้

N = ปริมาณการผลิต

V = ต้นทุนแปรผัน/ หน่วย

F = ต้นทุนคงที่

P = ราคาขาย/ หน่วย

N* = ปริมาณการผลิต ณ จุดคุ้มทุน

ณ จุดคุ้มทุน คือ

ปริมาณการผลิต = ต้นทุนรวมที่มีปริมาณการผลิต ณ จุดคุ้มทุน

$$N = \frac{F}{P - V}$$

จุดคุ้มทุนหรือจุดเสมอตัว (Break even point) หมายถึง จุดซึ่งรายได้จากการลงทุนเท่ากับค่าลงทุน หรืออีกนัยหนึ่ง หมายถึง จุดที่แสดงค่าใช้จ่ายกับรายรับเท่ากัน ซึ่งหมายความว่า จุดซึ่งมีกำไรเป็นศูนย์

กำหนดให้

N = ปริมาณการผลิต ณ จุดคุ้มทุนชิ้น

V = 1,000.00 บาท

F = 45,500.00 บาท

P = 1,250.00 บาท

ณ จุดคุ้มทุน คือ

รายรับที่ปริมาณการผลิต = ต้นทุนรวมที่มีปริมาณการผลิต ณ จุดคุ้มทุน

$$N = \frac{F}{P - V}$$

$$N = \frac{45,500.0}{1,000.0 - 1,250.0}$$

N = 182 ชิ้น

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผล

สรุปผลการดำเนินงาน

ในการดำเนินงานในการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนท่อส่งข้าวมี 3 รายการ ดังนี้

1. ลดกิจกรรมขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักร โดยใช้เทคนิคใน SMED
2. ลดเวลาการถอดและการติดตั้งเครื่องมือตัด
3. ออกแบบการล็อคตำแหน่งจิ๊กใหม่

สรุปผลได้ ดังต่อไปนี้

1. ลดกิจกรรมขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักร โดยใช้เทคนิคใน SMED

โดยการแยกงานภายนอกและภายในของขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรด้วยเทคนิค SMED ตัดงานภายนอกที่แยกออกมาทำก่อนได้ออก 5 กิจกรรมลดเวลาได้ 222.2 นาที ดังตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 เวลาที่ลดหลังการปรับปรุงโดยใช้เทคนิคใน SMED

กิจกรรม	ก่อนการปรับปรุง (นาที)	หลังการปรับปรุง (นาที)	ลดลง (นาที)
ปรับปรุงโดยใช้เทคนิคใน SMED	1171.5	949.3	222.2

2. ลดเวลาการถอดและการติดตั้งเครื่องมือตัด

เมื่อทำการปรับปรุงกระบวนการ การถอดและการติดตั้งเครื่องมือตัดโดยกระทำที่ด้านหลังเครื่อง เวลาก่อนการปรับปรุงลดลงจากเดิมสามารถเวลาได้ 97.6 นาที แสดงดังตารางที่ 5-2

ตารางที่ 5-2 เวลาที่ลดหลังการปรับปรุงลดเวลาการถอดและการติดตั้งเครื่องมือตัด

กิจกรรม	ก่อนการปรับปรุง (นาที)	หลังการปรับปรุง (นาที)	ลดลง (นาที)
ถอดและติดตั้งเครื่องมือตัด	240.3	143.3	97.6

3. ออกแบบการล็อคตำแหน่งจิ๊กใหม่

เมื่อทำการตรวจสอบขั้นตอนการทำงานของพนักงาน การปรับแก้ไขชิ้นงานและทำการทดลองเดินงานใช้เวลานาน มีสาเหตุหลักจากการปรับตั้งชิ้นงานแต่ละครั้ง ตำแหน่งการเปลี่ยนขอบจิ๊กไม่อยู่ในตำแหน่งเดิมทำการออกแบบเพลทล๊อคจิ๊กด้วย Pin สามารถลดเวลาได้ 242.5 นาที ดังแสดงในตารางที่ 5-3

