การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของแผนกการผลิตเกียร์รถยนต์แบบธรรมดา

LINE EFFICIENCY IMPROVEMENT OF MANUAL TRANSMISSION PROCESS

นายบัญชา คุ้มภัย
MR.BANCHA KHUMPHAI
นายอรัญกาญจน์ แก้วสีคร้าม
MR.ARUNYAKARN KAEWSEEKHRAM

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของแผนกการผลิตเกียร์รถยนต์แบบธรรมดา

LINE EFFICIENCY IMPROVEMENT OF MANUAL TRANSMISSION PROCESS

นายบัญชา คุ้มภัย
MR.BANCHA KHUMPHAI
นายอรัญกาญจน์ แก้วสีคร้าม
MR.ARUNYAKARN KAEWSEEKHRAM

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LINE EFFICIENCY IMPROVEMENT OF MANUAL TRANSMISSION PROCESS

MR.BANCHA KHUMPHAI
MR.ARUNYAKARN KAEWSEEKHRAM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของแผนกการผลิตเกียร์รถยนต์แบบธรรมดา

LINE EFFICIENCY IMPROVEMENT OF MANUAL TRANSMISSION PROCESS.

นักศึกษา นายบัญชา คุ้มภัย รหัสประจำตัว 56010690

นายอรัญกาญจน์ แก้วสีคร้าม รหัสประจำตัว 56011430

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

(รศ.ดร.ทศพล เกียรติเจริญผล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของแผนกการผลิตเกียร์รถยนต์แบบธรรมดา
นักศึกษา	นายบัญชา คุ้มภัย นายอรัญกาญจน์ แก้วสีคร้าม
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	รศ.ดร.ทศพล เกียรติเจริญผล

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ในการออกแบบการปรับปรุงประสิทธิภาพของการทำงานของสถานีงานผลิตชิ้นส่วนเกียร์รถยนต์ ด้วยวิธีการลดเวลาและขั้นตอนการทำงาน โดยที่การทำงานเดิมมีลักษณะเป็นมาตรฐานและเป็นรูปแบบเดิมอยู่แล้ว แต่เนื่องจากผู้จัดทำได้พบวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพจากแนวคิดการไคเซน จึงได้นำแนวคิดนั้นประยุกต์เข้ากับการออกแบบการปรับปรุงดังกล่าว ซึ่งผลการดำเนินงานได้ออกมาเป็นรูปแบบชิ้นงานจำลองการทำงานเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อนและหลัง ชิ้นงานได้ผ่านการออกแบบเพื่อให้การทำงานง่ายขึ้น โดยผ่านการออกแบบจากโปรแกรมการจำลองชิ้นงาน แล้วจึงดำเนินการสร้างชิ้นงานจำลอง จากการออกแบบและเปรียบเทียบการทำงานของตัวยึดชิ้นงานจำลองสู่หน้างานจริง ผลลัพธ์จากการทดลองเป็นไปดังต่อไปนี้ 1) ขั้นตอนการทำงาน จากเดิมการทำงานมีทั้งสิ้น 10 ขั้นตอนการทำงาน เหลือเพียง 6 ขั้นตอนการทำงาน 2) เวลามือในการปฏิบัติงาน ณ สถานีงานที่ทำการปรับปรุงลดลงจาก 7 วินาที เหลือ 5 วินาที ส่งผลให้ประสิทธิภาพในไลน์การผลิตเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 85.54 กลายเป็นร้อยละ 89.94 ทั้งนี้การดำเนินการปรับปรุงเป็นแนวคิดที่จะมอบไว้ให้กับบริษัทที่เข้าไปศึกษาเพื่อไว้พิจารณาในการประยุกต์ใช้จริงต่อไปในอนาคตในโอกาสที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Line Efficiency Improvement of Manual Transmission Process
Student	Mr. Bancha Khumphai
	Mr. Arunyakarn Kaewseekhram
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering
	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2016
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr.Tossapol Kiatcharoenpol

ABSTRACT

The objective for this thesis is to design the improvement for efficiency of working at gear transmission manufacturing station by reducing time and working steps. The existing working is in standard and orderly, but there still are minor points occurring that be able to improve performances by applying principle of Kaizen. For the improvement of working station, a new fixture model is emphasized for simulation of before-after cycle time. The model is redesigned for the purpose of simpler working by designing and evaluation with simulation software, then the prototype model is created. For the design and experiment of comparison this model to actual work place, the result appear as followings 1) Former working processes, 10 steps are eliminated to become only 6 steps. 2) Total handling time of working in the station is reduced to 5 seconds left from 7 seconds, therefore the efficiency will be increased to 89.94% from 85.54%. By the way, the ideas and the model will be handed to the company for application in the next appropriate situation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของแผนกการผลิตเกียร์รถยนต์แบบธรรมดานี้ได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ทศพล เกียรติเจริญผล ที่ให้คำแนะนำในการวิจัยรวมถึงการแก้ไขความผิดพลาดใดๆ ของปริญญานิพนธ์ จนการวิจัยนี้สำเร็จ อันเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการศึกษาวิจัย

ขอขอบคุณ คุณวงศกร ต่วนภูษา วิศวกรการผลิตและพนักงานของแผนกวิศวกรรมการผลิต ท่านอื่นๆ ที่อำนวยความสะดวก แนะนำสิ่งต่างๆ ในการวิจัยงานครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัวและเพื่อนๆของผู้จัดทำ ต่อกำลังใจและการสนับสนุน ความเอาใจใส่ อันเป็นส่วนสำคัญยิ่งต่อการทำวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายผู้จัดทำขอขอบพระคุณต่อผู้ที่ศึกษาต่อยอดใช้ประโยชน์จากปริญญานิพนธ์เล่มนี้สืบต่อไป อันเป็นความมุ่งหมายสูงสุดในการกระทำครั้งนี้ของผู้จัดทำ ขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

นายบัญชา คุ้มภัย
นายอรัญกาญจน์ แก้วสีคร้าม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ช

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบการผลิตแบบโตโยต้า 3
2.1.1 ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี 4
2.1.1.1 เงื่อนไข 8 ประการของการผลิตแบบการไหลแบบทีละชิ้น 5
2.1.2 จิโดกะ 5
2.1.3 การไคเซ็น 6
2.2 การศึกษาการทำงาน 8
2.2.1 หลักเศรษฐศาสตร์ของการเคลื่อนไหว 8
2.2.1.1 กลุ่มที่ใช้โครงร่างของมนุษย์ 9
2.2.1.2 กลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการจัดตำแหน่งของสถานที่ปฏิบัติงาน 11
2.2.1.3 กลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องมือและอุปกรณ์ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

2.2.2 การกำหนดเป็นมาตรฐาน 14
2.2.2.1 การกำหนดมาตรฐาน 14
2.2.3 การวิเคราะห์กิจกรรม 16
2.2.3.1 แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ 16
2.2.3.2 แผนภูมิวิเคราะห์การทำงานระหว่างพนักงานกับเครื่องจักร 16
2.2.3.3 แผนภูมิวิเคราะห์การทำงานของกลุ่มพนักงาน 17
2.2.4 การวิเคราะห์กระบวนการ 18
2.2.4.1 แผนภูมิกระบวนการ 18
2.2.4.2 แผนภูมิกระบวนการทำงาน 18
2.2.4.3 แผนภูมิกระบวนการไหล 19
2.2.5 การวิเคราะห์การปฏิบัติงาน 22
2.2.5.1 การพัฒนาวิธีการใหม่ 22
2.2.6 การเคลื่อนที่พื้นฐานของมือ 24
2.2.7 การศึกษาเวลา 26
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 26

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 ศึกษาสภาพปัจจุบันภายในโรงงาน 28
3.2 สำรวจปัญหา 35
3.3 วิเคราะห์ปัญหาและออกแบบจำลองการแก้ปัญหา 36
3.3.1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพ 36
3.3.2 การจำลองการแก้ปัญหา 36
3.4 การประเมินผลหลังการปรับปรุง 37
3.5 สรุปผลการดำเนินการปรับปรุง 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.6 แผนการดำเนินงาน 37

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 สำรวจ วิเคราะห์ปัญหา เก็บข้อมูลสภาพปัจจุบัน 38

4.1.1 วิธีการวิเคราะห์เลือกปัญหา 38

4.1.1.1 เปรียบเทียบประสิทธิภาพรายวัน 39

4.1.2 ขั้นตอนการทำงานของปัจจุบัน 44

4.2 ดำเนินการแก้ไข ปรับปรุง 51

4.2.1 การออกแบบอุปกรณ์จำลอง 51

4.2.2 ทดลองขั้นตอนการทำงานหลังปรับปรุง 56

4.3 เปรียบเทียบการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุง 61

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปและวิเคราะห์ผลการปรับปรุง 63

5.2 ข้อเสนอแนะ 63

เอกสารอ้างอิง 65

ภาคผนวก ก ผก 1

ภาคผนวก ข ผข 1

ภาคผนวก ค ผค 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงระดับของการเคลื่อนไหว 9
ตารางที่ 2.2 สัญลักษณ์ Flow Process Chart (ASME) 21
ตารางที่ 4.1 รอบเวลาการทำงานของแต่ละเครื่องจักรในส่วนการผลิตชิ้นส่วน Gear 3,4,5th 42
ตารางที่ 4.2 การบันทึกเวลามือ 10 รอบของการทำงานของมือในปัจจุบัน ณ สถานีงาน SV10064 51
ตารางที่ 4.3 การบันทึกเวลามือ 10 รอบของการทำงานของมือหลังปรับปรุง ณ สถานีงาน SV10064 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 TPS House 4
รูปที่ 2.2 ร่มไคเซน 7
รูปที่ 2.3 วงล้อ P-D-C-A 8
รูปที่ 2.4 การใช้กล้ามเนื้อแบบ Fixation 10
รูปที่ 2.5 การใช้กล้ามเนื้อแบบ Ballistic 10
รูปที่ 2.6 แสดงพื้นที่การทำงานปกติ 11
รูปที่ 2.7 แสดงพื้นที่การทำงานสูงสุด 12
รูปที่ 2.8 แสดงตำแหน่งของคันโยกและพวงมาลัยบังคับของเครื่องจักร
โดยสัมพันธ์กับรัศมีการทำงานของพนักงาน 14
รูปที่ 2.9 ตัวอย่างแผนภูมิการไหลของชิ้นส่วนโต๊ะปิงปอง 19
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตชิ้นงานเกียร์รถยนต์ 29
รูปที่ 3.2 แผนผังโรงงานที่ทำการปรับปรุง 31
รูปที่ 3.3 ใบตารางจับเวลาการทำงาน 10 รอบ 35
รูปที่ 3.4 โปรแกรมสำหรับออกแบบตัวยึดอุปกรณ์ใหม่ 36
รูปที่ 4.1 แผนผังไลน์ผลิต MH 8350 40
รูปที่ 4.2 ประสิทธิภาพการผลิตเฉลี่ยประจำเดือนกรกฎาคม 2559 41
รูปที่ 4.3 อุปกรณ์ยึดชิ้นงานปัจจุบัน 43
รูปที่ 4.4 ส่วนแกนหลักที่ไว้วางชิ้นงาน 44
รูปที่ 4.5 ส่วนฝาที่ไว้สำหรับปิดยึด 44
รูปที่ 4.6 กระบวนการทำงานของมือและเวลาโดยประมาณของแต่ละขั้นตอนของปัจจุบัน 45
รูปที่ 4.7 ขั้นตอนที่ 1 (ก่อนปรับปรุง) 46
รูปที่ 4.8 ขั้นตอนที่ 2 (ก่อนปรับปรุง) 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.9 ขั้นตอนที่ 3 (ก่อนปรับปรุง) 47
รูปที่ 4.10 ขั้นตอนที่ 4 (ก่อนปรับปรุง) 47
รูปที่ 4.11 ขั้นตอนที่ 5 (ก่อนปรับปรุง) 48
รูปที่ 4.12 ขั้นตอนที่ 6 (ก่อนปรับปรุง) 48
รูปที่ 4.13 ขั้นตอนที่ 7 (ก่อนปรับปรุง) 49
รูปที่ 4.14 ขั้นตอนที่ 8 (ก่อนปรับปรุง) 49
รูปที่ 4.15 ขั้นตอนที่ 9 (ก่อนปรับปรุง) 50
รูปที่ 4.16 ขั้นตอนที่ 10 (ก่อนปรับปรุง) 50
รูปที่ 4.17 ผิวโลหะทรงกระบอก 52
รูปที่ 4.18 แกนกลาง 52
รูปที่ 4.19 ตัวล็อคชิ้นงาน 53
รูปที่ 4.20 สปริง 53
รูปที่ 4.21 แบบจำลองอุปกรณ์ยึดชิ้นงานที่ออกแบบใหม่ 54
รูปที่ 4.22 อุปกรณ์ยึดชิ้นงานจำลอง 54
รูปที่ 4.23 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ยึดชิ้นงานจำลอง 55
รูปที่ 4.24 กระบวนการทำงานของมือและเวลาโดยประมาณของแต่ละขั้นตอนที่ออกแบบใหม่ 56
รูปที่ 4.25 ขั้นตอนที่ 1 (หลังปรับปรุง) 57
รูปที่ 4.26 ขั้นตอนที่ 2 (หลังปรับปรุง) 57
รูปที่ 4.27 ขั้นตอนที่ 3 (หลังปรับปรุง) 58
รูปที่ 4.28 ขั้นตอนที่ 4 (หลังปรับปรุง) 58
รูปที่ 4.29 ขั้นตอนที่ 5 (หลังปรับปรุง) 59
รูปที่ 4.30 ขั้นตอนที่ 6 (หลังปรับปรุง) 59
รูปที่ 4.31 Process Chart เปรียบเทียบการทำงานก่อน/หลังการปรับปรุง 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

จากการประเมินข้อมูลภาคอุตสาหกรรมในประเทศ จากสรุปสภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรม 10 เดือนแรกของปี 2558 แล้วพบว่าปริมาณการผลิตรถยนต์ 1,430,994 คัน เป็นการผลิตเพื่อส่งออก 1,019,576 คัน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 71.25 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด นับเป็นตัวเลขที่ค่อนข้างมากและเนื่องด้วยความสนใจของผู้จัดทำต่อด้านอุตสาหกรรมยานยนต์ จึงได้หาข้อมูลด้านการผลิตของบริษัทรถยนต์ต้นแบบที่มีบทบาทต่อการขยายตัวอุตสาหกรรมในประเทศ เช่น โตโยต้า นิสสัน ฟอร์ด เป็นต้น พบว่าบริษัทเหล่านี้ล้วนมุ่งเน้นที่การเพิ่มผลิตภาพโดยวิธีการลดต้นทุน และการลดต้นทุนนั้นใช้วิธีการลีนเป็นกลยุทธ์ในการดำเนินการนำไปสู่ผลกำไร คุณภาพของผลิตภัณฑ์ รวมไปถึงความพึงพอใจของลูกค้า โดยเฉพาะกลยุทธ์ในการลดต้นทุน

ผู้จัดทำได้ผ่านการทดลองฝึกฝนมาโดยเฉพาะในช่วงการฝึกงานภาคฤดูร้อนที่ผ่านมา จึงมีความใส่ใจโดยเฉพาะในกิจกรรมลดต้นทุนของบริษัทที่เป็นต้นแบบบริษัทอื่นๆ ต่อมาในภายหลังคือระบบการผลิตแบบโตโยต้าหรือระบบลีน ด้วยมีความพิเศษและน่าสนใจคือเป็นระบบที่ทุกคนมีส่วนร่วมและดำเนินการเพื่อประโยชน์โดยรวมขององค์กรได้อย่างลึกซึ้งแม้จะเป็นการกระทำที่เล็กน้อย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อศึกษาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพ โดยออกแบบแนวทางการปรับปรุงเพื่อลดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นลงและลดรอบเวลาในการผลิตลง

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

กระบวนการผลิตของไลน์การผลิตเกียร์รถยนต์แบบธรรมดา รุ่น BC ตั้งแต่ขั้นตอนการขนส่งวัสดุจนถึงขั้นตอนการประกอบ โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ในเดือนกรกฎาคม 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้นได้ตามเป้าหมายของบริษัท
2. สามารถลดต้นทุนในการผลิตทำให้ได้กำไรเพิ่มมากขึ้น
3. ผลิตภาพของสถานีที่ทำการปรับปรุงเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

โครงงานฉบับนี้เป็นการศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต โดยการใช้แนวคิดการผลิตแบบโตโยต้าและลีนได้แก่ การผลิตแบบทันเวลาพอดี จิโดกะและการไคเซน เข้ามาช่วยเป็นแนวทางการปรับปรุงประกอบกับการศึกษาการทำงาน ทั้งทางด้านการวิเคราะห์การเคลื่อนไหว เวลาการทำงาน การปฏิบัติงานและกระบวนการทำงานพื้นฐานในการออกแบบการทำงานให้มีมูลค่ามากขึ้น โดยทฤษฎีหลักที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการดำเนินการปรับปรุง ดังนี้

1. ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System)
2. การศึกษาการทำงาน (Work Study)

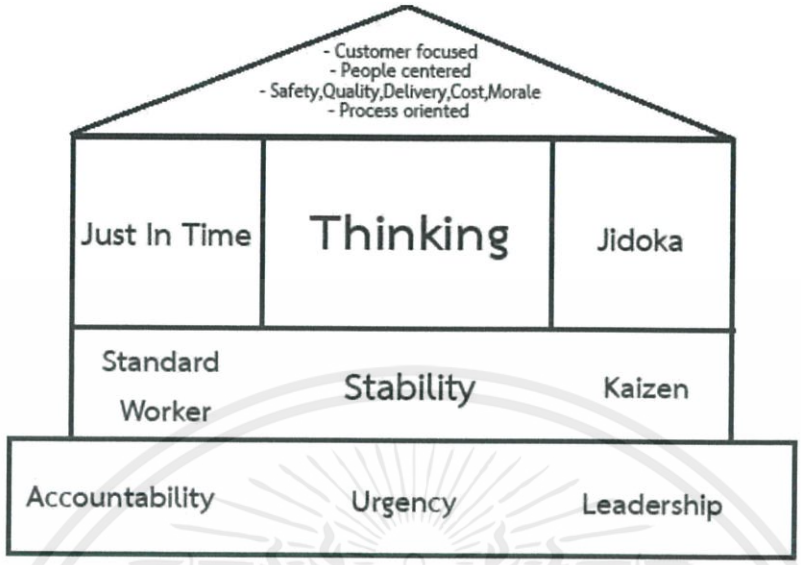
2.1 ระบบการผลิตแบบโตโยต้า

ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System: TPS) ประกอบด้วยเสาหลักสองเสา คือ

1. ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just-In-Time: JIT)
2. จิโดกะ (Jidoka)

จุดประสงค์หลักเพื่อการลดความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการ (Muda) ให้หมดไปหรือเหลือน้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ โดยได้เริ่มพัฒนาในช่วงเศรษฐกิจตกต่ำอย่างรุนแรงช่วงหลังสงครามโลกครั้งที่2 และมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน โดยบุคคลสำคัญที่เป็นผู้ก่อตั้งระบบและนำมาใช้ในการผลิตอย่างจริงจังคือ คุณไทอิจิ โอโนะ โดยถูกเชิญมายังบริษัท ในเป้าหมายเพื่อการทำให้ประสิทธิภาพการผลิตของบริษัททัดเทียมกับบริษัทรถยนต์ฟอร์ด ที่มีความก้าวหน้ามากในสมัยนั้นมาก คุณไทอิจิได้มุ่งไปที่ความสูญเปล่าและความไม่มีประสิทธิภาพ ว่าเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้การผลิตไม่ได้ผลกำไรที่ดีเท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 TPS House

(ที่มา : https://www.pinterest.com/pin/717058190378161 31/)

2.1.1 ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี

ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just-In-Time : JIT) มีหลักการโดยการผลิตสินค้าเฉพาะเท่าที่จำเป็น โดยใช้หลักการดึง (Pull system) เป็นตัวดำเนินกิจกรรม มีอุปกรณ์ที่เรียกว่าคัมบัง (Kanban) หัวใจสำคัญคือ

1. การลดวัสดุคงคลังของงานลง ให้น้อยที่สุดหรือเท่ากับศูนย์ (Zero Inventory)
2. ระบบการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มีระยะเวลารวมการผลิตในแต่ระรอบ (Lead Time) และเวลาในการรอเหลือน้อยที่สุด (Zero Lead Time)
3. ลดปัญหาของเสียจากการผลิต (Zero Defect)
4. ขจัดความสูญเปล่า 7 ประการ (Eliminate 7 Wastes)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.1 <u>เงื่อนไข 8 ประการของการผลิตแบบการไหลแบบทีละชิ้น</u>

1. ปล่อยให้ไหลต่อเนื่องทีละชิ้น ช่วยให้สามารถพบความสูญเปล่าที่ซ่อนอยู่ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
2. จัดเรียงอุปกรณ์ตามลำดับกระบวนการผลิต เป็นการทำให้เกิดการวางแผนการจัดวางโดยรอบคอบเพื่อลดการขนย้ายของชิ้นงานหรืออาจกำจัดให้มีการขนย้ายชิ้นงานเท่าที่จำเป็นจริงๆ เท่านั้น
3. ทำให้เข้าจังหวะ โดยทำให้ช่วงเวลาเข้าออกของชิ้นงานอยู่ในระดับเดียวกัน ช่วยให้ลดการกองรวมกันหรือคอขวดบริเวณแต่ละสถานี
4. ควบคุมการผลิตหลายขั้นตอน คือการมอบหมายและออกแบบการทำงานให้พนักงานทำงานหลายขั้นตอนได้ เพื่อที่เมื่อเกิดการเปลี่ยนกระบวนการผลิตจะไม่จำเป็นต้องปรับเพิ่มหรือลดพนักงานตามขั้นตอน ครอบคลุมไปถึงการจัดการให้พนักงานผลิต ทำการตรวจสอบชิ้นงาน ถือเป็นการสร้างคุณภาพตั้งแต่กระบวนการผลิต
5. ฝึกพนักงานให้มีความสามารถหลายหน้าที่ ถือเป็นสิ่งพึงประสงค์ของการผลิตแบบทันเวลาพอดี เมื่อมีการขาดคนงาน ก็จะสามารถใช้พนักงานคนอื่นปฏิบัติงานแทนได้
6. ยืนทำงาน ซึ่งถือเป็นการทำงานแบบเชิงรุก ทำให้มีความรู้สึกว่าต้องทำงานอยู่ตลอดเวลาในกรอบของการผลิตแบบหลายขั้นตอน และยังช่วยให้เกิดความคล่องตัวมากกว่า
7. ทำให้อุปกรณ์เล็กลง โดยการออกแบบให้เหมาะกับการทำงานเท่าที่จำเป็นเท่านั้น ไม่จำเป็นต้องสร้างให้มีลักษณะใหญ่เพื่อรวมการทำงานหลายอย่างและมีราคาแพง
8. สายการผลิตรูปตัวยู เป็นการลดความสิ้นเปลืองโดยการเดินไปและเดินกลับมายังจุดเดิมอีกครั้ง เป็นการออกแบบการทำงานให้มีความสะดวกและเป็นการผลิตอย่างคุ้มค่าที่สุด

2.1.2 จิโดกะ

จิโดกะ (Jidoka) หรือการป้องกันไม่ให้ของเสียผ่านไปยังกระบวนการถัดไปได้ จุดประสงค์เพื่อการตรวจเจอสิ่งผิดปกติให้พบเร็วที่สุดก่อนที่จะถึงมือลูกค้า โดยเครื่องจักรจะหยุดทำงานทันทีเมื่อพบสิ่งผิดปกติ เป็นกระบวนการที่ถูกคิดค้นโดยคุณซากิชิ โตโยดะ ผู้ก่อตั้งโตโยต้า และเป้าหมายของจิโดกะนั้น ไม่ใช่เพียงแค่การตรวจพบสิ่งผิดปกติเท่านั้น แต่คือการทำปัญหานั้นๆ ให้ไม่เกิดซ้ำขึ้นอีก นั่นคือการนำการไคเซ็นมาช่วยในการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อกำจัดหรือลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นในครั้งถัดไป

วิธีการที่สำคัญหนึ่งของจิโดกะคือการติดตั้งตัวกันพลาด (Mistake-Proofing) ไปยังจุดใดๆ บนสายการผลิต เพื่อใช้เป็นตัวป้องกันความผิดพลาดหรือเรียกอีกอย่างว่าโพกะโยเกะ (Poka-Yoke)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ไคเซ็น

ไคเซ็น (Kaizen) หรือการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง(Continuous Improvement) คือ การปรับปรุงทีละเล็กๆ ทีละน้อยๆ อย่างต่อเนื่องตามความหมายภาษาญี่ปุ่น 'Kai' แปลว่าปรับปรุง 'Zen' แปลว่าดี เมื่อรวมกันมีความหมายว่า 'การปรับปรุง' โดยในทัศนะด้านธุรกิจถือว่าเป็นการปรับปรุงอย่างค่อยเป็นค่อยไปหรืออย่างต่อเนื่องนั่นเอง ไม่เพียงการปรับปรุงในภาคธุรกิจเท่านั้น เมื่อศึกษาในเชิงลึกแล้ว การไคเซ็นจะต้องปรับปรุงถึงชีวิตการทำงาน ชีวิตในสังคม รวมถึงชีวิตในบ้าน จึงอาจเรียกได้ว่าเป็นปรัชญาแห่งการพัฒนาเลยก็ว่าได้

