สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการลดเวลาสูญเสีย ในสายการประกอบระบบบังคับเลี้ยว กรณีศึกษา: บริษัท โคโย สเตียริ่ง (ไทยแลนด์) จำกัด

นาย อนุเวส ชนะวงศ์
นาย อำนวย สอนใส

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 62672
วัน,เดือน,ปี 21 ส.ค. 2549

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE INCREASE OF PRODUCTION EFFICIENCY BY REDUCING LOSS TIME IN RACK AND PINION POWER STEERING GEAR ASSEMBLY LINE: CASE STUDY KOYO STEERING (THAILAND) CO., LTD.

MR. ANUWES CHANAWONG

MR. AMNUAY SONSAI

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 2005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการลดเวลาสูญเสีย ในสายการประกอบระบบบังคับเลี้ยว กรณีศึกษา: บริษัท โคโย สเตียริ่ง (ไทยแลนด์) จำกัด

The Increase of Production Efficiency by Reducing Loss Time in Rack and Pinion Power Steering Gear Assembly Line: Case Study of Koyo Steering (Thailand) Co., Ltd.

นักศึกษา นาย อนุเวส ชนะวงศ์ รหัสประจำตัว 45010908

นาย อำนวย สอนใส รหัสประจำตัว 45010973

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

(ผศ.ดร. สิทธิพร พิมพ์สกุล)

(อาจารย์เชาวลิต หามนตรี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการลดเวลาสูญเสีย ในสายการประกอบระบบบังคับเลี้ยว กรณีศึกษา: บริษัท โคโย สเตียริ่ง (ไทยแลนด์) จำกัด
นักศึกษา	นาย อนุเวส ชนะวงศ์ นาย อำนวย สอนใส
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2548
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ผศ.ดร. สิทธิพร พิมพ์สกุล อาจารย์เชาวลิต หามนตรี

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในสายการประกอบระบบบังคับเลี้ยวโดยการลดเวลาสูญเสีย จากการศึกษาสภาพปัจจุบันของสายการประกอบดังกล่าวจึงได้พิจารณาลดเวลาสูญเสียที่เกิดจาก 2 สาเหตุหลักคือ เวลาสูญเสียจากการผลิตชิ้นงานเสีย (No Goods: NG) และเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต (Model Change) การแก้ปัญหาทั้ง 2 สาเหตุดังกล่าวได้ใช้แนวความคิดในการแก้ปัญหาแบบลีน (Lean) บางประการมาใช้ ตามลำดับสาเหตุดังนี้คือ การแก้ปัญหาตามแนวทางของคิวซีสตอรี่ (QC Story) และการลดเวลาการปรับเปลี่ยนรุ่นการผลิต (Single Minute Exchange of Dies: SMED) โดยภาพรวมได้มีการแบ่งขั้นตอนการทำงานในการแก้ปัญหาแต่ละปัญหาออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการศึกษาสภาพปัจจุบันของแต่ละปัญหา ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาหรือข้อมูล ขั้นตอนการเสนอแนะการแก้ปัญหา และขั้นตอนการปรับปรุงการแก้ปัญหาและสรุปผล ซึ่งขั้นตอนการสรุปผลจะใช้ค่าประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness :OEE) มาเป็นตัวชี้วัดการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพการผลิต หลังจากนำการเสนอแนะที่ได้ไปทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาในสายการประกอบกรณีศึกษา พบว่าเวลาสูญเสียที่เกิดขึ้นมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพในการผลิตเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ผลจากการปรับปรุงดังกล่าว ทำให้บริษัทมีโอกาสสร้างรายได้เพิ่มจากการผลิตชิ้นงานดี สูญเสียทรัพยากรหรือค่าใช้จ่ายสิ้นเปลืองน้อยลง สร้างความพอใจแก่ลูกค้าและสร้างความเชื่อมั่นในการทำงานของพนักงานที่ทำการผลิตอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	The Increase of Production Efficiency by Reducing Loss Time in Rack and Pinion Power Steering Gear Assembly Line: Case Study of Koyo Steering (Thailand) Co., Ltd.
Student	Mr. Anuwes Chanawong
	Mr. Amnuay Sonsai
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering
	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2005
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Sittiporn Pimsakul
	Mr. Chouwalit Hamontree

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop the efficiency of Rack and Pinion Power Steering Gear Assembly line by reducing loss time. After studying the present state of this assembly line, researchers decide to reduce loss time cause from producing no goods (NG) and cause from model change. Solving that two cause use some idea from Lean Manufacturing such as quality control story (QC Story) and single minute exchange of dies (SMED) and use some idea from measurement system analysis such as Gage R&R. Overall view, researchers divide working step to four working steps as follow: the first studying the present state; the second analysis data or problem; the third suggestion problem solving and the last implement suggest to improve efficiency and summarization results this step researchers use overall equipment effectiveness (OEE) as a indicator. After improving efficiency, loss time continuously decreases this result can increase production efficiency furthermore, company has chance to get more increase from producing more finish goods and from reducing no goods. This result satisfies to customer and make more confident to workers who produce product.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการลดเวลาสูญเสีย ในสายการประกอบระบบบังคับเลี้ยว กรณีศึกษา: บริษัท โคโย สเตียริ่ง (ไทยแลนด์) จำกัด สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี กลุ่มผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคลทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้องส่งผลให้ปริญญานิพนธ์ฉบับบนี้เสร็จสมบูรณ์

ผศ.ดร.สิทธิพร พิมพ์สกุล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง สำหรับการให้โอกาสในการศึกษาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ รวมทั้งความรู้ คำแนะนำ ความช่วยเหลือ กำลังใจและความเอาใจใส่ในทุกๆด้าน ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

อาจารย์เชาวลิต หามนตรี อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์อีกท่านหนึ่ง ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง สำหรับความรู้ คำแนะนำ ความช่วยเหลือในทุกๆด้าน

รศ.พรศักดิ์ อรรถวานิช หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง สำหรับคำแนะนำ ความช่วยเหลือทุกอย่างตลอดการศึกษาระดับปริญญาตรี ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิศวกรรมอุตสาหการ

ผศ.ดร.สรรพสิทธิ์ ลิ่มนรรัตน์ ขอการขอบพระคุณอย่างสูง สำหรับคำแนะนำ กำลังใจในการทำงาน และความช่วยเหลือในทุกๆ ด้านและทุกสิ่งทุกอย่างตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

คณะอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง สำหรับคำแนะนำ ความเข้มงวด และความเอาใจใส่ ซึ่งมีไม่มากนักที่จะหาทีมงานที่เอาใจใส่นักศึกษาในภาควิชาได้มากขนาดนี้

คุณอาณัติชัย วาสประเสริฐสุข ผู้จัดการฝ่ายผลิต บริษัท โคโย สเตียริ่ง (ไทยแลนด์) จำกัด ขอกราบขอบพระคุณอย่าง สำหรับโอกาสในการศึกษาปริญญานิพนธ์ฉบับบนี้ รวมถึงความรู้ คำแนะนำ ความช่วยเหลือด้านข้อมูล และความร่วมมืออย่างดีในทุกๆด้าน

ทีมงานฝ่ายผลิต บริษัท โคโย สเตียริ่ง (ไทยแลนด์) จำกัด ได้แก่ พี่เมย์ พี่เอก พี่เอ้(ทั้งชายและหญิง) พี่ประกร พี่ภากรณ์ พี่โคม หัวหน้าสายการผลิตทั้งสองกะ รวมถึงพนักงานในสายการผลิต และความร่วมมือของฝ่ายอื่นๆที่ไม่ใช่ฝ่ายผลิต ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง ที่คอยเอื้อเฟื้อข้อมูล ความคิดเห็น คำแนะนำ และความร่วมมือในการทำปริญญานิพนธ์เป็นอย่างดี

ครอบครัวทุกๆคน ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง ที่คอยให้กำลังใจ แรงสนับสนุน จนสามารถฟันฝ่าอุปสรรคให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จไปได้ด้วยดี

เพื่อนๆ พี่ๆ และน้องในภาควิชาทุกคน สำหรับความช่วยเหลือ กำลังใจ ความช่วยเหลือ จนทำให้ปริญญานิพนธ์เสร็จสิ้นและผ่านพ้นไปได้อย่างราบรื่น

นายอนุเวส ชนะวงศ์

นายอำนวย สอนใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูป ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.1.1 ประวัติบริษัท โคโย เสตียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด 1

1.1.2 ผลิตภัณฑ์ของบริษัท 2

1.1.3 สภาพปัจจุบันของหน่วยงานที่ทำการแก้ปัญหา 2

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 3

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเพิ่มผลผลิตหรือการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต 4

2.1.1 ประวัติของการเพิ่มผลผลิต 4

2.1.2 ความหมายของการเพิ่มผลผลิต 5

2.1.3 สาเหตุที่ต้องทำการเพิ่มผลผลิต 6

2.1.4 ภาพรวมของการเพิ่มผลผลิต 6

2.1.5 เทคนิคการเพิ่มผลผลิต 7

2.1.6 วิธีการเพิ่มผลผลิต 7

2.1.7 ความสูญเปล่า 8

2.2 การแก้ปัญหาด้วยเครื่องมือทางคุณภาพคิวซีสตอรี่ 9

2.2.1 การกำหนดหัวข้อปัญหา 9

2.2.2 การสำรวจสภาพปัจจุบันและการตั้งเป้าหมาย 12

2.2.3 การวางแผนแก้ไข 13

2.2.4 การวิเคราะห์สาเหตุ 13

2.2.5 การกำหนดมาตรการแก้ไขและการลงมือแก้ไข 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

2.2.6 การติดตามผล 15
2.2.7 การทำให้เป็นมาตรฐาน 15
2.2.8 เครื่องมือ 7 แบบของการควบคุมคุณภาพ 15
2.3 การวิเคราะห์ระบบการวัด 21
2.3.1 การแปรผันทางเครื่องมือ 21
2.3.2 การกระจาย 23
2.3.3 ความสามารถในการวัดซ้ำและความสามารถในการทำซ้ำรวม 24
2.4 ทฤษฎีการศึกษาเวลา 26
2.4.1 ประเภทของการศึกษาเวลา 26
2.4.2 ประโยชน์ของเวลามาตรฐานที่ได้จากการศึกษาเวลางาน 27
2.4.3 เครื่องมือในการศึกษาเวลา 27
2.4.4 ขั้นตอนการศึกษาเวลา 28
2.5 การลดเวลาการปรับเปลี่ยนรุ่นการผลิต 31
2.5.1 การปรับเปลี่ยนรุ่นการผลิตกับการเพิ่มผลผลิต 32
2.5.2 งานพื้นฐานของการเปลี่ยนรุ่นการผลิต 32
2.5.3 เทคนิคการปรับปรุงการลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต 33
2.3.4 ประโยชน์ของการลดเวลาในการปรับเปลี่ยนรุ่นการผลิต 35

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน
3.1 ขั้นตอนการศึกษาสภาพปัจจุบัน 36
3.1.1 สภาพทั่วไปในสายการประกอบกรณีศึกษา 36
3.1.2 ตัววัดประสิทธิภาพการผลิตของบริษัท โคโยเสตียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด 39
3.1.3 สภาพปัญหาเวลาสูญเสียในสายการประกอบกรณีศึกษา 41
3.2 ขั้นตอนการค้นหาและคัดเลือกแก้ไขปัญหาหลัก 41
3.3 ขั้นตอนการวางแผนการแก้ปัญหาเวลาสูญเสียในสายการผลิต 43
3.4 ขั้นตอนการวางแผน และวิเคราะห์สาเหตุการแก้ปัญหาเวลาสูญเสียจากการผลิตงานเสีย 44
3.4.1 การศึกษาสภาพปัจจุบันในการผลิตงานเสียของสายการประกอบกรณีศึกษา 44
3.4.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุ และหาแนวทางแก้ไข 45
3.4.3 การประมวลผล และ วิเคราะห์การแก้ไข 46
3.5 ขั้นตอนการวางแผน และวิเคราะห์สาเหตุการแก้ปัญหาเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต 59
3.5.1 การศึกษาสภาพปัจจุบันในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของสายการประกอบกรณีศึกษา 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.5.2 การแยกขั้นตอนการทำงานออกเป็นกิจกรรมย่อย และทำการรวบรวมข้อมูลสำคัญ 62

3.5.3 วิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขและสรุปแนวทางการเสนอแนะ 72

3.6 ขั้นตอนการดำเนินการแก้ไข 75

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการดำเนินงานแก้ไขเวลาสูญเสียเนื่องจากการผลิตงานเสีย 76

4.1.1 ผลการดำเนินงานการแก้ไขปัญหาการผลิตงานเสียแต่ละแนวทางที่ทำการเสนอแนะ 76

4.1.2 ผลการดำเนินงานการแก้ไขปัญหาเวลาสูญเสียจากการผลิตงานเสียรวม 80

4.2 ผลการดำเนินงานการแก้ไขเวลาสูญเสียเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต 82

4.2.1 การดำเนินงานการปรับปรุงเพื่อลดเวลาสูญเสียเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต 82

4.2.2 ผลการดำเนินงานการปรับปรุงเพื่อลดเวลาสูญเสียเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต 89

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 91

5.1.1 ผลที่ได้รับทางตรง 91

5.1.2 ผลที่ได้รับทางอ้อม 92

5.2 ข้อเสนอแนะ 92

หนังสืออ้างอิง 94

ภาคผนวก ก ผก1

ภาคผนวก ข ผข1

ภาคผนวก ค ผค1

ภาคผนวก ง ผง1

ภาคผนวก จ ผจ1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 จำนวนรุ่นและปริมาณการสั่งซื้อ รุ่นการผลิตในสายการประกอบกรณีศึกษา 3
ตารางที่ 2.1 หน้าต่างปัญหาของไฮโซดานิ 10
ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างกฎเกณฑ์ประเมินความถี่ของปัญหา 11
ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างกฎเกณฑ์ประเมินความรุนแรงของปัญหา 12
ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างแผนการดำเนินการแก้ปัญหาของคิวซิเซอร์เคิล 13
ตารางที่ 2.5 แนวทางในการตัดสินใจยอมรับค่าของ % R&R 25
ตารางที่ 2.6 แนวทางการตัดสินใจในกรณีที่ไม่ยอมรับระบบการวัด 26
ตารางที่ 2.7 จำนวนขนาดตัวอย่างที่ต้องอ่าน สำหรับความผิดพลาด ±5% และที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 31
ตารางที่ 3.1 รายละเอียดเครื่องจักรที่ใช้ในสายการประกอบกรณีศึกษา 38
ตารางที่ 3.2 ปริมาณเวลาสูญเสียของแต่ละประเภท ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2547 – เดือนพฤษภาคม 2548 42
ตารางที่ 3.3 แผนภูมิแกนต์แสดงการดำเนินการแก้ไขปัญหาเวลาสูญเสียในสายการประกอบ 43
ตารางที่ 3.4 จำนวนครั้งที่เกิดปัญหาการผลิตงานเสีย ช่วงเดือนมิถุนายน – พฤศจิกายน 2548 44
ตารางที่ 3.5 แสดงผลการทดลองโดยใช้ไดอัลเกจตัวที่ 1 48
ตารางที่ 3.6 แสดงผลการทดลองโดยใช้ไดอัลเกจตัวที่ 2 51
ตารางที่ 3.7 แสดงผลการทดลองโดยใช้ไดอัลเกจตัวที่ 3 54
ตารางที่ 3.8 แนวทางในการตัดสินใจยอมรับค่าของ % R&R 56
ตารางที่ 3.9 ผลการทดสอบการตรวจสอบเครื่องเปล่า เครื่องทดสอบลมรั่ว 57
ตารางที่ 3.10 ผลการทดสอบการตรวจสอบ เครื่องทดสอบลมรั่วโดยมีแรงดันลมผ่านสภาวะต่างๆ 58
ตารางที่ 3.11 ตารางแสดงกระบวนการและหมายเลขเครื่องจักรที่มีการเปลี่ยนรุ่นการผลิต 60
ตารางที่ 3.12 เวลาที่ใช้ในการประกอบระบบบังคับเลี้ยวรุ่น PC3A11 63
ตารางที่ 3.13 เวลาที่ใช้ในการประกอบระบบบังคับเลี้ยวรุ่น PK8B21 64
ตารางที่ 3.14 เวลาที่ใช้ในการประกอบระบบบังคับเลี้ยวรุ่น PB5F12 65
ตารางที่ 3.15 เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นของแต่ละเครื่องจักร 67
ตารางที่ 3.16 เวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตจากรุ่นหนึ่งสู่อีกรุ่นหนึ่งของสายการประกอบกรณีศึกษา 69
ตารางที่ 3.17 การเสนอแนวทางปรับปรุง ปัญหาเวลาสูญเสียเนื่องจาก การเปลี่ยนรุ่นการผลิต 74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 ระบบบังคับเลี้ยวชนิดพวงมาลัยพาวเวอร์ 2
รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ ของกระบวนการผลิต 5
รูปที่ 2.2 องค์ประกอบของกิจกรรมต่างๆ ที่กระทำในการผลิต พิจารณาที่การเปลี่ยนรูปของสินค้าเป็นหลัก 8
รูปที่ 2.3 แสดงหลักที่ว่า "มาตรฐานคือความพยายามมิให้ปัญหาเกิดขึ้นซ้ำ" 15
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างแผ่นตรวจสอบสำหรับงานประจำเพื่อดูการกระจาย 16
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างแผ่นตรวจสอบสำหรับงานประจำเพื่อการบำรุงรักษา 16
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างกราฟแท่ง 17
รูปที่ 2.7 ตัวอย่างกราฟเส้น 17
รูปที่ 2.8 ตัวอย่างกราฟวงกลม 18
รูปที่ 2.9 ตัวอย่างฮีสโทแกรม 18
รูปที่ 2.10 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต 19
รูปที่ 2.11 ตัวอย่างแผนผังสาเหตุและผล 19
รูปที่ 2.12 ตัวอย่างแผนภูมิการกระจาย 20
รูปที่ 2.13 ตัวอย่างแผนภูมิควบคุม 20
รูปที่ 2.14 ความแปรผันทางเสถียรภาพ 21
รูปที่ 2.15 ลักษณะความโน้มเอียง 22
รูปที่ 2.16 ลักษณะความเป็นเชิงเส้น 22
รูปที่ 2.17 ค่าความชันระหว่างค่าอ้างอิงกับความโน้มเอียง 23
รูปที่ 2.18 ลักษณะความสามารถในการวัดซ้ำ 24
รูปที่ 2.19 ลักษณะความสามารถในการทำซ้ำ 24
รูปที่ 2.20 องค์ประกอบของเวลาที่ใช้ในการปรับตั้ง 33
รูปที่ 2.21 แสดงการปรับปรุงการเปลี่ยนรุ่นการผลิตขั้นที่ 1 โดยแยกงานภายในและภายนอก 34
รูปที่ 3.1 แผนผังเครื่องจักรและสถานีในสายการประกอบกรณีศึกษา 37
รูปที่ 3.2 แผนภูมิพาเรโตแสดงเวลาสูญเสียอันเกิดมาจากสาเหตุต่างๆในสายการประกอบกรณีศึกษา 42
รูปที่ 3.3 แผนภูมิพาเรโตแสดงลำดับสาเหตุจากการผลิตงานเสีย 46
รูปที่ 3.4 แสดงการรั่วของลมบริเวณข้อต่อตาไก่ 58
รูปที่ 3.5 แสดงการรั่วของลมบริเวณข้อต่อและสายลม 59
รูปที่ 3.6 แสดงการชำรุดของคอปเปอร์จอย 59
รูปที่ 3.7 แผนผังแสดงการรับผิดชอบเครื่องจักรในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของพนักงาน 62
รูปที่ 3.8 กราฟแสดงเวลาที่ใช้ในการประกอบระบบบังคับเลี้ยวแต่ละรุ่นที่ทำการศึกษา 66
รูปที่ 3.9 กราฟแสดงเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นของแต่ละเครื่องจักร 68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.10 กราฟแสดงเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นของแต่ละเครื่องจักรที่แยกเป็นการปรับตั้งภายในและ-การปรับตั้งภายนอก 68
รูปที่ 3.11 เวลารวมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตปัจจุบันจาก รุ่น PC3A11 เป็น รุ่น PK8B21 69
รูปที่ 3.12 เวลารวมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตปัจจุบันจาก รุ่น PC3A11 เป็น รุ่น PB5F12 70
รูปที่ 3.13 เวลารวมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตปัจจุบันจาก รุ่น PK8B21 เป็น รุ่น PC3A11 70
รูปที่ 3.14 เวลารวมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตปัจจุบันจาก รุ่น PK8B21 เป็น รุ่น PB5F12 71
รูปที่ 3.15 เวลารวมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตปัจจุบันจาก รุ่น PB5F12 เป็น รุ่น PC3A11 71
รูปที่ 3.16 เวลารวมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตปัจจุบันจาก PB5F12 เป็น รุ่น PK8B21 72
รูปที่ 4.1 การฝึกอบรมพนักงานในการอ่านค่าผลจากการตั้งค่าแรงกดระหว่างแรคบาร์ และซับพอร์ตโยก 77
รูปที่ 4.2 โต๊ะฝึกหัดการตั้งค่าแรงกดระหว่างแรคบาร์ และซับพอร์ตโยก 77
รูปที่ 4.3 แผนภูมิแสดงการเกิดปัญหาการผลิตงานเสียจากการตั้งค่าแรงกดระหว่างแรคบาและซับพอร์ต -โยกไม่ได้มาตรฐาน 78
รูปที่ 4.4 ตัวอย่างของงานดีและงานเสียแสดงไว้ที่ตำแหน่งการประกอบเซอร์คลิป 78
รูปที่ 4.5 แผนภูมิแสดงการเกิดปัญหาการผลิตงานเสียจากจากการประกอบเซอร์คลิปผิดพลาด 79
รูปที่ 4.6 การเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุดบริเวณเครื่องทดสอบการรั่วของลม 79
รูปที่ 4.7 แผนภูมิแสดงการเกิดปัญหาการผลิตงานเสียที่พบจากเครื่องทดสอบการรั่วของลม 80
รูปที่ 4.8 แผนภูมิพาเรโตแสดงลำดับสาเหตุจากการผลิตงานเสียก่อนทำการปรับปรุง 80
รูปที่ 4.9 แผนภูมิพาเรโตแสดงลำดับสาเหตุจากการผลิตงานเสียหลังทำการปรับปรุง 81
รูปที่ 4.10 ผลการดำเนินการแก้ไขปัญหาเวลาสูญเสียจากการผลิตงานเสียรวม 81
รูปที่ 4.11 แผนผังแสดงการรับผิดชอบเครื่องจักรในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของพนักงาน แบบเสนอแนะ 83
รูปที่ 4.12 การจัดแยกอุปกรณ์ยึดชิ้นงานเก็บเป็นรุ่นๆ และทำป้ายบอก 84
รูปที่ 4.13 ตระแกรงยึด แรคเฮาท์ชิ่งแบบขันน็อตยึด 85
รูปที่ 4.14 การซื้อเครื่องมือเพิ่มให้เพียงพอ และจัดหาที่จัดเก็บและแยกเครื่องมือ 85
รูปที่ 4.15 Work Holder จากเครื่องจักรหมายเลข RPA-1-03 86
รูปที่ 4.16 Brush Set จากเครื่องจักรหมายเลข RPA-1-22 86
รูปที่ 4.17 Twist Adjustment Gauge จากเครื่องจักรหมายเลข RPA-1-14 86
รูปที่ 4.18 Sensor Wearing Set กับสายเสียบ จากเครื่องจักรหมายเลข RPA-1-09 87
รูปที่ 4.19 Sensor Guide กับชุดอุปกรณ์ต่อกับสายไฟ จากเครื่องจักรหมายเลข RPA-1-19 87
รูปที่ 4.20 Feed Tube Head กับด้าม จากเครื่องจักรหมายเลข RPA-1-19 88
รูปที่ 4.21 การมีผู้รับผิดชอบในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรที่มีการปรับเปลี่ยนขุ่งยากโดยเฉพาะ 88
รูปที่ 4.22 การเพิ่มตัวต้นแบบหรือมาสเตอร์ เป็น 2 ชุดต่อหนึ่งรุ่น 89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.23 การยกเลิกการไปเบิกอุปกรณ์ยึดชิ้นงานที่ตู้เก็บอุปกรณ์และเพิ่มรถเข็น..... 89
รูปที่ 4.24 ผลการจับเวลาเปรียบเทียบในการเปลี่ยนรุ่นหลังจากมีการปรับเปลี่ยนตามการเสนอแนะ..... 90
รูปที่ 4.25 ผลการดำเนินการแก้ไขปัญหาเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิตเปรียบเทียบแต่ละเดือน..... 90
รูปที่ 5.1 ประสิทธิผลของเครื่องจักรโดยรวมในแต่ละเดือน..... 91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประสิทธิภาพการผลิต คือ ปริมาณที่ใช้ในการบอกแนวโน้มของความสามารถในการผลิตผลิตภัณฑ์ในโรงงานนั้นๆ ซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญตัวหนึ่งในการกำหนดเป้าหมาย สามารถบอกถึงคุณภาพการทำงานและการผลิตว่าอยู่ในระดับใด การแข่งขันด้านการดำเนินธุรกิจอุตสาหกรรมในปัจจุบันจึงให้ความสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ซึ่งจะมีผลต่อการลดต้นทุนการผลิตให้แก่องค์กร และตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ทันท่วงที

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต จะคำนึง 3 ด้าน คือ อัตราการใช้เวลาในการทำงาน (Availability Rate) อัตราคุณภาพในการผลิต (Quality Rate or First Time Through) และอัตราของประสิทธิภาพในการทำงาน (Performance Rate or Efficiency) ซึ่ง 3 ด้านดังกล่าวจะมีความเกี่ยวเนื่องกัน เช่น เมื่อทำการลดเวลาการสูญเสียลงได้ คุณภาพการผลิตก็จะมีแนวโน้มที่ดีขึ้น และประสิทธิภาพในการทำงานก็จะดีขึ้นตามด้วย ดังนั้น การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต อาจให้ความสำคัญกับด้านใดด้านหนึ่งเป็นพิเศษ ซึ่งมีความเป็นไปได้ในการปรับปรุง มีความครอบคลุมและประหยัดต้นทุนได้ดีกว่า ดังเช่น การลดเวลาสูญเสีย ซึ่งเป็นการคำนึงเพื่อลดเวลาที่เกิดขึ้นโดยไม่จำเป็นในการผลิต

1.1.1 ประวัติบริษัท โคโย เสตียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

บริษัท โคโย สเตียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งอยู่เลขที่ 172 หมู่ 12 ตำบลบางวัว อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา มีเนื้อที่ 43 ไร่ พื้นที่โรงงาน 8,100 ตารางเมตร เงินลงทุน 960,500,000 บาท ซึ่งเกิดจากการร่วมทุนระหว่างบริษัท โคโยแมนิวเฟคเจอร์ริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด 51.4% บริษัท โคโย เซไก (ประเทศญี่ปุ่น) 46.2% และบริษัท ไทย โคโย 2.4% ก่อตั้งเมื่อเดือนเมษายน พ.ศ. 2538 โดยได้รับการส่งเสริมการลงทุนจากคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (The Board of Investment, BOI) บริษัท โคโย สเตียริ่ง เป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ประเภทระบบบังคับเลี้ยว ซึ่งส่งให้กับผู้ผลิตรถยนต์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ อาทิเช่น อีซูซุ (Isuzu) โตโยต้า (Toyota) ฟอร์ด (Ford) มาสด้า (Mazda) มิตซูบิชิ (Mitsubishi) และ เจนเนอรอลมอเตอร์ (General Motor) ภายใต้นโยบายคุณภาพของบริษัทคือ "เราจะเตรียมผลิตภัณฑ์ดีที่ลูกค้ามั่นใจ"

บริษัทโคโย สเตียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด เป็นบริษัทที่มีความสำเร็จสูงสุดในด้านการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีเครื่องจักรและความสามารถในการผลิตที่มีความเที่ยงตรงสูงในด้านคุณภาพมานานหลายปี ในการผลิตสินค้าที่ตอบสนองต่อลูกค้าทั่วโลกเป็นอย่างดี ซึ่งสินค้าที่บริษัทโคโย สเตียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ผลิตหลักๆ ประกอบด้วย

1. ชิ้นส่วนยานยนต์ (Automotive Components)
2. เครื่องจักร (Mechatronics Factory Automation Systems)
3. ตลับลูกปืน (Bearings)
4. ชุดบังคับเลี้ยว (Steering System)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริษัทโคโย สเตียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด มีพนักงานทั้งสิ้นประมาณ 300 คน โดยแบ่งการทำงานเป็น 2 กะ กะละ 8 ชั่วโมง เวลาการทำงานคือ วันจันทร์ถึงวันเสาร์

1.1.2 ผลิตภัณฑ์ของบริษัท

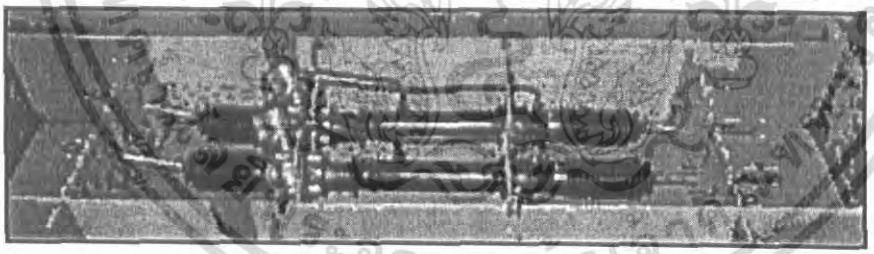
บริษัท โคโย เสตรียริ่ง มีผลิตภัณฑ์ที่ส่งขายให้กับลูกค้า 6 ชนิด คือ

1. Ball Screw Type Manual Steering Gear
2. Ball Screw Type Power Steering Gear
3. Rack and Pinion Type Manual Steering Gear
4. Rack and Pinion Type Power Steering Gear
5. Rack Bar
6. Hydraulic Hose

1.1.3 สภาพปัจจุบันของหน่วยงานที่ทำการศึกษา

หน่วยงานที่ทำการคัดเลือกมาทำการวิจัยครั้งนี้ คือ สายการประกอบระบบบังคับเลี้ยวที่ 1 (ซึ่งลำดับต่อไปจะเรียกว่า "สายการประกอบกรณีศึกษา") ซึ่งทำการประกอบระบบบังคับเลี้ยวชนิดพวงมาลัยพาวเวอร์ (Rack and Pinion Type Power Steering Gear) ดังรูปที่ 1.1 ในการผลิตหรือการประกอบระบบบังคับเลี้ยวของสายการประกอบนี้ ปัจจุบันประกอบด้วยรุ่นการผลิต 3 รุ่นดังนี้

1. รุ่น PB5F12 ซึ่งลูกค้าของระบบบังคับเลี้ยวรุ่นนี้คือรถยนต์ของบริษัท โตโยต้า อินดัสเทรียล
2. รุ่น PC3A11 ซึ่งลูกค้าของระบบบังคับเลี้ยวรุ่นนี้คือรถยนต์ของบริษัท มิตซูบิชิ (ประเทศไต้หวัน)
3. รุ่น PK8B21 ซึ่งลูกค้าของระบบบังคับเลี้ยวรุ่นนี้คือรถยนต์ของบริษัท อีซูซุ (ประเทศไทย)



รูปที่ 1.1 ระบบบังคับเลี้ยวชนิดพวงมาลัยพาวเวอร์

สายการประกอบกรณีศึกษา แต่ละรุ่นการผลิตนั้นได้จัดส่งให้แก่ลูกค้าตามที่ต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 1.1 และโดยเฉลี่ยปริมาณการสั่งซื้อรวมทั้งหมดประมาณ 15,500 ชุดต่อเดือน

ซึ่งในสภาพปัจจุบันความสามารถในการผลิตของเครื่องจักรปัจจุบันที่มีอยู่ยังคงมีปริมาณที่น้อยมาก คือ ผลิตได้วันละ 550 ชุดหรือผลิตได้ 12,100 ชุดต่อเดือน (1 เดือน ทำงาน 22 วัน) ซึ่งจาก 5 เดือนที่ผ่านมาพบว่าปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้ามีมากกว่าปริมาณที่สามารถผลิตได้จริง ผู้วิจัยจึงทำการวิจัยเพื่อปรับปรุงในด้านประสิทธิภาพในการผลิตของการประกอบระบบบังคับเลี้ยวนี้ทั้งของพนักงานและเครื่องจักรเพื่อลดความล่าช้าในกระบวนการผลิตและ เพิ่มความสามารถในการผลิต เพื่อตอบสนองความต้องการที่เพิ่มขึ้นของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 จำนวนรุ่นและปริมาณการสั่งซื้อ รุ่นการผลิต ในสายการประกอบกรณีศึกษา

รุ่น	ลูกค้า	ปริมาณการสั่งซื้อ (ชุด/เดือน)					
		ธ.ค.2547	ม.ค.2548	ก.พ.2548	มี.ค.2548	เม.ย.2548	พ.ค.2548
PB5F12	โตโยต้า	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000
PC3A11	มิตซูบิชิ	1,180	1,570	1,540	1,540	1,540	1,540
PK8B21	อีซูซุ	2,485	3,328	3,518	3,688	3,508	3,508
รวม		14,665	15,898	16,058	16,228	16,148	16,048

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อวิเคราะห์และออกแบบระบบการจัดการในสายการประกอบระบบบังคับเลี้ยว เพื่อลดเวลาสูญเสีย
2. เพื่อลดเวลาสูญเสียที่เกิดในสายการประกอบระบบบังคับเลี้ยว โดยการนำระบบการจัดการข้างต้น มาประยุกต์ใช้จริง

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ศึกษาเวลาสูญเสียในการผลิตที่มีสาเหตุมาจาก การผลิตชิ้นงานเสีย การเปลี่ยนรุ่นการผลิต และปัญหาการเสียของเครื่องจักร
2. ศึกษาในสายการประกอบระบบบังคับเลี้ยวที่ 1 ของบริษัท โคโย สเตียริ่ง (ไทยแลนด์) จำกัด
3. ศึกษาเวลาสูญเสียรวมจากการผลิตผลิตภัณฑ์ 3 รุ่นในสายการประกอบกรณีศึกษา ได้แก่ รุ่น PC3A11 รุ่น PB5F12 และรุ่น PK8B21

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดเวลาสูญเสียของคนและเครื่องจักรในสายการประกอบระบบบังคับเลี้ยว
2. เพิ่มความสามารถในการผลิตในสายการประกอบระบบบังคับเลี้ยว ทำให้สามารถผลิต ได้ในเวลาที่รวดเร็วขึ้น ทันตามความต้องการของลูกค้าหรือสามารถผลิตได้ปริมาณมากกว่าเดิม ในช่วงเวลาการผลิตที่เท่ากัน
3. ส่งเสริมการทำงานเพื่อเพิ่มการผลิตให้สินค้ามีคุณภาพที่ดีเป็นที่พึงพอใจและได้รับการเชื่อถือจากลูกค้า
4. ปรับปรุงการใช้ทรัพยากรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด
5. เพิ่มผลกำไรจากการลดต้นทุนในการสูญเสียเวลาการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการศึกษาเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการลดเวลาสูญเสียในสายการประกอบระบบบังคับเลี้ยว ซึ่งทำการมุ่งเน้นในการลดเวลาสูญเสียใน 2 สาเหตุหลักๆ คือ เวลาสูญเสียจากการผลิตงานเสีย และ เวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่มีความสำคัญดังนี้

1. การเพิ่มผลผลิตหรือการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต
2. การแก้ปัญหาด้วยเครื่องมือทางคุณภาพคิวซีสตอรี่
3. การวิเคราะห์ระบบการวัด
4. ทฤษฎีการศึกษาเวลา
5. การลดเวลาการปรับเปลี่ยนรุ่นการผลิต

2.1 การเพิ่มผลผลิตหรือการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

การเพิ่มผลผลิต (Productivity) ได้มีผู้ให้ความหมายหลายๆ อย่างแตกต่างกันไป เช่น การเพิ่มปริมาณการผลิต การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต แต่โดยทั่วไปความเป็นจริงแล้ว การเพิ่มผลผลิตไม่จำเป็นต้องเพิ่มปริมาณการผลิต เพราะถ้าการเพิ่มปริมาณการผลิตเกิดขึ้นในขณะที่ตลาดไม่ต้องการ ก็จะไม่สามารถขายสินค้าได้ ซึ่งจะส่งผลร้ายต่อหน่วยงาน

2.1.1 ประวัติของการเพิ่มผลผลิต

การเพิ่มผลผลิต ได้เริ่มขึ้นครั้งแรกในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเป็นการพัฒนาแนวความคิดตามหลักวิทยาศาสตร์มาใช้ในการบริหารงาน เพื่อลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มกำไร ซึ่งแนวทางความคิดนี้ได้ขยายออกไปยังประเทศต่างๆ ในยุโรป และประเทศญี่ปุ่นก็เป็นประเทศหนึ่งที่ได้รับแนวความคิดการเพิ่มผลผลิตไปปรับปรุงและประยุกต์แนวทางการเพิ่มผลผลิตขึ้นใหม่ โดยให้ความสำคัญกับคนมากขึ้น ซึ่งคำนึงถึงคนเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดของการเพิ่มผลผลิต โดยในปัจจุบันนี้ประเทศญี่ปุ่นจึงเป็นประเทศที่มีการเพิ่มผลผลิตสูงที่สุดประเทศหนึ่งในโลก

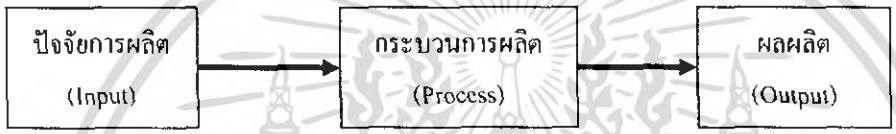
นับตั้งแต่ต้นทศวรรษที่ 1990 (พ.ศ. 2533) เป็นต้นมา ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจสูงประเทศหนึ่ง การพัฒนาระบบอุตสาหกรรมนับตั้งแต่การบริหาร การผลิต และการตลาด จะต้องมีการพัฒนาเพื่อให้สามารถแข่งขันกับประเทศอื่นๆ ในตลาดโลกได้ สิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้คือ การพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ ในขณะเดียวกันจะต้องเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิต ทั้งๆ ที่ค่าแรงงานทางการผลิตมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้น จึงเป็นภาระที่ฝ่ายบริหาร ฝ่ายการจัดการ และหน่วยงานอื่นๆ ต้องคิดค้นหากลยุทธ์ต่างๆ ในการเพิ่มผลผลิต เพื่อให้สามารถแข่งขันกับต่างประเทศได้ ทั้งนี้จำเป็นต้องมีการปรับกลไกทางการบริหารและการจัดการ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการเพิ่มผลผลิตด้วย (ฝ่ายวิชาการบริษัทสกายบุ๊กส์, 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ความหมายของการเพิ่มผลผลิต

การเพิ่มผลผลิตในทางเศรษฐกิจและสังคม หมายถึง การที่จะแสวงหาทางปรับปรุงสิ่งต่างๆ ให้ดีขึ้นอยู่เสมอ โดยมีความเชื่อว่า เราสามารถทำวันนี้ให้ดีกว่าเมื่อวานนี้ และวันพรุ่งนี้จะต้องดีกว่าวันนี้ ซึ่งเป็นความสำนึกทางจิตใจในเรื่องของการประหยัดทรัพยากร พลังงาน และเงินตรา ทั้งนี้เพื่อความเจริญมั่นคงทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ

การเพิ่มผลผลิตเป็นคำที่มีความหมายกว้างสุดแต่ว่าจะนำไปใช้ในด้านใด แต่โดยทั่วไปแล้วการเพิ่มผลผลิตจะหมายถึง อัตราส่วนระหว่าง ผลผลิต (Output) ที่ได้จากกระบวนการผลิต เช่น โทรทัศน์ พัดลม หม้อหุงข้าว รถจักรยานยนต์ รถยนต์ ธนาคาร การขนส่ง และอื่นๆ กับปัจจัยการผลิตที่ใช้ (Input) เช่น แรงงาน วัตถุดิบ พลังงาน เครื่องมือ เครื่องจักร และอื่นๆ (ฝ่ายวิชาการบริษัทสกายบุ๊กส์, 2545) กล่าวคือ เมื่อนำปัจจัยการผลิตป้อนเข้าสู่กระบวนการผลิต (Process) เพื่อให้ได้ผลผลิตออกมาอยู่ในรูปของสินค้าหรือบริการดังรูปที่ 2.1 โดยการวัดการเพิ่มผลผลิต อาจทำได้ทั้งการวัดขนาดผลงานเป็นชิ้น น้ำหนัก เวลา และการวัดเป็นตัวเงิน



รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ ของกระบวนการผลิต

ดังนั้นการเพิ่มผลผลิต สามารถหาได้จากอัตราส่วนของผลผลิตกับปัจจัยการผลิต และสามารถสรุปเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{Productivity} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \qquad (2.1)$$

หรือ $$\text{การเพิ่มผลผลิต} = \frac{\text{ผลผลิต}}{\text{ปัจจัยการผลิต}}$$

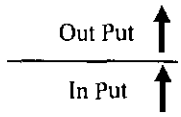
อัตราส่วนระหว่างผลผลิตกับปัจจัยการผลิตก็เหมือนกับความหมายของประสิทธิภาพ (Efficiency) ที่ใช้กันโดยทั่วไปนั่นเอง แต่ประสิทธิภาพจะใช้ในความหมายที่แคบกว่านั่นคือเป็นอัตราส่วนของผลผลิต (Output) โดยมุ่งเน้นในแง่ของการปฏิบัติงานของระบบงาน กำหนดสภาวการณ์ต่างๆไว้คงที่ แต่การเพิ่มผลผลิตนั้นใช้ความหมายที่กว้างกว่าวิธีการปฏิบัติงาน แต่จะมุ่งเป้าหมายของผลผลิตเป็นสำคัญโดยไม่คำนึงถึงว่าสภาวการณ์ต่างๆ จะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรก็ได้ ขอให้ผลผลิตออกมาในอัตราที่สูงขึ้นอย่างสมเหตุผล จากสมการของการเพิ่มผลผลิตดังกล่าว จะเห็นได้ว่าเราสามารถเพิ่มผลผลิตได้ดังนี้ (โกศล ดีศรีธรรม, 2547)

1. ผลผลิตมากขึ้นปัจจัยการผลิตเท่าเดิม

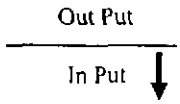
$$\frac{\text{Out Put} \uparrow}{\text{In Put}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

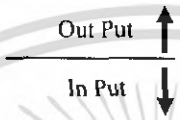
2. ผลผลิตมากขึ้นปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้นน้อยกว่า



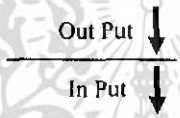
3. ผลผลิตเท่าเดิมปัจจัยการผลิตลดลง



4. ผลผลิตมากขึ้นปัจจัยการผลิตลดลง



5. ผลผลิตลดลงปัจจัยการผลิตลดลงมากกว่า



2.1.3 สาเหตุที่ต้องทำการเพิ่มผลผลิต

สาเหตุที่จะต้องทำการเพิ่มผลผลิตสามารถพิจารณาได้ดังนี้ (ฝ่ายวิชาการบริษัทสกายบุ๊กส์, 2545)

1. การแข่งขัน บริษัทต่างๆ จะอยู่รอดได้ต้องมีการปรับปรุงตัวเองอยู่เสมอ และการเพิ่มผลผลิตก็จะเป็นแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพเพื่อลดต้นทุนซึ่งจะทำให้สามารถสู้กับคู่แข่งได้

2. ทรัพยากรที่จำกัด การเพิ่มผลผลิตเป็นเครื่องมือที่จะทำให้เราใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดซึ่งนับวันจะน้อยลง โดยทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดและสูญเสียน้อยที่สุด

3. การเพิ่มผลผลิตเป็นเครื่องช่วยในการวางแผนทั้งปัจจุบันและอนาคต ตัวอย่างเช่น การกำหนดผลผลิตในสัดส่วนที่เหมาะสมกับความต้องการ เพื่อไม่ให้เกิดส่วนเกิน ซึ่งถือเป็นความสูญเปล่าของทรัพยากร

4. กำไร การเพิ่มผลผลิตเป็นการลดต้นทุน และเพิ่มผลกำไร เพื่อที่จะนำไปแบ่งปันแก่ทุกคน ทั้งเจ้าของกิจการ พนักงาน และผู้ถือหุ้น