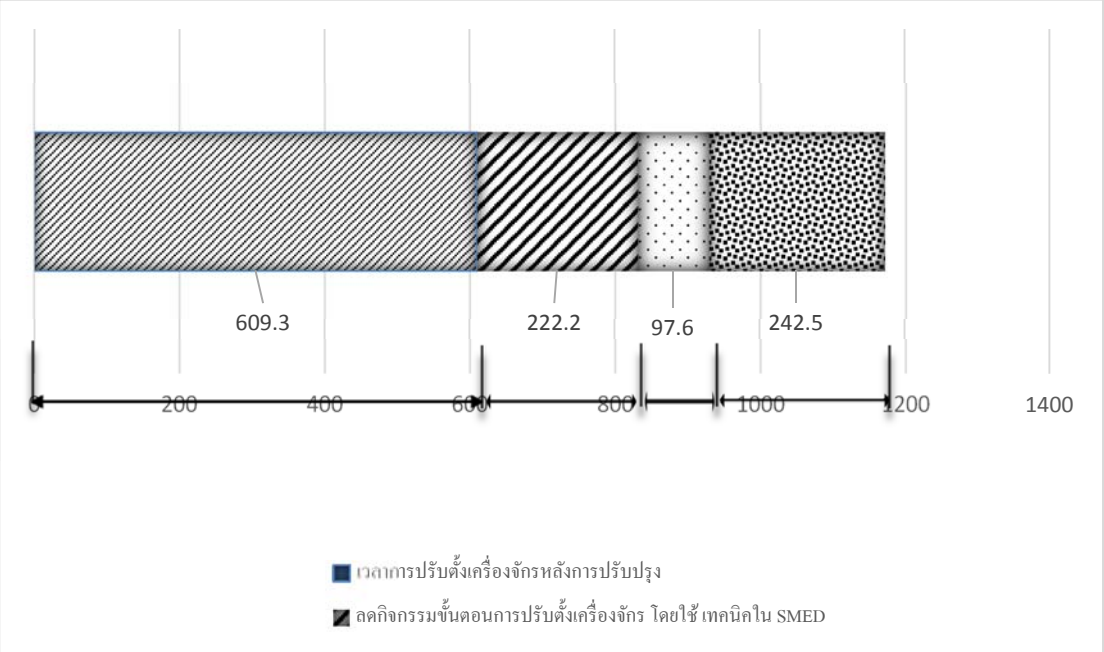
ตารางที่ 5-3 เวลาที่ปรับลดหลังการปรับปรุงออกแบบการล็อคตำแหน่งจิ๊กใหม่

กิจกรรม	ก่อนการปรับปรุง (นาที)	หลังการปรับปรุง (นาที)	ลดลง (นาที)
ปรับแก้ไขชิ้นงานและทำการทดลองเดินงาน	497.2	236.7	242.5

สรุปผลการดำเนินการลดความสูญเปล่าในกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรชิ้นส่วนท่อส่งข้าว แสดงได้ดังตารางที่ 5-4 และภาพที่ 5-1

ตารางที่ 5-4 สรุปเวลาที่ลดหลังการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักร

กิจกรรม	ก่อนการปรับปรุง (นาที)	หลังการปรับปรุง (นาที)	เวลาที่ลดลง	
			เวลา (นาที)	เปอร์เซ็น 99
1. ลดกิจกรรมขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักร โดยใช้ เทคนิคใน SMED	1171.6	949.3	222.2	19%
2. ลดเวลาการถอดและการติดตั้งเครื่องมือตัด	949.3	851.7	97.6	8.3%
3. ออกแบบการล็อคตำแหน่งจิ๊กใหม่	851.7	609.3	242.5	20.7%
		สรุปเวลาที่ลดลง	562.3	48%



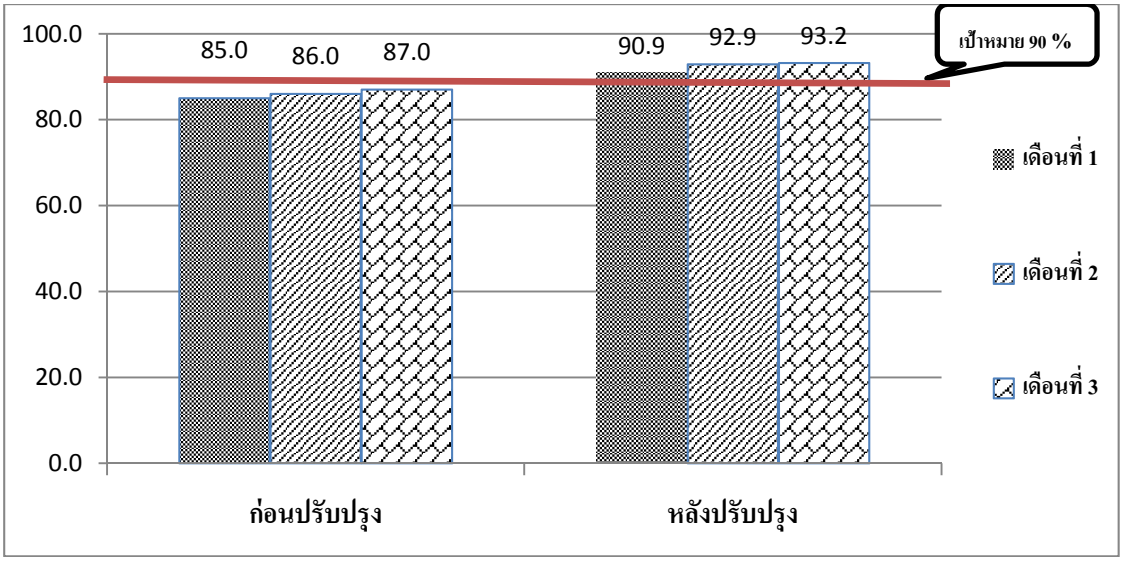
ภาพที่ 5-1 สรุปเวลาที่ปรับลดหลังการปรับปรุงการการปรับตั้งเครื่องจักร