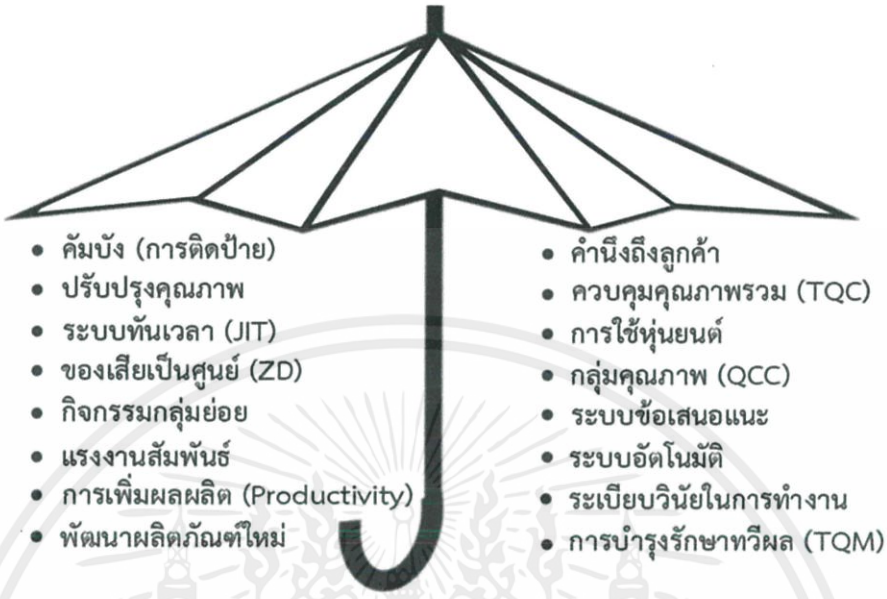
การจัดการไคเซ็นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. การดำรงรักษาหรือการรักษามาตรฐาน เป็นส่วนฝ่ายบริหารเป็นผู้ดำเนินส่วนใหญ่ ใช้การออกกฎระเบียบ นโยบาย สั่งการเพื่อให้ระดับมาตรฐานนั้นคงที่ไม่ให้ตกไป
2. ส่วนการปรับปรุง เป็นส่วนที่คนงานจะมีส่วนร่วมค่อนข้างมาก เพราะมีความชำนาญในงาน เครื่องมือ เครื่องจักร วิธีการปฏิบัติงาน ผ่านการเสนอแนะการปรับปรุงไปยังฝ่ายบริหารให้ดำเนินการปรับปรุง

ถึงแม้ฝ่ายบริหารจะเน้นการรักษามาตรฐานก็ไม่ได้หมายความว่าการปรับปรุงจะไม่ดำเนินการเลย เช่นเดียวกับส่วนดำเนินการหรือคนงานจะทำเพียงการปรับปรุง ไม่รักษามาตรฐานไว้เลยเป็นสิ่งที่ไม่สอดคล้องกับหลักการ เพราะการไคเซ็นนั้นต้องเกิดจากความร่วมมือทั้งสองส่วนพร้อมกัน และหลังการปรับปรุงสำเร็จแล้วการร่วมมือต่อการทำงานจะยิ่งมีความสำเร็จมากขึ้น เพราะการสร้างมาตรฐานโดยคนงานเอง จะเป็นการสร้างความภูมิใจให้กับคนงาน

การไคเซ็นเริ่มที่การยอมรับปัญหาเป็นอันดับแรก เพราะความพอใจในสภาพปัจจุบันแล้วจะเป็นตัวปิดกั้นการปรับปรุง ดังนั้นอันดับแรกคือการที่ต้องร่วมกันเสนอปัญหาต่างๆ และทำเป็นประจำอย่างต่อเนื่องและกิจกรรมที่จะช่วยทำให้เกิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องได้ถูกสรุปและรวบรวมเป็นหลักการที่เรียกว่า'ร่มไคเซ็น'

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ร่มไคเซ็น

หัวใจสำคัญในการทำไคเซ็นมีอยู่ 3 ข้อคือ

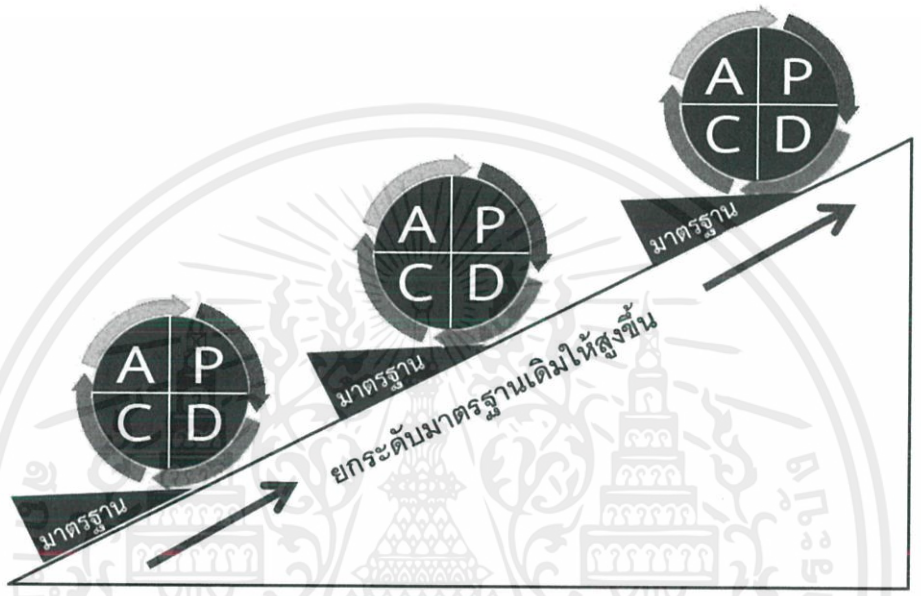
1. การเลิก คือการเลิกกระทำสิ่งต่างๆ ที่ไม่สร้างมูลค่าให้กับการทำงานอาจเป็นงานที่ทำอยู่เป็นประจำ หรือต้องทำเมื่อจำเป็น ควรหาวิธีเพื่อขจัดความจำเป็นนั้น
2. การลด คือการหาวิธีการจัดการขั้นตอนต่างๆ ที่ไม่จำเป็นจากการทำงานออกไป
3. เปลี่ยน คือการเปลี่ยนจากสิ่งที่ทำอยู่ประจำเป็นอย่างอื่นที่ดีกว่า รวดเร็วกว่า ให้คุณค่ามากกว่า

หลักการการใช้หลักการไคเซ็นตามกระบวนการ 7 ขั้นตอนซึ่งเป็นวิธีการเชิงระบบ หรือปรัชญาในการสร้างงานคุณภาพของเดมมิ่ง (Deming) ที่เรียกว่า PDCA (Plan-Do-Check-Act)

1. Plan วางแผนเพื่อนำไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้
2. Do การปฏิบัติตามแผนที่ตั้งไว้ข้างต้น เพื่อให้เป้าหมายบรรลุจริง
3. Check การตรวจ วัด การกระทำว่ามีผลเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นหรือไม่ บรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่
4. Act ปรับปรุงการกระทำ ติดตามแก้ไขและสร้างมาตรฐานให้เป็นการกระทำที่ต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อปฏิบัติตามหลักการได้สมบูรณ์แล้ว จะมีลักษณะการพัฒนาแบบวงล้อที่หมุนขึ้นสู่ทางลาดชันและมีขั้นรองรับอยู่ด้วยมาตรฐาน



รูปที่ 2.3 วงล้อ P-D-C-A

2.2 การศึกษาการทำงาน

2.2.1 <u>หลักเศรษฐศาสตร์ของการเคลื่อนไหว</u>

หลักการของเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว ก็คือ หลักการเคลื่อนไหวร่างกายในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดเวลาในการทำงาน ทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น หรือการลด อารมณ์ความเครียดของคนงาน ส่งผลให้งานที่ออกมาก็จะลดอัตราการเกิดของเสีย งานที่ได้มีคุณภาพ และได้จำนวนตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

โดยสามารถแบ่งหลักการออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.1 <u>หลักเศรษฐศาสตร์ของกลุ่มที่ใช้โครงร่างของมนุษย์</u>

โดยมีหลักการเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของการใช้มือทั้งสองข้างในการทำงาน โดยอาจสรุปเป็นหัวข้อดังนี้

1. มือทั้งสองข้าง เริ่มต้นและสิ้นสุดพร้อมกัน
2. มือทั้งสองไม่ควรอยู่เฉย ในเวลาเดียวกัน ยกเว้นเมื่อหยุดพัก
3. การเคลื่อนไหวของมือทั้งสองข้าง ควรอยู่ในลักษณะสมมาตรกัน
4. การเคลื่อนไหวของมือและลำตัว ควรพยายามใช้การเคลื่อนไหวประเภทต่ำสุดหรือการเคลื่อนไหวที่หลีกเลี่ยงการเอี้ยวตัว ใช้กล้ามเนื้อน้อยกลุ่ม ซึ่งจะทำงานได้มีประสิทธิภาพที่สุด

ตารางที่ 2.1 แสดงระดับของการเคลื่อนไหว

ระดับ	จุดหมุน	ประเภทของการเคลื่อนไหว
1	ข้อนิ้ว	การเคลื่อนไหวของนิ้วมือ
2	ข้อมือ	การเคลื่อนไหวของข้อมือและข้อนิ้วมือ
3	ข้อศอก	การเคลื่อนไหวของแขน ข้อศอก ข้อมือ และนิ้วมือ
4	หัวไหล่	การเคลื่อนไหวของต้นแขน ข้อศอก ข้อมือ และนิ้วมือ
5	ลำตัว	การเคลื่อนไหวลำตัว ไหล่ ต้นแขน ข้อศอก ข้อมือ และนิ้วมือ (การเอี้ยว หรือก้มตัวเล็กน้อย)

5. ใช้แรงในการทำให้วัตถุเคลื่อนที่ให้น้อยที่สุด และลดโมเมนตัมแรงให้น้อยสุด
6. ลดการเคลื่อนไหวแบบหักเปลี่ยนทิศทางกระทันให้ ให้เพิ่มการเคลื่อนไหวแบบข้อต่อแทน
7. เน้นการเคลื่อนไหวแบบ Ballistic มากกว่าการเคลื่อนไหวแบบ Fixation โดยการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ
   - Fixation หรือ Controlled คือการเคลื่อนไหว ที่มีกล้ามเนื้อทำงานกันอยู่ 2 กลุ่ม ทำหน้าที่ต้านกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.4 การใช้กล้ามเนื้อแบบ Fixation

(ที่มา : https://commons.wikimedia.org)

- Ballistic คือ การเคลื่อนไหวแบบบีบตัวของกล้ามเนื้อเพียงกลุ่มเดียวโดยไม่มีแรงต้าน

รูปที่ 2.5 การใช้กล้ามเนื้อแบบ Ballistic

(ที่มา : http://www.freepik.com/free-photos-vectors/javelin)

8. จัดงานให้อยู่ในสภาพที่ทำงานได้ง่าย หยิบจับอะไรสะดวก
9. จัดงานให้อยู่ในขอบเขตของการมองของสายตา จะได้ไม่ต้องเพ่งมอง ทำให้ตาเมื่อยล้า จนอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุในการทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 <u>หลักเศรษฐศาสตร์ของกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการจัดตำแหน่งของสถานที่ปฏิบัติงาน</u>

1. ควรมีตำแหน่งที่วางเครื่องมือและชิ้นส่วนต่างๆ ที่แน่นอน ไม่วางชิ้นงานหรือเครื่องกระจัดกระจาย เพราะจะทำให้พนักงานเสียเวลาในการกวาดตาหา เพื่อจะหยิบชิ้นงานหรือเครื่องมือนั้น
2. ควรวางเครื่องมือ วัสดุ หรือชิ้นงานต่างๆ ให้อยู่ใกล้ตำแหน่งที่สามารถหยิบจับใช้งานได้ง่ายที่สุด โดยถ้าวางบนพื้นราบหรือบนโต๊ะควรคำนึงถึงพื้นที่ปกติ (Normal Working Area) โดยพื้นที่การทำงานปกติ (Normal Working Area) คือบริเวณพื้นที่จำกัดซึ่งมือทั้งสองจะทำงานได้โดยปกติ พื้นที่นี้ได้จากการกวาดมือทั้งซ้ายและขวาเป็นรูปครึ่งวงกลมในแนวราบ โดยให้ต้นแขนและข้อศอกอยู่แนบลำตัวทั้งสองข้าง ครึ่งวงกลมทั้งสองจะมีพื้นที่ทับกันตรงบริเวณข้างหน้าของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นบริเวณที่มือทั้งสองจะทำงานได้สะดวกที่สุด ดังรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 แสดงพื้นที่การทำงานปกติ
(ที่มา : George Kanawaty,1992)

พื้นที่การทำงานสูงสุด (Maximum Working Area) คือบริเวณพื้นที่ที่มือทั้งสองจะเอื้อมไปได้จนสุด โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงอิริยาบถของลำตัว พื้นที่ที่ได้มกจากการนำมือขวาและซ้ายกวาดเป็นรูปครึ่งวงกลมจนสุดวงแขนในระดับไหล่แนวราบ ดังรูป 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.7 แสดงพื้นที่การทำงานสูงสุด

(ที่มา : George Kanawaty,1992)

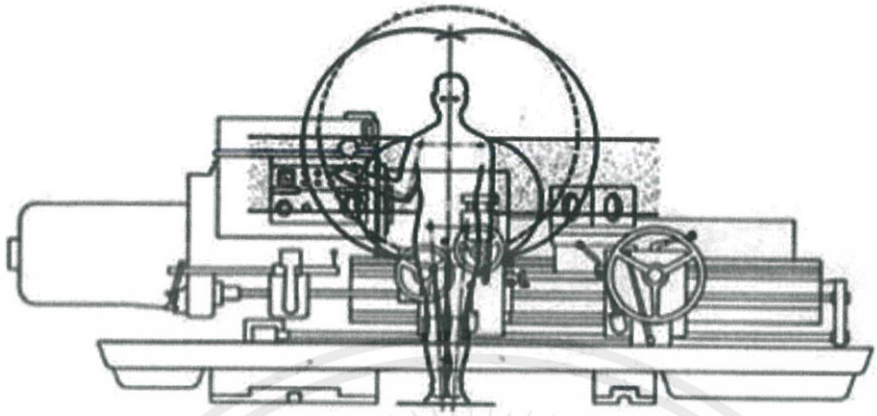
3. ควรใช้ภาชนะบรรจุชิ้นส่วน ที่มีก้นเปิดออก และเอียดมาข้างหน้า เพื่อความสะดวกในการหยิบจับชิ้นส่วนภายใน
4. ชิ้นส่วนที่ประกอบแล้วควรใช้วิธีทิ้งลง หรือปล่อยลง
5. จัดให้มีแสงสว่างพอเหมาะในการปฏิบัติงาน
6. ความสูงของเก้าอี้ควรเหมาะกับงาน และสามารถปรับได้
7. เก้าอี้นั่งควรรับน้ำหนักตัว และสร้างท่านั่งที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.3 <u>หลักเศรษฐศาสตร์ของกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องมือและอุปกรณ์</u>

1. ควรใช้อุปกรณ์จับยึด (JIG หรือ Fixture) หรือคันเท้าเหยียบ (Foot Pedal) ในการจับชิ้นงาน หลักการโดยทั่วไปสำหรับการออกแบบ JIG หรือ Fixture คือ
   - Clamps ซึ่งใช้ยึดจับชิ้นงานควรออกแบบให้ง่ายที่สุด โดยไม่ควรต้องใช้ไขควงช่วยขันเพื่อให้ยึดติด
   - ออกแบบ JIG หรืออุปกรณ์ช่วยในการทำงาน ควรออกแบบให้มือทั้งสองข้างป้อนงานเข้าได้ง่าย โดยไม่มีสิ่งกีดขวาง
   - การทำงานในลักษณะที่คลาย JIG ออกสามารถผลักชิ้นงานขึ้น หรือตกลงโดยไม่ต้องใช้มือช่วยในการจับ
   - ควรออกแบบ Fixture หรืออุปกรณ์ช่วยจับ ให้สามารถทำงานสองชิ้นในเวลาเดียวกันได้
   - ควรสร้าง JIG หรือ Fixture ให้มีความแข็งแรงสมควร เพื่อให้ทนทานต่อการใช้งาน และไม่ต้องคอยเปลี่ยนใหม่
   - JIG หรือ Fixture เมื่อติดตั้งใช้งาน ไม่ควรบดบังทิศทางของการมอง
2. พยายามรวมเครื่องมือที่ทำหน้าที่ 2 อย่างไว้ในชิ้นเดียวกัน เพื่อประหยัดเวลาในการที่ต้องวางเครื่องมือชิ้นหนึ่งแล้วหยิบอีกชิ้นขึ้นมา
3. จัดเตรียมเครื่องมือหรือวัสดุในลักษณะที่สามารถหยิบใช้ได้ทัน
4. งานบางอย่างซึ่งนิ้วมือแต่ละนิ้วต้องทำงานเป็นอิสระแก่กัน เช่น การพิมพ์ดีด ควรออกแบบตามกำลังความสามารถของแต่ละนิ้ว
5. คันโยก มือหมุน และปุ่มควบคุมต่างๆ ควรจัดอยู่ในตำแหน่งซึ่งพนักงานจะสามารถทำงานได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แสดงตำแหน่งของคันโยกและพวงมาลัยบังคับของเครื่องจักรโดยสัมพันธ์กับรัศมีการทำงานของพนักงาน

(ที่มา : George Kanawaty,1992)

2.2.2 การกำหนดเป็นมาตรฐาน

เมื่อปรับปรุงวิธีการทำงานจนเห็นได้ว่าเป็นวิธีการที่ทำงานที่ดีกว่าเดิมแล้ว ควรทำการบันทึกข้อมูลสำคัญๆ ไว้ในแบบฟอร์มมาตรฐาน ที่เรียกว่า Standard Practice Sheet แบบฟอร์มนี้นอกจากจะใช้เป็นหลักฐานการอ้างอิงแล้วยังสามารถใช้เป็น Work Instruction Sheet สำหรับฝึกหัดพนักงานให้ทำในวิธีที่ถูกต้อง

2.2.2.1 <u>การกำหนดมาตรฐาน</u>

แบบฟอร์มที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลเพื่อการจัดทำเป็นมาตรฐานการปฏิบัติงาน ประกอบไปด้วยแบบฟอร์ม 3 ชนิด คือ

1) Standard Practice Sheet เป็นแบบฟอร์มที่ใช้บันทึกขั้นตอนในการปฏิบัติงานเพื่อใช้เป็นคำสั่งงานมาตรฐาน (Work Instruction Sheet) อาจดัดแปลงมาจากแผนภูมิการวิเคราะห์งานหรือแผนภูมิมือขวามือซ้าย (Operation Chart หรือ Right and Lift Hand Chart) ก็ได้ โดยตัดสัญลักษณ์และอักษรย่อออก และควรระบุเวลามาตรฐานของงานด้วย
2) Standard Job Condition Sheet เป็นแบบฟอร์มที่บันทึกรายละเอียดของการปฏิบัติงาน ณ จุดนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) General Job Condition Sheet เป็นแบบฟอร์มที่ใช้บันทึกสภาพการทำงานโดยทั่วไป และตำแหน่งสถานีงานต่างๆ โดยสัมพันธ์ กับกระบวนการผลิตทั้งหมด แบบฟอร์มนี้จะบอกรายละเอียดของเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ สภาพเงื่อนไขการทำงาน และเส้นทางการไหล หรือการลำเลียงของวัตถุดิบต่างในกระบวนการผลิต

ขั้นตอนในการติดตั้งวิธีการที่ปรับปรุงแล้ว ประกอบไปด้วย

1) ผู้มีอำนาจในการบริหารโรงงานหรือแผนก ต้องยอมรับการเปลี่ยนแปลง นั่นคือผู้บริหารที่รับผิดชอบสายการผลิตควรเป็นผู้รับรู้
2) ในการนำเสนอเพื่อให้ฝ่ายบริหารอนุมัติการเปลี่ยนแปลงนั้น รายงานควรแสดงเปรียบเทียบสิ่งต่างๆ ดังนี้
   - ผลตอบแทนทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น ค่าใช้จ่าย (Operation Cost) ค่าใช้จ่ายที่ลดลงจากการใช้ระบบใหม่ อัตราผลผลิตที่เพิ่มขึ้นจากเดิม เป็นต้น
   - ค่าลงทุนในการติดตั้งเครื่องใหม่
   - ระยะเวลาในการคืนทุนของเครื่องมือใหม่
   - ผลกระทบในด้านอื่นๆ เช่น การลดระยะทางในการเคลื่อนย้าย การลดพื้นที่ใช้งาน การลดรอบเวลาในการเรียนรู้ของพนักงาน เป็นต้น
3) ควรได้รับการยอมรับในการเปลี่ยนแปลงจากพนักงานที่เกี่ยวข้อง พนักงานโดยทั่วไปจะมีปฏิกิริยาที่เรียกว่า Resistance to Change เพราะคุ้นเคยกับงานระบบเก่าหรือเพื่อนร่วมงานหรือกลัวระบบใหม่จะทำให้เหนื่อยมากกว่าเดิมหรือผลตอบแทนน้อยลง

5. ทำการฝึกคนงานให้ปฏิบัติตามวิธีการใหม่ โดยศึกษาจาก Standard Practice Sheet หรือใช้สื่อวิดีทัศน์ช่วยการฝึก ควรชี้ให้เห็นถึงข้อแตกต่างระหว่างวิธีทั้งสองและสร้างความเคยชินกับวิธีใหม่ อธิบายให้เข้าใจอิริยาบถของการเคลื่อนไหวว่า จะช่วยลดความเครียดในการทำงาน
6. รักษามาตรฐานภายใต้วิธีการใหม่ (Maintain the Standard Practice) โดยการตรวจตราดูแลสภาพการทำงานให้คงอยู่ตามมาตรฐานที่ได้จัดตั้งไว้เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การวิเคราะห์กิจกรรม

2.2.3.1 <u>แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ</u>

ใช้แสดงความสัมพันธ์ของการทำงานของพนักงานหลายคนซึ่งต้องทำงานเกี่ยวข้องกันหรือคนงานหลายคนซึ่งทำงานร่วมกันในบริเวณเดียวกันหรือต้องใช้เครื่องจักรร่วมกัน อาจเป็นการศึกษาการทำงานของพนักงานคนเดียว ซึ่งทำงานสัมพันธ์กับเครื่องจักรหรือต้องดูแลเครื่องจักรหลายเครื่องพร้อมกัน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อวิเคราะห์กิจกรรมที่ทำร่วมกันและแยกทำ เพื่อลดเวลาว่างงานของพนักงานและเครื่องจักรลงหรือเพิ่มผลิตภาพในการทำงาน

การวิเคราะห์แผนภูมิในลักษณะนี้ อาจกระทำได้ใน 2 รูปแบบ คือ

1. แผนภูมิวิเคราะห์การทำงานระหว่างพนักงานกับเครื่องจักร (Man – Machine Chart)
2. แผนภูมิวิเคราะห์การทำงานของกลุ่มพนักงาน (Gang Process Chart)

2.2.3.2 <u>แผนภูมิวิเคราะห์การทำงานระหว่างพนักงานกับเครื่องจักร (Man Machine Chart)</u>

เป็นแผนภูมิที่แสดงการทำงานของคนร่วมกับเครื่องจักร ซึ่งอาจมีตั้งแต่หนึ่งคนกับหนึ่งเครื่องขึ้นไป จุดมุ่งหมายเพื่อดูสัดส่วนการเสียเวลาคอย ของพนักงานหรือของเครื่องจักร หรือเพื่อศึกษาดูว่าควรต้องมีการลดหรือเพิ่มจำนวนคนในการทำงานหรือไม่ แผนภูมิประเภทนี้มักวิเคราะห์โดยใช้แกนของเวลา แสดงในลักษณะของบาร์ชาร์ตและตารางสรุปเวลาการทำงาน

การวิเคราะห์จะใช้กราฟแท่งแทนกิจกรรมแต่ละประเภท โดยการระบายสีหรือสัญลักษณ์แทนกิจกรรมที่เป็นอิสระ กิจกรรมร่วม หรือการว่างงาน

กิจกรรมร่วม

กิจกรรมอิสระ

การว่างงาน/รอคอย

- กิจกรรมร่วม คือ กิจกรรมซึ่งพนักงานต้องทำร่วมกับเครื่องจักร หรือร่วมกับพนักงานคนอื่น จึงไม่สามารถโยกย้ายสับเปลี่ยนโดยอิสระได้ เช่น การหยิบถอดชิ้นงานออกจากเครื่อง การตั้งเครื่องสำหรับเครื่องจักร กิจกรรมร่วมนี้หมายถึง เวลาทั้งที่เดินเครื่องและว่างงานที่ต้องรับการควบคุมจากพนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กิจกรรมอิสระ คือกิจกรรมที่แต่ละบุคคลหรือแต่ละเครื่องจักรทำงานเป็นอิสระแก่กัน โดยไม่ขึ้นต่อกัน ดังนั้นจึงเป็นกิจกรรมที่โยกย้ายสับเปลี่ยนตำแหน่งได้ เช่น การเตรียมชิ้นงาน หรือการตรวจสอบ สำหรับเครื่องจักร หมายถึง เวลาในการเดินเครื่องอัตโนมัติ
- การว่างงาน คือ เมื่อพนักงานไม่มีกิจกรรม หรือเมื่อเครื่องจักรไม่ได้มีการเดินเครื่องผลิตชิ้นงาน