2.1.4 ภาพรวมของการเพิ่มผลผลิต

การเพิ่มผลผลิตโดยรวมขององค์กรมีปัจจัยที่สำคัญ 2 ประการ คือ (โกศล ดีศรีธรรม, 2547)

1. การเพิ่มผลผลิตทุน เช่นในด้านของเครื่องจักรและเทคโนโลยีที่ทันสมัย

2. การเพิ่มผลผลิตกำลังคน เช่น ในการสร้างทัศนคติที่มีในการทำงาน ความมีระเบียบวินัย การตรงต่อเวลา การปฏิบัติทางกฎระเบียบ การทำงานร่วมกันเป็นทีม การเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อให้มีความชำนาญหลายๆ ด้าน การสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างพนักงานในระดับต่างๆ การวางแผนการบริหารงานที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 เทคนิคการเพิ่มผลผลิต

เมื่อทุกองค์กรมีความต้องการที่จะเพิ่มผลผลิต ก็ต้องหาแนวทางหรือวิธีการเพื่อสนองตอบสิ่งดังกล่าวด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังนี้ (สุรัส ตั้งไพฑูรย์, 2547)

1. การศึกษางาน (Work Study)
2. การศึกษาการทำงาน (Method Study)
3. การวัดงาน (Work Measurement)
4. การประเมินผลงาน (Job Evaluation)
5. การจ่ายค่าแรงจูงใจ (Wage incentive Schemes)
6. การศึกษากระบวนการ (Process Study)
7. การคัดเลือกและการออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Selection and Design)
8. 5 ส (5 S)
9. การวางผังโรงงานและการขนถ่ายวัสดุ (Layout and Handling)
10. การควบคุมการผลิต (Production Control)
11. การควบคุมสินค้าคงคลัง (Stock Control)
12. การควบคุมงบประมาณ (Budgetary Control)
13. การคิดต้นทุนโรงงาน (Factory Costing)
14. วิธีการทางสถิติในอุตสาหกรรม (Statistical Method)
15. การควบคุมคุณภาพ (Quality Control)
16. แผนการของระบบซ่อมบำรุง (Planned Maintenance)
17. การปรึกษาหารือร่วมกัน (Joint Consultation)
18. ระบบข่าวสารให้คนงาน (Information for Workers)
19. ระบบการผลิตทันเวลาพอดี (Just in time)

หรืออาจมีเทคนิคปลีกย่อยอื่นๆ อีกต่างล้วนแต่เป็นวิธีการจะประสบผลสำเร็จตามที่คิดหรือไม่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับศิลปะในการนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสมกับสภาพกาลที่แปรผันไป อีกทั้งต้องอาศัยเวลาพอสมควรก่อนที่จะประสบความสำเร็จในการใช้เทคนิคดังกล่าวด้วย

2.1.6 วิธีการเพิ่มผลผลิต

การเพิ่มผลผลิตสามารถทำได้หลายวิธี โดยสรุปมี 2 วิธี คือ (ฝ่ายวิชาการบริษัทสกายบุ๊กส์, 2545)

1. การเพิ่มผลผลิตเชิงปริมาณ
2. การเพิ่มผลผลิตเชิงคุณภาพ

การเพิ่มผลผลิตเชิงปริมาณ เป็นการเพิ่มผลผลิตโดยการเพิ่มคน เพิ่มเครื่องจักรอุปกรณ์ และเพิ่มเวลาในการทำงานให้มากขึ้น วิธีการนี้อัตราการผลิตต่อคน ต่อเครื่องจักร ต่อเวลาไม่เพิ่มขึ้น

การเพิ่มผลผลิตเชิงคุณภาพ เป็นวิธีการเพิ่มผลผลิตโดยการเพิ่มอัตราการปฏิบัติงานลด หรือกำจัดความสูญเปล่า และกำหนดมาตรฐานของผลผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้เป็น 100% วิธีนี้อัตราการผลิตต่อคนต่อเครื่องจักร ต่อเวลาเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 ความสูญเปล่า

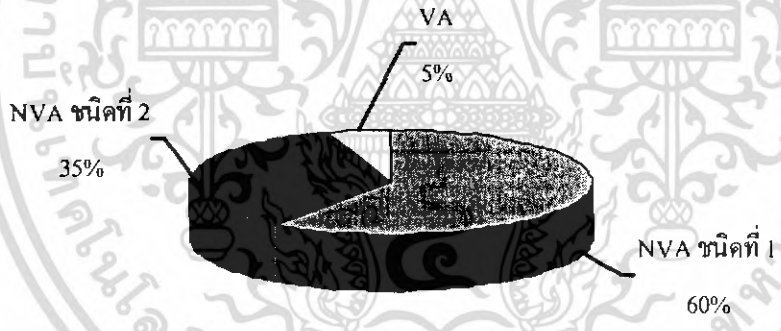
ความสูญเปล่า (Waste/Muda/Non Value Added Activity) คือ การกระทำใดๆ ก็ตามที่ใช้ทรัพยากรไปไม่ว่าจะเป็นแรงงาน วัตถุดิบ เวลา เงิน หรืออื่นๆ แต่ไม่ได้ทำให้สินค้าหรือบริการเกิด "คุณค่าหรือการเปลี่ยนแปลง" ภาษาญี่ปุ่นจะเรียกความสูญเปล่า ว่า "มุดะ (Muda)" (นิพนธ์ บัวแก้ว, 2547)

หรือ ความสูญเปล่า คือ การกระทำที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าต่อตัวสินค้าหรือบริการนั่นเอง การที่จะบอกว่าการกระทำนั้นมีคุณค่าหรือไม่ ให้ตัดสินกันที่สินค้าหรือบริการเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ถ้าสินค้าไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างนั่นถือว่าการกระทำนั้นไม่มีคุณค่าต่อตัวผลิตภัณฑ์

โดยทั่วไปพบว่างานที่ทำกันอยู่ 100 งานจะเป็นงานที่มีคุณค่าอยู่เพียง 5 งาน หรือ 5% เท่านั้น ที่เหลืออีก 95% นั้นถือว่าเป็นงานหรือการกระทำที่ไม่มีคุณค่า สำหรับข้อเน้นย้ำในการพิจารณาก็คือ "คุณค่าตัดสินกันที่การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของสินค้า" เราสามารถแบ่งกิจกรรมออกเป็น 2 ส่วนดังนี้ คือ

1. กิจกรรมที่มีคุณค่า (Value Added Activity, VA) 5% เช่น การตัด การพ่น การขึ้นรูป การประกอบ เป็นต้น
2. กิจกรรมที่ไม่มีคุณค่า (Non Value Added Activity, NVA) 95% แบ่งออกเป็น
   1) ไม่มีคุณค่าแต่จำเป็นต้องทำ 60% (ชนิดที่ 1) เช่น การตรวจสอบ การขนย้าย เป็นต้น
   2) ไม่มีคุณค่าและไม่จำเป็นต้องทำ 35% (ชนิดที่ 2) เช่น การบันทึกข้อมูลที่ไม่ได้ใช้งานหรือไม่มีประโยชน์ การผลิตของเสีย การผลิตเกินความต้องการ เป็นต้น

เพื่อให้เห็นภาพองค์ประกอบของกิจกรรมต่างๆ ที่ดำเนินไปในการผลิตได้ดียิ่งขึ้นให้พิจารณาดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 องค์ประกอบของกิจกรรมต่างๆ ที่กระทำในการผลิต พิจารณาที่การเปลี่ยนรูปของสินค้าเป็นหลัก

เมื่อทราบถึงองค์ประกอบชนิดของงานที่ทำไปในการผลิตแล้ว สิ่งที่จะต้องทำก็คือ

1. หางานที่ไม่มีคุณค่าและไม่จำเป็นต้องทำ ให้พบว่ามีงานอะไรบ้างและทำอยู่ที่ใดบ้างของโรงงาน
2. เมื่อพบงานที่ไม่มีคุณค่าและไม่จำเป็นต้องทำ ให้พิจารณาว่างานนั้นๆ จำเป็นต้องทำจริงๆ หรือไม่ เป็นงานที่ไม่มีคุณค่าและไม่จำเป็นต้องทำ ชนิดที่ 1 หรือชนิดที่ 2
3. หากเป็นงานที่ไม่มีคุณค่าและไม่จำเป็นต้องทำ ชนิดที่ 2 ให้ยกเลิกงานนั้นเสีย ไม่จำเป็นต้องทำอีกต่อไป
4. หากเป็นงานที่ไม่มีคุณค่าและไม่จำเป็นต้องทำ ชนิดที่ 1 ให้พิจารณาดูว่าควรทำอย่างไรให้ประหยัดที่สุด ทำอย่างไรให้น้อยลง โดยที่ผลงานยังคงดีเท่าเดิม

ความสูญเปล่าหรือมุดะ แบ่งออกเป็น 7 ชนิด (7 Wastes) ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การมีของเสีย (Defect) การผลิตของเสียส่งผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุน และเมื่อไม่สามารถควบคุมอัตราของเสียได้ย่อมมีผลกระทบต่อการวางแผนการผลิตและการจัดส่งได้ นอกจากนั้นการมีของเสียหลุดไปถึงลูกค้ายังมีผลต่อความเชื่อมั่นในตัวผลิตภัณฑ์อีกด้วย

2. การผลิตที่มากเกินไปโดยไม่จำเป็น (Over Production) การผลิตมากกว่าที่ลูกค้าต้องการและการผลิตสินค้าก่อนความต้องการ ถือเป็นความสูญเปล่าเนื่องจากเป็นการใช้ต้นทุนก่อนเวลาที่จำเป็น การทำงานล่วงเวลาเพื่อสร้าง WIP (Work In Process) โดยไม่จำเป็น เป็นสิ่งที่ควรพิจารณาควรใช้หลักการผลิตแบบทันเวลาพอดี (JIT)

3. การมีสินค้าคงคลังมากเกินความจำเป็น (Unnecessary Inventory) การมีวัตถุดิบ งานระหว่างกระบวนการผลิตและสินค้าสำเร็จรูปมากเกินความจำเป็น ทำให้การไหลของผลิตภัณฑ์ (Flow) ไม่ดีเท่าที่ควร

4. การมีกระบวนการที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Processing) การมีกระบวนการผลิตมากเกินความจำเป็นทำให้เกิดความล่าช้าในการผลิต ซึ่งทำให้กระทบต่อการจัดส่งได้ ทั้งยังทำให้เกิดความเมื่อยล้าต่อพนักงานและเป็นต้นทุนอีกด้วย

5. การเคลื่อนไหวร่างการที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Motion) การเคลื่อนไหวร่างกายมากเกินความจำเป็นทำให้สูญเสียเวลาในการผลิตและเกิดความเมื่อยล้า

6. การขนส่งที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Transportation) การขนส่ง ขนย้าย ที่มากเกินไปหรือมีระยะทางที่ยาวไกล ส่งผลกระทบต่อต้นทุนและเวลาในการผลิต

7. การรอคอย (Waiting) การรอคอยต่างๆ ไม่ให้ประโยชน์ต่อการผลิต เป็นการเสียเวลาโดยไม่ได้ผลิต ตัวอย่างการรอคอยได้แก่ รอวัตถุดิบ รอภาชนะใส่งาน รอคนงาน รอเครื่องจักรซ่อมเสร็จ รออะไหล่ รอคำสั่ง รอขนย้าย รอการตรวจสอบ รอการตัดสินใจ เป็นต้น

2.2 การแก้ปัญหาด้วยเครื่องมือทางคุณภาพคิวซีสตอรี่

คิวซีสตอรี่ (QC Story) คือขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยคำว่า คิวซีสตอรี่ นี้อาจแปลเป็นไทยว่า ขั้นตอนการแก้ปัญหา หรือกระบวนการแก้ปัญหาแต่ทั้งนี้คำว่า "สตอรี่" เป็นคำศัพท์ที่มีความหมายเฉพาะตัวในตัวของมันเอง คือมีความเป็นเรื่องราวมีลำดับก่อนหลัง มีความต่อเนื่องไม่รู้จบ เพราะแม้เหตุการณ์จะจบลงก็ต้องคิดต่ออีกว่าความข้างหน้าจะเป็นเช่นไร ซึ่งจะพบว่าไม่มีคำศัพท์ใดๆในภาษาไทยที่จะให้ความหมายได้ ดังนั้นบุคคลทั่วไปจึงมักเรียกทับศัพท์ว่า คิวซีสตอรี่ ซึ่งจะให้ความหมายที่ดีกว่าการแปลเป็นภาษาไทย ซึ่งคิวซีสตอรี่ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2541)

2.2.1 การกำหนดหัวข้อปัญหา

เนื่องจากคิวซีสตอรี่เน้นการแก้ไขปัญหาควบคู่ไปกับพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ ดังนั้นขั้นตอนการกำหนดหัวข้อปัญหาจึงถือเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากที่สุด เพราะถ้าหากกลุ่มคิวซีเซอร์เคิลมีการระบุปัญหาไม่ถูกต้องความผิดพลาดที่เกิดขึ้นก็จะมีผลทำให้ขั้นตอนอื่นๆ ผิดพลาดตามไปด้วย

ไฮโซตานิ (Hositani) ได้จำแนกประเภทของปัญหาตามแหล่งที่มา โดยทั่วไปแล้วจะจำแนกปัญหาได้ 3 ประเภท คือ

ก. ปัญหาประจำวัน ซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดได้เสมอในชีวิตประจำวันและการทำงาน โดยปกติแล้วปัญหากลุ่มนี้การแก้ไขด้วยการให้พนักงานมีจิตสำนึกต่อปัญหาและคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ปัญหาที่ได้รับมอบหมายให้แก้ ซึ่งเป็นปัญหาที่ผู้บังคับบัญชาได้มอบหมายให้รับไปแก้ไข

ค. ปัญหาที่คิดขึ้นมาเพื่อแก้ไข ซึ่งเป็นปัญหาที่หากมองอย่างผิวเผินแล้วจะไม่พบปัญหาที่เป็นรูปธรรมชัดเจน

การกำหนดหัวข้อปัญหามีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดภารกิจของกลุ่ม จะต้องเริ่มต้นจากการนิยามถึงแนวความคิดของกลุ่มก่อนว่ากลุ่มแนวคิดอะไร โดยอาศัยแนวความคิดดังกล่าว กลุ่มจะต้องนิยามถึง "ผลิตภัณฑ์" ของกลุ่มโดยผลิตภัณฑ์อาจจะจำแนกเป็นฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และการบริการ

2. การกำหนดลูกค้าภายในกลุ่ม จะต้องพิจารณาว่าใครคือลูกค้าภายในของกลุ่ม ซึ่งโดยปกติจะมีอยู่ 2 กลุ่มด้วยกันคือ ลูกค้าภายในแนวนอนที่หมายถึงกระบวนการถัดไปและลูกค้าภายในแนวดิ่งคือผู้บังคับบัญชา

3. การกำหนดความคาดหวังของลูกค้า โดยทั่วไปแล้วลูกค้าภายในแนวดิ่ง (ซึ่งเป็นผู้แทนลูกค้าภายนอก) จะคาดหวังกับผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ประการคือ คุณลักษณะด้านคุณภาพ (Q) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (C) และการดำเนินงานตามแผนการ (S) ในขณะที่ลูกค้าภายในในแนวนอนมักจะคาดหวังกับผลิตภัณฑ์ในด้านของคุณลักษณะด้านผลิตภัณฑ์ (Q) และการดำเนินงานตามแผนการ (S) เป็นสำคัญ

4. การประเมินผลงานที่เกิดขึ้นจริง การประเมินผลงานที่เกิดขึ้นจริงตามลักษณะคุณภาพที่ลูกค้าภายในคาดหมาย เพื่อนำผลงานดังกล่าวไปเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่กำหนดจากความคาดหมายของลูกค้า โดยการนิยามปัญหานี้ให้นิยามในรูปของลักษณะปัญหาที่เกิดขึ้นมีการแบ่งตัวแบบปัญหาออกเป็นลักษณะต่างๆกัน เช่น ปัญหาเรื้อรัง ปัญหาด้านความสามารถ ปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราว ปัญหาวัฏจักร ซึ่งกลุ่มคิวซีเซอร์เคิลสามารถใช้สารสนเทศที่ได้จากตัวแบบต่างๆนี้ในการกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาต่อไป

5. การจำแนกประเภทปัญหา ไฮโซตานิ (Hositani) ได้ทำการจำแนกปัญหาตามความชัดแจ้งของปัญหาและความยากง่ายในการแก้ไข โดยอาศัยหน้าต่างปัญหาของไฮโซตานิ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 หน้าต่างปัญหาของไฮโซตานิ

มาตรการการแก้ไขปัญหา		การทราบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา	
		ทราบ	ไม่ทราบ
ไม่ทราบ		**ปัญหา B** ปัญหาไฮเทค	**ปัญหา A** ปัญหาที่มีมูลค่าเพิ่มต่อกลุ่มคิวซีเซอร์เคิล
ทราบ		**ปัญหา C** ปัญหาพื้น ๆ	**ปัญหา D** ปัญหาที่ต้องการการดูแลอย่างใกล้ชิด

ที่มา: กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. ปัญหาประเภท A เป็นปัญหาที่ไม่ทราบทั้งสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาและมาตรการแก้ไข จึงถือว่าปัญหาประเภทนี้จะมีความท้าทายและมีคุณค่ามากที่สุดต่อกลุ่มคิวซีเซอร์เคิลในการใช้คิวซีสตอรี่เพื่อการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา

ข. ปัญหาประเภท B เป็นปัญหาไฮเทค เนื่องจากทราบถึงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาแต่ไม่ทราบมาตรการแก้ไขปัญหา ปัญหาแบบนี้ไม่เหมาะกับคิวซีเซอร์เคิล ทั้งนี้เพราะทราบถึงสาเหตุรากเหง้าแล้วเพียงแต่มีทราบมาตรการตอบโต้เท่านั้น การใช้คิวซีสตอรี่ของคิวซีเซอร์เคิลจึงไม่มีประโยชน์แต่อย่างไร

ค. ปัญหาประเภท C เป็นปัญหาพื้นๆซึ่งทราบทั้งสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาและทราบมาตาการแก้ไขปัญหาด้วยปัญหาประเภทนี้ทราบทั้งสาเหตุรากเหง้าและทราบมาตรการแก้ไขแล้ว ปัญหาแบบนี้จึงไม่ควรนำมาทำคิวซีเซอร์เคิล แต่ควรนำไปวิเคราะห์ในงานประจำวันและหัวหน้าควรเป็นผู้นำในการแก้ปัญหานี้ที่หน้างาน

ง. ปัญหาประเภท D เป็นปัญหาที่ต้องการการดูแลให้ใกล้ชิดยิ่งขึ้น โดยปัญหาประเภทนี้จะเป็นปัญหาที่สามารถกำหนดมาตรการแก้ไขที่เหมาะสมได้ โดยมาตรการดังกล่าว จะทำให้ไม่มีปัญหาใดๆกระทบต่อกระบวนการผลิตอีก แต่อย่างไรก็ตามด้วยสภาพปัญหาในปัจจุบันกลุ่มคิวซีเซอร์เคิลก็ยังไม่ทราบถึงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาที่พิจารณาอยู่ ถ้าหากมีเวลาอย่างเพียงพอ (คือแก้ไขปัญหาประเภทอื่น ๆ โดยเฉพาะประเภท A หมดไปแล้ว) กลุ่มคิวซีเซอร์เคิลก็ควรจะใช้คิวซีสตอรี่ในการวิเคราะห์เพื่อกำหนดมาตรการที่เหมาะสมแก้ปัญหานี้ต่อไป

6. การเลือกปัญหาเพื่อกำหนดหัวข้อปัญหา ในกรณีที่หน้าต่างของไฮโซดานิมีปัญหาประเภท A มากกว่า 1 ปัญหา ก็มีความจำเป็นที่กลุ่มจะต้องเลือกปัญหาออกมาแก้ไขโดยผ่านคิวซีเซอร์เคิลเพียงปัญหาเดียว โดยคำนึงถึงองค์ประกอบ 3 ประการ คือ ความถี่ในการเกิดปัญหา (หรือโอกาสในการเกิดปัญหา) ความรุนแรงของปัญหาและความสามารถในตรวจจับปัญหา

ก. การประเมินความถี่ จะพิจารณาใน 2 ประเด็นคือ ถ้าหากเป็นการปฏิบัติการแก้ไข (Corrective Action) จะพิจารณาได้จากความถี่ของปัญหาที่เกิดขึ้นภายใต้ระบบการควบคุม แต่ถ้าหากเป็นการปฏิบัติการป้องกัน จะพิจารณาถึงข้อบกพร่องที่คาดหมายสำหรับสาเหตุหนึ่งๆ ภายใต้ระบบที่ได้รับการควบคุม ในระยะแรกกลุ่มคิวซีเซอร์เคิลมักจะดำเนินการด้านการปฏิบัติการแก้ไขมากกว่าการปฏิบัติการป้องกัน โดยมีการกำหนดกฎเกณฑ์การให้คะแนนไว้ล่วงหน้า มักใช้สเกลระดับ 1-4 ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างกฎเกณฑ์ประเมินความถี่ของปัญหา

ความถี่ของการเกิดปัญหา	ความถี่สะสม	คะแนน
1. มีโอกาสเกิดเสมอ	0-60%	4
2. มีโอกาสเกิดสูง	60-85%	3
3. มีโอกาสเกิดต่ำ	85-95%	2
4. เกือบไม่มีโอกาสเกิด	95-100%	1

ที่มา: กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2541

ข. การประเมินความรุนแรง (Severity) จะต้องทำการประเมินโดยยึดลูกค้าภายในเป็นหลัก แต่การพิจารณาจะใช้แนวความคิดในมุมมองผู้ผลิตคือ "ทำงานอย่างไรจึงจะเพิ่มผลิตภาพมากที่สุดโดยที่ยังคงให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินความรุนแรง จะต้องพิจารณาจากคุณภาพของชีวิตในการทำงานของสมาชิกกลุ่มเสมอ ตัวอย่างการประเมินความรุนแรงของปัญหาดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างกฎเกณฑ์ประเมินความรุนแรงของปัญหา

ผลจากปัญหา	ความรุนแรง	คะแนน
1. เกิดอันตรายไม่มีการเตือน	อาจทำให้เกิดอันตรายต่อพนักงานหรือเครื่องจักร โดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า	4
2. เกิดอันตรายโดยมีการเตือน	เกิดอันตรายต่อพนักงานหรือเครื่องจักรโดยมีการเตือนล่วงหน้า และพนักงานเกิดความไม่มั่นคง (มีความกลัว)	3
3. เกิดอันตรายน้อยมาก	เกิดอันตรายน้อย แต่มีผลต่อสายการผลิตบ้าง ทำให้พนักงานขาดขวัญและกำลังใจ	3
4. เกิดอันตรายเล็กน้อยมาก	ไม่มีอันตรายและผลกระทบด้านคุณภาพใด ๆ แต่มีผลต่อการเพิ่มผลิตภาพด้านแรงงานของพนักงาน	1

ที่มา: กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2541

ค. การประเมินผลถึงความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา หมายถึง โอกาสความเป็นไปได้ในการใช้กลไกของระบบการควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน (Current Control) ในการตรวจพบสาเหตุและกลไกการเกิดข้อบกพร่องโดยการประเมินนั้น โดยสมมุติว่าเมื่อมีข้อบกพร่องหรือปัญหาเกิดขึ้น ให้ประเมินถึงความสามารถของระบบการควบคุมในปัจจุบัน ที่จะแก้ไขหรือป้องกันการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่มีปัญหาได้

2.2.2 การสำรวจสภาพปัจจุบันและการตั้งเป้าหมาย

เนื่องจากปัญหาที่กลุ่มคิวซีเซอร์เคิลเลือกขึ้นมานี้เป็นปัญหาประเภท A (คือไม่ทราบสาเหตุที่แท้จริงและไม่ทราบมาตรการแก้ไข) จึงมีความจำเป็นต้องทำการสำรวจสภาพปัจจุบัน เพื่อทำความเข้าใจกับสถานการณ์ของปัญหาก่อนและด้วยจุดมุ่งหมายที่จะให้กลุ่มคิวซีเซอร์เคิลเรียนรู้ถึงหลักการบริหารโครงการผ่านวงจร P-D-C-A จึงมีความจำเป็นต้องให้กลุ่มคิวซีเซอร์เคิลกำหนดเป้าหมายที่ต้องการแก้ไขปัญหา โดยอาศัยสถานการณ์ของปัญหาที่สังเกตได้

P D C A หรือเรียกอีกอย่างว่าวงล้อเดมมิ่ง (Deming Wheel) เป็นเครื่องมือที่ถูกคิดค้นขึ้นมาแก้ปัญหา เรื่องคุณภาพ โดยมีรายละเอียดดังนี้

P (Plan) คือขั้นตอนการศึกษาและวางแผนการแก้ปัญหา โดยที่จะกำหนดปัญหาจากความคาดหวังของลูกค้าเพื่อที่จะมากำหนดเป้าหมายและทำการวัดผลการปรับปรุงเทียบกับเป้าหมายที่กำหนดไว้

D (Do) คือการดำเนินการแก้ไขจากข้อมูลและการวิเคราะห์ในขั้นแรก (Plan) และทำการวัดผลการปรับปรุงนั้น และบันทึกผลที่ได้รับไว้

C (Check) คือการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลที่ได้รับว่าเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่ถ้าไม่เป็นไปตามเป้าหมายให้ดำเนินการแก้ไขใหม่ ถ้าเป็นไปตามเป้าหมายให้กำหนดมาตรฐานไว้เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาซ้ำขึ้นมาใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A (Act) เมื่อผลการดำเนินการแก้ไขเป็นที่พอใจแล้วให้กำหนดมาตรฐานประกาศใช้อย่างเป็นทางการ สินค้าที่ผลิตได้ควรจะมีคุณภาพดีขึ้นและกลุ่มคุณภาพก็จะกลับไปดำเนินกิจกรรมในขั้นตอนใหม่ (Plan) เพื่อค้นหาหัวข้อยื่นๆ มาดำเนินกิจกรรมต่อไป เป็นการเริ่มวงล้อใหม่ของวงล้อเดมมิ่ง

ในการสำรวจสภาพปัจจุบัน ให้เริ่มต้นจากการดูถึงความผันแปรของผลที่เกิดขึ้นจริง โดยจะพิจารณาถึงความแตกต่าง ตลอดจนถึงจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงต่างๆ จากนั้นจะทำความเข้าใจถึงสาเหตุต่างๆของปัญหาดังกล่าวด้วยการคำนึงถึงปัญหา (What) ตำแหน่งของการเกิดปัญหา (Where) และเวลาที่เกิดปัญหา (When) ตลอดจนถึงความรุนแรงของปัญหาที่เกิดขึ้น

เมื่อกลุ่มคิวซีเซอร์เคิลได้รับทราบถึงประเด็นความแตกต่างที่แยกออกในแต่ละประเด็นแล้ว จะต้องกำหนดเป้าหมายสำหรับการแก้ปัญหา โดยที่นิยามไว้ว่า เป้าหมาย (Goal) คือ ตัวเลขที่แสดงระดับของการแก้ไขและปรับปรุงเนื้องซึ่งต้องวัดและประเมินเทียบกับอดีตได้ โดยการตั้งเป้าหมายที่จะต้องอาศัยข้อมูลจากการสังเกตการณ์ข้างต้นผนวกกับเงื่อนไขด้านสภาพแวดล้อม เวลาบุคลากรและความเร่งด่วนของปัญหา ลักษณะของเป้าหมายสำหรับการแก้ปัญหาต้องประกอบด้วย 3 ประเด็น คือ

ในการกำหนดตัวเลขแสดงปริมาณปัญหาที่จะแก้ไขนั้น สามารถกำหนดได้หลายวิธีภายใต้แนวความคิด 2 ประการคืออาศัยหลักการทางสถิติและการอาศัยหลักการทางตรรกะที่มิได้ อ้างอิงหลักการทางสถิติ

2.2.3 การวางแผนแก้ไข

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการวางแผนการดำเนินการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา ด้วยการสนใจว่า "ใคร" และ "ทำอะไร" โดยที่กลุ่มคิวซีเซอร์เคิลจะต้องร่วมกันวางแผนโดยอาศัยข้อมูลจากสถานการณ์ที่สังเกตได้และพิจารณาถึงความสามารถและความเหมาะสมของสมาชิกแต่ละบุคคล

ในการวางแผนนี้จะอาศัยแผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart) ซึ่งการดำเนินการสร้างทำได้ง่ายๆด้วยการกำหนดว่ามีประเด็นอะไรต้องทำ ทำก่อนอะไร หลังอะไร และใช้เวลาเท่าใด ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างแผนการดำเนินการแก้ปัญหาของคิวซีเซอร์เคิล

ทำไม (Why)	อะไร (What)	ใคร (Who)	ทำเมื่อไร (By When)					ทำอย่างไร (How)	หมายเหตุ
จุดประสงค์	ขั้นงาน	ผู้นำ	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เครื่องมือ	

ที่มา: กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 การวิเคราะห์สาเหตุ

ขั้นตอนนี้ถือว่ามีความยุ่งยากมากและท้าทายต่อความสำเร็จของกลุ่มคิวซีเซอร์เคิลมาก โดย คำว่า " สาเหตุ" นี้ จะหมายความถึงการแปรเปลี่ยนระดับปัจจัยป้อนเข้าสำหรับกระบวนการผลิตแล้วทำให้ค่าที่ควรจะเป็นของคุณลักษณะของผลลัพธ์จากกระบวนการเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้น สาเหตุนี้จะต้องมีการพิจารณาจากปัจจัยป้อนเข้าเสมอ (เช่น พนักงาน เครื่องจักร วิธีการ วัตถุดิบ การวัด ฯลฯ)

ในการวิเคราะห์สาเหตุที่แท้จริงของปัญหา จะเริ่มจากการที่กลุ่มคิวซีเซอร์เคิลจะต้องกำหนดสมมติฐานของสาเหตุก่อนด้วยการระดมสมองผ่านการสังเกตการณ์จากหลักการ "3 จริง" คือ สถานที่เกิดเหตุจริง สภาพแวดล้อมจริง และของจริง ที่สมาชิกกลุ่มคิวซีเซอร์เคิลสามารถใช้เวลาในงานประจำสังเกตการณ์ได้ จากนั้นมักจะนำสาเหตุตามสมมติฐานมาแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผล ผ่านเครื่องมือแผนผังแสดงสาเหตุและผล (CE-Diagram) หรือแผนภูมิก้างปลา (Fishbone Diagram) จากนั้นจะทำการพิจารณาเลือกสาเหตุในรูป "ก้างปลา" โดยมีจำนวนสาเหตุที่เชื่อว่าน่าจะสามารถแก้ปัญหาตามเป้าหมายที่กำหนดไว้มาทำการพิสูจน์ด้วยเครื่องมือที่เหมาะสมต่างๆ อาทิ ฮีสโตแกรม กราฟ แผนผังการกระจาย ฯลฯ ถ้าผลการพิสูจน์พบว่าสาเหตุ (ก้างปลา) ที่เลือกเป็นไปตามสมมุติฐาน (กล่าวอย่างง่าย ๆ คือ ถ้าหากมีการขยับก้างปลาแล้วทำให้หัวปลาส่ายหรือไม่) ก็ให้ดำเนินการกำหนดมาตรการแก้ไขต่อไป แต่ถ้าหากผลการพิสูจน์พบว่าสาเหตุ (ก้างปลา) ที่เลือกมิได้เป็นไปตามสมมติฐาน ก็จำเป็นต้องระดมสมองเพื่อเลือกก้างปลาใหม่สำหรับนำมาทำการพิสูจน์

2.2.5 การกำหนดมาตรการแก้ไขและการลงมือแก้ไข

ในขั้นตอนนี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่กลุ่มคิวซีเซอร์เคิลจะต้องมีเทคโนโลยีเฉพาะด้าน (Intrinsic Technology) สำหรับกระบวนการนั้นๆก่อนและอาจจะกำหนดมาตรการแก้ไขโดยผ่านวิธีคิดที่สร้างสรรค์ โดยผ่านชุดเครื่องมือสำหรับการวางแผน 7 ประการ (7 Management Tools) โดยตัวที่มีคุณค่าอย่างมากสำหรับการกำหนดวิธีคิดที่สร้างสรรค์คือแผนภาพแสดงความใกล้ชิด (Affinity Diagram) และแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกัน (Interrelation Diagram) และถ้าหากมีการใช้เครื่องมือสำหรับการวางแผนนี้ ในการกำหนดมาตรการแก้ไขแล้ว จะต้องใช้ชุดเครื่องมือที่เหลืออีก 5 ตัว ซึ่งประกอบด้วย แผนภาพกิ่งไม้ (Tree Diagram) แผนภาพเมทริกซ์ (Matrix Diagram) แผนภาพเมทริกซ์สำหรับข้อมูล (Matrix Data Diagram) สำหรับการวางแผนในระยะกลางและPDPC กับแผนภาพลูกศร (Arrow Diagram) สำหรับการวางแผนในขั้นรายละเอียด

ในบางกรณีสามารถหาวิธีการแก้ไขด้วยการวิเคราะห์จุดบกพร่องของวิธีการทำงานเดิม ด้วยหลักการของวิศวกรรมอุตสาหการ (IE Techniques) คือการใช้การวิเคราะห์ด้วย 5W 1H และปรับปรุงด้วยหลักการ ECRS เมื่อกลุ่มคิวซีเซอร์เคิล จะทางเลือกเพื่อหามาตรการแก้ไขที่มีความเหมาะสมที่สุดต่อสาเหตุปัญหาที่พิจารณา โดยการประเมินผลเพื่อเลือกมาตรการแก้ไขนี้ จะต้องพิจารณาใน 3 ประเด็นหลักๆ คือ

1. ผล (Effect) ของมาตรการแก้ไข
2. ความเป็นไปได้ (Feasibility) ของมาตรการแก้ไข
3. ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Economy) ของมาตรการแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

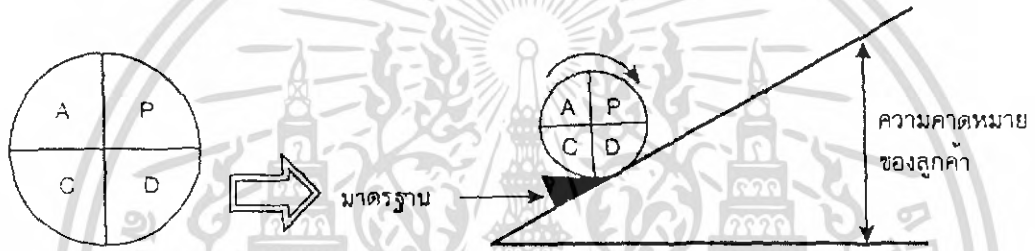
2.2.6 การติดตามผล

เมื่อมาตรการตอบโต้ที่เลือกได้รับการนำไปปฏิบัติแล้ว กลุ่มจะต้องทำการเก็บข้อมูลอีกครั้งเพื่อวิเคราะห์ความมีเสถียรภาพของข้อมูล สำหรับแสดงว่าพนักงานที่เกี่ยวข้องมีความเคยชินกับวิธีการใหม่แล้วหรือยัง

เมื่อกระบวนการมีเสถียรภาพแล้ว ให้ทำการเปรียบเทียบผลหลังการแก้ไขว่าดีกว่าผลก่อนการแก้ไขตรงตามเป้าหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าหากกรณีการแก้ไขไม่ได้ผลตามเป้าหมายแล้ว มีผลจำเป็นต้องย้อนกลับไปวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา หรือกำหนดมาตรการแก้ไขใหม่เสมอ

2.2.7 การทำให้เป็นมาตรฐาน

เมื่อกลุ่มคิวซีเซอร์เคิลได้ทำการแก้ไขสาเหตุของปัญหาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปซึ่งการพยายามรักษามาตรฐานดังกล่าวเพื่อมิให้ปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นซ้ำอีก ทำให้เปรียบได้อย่างง่ายๆว่ามาตรฐานเหมือนลิ่มที่มีเพื่อป้องกันมิให้ระบบการทำงาน(P-D-C-A) ตกลง เมื่อความคาดหมายของลูกค้าสูงขึ้นดังแสดงในรูป



รูปที่ 2.3 แสดงหลักที่ว่า "มาตรฐานคือความพยายามมิให้ปัญหาเกิดขึ้นซ้ำ"

2.2.8 เครื่องมือ 7 แบบของการควบคุมคุณภาพ

เครื่องมือ 7 แบบของการควบคุมคุณภาพ (7 QC Tools) ที่ใช้ในการแก้ปัญหาด้านคุณภาพ ในกระบวนการต่างๆ โดยเครื่องมือดังกล่าวนี้จะมีส่วนช่วยในการค้นหาปัญหา สำรวจสภาพปัจจุบันของปัญหา ค้นหาสาเหตุที่แท้จริง เพื่อที่จะหาวิธีการแก้ไขต่อไปและกำหนดเป็นมาตรฐาน โดยเครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด ประกอบด้วย

1. แผ่นตรวจสอบ
2. กราฟ
3. ฮิสโทแกรม
4. แผนภูมิพาเรโต
5. แผนผังสาเหตุและผล
6. แผนภูมิการกระจาย
7. แผนภูมิควบคุม

2.2.8.1 <u>แผ่นตรวจสอบ</u>

แผ่นตรวจสอบ หมายถึง แบบฟอร์มที่มีการออกแบบเพื่อเก็บ วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นและติดตามตรวจสอบ โดยหลักการใช้งานจะเน้นที่ความสะดวกในการบันทึก แผ่นตรวจสอบสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) แผ่นตรวจสอบสำหรับงานประจำ

เพื่อดูการกระจาย (Process Distribution Check Sheet) เป็นแผ่นตรวจสอบที่ใช้สำหรับการปฏิบัติงานปกติประจำวัน เพื่อดูการกระจายของชิ้นงานที่ผลิตได้ในกระบวนการหรืออาจถือว่าแผ่นตรวจสอบชนิดนี้เป็นแผนภูมิควบคุมอย่างง่ายที่ไม่มีสถิติเข้ามาเกี่ยวข้อง แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 2.4 ซึ่งเครื่องหมาย X ในรูปแสดงถึงจำนวนชิ้นที่ตรวจพบในแต่ละครั้ง

ขนาดกำหนดของขนาด	ความเผื่อ	จำนวนชิ้นที่ตรวจพบ															ความถี่
						5					10					15	
	-10																
	-9																
ขนาดเล็กสุด	-8																
	-7																
	-6																
	-5	x															1
	-4	x	x														2
	-3	x	x	x	x												4
	-2	x	x	x	x	x	x										6
	-1	x	x	x	x	x	x	x	x	x							9
8.300	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					11
	1	x	x	x	x	x	x	x	x								8
	2	x	x	x	x	x	x	x									7
	3	x	x	x													3
	4	x	x														2
	5	x															1
	6	x															1
	7																
ขนาดโตสุด	8																

รูปที่ 2.4 ตัวอย่างแผ่นตรวจสอบสำหรับงานประจำเพื่อดูการกระจาย

เพื่อการบำรุงรักษา (Maintenance Check Sheet) เป็นแผ่นตรวจสอบที่ใช้ในการป้องกันการหลงลืมที่ปฏิบัติการบำรุงรักษาที่กำหนดไว้ โดยในแผ่นตรวจสอบจะบอกรายละเอียดในการบำรุงรักษาแต่ละรายการ แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 2.5 ซึ่งจากรูปแสดงการเช็คจำนวนความผิดปกติของเครื่องจักร 3 ชนิด ในแต่ละวัน โดยเช็ควันละ 2 ช่วงคือเช้ากับบ่าย

เครื่องจักร	ชื่อพนักงาน	จันทร์		อังคาร		พุธ		พฤหัส		ศุกร์		เสาร์	
		เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย
เครื่องจักรที่ 1	นาย ก	○○ × ●	○ ×	○○○	○ ××	○○○ ×××	○○○ ○ ×××	○○○ ○ × ●●	○ ××	○○○ ○	○○	○	 ××
	นาย ข	○ ×× ●	○○○ ×××	○○○ ○○○ ××	○○○ ××	○○○ ○○○ ××	○○○ ○○○ ×	○○○ ○○ ××	○○○ ×	○○ ××	○○○ ○○	○○ ×	○○○ ○ ××

○ รอยขีดข่วนผิวงาน × ฟองอากาศ ● งานผิดรูปร่าง

รูปที่ 2.5 ตัวอย่างแผ่นตรวจสอบสำหรับงานประจำเพื่อการบำรุงรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) แผ่นตรวจสอบสำหรับการตรวจคุณภาพ

เพื่อดูลักษณะของเสีย (Defective Item Check Sheet) เป็นแผ่นตรวจสอบเพื่อดูจำนวนของเสียในแต่ละลักษณะของอาการเสียต่างๆเพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือที่ซับซ้อนและมีประสิทธิภาพมากกว่า

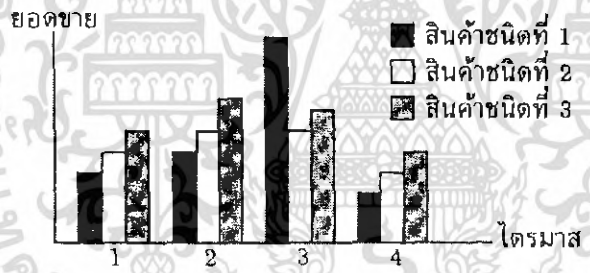
เพื่อดูปัจจัยที่ทำให้เกิดของเสีย (Defective Factor Check Sheet) เป็นแผ่นตรวจสอบที่ใช้เพื่อหาปัจจัยที่ทำให้เกิดลักษณะของเสียต่างๆ โดยปัจจัยที่จะพิจารณา เช่น เวลาในการทำงาน พนักงาน เครื่องจักร วัตถุดิบ เป็นต้น

เพื่อดูตำแหน่งของเสีย (Defective Position Check Sheet) เป็นแผ่นตรวจสอบที่ใช้หาปริมาณและชนิดของอาการเสียแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นในแต่ละบริเวณของชิ้นงาน เพื่อตรวจสอบว่ามีความถี่ของการเกิดของเสียบริเวณใดบ่อยที่สุด โดยแผ่นตรวจสอบชนิดนี้จะแสดงทั้งตำแหน่งและอาการเสียไว้ด้วยกัน

2.2.8.2 กราฟ

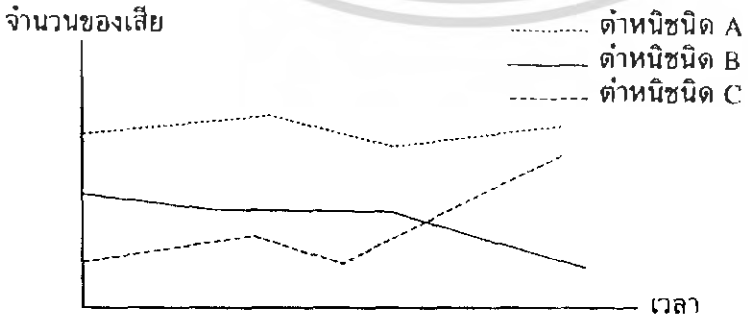
กราฟ หมายถึง ภาพหรือลายเส้นที่ใช้ในการนำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เราสนใจตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไป แบ่งเป็น 3 ประเภทดังนี้

1) กราฟแท่ง ใช้เปรียบเทียบขนาดของข้อมูลประเภทต่างๆจะนำเสนอให้เราสามารถเห็นความผิดปกติของข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบในแนวตั้งหรือแนวนอน แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 2.6 ซึ่งเป็นตัวอย่างแสดงถึงการเปรียบเทียบยอดขาย (แกนตั้ง) สินค้า 3 ชนิด ตามช่วงเวลาแต่ละไตรมาส (แกนนอน)



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างกราฟแท่ง

2) กราฟเส้น ใช้เพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา เพื่อให้เห็นความเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 2.7 แสดงจำนวนของเสียของชิ้นงานที่เป็นตำหนิ 3 ชนิด



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างกราฟเส้น

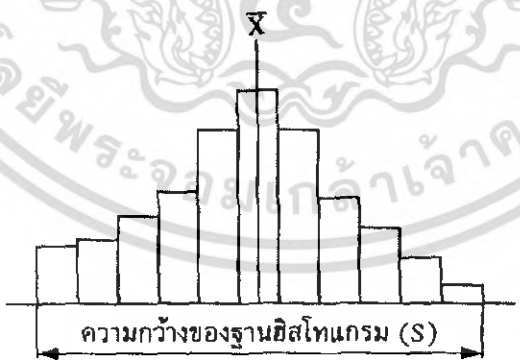
62672
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) กราฟวงกลม ใช้เพื่อจำแนกสิ่งของที่สนใจ แสดงเป็นสัดส่วนตามปริมาณมากน้อยบนพื้นที่วงกลมแสดง ตัวอย่างดังรูปที่ 2.8 ซึ่งกราฟวงกลมนี้แสดงการจำแนกระบบควบคุมเครื่องจักร