จากการเก็บข้อมูลพบว่าจะมีเวลาที่เกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนท่อส่งข้าว จากข้อมูลเวลาที่ทำให้เกิดการสูญเสียในกระบวนการผลิตโดยทำการเก็บโดยหน่วยงานวางแผนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง ทำการเก็บข้อมูลการผลิตตั้งแต่เดือนกันยายน 2557 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 จากการบันทึกข้อมูลกระบวนการผลิตแสดงดังตารางที่ 5-5

ตารางที่ 5-5 ประสิทธิภาพการผลิตในสายการผลิตท่อส่งข้าวหลังการปรับปรุง

เดือน	ชิ้นงานที่ทำการผลิตตามแผน (ชิ้น/ เดือน)	ชิ้นงานที่ผลิตได้ (ชิ้น/ เดือน)	ประสิทธิภาพการผลิต (%)
ต.ค. 57	720	654	90.9%
พ.ย. 57	744	691	92.9%
ธ.ค. 57	525	489	93.2%

นำข้อมูลประสิทธิภาพในการผลิตชิ้นงานต่อเดือนของโรงงานทำการเปรียบเทียบผลหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานต้องไม่ต่ำกว่า 90% ตามมาตรฐานดังแสดงในภาพที่ 5–2



ภาพที่ 5-2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในสายการผลิตท่อส่งข้าวก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

อภิปรายผลการดำเนินงาน

เริ่มจากศึกษากระบวนการผลิตในขั้นตอนทั้งหมด เก็บข้อมูลการผลิตท่อส่งข้าว นำมาวิเคราะห์เวลาที่ใช้สูงที่สุดในสถานีงานเกิดความสูญเปล่าจุดใดบ้าง หลังจากนั้นกำหนดปัญหาโดยพิจารณาจากรอบเวลาการทำงานเทียบกับความต้องการของลูกค้า จากจำนวนชั่วโมงการผลิตตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 ที่ได้ชั่วโมงการผลิตที่สูงที่สุดมาทำการตั้งเป้าหมายของเวลาที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ จึงทำการสำรวจสภาพปัจจุบันในการผลิตหาลักษณะข้อบกพร่องด้านเวลาและความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการผลิต โดยใช้ผังก้างปลาในการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องที่ส่งผลต่อการเกิดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต พบว่าปัญหาที่เกิดมากที่สุด คือ เกิดจากสูญเสียเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรใช้เวลาการทำงานสูงที่สุดในกระบวนการ เพื่อลดเวลาที่สูญเสียได้เสนอในบทที่ 3 (ตารางที่ 3-6) เพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขสาเหตุที่ทำให้เกิดเวลาที่สูญเสีย ตามการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงในบทที่ 4 โดยการทำการแก้ไขปรับปรุงได้พบปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงาน ดังต่อไปนี้

1. ปัญหาที่พบในกระบวนการผลิต

ปัญหาที่พบในกระบวนการผลิตเป็นอุปสรรคต่อการทำงาน พบว่ามีปัจจัยในหลายด้านที่ทำให้เกิดการทำงานขาดประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตส่งผลให้เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการส่งผลต่อการรอคอยในกระบวนการถัดไป ได้แก่ ด้านเครื่องจักร ด้านพนักงาน ซึ่งสามารถอธิบายได้ ดังนี้

1.1 ด้านเครื่องจักร เนื่องจากเครื่องจักรใช้เวลานาน เกิดจากข้อกำหนดของเครื่องจักรที่ไม่สามารถปรับค่าลักษณะเฉพาะของเครื่องจักรได้