แนวทางการวิเคราะห์แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ

1. ทำการบันทึกเวลาของกิจกรรมแต่ละประเภทของพนักงาน หรือเครื่องจักร โดยแยกเป็นกิจกรรมร่วม กิจกรรมอิสระ หรือการว่างงาน การบันทึกเวลานี้อาจเป็นเวลาเฉลี่ยซึ่งยังไม่ต้องละเอียดมากนัก
2. ทำการบันทึกเวลาของกิจกรรมเหล่านั้นลงบนแผนภูมิกิจกรรมร่วม โดยแยกบันทึกของแต่ละคนหรือแต่ละเครื่องจักร กิจกรรมที่บันทึกควรให้ครบวัฏจักรของการทำงานหนึ่งๆ
3. วิเคราะห์กิจกรรมการทำงานต่างๆ อย่างละเอียด เพื่อศึกษาว่ากิจกรรมอิสระใดบ้างที่สามารถสลับสับเปลี่ยนเพื่อให้ลดการคอยงานลง หรือลดขั้นตอนการทำงานบางอย่างลงเพื่อให้เวลาการทำงานเร็วขึ้น
4. พัฒนาวิธีการทำงานใหม่ และบันทึกกิจกรรมต่างๆ ลงบนแผนภูมิกิจกรรมร่วม เพื่อเก็บไว้เป็นมาตรฐานของการปฏิบัติงานต่อไป
5. คำนวณหาร้อยละ การทำงานของพนักงานและเครื่องจักร

2.2.3.3 <u>แผนภูมิวิเคราะห์การทำงานของกลุ่มพนักงาน (Gang Process Chart)</u>

เป็นแผนภูมิซึ่งใช้ศึกษาการทำงานของพนักงานเป็นกลุ่มทำงานเกี่ยวข้องกัน หรืออยู่ในบริเวณเดียวกัน คล้ายกับการนำเอาแผนภูมิการปฏิบัติงานของสมาชิกแต่ละคนมารวมไว้บนแผนภูมิเดียวกัน จุดประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของกลุ่ม หรือเพื่อลดจำนวนคนงานที่ไม่จำเป็นออก ในการวิเคราะห์กิจกรรมของกลุ่มคนที่ทำงานร่วมในกระบวนการเดียวกันจะใช้แผนภูมิกระบวนการกลุ่มหรือ Gang Process Chart แทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 การวิเคราะห์กระบวนการ

การวิเคราะห์กระบวนการจะใช้แผนภูมิต่างๆ ได้แก่ แผนภูมิกระบวนการ แผนภูมิกระบวนการทำงาน เป็นเครื่องมอช่วยในการวิเคราะห์ เพื่อให้ทราบจุดที่เหมาะสมในการปรับปรุงกระบวนการทำงานแล้วทำการแก้ไขจุดนั้นๆ แล้วนำแผนภูมิหลังการปรับปรุงแล้ว นำมาเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นข้อแตกต่างในการปรับปรุง

2.2.4.1 แผนภูมิกระบวนการ (Process Chart)

เป็นเครื่องมือชิ้นสำคัญที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลได้อย่างละเอียด กระชับประกอบด้วยสัญลักษณ์ คำบรรยายและลายเส้น เพื่อบอกรายละเอียดของขั้นตอนกระบวนการผลิต เพื่อช่วยให้นักวิเคราะห์สามารถมองเห็นภาพของกระบวนการผลิต เพื่อช่วยให้นักวิเคราะห์สามารถมองเห็นภาพของกระบวนการผลิตได้อย่างชัดเจนตั้งแต่ต้นจนจบ และนำไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการทำงานให้ดีขึ้น

2.2.4.2 แผนภูมิกระบวนการทำงาน (Operation Process Charts)

เป็นแผนภูมิที่แสดงขั้นตอนการผลิต ตั้งแต่วัตถุดิบเคลื่อที่เข้าสู่สายการผลิตจนเสร็จสิ้นเป็นผลิตภัณฑ์ โดยบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติงานต่างๆ ที่ต้องดำเนินการบนวัตถุดิบนั้น เช่น การขนส่ง การตรวจสอบ การทำงานบนเครื่องจักร การประกอบชิ้นส่วน จนกระทั่งสำเร็จออกมาเป็นผลิตภัณฑ์หรือเป็นชิ้นส่วนประกอบ แผนภูมิกระบวนการทำงานอาจเป็นการบันทึกขั้นตอนการผลิตของสินค้าชนิดเดียวกันภายในแผนกหนึ่งหรือสินค้าหลายๆ ชนิดภายในแผนกต่างๆ พร้อมๆ กันก็ได้ การแสดงรายละเอียดอาจเป็นในรูปแบบขอแผนฟังการไหลที่แสดงโดยกล่องที่ระบุคำบรรยายในกล่อง หรือแสดงเป็นภาพ และเนื่องจากแผนภูมิกระบวนการทำงานนี้ส่วนใหญ่มักใช้แสดงขั้นตอนการผลิต ดังนั้นจึงมักถูกเรียกว่าแผนภูมิกระบวนการผลิต (Production Process Chart)

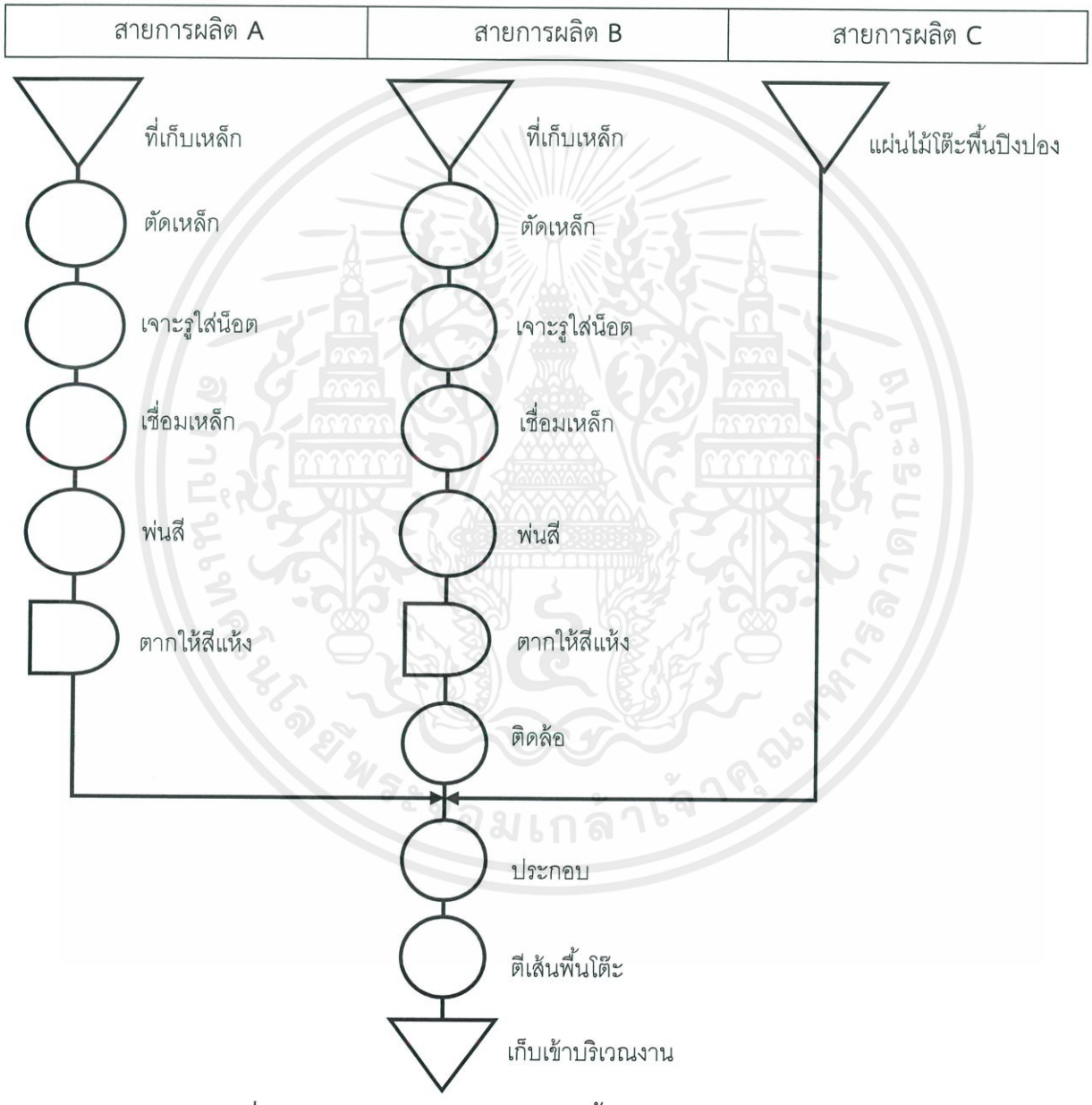
แผนภูมิกระบวนการผลิต เป็นแผนภูมิที่รวมขั้นตอนการผลิตทั้งหมดไว้บนกระดาษแผ่นเดียว จึงยังไม่มีรายละเอียดมากพอที่จะใช้ประโยชน์เพื่อการวิเคราะห์ปรับปรุงกระบวนการได้ แต่แผนภูมินี้ก็เป็นที่นิยมกันมากที่สุด ความสำคัญชองแผนภูมินี้คือ

1. เป็นแผนภูมิเริ่มต้นของการวิเคราะห์แผนภูมิทุกประเภท
2. บอกภาพรวมของการผลิตตั้งแต่ต้นจนจบ
3. ใช้สื่อสารกับบุคคลภายนอกที่ต้องการให้เข้าใจกระบวนการผลิตในภาพรวม
4. ใช้เพื่อประกอบการบรรยายภาพรวมของกระบวนการ และเพื่อประโยชน์ของการประชาสัมพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4.3 <u>แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart)</u>

แผนภูมิกระบวนการไหลเป็นแผนภูมิอีกใบหนึ่งที่การใช้งานที่มากที่สุด โดยใช้วิเคราะห์ขั้นตอนการไหล (Flow) ของวัตถุดิบ ชิ้นส่วน พนักงาน และอุปกรณ์ ที่เคลื่อนไปในกระบวนการพร้อมๆ กับกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้น โดยแสดงเป็นสัญลักษณ์และคำบรรยายประกอบลงในแผนภูมิมาตรฐาน



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างแผนภูมิการไหลของชิ้นส่วนโต๊ะปิงปอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์แผนภูมิการไหลนี้ใช้สัญลักษณ์มาตรฐาน 5 ตัวซึ่งกำหนดโดย The American Society of Mechanical Engineers (ASME) ในสหรัฐอเมริกา ดังนี้

= Operation หมายถึง การปฏิบัติงานบนชิ้นงาน เกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะหรือคุณสมบัติของชิ้นงาน

= Transportation หมายถึง การเคลื่อนย้ายวัตถุจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง

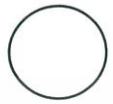
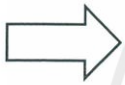
= Inspection หมายถึง การตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงาน หรือการตรวจดูเพื่อให้แน่ใจในลักษณะของชิ้นงาน

= Delay หมายถึง ความล่าช้าของงาน เนื่องจากมีอุปสรรคมาขัดขวางไม่ให้ขั้นตอนการปฏิบัติงานขั้นต่อไปดำเนินต่อได้

= Storage หมายถึง การเก็บดูแลชิ้นงานอย่างถาวร ซึ่งการเบิกจ่าย ควรมีคำสั่ง หรือหนังสือจากผู้เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 สัญลักษณ์ Flow Process Chart (ASME)

สัญลักษณ์	ชื่อเรียก	ความหมาย
	Operation การปฏิบัติการ	- การเปลี่ยนคุณสมบัติทางเคมีหรือฟิสิกส์ของวัตถุ - การประกอบชิ้นส่วน หรือการถอดส่วนประกอบออก - การเตรียมวัตถุเพื่องานขั้นต่อไป - การวางแผน การคำนวณ การให้คำสั่ง หรือการรับคำสั่ง
	Inspection การตรวจสอบ	- การตรวจสอบคุณลักษณะของวัตถุ - การตรวจสอบคุณภาพหรือปริมาณ
	Transportation การเคลื่อนย้าย	- การเคลื่อนวัตถุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง - พนักงานกำลังเดิน
	Delay การคอย	- การเก็บวัสดุชั่วคราวระหว่างปฏิบัติงาน - การคอยเพื่อให้งานขั้นต่อไปเริ่มต้น
	Storage การเก็บ	- การเก็บวัสดุไว้ในสถานที่ถาวรซึ่งต้องอาศัยคำสั่งในการเคลื่อนย้าย - การเก็บชิ้นส่วนที่รอเป็นเวลานาน

แนวทางการวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการไหล

1. กำหนดวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ให้ชัดเจน เช่นต้องการศึกษาเพื่อลดปริมาณการเคลื่อนย้าย หรือเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เป็นต้น
2. ชี้บ่งกระบวนการที่ต้องศึกษาพร้อมทั้งรายละเอียดของกระบวนการ ได้แก่ ชื่อกระบวนการ ชื่อผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนที่ผลิต เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ กำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของกระบวนการที่ต้องวิเคราะห์
3. กำหนดว่าเป็นการวิเคราะห์การไหลของเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ดังนี้
   - ผลิตภัณฑ์ : การเคลื่อนย้ายของชิ้นส่วนวัตถุเข้าสู่สายการผลิตจนประกอบเสร็จเป็นผลิตภัณฑ์
   - พนักงาน : การปฏิบัติงานของพนักงานคนหนึ่งในการทำงาน เคลื่อนย้ายสิ่งของและการเดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องมือหรืออุปกรณ์ : การโยกย้ายของเครื่องมือหรือการใช้งานของอุปกรณ์

4. เริ่มวิเคราะห์จากจุดเริ่มต้นของการไหล บันทึกงานตามที่เกิดขึ้นจริงโดยใช้สัญลักษณ์กำกับกิจกรรมที่เกิดขึ้นอย่างละเอียดทุกขั้นตอน พร้อมทั้งบรรยายสั้นๆ ถึงลักษณะงานที่เกิดขึ้น หากมีขั้นตอนใดที่มีการทำกิจกรรมเกิดขึ้นพร้อมกันให้ใช้สัญลักษณ์ควบ
5. เก็บข้อมูลรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง เช่น ระยะทางที่เคลื่อนที่ไป ปริมาณในการขนย้าย ระยะเวลาในการรอคอยเป็นต้น
6. โยงเส้นระหว่างสัญลักษณ์จากบนลงล่าง
7. สรุปขั้นตอนการปฏิบัติงานลงในตารางสรุปผล

2.2.5 การวิเคราะห์การปฏิบัติงาน

การวิเคราะห์การปฏิบัติงาน ได้แก่ การค้นหาวิธีการปฏิบัติงานใหม่ เพื่อให้เกิดการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยการวิเคราะห์ยังมีพื้นฐานสำคัญคือ ECRS ในการปรับปรุงเป็นหัวใจสำคัญ

2.2.5.1 <u>การพัฒนาวิธีการใหม่</u>

ในการพัฒนาวิธีการใหม่จะอาศัยเทคนิคการตั้งคำถามเพื่อหาสาเหตุของปัญหา แต่การตั้งคำถามในเรื่องนี้จะเป็นรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับวัสดุ เครื่องมือเครื่องใช้ การใช้มือ สภาพการทำงาน ตลอดจนองค์ประกอบอื่นๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน ณ จุดนั้นๆ การพัฒนาวิธีการใหม่ต้องอาศัยความละเอียดและความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิเคราะห์ควรมีการปรึกษาหารือกับคนที่เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ปฏิบัติงาน หัวหน้าคนงาน คนออกแบบเครื่องมือ และตัวพนักงานที่ปฏิบัติงานนั้นๆ ซึ่งจะช่วยให้เห็นข้อบกพร่องของวิธีการทำงานเดิมและความเป็นไปได้ของการออกแบบวิธีการใหม่ ในบางครั้งการลดขั้นตอนการทำงานของพนักงาน ณ จุดปฏิบัติงานเพียงจุดเดียวโดยไม่นึกถึงผลกระทบต่อส่วนงานอื่น นอกจากจะไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตนั้น แต่ยังจะทำให้เกิดปัญหาขึ้นในกระบวนการถัดไป หรือส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้

หลักการพื้นฐานในการปรับปรุงกิจกรรมของพนักงาน คือ

1. ลดขั้นตอนในการทำงานให้เหลือน้อยที่สุด
2. รวมขั้นตอนหรือชิ้นงานเข้าด้วยกัน
3. ลดการว่างงานของมือหรือหลีกเลี่ยงการถือของอยู่ในมือเฉย ๆ
4. พยายามให้เป็นไปตามหลักเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตั้งคำถามเกี่ยวกับขั้นตอนต่างๆ ของการทำงาน อาจแบ่งออกได้ดังนี้

1. สามารถตัด ลด ปรับ รวม ขั้นตอนการทำงานใดบ้าง หากพิจารณาให้ถี่ถ้วน ดังนี้
    - งานที่ไม่มีความจำเป็น
    - ใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ใหม่มาช่วย
    - เปลี่ยนรูปแบบของชิ้นงานเพื่อการส่งต่อไปยังสถานีต่อไป
    - เพิ่มความรู้ให้แก่พนักงาน
2. สามารถตัด ลด ปรับ รวม การเคลื่อนไหวใดบ้าง หากพิจารณาให้ถี่ถ้วน ดังนี้
    - ละเว้นการหยิบงานออก
    - เปลี่ยนจุดในการเก็บงานหรือปล่อยงาน
    - ย้ายงานไปยังจุดอื่นที่อาจทำได้โดยมีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีกว่า
    - ปรับเปลี่ยนการวางผังของสถานีงาน
    - เปลี่ยนเครื่องมือหรืออุปกรณ์
    - การสลับลำดับงาน
    - นำสายสะพายมาใช้
3. สามารถตัด ลด ปรับ การเสียเวลาและมือว่างได้หรือไม่ หากพิจารณาให้ถี่ถ้วน ดังนี้
    - การสลับลำดับงาน
    - การปรับเปลี่ยนการจัดวางผังของเครื่องมือ
    - การใช้เครื่องมือชนิดอื่น
4. สามารถตัด ลด ปรับ รวม การนับจำนวนให้ง่ายขึ้นได้หรือไม่ หาพิจารณาให้ถี่ถ้วน ดังนี้
    - ความจำเป็นของการตรวจนับ และนำข้อมูลไปใช้
    - การตรวจนับเป็นการให้ข้อมูลที่ซ้ำซ้อนหรือไม่
    - การตรวจนับเกิดขึ้น ณ จุดปฏิบัติงานที่จำเป็นและเหมาะสมที่สุด
    - สามารถชดเชยได้ด้วยการสุ่มตัวอย่างและการใช้แผนภูมิควบคุม
5. สามารถตัด ลด ปรับ รวม และทำทุกขั้นตอนให้ง่ายขึ้นได้หรือไม่ หากพิจารณาให้ถี่ถ้วน ดังนี้
    - การสลับลำดับงาน
    - การใช้เครื่องมือชนิดอื่นหรือชนิดใหม่
    - การปรับเปลี่ยนการจัดวางผัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามดังกล่าวข้างต้นเป็นเพียงตัวอย่างบางอันในการตั้งถามเท่านั้น ซึ่งรายละเอียดในทางปฏิบัติอาจจะมีอีกมาก แล้วแต่ชนิดของงานและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผู้วิเคราะห์งาน

2.2.6 การเคลื่อนที่พื้นฐานของมือ

จากการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบไมโครของมือทั้งสองข้าง พบมีอากัปกิริยาที่ซ้ำๆ กันอยู่เพียงไม่กี่อย่าง คือ หยิบ ถือ เคลื่อน วาง เป็นต้น

ในระยะแรกกิลเบทได้แบ่งกลุ่มของการเคลื่อนไหวซึ่งเขาคิดว่าเป็นลักษณะของงานประกอบทั่วไปออกเป็น 17 ชนิด โดยเรียกชื่อหน่วยย่อยของการเคลื่อนที่เหล่านี้ว่าเทอร์บลิค(Therbling) โดยเป็นหน่วยพื้นฐานของการเคลื่อนของมือและไม่สามารถแตกย่อยลงไปได้อีก โดยมีรายละเอียดของชื่อเรียกและความหมายดังนี้

1. Search (Sh) ค้นหา หมายถึง การมองวัตถุสิ่งหนึ่งจากกลุ่ม เริ่มเมื่อตาหรือมือเริ่มค้นหาวัตถุและสิ้นสุดเมื่อพบวัตถุ
2. Select (St) เลือก หมายถึง การเลือกวัตถุชิ้นหนึ่งออกจากของอื่นๆ ที่มีลักษณะเหมือนกัน บางครั้งก็ยากที่จะบอกความแตกต่างระหว่าง ค้นหา และ เลือก เนื่องจากเมื่อเริ่มมองหานั้น ผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่ได้เริ่มต้นเอื้อมมือไปคัดเลือกแล้ว หากมีความไม่ชัดเจนดังกล่าวอาจรวม Motion ทั้งสองนี้เข้าด้วยกันในหัวข้อของ เลือก
3. Grasp (G) จับ หมายถึงการถือวัตถุไว้ในมือโดยนิ้วมือกำรอบวัตถุ เพื่อเตรียมหยิบขึ้นหรือทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง การจับเริ่มเมื่อนิ้วสัมผัสวัตถุและสิ้นสุดเมื่อวัตถุอยู่ในมือแล้ว
4. Transport Empty (TE) เคลื่อนมือเปล่า หมายถึง การเอื้อมมือไปยังวัตถุหรือสิ่งของเริ่มต้นเมื่อมือเริ่มเคลื่อนโดยไม่มีน้ำหนักหรือแรงต้านทาน และสิ้นสุดเมื่อมือหยุดเคลื่อน หรือเมื่อได้สัมผัสวัตถุ
5. Transport Loaded (TL) เคลื่อนวัตถุ หมายถึง การหยิบของจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง วัตถุอาจถูกถือในมือหรือจับด้วยนิ้ว หรืออาจถูกลาก หรือเลื่อน หรือผลักก็ได้ มือเปล่าที่เคลื่อนโดยมีแรงต้านอาจถือเป็นการเคลื่อนวัตถุได้ เนื่องจากมีแรงต้านการเคลื่อนที่ของมือ การเคลื่อนวัตถุ เริ่มเมื่อเคลื่อนพร้อมวัตถุหรือแรงต้าน สิ้นสุดเมื่อมือหยุดเคลื่อน
6. Hold (H) ถือ หมายถึง การถือวัตถุอยู่ในมือหลังจากจับหรือหยิบขึ้นมาโดยไม่มีการเคลื่อนที่ เริ่มต้นเมื่อมือที่ถือวัตถุหยุดเคลื่อนที่ และสิ้นสุดเมื่อมือที่ถือวัตถุเริ่มเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. Release Load (RL) ปล่อยวัตถุ หมายถึง การที่นิ้วมือคลายการควบคุมของกล้ามเนื้อที่ถือของอยู่ เริ่มต้นเมื่อกล้ามเนื้อมือเริ่มคลายแรงกระทำบนวัตถุ และสิ้นสุดเมื่อวัตถุหลุดออกจากมือแล้ว
8. Position (P) จัดหรือเล็ง หมายถึง การหมุนหรือตั้งวัตถุในลักษณะที่เข้าที่ เพื่อการทำงานในจังหวะต่อไป การจัดเริ่มเมื่อมือเริ่มหมุนหรือเล็งวัตถุให้ตรงตำแหน่งและสิ้นสุดเมื่อวัตถุถูกเล็งตรงตำแหน่งที่ต้องการ
9. Pre-position (PP) จัดเตรียม หมายถึง การจัดหรือตั้งวัตถุในตำแหน่งเพื่อการกระทำอันต่อไป ต่างกับการจัดตรงที่วัตถุถูกวางในตำแหน่งโดยประมาณ การจัดเตรียมอาจทำพร้อมกับการเคลื่อนที่ได้
10. Inspect (I) ตรวจ หมายถึง การตรวจวัตถุเพื่อให้แน่จ่าถูกต้องทั้งขนาด รูปร่าง สี และลักษณะอื่นๆ การตรวจต้องอาศัยการมอง สัมผัส ฟัง ดมกลิ่น และชิมรส การตรวจเป็นปฏิกิริยาทางความรู้สึกจึงอาจเกิดขึ้นพร้อมกับเทอร์บลิคอื่นๆ ได้
11. Assemble (A) ประกอบ หมายถึง การประกอบชิ้นส่วนสองชิ้นเข้าด้วยกัน เริ่มต้นเมื่อมือเริ่มประกอบ สิ้นสุดเมื่อการประกอบเสร็จสิ้น
12. Disassemble (DA) ถอด หมายถึง การแยกชิ้นวัตถุออกจากชิ้นส่วนอื่นๆ เริ่มต้นเมื่อมือเริ่มทำการถอดชิ้นส่วนออกจากส่วนประกอบ สิ้นสุดเมื่อชิ้นส่วนแยกออกแล้ว
13. Use (U) ใช้ หมายถึง การใช้เครื่องมือ ชิ้นส่วน หรือส่วนของเครื่องจักรทำงานตามที่ต้องการ เริ่มเมื่อมือใช้เครื่องมือหรือเครื่องใช้ในการทำงานหนึ่ง สิ้นสุดเมื่อมือหยุดการทำงาน
14. Unavoidable Delay (UD) การล่าช้าซึ่งหลีกเลี่ยงไม่ได้ หมายถึง การรอคอยของมือใดมือหนึ่งในระหว่างการทำงานโดยไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ อาจเกิดขึ้นจากการขัดข้องในกระบวนการหรือการจัดวางของระบบทำให้บางส่วนของร่างกายปฏิบัติงานต่อไม่ได้
15. Avoidable Delay (AD) การล่าช้าซึ่งสามารถหลีกเลี่ยงหรือควบคุมได้ หมายถึง การรอคอยของมือใดมือหนึ่งในระหว่างการทำงาน โดยสาเหตุที่อาจหลีกเลี่ยงได้
16. Plan (Pn) การวางแผน หมายถึง การอรคอยของมือใดมือหนึ่งในระหว่างการทำงานหรือการเคลื่อนที่โดยไม่มีทิศทาง ในระหว่างที่พนักงานตัดสินใจว่าจะทำงานต่อไปอย่างไร เริ่มเมื่อคนงานต้องคิดถึงขั้นตอนต่อไปว่าจะทำอย่างไรดี และหยุดเมื่อมีการตัดสินใจว่าจะทำอย่างไรต่อ
17. Rest for Overcoming Fatigue (R) หมายถึง การเสียเวลาอันเนื่องมาจากการพักเหนื่อย เริ่มเมื่อคนงานหยุดทำงาน และสิ้นสุดเมื่อเริ่มงานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7 การศึกษาเวลา