รูปที่ 2.8 ตัวอย่างกราฟวงกลม

2.2.8.3 ฮิสโทแกรม

ฮิสโทแกรม เป็นเครื่องมือใช้ดูความแปรปรวนของกระบวนการโดยไม่ต้องใช้กรรมวิธีสถิติที่ซับซ้อน ซึ่งโดยปกติแล้วการหาค่าความแปรปรวนของกระบวนการจะใช้กรรมวิธีทางสถิติ เช่น การทำค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความแปรปรวน เป็นต้น ซึ่งบางครั้งทำให้เกิดความยุ่งยากกับพนักงานระดับปฏิบัติการ แต่การดูความแปรปรวนของกระบวนการจากฮิสโทแกรม จะเป็นเพียงการสังเกตรูปร่างของของฮิสโทแกรมที่สร้างขึ้น จากข้อมูลที่ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างคือ ความแปรปรวนของกระบวนการมีแนวโน้มอย่างไร เมื่อเทียบกับข้อกำหนดทางเทคนิคของกระบวนการ แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 2.9 ซึ่งเป็นฮิสโทแกรมได้จากตัวอย่างสุ่ม ซึ่ง $\overline{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวอย่างสุ่ม



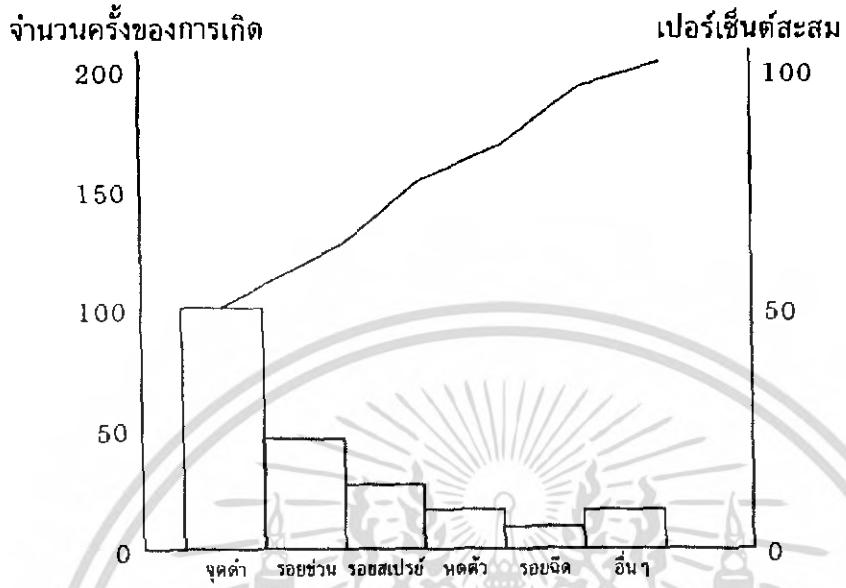
รูปที่ 2.9 ตัวอย่างฮิสโทแกรม

2.2.8.4 แผนภูมิพาเรโต

แผนภูมิพาเรโต เป็นกราฟแท่งที่ใช้แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของความบกพร่องกับปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้น โดยสาเหตุของความบกพร่องอาจเป็นไปได้ในรูปชนิดของความบกพร่อง ในขณะที่ปริมาณของเสียอาจเป็นจำนวนชิ้นงานเสีย มูลค่าความเสียหายจากของเสีย ความถี่ของการเกิดของเสีย แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

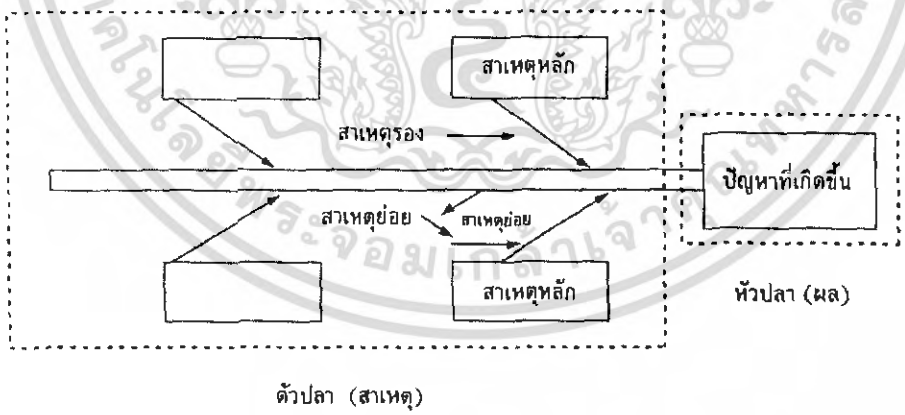
ซึ่งเป็นแผนภูมิพาเรโตของข้อมูลความบกพร่องที่เกิดขึ้น และจะเห็นว่าความบกพร่องที่เกิดเปอร์เซ็นต์สะสมช่วง 60 % คือ จุดดำ รอยข่วน และรอยสเปรย์



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต

2.2.8.5 แผนผังสาเหตุและผล

แผนผังสาเหตุและผล เป็นแผนผังที่ใช้แสดงให้เห็นสาเหตุที่แท้จริงในการทำให้เกิดปัญหา โดยพิจารณาทุกปัจจัยที่จะมีผลต่อคุณลักษณะทางคุณภาพ แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 ตัวอย่างแผนผังสาเหตุและผล

โครงสร้างของแผนผังสาเหตุและผลจากรูปที่ 2.11 มีโครงสร้างดังนี้

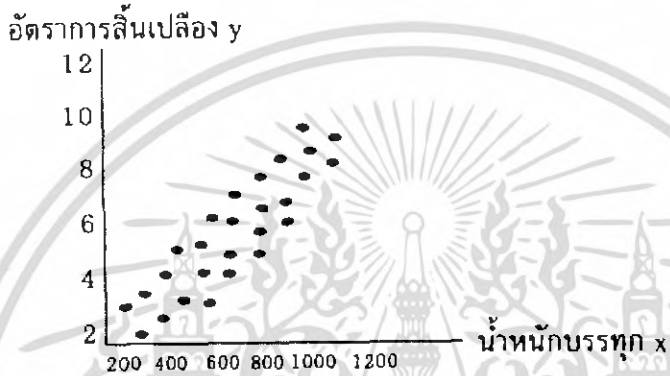
1) ส่วนที่เป็นตัวปลา จะเป็นส่วนที่รวบรวมปัจจัยทั้งหมดที่อาจจะส่งผลกระทบต่อประเด็นปัญหาในหัวปลา โดยการนำสาเหตุมาใส่ในตัวปลานี้และจะต้องแยกออกเป็นระดับเพื่อที่จะติดตามดูปัญหารองลงไป จนถึงต้นเหตุที่แท้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ส่วนที่เป็นหัวปลา คือส่วนที่ระบุปัญหา ซึ่งโดยทั่วไปในการแก้ปัญหาคุณภาพด้วยเครื่องมือคุณภาพจะเลือกปัญหามาจากแผนภูมิพาเรโต

2.2.8.6 <u>แผนภูมิการกระจาย</u>

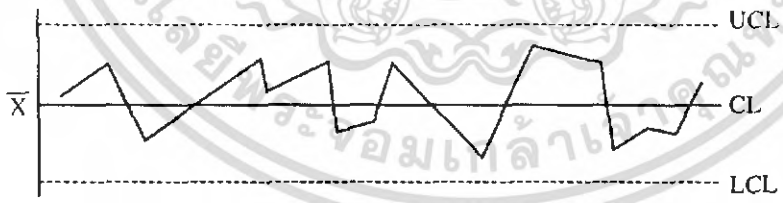
แผนภูมิการกระจาย เป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงค่าข้อมูลที่เกิดจากความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว ว่ามีแนวโน้มไปในทางใด เพื่อที่จะใช้หาความสัมพันธ์ที่แท้จริง แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 2.12 เป็นแผนภูมิการกระจายอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (แกน y) ต่อ น้ำหนักบรรทุก (แกน x) ซึ่งจะเห็นว่าความสัมพันของทั้ง 2 แกนมีแนวโน้มที่จะแปรผันตรงต่อกัน คือ ยิ่งมีน้ำหนักบรรทุกมากเท่าใด อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันก็เพิ่มตามด้วย



รูปที่ 2.12 ตัวอย่างแผนภูมิการกระจาย

2.2.8.7 <u>แผนภูมิควบคุม</u>

แผนภูมิควบคุม เป็นแผนภูมิที่มีการเขียนขอบเขตที่ยอมรับได้ของคุณลักษณะตามข้อกำหนดทางเทคนิค เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการควบคุมกระบวนการ โดยการติดตามและตรวจจับข้อมูลที่ออกนอกขอบเขตควบคุม แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 2.13 โดยเส้นกราฟที่ได้คือค่าวัดที่ได้ (แกน x) ตามจำนวนหรือระยะเวลาที่ทำการวัด (แกน y)



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างแผนภูมิควบคุม

จากรูปที่ 2.13

$\overline{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยที่ต้องการตามข้อกำหนดทางด้านเทคนิค

CL คือ ขอบเขตควบคุม

UCL คือ ขอบเขตควบคุมบน (Upper Control Limit)

LCL คือ ขอบเขตควบคุมล่าง (Lower Control Limit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การวิเคราะห์ระบบการวัด

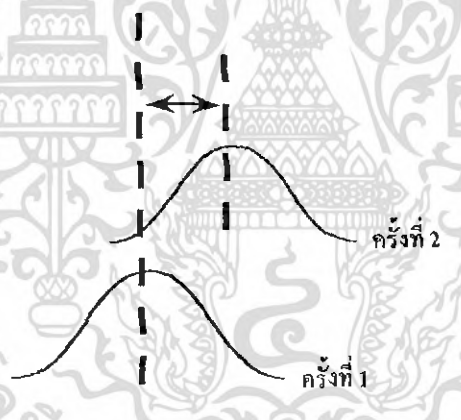
การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis, MSA) เป็นการวิเคราะห์ การรวบรวมการปฏิบัติการ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน เครื่องวัด อุปกรณ์อื่นๆ โปรแกรมและบุคลากร ในการกำหนดข้อมูลของคุณลักษณะพิเศษที่ทำการวัด ซึ่งเป็นกระบวนการที่สมบูรณ์แบบในการวัดค่า เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจถึงที่มาของความแปรปรวนซึ่งมีผลกระทบต่อผลลัพธ์ จากระบบการวัด โดยมีพารามิเตอร์ 2 ชุดที่แสดงคุณลักษณะของระบบการวัดคือ

2.3.1 การแปรผันทางเครื่องมือ

การแปรผันทางเครื่องมือ (Location) มีค่าที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ ความมีเสถียรภาพ (Stability) ความโน้มเอียง (Bias) และ ความเป็นเชิงเส้น (Linearity)

2.3.1.1 <u>ความมีเสถียรภาพ</u>

ความมีเสถียรภาพ คือ ความผันแปรทั้งหมดในการวัด ด้วยระบบการวัดที่ใช้เครื่องมือและพื้นฐานที่เป็นตัวเดิม เมื่อทำการวัดในช่วงระยะเวลาที่ต่างๆกัน ค่าที่ได้จะแสดงคุณลักษณะแบบเดียวกัน ดังความแปรผันที่แสดงดังรูปที่ 2.14 โดยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อเสถียรภาพ เช่น อุณหภูมิ การสึกหรอหรือการกัดกร่อน การเปลี่ยนแปลงของผู้วัด วิธีการวัดที่เปลี่ยนแปลง ทักษะของผู้วัดที่ต่างกัน เป็นต้น

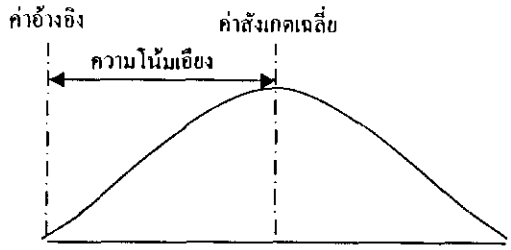


รูปที่ 2.14 ความแปรผันทางเสถียรภาพ

2.3.1.2 <u>ความโน้มเอียง</u>

ความโน้มเอียง คือ ความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตเฉลี่ยของการวัดกับค่าอ้างอิง ดังแสดงในรูปที่ 2.15 โดยค่าอ้างอิงสามารถหาได้โดยการหาค่าเฉลี่ยของการวัดหลายๆ ครั้ง ด้วยเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์วัดที่มีคุณภาพสูง ซึ่งโดยทั่วไปความโน้มเอียงมักจะถูกอ้างอิงว่าเป็นค่าความแม่นยำ (Accuracy)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 ลักษณะความโน้มเอียง

ขั้นตอนวิเคราะห์ความโน้มเอียง

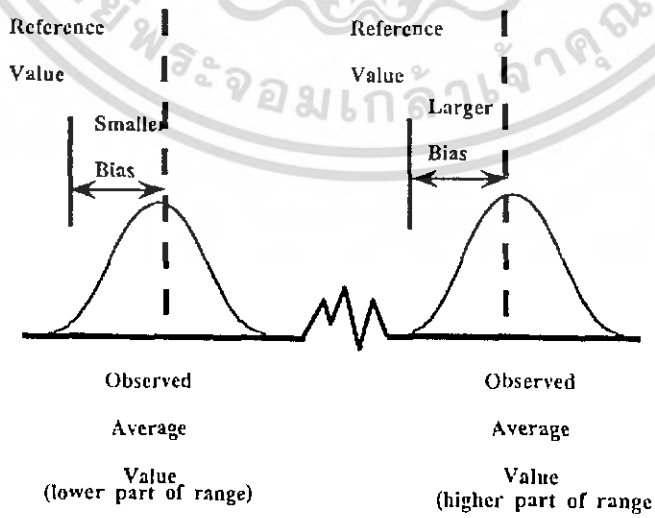
- วัดชิ้นงานตัวอย่าง 1 ชิ้น ด้วยความละเอียด โดยใช้เครื่องมือที่มีความละเอียดที่อยู่ในห้องเครื่องมือวัด โดยค่าที่ได้คือค่าอ้างอิง
- ให้ผู้ปฏิบัติงานวัดชิ้นงาน ตัวอย่างเดียวกันด้วยเครื่องมือวัดที่ต้องการวิเคราะห์ ไม่น้อยกว่า 10 ครั้ง
- คำนวณค่าเฉลี่ยจากการวัด
- ผลต่างจากค่าเฉลี่ยของการวัดกับค่าอ้างอิง คือ ค่าความโน้มเอียง

สาเหตุที่ก่อให้เกิดความโน้มเอียงสูง

- ความคลาดเคลื่อนในตัวต้นแบบ
- การใช้เครื่องมือวัดผิดแห่ง (Wrong Dimension)
- ใช้เครื่องมือวัดคุณลักษณะผิด (Wrong Characteristic)
- เครื่องมือวัดไม่ได้สอบเทียบอย่างเหมาะสม
- ผู้วัดใช้เครื่องมือไม่ถูกต้อง

2.3.1.3 ความเป็นเชิงเส้น

ความเป็นเชิงเส้น คือ ความแตกต่างของค่าความโน้มเอียงที่ได้จากการกำหนดช่วงการวัดต่างๆ ของเครื่องวัด ดังรูปที่ 2.16 โดยถ้าเครื่องวัดมีความเป็นเชิงเส้น ไม่ว่าจะเปลี่ยนช่วงการวัดใดก็ตามเครื่องวัดจะแสดงความสามารถในการวัดซ้ำๆเช่นเดิม



รูปที่ 2.16 ลักษณะความเป็นเชิงเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.16 กราฟความแปรผันทางการวัดที่ได้มี 2 ช่วง คือ กราฟทางซ้ายมือเป็น ช่วงค่าที่ต่ำ (Lower Part of Range) และกราฟทางขวามือจะเป็น ช่วงค่าที่สูง (Higher Part of Range) โดยความเป็นเชิงเส้นจะหมายถึงค่าความแตกต่างของค่าโน้มเอียง (Bias) ที่ได้นั่นเอง

วิธีการวิเคราะห์ความเป็นเชิงเส้น

- เลือกชิ้นส่วนซึ่งมีค่าการวัดกระจายตลอดช่วงการใช้งานของเครื่องมือวัด
- คำนวณค่าความโน้มเอียง
- หาค่าความชัน (Slope) ของกราฟระหว่างค่าอ้างอิง (Range) กับค่าความโน้มเอียง ดังรูปที่ 2.17

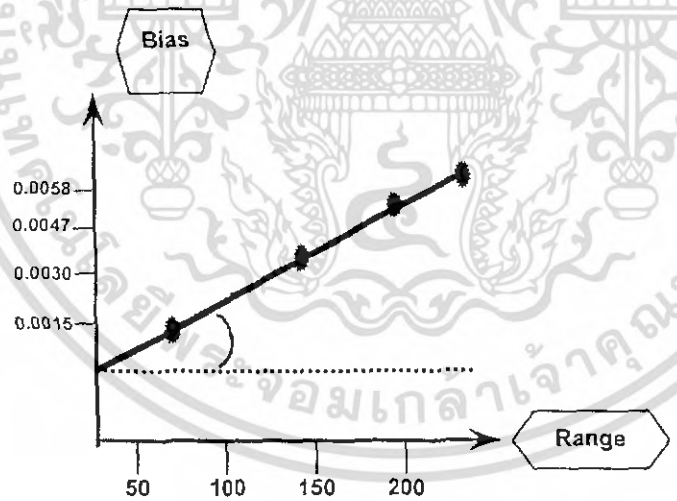
ค่าความเป็นเชิงเส้น (Linearity) หาได้จากความสัมพันธ์

$$\text{Linearity} = |\text{Slope}| \times \text{Process Variation} \qquad (2.2)$$

โดย $\text{Process Variation} = \dfrac{\bar{R}}{d_2}$

$\bar{R}$ = ค่าเฉลี่ยของพิสัย

d_2 = ค่าคงที่ที่เปิดได้จากตาราง ซึ่งเป็นค่าเพื่อใช้ในการสร้างแผนภูมิควบคุมสำหรับการวัด (รายละเอียดตามตารางที่ ผจ 1 ซึ่งค่า n คือจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการวัด)



รูปที่ 2.17 ค่าความชันระหว่างค่าอ้างอิงกับความโน้มเอียง

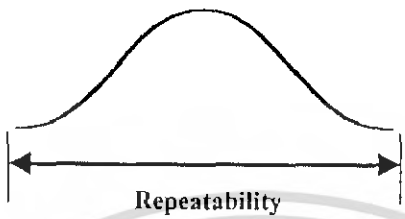
2.3.2 การกระจาย

การกระจาย (Width or Spread) มีค่าที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ความสามารถในการวัดซ้ำ (Repeatability) และ ความสามารถในการทำซ้ำ (Reproducibility)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.1 ความสามารถในการวัดซ้ำ

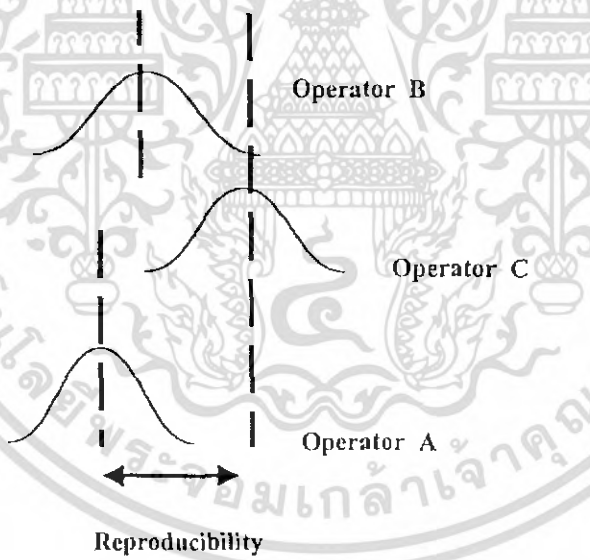
ความสามารถในการวัดซ้ำ คือ ความแปรผันที่มีอยู่ในการวัด โดยใช้เครื่องวัดเครื่องเดียว ผู้วัดเพียงคนเดียว วัดงานชิ้นเดียวกันที่จุดเดิมซ้ำหลายๆครั้ง ถ้าเครื่องวัดมีความสามารถในการวัดซ้ำ ก็จะสามารถอ่านผลการวัดได้ใกล้เคียงกันทุกครั้ง แสดงดังรูปที่ 2.18 ซึ่งหากมีความสามารถในการวัดซ้ำที่ดีแล้ว ช่วงของความสามารถในการวัดซ้ำหรือช่วงค่า Repeatability จะมีช่วงที่แคบ



รูปที่ 2.18 ลักษณะความสามารถในการวัดซ้ำ

2.3.2.2 ความสามารถในการทำซ้ำ

ความสามารถในการทำซ้ำ คือ ความผันแปรที่เกิดจากความสามารถของผู้วัดที่แตกต่างกันโดยให้ผู้วัดที่แตกต่างกัน วัดงานชิ้นเดียวกันด้วยเครื่องมือวัดเครื่องเดียวกัน แสดงดังรูป 2.19 ซึ่งค่า Reproducibility หรือค่าความสามารถในการทำซ้ำที่ดีจะมีค่าที่น้อย



รูปที่ 2.19 ลักษณะความสามารถในการทำซ้ำ

2.3.3 ความสามารถในการวัดซ้ำและความสามารถในการทำซ้ำรวม

ความสามารถในการวัดซ้ำและความสามารถในการทำซ้ำรวม (Repeatability and Reproducibility, R&R) (ต่อไปจะขอกล่าวว่า R&R) คือ ค่าความแปรผันจากระบบการวัด ซึ่งหาได้จากความแปรผันที่ได้รวมของ ความแปรผันทางการวัดจาก ค่าความสามารถในการวัดซ้ำหรือ ค่าความแปรผันของเครื่องมือ (Equipment Variation: EV) กับค่าความสามารถในการทำซ้ำหรือ ค่าความแปรผันของผู้วัด (Appraiser Variation: AV) ซึ่งผลจากการหาค่า R&R จะแสดงถึงความมีปัญหาหรือการยอมรับได้ในระบบการวัดต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.1 การเตรียมการสำหรับศึกษา R&R

1. ต้องวางแผนแนวทางการศึกษา หรือวิเคราะห์คุณสมบัติทางสถิติของระบบคุณสมบัติบางอย่าง เช่น การวัดความสามารถในการทำซ้ำ อาจไม่จำเป็นหากระบบการวัดเป็นเพียงแค่กดปุ่มเท่านั้น และค่าวัดก็พิมพ์ออกมา
2. กำหนดจำนวนผู้วัด ชิ้นส่วน และการวัดซ้ำจาก 2 ปัจจัย โดยปัจจัยที่ 1 คือ ถ้าชิ้นส่วนที่จะทำการวัดมีความสำคัญหรือเป็นส่วนที่สำคัญมาก (Criticality of Dimension) จำเป็นต้องใช้ชิ้นส่วนและการวัดซ้ำมาก และปัจจัยที่ 2 คือ รูปร่างลักษณะของชิ้นส่วน ถ้าชิ้นส่วนหนักอาจใช้น้อยชิ้น แต่ทำการวัดซ้ำมาก
3. เลือกผู้จัดหรือผู้ทำการวัดจากผู้ที่ใช้เครื่องมือนั้นเป็นประจำ
4. ชิ้นส่วนต้องสุ่มจากกระบวนการ ซึ่งทดแทนค่าวัดตลอดช่วงของกระบวนการ
5. ค่าความละเอียดของเครื่องมือวัดควรต่ำกว่าความแปรปรวนของกระบวนการประมาณ 10 เท่า
6. มั่นใจว่าผู้จัด หรือผู้ทำการวัด จะวัดค่าที่ต้องการตามวิธีการที่ปฏิบัติงานในการวัดทุกประการ และผู้ทำการวัดจะไม่ทราบว่าชิ้นงานหมายเลขหรือขนาดอะไรที่ถูกนำมาทดสอบ

2.3.3.2 ประเภทของวิธีการศึกษา R&R

ที่นิยมจะมีอยู่ 2 ประเภทดังนี้

1. ประเภท 10×3×2 คือ จำนวนชิ้นงานตัวอย่างหรือชิ้นงานที่ทำการวัด มี 10 ชิ้น จำนวนผู้ทำการวัดมี 3 คน และ จำนวนครั้งของการวัดซ้ำต่อชิ้นงานหรือการทดลอง มี 2 ครั้ง
2. ประเภท 5×3×2 คือ จำนวนชิ้นงานตัวอย่างหรือชิ้นงานที่ทำการวัด มี 5 ชิ้น จำนวนผู้ทำการวัดมี 3 คน และ จำนวนครั้งของการวัดซ้ำต่อชิ้นงานหรือการทดลอง มี 2 ครั้ง

2.3.3.3 แนวทางในการตัดสินใจยอมรับระบบการวัด

โดยจะใช้ค่า %R&R เป็นตัวตัดสินใจยอมรับระบบการวัด ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แนวทางในการตัดสินใจยอมรับค่าของ % R&R

% R&R	แนวทางในการตัดสินใจ
%ความผิดพลาดต่ำกว่า 10 %	ระบบการวัดสามารถยอมรับได้
%ความผิดพลาด 10% - 30%	ระบบการวัดอาจจะสามารถยอมรับได้ขึ้นอยู่กับความสำคัญของการนำไปใช้ ค้นทุนของเครื่องวัด ค่าใช้จ่ายในการซ่อมเครื่องวัด
%ความผิดพลาดมากกว่า 30%	ต้องทำการปรับปรุงระบบการวัด
	ต้องทำการระบุปัญหาที่เกิดขึ้นและทำการแก้ไข

ซึ่งหากผลที่ได้ คือ ไม่ยอมรับระบบการวัด จะมีแนวทางในการตัดสินใจปรับปรุงระบบการวัดโดยเปรียบเทียบค่าความสามารถในการวัดซ้ำ กับค่าความสามารถในการทำซ้ำ ดังตารางที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 แนวทางการตัดสินใจในกรณีที่ไม่ยอมรับระบบการวัด

ค่าความสามารถในการวัดซ้ำ มีค่ามากกว่า ค่าความสามารถในการทำซ้ำ	ค่าความสามารถในการวัดซ้ำ มีค่าน้อยกว่า ค่าความสามารถในการทำซ้ำ
- เครื่องมือวัดต้องทำการซ่อมบำรุง - ออกแบบเครื่องมือการวัดใหม่เพื่อให้มีความแข็งแรงมั่นคงกว่าเดิม - ควรปรับปรุงการจับยึด และตำแหน่งของเครื่องมือการวัด - ความแปรปรวนภายในชิ้นงานมีมากเกินไป ต้องหาทางปรับปรุง	- ผู้ใช้เครื่องมือวัด ควรได้รับการฝึกอบรมวิธีการใช้ และอ่านเครื่องมือวัด - ไม่เข้าใจวิธีการทำมาตรฐาน (Standardize) เครื่องมือก่อน - อุปกรณ์จับยึด (Fixture) บางประเภทอาจช่วยให้ผู้ใช้เครื่องมือวัด ใช้เครื่องมือวัดได้ค่าที่สม่ำเสมอมากขึ้น

2.4 ทฤษฎีการศึกษาเวลา

การศึกษาเวลา (Time Study) หรือเรียกกันในปัจจุบันว่าการวัดงาน (Work Measurement) เป็นเทคนิควิธีการในการหาเวลาที่พนักงานจะต้องใช้ในการทำงาน ภายใต้สภาวการณ์หนึ่ง ซึ่งกำหนดไว้เป็นมาตรฐานเวลาที่ได้จากการวัดงานนี้จะเรียกว่า เป็นเวลามาตรฐาน (Standard time)

ปกติการทำงานใด ๆ ก็ตามเราจะแน่ใจว่างานที่ได้รับมอบหมายให้ทำนั้น จะได้ผลสำเร็จลุล่วงไปได้ก็ต่อเมื่อเราทราบว่าควรจะทำอย่างไร การที่ทราบว่าควรจะทำอย่างนั้นก็คือ การทราบขั้นตอนวิธีการทำงานนั้น ๆ ให้เป็นไปตามลำดับโดยลุล่วงจนเสร็จ วิธีการทำงานเราสามารถเรียนรู้ได้จากการศึกษางาน (Method Study)

นอกจากนี้วิธีการทำงานที่ทำให้เราทราบว่างานจะดำเนินไปอย่างไรจึงจะได้ผลสำเร็จตามความต้องการแล้ว อีกอย่างหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงสำหรับงานก็คือ เรื่องของเวลาในการทำงานหนึ่ง ๆ เมื่อทราบว่าวิธีการทำงานให้บรรลุเป้าหมายของงาน งานหนึ่ง ๆ อาจจะมีวิธีขั้นตอนการกระทำให้ได้ผลสำเร็จอยู่หลายวิธีด้วยกัน แต่วิธีที่เหมาะสมที่สุดนั้นควรต้องเป็นวิธีที่ใช้เวลาน้อยที่สุด

ในด้านอุตสาหกรรมการผลิต เวลาการทำงานเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก ที่จะบอกถึงภาวะของกิจการนั้น ๆ เพราะอุตสาหกรรมการผลิตจำเป็นต้องทำงานแข่งขันกับเวลา การทราบเวลาการทำงานสามารถทำให้อุตสาหกรรมกำหนดปริมาณผลผลิตอย่างใกล้ชิด ใช่แต่เพียงอุตสาหกรรมเพียงด้านเดียว หากยังรวมถึงกิจกรรมธุรกิจต่าง ๆ ที่ดำเนินการแข่งกับเวลา การศึกษาเวลางาน สามารถใช้ประยุกต์ให้เป็นประโยชน์ได้เช่นกัน (วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ และคณะ, 2545)

2.4.1 ประเภทของการศึกษาเวลา

เทคนิคที่จะศึกษาเวลา เพื่อให้ได้เวลามาตรฐานมานั้นมีอยู่ด้วยหลายวิธี ทั้งนี้แล้วแต่ผู้ที่มีประสบการณ์ และมีความชำนาญในวงการอุตสาหกรรม การบริหารจะคิดค้นขึ้นมาใช้ ซึ่งพอจะรวบรวมแยกออกได้เป็นวิธีที่แตกต่างกันดังนี้ คือ

1. การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study) คือการศึกษาเวลาโดยการใช้ เครื่องมือจับเวลาโดยตรงจากการทำงานของคนงานอาจจะมีการใช้กล้องถ่ายภาพยนตร์ช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การศึกษาเวลาโดยใช้ตารางมาตรฐาน (Predetermined Motion-time Systems) คือ การหาเวลาโดยใช้ตารางการคำนวณมาตรฐานต่างๆ ตามวิธีผู้คิดค้นขึ้น

3. การศึกษาเวลาแบบสุ่มตัวอย่าง (Work Sampling) คือการศึกษาเวลาโดยอาศัยการสุ่มตัวอย่างเชิงสถิติในการหาสัดส่วนของการทำงาน และเวลามาตรฐาน

4. การศึกษาเวลาโดยใช้ข้อมูลจากอดีต (Standard Time Data and Formulae) คือการศึกษาเวลาโดยอาศัยข้อมูลจากอดีตและสูตรบางสูตรช่วยในการคำนวณหาเวลา

2.4.2 ประโยชน์ของเวลามาตรฐานที่ได้จากการศึกษาเวลางาน

จากการศึกษาเวลาให้ได้มาซึ่งเวลามาตรฐานสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้าน ต่าง ๆ คือ

1. ใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลต่าง ๆที่จะต้องใช้งานจำนวนเครื่องจักรที่จะให้คนงานหนึ่งคนควบคุมได้หรือจำนวนคนงานที่ต้องการในการทำงานเป็นกลุ่ม รวมทั้งการทำให้สายการผลิตสมดุล

2. ใช้ในการปรับปรุงการทำงานให้มีประสิทธิภาพ เช่น

- ใช้คำนวณหาจำนวนเครื่องจักร และอุปกรณ์ที่พนักงานคนหนึ่ง ๆ จะสามารถควบคุมได้ในการทำงาน ซึ่งขึ้นอยู่กับเวลาที่พนักงานใช้เวลาในการทำงานเปรียบเทียบเวลาในรอบการทำงานทั้งหมด
- ใช้ในการจัดสรรและประสานงานในหน้าที่ต่าง ๆ ของพนักงานที่ทำงาน หลาย ๆ คนอาจเป็นทีมงานหรือสายการผลิตก็ได้
- ใช้เปรียบเทียบวิธีการทำงานหลาย ๆ วิธี วิธีการที่เหมาะสมควรเป็นวิธีการที่ใช้เวลาในการทำงานน้อยกว่า

3. ใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนทำงาน

- ใช้ในการกำหนดการทำงานหรือตารางการทำงาน ซึ่งจะเป็นสิ่งที่ใช้ควบคุมอัตราการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ใช้เป็นเครื่องมือการประสานงานของฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- ใช้ในการกำหนดมาตรฐานแรงงาน มาตรฐานนี้อาจจะไม่เกี่ยวข้องกับการจ่ายค่าแรงงานแต่เป็นระดับการทำงานที่เป็นที่ยอมรับกันทั้งฝ่ายการจัดการและผู้ใช้แรงงาน ดังนั้นหากมีการกำหนดเวลามาตรฐานที่ถูกต้องแล้วก็จะเป็นที่พอใจกันทั้งผู้ใช้แรงงานและผู้บริหาร
- ใช้ในการควบคุมงานผู้ควบคุมงานมีหน้าที่จะประสานการใช้งานคน วัตถุดิบ เครื่องจักร ฯลฯ เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย เวลามาตรฐานจะช่วยให้ผู้ควบคุมงานทราบถึงอัตราการควบคุมงาน นอกจากนี้ยังให้เราทราบได้ว่าพนักงานคนใดไม่เหมาะสมกับงาน หรือต้องการอบรมฝึกฝนเพิ่มเติม หรือมีระดับฝีมือต่ำกว่าเฉลี่ย เวลามาตรฐานจะช่วยในการประเมินผลงานได้
- ใช้เป็นหลักในการกำหนดค่าแรงเป็นรายชิ้น หรือการจ่ายค่าแรงระบบจูงใจ ซึ่งเป็นวิธีการให้ผลตอบแทนแก่ผู้ที่ทำงานตามปริมาณงานที่ทำ หรือมากกว่ามาตรฐานกำหนด เวลามาตรฐานที่ดีและถูกต้องจะช่วยขจัดความเลื่อมล้ำของพนักงานแต่ละกลุ่ม ซึ่งอาจมีลักษณะงานต่างกันและช่วยกระตุ้นให้พนักงานขยันขันแข็งมากขึ้น

2.4.3 เครื่องมือในการศึกษาเวลา

เครื่องมืออย่างง่าย ๆ ในการศึกษาเวลาซึ่งต้องใช้เสมอ มีดังนี้

1. เครื่องมือบันทึกเวลา (Electronic Timer)

2. แผ่นกระดาษ (A Study Board)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบฟอร์มบันทึก (Time Study Forms)

4. เครื่องถ่ายทำภาพยนตร์

5. เครื่องเก็บข้อมูลอีเลคโทรนิคส์ และสมองกลสวนอุปกรณ์ที่ช่วยในการทำงาน

6. เครื่องมือวัดรอบความเร็ว

7. เครื่องมือวัดขนาด

8. เครื่องคำนวณอีเลคโทรนิคส์

9. ไมโครมิเตอร์

2.4.4 ขั้นตอนการศึกษาเวลา

สิ่งที่สำคัญที่ควรคำนึงถึง เป็นลำดับขั้นในการเข้าไปทำการศึกษาบันทึกการจับเวลา ได้แก่

2.4.4.1 การทำความเข้าใจกับคนงาน และหัวหน้าคนงาน

การศึกษาเวลาโดยอาศัยการจับเวลา มักมีผลโดยตรงต่อคนงานทางด้านจิตใจ ทำให้เวลาที่ได้มักเร็ว หรือช้าไปเสมอ ดังนั้นจึงควรทำความเข้าใจ และอธิบายให้คนงานทราบถึงเหตุผลของการจับเวลา ว่าต้องการศึกษาดูเวลาเฉลี่ยของการทำงาน ไม่ใช่จับความเร็วของการทำงานของเรา หัวหน้าคนงานจะช่วยได้มาก ในการอธิบายให้คนงานเข้าใจ และดูว่างานที่ทำนั้นถูกต้องตามวิธี และความเร็วตามที่ต้องการ

2.4.4.2 การแบ่งการปฏิบัติงานออกเป็นงานย่อย

การแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็นงานย่อย (Elements) เพื่อความสะดวกในการจับเวลา และเพื่อความละเอียด ดังนั้นจะเห็นว่าหน่วยงานย่อยนี้ต้องไม่เล็กเกินไป หรือใหญ่เกินไปจนซับซ้อน หน่วยย่อยของงานนี้ต่างจากหน่วยย่อยของการเคลื่อนที่ในเรื่องของ Motion Study เหตุผลที่ต้องแบ่งออกเป็นงานย่อย เพราะ

- เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของ "Regular Element" ซึ่งเกิดขึ้นทุก ๆ Cycle กับ Intermittent Element ซึ่งเกิดขึ้นเป็นระยะ ๆ
- งานย่อยบางงานอาจถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการหาเวลามาตรฐานของงานชนิดอื่น โดยไม่ต้องเสียเวลาบันทึกใหม่
- เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบการทำงาน โดยอาจมีการเปลี่ยนแบบ หรือขั้นตอนเวลามาตรฐานอาจหาได้ง่ายโดยการเปลี่ยนงานย่อยเพียงบางตัวเท่านั้น
- ชี้ให้เห็นถึงการเสียเวลาในการปฏิบัติงาน เช่น Inspection Element ใช้เวลานานเกินควร เป็นต้น
- สามารถให้ค่าอัตราเร็วต่าง ๆ กันกับงานย่อยต่าง ๆ ได้
- ใช้ในการสับเปลี่ยนงานของคนงานในสายการผลิต ได้โดยย้ายหน่วยงานย่อยก่อน/หลังได้ เพื่อให้ผลลัพธ์เท่าเดิม เช่น การประกอบรถยนต์

2.4.4.3 การสังเกตและทำการบันทึกเวลาการทำงานของคนงาน

นาฬิกาที่ใช้ในการจับเวลาควรเป็นแบบทศนิยมของนาทีหรือชั่วโมง นั่นคือ 1 รอบ แบ่งเป็น 100 ช่อง ดังนั้น 1 ช่อง = 0.01 นาที หรือ 0.0001 ชั่วโมง และ 1 รอบ = 1 นาที หรือ 0.01 ชั่วโมง เพื่อความสะดวกในการคำนวณการจับเวลาอาจจะทำได้ 3 วิธี ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 การบันทึกเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous Timing)

การจับเวลาแบบติดต่อกันโดยไม่หยุด นั่นคือ เริ่มจับเวลาตั้งแต่ 0 เมื่อเริ่มงานย่อยงานแรกและเวลาของงานย่อยต่อ ๆ ไป ก็ดูจากเข็มนาฬิกาจนครบวัฏจักร เวลาของงานย่อยที่แท้จริงจะได้จากเวลาเริ่มต้นของงานย่อยถัดไป ลบออกด้วยเวลาเริ่มต้นของมัน

$$T = Rf - Rb \qquad (2.3)$$

โดย T = เวลาที่แท้จริงของแต่ละงานย่อย (นาที)
Rf = เวลาสิ้นสุดการทำงานของงานย่อย (นาที)
Rb = เวลาเริ่มต้นของงานย่อย (นาที)

เวลาเริ่มต้นของงานย่อยใด ๆ หมายถึง เวลาสิ้นสุดของงานย่อยที่ทำก่อนงานย่อยนั้น ๆ นั่นคือ Rb3 = Rf2 หรือ Rb5 = Rf4 นั่นคือ

$$Tx = Rfx - Rfx - 1 \qquad (2.4)$$

เมื่อ x คือ ค่างานย่อยใดๆ ที่ต้องการคำนวณหาเวลาที่ใช้แท้จริงในการทำงานย่อยนั้น ๆ

2. การบันทึกเวลาแบบย้อนกลับ (Repetitive Timing หรือ Snap Back Timing)

การจับเวลาของแต่ละงานย่อย โดยเริ่มต้นที่ 0 ดังนั้นเวลาที่อ่านได้ก็จะเป็นเวลาจริงของแต่ละงานย่อย โดยไม่ต้องหักออก วิธีนี้มีประโยชน์ตรงที่ว่าคนจับเวลาสามารถหักเวลาความล่าช้า หรือ Motion ที่ผิดพลาดไปได้ และไม่ต้องเสียเวลามาคำนวณเวลาจริงของแต่ละงานย่อย

3 การบันทึกเวลาแบบสะสม (Accumulative Timing)

โดยการใช้นาฬิกาจับเวลา 2 เรือน นำมาเชื่อมโยงกันโดยกลไกบังคับอัตโนมัติ เมื่อกดกลไกบังคับให้นาฬิกาเรือนที่ 1 เดินเมื่อเริ่มต้นของงานย่อยใด ๆ นาฬิกาเรือนที่ 2 จะหยุดอยู่ที่ 0 แต่พอการทำงานหมดในงานย่อยนั้น ๆ แล้ว ผู้ศึกษาเวลาก็จะกดกลไกบังคับให้นาฬิกาเรือนที่ 1 หยุดอยู่กับที่และกลไกบังคับนี้จะทำให้นาฬิกาเรือนที่ 2 เดินทันที เป็นการจับเวลาสำหรับงานย่อยที่จะบันทึกเวลาต่อไป และเมื่อผู้บันทึกเวลาได้อ่านเวลาจากเข็มนาฬิกาเรือนที่ 2 จับเวลาเสร็จของงานย่อยใด ๆ ผู้จับเวลาก็จะกดปุ่มบังคับให้เข็มนาฬิกาเรือนที่ 2 หยุดเดินและหยุดอยู่กับที่ นาฬิกาเรือนที่ 1 ก็เริ่มเดินต่อไป เวลาที่บันทึกไว้ได้จึงเป็นเวลาสำหรับงานย่อย นั้น ๆ โดยแท้จริง ไม่ต้องนำไปคำนวณต่อเพื่อหาเวลาที่แท้จริงของแต่ละงานย่อยอีกต่อไป

2.4.4.4 <u>การคำนวณหาจำนวนที่เหมาะสมในการจับเวลา</u>

ในหลายๆตำราได้มีการแนะนำวิธีการในการหาจำนวนที่เหมาะสมในการจับเวลาเช่น วิธีการทางสถิติของ Raymond Mayer หรือ วิธีการของบริษัท General Electric แต่ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ใช้วิธีการประยุกต์หาขนาดตัวอย่าง เพื่อใช้ขณะปฏิบัติงาน โดยอาศัยหลักการขั้นพื้นฐานของสูตรความเบี่ยงเบน (Standard Deviation: SD) เพราะหาค่าได้ง่าย ทำความเข้าใจได้ง่าย และมีความถูกต้องยอมรับได้ในทางสถิติระดับหนึ่ง ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$SD = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{\overline{H-L}}{d_2} \qquad (2.5)$$

เมื่อ $\bar{R}$ = ค่าเฉลี่ยของพิสัย; ค่าเฉลี่ยของค่ามากที่สุดลบค่าที่น้อยที่สุดในตัวอย่างหลายๆ ชุดของงานย่อยชิ้นหนึ่ง

d_2 = ค่าคงที่ขึ้นอยู่กับขนาดของตัวอย่าง

H = ค่ามากที่สุดของตัวอย่างในชุดของงานย่อยชิ้นนั้น

L = ค่าน้อยที่สุดของตัวอย่างในชุดของงานย่อยชิ้นนั้น

$\overline{H-L}$ = ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างค่ามากที่สุดและค่าน้อยที่สุดในชุดของงานย่อยนั้นๆ

ซึ่ง $H - L = R$ สำหรับตัวอย่างชุดเดียว และค่า R ก็เป็นค่าเฉลี่ย $\bar{R}$ ด้วยทำนองเดียวกัน ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ อาจหาได้โดยประมาณจาก

$\bar{X} = \frac{\overline{H+L}}{2}$ สำหรับตัวอย่างหลายๆ ชุด

$\bar{X} = \frac{H+L}{2}$ สำหรับตัวอย่างชุดเดียว

ในการที่จะใช้ค่า SD ที่ได้เป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งหมดที่เกิดขึ้นจริง ต้องเป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากค่าเฉลี่ย $SD_{\bar{X}}$ ซึ่งมีค่า

$$SD_{\bar{X}} = \frac{\bar{R}}{d_2\sqrt{n}} \text{ เมื่อ } n \text{ เป็นจำนวนครั้งที่จับเวลาในชุด} \qquad (2.6)$$