1.2 พนักงาน เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความล่าช้าในกระบวนการ คือ พนักงานใช้เวลานำชิ้นงานเข้า ออก จากเครื่องตรวจสอบในสถานีงาน เกิดจากการทำงานในสถานีงานนี้จะต้องเคลื่อนย้ายชิ้นงานทั้งสองมือคู่กันไป ไม่สามารถทำงานสองมือแบบต่อเนื่องได้ หรือการทำงานแบบมือซ้าย มือขวาได้

2. ผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับปรุงแก้ไขสามารถลดเวลาการปฏิบัติงานของกระบวนการผลิตสามารถสรุปได้ ดังนี้

2.1 ทำให้ทราบกำลังการผลิตท่อส่งข้าว

2.2 พบสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาจากการที่ได้ศึกษางานและการเก็บข้อมูล

2.3 สามารถเพิ่มผลการผลิตในสายการผลิตท่อส่งข้าว

หลังจากการดำเนินงานแก้ไขปรับปรุงในบทที่ 4 ทำให้ได้ผลลัพธ์ในการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องด้านเวลาต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตสายการผลิตท่อส่งข้าวเป็นไปตามเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ในบทที่ 3 การศึกษาโครงงานครั้งนี้ในโรงงานตัวอย่างทำให้ทีมงานผู้จัดทำโครงงานประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ในบทที่ 1

ข้อเสนอแนะ

หลังจากการทำโครงงานในโรงงานตัวอย่างเพื่อทำการเพิ่มผลผลิตในกระบวนท่อส่งข้าวพบว่ามีปัญหาบางประการที่ควรเสนอแนะต่อทางโรงงานเพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้นไป โดยมีรายละเอียด คือ

ในปัจจุบันกำลังการผลิตหลังการปรับยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกต้องทำการลงทุนทางด้านการเพิ่มเครื่องจักร

บรรณานุกรม

เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล. (2539). *การศึกษางาน: Work study*. กรุงเทพมหานคร: ประกอบเมไตร.

ขวัญใจ โชคไพบูลย์, ทศพล เกียรติเจริญผล. (2555). *การลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักรของกระบวนการพิมพ์โดยใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน*. มหาวิทยาวลัยศรีนครินทรวิโรฒ (องครักษ์).

เฉลิมชัย รัตนโสภาจิรสิน. (2552). *การลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตแบตเตอรี่ กรณีศึกษา บริษัท สยาม ยีเอส แบตเตอรี่ จำกัด*. มหาวิทยาลัยเทคโลยี่พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ชาณิดา พิทยานนนท์, ธีรวัฒน์ หม่อโป. (2556). *การออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานในกระบวนการพ่นสี กรณีศึกษา บริษัทคาวาซากิ มอเตอร์ เอ็นเตอร์ไพรส์ (ประเทศไทย) จำกัด*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสยาม.

เชาวลิต ถาวรสิน. (2550). *การจัดการการผลิต*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ธนิดา สุนารักษ์. (2556). *การปรับปรุงประสิทธิภาพในการบรรจุสินค้า*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.

ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ. (2554). *การเพิ่มผลผลิตกระบวนการประกอบคอมเพรสเซอร์*. มหาวิทยาลัยบูรพา.

ประเสริฐ ศรีบุญจันทร์, วิโรจน์ แซ่โฮ้. (2556). *การปรับปรุงกระบวนการผลิตโครงในเครื่องซักผ้า*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ยุทธณรงค์ จงจันทร์, ยอดนภา เกตุเมือง, นรา บุริพันธ์. (2555). *การจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตติดตั้งดั๊มพ์*. มหาวิทยาธนบุรี.

วงศกร มั่นทัพ. (2556). *การปรับปรุงกระบวนการด้วยแนวคิดการผลิตแบบลีน กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนพลาสติก*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรพจน์ ศิริรักษ์, พีรวัตร ลือสัก. (2556). *การเพิ่มผลผลิตของกระบวนการผลิตขนมจีนโดยใช้วิธีการศึกษางาน*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

อโณทัย กล้าการขาย, บรรเทิง ยานะ, เอกชัย แผ่นทอง, พงศ์วิทย์ พรมสุวรรณ และพรณารายณ์ สมสัตย์. (2556). *การเพิ่มอัตราผลผลิตแผ่นใยบวบขัดผิวธรรมชาติด้วยวิธีการศึกษาเวลา*. มหาวิทยาลัยพะเยา.