เป็นเทคนิคในการวัดปริมาณงานเป็นหน่วยของเวลา โดยเรียกกันว่า การกำหนดเวลามาตรฐาน ซึ่งทางอุตสาหกรรมให้ความสำคัญกับเรื่องนี้มาก เพื่อจะนำไปคำนวณหาผลผลิตมาตรฐาน

$$\text{ผลผลิตมาตราฐาน (จำนวนชิ้น)} = \frac{\text{เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการทำงาน}}{\text{เวลามาตราฐานในการผลิตต่อชิ้น}} \qquad (2.1)$$

โดยผลผลิตมาตรฐานเป็นข้อมูลที่มีไว้เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนและควบคุมการผลิตให้มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเป้าหมายของบริษัท ซึ่งจะนำไปคำนวณหาประสิทธิภาพในการทำงานอีกที
ดังสมการ

$$\text{ประสิทธิภาพ (\%)} = \frac{\text{ผลผลิตจริง}}{\text{ผลผลิตมาตราฐาน}} * 100\ \% \qquad (2.2)$$

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รุ่งทิวา สุดา และ เอกวรรณ แก้วสีคร้าม (2551) ทำการศึกษาการบริหารจัดการคลังวัตถุดิบในกระบวนการเชื่อมโดยใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้า การศึกษาพบว่าแผนกตัดและย้ำได้มีการจัดเก็บวัตถุดิบที่กระบวนการเชื่อมมากที่สุด ทำให้เสียต้นทุนในการจัดเก็บโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งทำให้เกิดมูลค่าสูญเสียถึง 288,240 บาท จึงทำการปรับเปลี่ยนผังการทำงานของกระบวนการเชื่อมในแผนกตัดและย้ำใหม่ให้มีการไหลอย่างต่อเนื่องของชิ้นงานและลดการสต๊อคของวัตถุดิบ ทำให้มีพื้นที่ใช้สอยในการทำงานเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บลดลงเหลือ 77,920 บาท

วริศรา เลิศลักษณาพร และ วรัญญา เข็มเพ็ชร์ (2558) ทำการศึกษาเพื่อลดเวลากระบวนการสลิตในกรณีศึกษาของโรงงานแปรรูปโลหะและอโลหะ จากการเกิดความล่าช้าในการส่งมอบสินค้าให้ทันตามกำหนดและสิ่งแวดล้อมไม่เหมาะสม จึงทำการจัดลำดับงานลดเวลาในกระบวนการจาก 460 นาทีเหลือ 363 นาทีต่อวัน จัดทำคู่มือช่วยในการติดตั้งเครื่องจักรช่วยลดเวลาสูญเปล่าจาก 300 นาทีเหลือ 151 นาทีต่อคนต่อวัน กิจกรรม 5ส ลดเวลากระบวนการจาก 460 นาทีเหลือ 361 นาทีต่อวัน และทำการลดจำนวนคนงานได้ 1 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าว มีจุดประสงค์หลักในการลดความสูญเปล่าโดยใช้ทฤษฎีการผลิตแบบลีนและ TPS เป็นแนวทาง รวมทั้งหลักการ ECRS ที่เป็นหลักการที่เรียบง่ายเป็นสากลและใช้ได้ผลมาแล้วในหลายธุรกิจอุตสาหกรรม จึงได้นำหลักการดังกล่าวมาใช้ในกระบวนการปรับปรุงการผลิตเกียร์รถยนต์แบบธรรมดานี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงาน

การจัดทำโครงงานการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตแผนกการผลิตเกียร์รถยนต์แบบธรรมดานั้นได้ผ่านขั้นตอนการดำเนินการต่างๆ ดังนี้

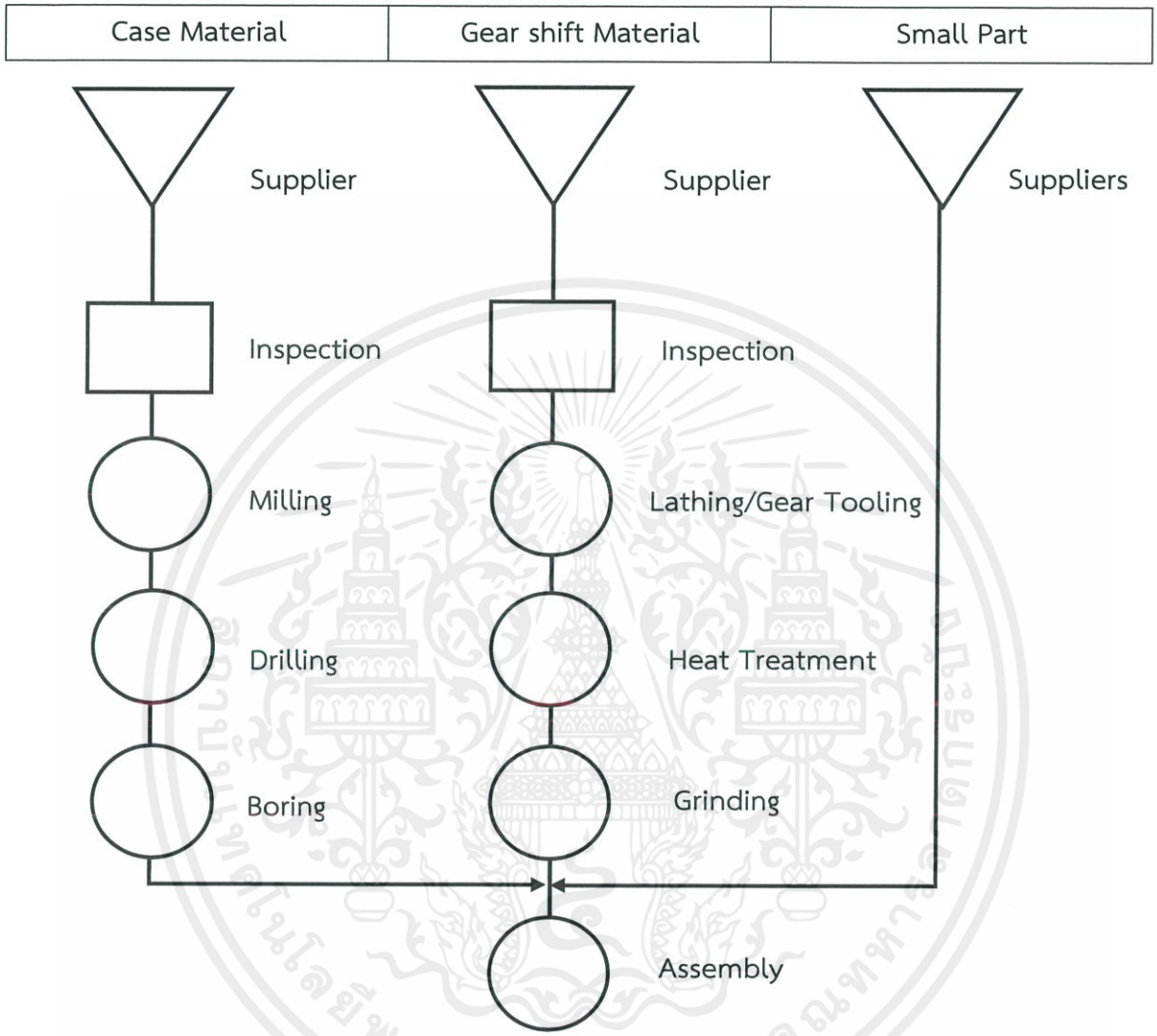
1. ศึกษาสภาพปัจจุบันภายในโรงงาน
2. สำรวจปัญหา
3. วิเคราะห์ปัญหา และจำลองการแก้ปัญหา
4. วัดผลการจำลอง และประเมินผล
5. สรุปผลการดำเนินการ

3.1 ศึกษาสภาพปัจจุบันภายในโรงงาน

โดยการเก็บข้อมูลรวมถึงการสอบถามข้อมูลพื้นฐานจากแผนกวิศวกรรมการผลิต ถึงข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่

1. ขั้นตอนการผลิต เป็นข้อมูลที่ค่อนข้างจำเป็น เนื่องจากการที่จะปรับปรุงการทำงานได้ จำเป็นต้องทราบขั้นตอนการทำงานเดิมโดยละเอียด เพราะการปรับปรุงใดๆ ไม่ควรทำให้ขั้นตอนการผลิตใหม่สร้างผลกระทบต่อการผลิตชิ้นงานที่อาจเป็นความเสียหายต่อชิ้นงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตชิ้นงานเกียร์รถยนต์

ผลิตภัณฑ์เกียร์รถยนต์รุ่น BC5/25 จำนวน 1 ตัวจะประกอบขึ้นจากทั้งหมด 3 ส่วน และมีขั้นตอนในการผลิต ดังนี้

1) Case Material หรือเสื้อเกียร์ มีวัตถุดิบหลักเป็นอลูมิเนียม โดยการผลิตชิ้นงานเสื้อเกียร์เริ่มต้นตั้งแต่การรับวัตถุดิบจากซัพพลายเออร์ ส่งไปยังขั้นตอนการแมชชีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้แก่ การกลัด และการเจาะตามลำดับ จากนั้นจึงนำชิ้นงานเข้าสู่ส่วนของการประกอบชิ้นงาน

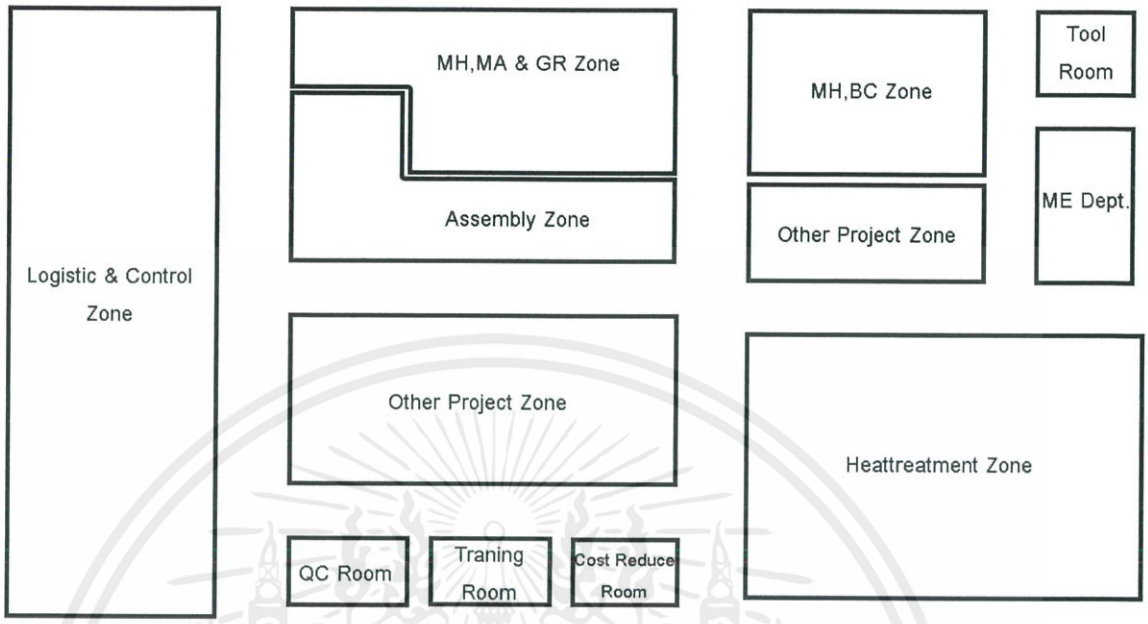
2) Gear Shift Material เป็นชิ้นงานส่วนต่างๆ ของเกียร์รถยนต์ได้แก่ เฟืองขนาดต่างๆ และเพลาขับเกียร์ ขั้นตอนการผลิตเริ่มจากการรับชิ้นงานจากซัพพลายเออร์เข้าสู่ขั้นตอนการแมชชีน ได้แก่ การกลึง และการขึ้นรูปชิ้นงานเกียร์ หลังจากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการอบชุบ แล้วนำไปเจียระไนและเข้าสู่การประกอบในขั้นตอนสุดท้าย

3) Small parts ได้แก่ ชิ้นส่วนขนาดเล็ก เช่น สปริง สายพาน น็อตต่างๆ เป็นต้นที่ใช้ในงานประกอบ จะนำเข้าจากซัพพลายเออร์และส่งเข้าส่วนงานประกอบโดยตรง

จากนั้นชิ้นงานที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจะถูกตรวจสอบคุณภาพครั้งสุดท้ายพร้อมบรรจุภัณฑ์และเตรียมส่งมอบสินค้าไปยังลูกค้าต่อไป

2. แผนผังโรงงาน เพื่อให้ทราบบริเวณพื้นที่การผลิตและแผนกการผลิตรวมถึงหน้าที่ต่างๆ ของแต่ละบริเวณ เกี่ยวโยงไปถึงความสะดวกในการผลิต เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจในการปรับปรุงการผลิตในเบื้องต้น และลำดับการสำรวจปัญหาตามขั้นตอนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แผนผังโรงงานที่ทำการปรับปรุง

ตำแหน่งของโรงงานผลิตมีพื้นที่ทั้งหมด 3 โรงงาน โดยโรงงานที่ผู้จัดทำใช้ในการศึกษาคือโรงงานที่ 2 โดยจะแบ่งพื้นที่ภายในโรงงานที่ 2 ที่เป็นส่วนในการผลิตเกียร์รถยนต์ได้ทั้งหมดดังนี้

1) Logistic & Control Zone บริเวณนี้จะเป็นบริเวณที่รับวัตถุดิบและวัสดุชิ้นส่วนที่ใช้สำหรับชิ้นงานเข้ามายังภายในจากซัพพลายเออร์ รวมถึงเป็นบริเวณที่ใช้บรรจุและจัดเรียงชิ้นงานสำเร็จรูปเพื่อเตรียมส่งให้กับลูกค้า
2) MH BC Zone บริเวณนี้จะเป็นกระบวนการ MH หรือแมชชีนนิ่ง ได้แก่ การกลัด การกลึง การเจาะชิ้นงาน ชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์รุ่น BC5/25 ซึ่งเป็นพื้นที่หลักสำหรับการแมชชีนที่ใช้ในการผลิตขึ้นรูปจากวัตถุดิบเพื่อส่งไปยังกระบวนการถัดไป
3) MH,MA & GR Zone ได้แก่พื้นที่สำหรับกระบวนการ MH บางส่วนและกระบวนการ MA หรือแมชชีนนิ่งอลูมิเนียมสำหรับการขึ้นรูปตัวเคสเกียร์หรือเสื้อเกียร์ที่มีวัตถุดิบเป็นอลูมิเนียม และยังมีกระบวนการ GR ซึ่งเป็นการเจียระไนชิ้นงานหลังจากผ่านกระบวนการชุบแข็งที่อยู่ในขั้นตอนถัดไปหลังจากกระบวนการ MH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณนี้จะมีหลายกระบวนการปนอยู่ด้วยกันเนื่องจากการผลิตบางกระบวนการได้ถูกวางให้ใกล้กับแผนกอื่นเพื่อการลดระยะทางที่ใช้ในการขนย้ายจากกระบวนการหนึ่งไปยังกระบวนการถัดไป เช่น กระบวนการ MA จะอยู่ติดกับบริเวณส่วนประกอบชิ้นงาน เนื่องจากการขึ้นรูปชิ้นงานอลูมิเนียมไม่จำเป็นต้องผ่านกระบวนการใดๆ ต่อจากนี้

4) Heat Treatment Zone บริเวณสำหรับการอบชุบชิ้นงานหลังผ่านกระบวนการ MH หลังจากกระบวนการอบชุบเสร็จสิ้นชิ้นงานจะถูกขนย้ายกลับไปยังบริเวณ MH,MA & GR เพื่อผ่านกระบวนการเจียระไนชิ้นงานให้มีความเงา และส่งต่อไปยังบริเวณประกอบชิ้นงานที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง
5) Assembly Zone บริเวณสำหรับการประกอบชิ้นงานทุกส่วนเข้าด้วยกัน โดยจะมี 3 ส่วนที่มารวมยังบริเวณนี้ ได้แก่
    1) ชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการอบชุบจากบริเวณ Heat Treatment
    2) ชิ้นงานที่มาจากกระบวนการ MA จากบริเวณ MH,MA & GR
    3) วัสดุชิ้นส่วนประกอบย่อยที่สั่งซื้อโดยตรงจากซัพพลายเออร์และมาส่งไว้ที่บริเวณ Logistic & Control
6) Other Project Zone บริเวณการผลิตสำหรับการผลิตชิ้นงานเฉพาะอื่นๆ ที่มีรายละเอียดคล้ายกับการผลิตรุ่น BC5/25 แต่จะค่อนข้างซับซ้อนกว่าในบางขั้นตอน และเนื่องจากโครงงานได้มุ่งเน้นเจาะจงที่ขั้นตอนการผลิตชิ้นงาน BC5/25 เป็นหลัก จึงทำให้อาจมีความสับสนได้หากมีการกล่าวในเนื้อหาของไลน์การผลิตชิ้นงานรุ่นอื่นๆ ด้วย
7) Office Zone บริเวณนี้ ได้แก่ ห้องควบคุมคุณภาพ (QC Room) ห้องอบรมพนักงาน (Training Room) ห้องประชุมรายวัน (Cost Reduction Room) ห้องเครื่องมือ (Tool Room) และแผนกวิศวกรรมการผลิต (ME Dept.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. มาตรฐานการดำเนินงานในเวลาปกติ เป็นส่วนสำคัญที่จำเป็นต้องทราบโดยละเอียด ก่อนจะดำเนินการปรับปรุงใดๆ เพราะการทำงานมาตรฐานมีผลต่อเวลาในการทำงานเป็นอย่างมาก

โรงงานที่ใช้เป็นพื้นที่ในการศึกษาข้อมูล เป็นโรงงานที่ได้รับมาตรฐานอุสาหกรรม ISO 9001 และ ISO 14000 และมาตรฐานการทำงานของโรงงานเป็นไปตามรูปแบบการผลิตแบบโตโยต้า เน้นการผลิตทีละชิ้น โดยรูปแบบการดึง การวางสถานีงานเป็นรูปตัวยู ดักจับปัญหาหน้างานโดยพนักงานผลิตที่ใช้การตรวจสอบด้วยสายตา และทำการแก้ไขข้อผิดพลาดเครื่องจักรโดยการใช้สัญญาณไฟอันดง เพื่อเรียกหัวหน้างาน เข้ามาทำการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น และประสิทธิภาพรวมถึงจำนวนความผิดพลาดจะถูกแสดงไว้ยังป้ายสัญญาณของแต่ละไลน์การผลิตตลอดเวลา ซึ่งเป้าหมายเพื่อการปรับปรุงปัญหารายวันของแต่ละไลน์การผลิตได้อย่างทันท่วงที

4. ระบบความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ในการลงพื้นที่ปฏิบัติงานเพื่อสำรวจปัญหาในสถานีการผลิต ควรต้องคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นอันดับแรก ดังนั้นการเรียนรู้กฎระเบียบด้านความปลอดภัยจึงควรผ่านการอบรมจากบริษัทโดยตรง

มาตรการรักษาความปลอดภัยภายในของบริษัทสำหรับการปฏิบัติตัวภายในโรงงานดังต่อไปนี้

1) การสวมใส่อุปกรณ์บังคับ ที่จำเป็นก่อนเข้าโรงงาน ได้แก่
   - หมวกแก๊ปบริษัท หรือหมวกนิรภัยกรณีเดินเข้าสู่พื้นที่ควบคุม หรือเมื่อต้องขับรถโฟล์คลิฟท์ รวมถึงการรวบผมให้เรียบร้อยทุกครั้งที่สวมใส่หมวก
   - แว่นตานิรภัย
   - รองเท้าเซฟตี้
2) การสวมใส่เสื้อเอี๊ยมสะท้อนแสง เมื่อจำเป็นต้องเข้าสู่บริเวณโลจิสติกส์ เนื่องจากมีรถโฟล์คลิฟท์วิ่งอยู่ตลอดเวลา
3) เดินในบริเวณเส้นทางสำหรับการเดินเท่านั้น โดยจะมีเส้นทางสำหรับเดินขีดไว้อย่างชัดเจนเพื่อความปลอดภัย
4) หยุดบริเวณทางแยก ใช้นิ้วชี้ไปที่ด้านซ้าย ขวา และด้านหน้า เมื่อพบว่าทางเดินปลอดภัย จึงพยักหน้าเพื่อยืนยันอีกครั้ง แล้วสามารถเดินข้ามทางแยกนั้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ไม่เดินเอามือล้วงกระเป๋ากางเกงขณะเดิน เพื่อป้องกันสถานการณ์ไม่คาดคิดเช่น เมื่อสะดุดล้มจะได้ใช้มือป้องกันได้อย่างทันท่วงที หรือการเดินเซจะได้ใช้มือผลักตัวเองออกจากสิ่งกีดขวางได้ทัน

6) จับราวบันไดทุกครั้งที่มีการเดินขึ้นหรือลงบันได

7) ไม่ใช้โทรศัพท์ขณะเดินบริเวณพื้นที่ภายในโรงงาน

5. ข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์เบื้องต้น เพื่อทราบรุ่นผลิตภัณฑ์โดยรวม ใช้ในการประเมินการทำงานในสถานีงานต่างๆ เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์หลัก ได้แก่ AR5,AC6,TV2,BC5และBC25

เวลาทำงานปกติ : 26,400 วินาทีต่อวัน

6. คำแนะนำการสำรวจปัญหาที่มีอยู่และปัญหาที่ได้พบเป็นประจำแต่อาจยังหาทางแก้ไม่ได้ อาจเรียกได้ว่าเป็นข้อมูลที่ช่วยส่งเสริมให้การสำรวจปัญหาพบความง่ายขึ้น เนื่องจากข้อมูลจากผู้ที่คุ้นเคยกับการผลิตย่อมมีความแม่นยำ และน่าเชื่อถือได้ในการที่จะใช้เป็นแนวทางการสำรวจปัญหาจากจุดเริ่มต้น

คำแนะนำ จากการสัมภาษณ์วิศวกรและพนักงานในบริเวณไลน์การผลิตต่างๆ ที่ใช้ในการตัดสินใจร่วมกับข้อมูลในอดีต ได้ข้อสรุปดังนี้

1) การปรับปรุงไลน์การผลิตเกียร์รถยนต์ในโรงงานเป็นไปได้ในเฉพาะไลน์การผลิตรุ่น BC5/25 เนื่องจากไลน์การผลิตรุ่นอื่นๆ อยู่ในการดูแลวิศวกรท่านอื่นที่กำลังดำเนินการในขั้นตอนที่อาจไม่สะดวกสำหรับการศึกษาขั้นตอนการทำงาน

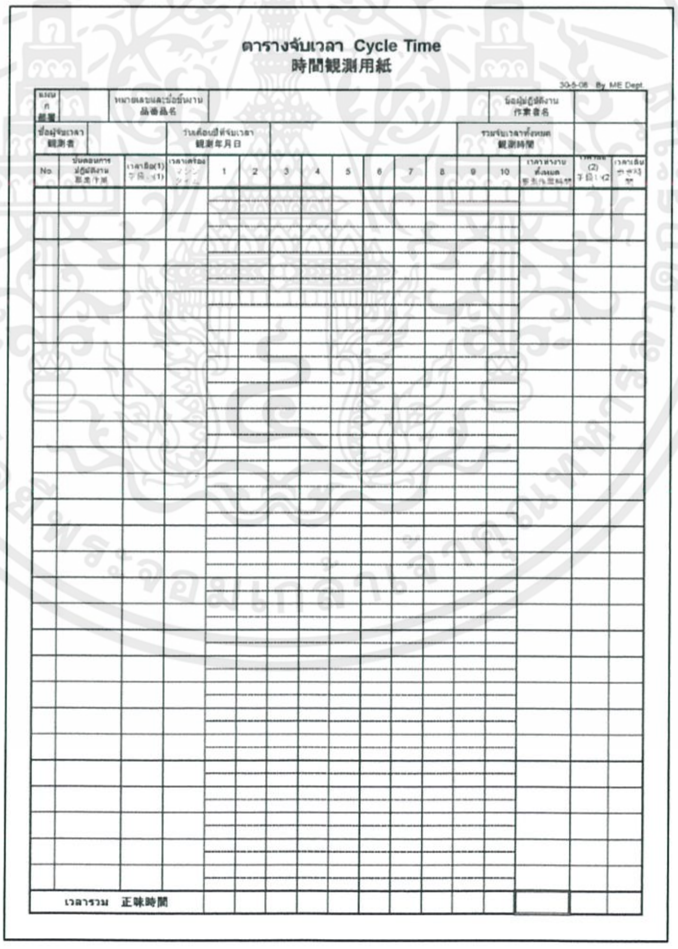
2) การดำเนินงานในไลน์การผลิตเกียร์รถยนต์ส่วน BC5/25 นั้น พบว่ามีการรอของสถานีงานบางจุด เนื่องจากการหยิบงานของพนักงานที่มีความจำเป็นต้องนำชิ้นงานออกจากเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 สำรวจปัญหา