ถ้าได้ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 5% ของ $\bar{X}$ จะมีค่า $= 2SD_{\bar{X}}$

$$0.05\frac{\overline{H+L}}{2} = 2\frac{\overline{H-L}}{d_2\sqrt{n}}$$

$$\sqrt{n} = \frac{4\left(\overline{H-L}\right)}{0.05d_2\left(\overline{H+L}\right)}$$

โดยในที่นี้ค่า n ก็คือค่าที่ต้องการทราบหรือขนาดตัวอย่างนั่นเอง

ขณะนี้ค่า n อยู่ในเทอมของ $\frac{\overline{H-L}}{H+L}$ เพื่อให้ง่ายเข้าในการคำนวณ สำหรับตัวอย่างชุดละ 5 และ 10 ในงานย่อย เพื่อใช้กับสมการ และค่า n ที่จะต้องหา สามารถดูได้ตามตารางที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 จำนวนขนาดตัวอย่างที่ต้องอ่าน สำหรับความผิดพลาด ±5% และที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

$\frac{H-L}{H+L}$	ข้อมูลจากตัวอย่าง จำนวน		$\frac{H-L}{H+L}$	ข้อมูลจากตัวอย่าง จำนวน		$\frac{H-L}{H+L}$	ข้อมูลจากตัวอย่าง จำนวน	
	5	10		5	10		5	10
0.05	3	1	0.21	52	30	0.36	154	88
0.06	4	2	0.22	57	33	0.37	162	93
0.07	6	3	0.23	63	36	0.38	171	98
0.08	8	4	0.24	68	39	0.39	180	103
0.09	10	5	0.25	74	42	0.40	190	108
0.10	12	7	0.26	80	46	0.41	200	114
0.11	14	8	0.27	86	49	0.42	210	120
0.12	17	10	0.28	93	53	0.43	220	126
0.13	20	11	0.29	100	57	0.44	230	132
0.14	23	13	0.30	107	61	0.45	240	138
0.15	27	15	0.31	114	65	0.46	250	144
0.16	30	17	0.32	121	69	0.47	262	150
0.17	34	20	0.33	129	74	0.48	273	166
0.18	38	22	0.34	137	78	0.49	285	163
0.19	43	24	0.35	145	83	0.50	296	170
0.20	47	27						

ที่มา: วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ และคณะ, 2545

วิธีใช้ตารางนี้คือ ค่า H – L จากตัวอย่าง 1 ชุด ใช้แทนค่า $\overline{H-L}$ และ H + L ใช้แทนค่า $\overline{H+L}$ แล้วเอา H และ L จากค่าที่อ่านไว้ในการจับเวลาครั้งแรก 5 ครั้ง หรือ 10 ครั้งของงานย่อยหนึ่ง แล้วหาค่า $\frac{H-L}{H+L}$ จากค่าที่ได้นำไปเปรียบเทียบกับที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2.5

2.5 การลดเวลาการปรับเปลี่ยนรุ่นการผลิต

การลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิต (Changeover reduction) หรือ SMED (Single Minute Exchange of Dies) โดยการเปลี่ยนรุ่นการผลิต ถือว่าเป็นความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในการผลิต ดังนั้นจึงมีความจำเป็นมากที่เราต้องใช้เวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตให้น้อยลงที่สุดเท่าที่จะทำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาปรับเปลี่ยนเครื่องจักรหรือเวลาในการเปลี่ยนรุ่นในการผลิต (Machine Setup Time) หมายถึง เวลาทั้งหมดที่ใช้ตั้งแต่เครื่องจักรหยุดทำงาน เพื่อทำการถอดเปลี่ยนติดตั้งอุปกรณ์แม่พิมพ์และเครื่องมือต่างๆ รวมถึงการปรับค่าต่างๆ ให้ถูกต้อง จนเครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างปกติ หรือ หมายถึง ช่วงเวลาตั้งแต่ผลิตภัณฑ์ A ชิ้นสุดท้ายทำเสร็จ จนกระทั่งเริ่มผลิต ผลิตภัณฑ์ B ซึ่งเป็นชิ้นงานดีตัวแรก หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเป็นเวลาตั้งแต่หยุดการผลิต A จนกระทั่งเริ่มผลิต B นั่นเอง นั่นหมายความว่า เวลาในการทดสอบ (Test) และรับรองผลิตภัณฑ์ (Qualify) รวมอยู่ในนั้นด้วย (นิพนธ์ บัวแก้ว, 2547)

2.5.1 การปรับเปลี่ยนรุ่นการผลิตกับการเพิ่มผลผลิต

ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนประเภทผลิตภัณฑ์ที่จะผลิต จะต้องมีการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรเกิดขึ้น และทุกครั้งที่มีการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรก็ต้องหยุดทำงาน ซึ่งหลายโรงงานไม่เห็นความสำคัญของเวลาที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร ทำให้ต้องใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เครื่องจักรต้องหยุดการทำงานเป็นเวลานานโดยไม่ทำให้เกิดผลผลิต เป็นผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรต่ำลง นอกจากนั้นยังเกิดปัญหาอื่นๆ ตามมาจำนวนมากซึ่งได้แก่

1. ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น
2. ไม่สามารถผลิตสินค้าและบริการได้มากชนิด ทำให้ลูกค้ามีจำนวนจำกัด
3. ไม่สามารถจัดส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าได้ทันเวลา ทำให้ลูกค้าไม่พึงพอใจต่อการให้บริการและสูญเสียโอกาสทางการแข่งขัน
4. มีการเปลี่ยนขนาดรุ่นสินค้าที่ผลิตให้ใหญ่ขึ้น (Big Lot Size) เพื่อหลีกเลี่ยงการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร ทำให้สินค้าเหลือและถูกจัดเก็บในสต็อก เป็นผลให้สินค้าเสื่อมคุณภาพ
5. ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานลดลง เนื่องจากการใช้เวลาในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรนาน

เนื่องจากการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของโรงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้เวลาในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรที่ยาวนานเป็นปัญหาใหญ่ ที่ส่งผลกระทบต่อการเพิ่มผลผลิตโดยรวมของโรงงานให้ต่ำลง ได้แก่ ต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น คุณภาพของสินค้าที่ต่ำลง การจัดส่งที่ล่าช้า ขวัญและกำลังใจของพนักงานลดลง ฯลฯ ซึ่งหากบริษัทต่างๆ ยังละเลยไม่เห็นความสำคัญของการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร จะทำให้การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรต่างๆ เช่น คน วัสดุ เครื่องจักร ฯลฯ ไม่คุ้มค่า มีการสูญเสียลูกค้าที่มีอยู่ และในที่สุดอาจทำให้ไม่สามารถอยู่รอดได้ ดังที่ได้กล่าวว่า บริษัทที่สามารถอยู่รอดและแข่งขันกับตลาดได้ จะต้องผลิตสินค้าและบริการให้ได้คุณภาพที่ดีกว่า ราคาที่ถูกกว่า และผลิตได้รวดเร็วกว่า

ดังนั้นการลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตทำให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ดียิ่งขึ้นและยังสนับสนุนการผลิตเป็นลอตเล็กๆ (Small Lot Production) อีกด้วย (ฝ่ายวิชาการบริษัทสกายบุ๊กส์, 2545)

2.5.2 งานพื้นฐานของการเปลี่ยนรุ่นการผลิต

ขั้นตอนการปฏิบัติงานในการปรับเปลี่ยนรุ่นการผลิตทุกประเภท จะต้องประกอบด้วยงานพื้นฐานประมาณ 3 งาน ได้แก่ (นิพนธ์ บัวแก้ว, 2547)

1. งานเตรียมความพร้อม (Preparation) คืองานต่างๆ ที่ต้องทำทั้งก่อนและหลังการเปลี่ยนรุ่นการผลิต เช่น การจัดเตรียมความพร้อมของชิ้นส่วนแม่พิมพ์ เครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ การจัดเก็บอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ภายหลังการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรเสร็จเรียบร้อย เป็นต้น ซึ่งสามารถทำได้ขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. งานถอดเปลี่ยน หรือ ติดตั้งอุปกรณ์แม่พิมพ์ต่างๆ (Model Exchange) เช่นการถอดแม่พิมพ์เก่าออก การเคลื่อนย้ายแม่พิมพ์ การติดตั้งแม่พิมพ์ใหม่ รวมทั้งการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ในขณะทำการถอดเปลี่ยน เป็นต้น ซึ่งจะต้องทำในขณะที่เครื่องจักรหยุดทำงานเท่านั้น

3. งานปรับค่าความถูกต้องของอุปกรณ์แม่พิมพ์ต่างๆ (Trial Runs and Adjustments) เช่น การปรับตำแหน่งแม่พิมพ์ (Mold Adjustments) ตำแหน่งของตัวจับชิ้นงาน (Jig Adjustments) การปรับค่าอุณหภูมิความดันต่างๆ เป็นต้น รวมทั้งการปรับค่าต่างๆ ขณะทดลองเดินเครื่องจักร จัดเป็นการทำงานในขณะที่เครื่องจักรหยุดทำงาน (ซึ่งเครื่องจักรไม่สามารถผลิตสินค้าบริการได้ในส่วนนี้)

จากการศึกษาพบว่า องค์ประกอบของเวลาในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรโดยทั่วไปจะอยู่ดังรูป 2.20 ได้แก่

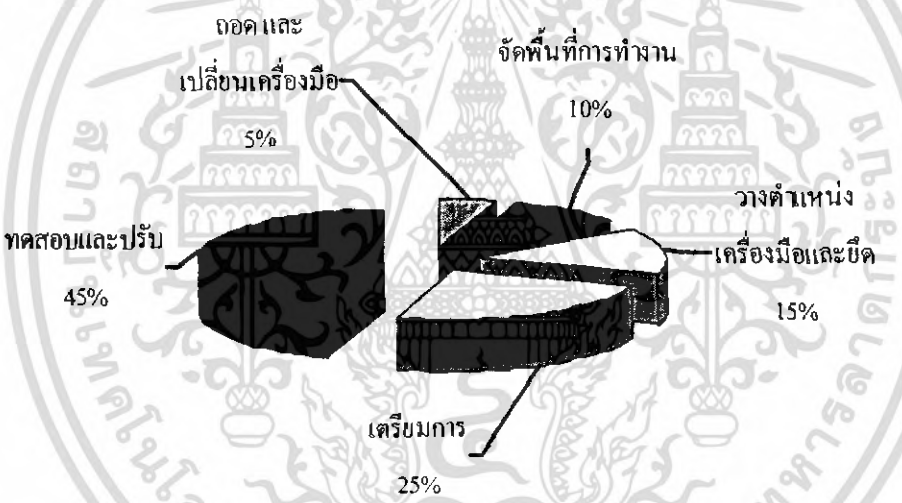
1.ใช้เวลาในการถอดอุปกรณ์หรือเครื่องมือตัวเก่า และใส่อุปกรณ์หรือเครื่องมือตัวใหม่เข้าไปคิดเป็น 5%

2. ใช้เวลาไปในการการจัดพื้นที่และในการเปลี่ยนรุ่น คิดเป็น 10% ของเวลาที่ใช้ไปทั้งหมด

3. ใช้เวลาไปในการวางตำแหน่งอุปกรณ์หรือเครื่องมือ และยึดตำแหน่ง คิดเป็น 5% ของเวลาที่ใช้ไปทั้งหมด

4. ใช้เวลาในการเตรียมการต่างๆ 25% ของเวลาที่ใช้ไปทั้งหมด

5. ใช้เวลาในการปรับจนกระทั่งได้ตามข้อกำหนด คิดเป็น 45% ของเวลาที่ใช้ไปทั้งหมด



รูปที่ 2.20 องค์ประกอบของเวลาที่ใช้ในการปรับตั้ง

2.5.3 เทคนิคการปรับปรุงการลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต

เทคนิคที่ใช้ในการลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต หรือเทคนิค SMED เป็นเทคนิคที่คิดค้นขึ้นโดย ชิอิโอะ ชิงกะ (Shigeo Shingo) ซึ่งเป็นที่ปรึกษาของไทอิจิ โอะโนะ (Taiichi Ohno) อดีตรองประทานบริษัท โตโยต้ามอเตอร์ ประเทศญี่ปุ่น (Toyota Motor Corporation) มีขั้นตอนดังต่อไปนี้ (นิพนธ์ บัวแก้ว, 2547)

1. สร้างมาตรฐานการทำงานของวิธีการทั้งหมดที่ทำในการปรับตั้งเครื่องจักร โดยเขียนเอกสารแสดงขั้นตอนของกิจกรรมที่ต้องทำในการปรับตั้งขึ้นมาก่อน

2. แยกกิจกรรมที่ต้องทำออกเป็นกิจกรรมย่อยๆ และแยกออกเป็นการปรับตั้งภายนอก (External Set Up) และการปรับตั้งภายใน (Internal Set Up)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การปรับตั้งภายนอก คือ กิจกรรมที่สามารถทำได้ขณะที่เครื่องจักรยังปฏิบัติงานอยู่ เช่น การเตรียมวัสดุเพื่อการทดสอบ การเตรียมแบบฟอร์มบันทึก การจัดพื้นที่ เป็นต้น
- การปรับตั้งภายใน คือ กิจกรรมที่สามารถทำได้ก็ต่อเมื่อต้องหยุดเครื่องจักรนั้น เช่น การเปลี่ยนแม่พิมพ์ (Die) การตั้งระยะ การยึดแม่พิมพ์ เป็นต้น

3. วิเคราะห์และหาวิธีการที่จะทำให้การปรับตั้งภายในกลายมาเป็นการปรับตั้งภายนอก ดังรูปที่ 2.21

4. คิดหาวิธีการในการลดเวลาในการปรับตั้งภายใน

5. คิดหาวิธีในการลดเวลาการปรับตั้งภายนอก

6. จัดแบ่งกลุ่มงานย่อยๆ ที่ใช้ในการปรับปรุงเพื่อการลดเวลาการเปลี่ยนรุ่น โดยแบ่งตามกลุ่มของงานย่อยที่มีระดับของการปรับปรุงตามกลุ่มของ X, Y และ Z ดังนี้

X หมายถึง งานย่อยหรือกลุ่มของงานย่อย ที่สามารถทำการปรับปรุงหรือกำจัดออกไปจากการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรได้ทันที ไม่ต้องรอเวลาหรือเงินทุน

Y หมายถึง งานย่อยหรือกลุ่มของงานย่อยที่ยังไม่สามารถทำการปรับปรุงหรือกำจัดออกไปจากการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรได้ทันที เพราะต้องรอเวลาหรือเงินทุนจำนวนหนึ่งที่ไม่สูงมากนัก

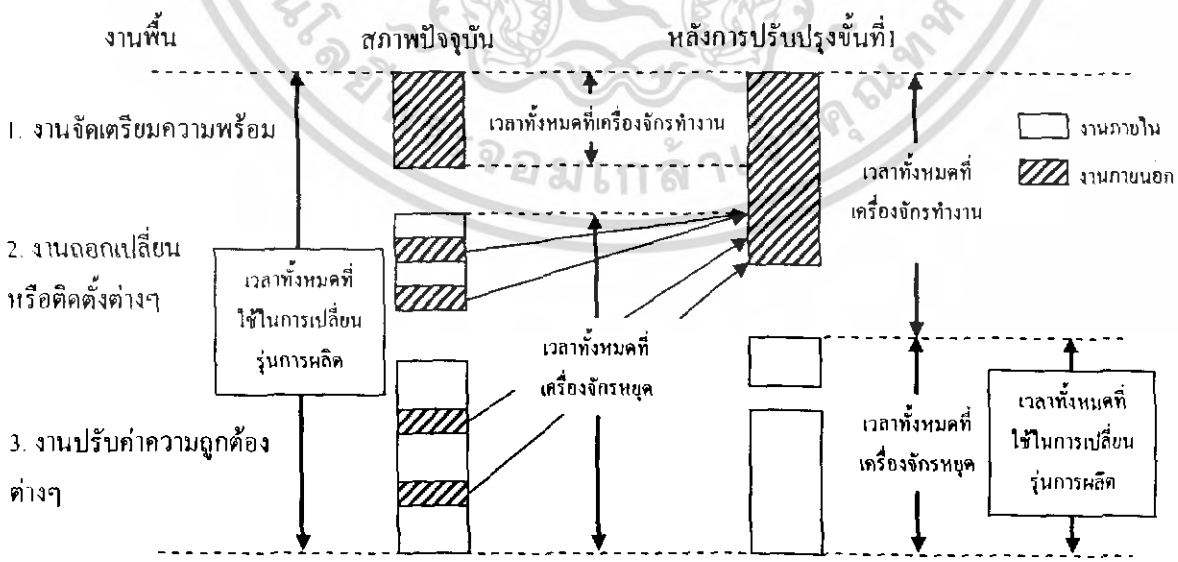
Z หมายถึง งานย่อยหรือกลุ่มของงานย่อยที่ไม่สามารถทำการปรับปรุงหรือกำจัดออกไปจากการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรได้ระยะเวลาอันใกล้ เพราะต้องใช้เวลา เงินทุน หรือเทคโนโลยีที่สูงมาก

7. นำสิ่งที่คิดไว้ ไปจัดการวางแผนเพื่อปรับเปลี่ยน และนำไปปฏิบัติ

8. ดูว่าผลลัพท์เป็นดังที่คิดไว้หรือไม่

9. หากผลจากการดำเนินงานเป็นไปดังที่คิดไว้ ให้ดำเนินการจัดทำเป็นมาตรฐาน (Standardization) โดยการเขียนเป็นเอกสารฉบับใหม่ และจัดการฝึกอบรมให้เป็นไปตามวิธีการใหม่ที่ได้ปรับปรุงขึ้นมา หากไม่ได้เป็นไปตามที่คิดไว้ให้วิเคราะห์หาสาเหตุและดำเนินการแก้ไข

10. ดำเนินการซ้ำจากข้อที่ 2 ถึงข้อที่ 9 ให้เป็นการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องตลอดไป โดยการกำหนดระยะเวลาของการวิเคราะห์ปรับปรุงให้เป็นทุกไตรมาสหรือทุกปี แล้วแต่ความเหมาะสมขององค์กร



รูปที่ 2.21 แสดงการปรับปรุงการเปลี่ยนรุ่นการผลิตขั้นที่ 1 โดยแยกงานภายในและภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 ประโยชน์ของการลดเวลาในการปรับเปลี่ยนรุ่นการผลิต

ประโยชน์ของการลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตลงได้ มีดังนี้

1. ทำให้สามารถผลิตสินค้าหลากหลายชนิดได้มากขึ้น (Mixed Production)
2. มีความยืดหยุ่น (Flexibility) ในการผลิตมากขึ้น
3. ทำให้สามารถผลิตงานเป็นล็อตเล็กๆ ได้
4. ลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในการผลิตที่เกิดจากการปรับตั้ง ทำให้มีเวลาผลิตได้มากขึ้น
5. ตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงบ่อยๆ
6. ผลิตภาพหรือประสิทธิภาพดีขึ้น
7. ช่างเทคนิคมีทักษะ ความชำนาญในการเปลี่ยนมากขึ้น เนื่องจากได้ทำอยู่บ่อยๆ
8. ทำให้เกิดการปรับปรุง

การทำการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการลดเวลาสูญเสีย ซึ่งจะใช้เทคนิคต่างๆ ให้เกิดประสิทธิภาพจากการปรับปรุงที่ดีนั้น ต้องอาศัย เงินลงทุน เวลา ประสบการณ์ และความรู้ ความเข้าใจ ในทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การลดเวลาสูญเสียต่างๆ ที่สามารถเกิดขึ้นในหน่วยงานนั้นๆ และเทคนิคต่างๆอันจะช่วยในการลดเวลาสูญเสียดังกล่าว ซึ่งในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ทำการศึกษา เทคนิคการแก้ปัญหาโดยการใช้เครื่องมือทางคุณภาพ และเทคนิคในการลดเวลาในการปรับเปลี่ยนรุ่นการผลิต มาทำการแก้ปัญหาเวลาสูญเสียจากการผลิตงานเสียและจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ เรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยการลดเวลาสูญเสียในสายการประกอบระบบบังคับเลี้ยวฉบับนี้ ได้ทำการศึกษาระบบการทำงานและสภาพปัญหาปัจจุบันของสายการประกอบกรณีศึกษา ซึ่งทำการประกอบระบบบังคับเลี้ยวชนิดพวงมาลัยพาวเวอร์ โดยมุ่งเน้นที่จะทำการวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาในการลดเวลาสูญเสียใน 2 สาเหตุหลักๆ คือ เวลาสูญเสียจากการผลิตงานเสีย และ เวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต โดยมีวิธีการดำเนินงานดังนี้

1. ขั้นตอนการศึกษาสภาพปัจจุบัน
2. ขั้นตอนการค้นหาและคัดเลือกแก้ไขปัญหาหลัก
3. ขั้นตอนการวางแผน และวิเคราะห์สาเหตุการแก้ปัญหาเวลาสูญเสียจากการผลิตงานเสีย
4. ขั้นตอนการวางแผน และวิเคราะห์สาเหตุการแก้ปัญหาเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต
5. ขั้นตอนการดำเนินการแก้ไข

3.1 ขั้นตอนการศึกษาสภาพปัจจุบัน

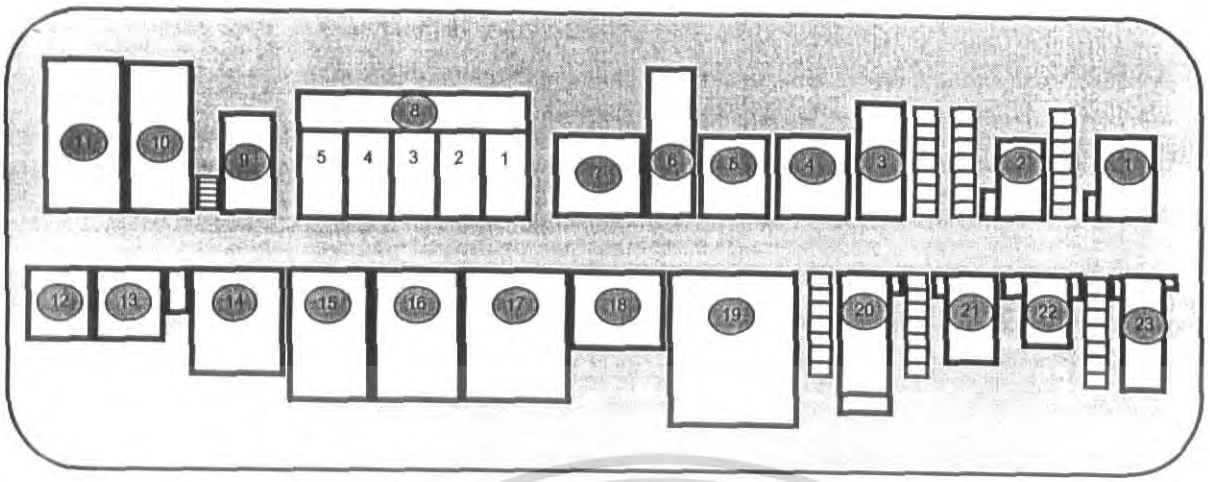
การสำรวจสภาพปัจจุบันของสายการผลิตกรณีศึกษาดังกล่าว ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา โดยอาศัยข้อมูลจากเอกสารของทางบริษัท เช่น เอกสารการสรุปผลประสิทธิผลของเครื่องจักร (OEE) ก่อนเดือนมิถุนายน 2548 เอกสารรายละเอียดเครื่องจักรที่ใช้ในสายการประกอบ เอกสารแนะนำการปฏิบัติงานในสายการประกอบกรณีศึกษา เอกสารการวางแผนการผลิตของฝ่ายการผลิตและฝ่ายวางแผนการผลิต เอกสารโครงการที่ได้ทำการมาแล้วในสายการประกอบกรณีศึกษา หรือสายการประกอบที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน และเอกสารแสดงปัญหาที่เคยเกิดขึ้นในสายการประกอบกรณีศึกษา เป็นต้น นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้มีการสอบถามจากวิศวกรผู้รับผิดชอบ หัวหน้าสายการผลิต และพนักงานในสายและนอกสายการผลิต เพื่อเป็นการเก็บข้อมูลคร่าวๆ ก่อนที่จะมีการตัดสินใจคัดเลือกสาเหตุหลักของปัญหาที่ทำให้เกิดเวลาสูญเสียในสายการประกอบดังกล่าว ซึ่งสามารถสรุปการศึกษาสภาพปัจจุบันเป็น 3 หัวข้อหลักๆ ดังนี้

1. สภาพทั่วไปของสายการประกอบกรณีศึกษา
2. ตัววัดประสิทธิภาพการผลิตของบริษัท โคโยเสตียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
3. สภาพปัญหาเวลาสูญเสียในสายการประกอบกรณีศึกษา

3.1.1 สภาพทั่วไปในสายการประกอบกรณีศึกษา

สายการประกอบกรณีศึกษาที่ทำการประกอบระบบบังคับเลี้ยวชนิดพวงมาลัยพาวเวอร์ ประกอบด้วยสถานีการทำงานทั้งหมด 23 สถานี ดังรูปที่ 3.1 ประกอบด้วยสถานีในการล้างชิ้นส่วนจำนวน 3 สถานี สถานีประกอบชิ้นส่วนจำนวน 12 สถานี สถานีการติดตั้งและตรวจสอบจำนวน 7 สถานี และสถานีบรรจุเก็บอีกจำนวน 1 สถานี (รายละเอียดเพิ่มเติมในภาคผนวก ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แผนผังเครื่องจักรและสถานีในสายการประกอบกรณีศึกษา

โดยสถานีในสายการประกอบกรณีศึกษา ตามหมายเลขในรูปที่ 3.1 มีดังนี้

1. การ อัดซีล และ ตลับลูกปืน ลงใน วาล์วเฮาซิ่ง (Valve Housing Seal & Bearing Press-In)
2. การประกอบ พีเนียนวาล์ว และ ออยซีล ลงใน วาล์วเฮาซิ่ง (Pinion Valve, Oil Seal and Valve Housing Press-In)
3. การล้าง แรคเฮาซิ่ง (Rack Housing Washing)
4. การอัด ออยซีล ลงใน แรคเฮาซิ่ง (Rack Housing Rod Seal Press-in)
5. การอัด ตลับลูกปืน ลงใน แรคเฮาซิ่ง (Rack Housing Bearing Press-in)
6. การทาจาระบี ลงบน แรคบาร์ (Rack Bar Grease Washing)
7. การสวม แรคบาร์ ใน แรคเฮาซิ่ง (Rack Bar Insertion)
8. การประกอบชิ้นส่วน และไล่น้ำมัน (Assembly for Manual Steering Gear)
   1) การประกอบ แรคบุช (Rack Bush) และ แรค สต็อปเปอร์ (Rack Stopper) ใน แรคเฮาซิ่ง
   2) การประกอบ ส่วนประกอบวาล์ว (Valve Assembly) ใน แรคเฮาซิ่ง
   3) การประกอบ ซัพพอร์ต โยค (Support Yoke) สปริง (spring) และ โยคปลั๊ก (Yoke Plug)
   4) การประกอบ ท่อฟีด (Feed Tube) และต่อท่อน้ำมัน เข้า-ออก
   5) การไล่คราบน้ำมันออกจากตัวเกียร์ด้วยลม
9. การทดสอบการรั่วของลม (Air Leak Test)
10. การทดสอบการขัดตัวกันของร่องฟัน (Burnishing Test)
11. การทดสอบการรั่วของน้ำมัน (Oil Leak Test)
12. การตั้งค่าแรงกดระหว่าง แรคบาร์ กับ พีเนียนวาล์ว (Yoke Clearance Adjustment or Twist Adjustment)
13. การทดสอบการหมุนไป-กลับของ แรคบาร์ (Forward - Reverse Rotation Testing)
14. การทดสอบคุณสมบัติ สัดส่วนแรงดันน้ำมัน (Proportional Characteristic Test)
15. การไล่น้ำมัน และการประกอบขั้นสุดท้ายจุดที่ 1 (Final Assembly 1)
16. การประกอบขั้นสุดท้ายจุดที่ 2 (Final Assembly 2)
17. การประกอบขั้นสุดท้ายจุดที่ 3 (Final Assembly 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18. การตรวจสอบขั้นสุดท้าย (Final Check for Gear Assembly)

19. การบรรจุเก็บ (Packing)

20. การล้าง พีเนียนวาล์ว (Pinion Valve or Rack Bush Washing)

21. การสวม ออยซีล และ ตลับลูกปืน ลงพีเนียนวาล์ว (Assembly Pinion Valve Seal O-Ring Press-in)

22 การย้ำ คอลล่าร์ (Calking for Collar in Pinion Shaft)

23 การล้าง วาล์วเฮาซิ่ง (Valve Housing Washing)

ในการประกอบระบบบังคับเลี้ยว ที่ทำการผลิต 3 รุ่นการผลิตด้วยกันนั้น จะมีกระบวนการทำงานที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ดังนี้ (อ้างอิงตัวเลขกระบวนการผลิตจากสถานีการทำงานที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น 23 สถานี รายละเอียดเพิ่มเติมในภาคผนวก ค)

- รุ่น PC3A11 ไม่มีกระบวนการที่ 1, 2, 11, 20, 21, 22 และ 23
- รุ่น PK8B21 ไม่มีกระบวนการที่ 20, 21 และ 23
- รุ่น PB5F12 ทำทุกกระบวนการ

และจากสถานีทั้งหมด 23 สถานีการทำงาน มีการใช้เครื่องจักรทั้งหมด 21 เครื่องจักร (ตามกระบวนการหรือสถานีทำงานที่มีการผลิต) ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดเครื่องจักรที่ใช้ในสายการประกอบกรณีศึกษา

ลำดับที่	ชื่อเครื่องจักร	ชื่อขั้นตอนการผลิต	หมายเลขเครื่องจักร	วันที่เครื่องจักรเริ่มใช้งาน
1	Washing Machine	การล้าง พีเนียนวาล์ว	RPA-1-01	15 พ.ค. 2539
2	Washing Machine	การล้าง วาล์วเฮาซิ่ง	RPA-1-02	15 พ.ค. 2539
3	Special Press Machine	การ อัดซีล และ ตลับลูกปืน ลงใน วาล์วเฮาซิ่ง	RPA-1-03	15 พ.ค. 2539
4	Special Press Machine	การประกอบ พีเนียนวาล์ว และ ออยซีล ลงใน วาล์วเฮาซิ่ง	RPA-1-04	15 พ.ค. 2539
5	Special Press Machine	การสวม ออยซีล และ ตลับลูกปืน ลงพีเนียนวาล์ว	RPA-1-05	15 พ.ค. 2539
6	Collar Calking Machine	การย้ำ คอลล่าร์	RPA-1-07	1 พ.ค. 2539
7	Special Press Machine	การอัด ออยซีล ลงใน แรคเฮาซิ่ง	RPA-1-08	15 พ.ค. 2539
8	Special Press Machine	การอัด ตลับลูกปืน ลงใน แรคเฮาซิ่ง	RPA-1-09	15 พ.ค. 2539
9	Rack Bar Insertion Machine	การทาจาระบี และสวม แรคบาร์ ใน แรคเฮาซิ่ง	RPA-1-10	20 ส.ค. 2540
10	Assembly Working Conveyer	การประกอบชิ้นส่วน และใส่น้ำมัน	RPA-1-11	15 มิ.ย. 2544
11	Air Leak Tester Machine	การทดสอบการรั่วของลม	RPA-1-12	15 พ.ค. 2539
12	Press Resistance Machine	การทดสอบการขัดตัวกันของร่องฟัน	RPA-1-13	20 ส.ค. 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ชื่อเครื่องจักร	ชื่อขั้นตอนการผลิต	หมายเลขเครื่องจักร	วันที่เครื่องจักรเริ่มใช้งาน
13	Twist Adjustment Table	การตั้งค่าแรงกดระหว่าง แรคบาร์ กับ พีเนียนวาล์ว	RPA-1-14	15 พ.ค. 2539
14	FWD./REV. Rotation Testing	การทดสอบการหมุนไป-กลับของ แรคบาร์	RPA-1-15	15 พ.ค. 2539
15	Proportional Load Test Machine	การทดสอบคุณสมบัติ สัดส่วนแรงดันน้ำมัน	RPA-1-16	15 มิ.ย. 2544
16	Final Assembly Table1	การประกอบขั้นสุดท้ายจุดที่ 1	RPA-1-17	17 พ.ค. 2539
17	Final Assembly Table2	การประกอบขั้นสุดท้ายจุดที่ 2	RPA-1-18	15 พ.ค. 2539
18	Final Assembly Table3	การประกอบขั้นสุดท้ายจุดที่ 3	RPA-1-19	15 มิ.ย. 2544
19	Manual Assembly Table	การตรวจสอบขั้นสุดท้าย	RPA-1-20	15 พ.ค. 2539
20	Oil Leak Test Machine	การทดสอบการรั่วของน้ำมัน	RPA-1-21	3 มี.ค. 2548
21	Washing Machine	การล้าง แรคเฮาซิ่ง	RPA-1-22	13 พ.ค. 2548

ในสายการประกอบกรณีศึกษา มีรอบเวลาการทำงาน (Cycle Time) โดยเฉลี่ยเท่ากับ 85 วินาที มีพนักงานที่สายการผลิตแบ่งเป็น หัวหน้าสายการผลิตจำนวน 1 คน พนักงานนอกสายการผลิตจำนวน 3 คน และ พนักงานในสายการผลิตอีกจำนวนประมาณ 9-11 คน ขึ้นอยู่กับรุ่นที่ทำการผลิต (รายละเอียดแผนผังการทำงานของพนักงาน ในภาคผนวก ค) และนอกจากนี้ในกรณีเร่งด่วนหรือต้องเร่งยอดการผลิตสามารถขอยืมพนักงานจากสายการผลิตอื่น เพื่อมาช่วยในการทำงานเฉพาะในช่วงงานล่วงเวลา (Over Time) แต่ต้องรวมแล้วไม่เกิน 15 คน สำหรับพนักงานในสายการผลิต

3.1.2 ตัววัดประสิทธิภาพการผลิตของบริษัท โคโยเสตียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

ตัววัดประสิทธิภาพการผลิต เป็นตัวการบอกว่าการผลิตได้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ดีเพียงไร ซึ่งบริษัท โคโยเสตียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ได้ใช้ตัววัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE) เป็นตัววัดประสิทธิภาพการผลิตของสายการผลิต เนื่องจาก การที่มีการใช้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรได้เต็มความสามารถ และมีคุณภาพงานที่ออกมาตรงตามต้องการ แสดงถึงการมีประสิทธิภาพการผลิตที่ดีนั่นเอง

ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร คือ ตัววัดความสามารถของชิ้นส่วนของอุปกรณ์การที่จะผลิตสินค้าได้ตรงตามมาตรฐานคุณภาพอย่างสม่ำเสมอ ในรอบของการทำงานของอุปกรณ์ที่ได้ถูกกำหนดไว้โดยที่ไม่มีการหยุดชะงักหรือติดขัด บ่งชี้ความสูญเสียซึ่งเป็นสาเหตุจากเครื่องจักร กระบวนการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ ใช้วัด อัตราการใช้เวลาในการทำงาน (Availability Rate, AVAI) อัตราคุณภาพในการผลิต (Quality Rate or First Time Through, FTT) และอัตราของประสิทธิภาพในการทำงาน (Performance Rate or Efficiency, EFC) ของเครื่องจักร

วัตถุประสงค์ในการคำนวณและปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของอุปกรณ์ ซึ่งจะส่งผลให้รายได้เพิ่มขึ้น ต้นทุนต่ำลง จำนวนสินค้าคงคลังต่ำลง (เงินทุนการทำงานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการ) และสินทรัพย์คงที่ต่ำลง (ปรับปรุงประสิทธิภาพการลงทุน) นอกจากนี้จะยังผลให้บริษัทสามารถเพิ่มกำไรให้กับพนักงาน ลูกค้า ผู้ถือหุ้นอีกด้วย

การคำนวณหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร สามารถคำนวณได้จากผลคูณของ อัตราการใช้เวลาในการทำงาน อัตราคุณภาพในการผลิต และอัตราของประสิทธิภาพในการทำงาน ดังสมการที่ 3.1

OEE = อัตราการใช้เวลาในการทำงาน × อัตราคุณภาพในการผลิต × อัตราของประสิทธิภาพในการทำงาน

หรือ $$OEE = AVAI \times FTT \times EFC \quad (3.1)$$

อัตราการใช้เวลาในการทำงาน คือ ปริมาณเวลาที่เครื่องจักรหรือกระบวนการสามารถทำงานได้เปรียบเทียบกับเวลาที่ได้วางแผนไว้ เวลาที่มีอยู่จะถูกกระทบจากการหยุดหรือใช้งานไม่ได้ของเครื่องจักรอุปกรณ์ เวลาในการตั้งเครื่องและปรับแต่งเครื่องมือ การหยุดเล็กๆน้อยๆที่พิสูจน์ได้ โดยเวลาที่ใช้ในการผลิต สามารถคำนวณโดยนำเวลาทำงานจริง หารด้วยเวลาที่มีสุทธิ ตามสูตรการคำนวณ ในสมการที่ 3.2 ซึ่งเวลาการทำงานจริง (Operating Time) คำนวณได้จากสมการที่ 3.3 และเวลาที่มีสุทธิ (Net Availability Time) คำนวณจากสมการที่ 3.4

$$\text{อัตราการใช้เวลาในการทำงาน (Availability Rate)} = \frac{\text{เวลาทำงานจริง (Operating Time)}}{\text{เวลาที่มีสุทธิ (Net Available Time)}} \quad (3.2)$$

$$\text{เวลาทำงานจริง (Operating Time)} = \text{เวลาที่มีได้สุทธิ (Net Availability Time)} - \text{เวลาที่เครื่องจักรหยุด (Down Time)} \quad (3.3)$$

$$\text{เวลาที่มีได้สุทธิ (Net Availability Time)} = \text{เวลาทั้งหมดตามแผน (Total Schedule Time)} - \text{เวลาที่ต้องหยุดเครื่องตามข้อกำหนด (Contractually Required Down Time)} \quad (3.4)$$

โดยเวลาที่เครื่องจักรหยุด หมายรวมถึง การสูญเสียเนื่องจาก การปรับตั้งและการใช้งานไม่ได้ของเครื่องมือเครื่องจักร การปรับแต่ง การสูญเสียเนื่องจากเครื่องมือ การเปลี่ยนรุ่น และการหยุดของเครื่องจักร โดยเวลาที่ต้องหยุดเครื่องตามข้อกำหนด คือ เวลาที่ต้องการหยุดเครื่องจักรตามความเห็นของโรงงาน

อัตราคุณภาพในการผลิต คือ จำนวนของสินค้าที่ตรงตามข้อกำหนดแนวทางคุณภาพ (Quality Guidelines) ในครั้งแรก เปรียบเทียบกับจำนวนสินค้าที่ผลิตทั้งหมด การคำนวณค่าของคุณภาพการผลิต คำนวณได้จากสมการที่ 3.5

$$\text{อัตราคุณภาพในการผลิต (Quality Rate)} = \frac{\text{จำนวนหน่วยที่ผลิตทั้งหมด} - \text{จำนวนที่ไม่ยอมรับ}}{\text{จำนวนหน่วยที่ผลิตทั้งหมด}} \quad (3.5)$$

อัตราของประสิทธิภาพในการทำงาน คือ เวลาที่อุปกรณ์หรือกระบวนการใช้ในการผลิตมีความใกล้เคียงมากน้อยแค่ไหนกับเวลาที่ได้ออกแบบหรือกำหนดไว้ล่วงหน้า ค่าประสิทธิภาพสามารถคำนวณได้โดยนำค่ามาตรฐานหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยค่า A ตามการคำนวณ ในสมการที่ 3.6 ซึ่งค่ามาตรฐานคำนวณได้จากสมการที่ 3.7 และ ค่า A คำนวณได้จากสมการที่ 3.8

$$\text{อัตราของประสิทธิภาพในการทำงาน (Efficiency)} = \frac{\text{ค่ามาตรฐาน (Standard)}}{A} \quad (3.6)$$

$$\text{ค่ามาตรฐาน (Standard)} = \frac{\text{รอบเวลาการทำงาน (Cycle Time)} \times \text{จำนวนพนักงาน}}{3600} \quad (3.7)$$

$$A = \frac{\text{จำนวนคนทำงานจริง} \times \text{เวลาที่ใช้ในการผลิต}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด}} \quad (3.8)$$

3.1.3 สภาพปัญหาเวลาสูญเสียในสายการประกอบกรณีศึกษา

การศึกษาเวลาสูญเสียที่เกิดขึ้นในสายการประกอบกรณีศึกษา ทำการศึกษาจากเอกสารการตรวจเช็คประจำวัน (Check Sheet) และเอกสารการสรุปผลประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ซึ่งสามารถสรุปสาเหตุที่ทำให้เกิดเวลาสูญเสียทั้งหมด 10 กรณี ดังนี้

1. เวลาสูญเสียจากการผลิตงานเสีย (No Goods)
2. เวลาสูญเสียจากปัญหาเครื่องจักร (Machine Problem)
3. เวลาสูญเสียจากการรอชิ้นส่วน (No Parts)
4. เวลาสูญเสียจากการรอการสั่งงานโดยคันบัง (No Kanban)
5. เวลาสูญเสียจากการตรวจของฝ่าย QA (QA Check)
6. เวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต (Change Model)
7. เวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนเครื่องมือหรืออุปกรณ์ (Change Tool)
8. เวลาสูญเสียจากการประชุม (Meeting)
9. เวลาสูญเสียจากการทำความสะอาด 5ส. (5S Cleaning)
10. เวลาสูญเสียจากปัญหาอื่นๆ (Out of Process)

ซึ่งในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2547 ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548 เวลาสูญเสียที่เกิดขึ้นจากสาเหตุต่างๆ แสดงดังตารางที่ 3.2

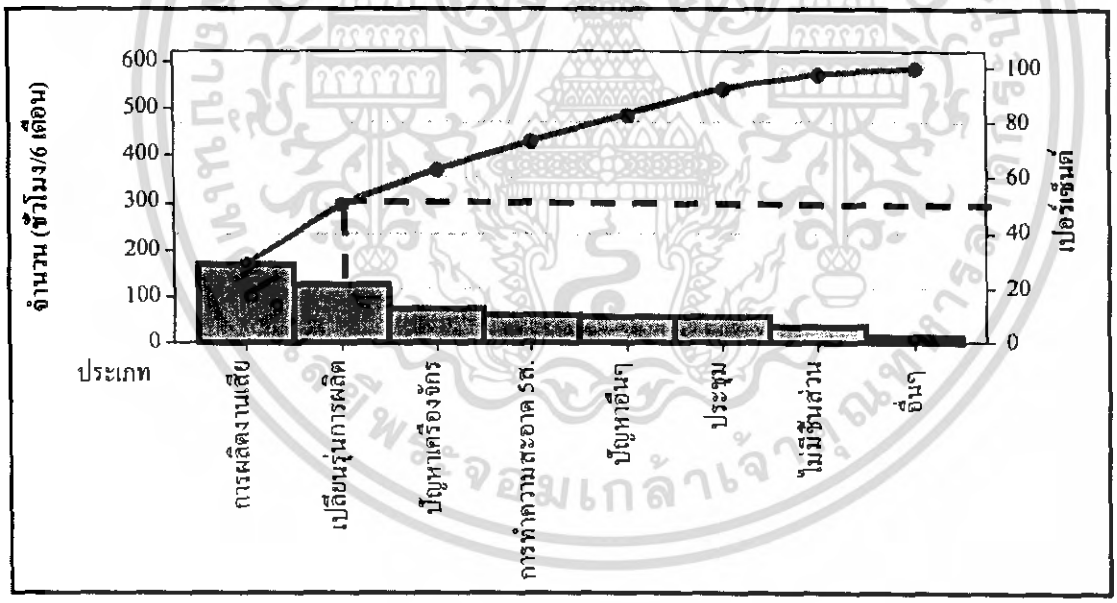
3.2 ขั้นตอนการค้นหาและคัดเลือกแก้ไขปัญหาหลัก