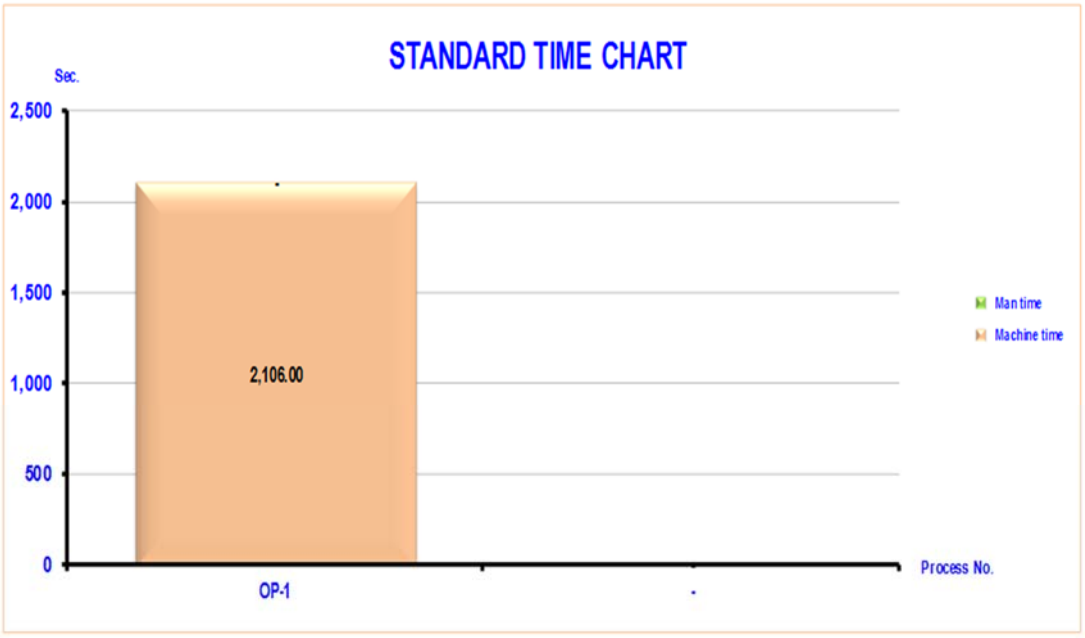
เอกรัตน์ บุปผเวส. (2556). *เพื่อลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรที่ใช้กระบวนการผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค*. บัณฑิตกลุ่มวิชาเทคโนโลยีการผลิต, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

PART NAME :	CASE UNLOADER 1	PART NO :		ISSUED	
MODEL :	DC-95GM	CUSTOMER :		CHECKED	__/__/__
LINE :		DATE :		APPROVED	__/__/__

STEP	M/C CODE	OPERATION	OPERATION TIME 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TIME Avr.	L/UL Time Avr.	Other Time Avr.	STD. TIME (MAN)	M/C TIME	Cycle Time
OP-1	LNC-062	Machine	2,106	2,106	2,106	2,106	2,106	2,106	2,106	2,106	2,106	2,106	2,106				2,106	2,106
-	-	-																