จากการสังเกตโดยใช้หลักการความสูญเปล่า 7 ประการและทำการระบุปัญหาที่พบเพื่อนำมาวิเคราะห์ในขั้นตอนถัดไป โดยการสำรวจปัญหาจะเรียงลำดับจากแผนกที่วิศวกรการผลิตแนะนำว่าพบว่าประสิทธิภาพการผลิตประสบปัญหาบ่อยที่สุดแล้วจึงไปยังสถานีการผลิตที่มีปัญหาลองลงมา

1. ใบสำรวจปัญหา ในการหาปัญหารายวันทั่วไปจำเป็นต้องใช้หลักการ Genchi Genbutsu หรือการลงพื้นที่จริงเพื่อให้พบปัญหาด้วยตนเองหลังจากรับทราบขั้นตอนการทำงานมาตรฐานแล้วเพื่อนำปัญหาต่างๆ มาพิจารณา
2. ตารางจับเวลา เป็นการวัดรอบเวลาการผลิตเพื่อหาเวลาที่แท้จริงในปัจจุบัน เทียบกับมาตรฐานเดิมว่าเปลี่ยนไปหรือไม่ และยังเป็นการรวบรวมข้อมูลนำมาพิจารณาจุดที่พบความสูญเปล่าเพื่อที่จะสามารถเจาะจงปรับปรุงการทำงาน


ตารางจับเวลา Cycle Time
時間観測用紙
30-5-08 By ME Dept

No				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			

เวลารวม 正味時間

รูปที่ 3.3 ใบตารางจับเวลาการทำงาน 10 รอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิเคราะห์ปัญหาและออกแบบจำลองการแก้ปัญหา

3.3.1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพ

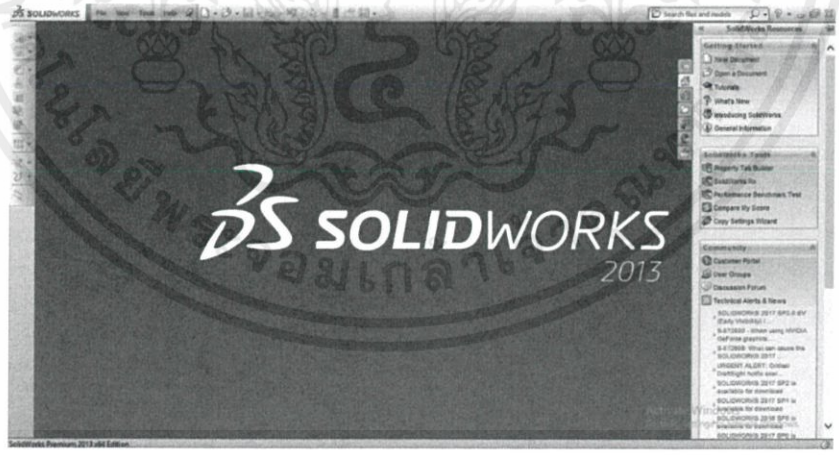
การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสามารถแบ่งได้เป็นสองระดับ

1. ระดับกระบวนการ โดยจะอ้างอิงคำแนะนำจากวิศวกรการผลิตเป็นหลัก เนื่องจากการเข้าถึงข้อมูลของแผนกการผลิตบางแผนกอาจมีข้อจำกัดทางด้านการอนุญาตในการเข้าถึงข้อมูล ทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลมาเปรียบเทียบเองได้
2. ระดับสถานี การวิเคราะห์จะใช้การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตของเดือนกรกฎาคม โดยนำข้อมูลประสิทธิภาพที่ได้มาสร้างตารางโดยมีแกน X เป็นวันที่ และแกน Y เป็นประสิทธิภาพ

3.3.2 การจำลองการแก้ปัญหา

การนำแนวคิดการปรับปรุงจะมาจากการเฝ้าสังเกตการณ์ทำงานรวมกับข้อมูลพื้นฐานเพื่อนำมาตัดสินใจ ปัญหาที่พบว่ามีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตในระยะยาวและเป็นการปรับปรุงด้วยวิธีการที่ไม่ซับซ้อนเกินไปซึ่งไม่ถือว่าเป็นนวัตกรรม เพื่อให้คงอยู่ในจุดมุ่งหมายหลักของหลักการไคเซน คือการปรับปรุงในจุดที่เป็นการทำงานประจำวันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ

จำลองตัวแบบที่ใช้สำหรับการประกอบแนวคิดการปรับปรุงการผลิต จากโปรแกรมการจำลองชิ้นงาน Solidworks 2013



รูปที่ 3.4 โปรแกรมสำหรับการออกแบบตัวยึดอุปกรณ์ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การประเมินผลหลังการปรับปรุง

ได้จากการจำลองการทำงาน ที่ใช้แทนการทำงานที่สถานที่ทำงานจริง เนื่องจากสถานที่ทำงานจริงมีการดำเนินงานตลอดเวลา จึงเป็นไปได้เพียงการเก็บข้อมูลก่อนการปรับปรุง

3.5 สรุปผลการดำเนินการปรับปรุง

ประเมินจากการเปรียบเทียบรอบเวลาการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุงของข้อมูลที่มาจากการจำลองเทียบกับข้อมูลประสิทธิภาพเฉลี่ยรายวันในเดือนกรกฎาคม 2559 ของสถานีงานที่เลือกทำการปรับปรุง

3.6 แผนการดำเนินงาน

แผนการเข้าเยี่ยมชมโรงงานและจัดทำโครงงาน

1. เข้าชมโรงงานเพื่อดูภาพรวม พร้อมปรึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นกับแผนกที่เกี่ยวข้อง
2. นำข้อมูลที่ได้มาทำการสรุป และวางแผนการทำงาน
3. เข้าชมโรงงาน เพื่อสำรวจปัญหาที่เกิดขึ้นจริง พร้อมเก็บข้อมูล
4. นำข้อมูลมามาวิเคราะห์ พร้อมออกแบบการแก้ไขปัญหา โดยใช้เครื่องมือต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
5. ปรึกษาความเป็นไปได้จากการออกแบบการแก้ไขปัญหากับโรงงาน
6. นำข้อเสนอแนะที่ได้จาก โรงงานนำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม (ถ้ามี)
7. นำวิธีการแก้ไขปัญหา ไปประยุกต์ใช้จริงในโรงงาน
8. ติดตามผล พร้อมความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ว่ามีข้อบกพร่องที่ต้องแก้ไข ตรงไหนบ้าง
9. จัดทำรูปเล่มโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

จากการวางแผนการดำเนินงานและเก็บข้อมูลพื้นฐานของบริษัทเรียบร้อยแล้ว จึงได้ทำการดำเนินการสำรวจ วิเคราะห์ปัญหา ดำเนินการปรับปรุง และทดลองแนวคิดการปรับปรุงตามลำดับ และผลการดำเนินงานตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ข้างต้นดังต่อไปนี้

4.1 สำรวจ วิเคราะห์ปัญหา เก็บข้อมูลสภาพปัจจุบัน

โดยการดำเนินงานเริ่มด้วยการสำรวจปัญหาเพื่อนำมาวิเคราะห์เลือกจุดที่เหมาะสมที่สุดในการปรับปรุงแล้วจึงทำการรวบรวมข้อมูลสภาพปัจจุบันในสถานีงานนั้นๆ เพื่อทำการออกแบบการปรับปรุงต่อไป

4.1.1 วิธีการวิเคราะห์เลือกปัญหา

จากคำแนะนำเบื้องต้นและการประเมินความเป็นไปได้ของระยะเวลาโครงงาน ผู้จัดทำโครงงานได้เลือกพิจารณากระบวนการผลิตเฉพาะที่ไลน์การผลิต MH8350 ซึ่งเป็นไลน์การผลิตชิ้นส่วนภายในเกียร์

โดยไลน์ MH8350 นั้นจะแบ่งการผลิตชิ้นส่วนภายในของเกียร์รถยนต์รุ่น BC5/25 ดังนี้ และแสดงผังสถานีงานของการผลิตของแต่ละรุ่นในไลน์ MH8350 ไว้ ดังรูปที่ 4.1

1) Gear 3,4,5th

   กระบวนการผลิตผ่านสถานีงาน LA10269, HB10029, LA10291, GS10061 และ SV10064 ตามลำดับ

2) Gear 3,4,5 Driven

   กระบวนการผลิตผ่านสถานีงาน LA10321, BR10047, LA10322, MMT0017, MC10276, BR10048, LA10247, CHT0013 และ CHT0014 ตามลำดับ

3) Sleeve NO.2,3 Reverse

   กระบวนการผลิตผ่านสถานีงาน LA10089, BR10054, HB10034, LA10047 และ SV10078 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.1 <u>เปรียบเทียบประสิทธิภาพรายวัน</u>

เก็บข้อมูลจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ของแต่ละวัน และนำมาเทียบจำนวนการผลิตที่ตั้งเป้าหมายไว้ (777 หน่วยต่อวัน) เพื่อหาประสิทธิรายวันระยะเวลา 1 เดือน (กรกฎาคม 2559) และนำข้อมูลรายวันนั้นมาหาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบของแต่ละรุ่นในไลน์การผลิต เพื่อหารุ่นที่มีประสิทธิภาพการผลิตต่ำสุดแล้วจึงทำการลงพื้นที่สำรวจเพื่อหาปัญหาที่จะสามารถทำการปรับปรุงได้ต่อไปโดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพรายวัน ดังสมการ 4.1

$$x_i = \frac{P_d}{777} \tag{4.1}$$

x_i = ประสิทธิภาพรายวัน (%)

P_d = จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้รายวัน

การคำนวณค่าเฉลี่ย (Average) ด้วยการนำประสิทธิภาพรายวัน (x_i) รวมกันและหารด้วยจำนวนวันทำการ (n) ในระยะเวลา 1 เดือน (25 วัน) ดังสมการ 4.2 และได้ผลลัพธ์ประสิทธิภาพรายวันและค่าเฉลี่ยของแต่ละรุ่น ดังรูปที่ 4.2

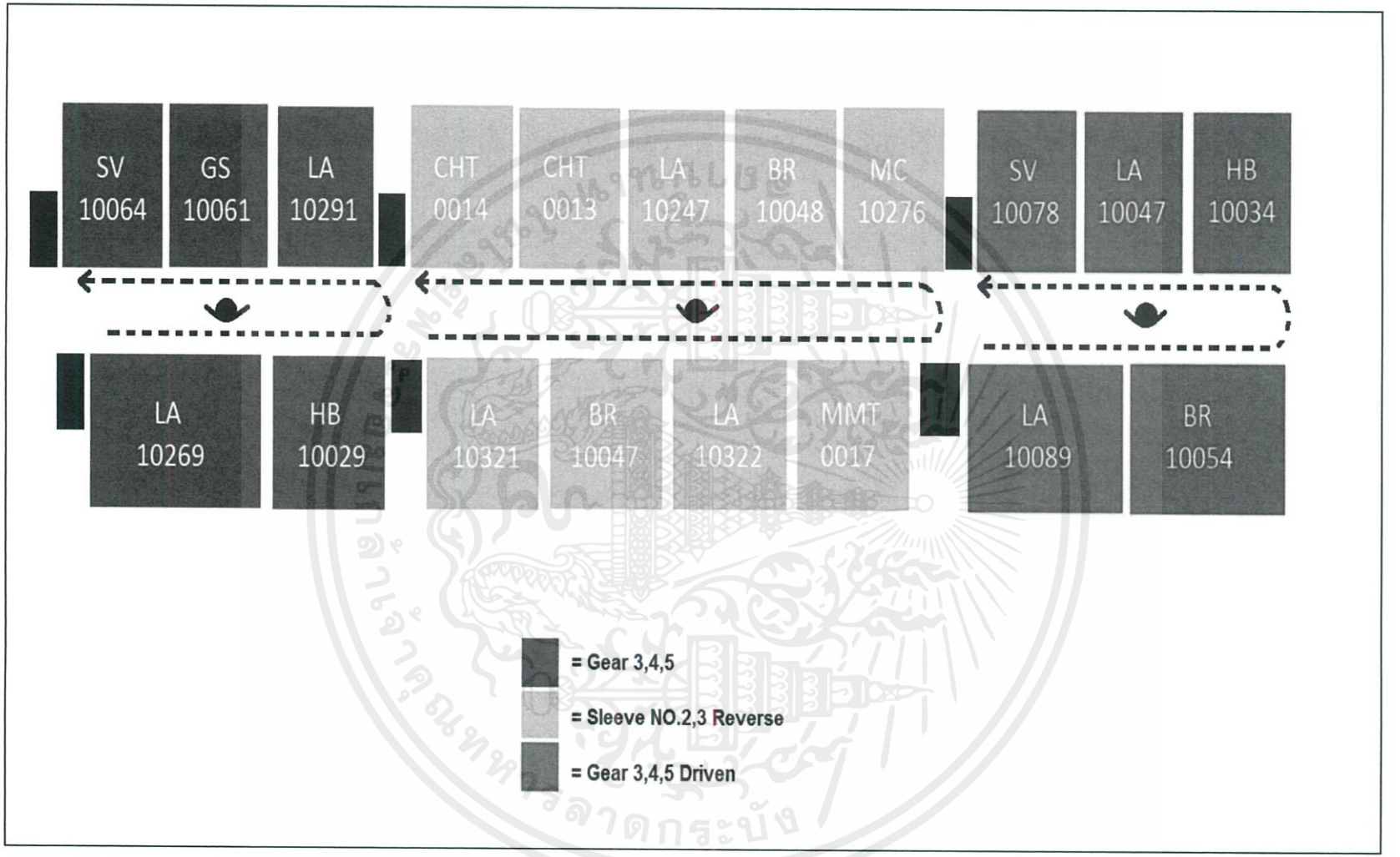
$$\overline{x} = \frac{\sum_i x_i}{n} \tag{4.2}$$

$\overline{x}$ = ประสิทธิภาพเฉลี่ย (Average)

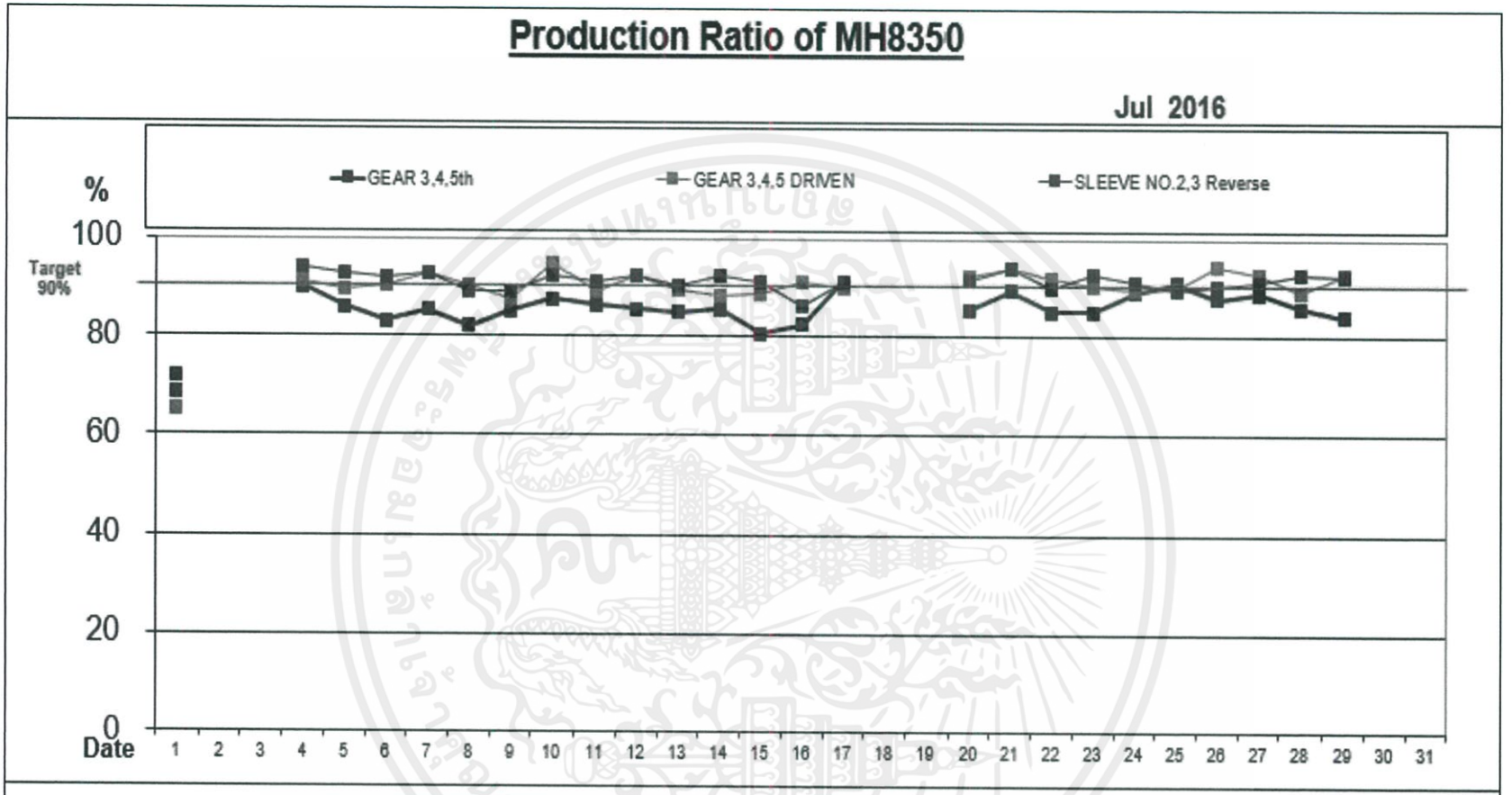
x_i = ประสิทธิภาพรายวัน

n = จำนวนวันทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.1 แผนผังไลน์ผลิต MH8350



Date / Work	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Avg.
GEAR 3,4,5th	71.6			90.0	86.0	83.0	85.3	82.0	85.0	87.5	86.3	85.5	84.9	85.5	80.5	82.5	91.3			85.6	89.4	85.0	85.1	89.0	91.0	87.8	88.9	86.0	84.0			85.54
GEAR 3,4,5 DRI	65.0			91.0	89.4	90.2	93.0	90.2	87.3	95.0	89.3	92.4	89.7	88.5	88.6	91.3	89.9			92.5	94.0	92.0	90.5	89.4	90.1	94.4	93.0	89.0	93.0			89.95
SLEEVE NO.2,3	68.6			94.0	93.0	92.0	93.0	89.3	89.3	92.5	91.4	92.4	90.5	92.5	91.4	86.3	91.0			91.7	94.0	90.0	93.0	91.0	89.4	90.4	91.0	93.0	92.3			90.52

รูปที่ 4.2 ประสิทธิภาพการผลิตเฉลี่ยประจำเดือนกรกฎาคม 2559

จากการคำนวณประสิทธิภาพการผลิตรายวันของแต่ละรุ่นแล้วจึงได้ว่าสถานีงานที่ผลิตชิ้นส่วนต่างๆ มีประสิทธิภาพดังนี้

1. Gear 3,4,5th มีประสิทธิภาพร้อยละ 85.54
2. Gear 3,4,5 Driven มีประสิทธิภาพร้อยละ 89.95
3. Sleeve NO.2,3 Reverse มีประสิทธิภาพร้อยละ 90.52

พบว่าประสิทธิภาพเฉลี่ยในเดือนกรกฎาคมในไลน์ MH8350 ที่น้อยที่สุดคือสถานีงานที่ผลิตชิ้นส่วน Gear 3,4,5th และทำการวิเคราะห์จับเวลารอบการทำงานรวมของแต่ละสถานีเพื่อทำการเปรียบเทียบหาสถานีงานที่เป็นจุดคอขวด สำหรับการทำการเจาะจงปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต ได้รอบเวลาของแต่ละสถานีดังตารางที่ 4.1 โดยชิ้นงาน Gear 3,4,5th จะต้องผ่านกระบวนการขึ้นรูปดังนี้

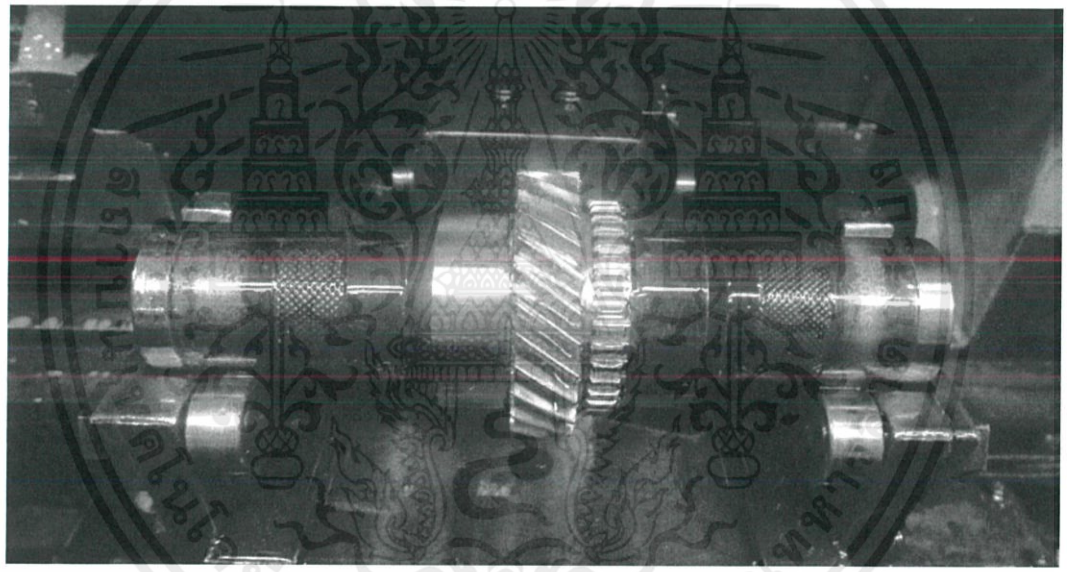
1) กระบวนการกลึง (Lathing) จากเครื่องจักร LA10269
2) กระบวนการฮอบบิ่ง (Hobbing) จากเครื่องจักร HB10029
3) กระบวนการกลึง (Lathing) จากเครื่องจักร LA10291
4) กระบวนการปรับขนาดเกียร์ (Gear shaping) จากเครื่องจักร GS10061
5) กระบวนการเชฟวิ่ง (Shaving) จากเครื่องจักร SV10064

ตารางที่ 4.1 รอบเวลาการทำงานของแต่ละเครื่องจักรในส่วนการผลิตชิ้นส่วน Gear 3,4,5th

M/C NO.	รอบเวลาการทำงาน รวม (วินาที)
LA10269	32
HB10029	25
LA10291	32
GS10061	35
SV10064	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

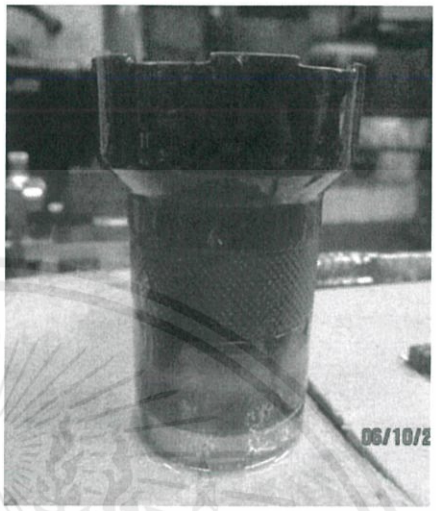
ซึ่งสถานีงานที่เป็นจุดคอขวดของไลน์การผลิต MH8350 นั่นก็คือสถานี SV10064 ซึ่งเป็นสถานีสำหรับการเชฟวิ่งชิ้นงาน ผู้จัดทำจึงเข้าไปลงพื้นที่เพื่อสำรวจหาจุดที่จะสามารถปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเฉพาะบริเวณสถานีงาน SV10064 โดยปัญหาต่างๆ ที่สรุปจากการลงพื้นที่สำรวจหน้างานและเป็นปัญหาที่ชัดเจนที่สุดคือ ขั้นตอนการทำงานก่อนนำชิ้นงานเข้าเครื่องจักรพบว่ามีบางขั้นตอนที่ไม่มีมูลค่า ได้แก่ การเคลื่อนไหวมือเพื่อนำฝาที่ใช้สำหรับปิดยึดชิ้นงานเข้าและออก จึงได้ทำการศึกษาขั้นตอนการทำงานปัจจุบันและเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนทำการปรับปรุง โดยอุปกรณ์ยึดชิ้นงานรุ่นปัจจุบัน ดังรูปที่ 4.3 และหลังจากพิจารณาอุปกรณ์ยึดชิ้นงานปัจจุบัน โดยส่วนประกอบของอุปกรณ์ยึดชิ้นงาน จะมีลักษณะเป็นสองส่วนดังรูปที่ 4.4 และ 4.5



รูปที่ 4.3 อุปกรณ์ยึดชิ้นงานรุ่นปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 ส่วนแกนหลักที่ใช้วางชิ้นงาน