จากข้อมูลในตารางที่ 3.2 ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาสร้างเป็นแผนภูมิพาเรโต ดังรูปที่ 3.2 โดยทำการเรียงข้อมูลจากข้อมูลสาเหตุที่มีความถี่ในการเกิดเวลาสูญเสียในสายการผลิตมากไปหาน้อย และทำการคำนวณค่าความถี่สะสมของข้อมูลแต่ละชั้น พร้อมทั้งคำนวณหาค่าร้อยละสะสม (Cumulative Percentage) ของข้อมูล การจัดทำแผนภูมิพาเรโตนี้เพื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดเวลาสูญเสีย ซึ่งจะเป็นส่วนในการตัดสินใจในการเลือกสาเหตุมาทำการวางแผนในการแก้ไขปัญหาเวลาสูญเสียในสายการประกอบกรณีศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ปริมาณเวลาสูญเสียของแต่ละประเภท ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2547 – เดือนพฤษภาคม 2548

ประเภทของเวลาสูญเสีย	เวลาสูญเสีย (ชั่วโมง)						
	ธ.ค. 2547	ม.ค. 2548	ก.พ. 2548	มี.ค. 2548	เม.ย. 2548	พ.ค. 2548	รวม
การผลิตงานเสีย	27.04	33.44	17.35	50.08	27.32	15.30	170.53
ปัญหาเครื่องจักร	11.08	8.67	10.25	19.50	13.08	12.17	74.75
ไม่มีชิ้นส่วน	9.75	3.17	9.50	3.25	6.00	1.08	32.75
ไม่มีกันบัง	4.67	0.33	0.92	0.83	0.00	0.00	6.75
การตรวจของ QA	0.00	0.25	0.58	0.83	1.67	0.50	3.83
เปลี่ยนรุ่นการผลิต	15.75	18.08	16.50	35.08	15.67	25.67	126.75
เปลี่ยนเครื่องมือ	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25
ประชุม	9.83	9.58	6.83	10.25	8.75	9.50	54.75
การทำความสะอาด 5ส.	9.08	10.33	8.58	14.67	9.17	8.50	60.33
อื่นๆ	23.08	9.17	11.33	3.83	5.25	4.67	57.33
รวม	110.54	93.03	81.85	138.33	86.90	77.38	588.03



รูปที่ 3.2 แผนภูมิพาเรโตแสดงเวลาสูญเสียอันเกิดมาจากสาเหตุต่างๆในสายการประกอบกรณีศึกษา

ซึ่งจากรูปที่ 3.2 จะเห็นว่าสาเหตุของการเกิดเวลาสูญเสียประมาณ 50% เกิดจากสาเหตุ 2 อันดับแรกคือ การผลิตงานเสีย และการเปลี่ยนรุ่นการผลิต ซึ่งหากขจัดหรือลดเวลาสูญเสียจาก 2 สาเหตุหลักนี้ลงได้ ก็จะสามารถทำการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้มากกว่า ผู้วิจัยจึงสรุปที่จะแก้ไขปัญหาเวลาสูญเสียที่มีสาเหตุมาจาก 2 สาเหตุดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนการวางแผนการแก้ปัญหาเวลาสูญเสียในสายการผลิต

การวางแผนการแก้ปัญหาเวลาสูญเสียในสายการผลิต ผู้วิจัยได้ทำการวางแผนการแก้ปัญหาตามการวิเคราะห์หาสาเหตุหลัก คือ การแก้ไขปัญหาเวลาสูญเสียจากการผลิตงานเสีย และ การแก้ไขปัญหาเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิตโดยมีระยะเวลาในการดำเนินการ ทั้งหมด 10 เดือน คือ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2548 ถึงเดือน มีนาคม 2549 แสดงดังแผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart) ตารางที่ 3.3 แสดงเวลาในการดำเนินการแก้ปัญหา

ตารางที่ 3.3 แผนภูมิแกนต์แสดงการดำเนินการแก้ไขปัญหาเวลาสูญเสียในสายการประกอบ

หัวข้อ	ขั้นตอนการดำเนินการ		เวลาตาม	พ.ศ. 2548							พ.ศ. 2549		
				มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1.	สำรวจสภาพปัจจุบันและค้นหาสาเหตุของปัญหา		แผน										
			จริง										
2.	วิเคราะห์ วางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหา		แผน										
			จริง										
	2.1	เวลาสูญเสียจากปัญหาการผลิตงานเสีย											
	2.1.1	ศึกษาสภาพปัจจุบัน และรวบรวมข้อมูลสำคัญในการแก้ปัญหาเวลาสูญเสียจากการผลิตงานเสีย	แผน										
			จริง										
	2.1.2	วิเคราะห์หาสาเหตุในการเกิดการผลิตงานเสีย	แผน										
			จริง										
	2.1.3	เสนอแนวทางแก้ไข และประเมินความเป็นไปได้ในการแก้ไข	แผน										
			จริง										
	2.1.4	ดำเนินการแก้ไขและวางแผนการจัดการและประเมินการใช้ทรัพยากร	แผน										
			จริง										
	2.2	เวลาสูญเสียจากปัญหาการเปลี่ยนรุ่นการผลิต											
	2.2.1	ศึกษาสภาพปัจจุบันเกี่ยวกับการเปลี่ยนรุ่นการผลิต	แผน										
			จริง										
	2.2.2	แบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็นกิจกรรมย่อย แบ่งเป็นกิจกรรมการปรับตั้งภายในและภายนอก	แผน										
			จริง										
	2.2.3	รวบรวมข้อมูลสำคัญในการแก้ปัญหาการเปลี่ยนรุ่นการผลิต	แผน										
			จริง										
	2.2.4	การวิเคราะห์และสรุปหาวิธีการในการลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิต	แผน										
			จริง										
	2.2.5	ดำเนินการแก้ไขและวางแผนการจัดการและประเมินการใช้ทรัพยากร	แผน										
			จริง										
3.	การควบคุมและรวบรวมข้อมูลการดำเนินการแก้ไข		แผน										
			จริง										
4.	การสรุปผลดำเนินการแก้ไข		แผน										
			จริง										

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ขั้นตอนการวางแผน และวิเคราะห์สาเหตุการแก้ปัญหาเวลาสูญเสียจากการผลิตงานเสีย

ในขั้นตอนการวางแผนและวิเคราะห์สาเหตุการแก้ปัญหาเวลาสูญเสียจากการผลิตงานเสีย ผู้วิจัยได้ดำเนินการวางแผนและวิเคราะห์ ตามลำดับขั้นตอนที่วางแผนในหัวข้อที่ 3.3 ดังนี้

1. การศึกษาสภาพปัจจุบันในการผลิตงานเสียผลิตของสายการประกอบกรณีศึกษา
2. การวิเคราะห์หาสาเหตุ และหาแนวทางแก้ไข
3. การประมวลผล และวิเคราะห์การแก้ไข

3.4.1 การศึกษาสภาพปัจจุบันในการผลิตงานเสียของสายการประกอบกรณีศึกษา

การศึกษาสภาพปัจจุบันในการผลิตงานเสียของสายการประกอบกรณีศึกษา ทำโดยทำการศึกษาแผนผังการทำงาน สังเกตจากสถานที่จริง เก็บข้อมูลและสอบถามผู้เกี่ยวข้อง เมื่อทำการสำรวจสภาพการทำงานที่สถานที่ทำงานจริง ประกอบกับการเก็บข้อมูลของทางบริษัท พบว่าเวลาสูญเสียที่เกิดจากการผลิตชิ้นงานเสีย มีสาเหตุมาจากการผลิตงานเสียทั้งหมด 26 ชนิด มีสาเหตุการเกิดแตกต่างกัน เกิดกับชิ้นส่วนที่แตกต่างกัน และมีจำนวน ครั้งที่เกิดต่างกันด้วย ดังแสดงตามตารางที่ 3.4 เช่น การผลิตงานเสียลำดับที่ 5 ของตารางซึ่งเป็นการผลิตงานเสียประเภท ลมรั่ว ในช่วงเดือน มิถุนายน – พฤศจิกายน 2548 เกิดปัญหาลมรั่วจำนวน 654 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วเกิดประมาณ 109 ครั้งต่อเดือน หรือ การผลิตงานเสียลำดับที่ 23 ของตารางซึ่งเป็นการผลิตงานเสียประเภท การประกอบเซอร์คลิปผิดพลาด ในช่วงเดือน มิถุนายน – พฤศจิกายน 2548 เกิดปัญหาการประกอบเซอร์คลิปผิดพลาดจำนวน 1,206 ครั้ง คิดเฉลี่ยแล้วเกิดประมาณ 201 ครั้งต่อเดือน เป็นต้น

ตารางที่ 3.4 จำนวนครั้งที่เกิดปัญหาการผลิตงานเสีย ช่วงเดือนมิถุนายน – พฤศจิกายน 2548

ลำดับที่	ประเภทของงานเสีย	จำนวน (ครั้ง)	จำนวน (ครั้ง/เดือน)
1	แรงบิดหมุนสูงกว่ากำหนด (Rotation Over spec)	9	1.50
2	แรงบิดหมุนต่ำกว่ากำหนด (Rotation Lower Spec)	0	0
3	แรงบิดหมุนกลับสูงกว่ากำหนด (Reverse Over Spec)	0	0
4	แรงบิดหมุนกลับต่ำกว่ากำหนด (Reverse Lower Spec)	7	1.17
5	ลมรั่ว (Air Leak)	654	109.00
6	ความเท่ากันของการหมุนไป - กลับ (Symmetry)	1,281	213.50
7	การหมุนคืนกลับ (Hysterisys)	0	0
8	เสียงการไหลของน้ำมัน (Flow Noise)	83	13.83
9	น้ำหนักกดด้านขวา (R-Load)	0	0
10	การทดสอบการหมุนไปทางขวาของ พีเนียนวาล์ว (R-Varition FWD)	526	87.67
11	การทดสอบการหมุนไปทางซ้ายของ พีเนียนวาล์ว (L-Varition FWD)	355	59.17
12	ความผิดปกติจากแรงบิดด้านซ้าย (L-Torque)	493	82.17
13	ความผิดปกติจากแรงบิดด้านขวา (R-Torque)	703	117.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ประเภทของงานเสีย	จำนวน (ครั้ง)	จำนวน (ครั้ง/เดือน)
14	ค่าแรงดันต่อแรงบิดทางซ้ายไม่ได้ตามกำหนด (L-HIS)	21	3.50
15	ค่าแรงดันต่อแรงบิดทางขวาไม่ได้ตามกำหนด (R-HIS)	55	9.17
16	การทดสอบการหมุนกลับทางขวาของ แรคบาร์ (R-Varition REV)	198	33.00
17	การทดสอบการหมุนกลับทางซ้ายของ แรคบาร์ (L-Varition REV)	104	17.33
18	M/B ขาด	0	0
19	การทดสอบน้ำมัน (Test Oil)	1	0.17
20	ประกอบงานใน กระบวนการ แล้วทำให้ชิ้นส่วนเสีย	328	54.67
21	แก้ไขงานเสียงาน (FIFTT)	49	8.17
22	แก้ไขงานทดสอบไม่ผ่าน (QA, PE, PC)	61	10.17
23	การประกอบเซอร์คลิป (Circlip) ผิดพลาด	1,206	201.00
24	แก้ไขปัญหาจากวาล์ว (Rework Valve)	15	2.50
25	งานเสียจากการทดสอบการหมุนไป-กลับของ แรคบาร์ (FRW-REV NG)	0	0
26	โอริง (O-Ring) เปลื่อย	120	20.00

เมื่อทราบถึงประเภทของสาเหตุการผลิตงานเสียที่มีแต่ละชนิดแล้ว ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเพิ่มเติมของรายละเอียดอื่นๆแต่ละประเภทของงานเสียแต่ละชนิด ว่าเกิดขึ้นที่ส่วนใดของชุดบังคับเลี้ยว เกิดขึ้นที่สถานีประกอบใด เกิดขึ้นได้อย่างไร โดยการสอบถามจากพนักงานที่เกี่ยวข้องและจากการสังเกตของผู้วิจัยเอง

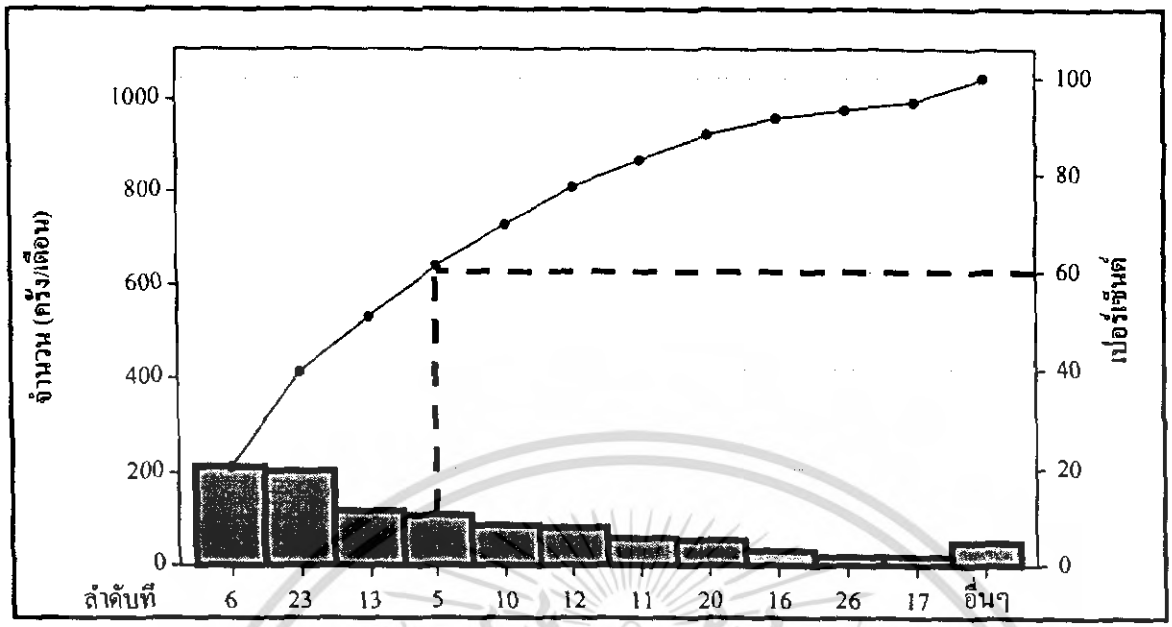
3.4.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุ และหาแนวทางแก้ไข

การวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดการผลิตงานเสีย ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือ 7 แบบของการควบคุมคุณภาพมาประยุกต์ใช้ โดยเลือกใช้แผนภูมิพาเรโต ดังรูปที่ 3.3 เพื่อวิเคราะห์หาลำดับความสำคัญของปัญหาที่ควรจะลงมือแก้ไขก่อน จากนั้นจึงใช้แผนผังสาเหตุและผล (Fish Bone Diagram) (รายละเอียดในภาคผนวก ค) เพื่อมาวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดปัญหานั้นๆ โดยวิเคราะห์ถึงสาเหตุของการเกิดปัญหาจาก 5 สาเหตุหลัก คือ จากพนักงาน เครื่องจักร วิธีการปฏิบัติงาน วัตถุดิบและสิ่งแวดล้อม (หลัก 4M 1E)

ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากแผนภูมิพาเรโต ทำให้ผู้วิจัยตัดสินใจที่จะแก้ไขปัญหาทั้งหมด 3 ปัญหาหลักดังนี้

1. การลดความสูญเสียจากการตั้งค่าแรงกดระหว่างแรคบาร์ (Rack Bar) และ ซับพอร์ต โยค (Support Yoke) ไม่ได้มาตรฐาน
2. การลดความสูญเสียจากการประกอบเซอร์คลิป ผิดพลาด
3. การลดความสูญเสียจากปัญหาลมรั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ตัวเลขของลำดับที่ ที่เป็นลำดับของประเภทการผลิตงานเสีย อ้างอิงจากตารางที่ 3.4

รูปที่ 3.3 แผนภูมิพาเรโตแสดงลำดับสาเหตุจากการผลิตงานเสีย

3.4.3 การประมวลผล และวิเคราะห์การแก้ไข

การประมวลผลเป็นการจัดลำดับความสำคัญ เพื่อคัดเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหา ซึ่งผู้วิจัยคำนึงถึงปัจจัย 3 ด้านอันได้แก่ ด้านเงินลงทุน ด้านความเป็นไปได้ และด้านผลกระทบ โดยรายละเอียดและเกณฑ์ ในการให้คะแนนได้แสดงไว้ในภาคผนวก ฉ และการให้คะแนนเพื่อคัดเลือกแนวทางในการแก้ไขปัญหาแต่ละข้อนั้นผู้วิจัยได้ทำการประชุมสอบถามความเป็นไปได้และความเหมาะสมในการให้คะแนนกับผู้ที่มีประสบการณ์ในการแก้ไขปัญหา ได้แก่ วิศวกรฝ่ายผลิต หัวหน้าสายการผลิต และพนักงานในสายการผลิต ในบริษัทกรณีศึกษาดังกล่าว ซึ่งได้ผลการประมวลผล ดังตารางที่ ผง 5

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และติดตามการแก้ไขตามข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นตัวกำหนดว่าการเสนอแนะที่ได้ทำการเสนอแนะแก้ไขไป เป็นการแก้ไขที่ถูกต้องตรงตามสาเหตุที่ทำให้เกิดการผลิตงานเสียประเภทดังกล่าวหรือไม่ โดยทำการวิเคราะห์แยกตามประเภทของสาเหตุการผลิตงานเสียที่ทำการเสนอแนะดังนี้

3.4.3.1 <u>การลดการผลิตงานเสียจากการตั้งค่าแรงกดระหว่างแรคบาร์และ ซับพอร์ตโยค</u>

การตั้งค่าแรงกดระหว่างแรคบาร์ และซับพอร์ตโยค จะทำการตั้งค่าแรงกด ที่มาตรฐาน 0.08 – 0.1 นิวตันเมตร ซึ่งการตั้งค่าแรงกดระหว่างแรคบาร์และซับพอร์ตโยคที่ไม่ได้มาตรฐานนั้น จะมีผลต่อการทดสอบงานซึ่งจะแสดงถึงงานเสีย โดยพบจากเครื่องทำการทดสอบ 2 เครื่อง คือ

1) การทดสอบการหมุนไป-กลับของ แรคบาร์

การทดสอบการหมุนไปกลับของแรคบาร์ เป็นการทดสอบความเข้ากันได้ของฟันเฟืองขั้นต้น ของแรคบาร์และพีเนียนวาล์ว รวมถึงเป็นการตรวจสอบความเป็นระนาบของแรคบาร์ ซึ่งจะเช็คโดยการแสดงกราฟระหว่างค่า กำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิด (Torque) และ แรงดันของน้ำมัน (Oil Pressure) ที่ได้จากทั้งสองด้านของชุดบังคับเลี้ยว ว่าได้ค่าตามที่ตั้งไว้ตามข้อกำหนดทางเทคนิคที่ได้จากงานแม่แบบ (Master) หรือไม่

สาเหตุการเกิดความผิดปกติจากชิ้นงาน ที่ตรวจพบได้จากการทดสอบนี้

1. การทดสอบการหมุนไปทางขวาของ พีเนียนวาล์ว (R Average FWD)
2. การทดสอบการหมุนไปทางซ้ายของ พีเนียนวาล์ว (L Average FWD)
3. การทดสอบการหมุนกลับทางขวาของ แรคบาร์ (R Variation RWV)
4. การทดสอบการหมุนกลับทางซ้ายของ แรคบาร์ (R Variation RWV)

2) เครื่องทดสอบ การทดสอบคุณสมบัติ สัดส่วนแรงดันน้ำมัน

การทดสอบ การทดสอบคุณสมบัติ สัดส่วนแรงดันน้ำมัน เป็นการทดสอบความเข้ากันได้ของฟันเฟืองโดยละเอียด ระหว่าง แรคบาร์กับพีเนียนวาล์ว และทำการแสดงกราฟระหว่างค่า กำลังบิด และ แรงดันของน้ำมัน ที่ได้จากทั้งสองด้านของชุดบังคับเลี้ยว ว่าได้ค่าตามที่ตั้งไว้ตามข้อกำหนดทางเทคนิคจากงานแม่แบบ หรือไม่

สาเหตุการเกิดความผิดปกติจากชิ้นงาน ที่ตรวจพบได้จากการทดสอบนี้

1. ความเท่ากันของการหมุนไปกลับ (Symmetry)
2. เสียงผิดปกติจากการไหลของน้ำมัน (Flow Noise)
3. ความผิดปกติจากแรงบิดด้านขวา (R-Torque)
4. ความผิดปกติจากแรงบิดด้านซ้าย (L-Torque)
5. ค่าแรงดันต่อแรงบิดทางขวาไม่ได้ตามกำหนด (R-His)
6. ค่าแรงดันต่อแรงบิดทางซ้ายไม่ได้ตามกำหนด (L-His)

ในขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการแก้ไข ผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis: MSA) มาช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุการตั้งค่าแรงกดไม่ได้มาตรฐาน ว่ามีสาเหตุมาจากพนักงานหรือเครื่องมือการวัด โดยออกแบบการทดลองโดยใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยและพิสัย (ใช้การทดลองแบบ 5×3×2) นั่นคือใช้จำนวนชิ้นงานตัวอย่างจำนวน 5 ชิ้น ใช้จำนวนผู้ทำการทดลองจำนวน 3 คน และทำการวัดชิ้นงานชิ้นเดียวกันจำนวน 2 ครั้ง ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 3.5, 3.6 และ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 แสดงผลการทดลองโดยใช้ไดอัลเกจตัวที่ 1

ผู้ทำการวัด	ครั้งที่	แรงกด (นิวตัน-เมตร) ชิ้นงานที่ 1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย
ก	1	0.0650	0.1350	0.1000	0.0450	0.1150	0.0920
	2	0.0700	0.1300	0.0950	0.0550	0.1150	0.0930
ค่าเฉลี่ย		0.0675	0.1325	0.0975	0.0500	0.1150	0.0925
พิสัย		0.0050	0.0050	0.0050	0.0100	0	0.0050
ข	1	0.0450	0.1150	0.0850	0.0400	0.1050	0.0780
	2	0.0500	0.1100	0.0750	0.0450	0.1150	0.0790
ค่าเฉลี่ย		0.0475	0.1125	0.0800	0.0425	0.1100	0.0785
พิสัย		0.0050	0.0050	0.0100	0.0050	0.0100	0.0070
ค	1	0.0600	0.1150	0.0850	0.0500	0.1150	0.0850
	2	0.0550	0.1250	0.0900	0.0550	0.1100	0.0870
ค่าเฉลี่ย		0.0575	0.1200	0.0875	0.0525	0.1125	0.0860
พิสัย		0.0050	0.0100	0.0050	0.0050	0.0050	0.0060
ค่าเฉลี่ยของชิ้นงาน		0.0575	0.1217	0.0883	0.0483	0.1125	0.0857
ค่าพิสัยของค่าเฉลี่ยชิ้นงาน							0.0733
ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยพิสัย, $\bar{\bar{R}}$							0.0060
ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย							0.0140
ค่าขีดจำกัดควบคุมด้านบน, UCL_R = ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยพิสัย×D_4*							0.0196
ค่าขีดจำกัดควบคุมด้านล่าง, LCL_R = ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยพิสัย×D_3*							0

*หมายเหตุ: ค่า D_4 และ D_3 เป็นค่าคงที่ ที่สามารถหาได้จากตารางพารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อใช้สร้างแผนภูมิควบคุมสำหรับค่าวัด (รายละเอียดในภาคผนวก จ)

ค่าความสามารถในการวัดซ้ำ (Repeatability) หรือ ค่าความแปรผันของเครื่องมือ (Equipment Variation: EV)

$$EV = \bar{\bar{R}} \times K_1 \quad (3.9)$$

โดย K_1 = 4.56 (สำหรับการวัดชิ้นงานซ้ำ 2 ครั้ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$EV = 0.0060 \times 4.56$$

$$= 0.0274$$

ค่าความสามารถในการทำซ้ำ (Reproducibility) หรือ ค่าความแปรผันของผู้วัด (Appraiser Variation: AV)

$$AV = \sqrt{(\bar{x}_{diff} \times K_2)^2 - (\frac{EV^2}{nr})} \quad (3.10)$$

โดย K_2 = 2.70 (สำหรับจำนวนผู้ทำการทดลอง 3 คน)

n = จำนวนของชิ้นงาน

r = จำนวนที่วัดชิ้นงานซ้ำ

$$AV = \sqrt{(0.0140 \times 2.70)^2 \times (\frac{0.0274^2}{5 \times 2})}$$

$$= 0.0368$$

ค่าความสามารถในการวัดซ้ำและ ค่าความสามารถในการทำซ้ำ (Repeatability and Reproducibility, R&R)

$$R\&R = \sqrt{(EV^2 + AV^2)} \quad (3.11)$$

$$R\&R = \sqrt{(0.0274^2 + 0.0368^2)}$$

$$= 0.0459$$

ค่าความความแปรผันของชิ้นงาน (Part Variation: PV)

$$PV = R_p \times K_3 \quad (3.12)$$

โดย R_p = ค่าพิสัยของค่าเฉลี่ยชิ้นงาน

K_3 = 2.08 (สำหรับจำนวนชิ้นงานตัวอย่าง 5 ชิ้น)

$$PV = 0.0733 \times 2.08$$

$$= 0.1525$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความแปรผันรวม (Total Variation: TV)

$$TV = \sqrt{(R\&R^2 + PV^2)} \quad (3.13)$$

$$TV = \sqrt{(0.0459^2 + 0.1525^2)}$$

$$= 0.1593$$

เปอร์เซ็นต์ของค่าความแปรผันของเครื่องมือ (%EV)

$$\%EV = 100\left(\frac{EV}{TV}\right) \quad (3.14)$$

$$\%EV = 100\left(\frac{0.0274}{0.1593}\right)$$

$$= 17.1773$$

เปอร์เซ็นต์ของค่าความแปรผันของผู้วัด (%AV)

$$\%AV = 100\left(\frac{AV}{TV}\right) \quad (3.15)$$

$$\%AV = 100\left(\frac{0.0368}{0.1593}\right)$$

$$= 23.0977$$

เปอร์เซ็นต์ของค่าความสามารถในการวัดซ้ำและค่าความสามารถในการทำซ้ำ (%R&R)

$$\%R\&R = 100\left(\frac{R\&R}{TV}\right) \quad (3.16)$$

$$\%R\&R = 100\left(\frac{0.0459}{0.1593}\right)$$

$$= 28.7858$$

เปอร์เซ็นต์ค่าความความแปรผันของชิ้นงาน (%PV)

$$\%PV = 100\left(\frac{PV}{TV}\right) \quad (3.17)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\%PV = 100\left(\frac{0.1525}{0.1593}\right)$$

$$= 95.7434$$

ตารางที่ 3.6 แสดงผลการทดลองโดยใช้ไดอัลเกจตัวที่ 2

ผู้ทำการวัด	ครั้งที่	แรงกด (นิวตัน-เมตร) ชิ้นงานที่					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
ก	1	0.1450	0.0750	0.0600	0.1200	0.0850	0.0970
	2	0.1250	0.0850	0.0650	0.1050	0.0900	0.0940
ค่าเฉลี่ย		0.1350	0.0800	0.0625	0.1125	0.0875	0.0955
พิสัย		0.0200	0.0100	0.0050	0.0150	0.0050	0.0110
ข	1	0.1150	0.0650	0.0450	0.0950	0.0650	0.0770
	2	0.1200	0.0750	0.0400	0.0900	0.0750	0.0800
ค่าเฉลี่ย		0.1175	0.0700	0.0425	0.0925	0.0700	0.0785
พิสัย		0.0050	0.0100	0.0050	0.0050	0.0100	0.0070
ค	1	0.1300	0.0800	0.0500	0.1050	0.0800	0.0890
	2	0.1350	0.0850	0.0450	0.1050	0.0700	0.0880
ค่าเฉลี่ย		0.1325	0.0825	0.0475	0.1050	0.0750	0.0885
พิสัย		0.0050	0.0050	0.0050	0	0.0100	0.0050
ค่าเฉลี่ยของชิ้นงาน		0.1283	0.0775	0.0508	0.1033	0.0775	0.0875
ค่าพิสัยของค่าเฉลี่ยชิ้นงาน							0.0775
ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยพิสัย, $\bar{\bar{R}}$							0.0077
ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย							0.0170
ค่าขีดจำกัดควบคุมด้านบน, UCL_R = ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยพิสัย×D_4							0.0251
ค่าขีดจำกัดควบคุมด้านล่าง, LCL_R = ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยพิสัย×D_3							0

ค่าความสามารถในการวัดซ้ำ หรือ ค่าความแปรผันของเครื่องมือ (EV)

จากสมการที่ 3.9 $EV = \bar{\bar{R}} \times K_1$

$EV = 0.0077 \times 4.56$

$= 0.0350$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความสามารถในการทำซ้ำหรือ ค่าความแปรผันของผู้วัด (AV)

จากสมการที่ 3.10 $$AV = \sqrt{(\bar{x}_{diff} \times K_2)^2 - (\frac{EV^2}{nr})}$$

$$AV = \sqrt{(0.0170 \times 2.70)^2 \times (\frac{0.0350^2}{5 \times 2})}$$

$$= 0.0446$$

ค่าความสามารถในการวัดซ้ำและ ค่าความสามารถในการทำซ้ำ (R&R)

จากสมการที่ 3.11 $$R\&R = \sqrt{(EV^2 + AV^2)}$$

$$R\&R = \sqrt{(0.0350^2 + 0.0446^2)}$$

$$= 0.0566$$

ค่าความความแปรผันของชิ้นงาน (PV)

จากสมการที่ 3.12 $$PV = R_p \times K_3$$

$$PV = 0.0775 \times 2.08$$

$$= 0.1612$$

ค่าความแปรผันรวม (TV)

จากสมการที่ 3.13 $$TV = \sqrt{(R\&R^2 + PV^2)}$$

$$TV = \sqrt{(0.0566^2 + 0.1612^2)}$$

$$= 0.1709$$

เปอร์เซ็นต์ของค่าความแปรผันของเครื่องมือ (%EV)

จากสมการที่ 3.14 $$\%EV = 100(\frac{EV}{TV})$$

$$\%EV = 100(\frac{0.0350}{0.1709})$$

$$= 20.4729$$

เปอร์เซ็นต์ของค่าความแปรผันของผู้วัด (%AV)

จากสมการที่ 3.15 $$\%AV = 100(\frac{AV}{TV})$$

$$\%AV = 100(\frac{0.0446}{0.1709})$$

$$= 26.0740$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ของค่าความสามารถในการวัดซ้ำและค่าความสามารถในการทำซ้ำ (%R&R)

จากสมการที่ 3.16

$$\%R\&R = 100\left(\frac{R\&R}{TV}\right)$$

$$\%R\&R = 100\left(\frac{0.0566}{0.1709}\right)$$

$$= 33.1500$$

เปอร์เซ็นต์ค่าความความแปรผันของชิ้นงาน (%PV)

จากสมการที่ 3.17

$$\%PV = 100\left(\frac{PV}{TV}\right)$$

$$\%PV = 100\left(\frac{0.1612}{0.1709}\right)$$

$$= 94.3463$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 แสดงผลการทดลองโดยใช้ไดอัลเกจตัวที่ 3

ผู้ทำการวัด	ครั้งที่	แรงกด (นิวตัน-เมตร) ชิ้นงานที่					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
ก	1	0.0700	0.0850	0.0650	0.1050	0.0900	0.0830
	2	0.0750	0.0950	0.0600	0.1200	0.0850	0.0870
ค่าเฉลี่ย		0.0725	0.0900	0.0625	0.1125	0.0875	0.0850
พิสัย		0.0050	0.0100	0.0050	0.0150	0.0050	0.0080
ข	1	0.0600	0.0800	0.0450	0.1000	0.0850	0.0740
	2	0.0550	0.0750	0.0400	0.1000	0.0950	0.0730
ค่าเฉลี่ย		0.0575	0.0775	0.0425	0.1000	0.0900	0.0735
พิสัย		0.0050	0.0050	0.0050	0	0.0100	0.0050
ค	1	0.0650	0.0900	0.0400	0.1050	0.0750	0.0750
	2	0.0650	0.0950	0.0500	0.1150	0.0800	0.0810
ค่าเฉลี่ย		0.0650	0.0925	0.0450	0.1100	0.0775	0.0780
พิสัย		0	0.0050	0.0100	0.0100	0.0050	0.0060
ค่าเฉลี่ยชิ้นงาน		0.0650	0.0867	0.0500	0.1075	0.0850	0.0788
ค่าพิสัยของค่าเฉลี่ยชิ้นงาน							0.0575
ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยพิสัย, $\bar{\bar{R}}$							0.0063
ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย							0.0115
ค่าขีดจำกัดควบคุมด้านบน, UCL_R = ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยพิสัย×D_4							0.0207
ค่าขีดจำกัดควบคุมด้านล่าง, LCL_R = ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยพิสัย×D_3							0

ค่าความสามารถในการวัดซ้ำ หรือ ค่าความแปรผันของเครื่องมือ (EV)

จากสมการที่ 3.9 $EV = \bar{\bar{R}} \times K_1$

$EV = 0.0063 \times 4.56$

$= 0.0289$

ค่าความสามารถในการทำซ้ำ หรือ ค่าความแปรผันของผู้วัด (AV)

จากสมการที่ 3.10 $AV = \sqrt{(\bar{x}_{diff} \times K_2)^2 - (\frac{EV^2}{nr})}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$AV = \sqrt{(0.0115 \times 2.70)^2 \times (\frac{0.0289^2}{5 \times 2})}$$

$$= 0.0297$$

ค่าความสามารถในการวัดซ้ำ และ ค่าความสามารถในการทำซ้ำ (R&R)

จากสมการที่ 3.11

$$R\&R = \sqrt{(EV^2 + AV^2)}$$

$$R\&R = \sqrt{(0.0289^2 + 0.0297^2)}$$

$$= 0.0414$$

ค่าความความแปรผันของชิ้นงาน (PV)

จากสมการที่ 3.12

$$PV = R_p \times K_3$$

$$PV = 0.0575 \times 2.08$$

$$= 0.1196$$

ค่าความแปรผันรวม (TV)

จากสมการที่ 3.13

$$TV = \sqrt{(R\&R^2 + PV^2)}$$

$$TV = \sqrt{(0.0414^2 + 0.1196^2)}$$

$$= 0.1266$$

เปอร์เซ็นต์ของค่าความแปรผันของเครื่องมือ (%EV)

จากสมการที่ 3.14

$$\%EV = 100(\frac{EV}{TV})$$

$$\%EV = 100(\frac{0.0289}{0.1266})$$

$$= 22.8034$$

เปอร์เซ็นต์ของค่าความแปรผันของผู้วัด (%AV)

จากสมการที่ 3.15

$$\%AV = 100(\frac{AV}{TV})$$

$$\%AV = 100(\frac{0.0297}{0.1266})$$

$$= 23.4513$$

เปอร์เซ็นต์ของค่าความสามารถในการวัดซ้ำและค่าความสามารถในการทำซ้ำ (%R&R)

จากสมการที่ 3.16

$$\%R\&R = 100(\frac{R\&R}{TV})$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\%R\&R = 100\left(\frac{0.0414}{0.1266}\right)$$

$$= 32.7118$$

เปอร์เซ็นต์ค่าความความแปรผันของชิ้นงาน (%PV)

จากสมการที่ 3.17

$$\%PV = 100\left(\frac{PV}{TV}\right)$$

$$\%PV = 100\left(\frac{0.1196}{0.1266}\right)$$

$$= 94.5006$$

ตารางที่ 3.8 แนวทางในการตัดสินใจยอมรับค่าของ %R&R

% R&R	แนวทางในการตัดสินใจ
%ความผิดพลาดต่ำกว่า 10 %	ระบบการวัดสามารถยอมรับได้
%ความผิดพลาด 10% - 30%	อาจจะสามารถยอมรับได้ขึ้นอยู่กับความสำคัญของการนำไปใช้ ต้นทุนของเครื่องวัด ค่าใช้จ่ายในการซ่อมเครื่องวัด
%ความผิดพลาดมากกว่า 30%	ต้องทำการปรับปรุงระบบการวัด
	ต้องทำการระบุปัญหาที่เกิดขึ้นและทำการแก้ไข

จากผลการทดลองที่ได้จะพบว่าทั้ง 3 การทดลองมีค่าของ % R&R อยู่ที่ 28.79%, 33.15% และ 32.71% เมื่อเทียบกับแนวทางในการตัดสินใจตามตารางที่ 3.8 (อุพร อิ่มนิรันดร, 2543) พบว่าระบบการวัดมีปัญหาต้องทำการปรับปรุง หลังจากนั้นจึงค่าเปรียบเทียบระหว่างเปอร์เซ็นต์ของค่าความแปรผันของเครื่องมือ (%EV) กับเปอร์เซ็นต์ของค่าความแปรผันของผู้วัด (%AV) พบว่าค่ากับเปอร์เซ็นต์ของค่าความแปรผันของผู้วัดมีค่ามากกว่าทั้ง 3 การทดลอง ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการสรุปเพื่อแก้ไขการตั้งค่าแรงกดที่ไม่ได้มาตรฐาน ที่พนักงานตั้งค่าแรงกดดังนี้

1) ฝึกอบรมวิธีการใช้และอ่านเครื่องมือที่ถูกต้องให้พนักงาน

2) อธิบายให้พนักงานเข้าใจและปฏิบัติตามใบแสดงขั้นตอนการทำงาน (Working Instruction)

3) จัดทดสอบความรู้และติดตามตรวจสอบวิธีการปฏิบัติงานของพนักงาน

3.4.3.2 การลดความสูญเสียจากการประกอบเซอร์คลิป ผิดพลาด

การประกอบเซอร์คลิป (Circlip) เข้ากับแรคสตอปเปอร์ (Rack Stopper) จะเป็นการช่วยยึดแรคบาร์ (Rack Bar) แรคบูช (Rack Bush) และแรคสตอปเปอร์ (Rack Stopper) เข้าด้วยกัน ซึ่งการประกอบต้องดันให้เซอร์คลิป ลงล็อคและหันให้ถูกด้าน จึงจะทำให้เซอร์คลิป ไม่หลุดและไม่ถือว่าเป็นการผลิตที่ไม่ทำให้เกิดงานเสีย

ในวิธีดำเนินการแก้ไข โดยวิเคราะห์จากการเสนอแนะโดยการประมวลผลและจัดลำดับความสำคัญในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ไขสาเหตุการประกอบเซอร์คลิปผิดพลาดที่มาจากพนักงานผู้ทำการประกอบและวิธีปฏิบัติงานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) จัดทำตัวอย่างของงานดีและงานเสียแสดงไว้ที่ตำแหน่งการประกอบเซอร์คลิป

2) เพิ่มขั้นตอนการตรวจสอบเซอร์คลิปด้วยสายตาในกระบวนการประกอบ

3.4.3.3 <u>การลดความสูญเสียจากปัญหาลมรั่ว</u>

ปัญหาลมรั่วตรวจพบจากเครื่องทดสอบลมรั่ว (Air Leak Tester Machine) ซึ่งเป็นการทดสอบการรั่วภายในของชุดบังคับเลี้ยวซึ่งจะมีผลต่อการส่งกำลังด้วยระบบไฮโดรลิค การทดสอบด้วยลมเป็นการทดสอบขั้นต้นก่อนการใช้น้ำมันในชุดบังคับเลี้ยว หากว่ามีการรั่วภายในชุดบังคับเลี้ยว จะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ความสมดุลระหว่างแรงดันน้ำมันทั้งสองข้างเสียไป

ในวิธีดำเนินการแก้ไข ผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ไขปัญหาลมรั่วโดยตรวจสอบจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1) ทำการตรวจสอบเครื่องจักรเปล่าโดยการกำหนดค่ามาตรฐานที่แรงดันลม ±10 Pa ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 3.9 ซึ่งผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่า เครื่องทดสอบลมรั่วทั้ง 2 เครื่องอยู่ในภาวะที่ใช้งานได้ตามปกติ

ตารางที่ 3.9 ผลการทดสอบการตรวจสอบเครื่องเปล่า เครื่องทดสอบลมรั่ว

ลำดับ	เครื่องที่ 1			เครื่องที่ 2		
	ค่าที่ได้ (Pa)	ปกติ (OK)	ไม่ปกติ (NG)	ค่าที่ได้ (Pa)	ปกติ (OK)	ไม่ปกติ (NG)
1	6.5	✔		-7.6	✔	
2	8.0	✔		-7.6	✔	
3	5.7	✔		-8.3	✔	
4	6.9	✔		-7.4	✔	
5	7.2	✔		-7.0	✔	
6	6.8	✔		-7.7	✔	
7	5.4	✔		-8.2	✔	
8	7.8	✔		-7.7	✔	
9	8.3	✔		-6.7	✔	
10	7.2	✔		-7.5	✔	

2) ทำการตรวจเช็คโดยการใช้เครื่องทดสอบลมรั่วทั้ง 2 เครื่อง โดยปรับ ค่าไปอยู่ที่ ±20 Pa โดยสภาวะทั้งหมดที่แรงดันลมต้องผ่านคือ เครื่องทดสอบลมรั่ว ความดันลม สายลม และข้อต่อ ซึ่งได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 3.10

สรุปผลการทดสอบ จากการทดลองพบว่าที่เครื่องที่ 2 ค่าที่วัดได้เกินค่ามาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ แสดงว่าเกิดการรั่วที่ข้อต่อและสายลม จึงทำการทดลองโดยทำการทดสอบระบบท่อสายลม ข้อต่อ

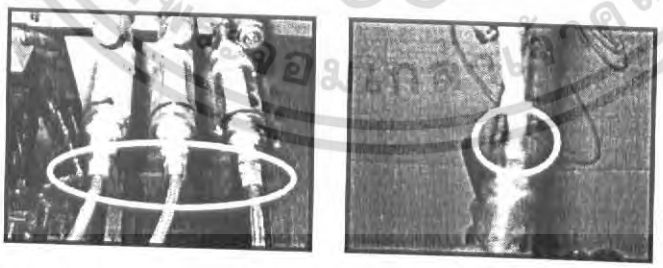
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณหน้าเครื่องและหลังเครื่องทุกจุด โดยวิธีการใช้น้ำสบู่ฉีดบริเวณที่ทำการทดสอบรอยรั่วขณะที่มีการเดินเครื่องทดสอบแรงดันลม ซึ่งหากมีฟองสบู่เกิดขึ้นแสดงว่า มีการรั่วของลมบริเวณนั้น

ซึ่งจากการทดลองการใช้น้ำสบู่ฉีดตรงบริเวณที่ต้องการศึกษา พบว่ารอยรั่วของลมอยู่ตามระบบท่อสายลม และข้อต่อจริง ดังรูปที่ 3.4 และที่ 3.5 จึงเสนอแนวทางแก้ไข โดยให้ทำการเปลี่ยนชุดข้อต่อและสายลมที่ชำรุดทั้งหมด

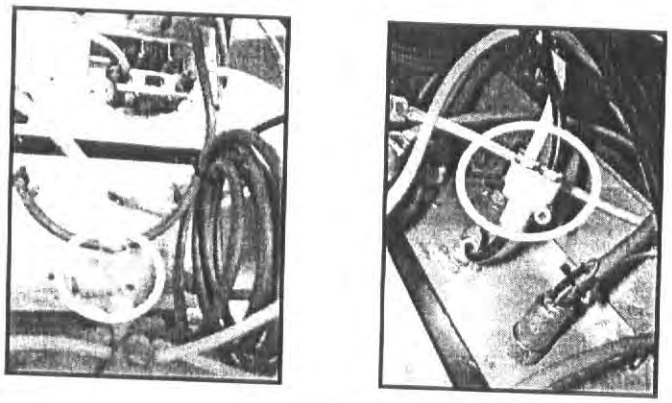
ตารางที่ 3.10 ผลการทดสอบการตรวจสอบ เครื่องทดสอบลมรั่วโดยมีแรงดันลมผ่านสภาวะต่างๆ

ลำดับ	เครื่องที่ 1			เครื่องที่ 2		
	ค่าที่ได้ (Pa)	ปกติ (OK)	ไม่ปกติ (NG)	ค่าที่ได้ (Pa)	ปกติ (OK)	ไม่ปกติ (NG)
1	-7.9	✔		-14	✔	
2	-11.7	✔		-5.5	✔	
3	3	✔		-25.8		✔
4	5.3	✔		-7.4	✔	
5	4	✔		-35.1		✔
6	-4.5	✔		-10.5	✔	
7	-0.1	✔		-8.2	✔	
8	-6.4	✔		-7.7	✔	
9	3.3	✔		-6.9	✔	
10	-0.3	✔		-29.5		✔



รูปที่ 3.4 แสดงการรั่วของลมบริเวณข้อต่อตาไก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แสดงการรั่วของลมบริเวณข้อต่อและสายลม