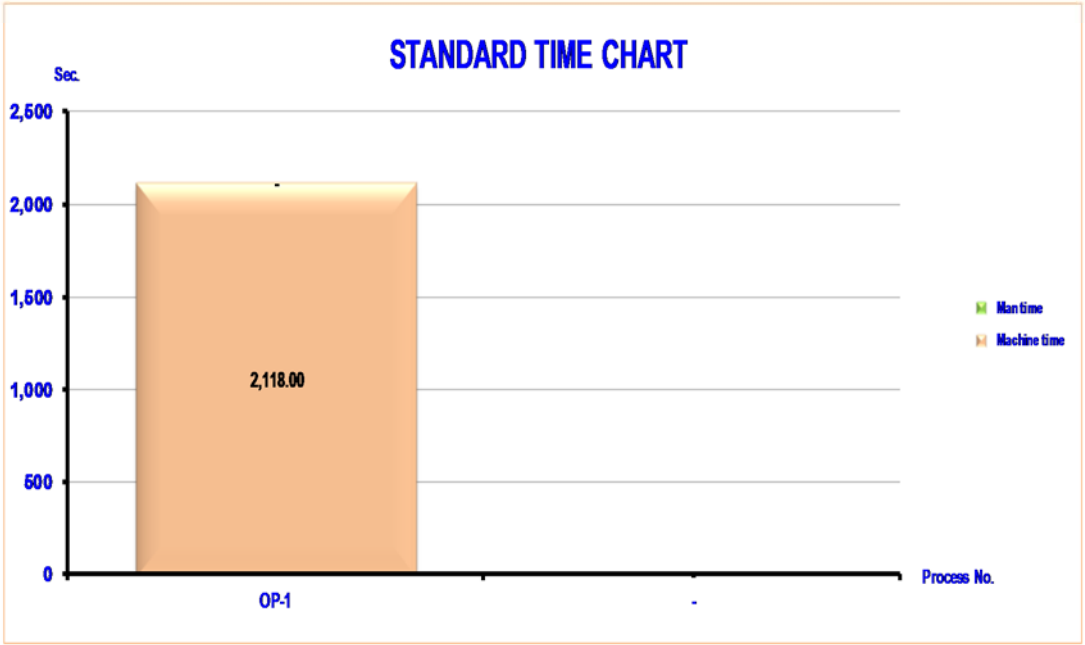


Total Allowance	=	10%				
Efficiency Machine	=	100%				
Line Efficiency	=	2106 x 100 / 2106.0	=	100 %		
Bottle Neck	=	OP-1,OP-2			REMARK : For planning	
☑ MACHINE NECK					WORKER LINE = 1 Man	
☐ MAN NECK						
TAKT TIME	=	2,106	Sec.		CAPACITY = 1.5 Pcs./Hr.	
Check Sheet data Record / hr.	=	150.0	Sec.			
Tool change and adjusting time	=	148.2	Sec.		ผู้ร่วมจับเวลา 1 _____	Engineering
Regular time for production / hr.	=	3600	Sec.		2 _____	Process Engineer

ภาพภาคผนวก ก-1 เวลาที่ใช้ในการผลิตท่อส่งข้าว

PART NAME :	CASE UNLOADER 2	PART NO :		ISSUED	
MODEL :	DC-95GM	CUSTOMER :		CHECKED	__/__/__
LINE :		DATE :		APPROVED	__/__/__

STEP	M/C CODE	OPERATION	OPERATION TIME 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TIME Avr.	L/UL Time Avr.	Other Time Avr.	STD. TIME (MAN)	M/C TIME	Cycle Time
OP-1	LNC-062	Machine	2,118	2,118	2,118	2,118	2,118	2,118	2,118	2,118	2,118	2,118	2,118				2,118	2,118
-	-	-																



Total Allowance	=	10%			
Efficiency Machine	=	100%			
Line Efficiency	=	2118 x 100 / 2118.0	=	100 %	
Bottle Neck	=	OP-1,OP-2			
☑ MACHINE NECK					
☐ MAN NECK					
TAKT TIME	=	2,118	Sec.		
Check Sheet data Record / hr.	=	150.0	Sec.		
Tool change and adjusting time	=	148.2	Sec.		
Regular time for production / hr.	=	3600	Sec.		

REMARK : For planning

WORKER LINE = 1 Man

CAPACITY = 1.5 Pcs./Hr.

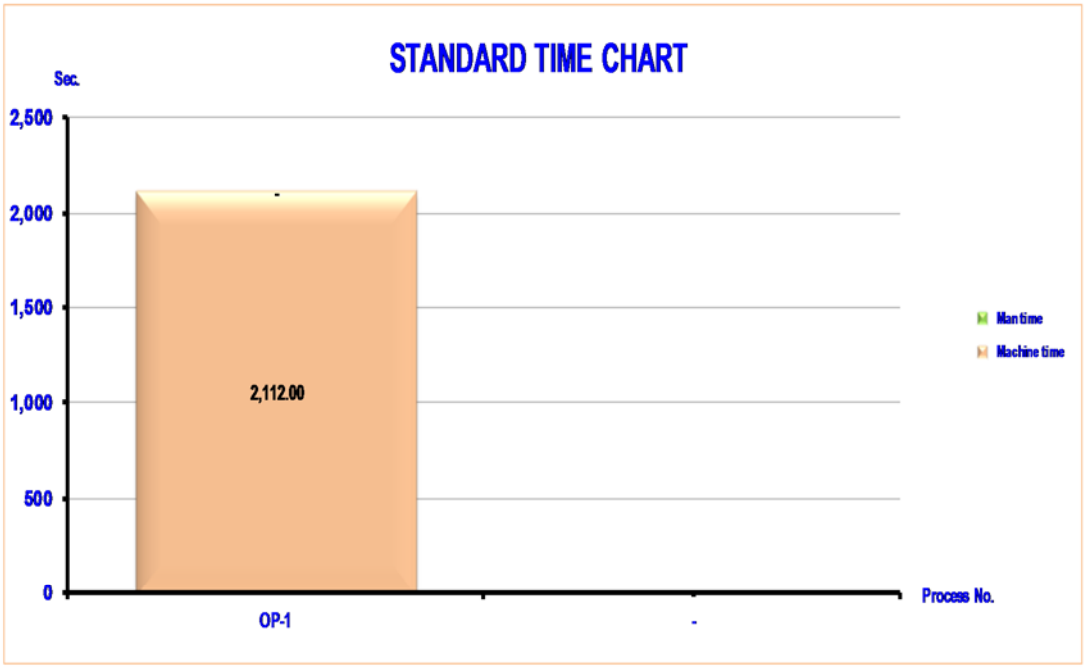
ผู้ร่วมจับเวลา 1 _____ Engineering.