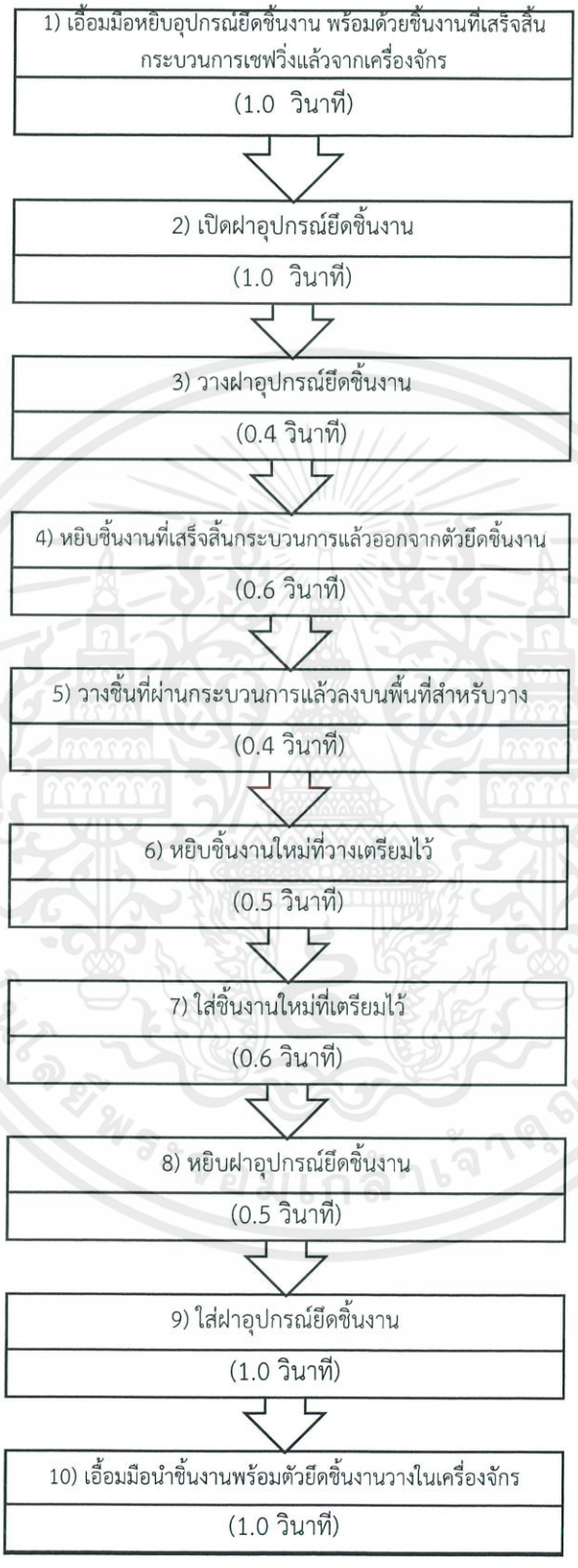


รูปที่ 4.5 ส่วนฝาที่ใช้สำหรับปิดยึด

4.1.2 ขั้นตอนการทำงานของปัจจุบัน

จากนั้นผู้จัดทำโครงงานได้เข้าไปเก็บรวบรวมขั้นตอนโดยละเอียดของการทำงานปกติของพนักงานในสถานีนั้นรวมถึงเวลามือ 10 รอบเพื่อหาค่าเฉลี่ย แล้วนำมาวิเคราะห์หาขั้นตอนที่จะสามารถปรับปรุงด้วยวิธีการ ECRS ได้ เพื่อให้มีขั้นตอนการทำงานใหม่ที่น้อยลงและสร้างมูลค่ามากขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานปัจจุบันและเวลาโดยประมาณของแต่ละขั้นตอน ดังรูปที่ 4.6

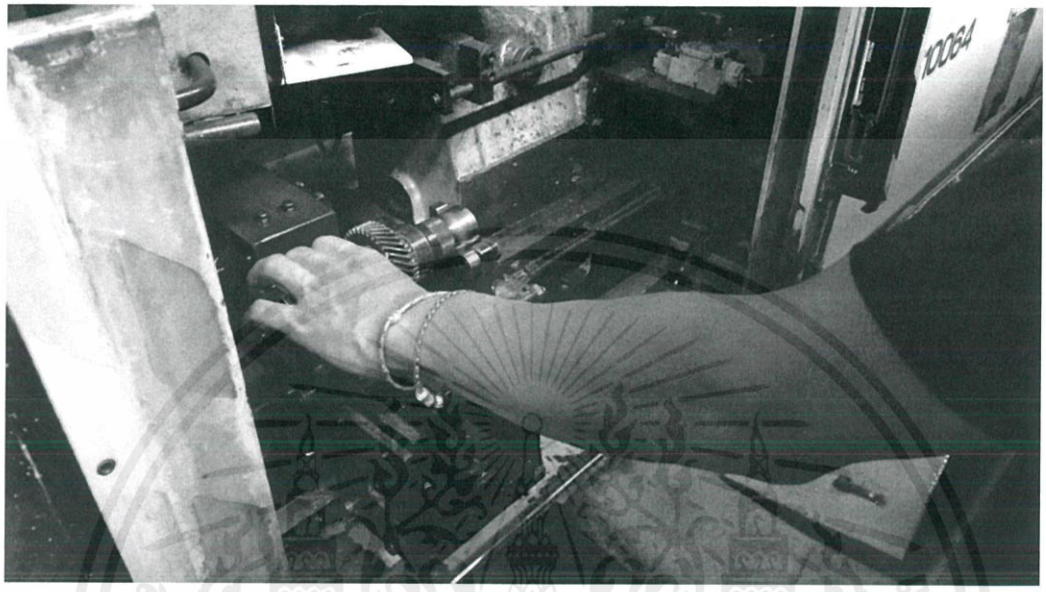
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 กระบวนการทำงานของมือและเวลาโดยประมาณของแต่ละขั้นตอนของปัจจุบัน

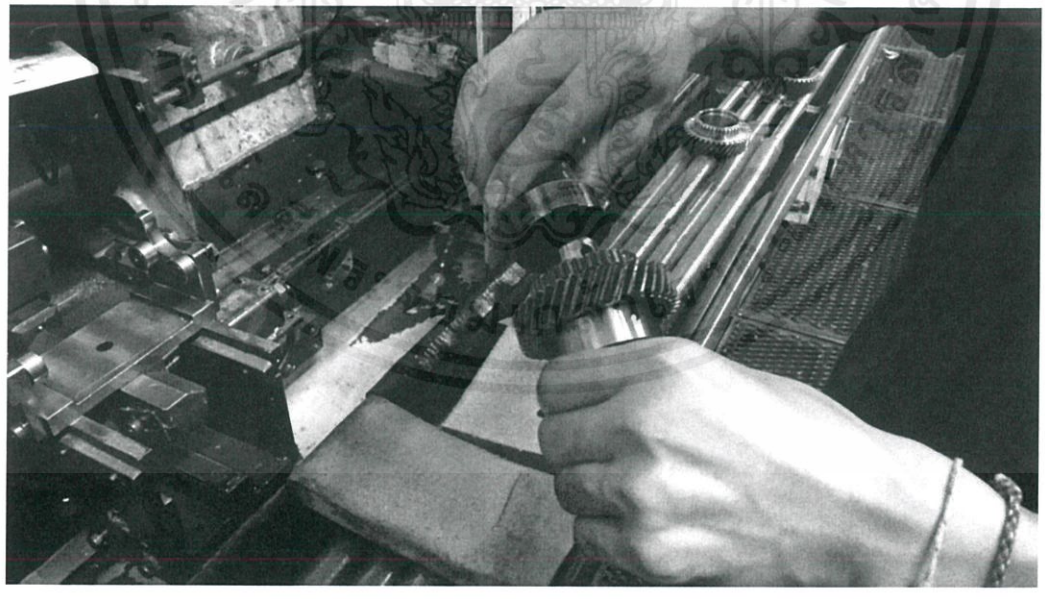
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 1) เอื้อมมือหยิบอุปกรณ์ยึดชิ้นงาน พร้อมด้วยชิ้นงานที่เสร็จสิ้นกระบวนการเชฟวิ่งแล้วจากเครื่องจักร



รูปที่ 4.7 ขั้นตอนที่ 1 (ก่อนปรับปรุง)

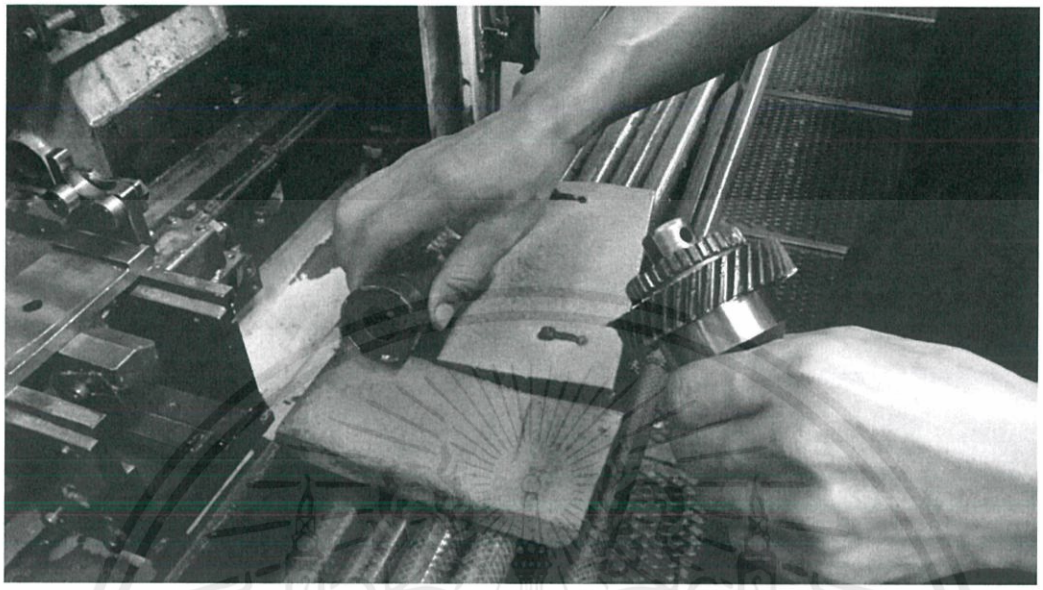
ขั้นตอนที่ 2) เปิดฝาอุปกรณ์ยึดชิ้นงาน



รูปที่ 4.8 ขั้นตอนที่ 2 (ก่อนปรับปรุง)

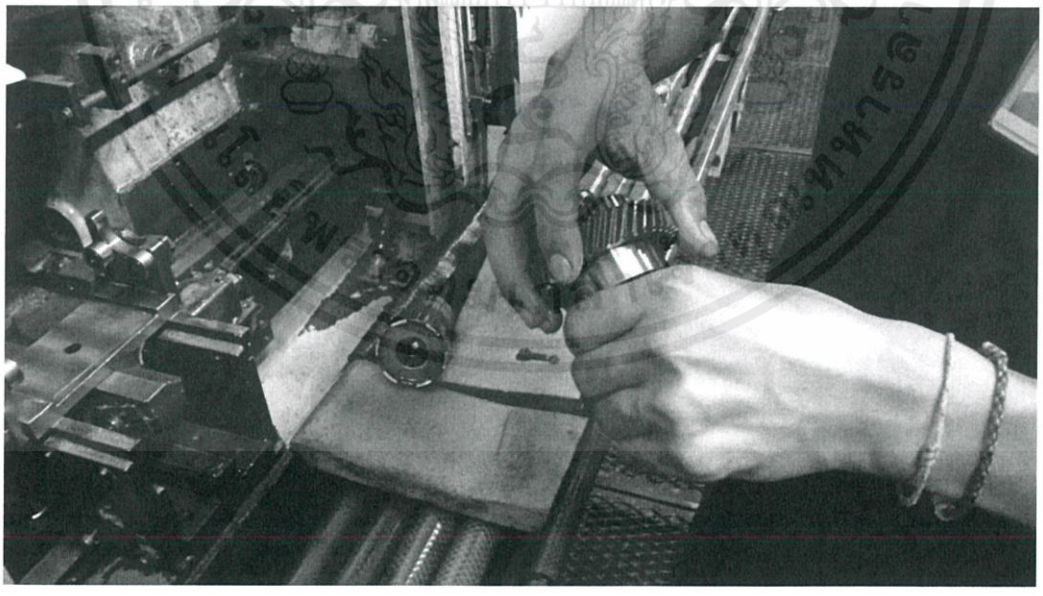
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 3) วางฝาอุปกรณ์ยึดชิ้นงาน



รูปที่ 4.9 ขั้นตอนที่ 3 (ก่อนปรับปรุง)

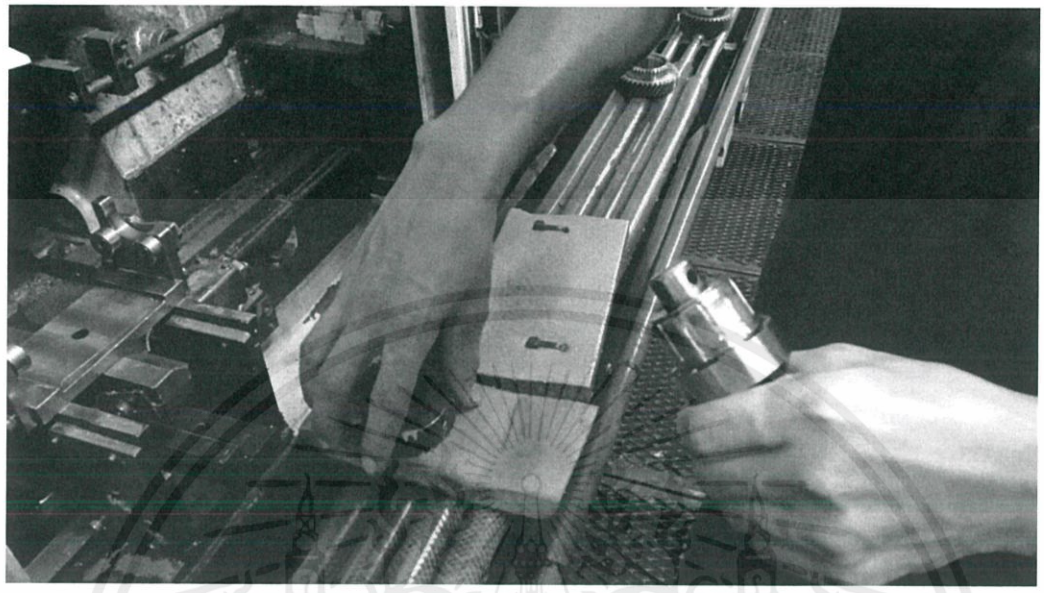
ขั้นตอนที่ 4) หยิบชิ้นงานที่เสร็จสิ้นกระบวนการแล้วออกจากตัวยึดชิ้นงาน



รูปที่ 4.10 ขั้นตอนที่ 4 (ก่อนปรับปรุง)

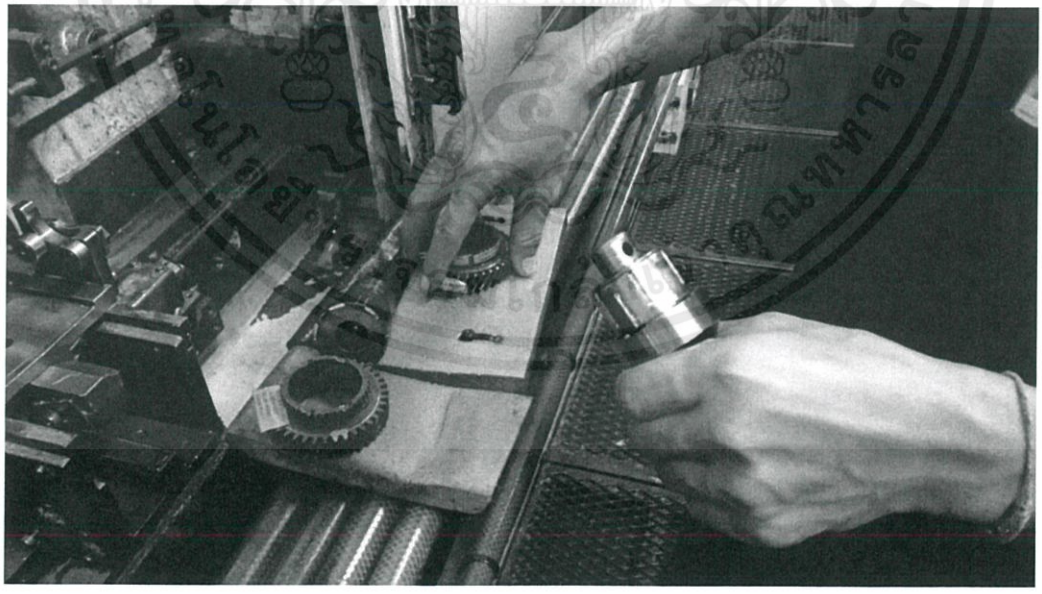
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 5) วางชิ้นที่ผ่านกระบวนการแล้วลงบนพื้นที่สำหรับวาง



รูปที่ 4.11 ขั้นตอนที่ 5 (ก่อนปรับปรุง)

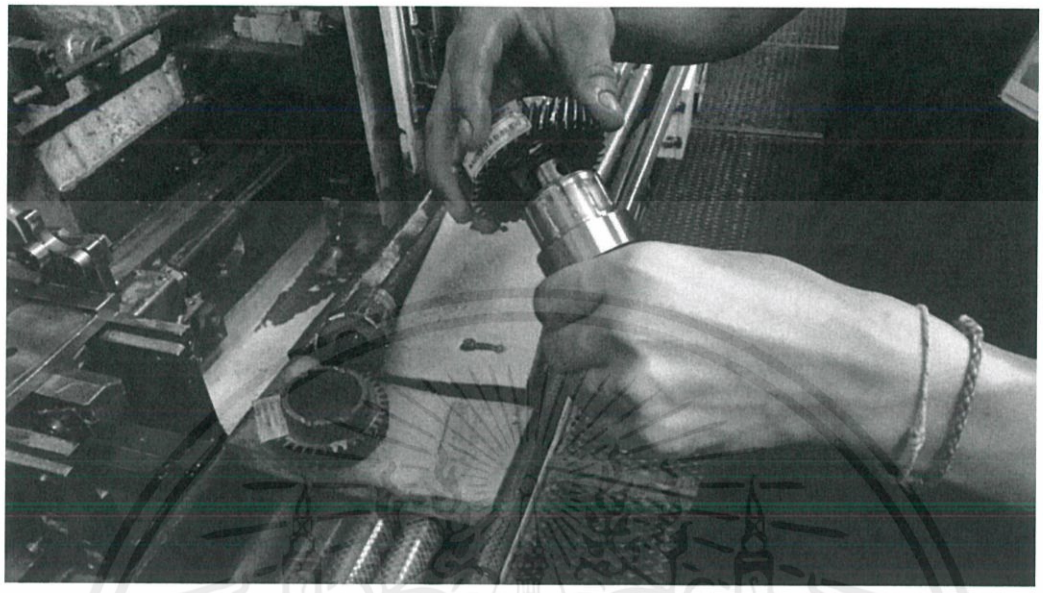
ขั้นตอนที่ 6) หยิบชิ้นงานใหม่ที่วางเตรียมไว้



รูปที่ 4.12 ขั้นตอนที่ 6 (ก่อนปรับปรุง)

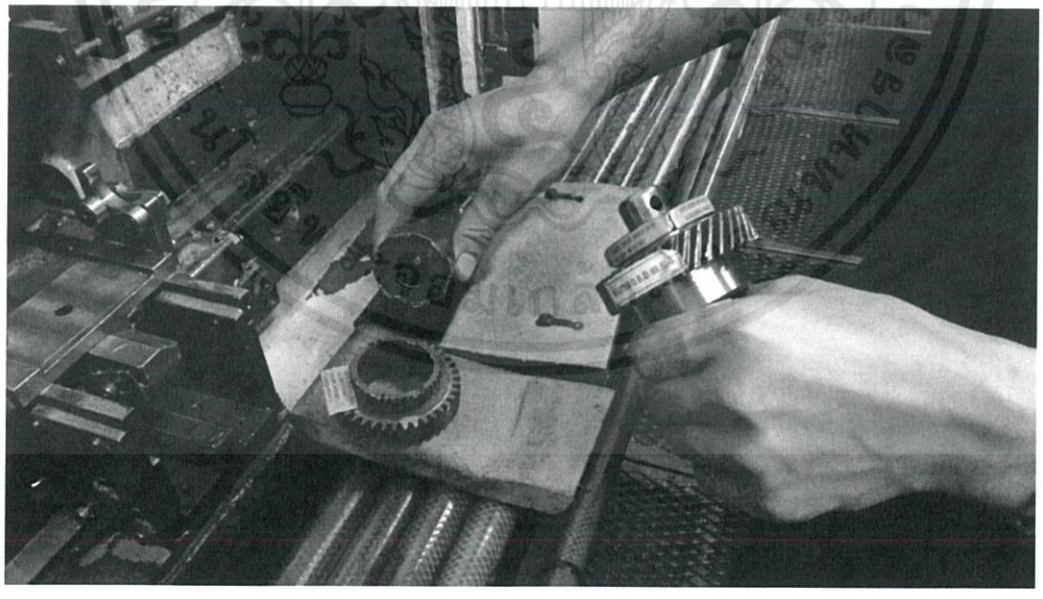
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 7) ใส่ชิ้นงานใหม่ที่เตรียมไว้



รูปที่ 4.13 ขั้นตอนที่ 7 (ก่อนปรับปรุง)

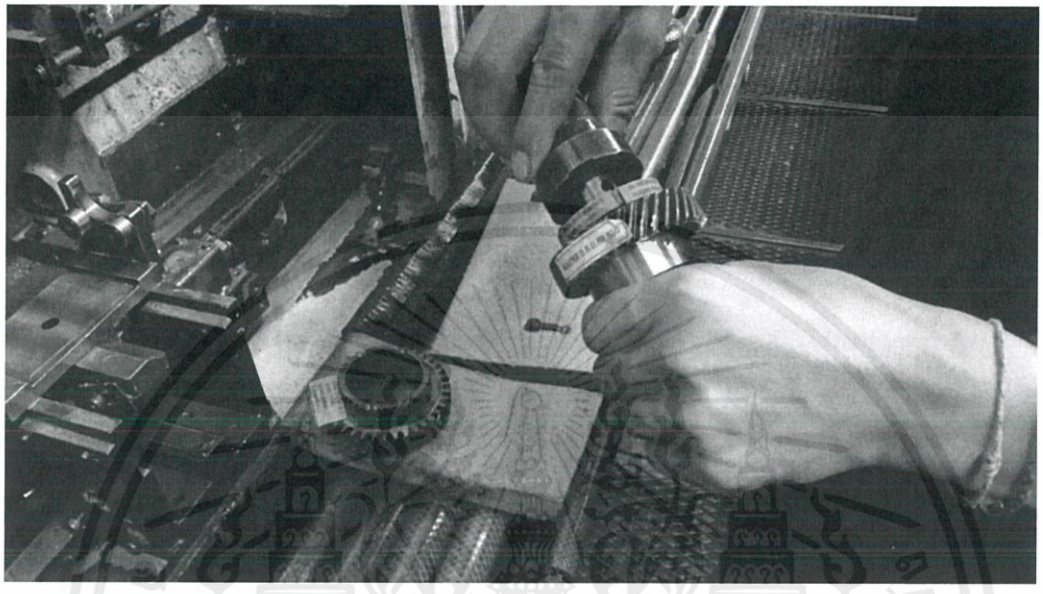
ขั้นตอนที่ 8) หยิบฝาอุปกรณ์ยึดชิ้นงาน



รูปที่ 4.14 ขั้นตอนที่ 8 (ก่อนปรับปรุง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 9) ใส่ฝาอุปกรณ์ยึดชิ้นงาน



รูปที่ 4.15 ขั้นตอนที่ 9 (ก่อนปรับปรุง)

ขั้นตอนที่ 10) เอื้อมมือนำชิ้นงานพร้อมตัวยึดชิ้นงานวางในเครื่องจักร

รูปที่ 4.16 ขั้นตอนที่ 10 (ก่อนปรับปรุง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การบันทึกเวลามือ 10 รอบของการทำงานของมือในปัจจุบัน ณ สถานีงาน SV10064

รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เวลาเฉลี่ย
เวลา (วินาที)	6.92	6.75	7.43	6.30	6.57	7.36	6.73	6.97	7.68	7.52	7.02

4.2 ดำเนินการแก้ไขปรับปรุง

หลังผ่านการเก็บสภาพปัจจุบันของการทำงานแล้ว จึงได้ทำการออกแบบแนวทางการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในขั้นตอนถัดไปจากการใช้ทฤษฎีต่างๆ ในบทที่2 ในการวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุง โดยปัญหาหลักที่ได้พบควรได้รับการแก้ไขโดยการออกแบบอุปกรณ์ยึดชิ้นงานใหม่ ให้มีขั้นตอนและวิธีการทำงานเปลี่ยนไปจากเดิมเพื่อลดการทำงานที่สูญเปล่าและไม่สร้างมูลค่าลง

4.2.1 การออกแบบอุปกรณ์จำลอง

จากขั้นตอนการทำงานก่อนการปรับปรุงทั้งหมด 10 ขั้นตอนและการพิจารณาลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้ในการยึดชิ้นงาน ผู้จัดทำได้ใช้เทคนิคทางด้านการไคเซนเข้ามาช่วยดำเนินการด้วยการลดขั้นตอน โดยการออกแบบตัวยึดชิ้นงานใหม่ให้มีขั้นตอนการทำงานน้อยลง โดยใช้โปรแกรมการจำลองชิ้นงาน เพื่อออกแบบชิ้นงานตามแนวคิดดังกล่าว และได้ทำการสร้างชิ้นงานจำลองจากวัสดุที่สามารถผ่านกระบวนการภายในชอปได้ โดยมีชิ้นส่วนต่างๆ ของอุปกรณ์จำลองและวัสดุที่ใช้ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ผิวโลหะทรงกระบอก วัสดุที่ใช้ทำคือท่อโลหะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 38 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 34 มิลลิเมตร ยาว 180 มิลลิเมตร ใช้กระบวนการกลึงเพื่อให้เกิดร่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าทั้งหมด 4 จุด