3) ทำการตรวจเช็คคอปเปอร์จอย (Couper Joint) โดยใช้น้ำตรวจสอบการรั่วของคอปเปอร์จอย ใช้เครื่องมือกดบริเวณหัวของคอปเปอร์จอยเพื่อตรวจสอบสิ่งสกปรกตกค้าง ตรวจสอบสภาพด้านนอกของหัวคอปเปอร์จอยด้วยสายตาและตรวจสอบสภาพโอริง (O-Ring) ด้วยสายตา

ผลการทดสอบ พบว่ามีการรั่วของคอปเปอร์จอย 6 อัน และพบว่ามีเศษเหล็กติดอยู่บริเวณหัวของคอปเปอร์จอยจำนวน 5 อัน อีกทั้งบริเวณหัวของคอปเปอร์จอยมีการชำรุดเนื่องจากการใช้งานมานานจำนวน 4 อัน และมีการขาดของโอริงจำนวน 6 อัน ดังรูปที่ 3.6

จึงทำการเสนอแนวทางแก้ไข โดยให้เปลี่ยนคอปเปอร์จอยที่มีการรั่ว ชำรุด โอริงขาดใหม่ทั้งหมด และทำความสะอาดคอปเปอร์จอยที่มีสิ่งสกปรกอุดตัน

รูปที่ 3.6 แสดงการชำรุดของคอปเปอร์จอย

3.5 ขั้นตอนการวางแผน และวิเคราะห์สาเหตุการแก้ปัญหาเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต

ในขั้นตอนการวางแผนและวิเคราะห์สาเหตุการแก้ปัญหาเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต ผู้วิจัยได้ดำเนินการวางแผนและวิเคราะห์ ตามลับดับขั้นตอนที่วางแผนในหัวข้อ 3.3 ดังนี้

1. การศึกษาสภาพปัจจุบันในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของสายการผลิตกรณีศึกษา
2. การแยกขั้นตอนการทำงานออกเป็นกิจกรรมย่อย และทำการรวบรวมข้อมูลสำคัญ
3. วิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขและสรุปแนวทางการเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1 การศึกษาสภาพปัจจุบันในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของสายการประกอบกรณีศึกษา

ในการศึกษาสภาพปัจจุบันในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต ทางผู้วิจัยทำการศึกษาโดยอาศัยข้อมูล 2 ทาง คือจากการสังเกตการณ์ในสายการผลิตกรณีศึกษา และการสอบถามวิศวกร และหัวหน้าสายการผลิตดังกล่าว สรุปได้ดังนี้

3.5.1.1 <u>เครื่องจักรที่มีการเปลี่ยนรุ่นการผลิต</u>

เมื่อมีการเปลี่ยนรุ่นการผลิตเครื่องจักรที่มีการเปลี่ยนรุ่นการผลิต จะต้องมีการหยุดเครื่องชั่วคราวเพื่อทำการเปลี่ยนอุปกรณ์การจับยึด อุปกรณ์ตรวจสอบ เช็ค หรือกำหนดระยะ หรืออุปกรณ์อื่นๆที่จะต้องทำการเปลี่ยน ชุดใหม่ ซึ่งเครื่องจักรที่หยุดรอเพื่อที่จะให้มีชิ้นงานตัวใหม่ป้อนเข้ามาไม่นับรวมเป็นเครื่องจักรที่จะต้องมีการเปลี่ยนรุ่นการผลิต โดยเครื่องจักรที่มีการเปลี่ยนรุ่นการผลิตที่มีในสายการประกอบกรณีศึกษา มีทั้งหมด 16 เครื่องดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 ตารางแสดงกระบวนการและหมายเลขเครื่องจักรที่มีการเปลี่ยนรุ่นการผลิต

ลำดับที่	ชื่อขั้นตอนการผลิต	หมายเลขเครื่องจักร
1	การ อัดซีล และ ตลับลูกปืน ลงใน วาล์วเฮาซิ่ง	RPA-1-03
2	การประกอบ พีเนียนวาล์ว และ ออยซีล ลงใน วาล์วเฮาซิ่ง	RPA-1-04
3	การล้าง แรคเฮาซิ่ง	RPA-1-22
4	การอัด ออยซีล ลงใน แรคเฮาซิ่ง	RPA-1-08
5	การอัด ตลับลูกปืน ลงใน แรคเฮาซิ่ง	RPA-1-09
6	การทาจาระบี และสวม แรคบาร์ ใน แรคเฮาซิ่ง	RPA-1-10
7	การประกอบชิ้นส่วน และไล่น้ำมัน	RPA-1-11
8	การทดสอบการรั่วของลม	RPA-1-12
9	การทดสอบการขัดตัวกันของร่องฟัน	RPA-1-13
10	การทดสอบการรั่วของน้ำมัน	RPA-1-21
11	การตั้งค่าแรงกดระหว่าง แรคบาร์ กับ พีเนียนวาล์ว	RPA-1-14
12	การทดสอบการหมุนไป-กลับของ แรคบาร์	RPA-1-15
13	การทดสอบคุณสมบัติ สัดส่วนแรงดันน้ำมัน	RPA-1-16
14	การประกอบขั้นสุดท้ายจุดที่ 1	RPA-1-17
15	การประกอบขั้นสุดท้ายจุดที่ 2	RPA-1-18
16	การประกอบขั้นสุดท้ายจุดที่ 3	RPA-1-19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต คือ อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้ขณะที่มีการปรับเปลี่ยนรุ่นการผลิต โดยมีส่วนที่จะทำให้เครื่องจักรเดิมสามารถทำการประกอบระบบบังคับเลี้ยวรุ่นการผลิตต่อไปได้ โดยอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตในสายการประกอบกรณีศึกษา แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ใหญ่ๆ ตามลักษณะการใช้งาน คือ

กลุ่มที่ 1 อุปกรณ์การจับยึด คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการจับยึดหรือวางชิ้นงานขณะที่มีการผลิต เช่น ตัวจับชิ้นงาน (Clamp) และ แท่นวางชิ้นงาน (Holder) เป็นต้น

กลุ่มที่ 2 อุปกรณ์ตรวจสอบหรือกำหนดระยะ คือ อุปกรณ์ที่ใช้เพื่อตรวจสอบการประกอบชิ้นงาน หรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการกำหนดระยะขณะที่มีการประกอบชิ้นงาน เช่น ตัวกำหนดระยะการทาจาระบี (Grease Applying Guide) และ เซ็นเซอร์ตรวจสอบการประกอบออยซีล (Sensor Wearing Set) เป็นต้น

กลุ่มที่ 3 อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการทำงาน คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการทำงานเพื่อให้ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานมีการปรับเปลี่ยนไปจากเดิม เช่น ตัวอัดออยซีล (Press-in) ชุดแปรงขัด (Brush Set) และ เช็คเซลฟ์ล็อคนัท (Check-Self Lock Nut) เป็นต้น

กลุ่มที่ 4 อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ช่วยในการเปลี่ยนรุ่น คืออุปกรณ์หรือเครื่องมือที่คอยช่วยในการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ใน 3 ข้อ ข้างต้น ซึ่งเมื่อทำการเปลี่ยนรุ่นการผลิตนี้เสร็จ อุปกรณ์ดังกล่าวจะไม่มีติดค้างอยู่ที่เครื่องจักร ซึ่งการจับเวลาในการเปลี่ยนอุปกรณ์การเปลี่ยนรุ่นหรือการแยกกิจกรรมการเปลี่ยนรุ่นต่างๆ จะไม่คิดการจับเวลาแยกเมื่อมีการใช้งานอุปกรณ์ในข้อนี้ และอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ช่วยในการปรับเปลี่ยนรุ่น เช่น ชุดประแจหกเหลี่ยม, ตัวต้นแบบการทดสอบชิ้นงาน (Master) และเอกสารที่ใช้ร่วมในการอ้างอิงเมื่อมีการเปลี่ยนรุ่นการผลิต เป็นต้น และในการศึกษาอุปกรณ์การเปลี่ยนรุ่นในปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ จะไม่มีการลงรายละเอียดในอุปกรณ์การเปลี่ยนรุ่นกลุ่มนี้มากนัก เพราะถือว่ายังมีความสำคัญต่อเวลาในการปรับเปลี่ยนรุ่นค่อนข้างน้อยพอสมควร

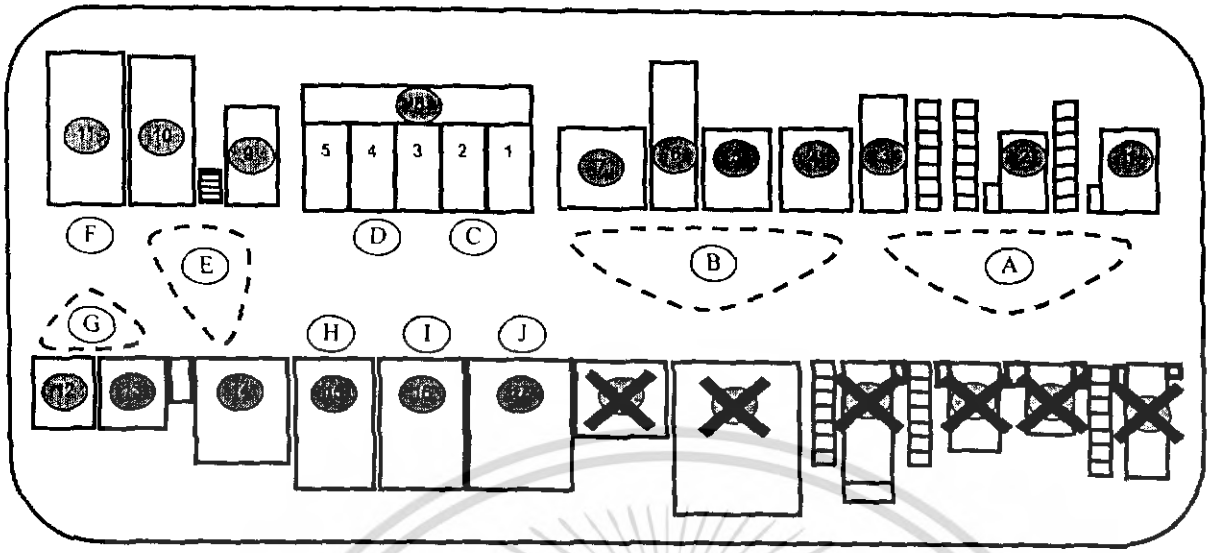
เมื่อมีการเก็บข้อมูลของอุปกรณ์ในการเปลี่ยนรุ่นในการผลิต กลุ่มที่ 1-3 ในสายการ ผลิตระบบบังคับเลี้ยวที่ 1 ทำให้สรุปได้ว่ามีอุปกรณ์ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตที่ใช้มีทั้งหมด 81 อุปกรณ์ แบ่งเป็น กลุ่มที่ 1 จำนวน 47 อุปกรณ์ กลุ่มที่ 2 จำนวน 13 อุปกรณ์ และกลุ่มที่ 3 จำนวน 21 อุปกรณ์ นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งออกเป็นอุปกรณ์การเปลี่ยนรุ่นที่ใช้เพียงเครื่องจักรเดียว 74 อุปกรณ์ และใช้ร่วมกับอีกรุ่นการผลิตอื่นในสายการประกอบอีก 7 อุปกรณ์ (รายละเอียดในภาคผนวก ค)

3.5.1.3 แผนการเปลี่ยนรุ่นการผลิต

แผนในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต ในที่นี้คือ วิธีการของพนักงานในการรับผิดชอบในการปรับเปลี่ยนรุ่นของเครื่องจักรแต่ละเครื่องจักร ซึ่งการปรับเปลี่ยนวิธีการดังกล่าวจะส่งผลต่อเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต ซึ่งแผนการเปลี่ยนรุ่นการผลิตที่ดี คือ แผนที่ทำให้เกิดความสมดุลระหว่างการทำงานของคนและเครื่องจักร ทั้งสายการผลิต และจะต้องมีเวลาในการรอคอย ซึ่งเป็นเวลาที่ไม่ก่อให้เกิดกระบวนการที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการทำงาน หรือเป็นเวลาสูญเสียนั่นเอง

แผนการเปลี่ยนรุ่นเครื่องจักรในสายการประกอบกรณีศึกษา ก่อนที่จะมีการวิเคราะห์ปรับปรุง คือ ใครที่รับผิดชอบการทำงานเครื่องไหนให้ทำการเปลี่ยนรุ่นการผลิตเครื่องนั้น ดังนั้น หากเริ่มมีการเปลี่ยนรุ่นการผลิต พนักงานที่รับชอบการเปลี่ยนรุ่นเครื่องจักรจะทำการเปลี่ยนรุ่นตามลำดับ แสดงดัง รูปที่ 3.7 ตามผังการทำงานของแต่ละรุ่นเริ่มต้นก่อนมีการเปลี่ยนรุ่นการผลิต (รายละเอียดในภาคผนวก ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แผนผังแสดงการรับผิดชอบเครื่องจักรในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของพนักงาน

ซึ่งสัญลักษณ์จากรูปที่ 3.7 มีความหมายดังนี้

(10) หมายถึง หมายเลขของเครื่องจักรซึ่งแสดงกระบวนการทำงานตามลำดับที่ในหัวข้อ 3.1.1

(Z) หมายถึง พนักงาน Z (ตัวอักษรย่อภาษาอังกฤษแสดงถึงชื่อเรียกแทนตัวพนักงานคนหนึ่งๆ)

หมายถึง เครือข่ายเครื่องจักรของพนักงานที่ต้องรับผิดชอบในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต ซึ่งในกรณีที่พนักงานรับผิดชอบการเปลี่ยนรุ่นการผลิตเพียงเครื่องเดียวจะไม่มีสัญลักษณ์นี้

X หมายถึง เครื่องจักรดังกล่าวไม่มีการเปลี่ยนรุ่นการผลิต

ตัวอย่างเช่น พนักงาน B จะรับผิดชอบการเปลี่ยนรุ่นการผลิตเครื่องจักรหมายเลข 4 ถึงหมายเลข 7 ส่วนพนักงาน D และ C จะรับผิดชอบการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของเครื่องจักรหมายเลข 8 ร่วมกัน และพนักงาน F จะรับรับผิดชอบการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของเครื่องจักรหมายเลข 11 เพียงเครื่องเดียว ทั้งนี้เครื่องจักรที่ไม่มีการเปลี่ยนรุ่นการผลิตคือเครื่องจักรหมายเลข 18 ถึงหมายเลข 23 เป็นต้น

3.5.2 การแยกขั้นตอนการทำงานออกเป็นกิจกรรมย่อย และทำการรวบรวมข้อมูลสำคัญ

การแยกขั้นตอนออกเป็นกิจกรรมย่อย เป็น การแบ่งขั้นตอนการทำงานการเปลี่ยนรุ่นการผลิตออกเป็นลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน โดยการเปลี่ยนรุ่นการผลิตจะเริ่มตั้งแต่ เมื่อเริ่มมีการสิ้นสุดการผลิตชิ้นงานรุ่นเดิม หยุดเครื่องจักรจนกระทั่งการนำชิ้นงานตัวใหม่ใส่เข้าไป

และนอกจากนี้ยังมี การแยกกิจกรรมหรือขั้นตอนที่มีการเปลี่ยนรุ่นการผลิต โดยแบ่งออกเป็นการปรับตั้งภายใน (Internal Setup) และการปรับตั้งภายนอก (External Setup) ซึ่งการปรับตั้งภายใน คือ กิจกรรมที่จะสามารถทำได้ ต้องอาศัยการหยุดงานของเครื่องจักรเท่านั้น และ การปรับตั้งภายนอก คือ กิจกรรมที่สามารถทำได้ขณะที่เครื่องจักรยังปฏิบัติงานอยู่ (รายละเอียดในภาคผนวก ค) ทั้งนี้มีการแยกขั้นตอนหรือกิจกรรมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตเพื่อ จะทำการลดหรือแยกกิจกรรมการปรับตั้งภายในให้มีน้อยที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ โดยมีการวิเคราะห์ดูว่าสามารถใช้เทคนิคหรือวิธีการใดๆในการช่วยในการลดเวลาการปรับเปลี่ยนรุ่นการผลิตในแต่ละกิจกรรมนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่น นั้นคือ เวลาที่เริ่มตั้งแต่ งานชิ้นสุดท้ายของรุ่นการผลิตที่แล้วเสร็จ จนถึงเวลาที่งานชิ้นแรกของชิ้นงานรุ่นที่จะทำการผลิตเริ่มต้นกระบวนการ การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตนี้จึงได้ ทำการเก็บข้อมูลเวลาเป็น 2 ชุด คือ ชุดที่ 1 คือ เวลาทำงานในการประกอบระบบบังคับเลี้ยวของแต่ละรุ่นที่ ทำการศึกษา และชุดที่ 2 คือ เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นของแต่ละเครื่องจักร

3.5.2.1 <u>เวลาในการประกอบระบบบังคับเลี้ยวแต่ละรุ่นที่ทำการศึกษา</u>

รุ่นที่ทำการศึกษาตามขอบเขตที่ทำการศึกษาได้แก่รุ่น PC3A11, PK8B21 และ PB5F12 ซึ่งได้แสดงดังตารางที่ 3.12, 3.13 และ 3.14 ตามลำดับ (เป็นค่าเฉลี่ย) โดยทำเก็บเวลาการทำงานแยกกันระหว่างพนักงานและเครื่องจักร และแสดงดังกราฟแท่งดังรูปที่ 3.8 ซึ่งได้ทำการเก็บข้อมูลเวลาครั้งแรกจำนวนข้อมูล 10 ครั้ง และได้ทำการทดสอบที่ความเชื่อมั่น 95% พบว่าต้องทำการเก็บเพิ่มอีกจำนวน 5 ครั้ง เป็นจำนวนข้อมูล 15 ครั้ง (รายละเอียดในภาคผนวก ค)

ตารางที่ 3.12 เวลาที่ใช้ในการประกอบระบบบังคับเลี้ยวรุ่น PC3A11

ลำดับ	กระบวนการทำงาน	หมายเลขเครื่องจักร	เวลา (วินาที)		
			พนักงาน	เครื่องจักร	รวม
1	การล้าง แรคเฮาซิ่ง	RPA-1-22	4.20	53.00	57.20
2	การอัด ออยซีล ลงใน แรคเฮาซิ่ง	RPA-1-08	11.27	23.00	34.27
3	การอัด ตลับลูกปืน ลงใน แรคเฮาซิ่ง	RPA-1-09	6.47	29.00	35.47
4	การทาจาระบี และสวม แรคบาร์ ใน แรคเฮาซิ่ง	RPA-1-10	19.60	68.00	87.60
5	การประกอบชิ้นส่วน และไล่น้ำมัน	RPA-1-11	138.47	0.00	138.47
6	การทดสอบการรั่วของลม	RPA-1-12	4.33	110.00	114.33
7	การทดสอบการขัดตัวกันของร่องฟัน	RPA-1-13	13.93	84.00	97.93
8	การทดสอบการรั่วของน้ำมัน	RPA-1-14	31.73	0.00	31.73
9	การตั้งค่าแรงกดระหว่าง แรคบาร์ กับ พีเนียนวาล์ว	RPA-1-15	18.00	68.00	86.00
10	การทดสอบการหมุนไป-กลับของ แรคบาร์	RPA-1-16	18.47	50.00	68.47
11	การทดสอบคุณสมบัติ สัดส่วนแรงดันน้ำมัน	RPA-1-17	57.73	0.00	57.73
12	การประกอบขั้นสุดท้ายจุดที่ 1	RPA-1-18	85.00	0.00	85.00
13	การประกอบขั้นสุดท้ายจุดที่ 2	RPA-1-19	62.53	0.00	62.53
รวม			471.73	485.00	956.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.13 เวลาที่ใช้ในการประกอบระบบบังคับเลี้ยวรุ่น PK8B21

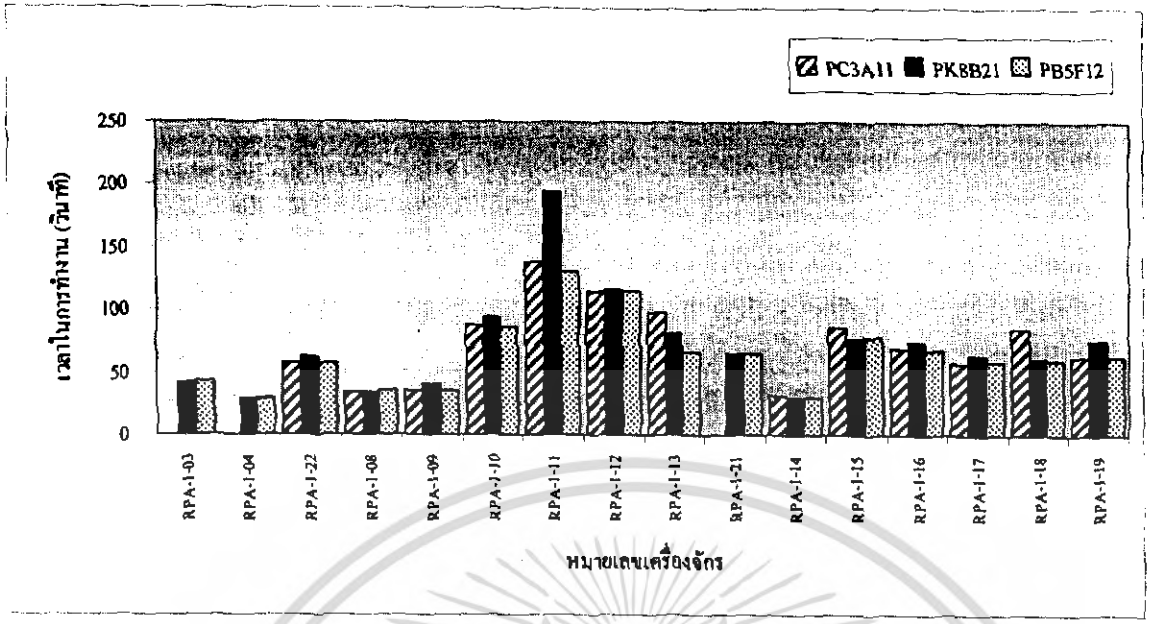
ลำดับ	กระบวนการทำงาน	หมายเลขเครื่องจักร	เวลา (วินาที)		
			พนักงาน	เครื่องจักร	รวม
1	การ อัดซีล และ ตลับลูกปืน ลงใน วาล์วเฮาซิ่ง	RPA-1-03	10.27	32.00	42.27
2	การประกอบ พีเนียนวาล์ว และ ออยซีล ลงใน วาล์วเฮาซิ่ง	RPA-1-04	15.07	13.00	28.07
3	การล้าง แรคเฮาซิ่ง	RPA-1-22	9.80	53.00	62.80
4	การอัด ออยซีล ลงใน แรคเฮาซิ่ง	RPA-1-08	10.40	23.00	33.40
5	การอัด ตลับลูกปืน ลงใน แรคเฮาซิ่ง	RPA-1-09	11.53	29.00	40.53
6	การทาจาระบี และสวม แรคบาร์ ใน แรคเฮาซิ่ง	RPA-1-10	26.20	68.00	94.20
7	การประกอบชิ้นส่วน และไล่น้ำมัน	RPA-1-11	193.40	0.00	193.40
8	การทดสอบการรั่วของลม	RPA-1-12	5.73	110.00	115.73
9	การทดสอบการขัดตัวกันของร่องฟัน	RPA-1-13	21.93	59.00	80.93
10	การทดสอบการรั่วของน้ำมัน	RPA-1-21	64.53	0.00	64.53
11	การตั้งค่าแรงกดระหว่าง แรคบาร์ กับ พีเนียนวาล์ว	RPA-1-14	30.00	0.00	30.00
12	การทดสอบการหมุนไป-กลับของ แรคบาร์	RPA-1-15	22.13	55.00	77.13
13	การทดสอบคุณสมบัติ สัดส่วนแรงดันน้ำมัน	RPA-1-16	16.87	57.00	73.87
14	การประกอบขั้นสุดท้ายจุดที่ 1	RPA-1-17	63.53	0.00	63.53
15	การประกอบขั้นสุดท้ายจุดที่ 2	RPA-1-18	61.13	0.00	61.13
16	การประกอบขั้นสุดท้ายจุดที่ 3	RPA-1-19	75.47	0.00	75.47
รวม			638.00	499.00	1137.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.14 เวลาที่ใช้ในการประกอบระบบบังคับเลี้ยวรุ่น PB5F12

ลำดับ	กระบวนการทำงาน	หมายเลขเครื่องจักร	เวลา (วินาที)		
			พนักงาน	เครื่องจักร	รวม
1	การ อัดซีล และ ตลับลูกปืน ลงใน วาล์วเฮาซิ่ง	RPA-1-03	10.33	32.00	42.33
2	การประกอบ พีเนียนวาล์ว และ ออยซีล ลงใน วาล์วเฮาซิ่ง	RPA-1-04	15.80	13.00	28.80
3	การล้าง แรคเฮาซิ่ง	RPA-1-22	4.00	53.00	57.00
4	การอัด ออยซีล ลงใน แรคเฮาซิ่ง	RPA-1-08	11.87	23.00	34.87
5	การอัด ตลับลูกปืน ลงใน แรคเฮาซิ่ง	RPA-1-09	6.13	29.00	35.13
6	การทาจาระบี และสวม แรคบาร์ ใน แรคเฮาซิ่ง	RPA-1-10	17.47	68.00	85.47
7	การประกอบชิ้นส่วน และไล่น้ำมัน	RPA-1-11	130.67	0.00	130.67
8	การทดสอบการรั่วของลม	RPA-1-12	4.80	110.00	114.80
9	การทดสอบการขัดตัวกันของร่องฟัน	RPA-1-13	13.87	52.67	66.53
10	การทดสอบการรั่วของน้ำมัน	RPA-1-21	64.53	0.00	64.53
11	การตั้งค่าแรงกดระหว่าง แรคบาร์ กับ พีเนียนวาล์ว	RPA-1-14	30.40	0.00	30.40
12	การทดสอบการหมุนไป-กลับของ แรคบาร์	RPA-1-15	12.13	65.80	77.93
13	การทดสอบคุณสมบัติ สัดส่วนแรงดันน้ำมัน	RPA-1-16	12.93	54.67	67.60
14	การประกอบขั้นสุดท้ายจุดที่ 1	RPA-1-17	58.93	0.00	58.93
15	การประกอบขั้นสุดท้ายจุดที่ 2	RPA-1-18	59.47	0.00	59.47
16	การประกอบขั้นสุดท้ายจุดที่ 3	RPA-1-19	62.40	0.00	62.40
รวม			515.73	501.13	1016.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 กราฟแสดงเวลาที่ใช้ในการประกอบระบบบังคับเลี้ยวแต่ละรุ่นที่ทำการศึกษา

3.5.2.2 <u>เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของแต่ละเครื่องจักร</u>

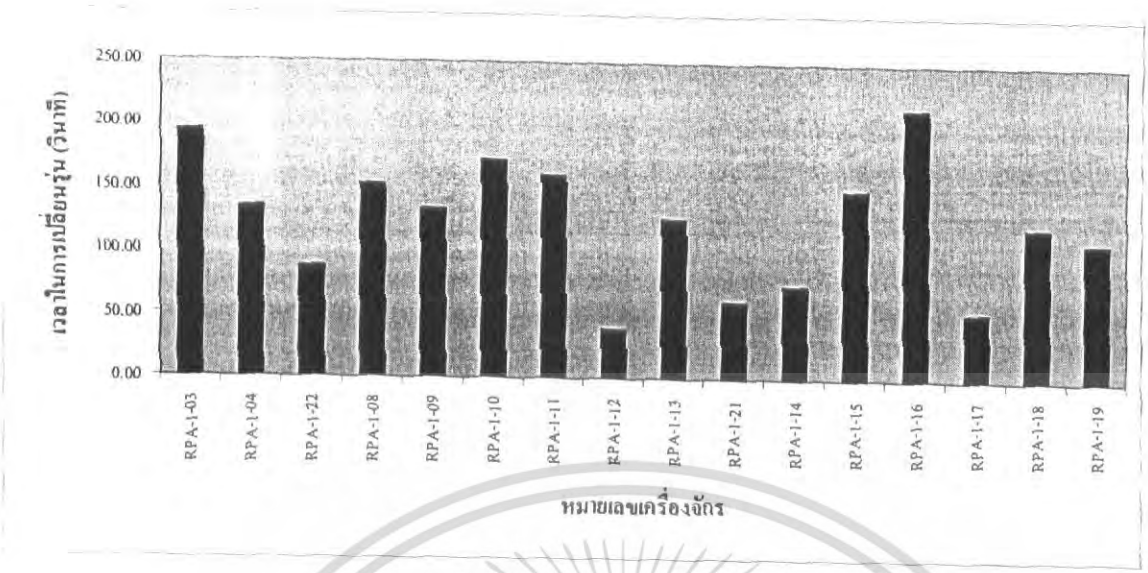
เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของแต่ละเครื่องจักรเก็บข้อมูล โดยทำการจับเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตจำนวน 5 ครั้ง แสดงดังตารางที่ 3.15 (เป็นค่าเฉลี่ย) ตามลำดับกระบวนการ และแสดงด้วยกราฟแท่งดังรูปที่ 3.9 ซึ่งการจับเวลาเปลี่ยนรุ่นแต่ละเครื่องจักรนั้นถูกแยกออกเป็น กิจกรรมการปรับตั้งภายใน และกิจกรรมการปรับตั้งภายนอก แสดงตามตารางและกราฟแท่ง ดังรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.15 เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นของแต่ละเครื่องจักร

ลำดับ	กระบวนการทำงาน	หมายเลขเครื่องจักร	เวลาการปรับตั้ง (วินาที)		
			ภายใน	ภายนอก	รวม
1	การ อัดซีล และ ตลับลูกปืน ลงใน วาล์วเฮาซิ่ง	RPA-1-03	86.67	107.13	193.80
2	การประกอบ พีเนียนวาล์ว และ ออยซีล ลงใน วาล์วเฮาซิ่ง	RPA-1-04	76.43	57.30	133.72
3	การล้าง แรคเฮาซิ่ง	RPA-1-22	33.50	53.62	87.12
4	การอัด ออยซีล ลงใน แรคเฮาซิ่ง	RPA-1-08	84.04	68.91	152.96
5	การอัด ตลับลูกปืน ลงใน แรคเฮาซิ่ง	RPA-1-09	76.85	56.04	132.90
6	การทาจาระบี และสวม แรคบาร์ ใน แรคเฮาซิ่ง	RPA-1-10	152.71	18.63	171.33
7	การประกอบชิ้นส่วน และไล่น้ำมัน	RPA-1-11	111.47	48.78	160.24
8	การทดสอบการรั่วของลม	RPA-1-12	39.54	0.00	39.54
9	การทดสอบการขัดตัวกันของร่องฟัน	RPA-1-13	126.90	0.00	126.90
10	การทดสอบการรั่วของน้ำมัน	RPA-1-21	58.36	2.67	61.03
11	การตั้งค่าแรงกดระหว่าง แรคบาร์ กับ พีเนียนวาล์ว	RPA-1-14	44.30	29.41	73.71
12	การทดสอบการหมุนไป-กลับของ แรคบาร์	RPA-1-15	149.16	0.00	149.16
13	การทดสอบคุณสมบัติ สัดส่วนแรงดันน้ำมัน	RPA-1-16	215.09	0.00	215.09
14	การประกอบขั้นสุดท้ายจุดที่ 1	RPA-1-17	52.78	0.00	52.78
15	การประกอบขั้นสุดท้ายจุดที่ 2	RPA-1-18	75.34	45.75	121.10
16	การประกอบขั้นสุดท้ายจุดที่ 3	RPA-1-19	109.32	0.00	109.32
รวม			1492.46	488.24	1980.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 กราฟแสดงเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นของแต่ละเครื่องจักร

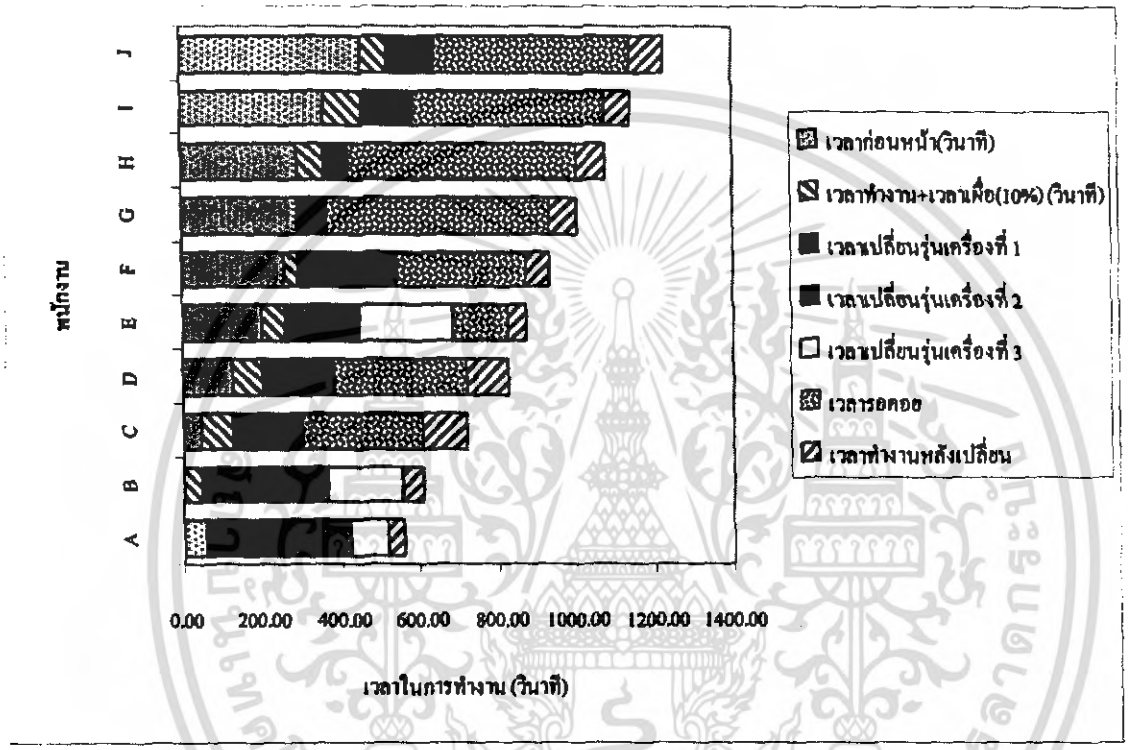
รูปที่ 3.10 กราฟแสดงเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นของแต่ละเครื่องจักร
ที่แยกเป็นการปรับตั้งภายในและการปรับตั้งภายนอก

โดยจากเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่น คือ เวลาที่เริ่มตั้งแต่ งานชิ้นสุดท้ายของรุ่นการผลิตที่แล้วเสร็จ จนถึงเวลาที่งานชิ้นแรกของชิ้นงานรุ่นที่จะทำการผลิตเริ่มต้นกระบวนการ ดังนั้นหากคิดรวมทั้งสายการผลิต การเปลี่ยนรุ่นการผลิตต่อครั้งของของสายการประกอบกรณีศึกษา ซึ่งคิดรวมกับการทำงานของคนในสายการผลิตทั้งหมด สามารถแสดงออกมา ได้ดังตารางตารางที่ 3.16 และสามารถแยกย่อยออกเป็นการเปลี่ยนรุ่นแต่ละกรณีได้ ดังรูปที่ 3.11 ถึง 3.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

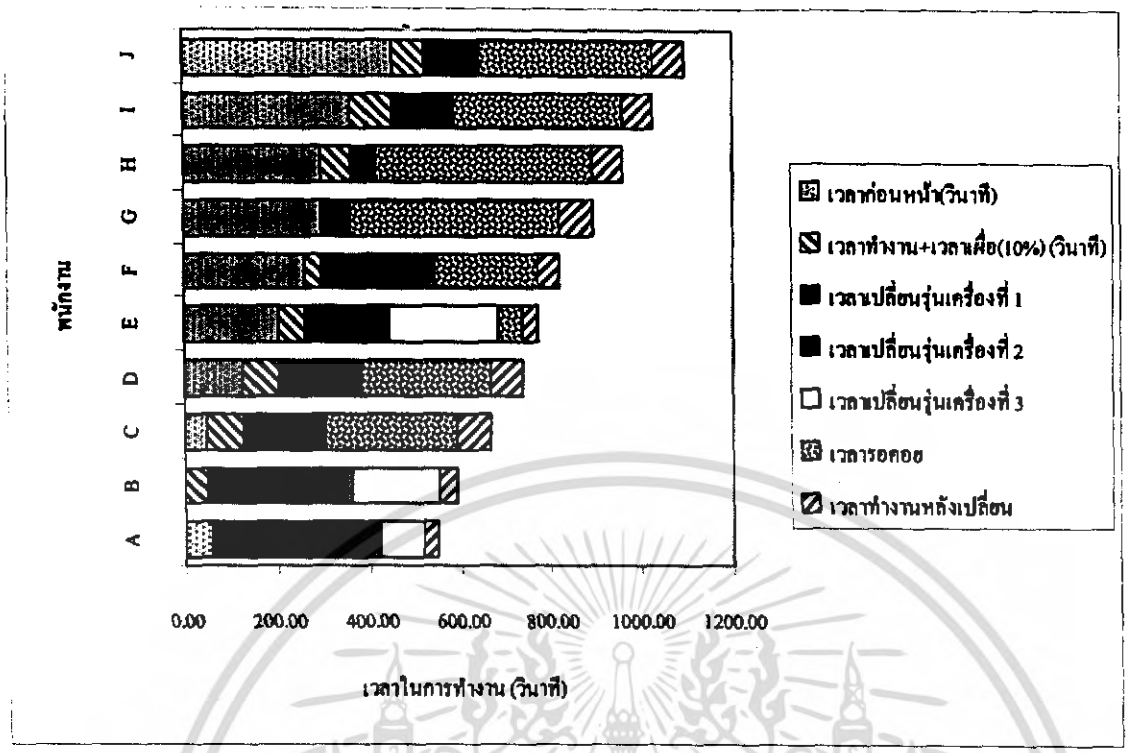
ตารางที่ 3.16 เวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตจากรุ่นหนึ่งสู่อีกรุ่นหนึ่งของของสายการประกอบกรณีศึกษา

รุ่น	PC3A11		PK8B21		PB5F12		รวม	เฉลี่ย
เปลี่ยนเป็น	PK8B21	PB5F12	PC3A11	PB5F12	PC3A11	PK8B21		
เวลา (วินาที)	1,096.78	978.21	991.61	1,027.39	951.27	1,082.58	6,127.84	1,021.31

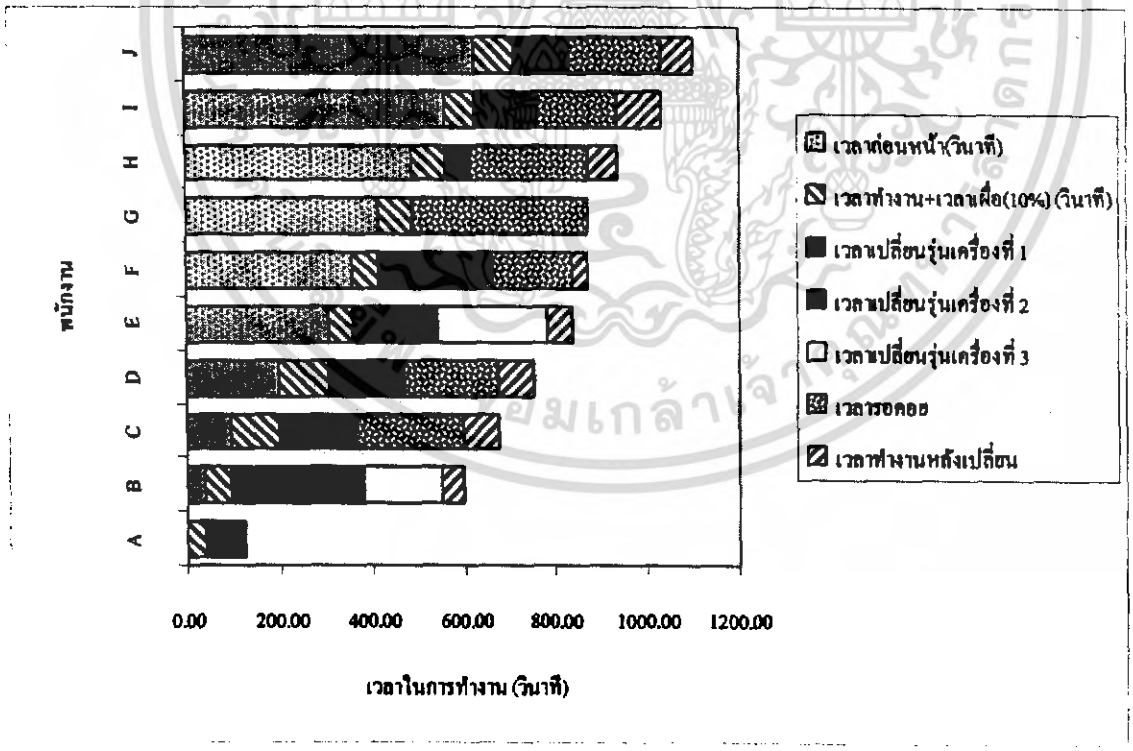


รูปที่ 3.11 เวลารวมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตปัจจุบันจาก รุ่น PC3A11 เป็น รุ่น PK8B21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

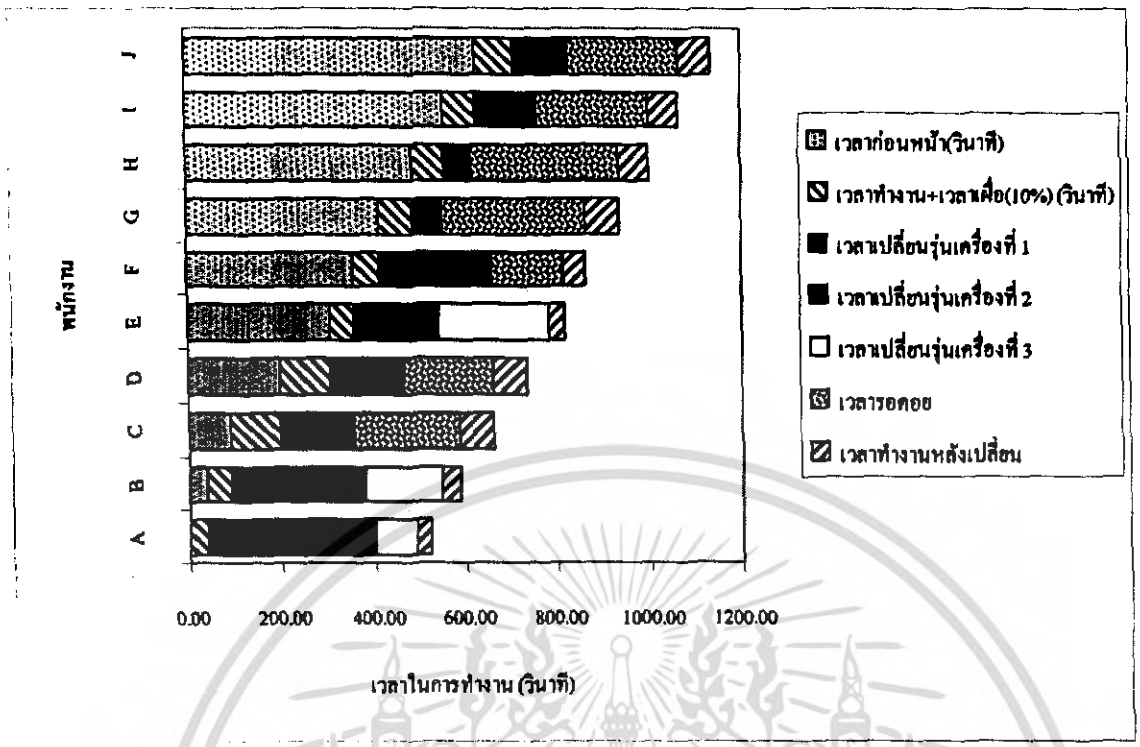


รูปที่ 3.12 เวลารวมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตปัจจุบันจาก รุ่น PC3A11 เป็น รุ่น PB5F12