2 _____ Process Engineer

ภาพภาคผนวก ก-2 เวลาที่ใช้ในการผลิตท่อส่งข้าว

PART NAME :	CASE UNLOADER 3	PART NO :		ISSUED	
MODEL :	DC-95GM	CUSTOMER :		CHECKED	__/__/__
LINE :		DATE :		APPROVED	__/__/__

STEP	M/C CODE	OPERATION	OPERATION TIME 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TIME Avr.	L/UL Time Avr.	Other Time Avr.	STD. TIME (MAN)	M/C TIME	Cycle Time
OP-1	LNC-062	Machine	2,112	2,112	2,112	2,112	2,112	2,112	2,112	2,112	2,112	2,112	2,112				2,112	2,112
-	-	-																



Total Allowance	=	10%				
Efficiency Machine	=	100%				
Line Efficiency	=	2112 x 100 / 2112.0	=	100 %		
Bottle Neck	=	OP-1,OP-2		REMARK : For planning		
☑ MACHINE NECK				WORKER LINE =	1	Man
☐ MAN NECK						
TAKT TIME	=	2,112	Sec.	CAPACITY =	1.5	Pcs./Hr.
Check Sheet data Record / hr.	=	150.0	Sec.			
Tool change and adjusting time	=	149.4	Sec.	ผู้ร่วมจับเวลา	1 _____	Engineering.
Regular time for production / hr.	=	3600	Sec.		2 _____	Process Engineer

ภาพภาคผนวก ก-3 เวลาที่ใช้ในการผลิตท่อส่งข้าว

ภาคผนวก ข

WORKING ANALISIS SHEET LINE: KBT-17

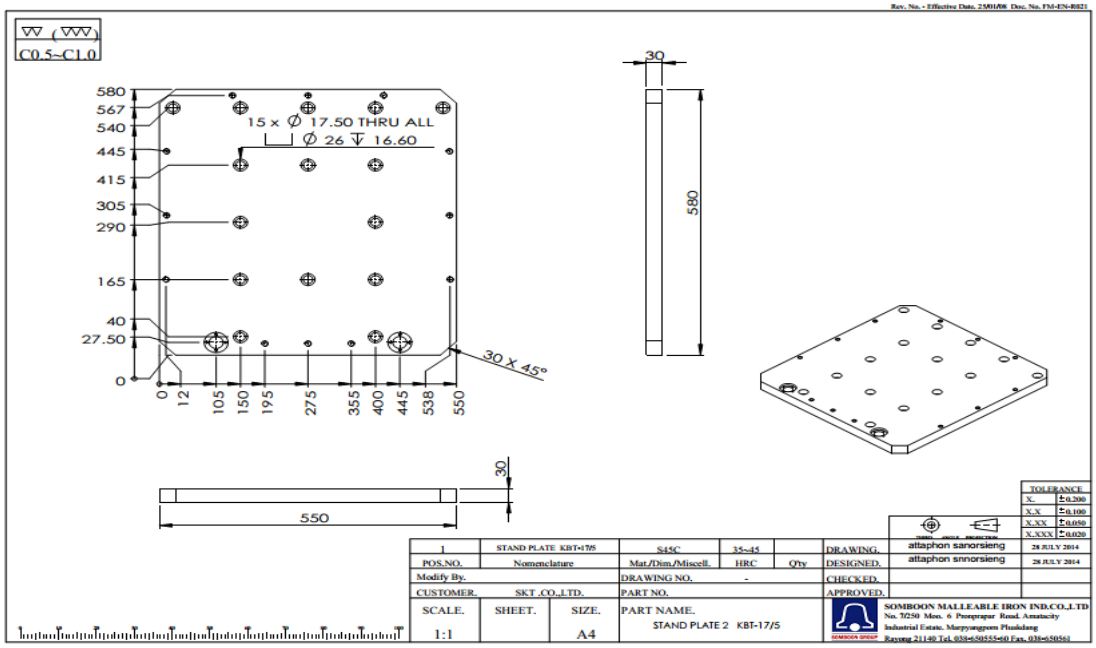
PROCESS NAME: ปรับตั้งเครื่องจักร SHIFT: A,B