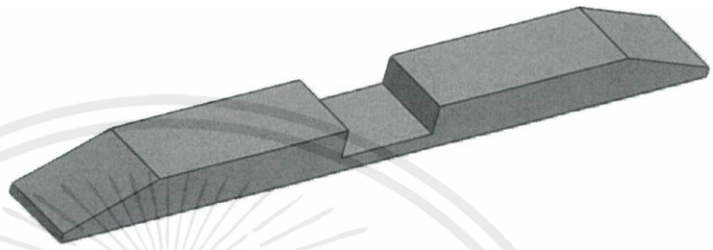
รูปที่ 4.17 ผิวโลหะทรงกระบอก

2) แกนกลาง วัสดุที่ใช้คือไม้ ผ่านกระบวนการกลึงให้มีลักษณะทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 34 มิลลิเมตร ยาว 180 มิลลิเมตร และทำการกลึงตามยาวใช้เป็นร่องสำหรับใส่ตัวล็อคชิ้นงานกว้าง 15 มิลลิเมตร ลึก 6 มิลลิเมตร

รูปที่ 4.18 แกนกลาง

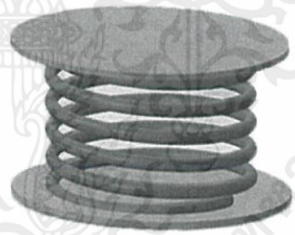
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ตัวล็อคชิ้นงาน วัสดุที่ใช้ในการทำคือโลหะ ผ่านการตัด กลึง และไส ขึ้นรูปชิ้นงานจนมีขนาดเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาว 140 มิลลิเมตร กว้าง 15 มิลลิเมตร และหนา 9 มิลลิเมตร และมีร่องตรงกลางยาว 20 มิลลิเมตรลึก 7 มิลลิเมตร



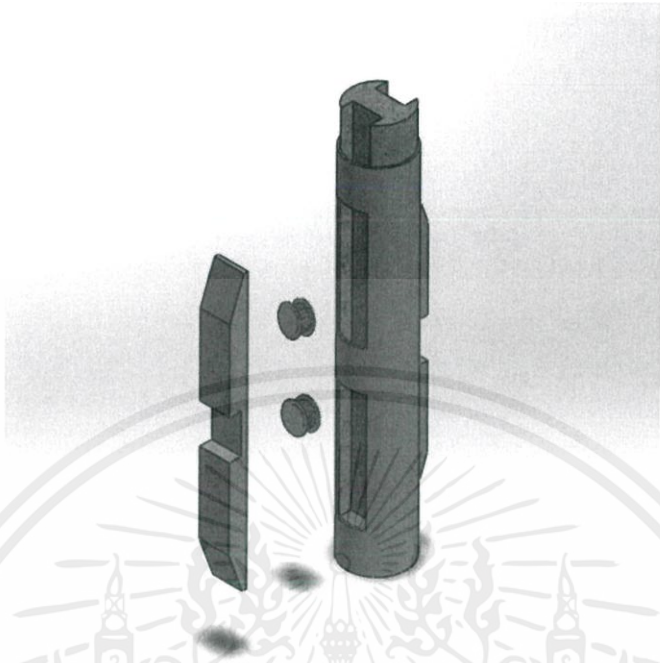
รูปที่ 4.19 ตัวล็อคชิ้นงาน

4) สปริง เป็นส่วนที่ใช้สำหรับดันตัวล็อคชิ้นงานให้ยื่นออกมา โดยสปริงได้สั่งทำจากร้านโดยเฉพาะเพื่อให้ได้ขนาดและความแข็งที่เหมาะสมโดยใช้สปริงสูง 5 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.20 สปริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

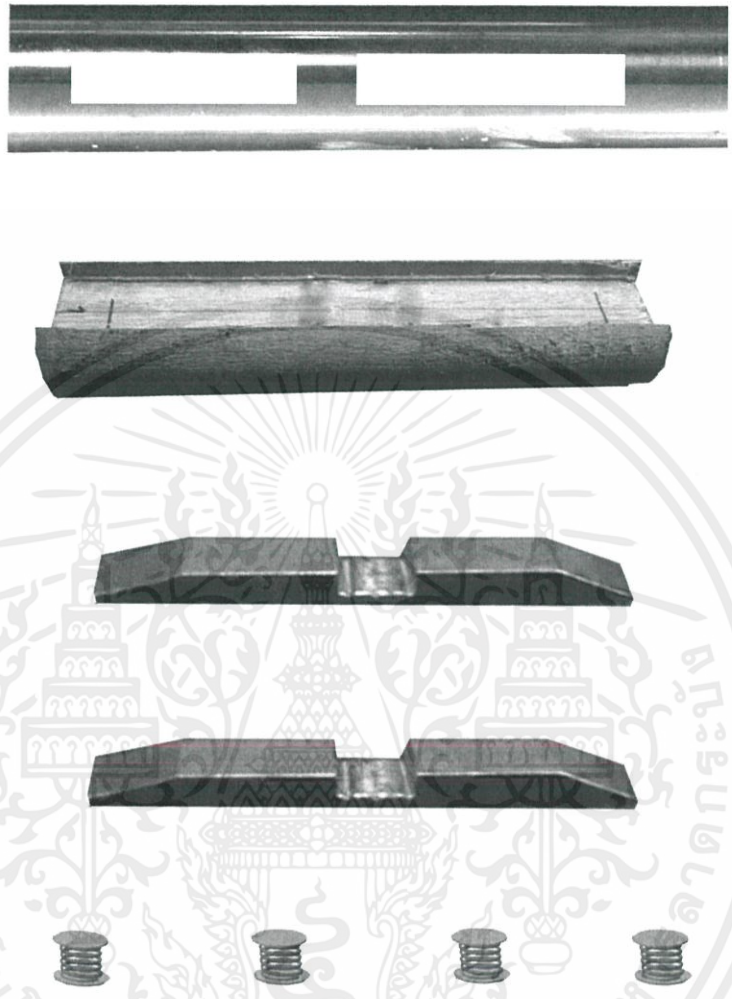


รูปที่ 4.21 แบบจำลองอุปกรณ์ยึดชิ้นงานที่ออกแบบใหม่

จากนั้นจึงทำการสร้างตัวยึดชิ้นงานแบบจำลองขึ้น จากที่ได้ออกแบบไว้ เพื่อเป็นตัวแบบสำหรับการทดลองในการเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างแนวคิดที่คาดว่าจะช่วยลดเวลาในการทำงานเทียบกับกระบวนการทำงานเดิมของปัจจุบัน

รูปที่ 4.22 อุปกรณ์ยึดชิ้นงานจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

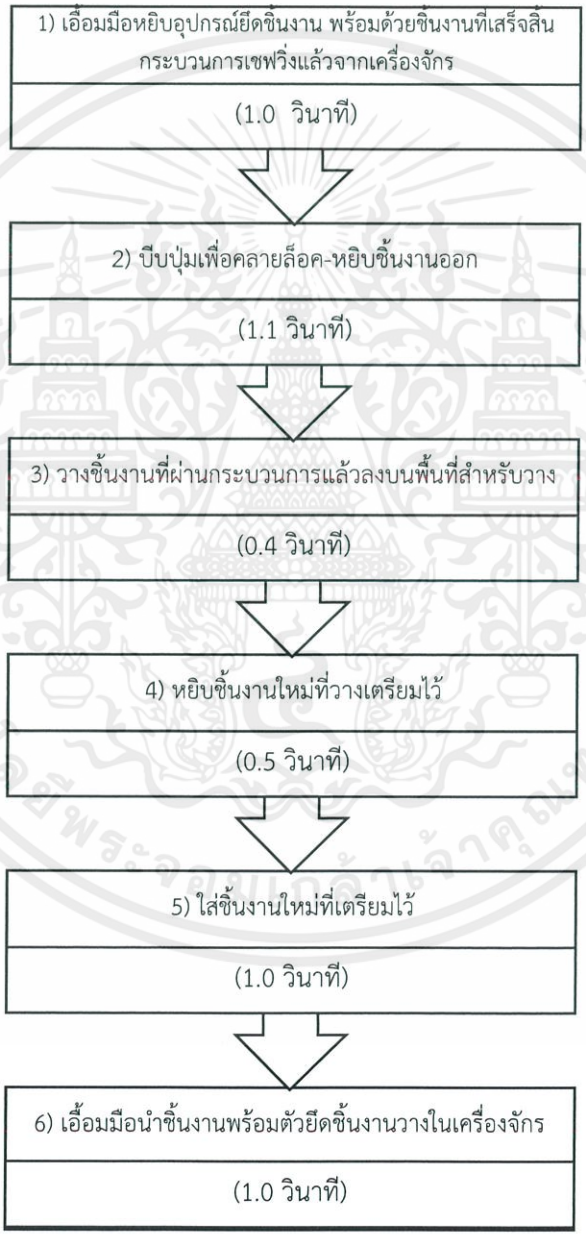


รูปที่ 4.23 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ยึดชิ้นงานจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ทดลองขั้นตอนการทำงานหลังการปรับปรุง

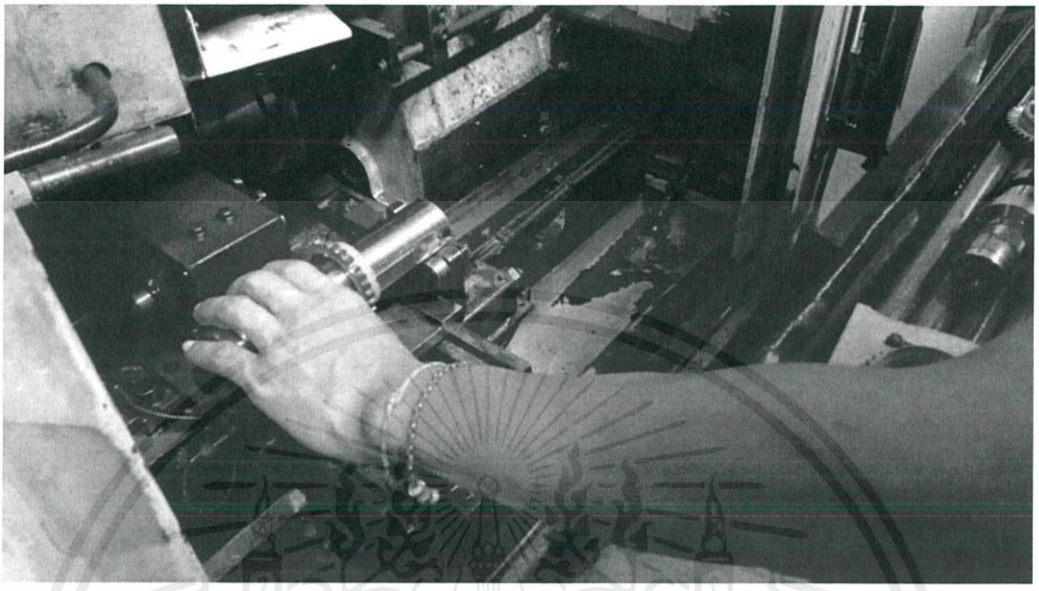
หลังจากการสร้างอุปกรณ์ยึดชิ้นงานจำลองเสร็จสิ้นแล้ว ผู้จัดทำจึงได้ดำเนินการทดลองขั้นตอนเพื่อเปรียบเทียบการทำงานใหม่กับการทำงานแบบเดิม ซึ่งได้เปลี่ยนขั้นตอนของการทำงานปัจจุบันจากเดิมทั้งหมด 10 ขั้นตอน ดังขั้นตอนการทำงานของปัจจุบันที่แสดงไว้ก่อนหน้านี้ เหลือขั้นตอนการทำงานเพียง 6 ขั้นตอน ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานและเวลาโดยประมาณของแต่ละขั้นตอน ดังรูปที่ 4.24



รูปที่ 4.24 กระบวนการทำงานของมือและเวลาโดยประมาณของแต่ละขั้นตอนที่ออกแบบใหม่

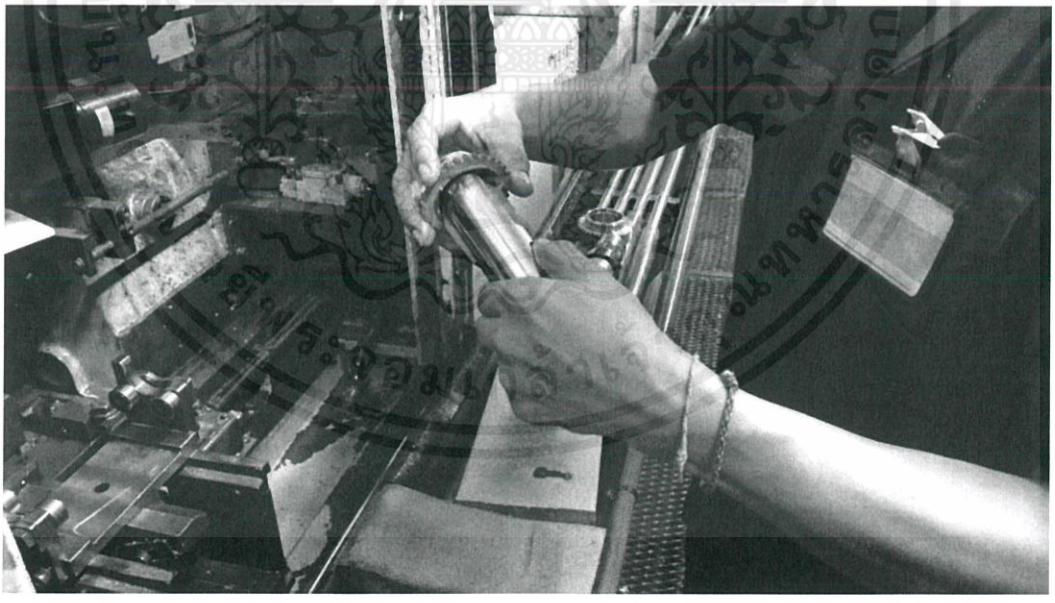
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 1) เอื้อมมือหยิบชิ้นงานจากเครื่องจักร



รูปที่ 4.25 ขั้นตอนที่ 1 (หลังปรับปรุง)

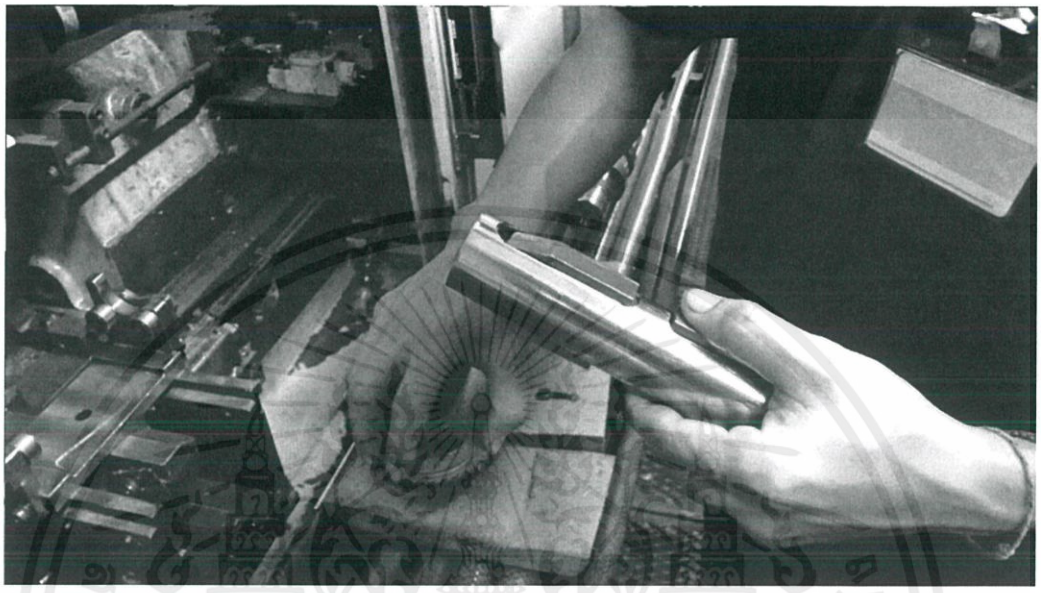
ขั้นตอนที่ 2) บีบปุ่มเพื่อคลายล็อค-หยิบชิ้นงานออก



รูปที่ 4.26 ขั้นตอนที่ 2 (หลังปรับปรุง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 3) วางชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการแล้วลงบนพื้นที่สำหรับวาง



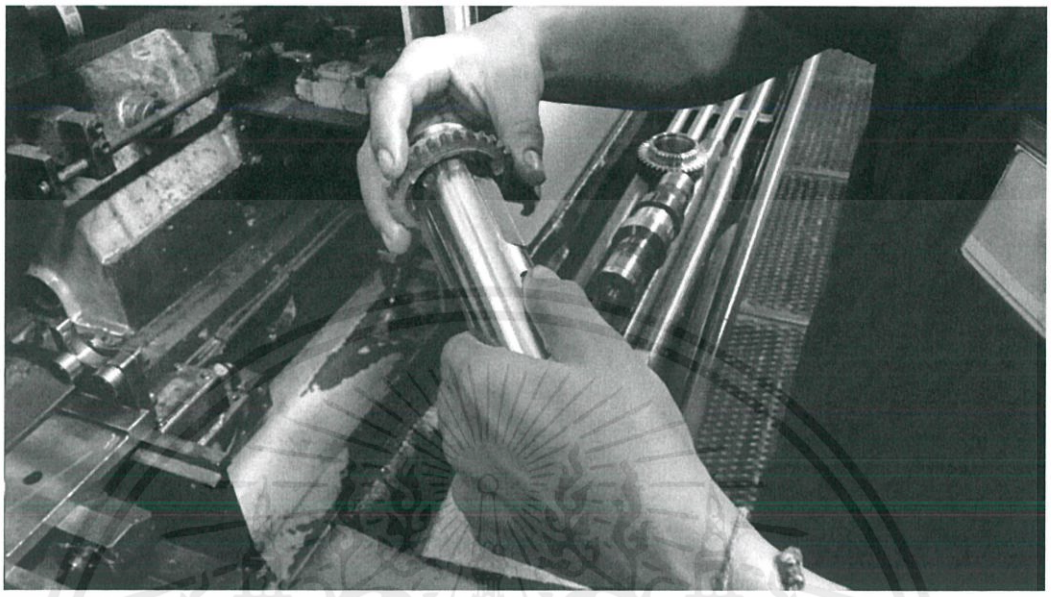
รูปที่ 4.27 ขั้นตอนที่ 3 (หลังปรับปรุง)

ขั้นตอนที่ 4) หยิบชิ้นงานใหม่ที่วางเตรียมไว้

รูปที่ 4.28 ขั้นตอนที่ 4 (หลังปรับปรุง)

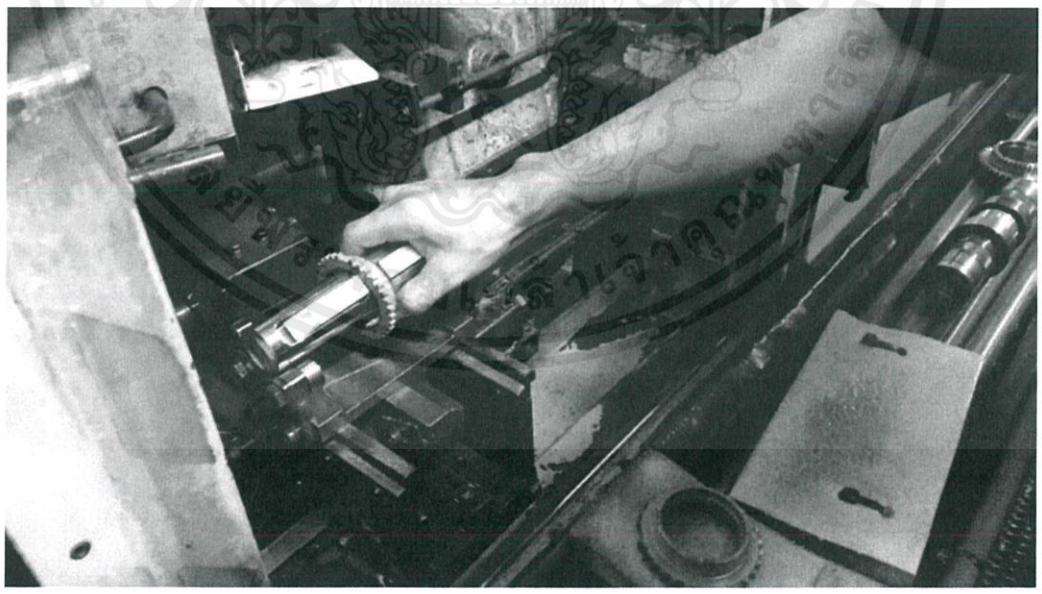
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 5) ใส่ชิ้นงานใหม่ที่เตรียมไว้



รูปที่ 4.29 ขั้นตอนที่ 5 (หลังปรับปรุง)

ขั้นตอนที่ 6) เอื้อมมือนำชิ้นงานพร้อมตัวยึดชิ้นงานวางในเครื่องจักร



รูปที่ 4.30 ขั้นตอนที่ 6 (หลังปรับปรุง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

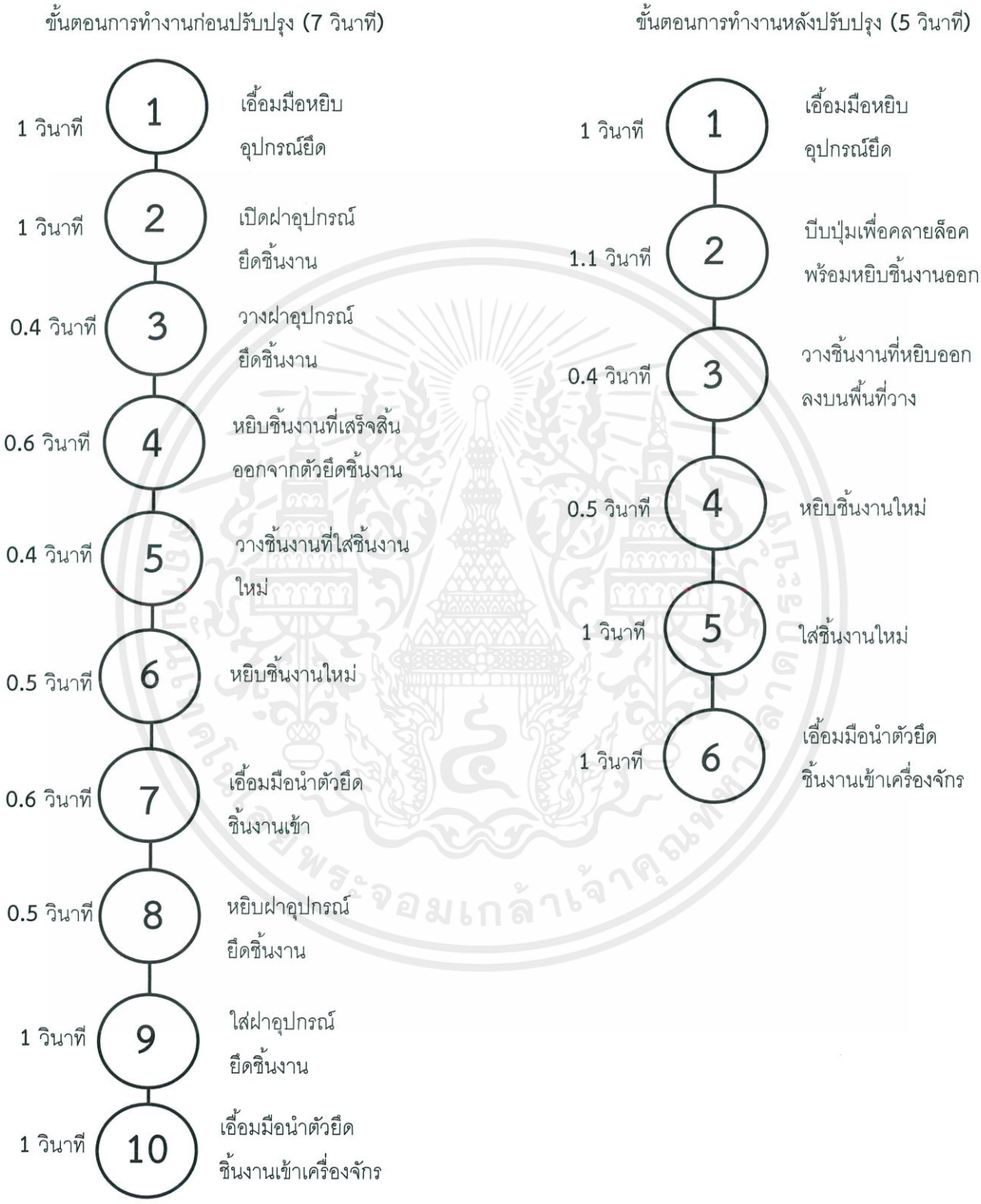
โดยหลังจากการปรับปรุงแล้วจึงทำการเก็บเวลาในการทำงานของมือทั้งหมด 10 รอบ เพื่อเฉลี่ยเวลาหลังการปรับปรุง

ตารางที่ 4.3 การบันทึกเวลามือ 10 รอบของการทำงานของมือหลังปรับปรุง ณ สถานีงาน SV10064

รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	**เวลาเฉลี่ย**
เวลา (วินาที)	4.98	4.95	4.80	5.27	5.10	5.17	4.89	5.11	5.08	5.05	5.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 เปรียบเทียบการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุง



รูปที่ 4.31 Process Chart เปรียบเทียบการทำงานก่อน/หลังการปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.31 Process Chart แสดงการเปรียบเทียบการทำงานของมือของกระบวนการเชฟวิ่งระหว่างอุปกรณ์ยึดชิ้นงานจำลองที่สามารถลดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นออกได้กับอุปกรณ์ยึดชิ้นงานปัจจุบันที่มีการทำงานหลายขั้นตอนที่เกินจำเป็น ขั้นตอนจาก 10 ขั้นตอนจึงลดเหลือ 6 ขั้นตอนและเวลาการทำงานของมือลดจากเดิม 2 วินาทีจาก 7 วินาทีกลายเป็นเป็น 5 วินาทีและส่งผลให้เวลารวมการทำงานของเครื่องจักรและการทำงานของมือในสถานีงานจากเดิม 40 วินาที กลายเป็น 38 วินาที ซึ่งการผลิตชิ้นงานจึงรวดเร็วขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ต่อ 1 วันเพิ่มขึ้นจากเดิม 660 ชิ้นเป็น 694 ชิ้น ประสิทธิภาพการผลิตจึงเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 89.94 ตามลำดับ โดยคำนวณจากเป้าหมายรายวันที่ 777 ชิ้นต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปและวิเคราะห์ผลการปรับปรุง

จากการสำรวจหาปัญหาและนำมาวิเคราะห์ด้วยหลักการไคเซน โดยใช้วิธีการ ECRS แล้ว จึงได้แนวคิดการปรับปรุงการทำงานแบบเดิม ด้วยการออกแบบอุปกรณ์ในสถานีงานคือตัวยึดชิ้นงานแบบใหม่ ที่คาดว่าจะนำมาใช้แทนตัวยึดชิ้นงานแบบเดิม เพื่อจุดประสงค์ในการลดขั้นตอนและเวลาการทำงานเดิมให้สั้นและเพิ่มคุณค่าให้กับงานมากขึ้น

การปรับปรุงโดยการออกแบบตัวยึดชิ้นงานใหม่ในสถานีงาน SV10064 นั้น ได้ทำให้ขั้นตอนการทำงานเดิมจากทั้งหมด 10 ขั้นตอน ลดลงเหลือเพียง 6 ขั้นตอน โดยการคำนวณค่าประสิทธิภาพเปรียบเทียบก่อนและหลังเป็นดังต่อไปนี้

ประสิทธิภาพการทำงานปัจจุบันของส่วนการผลิตชิ้นงาน Gear 3,4,5th ที่เวลาการทำงานปกติ 26,400 วินาทีต่อวัน อยู่ที่ร้อยละ 85.54 โดยรอบเวลาการทำงานรวมของการผลิตชิ้นงานอยู่ที่ 40 วินาทีต่อชิ้น ชิ้นงานที่ผลิตได้ 660 ชิ้นต่อวัน การทดลองแบบจำลองตัวยึดชิ้นงานได้ลดระยะเวลารอบการทำงานรวมของการผลิตลงเหลือ 38 วินาทีต่อชิ้น ส่งผลให้ผลิตชิ้นงานได้ 694 ชิ้นต่อวัน ทำให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.4 เป็นร้อยละ 89.94

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) การเพิ่มประสิทธิภาพด้วยการปรับปรุงอุปกรณ์ยึดชิ้นงานอาจเพิ่มความเร็วในการทำงานได้อีกด้วยการใช้อุปกรณ์ยึดชิ้นงานจำนวนสองตัว ทำการเตรียมชิ้นงานใส่ไว้กับอุปกรณ์ขณะรอเครื่องจักรทำงาน เมื่อเครื่องจักรทำงานเสร็จแล้วสามารถแทนที่ชิ้นงานใหม่ที่เตรียมรอไว้ก่อนหน้าได้ทันที ทำให้เวลามือเหลือเพียงการนำชิ้นงานออกและการนำวัตถุดิบที่เตรียมไว้ใส่ในเครื่องจักร แต่ต้นทุนในการจัดหาอุปกรณ์เพิ่มจะมาแทนที่การจัดทำอุปกรณ์ใหม่ จึงอาจมีการทำการเปรียบเทียบความคุ้มค่าในโอกาสต่อไป

2) เนื่องด้วยการศึกษาโครงงานครั้งนี้เป็นการขออนุญาตจากทางโรงงานในการขอใช้ข้อมูลและพื้นที่หน้างานจริงในการทดลองการปรับปรุง จึงส่งผลให้การดำเนินงานบางส่วนทำได้เฉพาะในการดูแลจากพนักงานที่บริษัทมอบหมายให้เข้ามาดูแลและให้คำแนะนำ การเลือกจุดที่จะใช้ในการปรับปรุงจึงค่อนข้างมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อจำกัดในด้านเทคนิคบางประการ รวมถึงข้อมูลอาจมีความไม่ชัดเจนในบางจุด เช่น รูปถ่ายชิ้นงานแต่ละรุ่นของสถานีงานที่เข้าไปทำการปรับปรุง เป็นต้น เนื่องจากทางโรงงานไม่สามารถเปิดเผยสู่ภายนอกได้

3) ด้วยระยะเวลาในการทำโครงงานจำกัด ทางโรงงานจึงไม่สามารถอำนวยการสร้างตัวยึดชิ้นงานจำลองเพื่อใช้ทดลองการทำงานก่อน-หลังได้ทัน ดังนั้น ตัวยึดชิ้นงานจำลองเป็นตัวแบบที่ออกแบบและจัดทำโดยผู้จัดทำโครงงานเอง อาจมีความไม่สมบูรณ์และไม่เป็นไปตามมาตรฐานเท่าที่ควร เนื่องจากการจัดทำแบบจำลองเป็นเพียงการนำเสนอแนวคิดการปรับปรุงให้มีความชัดเจนเพิ่มมากขึ้นและเพียงใช้ทดลองเปรียบเทียบในเชิงของขั้นตอนและเวลาการทำงานเท่านั้น ความสามารถในด้านความแข็งแรง ทนทานและด้านวัสดุ ควรมีผู้เชี่ยวชาญนำไปปรับปรุงให้ดีขึ้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. (2552). Industrial Work study (การศึกษางานอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ท้อป.

คานาเวตี้ จี. (2535). Introduction to Work Study. กรุงเจนิวา : สำนักพิมพ์ อินเตอร์เนชั่นแนล เลเบอร์ ออฟฟิซ.

ไลเคอร์, เจฟฟรี่ย์ เค. (2548). The Toyota Way (วิถีแห่งโตโยต้า). แปลโดย วิทยา สุหฤทดำรง. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ อี.ไอ.สแควร์.พับลิชชิ่ง.

วูแมค, เจมส์ ที. และ โจนส์, แดเนียล ที. (2550). Lean Thinking (แนวคิดแบบลีน). แปลโดย วิทยา สุหฤทดำรง. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ อี.ไอ.สแควร์.พับลิชชิ่ง.

สิริพงศ์ จึงถาวรรณ. (2560). LEAN ลดต้นทุน ธุรกิจ งานเสร็จไว กำไรพุ่ง. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ เอ็ดดูเคชั่น ไมน์ด ไลน์ มัลติมีเดีย.

รุ่งทิวา สุดา และ เอกวรรณ แก้วสีคร้าม. (2554). การบริหารจัดการคลังวัตถุดิบในกระบวนการเชื่อมโดยใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้า กรณีศึกษา: บริษัท ซูมิโตโม อิเล็คตริก ไวริ่ง ซิสเต็มส์ (ประเทศไทย) จำกัด (ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต). มหาวิทยาเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา, ชลบุรี.

ริศรา เลิศลักษณาพร และ วรัญญา เข็มเพ็ชร์. (2558). การลดเวลาในกระบวนการสลิต กรณีศึกษาโรงงานแปรรูปโลหะและอโลหะ (ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต). สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

บาร์โบซา ฮ. Javelin Silhouette Vector. เข้าถึงได้จาก URL : http://www.freepik.com/free-photos-vectors/javelin. สืบค้นเมื่อ 23 พฤษภาคม 2560.

อาร์เชอร์พาราโรมอล. Archer Paranormal Investigations. เข้าถึงได้จาก URL : https://commons.wikimedia.org. สืบค้นเมื่อ 23 พฤษภาคม 2560.

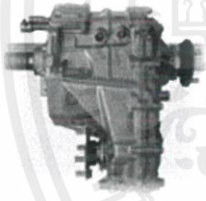
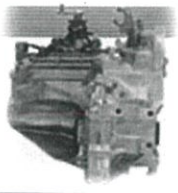
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางรายการผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผก. 1 รายการผลิตภัณฑ์หลักของโรงงานที่ผลิตเพื่อจัดจำหน่ายให้กับลูกค้า

ผลิตภัณฑ์	คุณลักษณะ	ยอดผลิตโดยประมาณ/ปี
AR5<FR 5MT> 	Shift 5-Speed	100,000 units
AC6<FR 6MT> 	Shift 6-Speed	200,000 units
TV2<TRANSFER> 	Max.input torque: 1314Nm. Max.input speed: 5510 RPM Gear ratio -High: 1.000 -Low: 2.566	420,000 units
BC25<FF 5MT> 	Shift 5-speed	110,000 units
BC5<FF 5MT> 	Shift 5-speed	90,000 units

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ข้อมูลประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 1 จำนวนผลิตภัณฑ์ Gear3,4,5th ที่ผลิตได้รายวันในเดือนกรกฎาคม 2559 เป้าหมายการผลิตที่ 777 ชิ้นต่อวัน

วันที่	จำนวนผลิตภัณฑ์ (หน่วย)	ประสิทธิภาพ (ร้อยละ)
1	556	71.6
2	-	-
3	-	-
4	699	90.0
5	668	86.0
6	644	83.0
7	662	85.3
8	637	82.0
9	660	85.0
10	679	87.5
11	670	86.3
12	664	85.5
13	659	84.9
14	664	85.5
15	625	80.5
16	641	82.5
17	709	91.3
18	-	-
19	-	-
20	665	85.6
21	694	89.4
22	660	85.0
23	661	85.1
24	691	89.0
25	707	91.0
26	682	87.8
27	690	88.9
28	668	86.0
29	652	84.0
30	-	-
31	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 2 จำนวนผลิตภัณฑ์ GearDriven ที่ผลิตได้รายวันในเดือนกรกฎาคม 2559 เป้าหมายการผลิตที่ 777 ชิ้นต่อวัน

วันที่	จำนวนผลิตภัณฑ์ (หน่วย)	ประสิทธิภาพ (ร้อยละ)
1	505	65.0
2	-	-
3	-	-
4	707	91.0
5	695	89.4
6	701	90.2
7	723	93.0
8	701	90.2
9	678	87.3
10	738	95.0
11	694	89.3
12	718	92.4
13	697	89.7
14	688	88.5
15	688	88.6
16	709	91.3
17	699	89.9
18	-	-
19	-	-
20	718	92.5
21	730	94.0
22	715	92.0
23	703	90.5
24	695	89.4
25	700	90.1
26	733	94.4
27	723	93.0
28	692	89.0
29	723	93.0
30	-	-
31	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 3 จำนวนผลิตภัณฑ์ Sleeve ที่ผลิตได้รายวันในเดือนกรกฎาคม 2559 เป้าหมายการผลิตที่ 777 ชิ้นต่อวัน

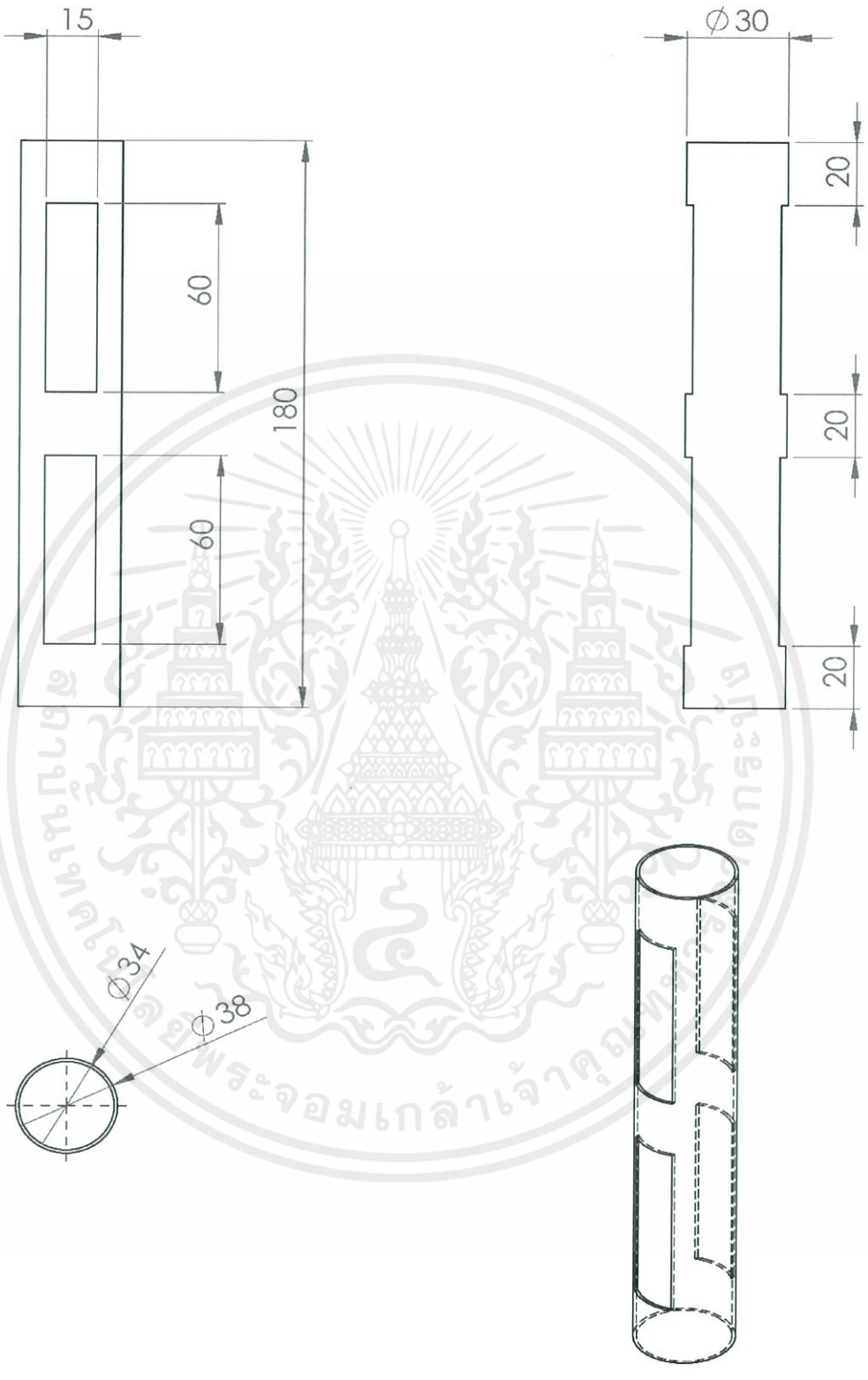
วันที่	จำนวนผลิตภัณฑ์ (หน่วย)	ประสิทธิภาพ (ร้อยละ)
1	533	68.6
2	-	-
3	-	-
4	730	94.0
5	722	93.0
6	715	92.0
7	723	93.0
8	694	89.3
9	694	89.3
10	719	92.5
11	710	91.4
12	718	92.4
13	703	90.5
14	719	92.5
15	710	91.4
16	671	86.3
17	707	91.0
18	-	-
19	-	-
20	712	91.7
21	730	94.0
22	699	90.0
23	723	93.0
24	707	91.0
25	695	89.4
26	702	90.4
27	707	91.0
28	722	93.0
29	717	92.3
30	-	-
31	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

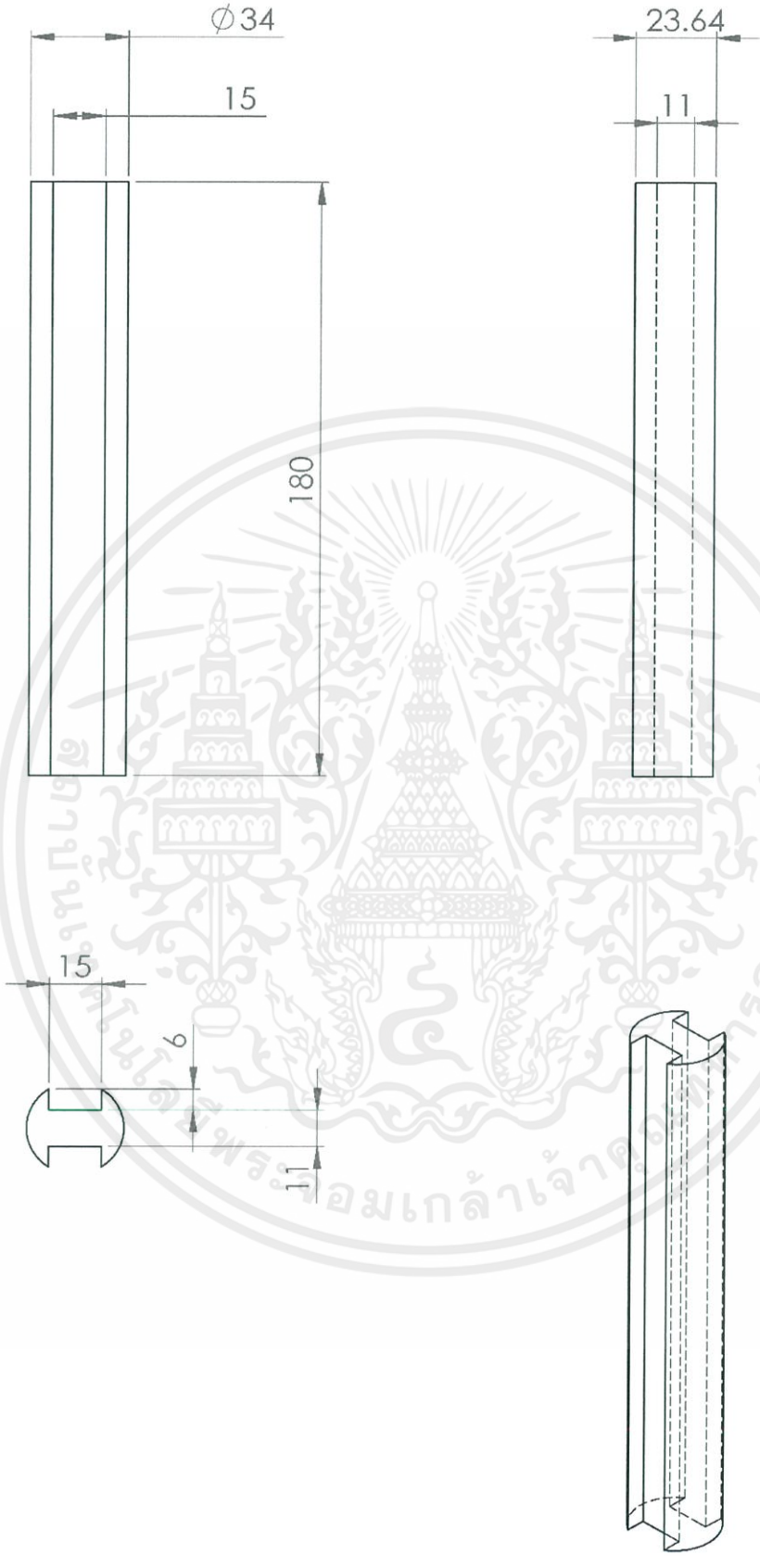
Drawing แบบจำลองอุปกรณ์ยึดชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



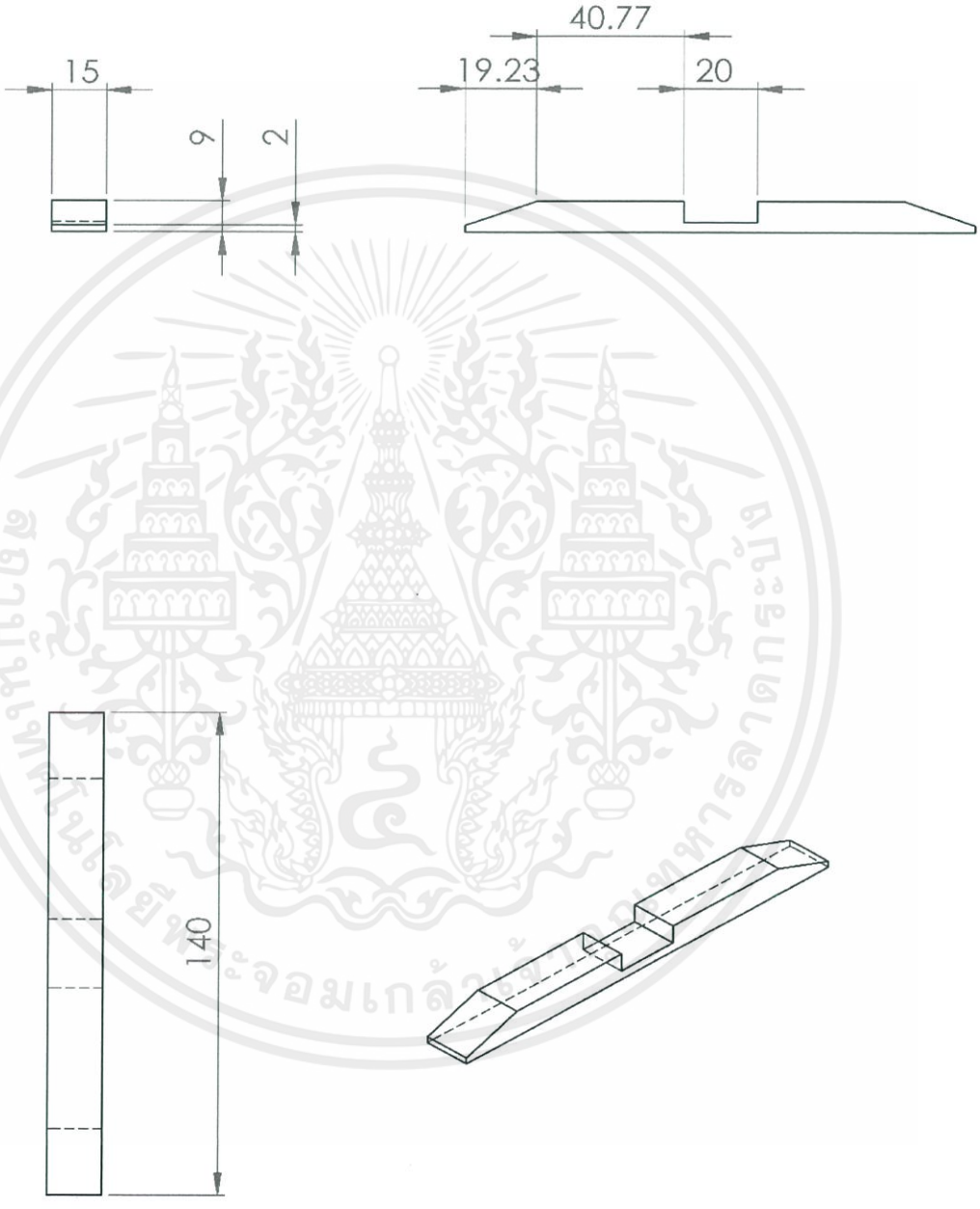
รูปที่ ผค. 1 Drawing ชิ้นส่วนท่อโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



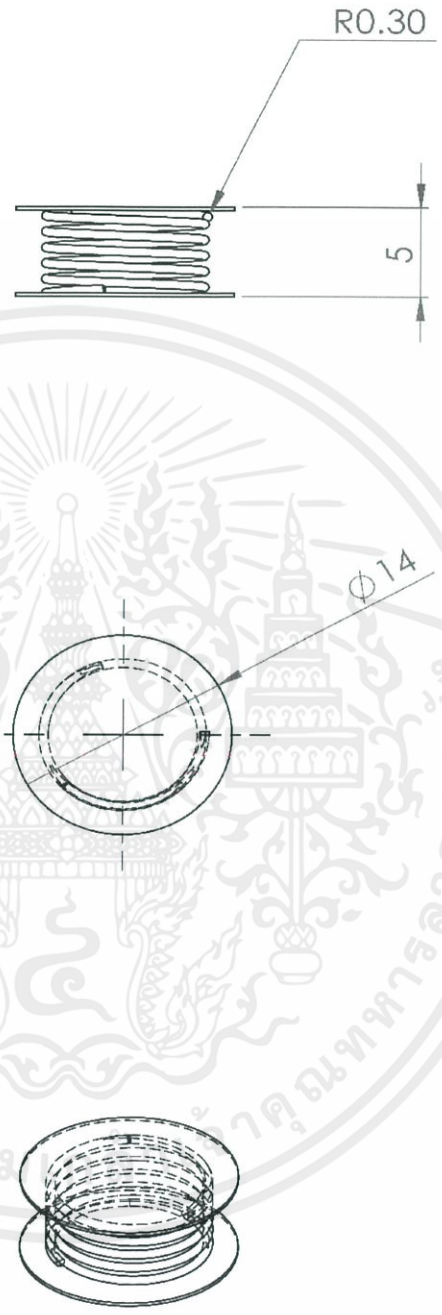
รูปที่ ผค. 2 Drawing ชิ้นส่วนแกนกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ผค. 3 Drawing ชิ้นส่วนตัวล็อคชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ผค. 3 Drawing ชิ้นส่วนสปริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้