MACHINE NAME: CASE UNLOADER

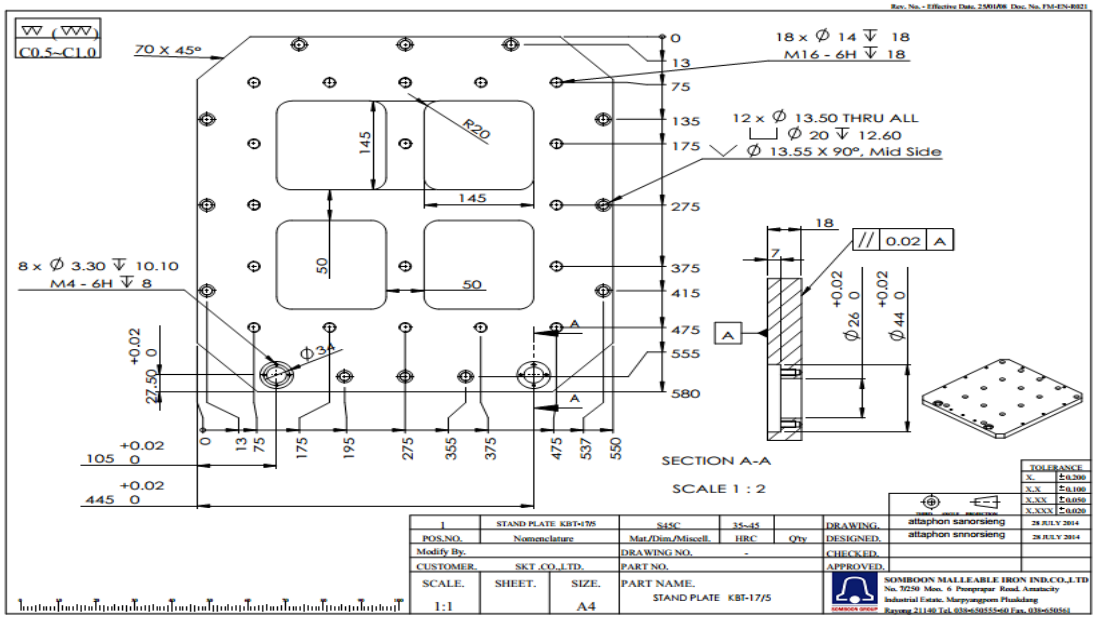
STEP NO.	WORKING ITEM	1	2	3	4	5	6	รวม	$\bar{X}$
1	ประชุมแผนกจ่ายงานรายวัน	14	14	13	16	15	17	89	14.8
2	ประสานงานกันแผนกผลิตเพื่อหยุด	13	16	14	15	16	13	87	14.5
3	จัดเตรียมจิ๊กและฟิกซ์เจอร์	19	18	19	19	20	18	113	18.8
4	ตรวจสอบสภาพจิ๊กและฟิกซ์เจอร์	20	19	20	18	19	19	115	19.2
5	จัดเตรียมเครื่องมือตัด	60	55	58	70	55	80	378	63.0
6	ตรวจสอบสภาพเครื่องมือตัด	15	17	15	17	16	17	97	16.2
7	ปรับตั้งความยาวเครื่องมือตัด	90	100	95	115	110	120	630	105.0
8	เคลื่อนย้ายจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ไปที่เครื่องจักร	30	25	29	30	26	26	166	27.7
9	ตรวจสอบเครื่องจักร	15	17	18	16	15	13	94	15.7
10	ถอดจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ (ชุดเก่า)	29	28	30	28	30	25	170	28.3
11	ถอดเครื่องมือตัด (ชุดเก่า)	120	125	122	130	140	100	737	122.8
12	ติดตั้ง โปรแกรม	30	28	26	27	30	28	169	28.2
13	ติดตั้งจิ๊กและฟิกซ์เจอร์	18	19	19	20	18	20	114	19.0
14	ติดตั้งเครื่องมือตัด	110	125	100	120	120	130	705	117.5
15	ปรับแก้ไขชิ้นงานและทำการทดลองเดินงาน	500	480	470	480	440	505	2875	479.2
16	ส่งชิ้นงานเข้าทำการตรวจสอบ	60	55	48	65	46	48	322	53.7
17	ส่งมอบสายการผลิตและปิดการปรับตั้งเครื่องจักร	28	26	30	30	28	26	168	28.0
ผลรวม		1,171.0	1,167.0	1,126.0	1,216.0	1,144.0	1,205.0	7,029.0	1,171.6

ภาพภาคผนวก ข-1 เวลากระบวนการปรับตั้งเครื่องจักร

ภาคผนวก ค



ภาพภาคผนวก ค-1 แบบแผ่นเพลทที่ออกแบบใหม่



ภาพภาคผนวก ค-2 แบบแผ่นเพลทที่ออกแบบใหม่