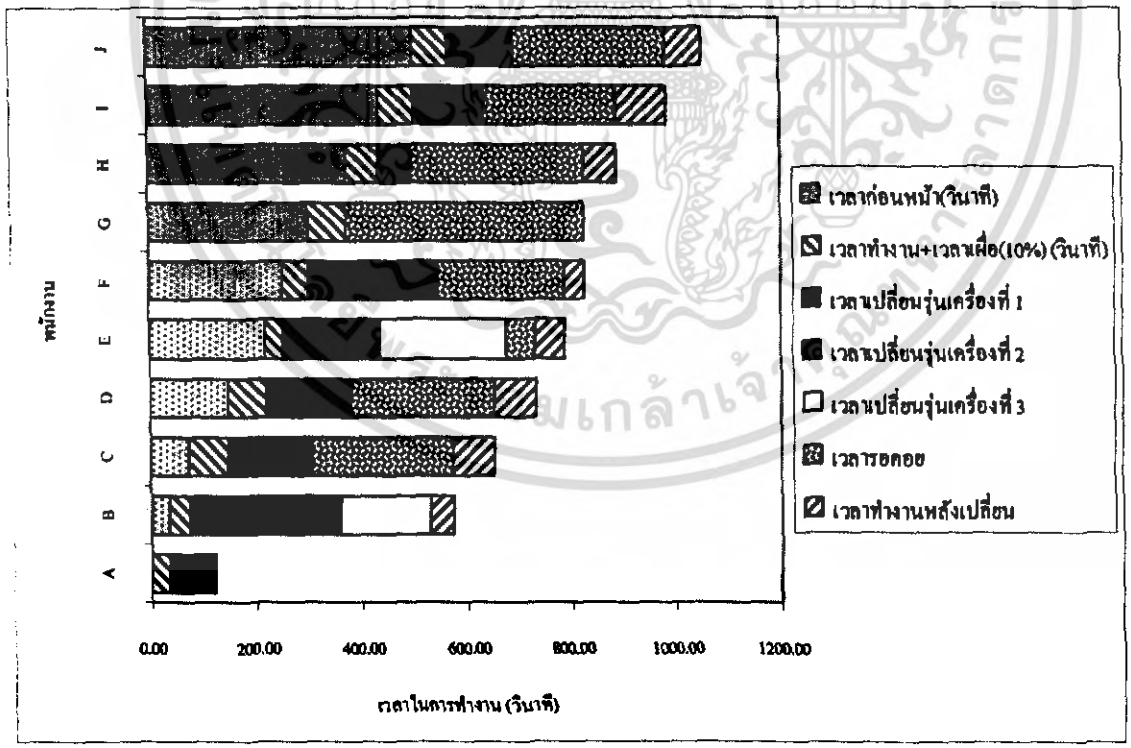


รูปที่ 3.13 เวลารวมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตปัจจุบันจาก รุ่น PK8B21 เป็น รุ่น PC3A11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

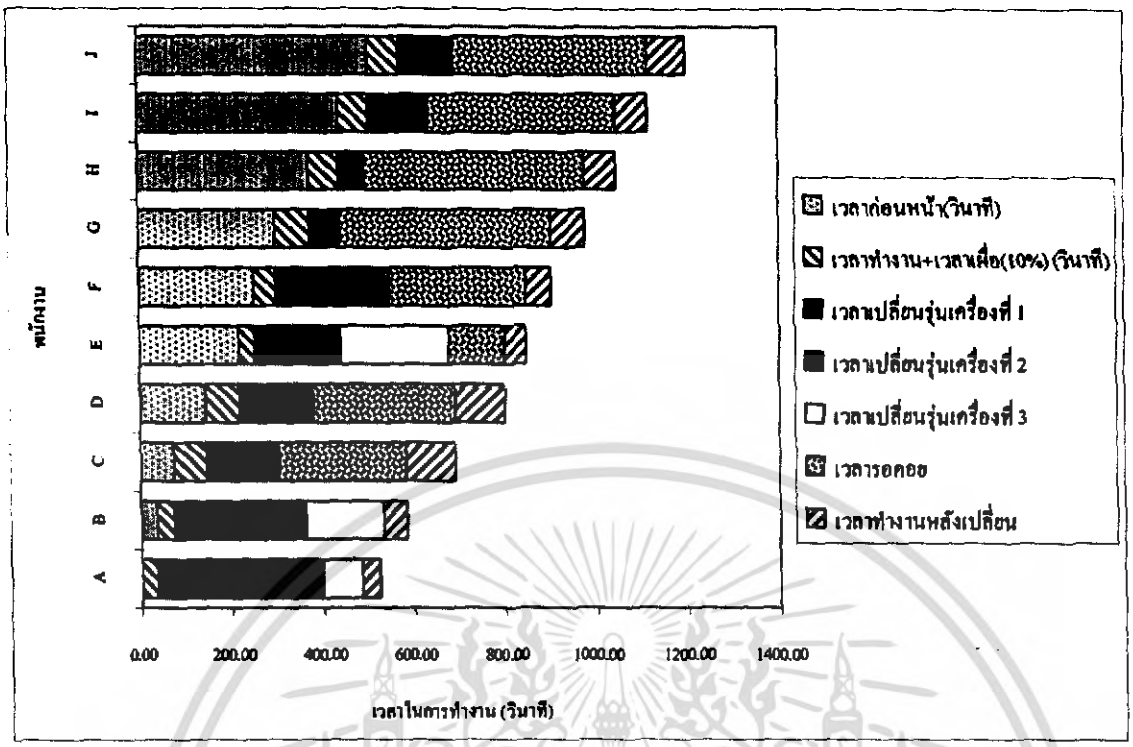


รูปที่ 3.14 เวลารวมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตปัจจุบันจาก รุ่น PK8B21 เป็น รุ่น PB5F12



รูปที่ 3.15 เวลารวมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตปัจจุบันจาก รุ่น PB5F12 เป็น รุ่น PC3A11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 เวลารวมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตปัจจุบันจาก PB5F12 เป็น รุ่น PK8B21

3.5.3 วิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขและสรุปแนวทางการเสนอแนะ

ในขั้นตอนวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางแก้ไขและสรุปผลในการหาวิธีการในการลดเวลาการผลิต ผู้วิจัยได้อาศัยข้อมูลจากการสำรวจสภาพปัจจุบันของการเปลี่ยนรุ่นการผลิต และการรวบรวมข้อมูลด้านเวลาในการประกอบชิ้นส่วนและการเปลี่ยนรุ่นการผลิต มาใช้ให้เป็นหลัก ซึ่งขั้นตอนการวิเคราะห์มีการใช้เทคนิคเครื่องมือทางคุณภาพดังเช่นการแก้ปัญหาเวลาสูญเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากการผลิตงานเสีย มาเป็นตัวคัดเลือกหรือวิเคราะห์สาเหตุเพื่อการลดเวลาเปลี่ยนรุ่นการผลิตเบื้องต้นเช่นกัน เมื่อมีการวิเคราะห์หาวิธีการแก้ไขปัญหาส่วนหนึ่งได้แล้วก็ทำการวิเคราะห์ดูวิธีการแก้ไขดังกล่าวว่าอยู่ในระดับใด โดยมี 3 ระดับคือ

X หมายถึง งานย่อยหรือกลุ่มของงานย่อย ที่สามารถทำการปรับปรุงหรือกำจัดออกไปจากการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรได้ทันที ไม่ต้องรอเวลาหรือเงินทุน

Y หมายถึง งานย่อยหรือกลุ่มของงานย่อยที่ยังไม่สามารถทำการปรับปรุง หรือกำจัดออกไปจากการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรได้ทันที เพราะต้องรอเวลาหรือเงินทุนจำนวนหนึ่งที่ไม่สูงมากนัก

Z หมายถึง งานย่อยหรือกลุ่มของงานย่อยที่ไม่สามารถทำการปรับปรุง หรือกำจัดออกไปจากการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรได้ระยะเวลาอันใกล้ เพราะต้องใช้เวลา เงินทุน หรือเทคโนโลยีที่สูงมาก

ทั้งนี้ที่มีการตั้งระดับการแก้ปัญหาออกเป็นทั้ง 3 ระดับนี้เพื่อตรวจสอบดูว่ายังมีการมองข้ามวิธีการแก้ไขขั้นใดที่ผู้วิจัยยังมองข้ามไปบ้างหรือไม่

ขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางแก้ไขและสรุปผลหาวิธีการลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต จึงสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวิเคราะห์การแก้ปัญหาเพื่อคัดเลือกสาเหตุขั้นต้น

2. การสรุปวิธีการแก้ไขการเปลี่ยนรุ่นการผลิตเพื่อเสนอต่อทางบริษัท

3.5.3.1 <u>การวิเคราะห์การแก้ปัญหาเพื่อคัดเลือกสาเหตุขั้นต้น</u>

ในการวิเคราะห์การแก้ปัญหาเพื่อคัดเลือกสาเหตุขั้นต้นนั้น ทางผู้วิจัยได้นำบางส่วนของเครื่องมือ 7 แบบของการควบคุมคุณภาพ ซึ่งได้แก่ แผนผังสาเหตุและผล หรือแผนผังก้างปลา และการวิเคราะห์ "ทำไม ทำไม" หลังจากนั้นจึงมีการแยกระดับของการแก้ไขปัญหา และทำการประมวลผลและจัดลำดับความสำคัญเพื่อคัดเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหา

การใช้แผนผังสาเหตุและผล หรือแผนผังก้างปลา ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุที่น่าจะทำให้การเปลี่ยนรุ่นการผลิตเกิดความล่าช้า โดยวิเคราะห์จาก 5 ปัจจัยคือ จากคนหรือพนักงาน จากเครื่องจักรหรืออุปกรณ์การเปลี่ยนรุ่น จากชิ้นงานและวัสดุ จากวิธีการเปลี่ยนรุ่นการผลิต และจากสภาพแวดล้อม ซึ่งได้แผนผังสาเหตุและผล (รายละเอียดในภาคผนวก ง) มีการวิเคราะห์ "ทำไม ทำไม" และการแยกปัญหาออกเป็น 3 ระดับ โดยผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคดังกล่าวกับก้างแต่ละก้างของแผนผังสาเหตุและผล หลังจากนั้นจึงมีการแยกระดับของการแก้ไขปัญหาออกเป็น 3 ระดับ คือ X Y และ Z (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

การประมวลผลและจัดลำดับความสำคัญเพื่อคัดเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหา ซึ่งผู้วิจัยคำนึงถึงปัจจัย 3 ด้าน อันได้แก่ ด้านเงินลงทุน ด้านความเป็นไปได้ และด้านผลกระทบ โดยรายละเอียดและเกณฑ์ ในการให้คะแนนได้แสดงไว้ในภาคผนวก ฉ และการให้คะแนนเพื่อคัดเลือกแนวทางในการแก้ไขปัญหาแต่ละข้อนั้นผู้วิจัยได้ทำการประชุมสอบถามความเป็นไปได้และความเหมาะสมในการให้คะแนนกับผู้ที่มีประสบการณ์ในการแก้ไขปัญหา ได้แก่ วิศวกร ฝ่ายผลิต หัวหน้าสายการผลิต และพนักงานในสายการผลิต ในบริษัทกรณีศึกษาดังกล่าว (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

3.5.3.2 <u>การสรุปวิธีการแก้ไขการเปลี่ยนรุ่นการผลิตเพื่อเสนอต่อทางบริษัท</u>

จากตารางการประมวลผลและจัดลำดับความสำคัญ (รายละเอียดในภาคผนวก ง) ทางผู้วิจัยใช้เกณฑ์จากผลคูณคะแนนทั้ง 3 ปัจจัยของการประมวลผล โดยเลือกแนวทางการเสนอแนะแก้ไขที่มีผลคูณเกิน 50 คะแนนขึ้นไป เลือกมาเป็นวิธีการแก้ไขในการลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตก่อน สรุปผลการเสนอแนวทางการปรับปรุงปัญหาสูญเสียการเปลี่ยนรุ่นการผลิตแสดงดังตารางที่ 3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.17 การเสนอแนวทางปรับปรุง ปัญหาเวลาสูญเสียเนื่องจาก การเปลี่ยนรุ่นการผลิต

ลำดับ	แนวทางแก้ไข	อุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ทำการแก้ไข
1	จัดแผนการปรับเปลี่ยนรุ่น	ทุกเครื่องร่วมกัน
2	จัดทำเอกสารแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ทุกเครื่องร่วมกัน
3	ทำเอกสารตารางการจำแนกอุปกรณ์ยึดชิ้นงาน	ทุกเครื่องร่วมกัน
4	ทาสีที่อุปกรณ์ยึดชิ้นงาน แยกตามรุ่นที่ใช้	ทุกเครื่องร่วมกัน
5	แยกอุปกรณ์ยึดชิ้นงาน เก็บเป็นรุ่นๆ และทำป้ายบอก	ทุกเครื่องร่วมกัน ยกเว้นบางเครื่องที่ไม่มีที่เก็บ ได้แก่เครื่องจักรหมายเลข RPA-1-11และ RPA-1-18 บางอุปกรณ์
6	นำ อุปกรณ์ยึดชิ้นงาน ที่ไม่ค่อยได้ผลิตแล้วออก	ทุกเครื่องร่วมกัน
7	ออกแบบอุปกรณ์จับยึดใหม่	ตระแกรงยึด แรคเฮาซิ่ง จากเครื่องจักรหมายเลข RPA-1-22
8	ทำที่จัดเก็บและแยกเครื่องมือ	ทุกเครื่องที่มีการใช้เครื่องมือ
9	ซื้อเครื่องมือเพิ่มให้เพียงพอ	ทุกเครื่องที่มีการใช้เครื่องมือ
10	จัดซื้ออุปกรณ์ยึดชิ้นงาน เพิ่มให้เพียงพอไม่ต้องมีการใช้รวมกัน	Work Holder จากเครื่องจักรหมายเลข RPA-1-03
		Brush Set จากเครื่องจักรหมายเลข RPA-1-22
		Twist Adjustment Gauge จากเครื่องจักรหมายเลข RPA-1-14
11	จัดทำอุปกรณ์ยึดชิ้นงาน รวมเป็นชุดๆ ให้สวมใส่เลย	Sensor Wearing Set กับสายเสียบ จากเครื่องจักรหมายเลข RPA-1-19
		Sensor Guide กับชุดอุปกรณ์ต่อกับสายไฟ จากเครื่องจักรหมายเลข RPA-1-19
		Feed Tube Head กันด้าน จากเครื่องจักรหมายเลข RPA-1-19
12	ให้มีผู้รับผิดชอบในการปรับเปลี่ยนโดยเฉพาะ และเพิ่มตัวมาสเตอร์ เป็น 2 ชุด	เครื่องจักรหมายเลข RPA-1-13
		เครื่องจักรหมายเลข RPA-1-15
		เครื่องจักรหมายเลข RPA-1-16
13	ยกเลิกการไปเอาอุปกรณ์ยึดชิ้นงาน ที่ตู้ เพิ่มรถเข็นและให้พนักงานนอกสายการผลิตจัดอุปกรณ์ให้	ทุกเครื่องที่มีการไปเอาอุปกรณ์ที่ตู้อุปกรณ์
14	แยกการปรับเปลี่ยนภายนอกออกปรับการปรับเปลี่ยนภายในให้เป็นภายนอกมากที่สุด	ทุกเครื่องร่วมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ขั้นตอนการดำเนินการแก้ไข

ในขั้นตอนการดำเนินการแก้ไข ทางผู้วิจัยได้นำเสนอหัวข้อการนำเสนอแนะ และการวิเคราะห์ดังหัวข้อที่ได้กล่าวมาข้างต้น ต่อผู้บริหาร และผู้รับผิดชอบของทางบริษัท หลังจากนั้นผู้บริหารที่เป็นผู้รับผิดชอบและผู้วิจัยเองได้ทำการประชุมเพื่อทำการสรุป และวางแผนในการปรับปรุงตามการเสนอแนะที่สายการประกอบกรณีศึกษา และมอบหมายให้มีผู้รับผิดชอบและควบคุมตามแผนการปรับปรุงดังกล่าวคือ ผู้ดำเนินโครงการ (ผู้วิจัย) วิศวกร และหัวหน้าสายการผลิตนั้น และการดำเนินการแก้ปัญหาตามสาเหตุของปัญหาทั้ง 2 สาเหตุนั้นมีการเริ่มดำเนินการดังนี้

1. การแก้ปัญหาเนื่องจากเวลาสูญเสียจากการผลิตงานเสีย เริ่มดำเนินการเดือนธันวาคม 2548
2. การแก้ปัญหาเนื่องจากเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต เริ่มดำเนินการเดือนมกราคม 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

หลังจากการปฏิบัติตามการทำงานในขั้นตอนการดำเนินงานแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลการทำงานและนำมาเปรียบเทียบกับสภาพปัจจุบันก่อนการปรับเปลี่ยน เพื่อวิเคราะห์และสรุปผลจากการทำงานต่อไป ในช่วงการเก็บผลการดำเนินงาน ผู้วิจัยได้อาศัยการเก็บข้อมูลทั้งจากการรวบรวมโดยผู้วิจัยเอง และการรวบรวมข้อมูลของทางบริษัท ซึ่งสามารถแบ่งผลการดำเนินงานออกเป็น 2 หัวข้อ ดังนี้

1. ผลการดำเนินงานการแก้ไขเวลาสูญเสียเนื่องจากการผลิตงานเสีย
2. ผลการดำเนินงานการแก้ไขเวลาสูญเสียเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต

4.1 ผลการดำเนินงานการแก้ไขเวลาสูญเสียเนื่องจากการผลิตงานเสีย

ในการดำเนินการแก้ไขเวลาสูญเสียเนื่องจากการผลิตงานเสียนั้น ทางผู้วิจัยได้เสนอแนะแนวทางการแก้ไขไป 3 หัวข้อใหญ่ๆ ซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาโดยตรงทั้งหมดได้ประมาณ 19 ปัญหา ใน 26 ปัญหา แต่มีความเป็นได้ที่เมื่อได้ทำการแก้ไขปัญหาจากการผลิตงานเสียใน 3 หัวข้อใหญ่ๆนั้นไปแล้ว การแก้ปัญหานั้นจะส่งผลต่อสาเหตุของปัญหาอื่นๆที่ไม่ใช่แนวทางการแก้ไขใน 3 หัวข้อดังกล่าว ซึ่งอาจจะส่งผลให้ปัญหาเหล่านั้นน้อยลงหรือเพิ่มขึ้นก็ได้ ดังนั้นผลที่ได้จากการดำเนินงานการแก้ไขเวลาสูญเสียจากการผลิตงานเสียจึงแบ่งออกเป็น

1. ผลการดำเนินงานการแก้ไขปัญหาการผลิตงานเสียแต่ละแนวทางที่ทำการเสนอแนะ
2. ผลการดำเนินงานการแก้ไขปัญหาเวลาสูญเสียจากการผลิตงานเสียรวม

4.1.1 ผลการดำเนินงานการแก้ไขปัญหาการผลิตงานเสียแต่ละแนวทางที่ทำการเสนอแนะ

หลังจากได้เสนอแนวทางแก้ไขปัญหา สรุปและวางแผนแนวทางเพื่อการแก้ไขปัญหาเวลาสูญเสียจากการผลิตงานเสียแล้ว จึงได้มีการดำเนินการแก้ไขปัญหาที่สำคัญ 3 หัวข้อหลักดังนี้

4.1.1.1 <u>การลดความสูญเสียจากการตั้งค่าแรงกดระหว่างแรคบาร์ และ ซับพอร์ตโยก</u>

การลดความสูญเสียจากการตั้งค่าแรงกดระหว่างแรคบาร์ และ ซับพอร์ตโยก ไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งได้มีการดำเนินงาน ดังรูปที่ 4.1 และ 4.2 ซึ่งมีการเสนอแนะดังนี้

1) ฝึกอบรมวิธีการใช้และอ่านเครื่องมือที่ถูกต้องให้พนักงาน

2) อธิบายให้พนักงานเข้าใจและปฏิบัติตามใบแสดงขั้นตอนการทำงาน (Working Instruction)

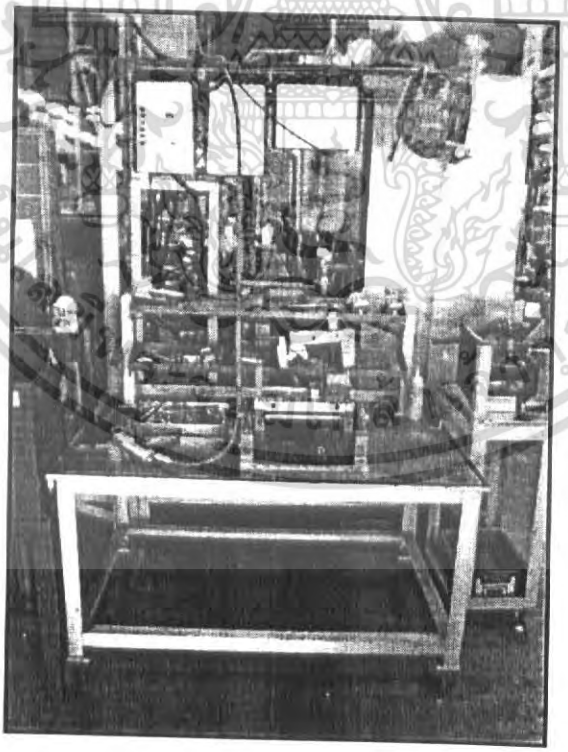
3) จัดทดสอบความรู้และติดตามตรวจสอบวิธีการปฏิบัติงานของพนักงาน

ผลการดำเนินการแก้ไข สามารถลดปัญหาการเกิดงานเสียจากการตั้งค่าแรงกดระหว่างแรคบาร์ และซับพอร์ตโยกไม่ได้มาตรฐานได้ทั้งหมด 78.93% แสดงดังรูปที่ 4.3 หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

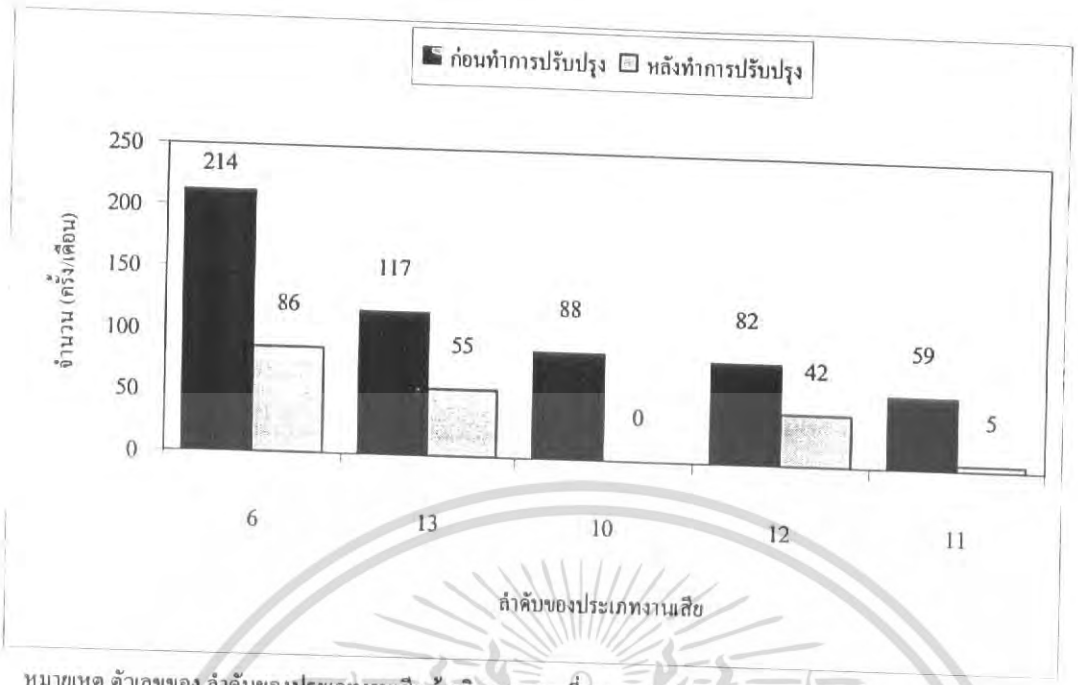
ก่อนดำเนินการแก้ไข ปัญหางานเสียจากการตั้งค่าแรงกดไม่ได้มาตรฐานเกิดขึ้นจำนวน 560 ครั้งต่อเดือน
หลังดำเนินการแก้ไข ปัญหางานเสียจากการตั้งค่าแรงกดไม่ได้มาตรฐานเกิดขึ้นจำนวน 118 ครั้งต่อเดือน

รูปที่ 4.1 การฝึกอบรมพนักงานในการอ่านค่า ผลจากการตั้งค่าแรงกดระหว่างแรคบาร์ และซับพอร์ดโยก



รูปที่ 4.2 โต๊ะฝึกหัดการตั้งค่าแรงกดระหว่างแรคบาร์ และซับพอร์ดโยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ตัวเลขของ ลำดับของประเภทงานเสีย อ้างอิงจากตารางที่ 3.4

รูปที่ 4.3 แผนภูมิแสดงการเกิดปัญหาการผลิตงานเสียจากการตั้งค่าแรงกด
ระหว่างแรคบาและซับพอร์ตโยกไม่ได้มาตรฐาน

4.1.1.2 การลดความสูญเสียจากการประกอบเซอร์คลิปผิดพลาด

การลดความสูญเสียจากการประกอบเซอร์คลิปผิดพลาด โดยมีการดำเนินการดังรูปที่ 4.4 ซึ่งมีการเสนอแนะดังนี้

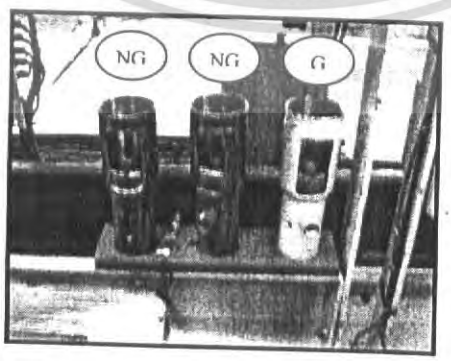
1) จัดทำตัวอย่างของงานดีและงานเสียแสดงไว้ที่ตำแหน่งการประกอบเซอร์คลิป

2) เพิ่มขั้นตอนการตรวจสอบเซอร์คลิปด้วยสายตาในกระบวนการประกอบ

ผลการดำเนินการแก้ไข ทำให้สามารถลดปัญหางานเสียจากการประกอบเซอร์คลิปผิดพลาดได้ถึง 100% แสดงดังรูปที่ 4.5 หรือ

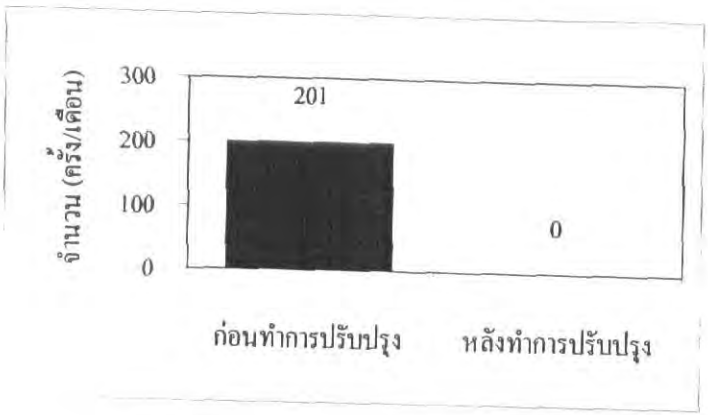
ก่อนดำเนินการแก้ไข ปัญหางานเสียจากการประกอบเซอร์คลิปผิดพลาดเกิดขึ้น 201 ครั้งต่อเดือน

หลังดำเนินการแก้ไข ปัญหางานเสียจากการประกอบเซอร์คลิปผิดพลาดไม่พบอีกเลย



รูปที่ 4.4 ตัวอย่างของงานดีและงานเสียแสดงไว้ที่ตำแหน่งการประกอบเซอร์คลิป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แผนภูมิแสดงการเกิดปัญหาการผลิตงานเสียจากจากการประกอบเซอร์คลิปผิดพลาด

4.1.1.3 การลดความสูญเสียจากปัญหาลมรั่ว

การลดความสูญเสียจากปัญหาลมรั่ว โดยมีการดำเนินการดังรูปที่ 4.6 ซึ่งมีการเสนอแนะดังนี้

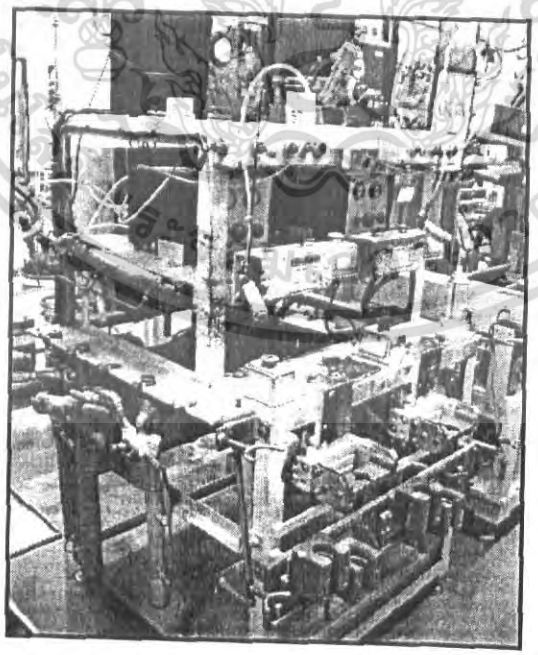
1) ทำการเปลี่ยนชุดข้อต่อและสายลมที่ชำรุดทั้งหมด

2) เปลี่ยนคอปเปอร์จอยที่มีการรั่ว ชำรุด โอริงขาดใหม่ทั้งหมดและทำความสะอาดคอปเปอร์จอยที่มีสิ่งสกปรกอุดตัน

ผลการดำเนินการแก้ไข สามารถลดปัญหางานเสียที่พบจากเครื่องทดสอบการรั่วของลม ได้ 58.78% แสดงดังรูปที่ 4.7 หรือ

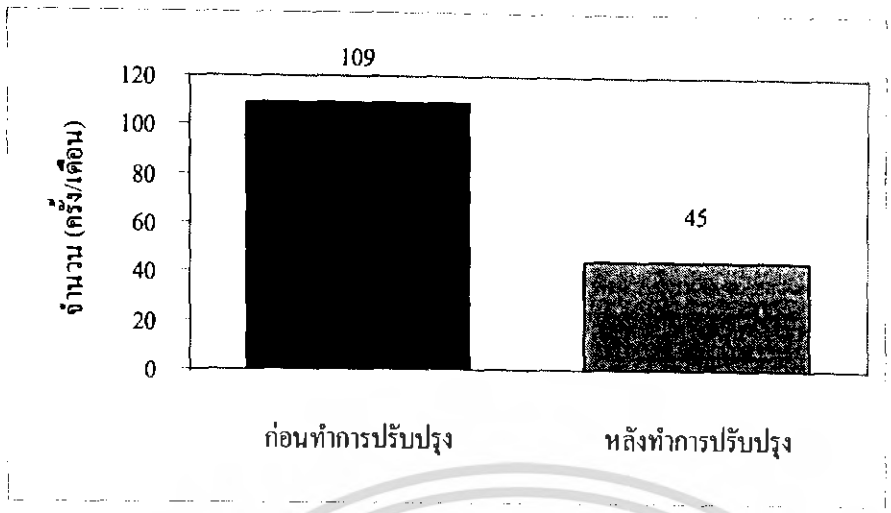
ก่อนดำเนินการแก้ไข ปัญหางานเสียที่พบจากเครื่องทดสอบการรั่วของลม 109 ครั้งต่อเดือน

หลังดำเนินการแก้ไข ปัญหางานเสียที่พบจากเครื่องทดสอบการรั่วของลม 45 ครั้งต่อเดือน



รูปที่ 4.6 การเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุดบริเวณเครื่องทดสอบการรั่วของลม

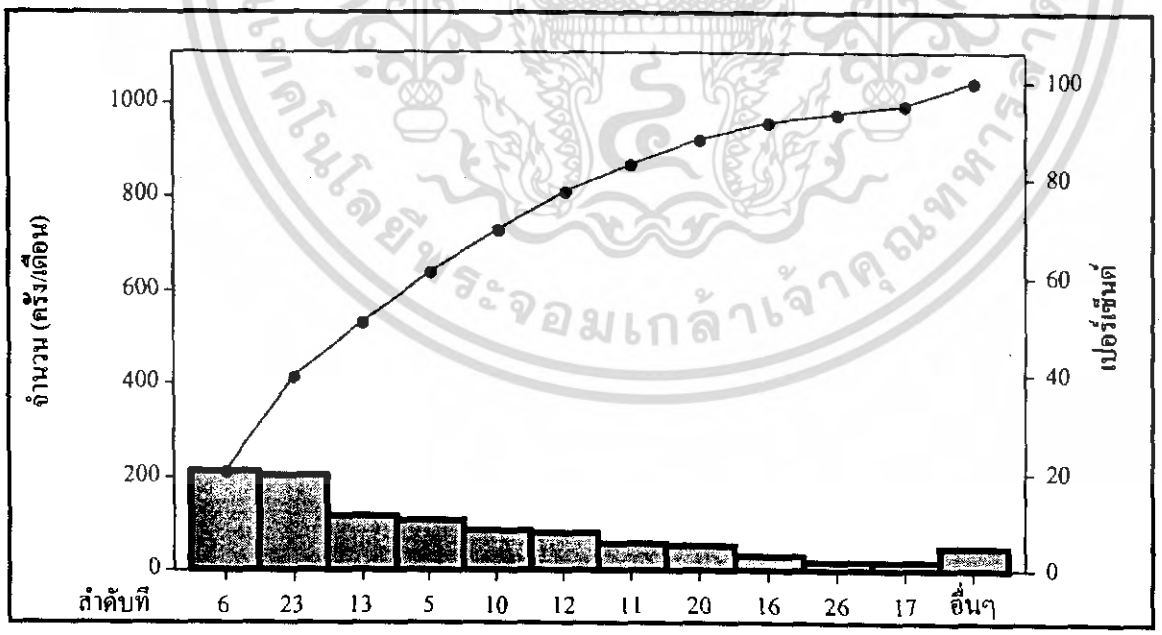
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 แผนภูมิแสดงการเกิดปัญหาการผลิตงานเสียที่พบจากเครื่องทดสอบการรั่วของลม

4.1.2 ผลการดำเนินงานการแก้ไขปัญหาเวลาสูญเสียจากการผลิตงานเสียรวม

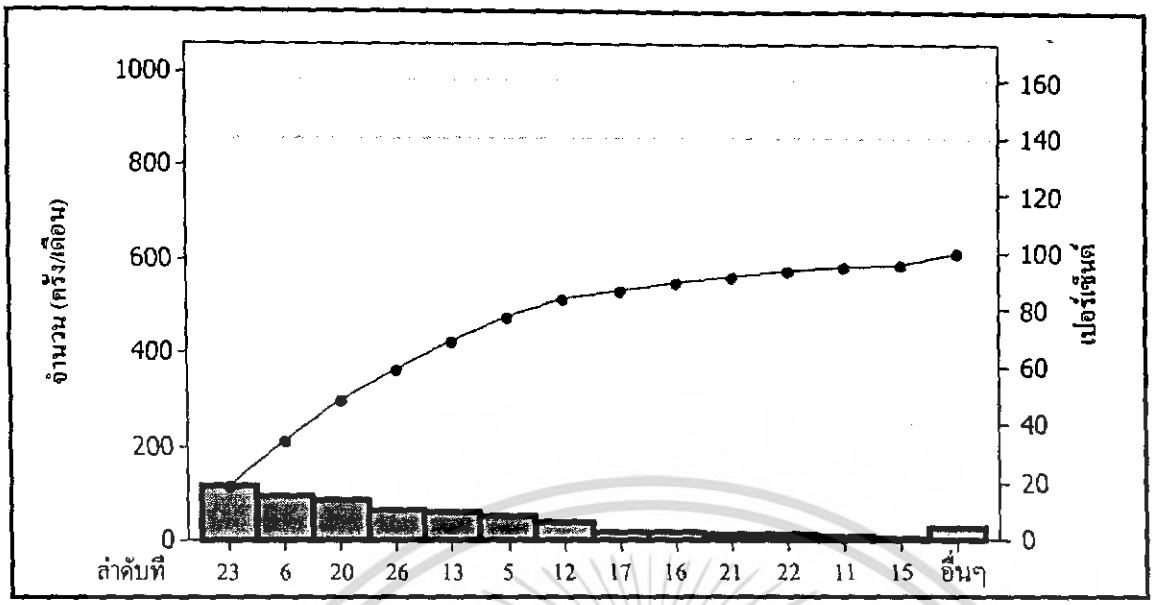
ในการดำเนินการแก้ไขปัญหาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต ทางผู้วิจัยได้เสนอแนะแนวทางการแก้ไขไป 3 หัวข้อหลัก ซึ่งผลจากการแก้ไขปัญหาโดยรวมจะแสดงถึงความเป็นได้ที่แก้ปัญหานั้นจะส่งผลต่อสาเหตุปัญหาอื่นๆที่ไม่ใช่แนวทางการแก้ไขใน 3 หัวข้อดังกล่าวหรือไม่ หรือมีผลต่อการแก้ปัญหาเวลาสูญเสียจากการผลิตงานเสียมากน้อยเพียงใด ซึ่งจากการเปรียบเทียบแผนภูมิพาเรโตก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง พบว่าปัญหาการผลิตงานเสียเกือบทุกปัญหามีแนวโน้มที่ลดลง ดังรูปที่ 4.8 และ 4.9 ซึ่งส่งผลดีต่อการแก้ปัญหาการผลิตงานเสียโดยรวมนั่นเอง



หมายเหตุ ตัวเลขของลำดับที่ ที่เป็นลำดับของประเภทการผลิตงานเสีย อ้างอิงจากตารางที่ 3.4

รูปที่ 4.8 แผนภูมิพาเรโตแสดงลำดับสาเหตุจากการผลิตงานเสียก่อนทำการปรับปรุง

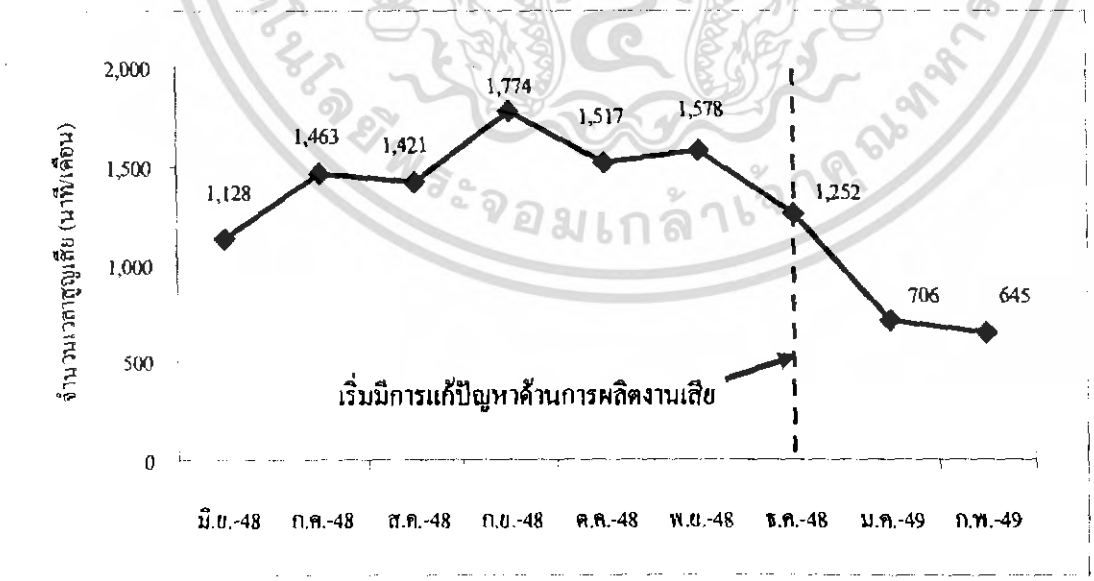
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ตัวเลขของลำดับที่ ที่เป็นลำดับของประเภทการผลิตงานเสีย อ้างอิงจากตารางที่ 3.4

รูปที่ 4.9 แผนภูมิพาเรโตแสดงลำดับสาเหตุจากการผลิตงานเสียหลังทำการปรับปรุง

ในการประมวลผลเวลาสูญเสียจากการผลิตงานเสีย ผู้วิจัยและทางบริษัทได้กำหนดไว้ว่า งานเสีย 1 ชุด จะสูญเสียเวลาในการผลิตไปเท่ากับ รอบเวลาการทำงาน (Cycle time) ของสายการผลิตนั้นซึ่งในสายการประกอบกรณีศึกษานี้มีรอบการผลิตเท่ากับ 85 วินาที แสดงว่าในเดือนหนึ่งๆ หากมีจำนวนของการผลิตงานเสียเท่าใดก็จะทำให้เวลาสูญเสียจากการผลิตงานเสียในเดือนนั้นมีค่าเท่ากับ ผลคูณของจำนวนการผลิตงานเสีย กับ รอบเวลาการทำงานในการผลิตในสายการประกอบนั้น



รูปที่ 4.10 ผลการดำเนินการแก้ไขปัญหาเวลาสูญเสียจากการผลิตงานเสียรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการดำเนินการ สามารถลดเวลาสูญเสียจากปัญหาการผลิตงานเสีย ได้ 805 นาทีต่อเดือน หรือ ลดลงได้ 54.53% แสดงดังรูปที่ 4.10 หรือ

ก่อนดำเนินการแก้ไข เวลาสูญเสียจากปัญหาการผลิตงานเสีย โดยเฉลี่ยเท่ากับ 1,480 นาทีต่อเดือน

หลังดำเนินการแก้ไข เวลาสูญเสียจากปัญหาการผลิตงานเสีย โดยเฉลี่ยเท่ากับ 673 นาทีต่อเดือน

4.2 ผลการดำเนินงานการแก้ไขเวลาสูญเสียเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต

จากตารางการวางแผนการดำเนินงานการลดเวลาสูญเสียเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต หรือตารางที่ 3.17 ซึ่งทางผู้วิจัย ได้เสนอแนวทางการปรับปรุงวิธีการเปลี่ยนรุ่นการผลิตอันจะส่งผลในการลดเวลาสูญเสียลงไปนั้น ทางบริษัทได้มีการประชุมผู้ที่มีความเกี่ยวข้อง และทำการอนุมัติในหัวข้อการดำเนินการในการแก้ไขบางหัวข้อที่ทำการเสนอแนะ เพื่อปรับปรุง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

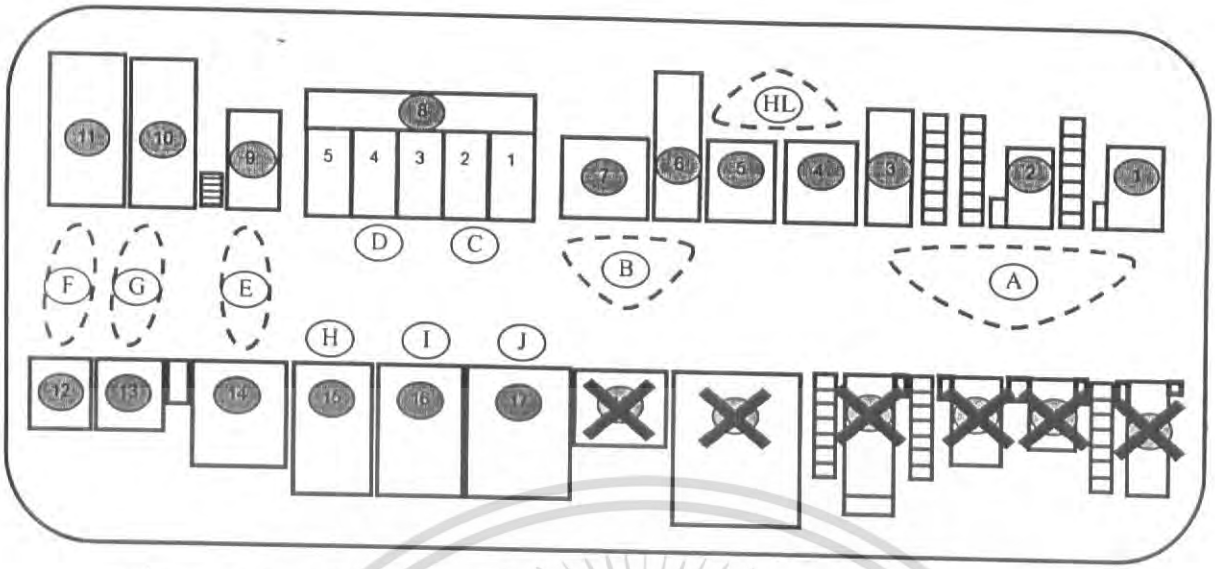
4.2.1 การดำเนินงานการปรับปรุงเพื่อลดเวลาสูญเสียเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต

หลังจากได้เสนอแนวทางแก้ไขปัญหา สรุปและวางแผนแนวทางเพื่อการแก้ไขปัญหาเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิตแล้ว จึงได้มีการดำเนินการแก้ไขปัญหาตามการเสนอแนะดังนี้

4.2.1.1 <u>การวางแผนการเปลี่ยนรุ่นการผลิต</u>

ทางผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ดูจากการกราฟ ตามรูปที่ 3.11 ถึง 3.16 ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตแบบเดิม พบว่าเวลาที่ใช้ในการรอคอยมีเว้นว่างมากเกินไป และ การเปลี่ยนรุ่นการผลิตในช่วงเครื่องจักรที่ 1- 7 มีมากเกินไป ทางผู้วิจัยจึงได้อาศัยข้อมูลจากกราฟดังกล่าวเพื่อเสนอ แผนการเปลี่ยนรุ่นใหม่ คือ ให้หัวหน้าสายการผลิต (HL) มาช่วยพนักงาน B เปลี่ยนเครื่องจักร 4 และ 5 ให้พนักงาน E เปลี่ยนเครื่องจักร 9 และ 10 พนักงาน G เปลี่ยนเครื่องจักร 10 และ 13 และพนักงาน F เปลี่ยนเครื่องจักร 11 และ 12 ดังรูปที่ 4.11 (โดยสัญลักษณ์และเครื่องหมายต่างๆในรูปแสดงไว้ในหัวข้อ 3.5.1.3 และ HL หมายถึง หัวหน้าสายการผลิต) ซึ่งการเปลี่ยนรุ่นด้วยวิธีนี้ จะทำให้เวลาในการปรับเปลี่ยนรุ่นการผลิตลดลงได้ในระดับหนึ่ง เป็นเพราะว่า เครื่องจักรต้นสายการผลิตมีการปรับเปลี่ยนที่น้อยลง และ บริเวณที่มีความซับซ้อนก็มีผู้ช่วยในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 แผนผังแสดงการรับผิดชอบเครื่องจักรในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของพนักงาน แบบเสนอแนะ

4.2.1.2 <u>การทำเอกสารแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน</u>

ในขั้นตอนการทำเอกสารแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน ทางผู้บริหารได้มอบหมายให้วิศวกร และหัวหน้าสายการผลิตเป็นคนรับผิดชอบในการทำ โดย ขั้นตอนในการทำแบ่งออกเป็น 5 ส่วน คือ

1. ขั้นตอนการสังเกตการณ์การเปลี่ยนรุ่นการผลิต และเก็บข้อมูล โดยทำการศึกษาขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นการผลิตแต่ละขั้นตอนในปัจจุบัน และเก็บข้อมูลจากการสอบถามถึงความถนัดในการเปลี่ยนรุ่นของตัวพนักงานเอง รวมถึงข้อเสนอแนะในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของพนักงาน

2. ขั้นตอนการร่างเอกสาร และปรับปรุงเพื่อความเหมาะสมตามหลักกายศาสตร์ และตามข้อเสนอแนะของพนักงาน

3. ขั้นตอนการทดลองใช้ โดยให้พนักงานทดลองปฏิบัติตามเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน เพื่อทดสอบดูว่าขั้นตอนการทำงานนั้นมีความเหมาะสมเพียงใด

4. ขั้นตอนการเก็บข้อมูลและ ปรับปรุงเอกสารเพื่อความเหมาะสม ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นการเก็บข้อมูลจากพนักงานและจับเวลาการทำการเปลี่ยนรุ่นของพนักงานดูว่า ขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นที่แนะนำไปสามารถลดเวลาได้ตามที่ต้องการเพียงใด หรือมีขั้นตอนใดไม่เหมาะสม ก็ทำการปรับปรุงใหม่ให้สามารถนำไปใช้เพื่อการลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตได้จริง

5. ขั้นตอนการนำไปใช้เป็นมาตรฐาน เมื่อมีการปรับปรุงเอกสารแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน ให้มีความเหมาะสมตามที่ต้องการแล้วก็มีการจัดทำเอกสารนั้นให้เป็นแบบมาตรฐาน และสามารถนำไปประกาศใช้เพื่อให้พนักงานปฏิบัติตามในสายการผลิตได้

ในการจัดทำเอกสารแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน ภายในขอบเขตเวลาของโครงงานปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ยังอยู่ในช่วงของขั้นตอนที่ 2 ของการจัดทำเอกสาร เพราะ จำเป็นที่จะต้องมีการปรับปรุงเสนอแนะทุกขั้นตอนก่อนถึงจะทำการร่างเอกสารได้ทั้งหมด อีกทั้งการนำเสนอการเสนอแนะแก้ไขการเปลี่ยนรุ่นการผลิตได้เริ่มดำเนินการแก้ไขในเดือน มกราคม 2549 จึงสามารถร่างขั้นตอนการปฏิบัติงานการเปลี่ยนรุ่นการผลิตได้เพียงบางเครื่องจักรเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.3 การทำเอกสารตารางการจำแนกอุปกรณ์ และ แต้มสีที่อุปกรณ์ยึดชิ้นงาน แยกตามรุ่นที่ใช้

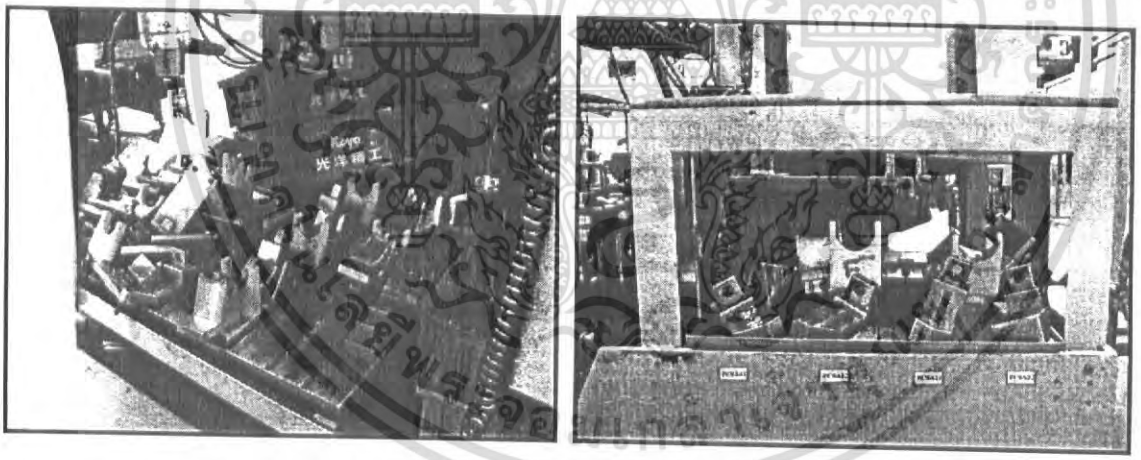
ในการจัดทำเอกสารตารางการจำแนกอุปกรณ์ และการแต้มสีอุปกรณ์ยึดชิ้นงาน ตามรุ่นการผลิตที่ใช้ ผู้วิจัยจัดทำโดยการเก็บรวบรวมข้อมูล ของอุปกรณ์ที่ใช้ของเครื่องจักรที่มีการเปลี่ยนรุ่นการผลิตแต่ละเครื่อง และทำการแต้มสีที่อุปกรณ์จับยึดนั้นๆ โดยกำหนดให้อุปกรณ์ที่ใช้กับการผลิตรุ่นใด ให้แต้มสีให้ตรงตามสีของรุ่นการผลิตนั้นๆ ดังนี้

- รุ่น PC3A11 ให้แต้มสีแดง
- รุ่น PK8B21 ให้แต้มสีน้ำเงิน
- รุ่น PB5F12 ให้แต้มสีเหลือง

และในอุปกรณ์การเปลี่ยนรุ่นตัวใด มีการใช้ 2 รุ่นการผลิต ก็กำหนดให้แต้มสี ทั้ง 2 สีของรุ่นการผลิตนั้นๆ ซึ่งตารางจำแนกอุปกรณ์ และการแต้มสีอุปกรณ์นั้นได้ทำเอกสารไว้ใน ภาคผนวก ค ซึ่งจากการจำแนกอุปกรณ์และการแต้มสีนี้จะเป็นผลดีต่อการจำแนกอุปกรณ์การเปลี่ยนรุ่นของพนักงาน ทำให้สามารถเลือกใช้ได้รวดเร็วและถูกต้องยิ่งขึ้น

4.2.1.4 การแยกอุปกรณ์ยึดชิ้นงานเก็บเป็นรุ่นๆ ทำป้ายบอก และนำอุปกรณ์ยึดชิ้นงาน ที่ไม่ค่อยได้ผลิตแล้วออก

เพื่อเป็นการง่ายต่อการเลือกใช้อุปกรณ์การเปลี่ยนรุ่น ผู้วิจัยจึงได้ทำการแยกเอาอุปกรณ์ที่ไค่อยได้ผลิตหรือแทบจะไม่ได้ใช้อีกแล้วออก ซึ่งหากจะต้องมีการผลิตจริงก็จะให้พนักงานนอกสายการผลิตเป็นคนจัดเตรียมให้ตามคัมบังสั่งผลิต (Kanban) นอกจากนี้ยังมีการจัดเรียงอุปกรณ์เครื่องจักรแยกออกเป็นรุ่นการผลิตและทำป้ายบอกตรงที่เก็บอย่างชัดเจน แสดงเปรียบเทียบดังรูปที่ 4.12



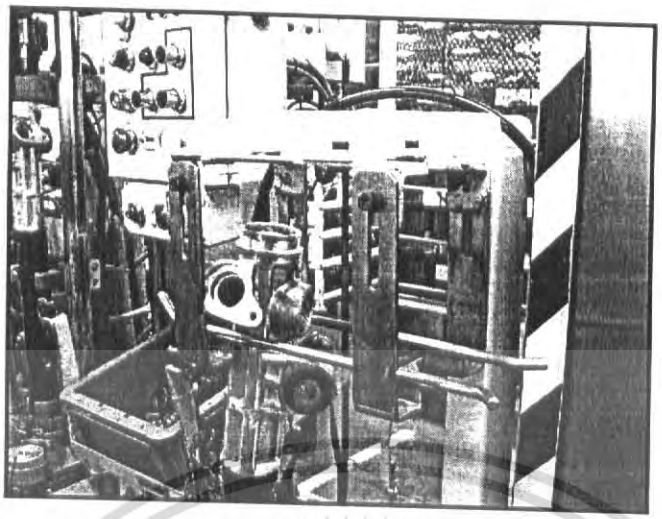
(ก) ก่อนการปรับปรุง (ข) หลังการปรับปรุง

รูปที่ 4.12 การจัดแยกอุปกรณ์ยึดชิ้นงานเก็บเป็นรุ่นๆ และทำป้ายบอก

4.2.1.5 การออกแบบอุปกรณ์จับยึดใหม่

ในการออกแบบอุปกรณ์การจับยึดใหม่ มีอุปกรณ์การจับยึดเพียงตัวเดียวที่ทำการออกแบบใหม่ คือ ตระแกรงยึด แรคเฮาท์ซิ่ง ที่ เครื่องล้างแรคเฮาท์ซิ่ง หมายเลขเครื่องจักร RPA-1-22 ซึ่งเป็นการออกแบบให้มีสปริงยึดหดบริเวณจับยึด แทนที่จะเป็นการขันน็อตยึดเมื่อมีการเปลี่ยนรุ่นดังรูปที่ 4.13 ซึ่งการเปลี่ยนการจับยึดเป็นแบบสปริงจะทำให้ไม่ต้องมีการเปลี่ยนรุ่นการผลิตบริเวณนี้เลย ซึ่งขั้นตอนการปรับปรุงขั้นตอนนี้อยู่ในระหว่างการดำเนินการจัดทำ

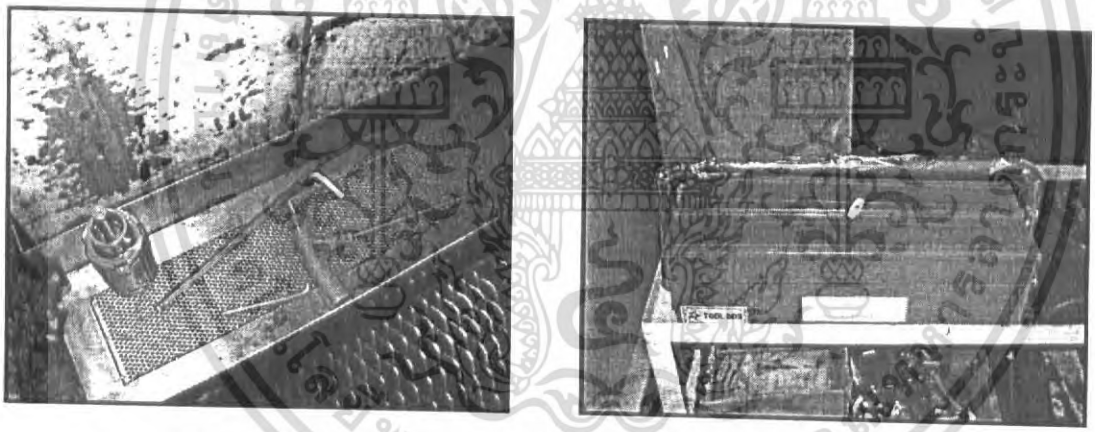
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 ตระแกรงยึด แรคเฮาท์ซิ่งแบบขันน็อตยึด

4.2.1.6 <u>การซื้อเครื่องมือเพิ่มให้เพียงพอ และจัดหาที่จัดเก็บและแยกเครื่องมือ</u>

ในการซื้อเครื่องมือและจัดหาที่จัดเก็บเครื่องมือโดยใช้กล่องเก็บเครื่องมือในการจัดเก็บ ซึ่งจะช่วยให้พนักงานหาเครื่องมือได้ง่ายขึ้น และไม่แย่งกันใช้เครื่องมือนั้นๆ ซึ่งการปรับปรุงดังกล่าวแสดงดังรูปที่ 4.14



(ก) ก่อนการปรับปรุง (ข) หลังการปรับปรุง

รูปที่ 4.14 การซื้อเครื่องมือเพิ่มให้เพียงพอ และจัดหาที่จัดเก็บและแยกเครื่องมือ

4.2.1.7 <u>การจัดซื้ออุปกรณ์ยึดชิ้นงาน เพิ่มให้เพียงพอไม่ต้องมีการใช้รวมกัน</u>

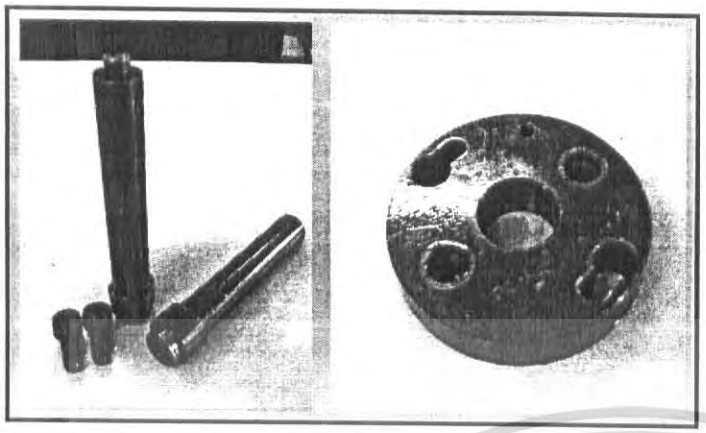
โดยอุปกรณ์ยึดชิ้นงานที่มีการจัดซื้อหรือทำเพิ่มให้เพียงพอ คืออุปกรณ์ที่จำเป็นต้องถอดประกอบเปลี่ยนภายนอกขณะที่มีการหยุดของเครื่องจักร ซึ่งการจัดซื้อหรือการจัดทำอุปกรณ์ให้เพียงพอ จะช่วยลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตในกระบวนการนั้นได้ โดยอุปกรณ์ที่มีการจัดซื้อหรือจัดทำให้เพียงพอ แสดงดังรูปที่ 4.15, 4.16 และ 4.17 หรือ มีดังนี้

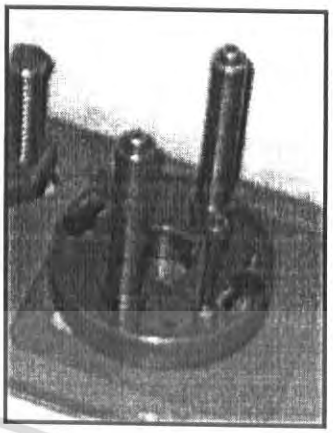
1) Work Holder จากเครื่องจักรหมายเลข RPA-1-03

2) Brush Set จากเครื่องจักรหมายเลข RPA-1-22

3) Twist Adjustment Gauge จากเครื่องจักรหมายเลข RPA-1-14

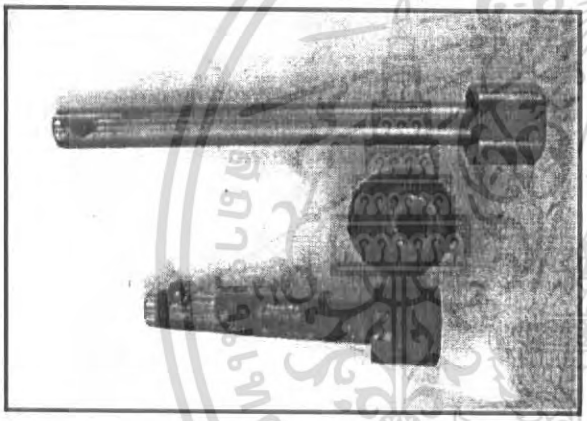
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

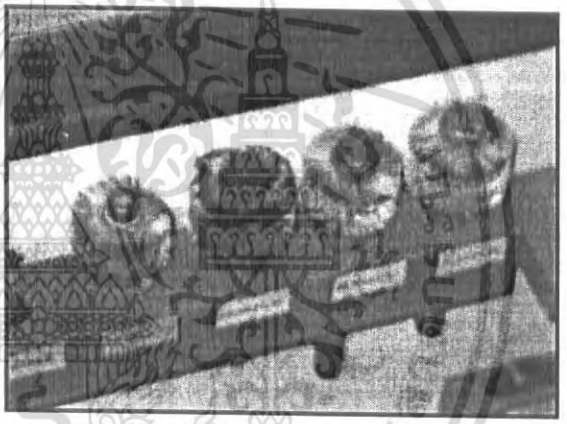




(ก) ก่อนการปรับปรุง (ข) หลังการปรับปรุง

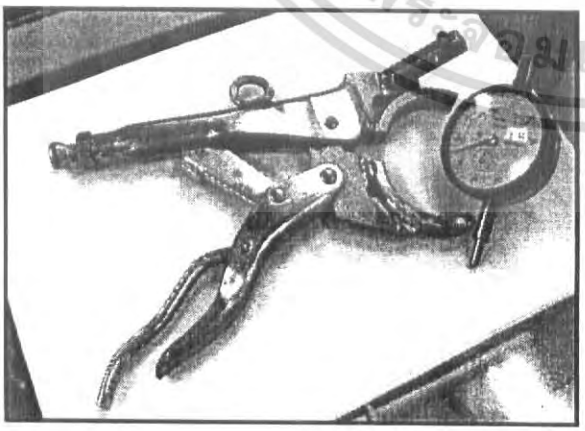
รูปที่ 4.15 Work Holder จากเครื่องจักรหมายเลข RPA-1-03

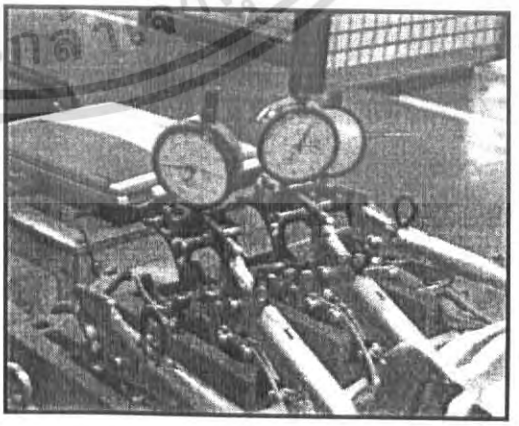




(ก) ก่อนการปรับปรุง (ข) หลังการปรับปรุง

รูปที่ 4.16 Brush Set จากเครื่องจักรหมายเลข RPA-1-22





(ก) ก่อนการปรับปรุง (ข) หลังการปรับปรุง

รูปที่ 4.17 Twist Adjustment Gauge จากเครื่องจักรหมายเลข RPA-1-14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

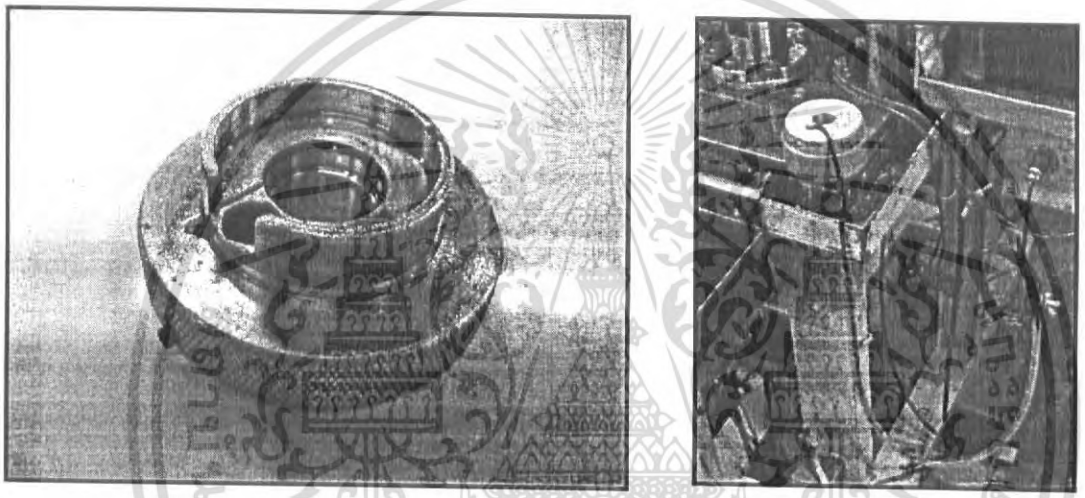
4.2.1.8 <u>การจัดทำอุปกรณ์ยึดชิ้นงาน รวมเป็นชุดๆ ให้สามารถใช้สวมได้เลย</u>

การจัดทำอุปกรณ์ยึดชิ้นงานรวมเป็นชุด มีลักษณะคล้ายกับการปรับปรุงในหัวข้อ 4.2.1.7 (ต่างกันที่อุปกรณ์ที่ทำการเปลี่ยนในการทำเป็นชุดไม่สามารถใช้รวมกับรุ่นการผลิตอื่นได้) คืออุปกรณ์ใดที่จำเป็นต้องถอดประกอบเปลี่ยนภายนอกขณะที่มีการหยุดของเครื่องจักร ซึ่งจะมีการปรับเปลี่ยนให้จัดทำอุปกรณ์นั้นถูกจัดเป็นชุด เวลาเปลี่ยนก็สามารถเปลี่ยนได้เลยไม่ต้องถอดประกอบใหม่อีก ซึ่งจะช่วยลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตในกระบวนการนั้นได้ โดยอุปกรณ์ที่มีการรวมเป็นชุด แสดงดังรูปที่ 4.18, 4.19 และ 4.20 หรือ มีดังนี้

1) Sensor Wearing Set กับสายเสียบ จากเครื่องจักรหมายเลข RPA-1-09

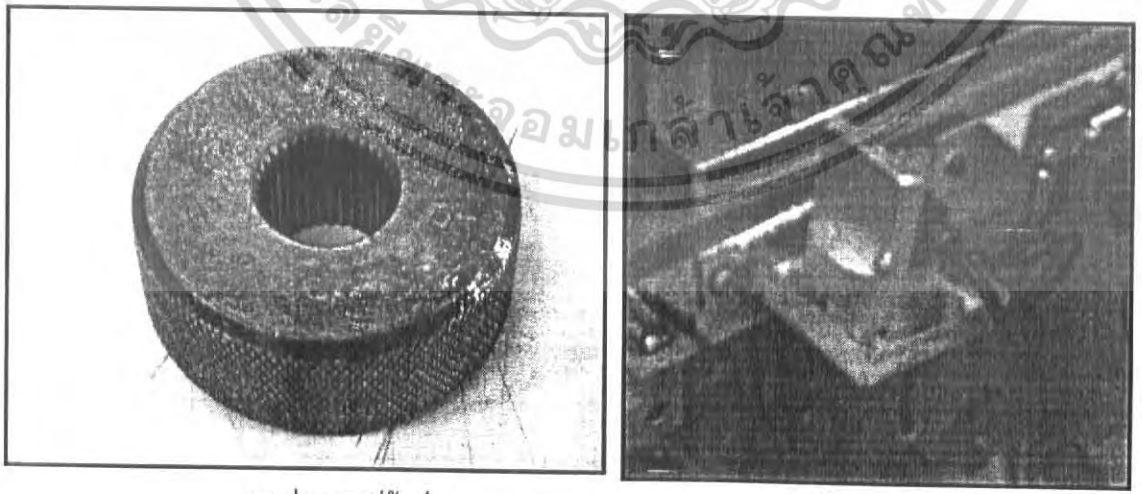
2) Sensor Guide กับชุดอุปกรณ์ต่อกับสายไฟ จากเครื่องจักรหมายเลข RPA-1-19

3) Feed Tube Head กับด้าม จากเครื่องจักรหมายเลข RPA-1-19



(ก) ก่อนการปรับปรุง (ข) หลังการปรับปรุง

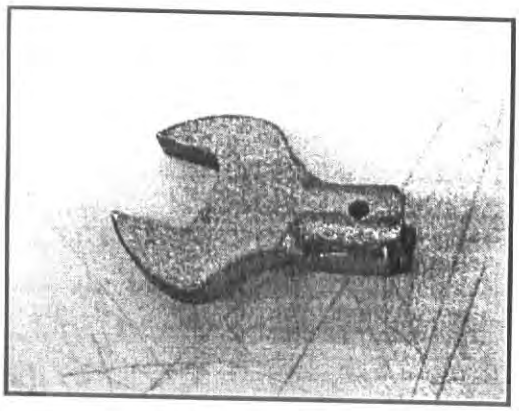
รูปที่ 4.18 Sensor Wearing Set กับสายเสียบ จากเครื่องจักรหมายเลข RPA-1-09



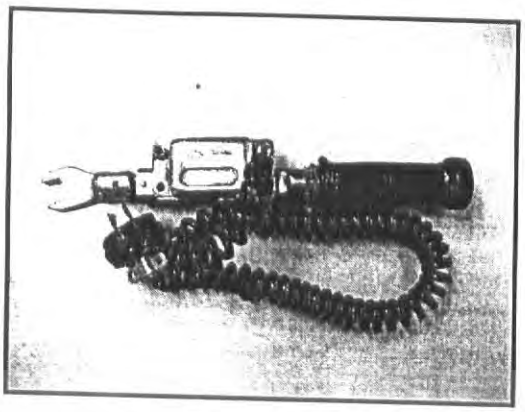
(ก) ก่อนการปรับปรุง (ข) หลังการปรับปรุง

รูปที่ 4.19 Sensor Guide กับชุดอุปกรณ์ต่อกับสายไฟ จากเครื่องจักรหมายเลข RPA-1-19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ก่อนการปรับปรุง



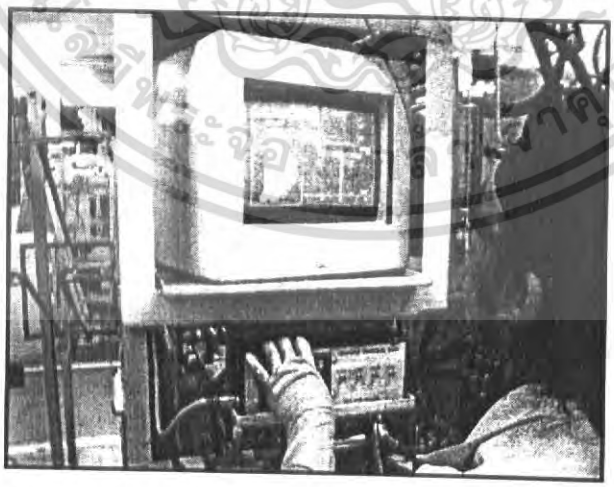
(ข) หลังการปรับปรุง

รูปที่ 4.20 Feed Tube Head กับด้าม จากเครื่องจักรหมายเลข RPA-1-19

4.2.1.9 <u>การให้มีผู้รับผิดชอบในการปรับเปลี่ยนโดยเฉพาะ และเพิ่มตัวต้นแบบหรือมาสเตอร์ เป็น 2 ชุดต่อหนึ่งรุ่น</u>

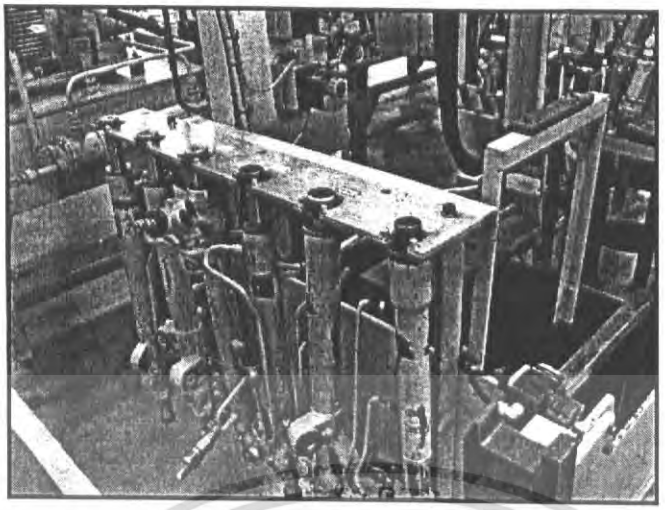
การให้มีผู้ทำหน้าที่รับผิดชอบในการปรับเปลี่ยนโดยเฉพาะ ในด้านของการทำแผนการเปลี่ยนรุ่นการผลิตตามการเสนอแนะได้ทำการสนับสนุนแนวทางการเสนอแนะข้อนี้ด้วย โดยจุดประสงค์ของการให้มีผู้รับผิดชอบในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรโดยเฉพาะนั้นเพื่อให้ การปรับเปลี่ยนรุ่นการผลิตเครื่องจักรที่จำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์และความรู้ทางด้านเทคนิคนั้น สามารถปรับเปลี่ยนได้เร็วขึ้น เพราะมีผู้ชำนาญการในการเปลี่ยนรับผิดชอบ และการเพิ่มตัวต้นแบบหรือมาสเตอร์เพื่อที่จะแก้ปัญหาในการรอคอยเพื่อจะใช้ในการทดสอบเดินตัวต้นแบบก่อนนั่นเอง โดยการเสนอแนะวิธีการแก้ไขดังกล่าวแสดงดังรูปที่ 4.21 และ 4.22 และเครื่องที่มีการปรับเปลี่ยนยุ่งยากต้องมีการจัดคนรับผิดชอบในการเปลี่ยนรุ่นโดยเฉพาะ ได้แก่

- เครื่องจักรหมายเลข RPA-1-13 ใช้ในการทดสอบการขัดตัวกันของร่องฟัน
- เครื่องจักรหมายเลข RPA-1-15 ใช้ในการทดสอบการหมุนไป-กลับของ แรคบาร์
- เครื่องจักรหมายเลข RPA-1-16 ใช้ในการทดสอบคุณสมบัติ สัดส่วนแรงดันน้ำมัน



รูปที่ 4.21 การมีผู้รับผิดชอบในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรที่มีการปรับเปลี่ยนยุ่งยากโดยเฉพาะ

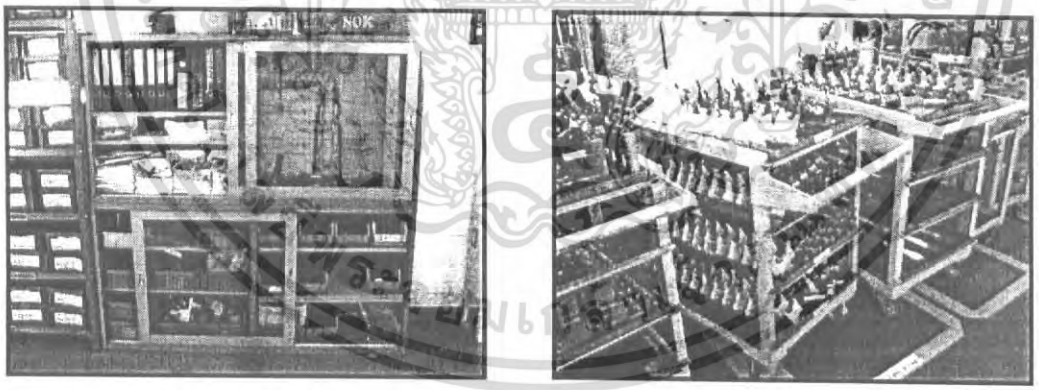
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 การเพิ่มตัวต้นแบบหรือมาสเตอร์ เป็น 2 ชุดต่อหนึ่งรุ่น

4.2.1.10 การยกเลิกการไปเบิกอุปกรณ์ยึดชิ้นงานที่ตู้เก็บอุปกรณ์และเพิ่มรถเข็น

การยกเลิกการไปเอาอุปกรณ์ยึดชิ้นงานที่ตู้เก็บอุปกรณ์ ทำการเพิ่มรถเข็นและให้พนักงานนอกสายการผลิตจัดอุปกรณ์ให้ จะช่วยในการลดเวลาช่วงที่เครื่องจักรหยุดการทำงานขณะที่พนักงานต้องไปทำการเดินไปเลือกอุปกรณ์ที่ตู้เก็บอุปกรณ์ซึ่งเสียเวลามาก อีกทั้งการที่พนักงานนอกสายการผลิตเป็นผู้ช่วยจัดเตรียมอุปกณ์การเปลี่ยนรุ่นการผลิตนั้น จะทำให้การเปลี่ยนรุ่นการผลิตทำได้ง่ายและรวดเร็วขึ้นนั่นเอง ซึ่งการเสนอแนะแนวทางการแก้ไขด้วยวิธีการนี้ได้ดำเนินการดังรูปที่ 4.23



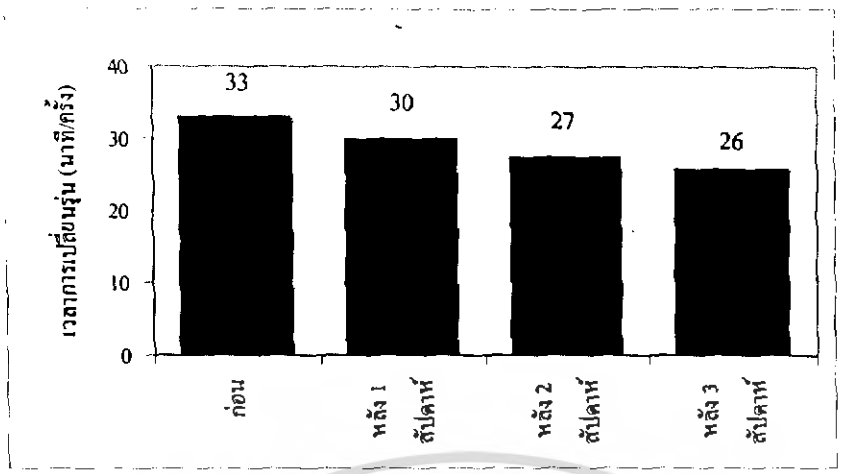
(ก) ก่อนการปรับปรุง (ข) หลังการปรับปรุง

รูปที่ 4.23 การยกเลิกการไปเบิกอุปกรณ์ยึดชิ้นงานที่ตู้เก็บอุปกรณ์และเพิ่มรถเข็น

4.2.2 ผลการดำเนินงานการปรับปรุงเพื่อลดเวลาสูญเสียเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต

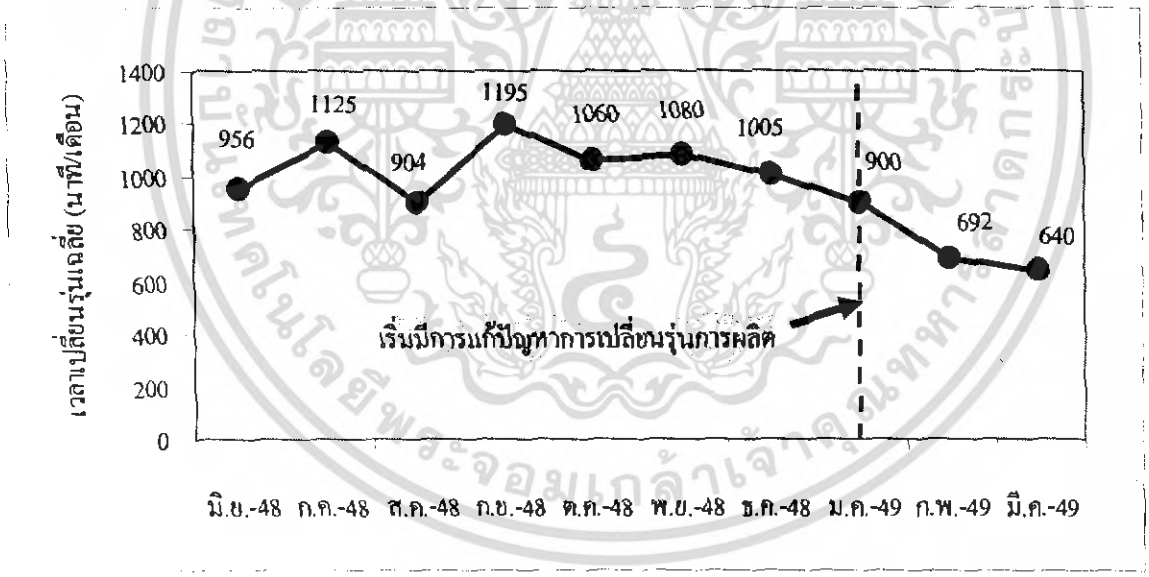
ผลการดำเนินงานการปรับปรุงเพื่อลดเวลาสูญเสียเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต ผู้วิจัยได้ทำนำข้อมูลออกมาวิเคราะห์ 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 เป็นการจับเวลาเปรียบเทียบการเปลี่ยนรุ่นการผลิตแต่ละครั้งโดยเฉลี่ยหลังการทำการเสนอแนะการปรับปรุงแต่ละสัปดาห์แสดงดังรูปที่ 4.22 และส่วนที่ 2 คือ ข้อมูลเวลาในการเปลี่ยนรุ่นที่มีต่อเดือน เพื่อดูแนวโน้มการเปลี่ยนรุ่นการผลิตที่คาดว่าจะลดเวลาการปรับเปลี่ยนได้ต่อเดือนจากการปรับปรุง แสดงดังรูปที่ 4.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 ผลการจับเวลาเปรียบเทียบในการเปลี่ยนรุ่นหลังจากมีการปรับเปลี่ยนตามการเสนอแนะ

จากรูปที่ 4.24 จะเห็นว่าในช่วง 3 สัปดาห์หลังการปรับปรุงตามการเสนอแนะการเปลี่ยนรุ่นการผลิต สามารถลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นได้ประมาณ 7 นาทีต่อครั้ง และยังมีแนวโน้มที่จะลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตลงได้อีกในสัปดาห์ถัดไปอีกด้วย



รูปที่ 4.25 ผลการดำเนินการแก้ไขปัญหาเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิตเปรียบเทียบแต่ละเดือน

ผลการดำเนินการ สามารถลดเวลาสูญเสียจากปัญหาการผลิตงานเสีย ได้ 302 นาทีต่อเดือน หรือ ลดลงได้ 28.87% จากรูปที่ 4.25 หรือ

ก่อนดำเนินการแก้ไข เวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต โดยเฉลี่ยเท่ากับ 1,046นาทีต่อเดือน

หลังดำเนินการแก้ไข เวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต โดยเฉลี่ยเท่ากับ 744 นาทีต่อเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน

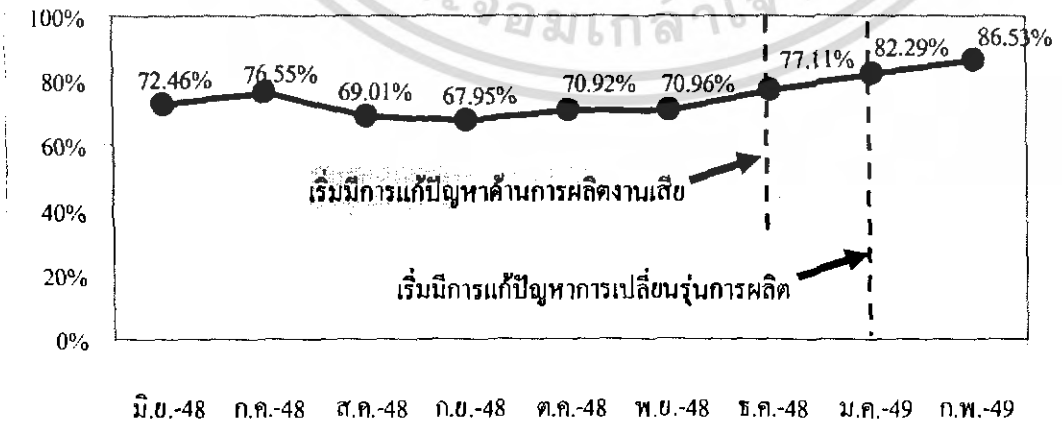
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการลดเวลาสูญเสียในสายประกอบระบบบังคับเลี้ยว โดยคำนึงถึงการวิเคราะห์เพื่อลดเวลาสูญเสีย 2 สาเหตุหลักด้วยกันคือ เวลาสูญเสียจากการผลิตงานเสีย และเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต ซึ่งผลจากการแก้ปัญหาเพื่อลดเวลาสูญเสียดังกล่าว แบ่งออกเป็น 2 ทางด้วยกัน ได้แก่

1. ผลที่ได้รับทางตรง คือ ผลจากการดำเนินงานตามที่ตั้งเป้าหมายหรือตามจุดประสงค์
2. ผลที่ได้รับทางอ้อม คือ ผลจากการดำเนินงานที่ไม่ได้คาดการณ์เอาไว้ หรือเป็นผลกระทบที่ได้จากการดำเนินงานดังกล่าว

5.1.1 ผลที่ได้รับทางตรง

1. สามารถลดเวลาสูญเสียจากปัญหาการผลิตงานเสียเฉลี่ยทุกปัญหาคิดเป็น 805 นาทีต่อเดือน
2. สามารถลดเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิตคิดเป็น 302 นาทีต่อเดือน
3. หลังการปรับปรุงมีผลให้ประสิทธิผลของเครื่องจักรโดยรวม (OEE) เพิ่มขึ้นแสดงดังรูปที่ 5.1 คือ
   1) ประสิทธิผลของเครื่องจักรโดยรวมก่อนทำการปรับปรุง 6 เดือนเฉลี่ยอยู่ที่ 71.31%
   2) ประสิทธิผลของเครื่องจักรโดยรวมของเดือนธันวาคม เพิ่มขึ้น 5.80% จากเดิม
   3) ประสิทธิผลของเครื่องจักรโดยรวมของเดือนมกราคม เพิ่มขึ้น 5.18% จากเดือนธันวาคม
   4) ประสิทธิผลของเครื่องจักรโดยรวมของเดือนกุมภาพันธ์ เพิ่มขึ้น 4.24% จากเดือนมกราคม



รูปที่ 5.1 ประสิทธิผลของเครื่องจักรโดยรวมในแต่ละเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 ผลที่ได้รับทางอ้อม

1. สามารถเพิ่มเวลาในการผลิตระบบบังคับเลี้ยวอีกประมาณ 781 ชุด/เดือน และเพิ่มยอดการขายเป็นเงิน 3,905,000 บาท/เดือน ดังนี้

สามารถลดเวลาสูญเสียจากปัญหาการผลิตงานเสียเฉลี่ยทุกปัญหาคิดเป็น			805	นาที /เดือน
สามารถลดเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิตคิดเป็น			302	นาที /เดือน
สามารถลดเวลาสูญเสียรวมโดยเฉลี่ยลงโดยประมาณ	805+302	=	1,107	นาที/เดือน
หรือเท่ากับ	1,107×60	=	66,420	วินาที/เดือน
การผลิตชุดระบบบังคับเลี้ยว 1 ชุด ใช้ระยะเวลา			85	วินาที
ดังนั้นเวลาสูญเสียที่ลดลงได้สามารถนำมาผลิตได้	$\frac{66,420}{85}$	=	781	ชุด
มูลค่าของชุดระบบบังคับเลี้ยว 1 ชุด เท่ากับ			5,000	บาท
ดังนั้นจะสามารถเพิ่มยอดการขายให้บริษัทได้อีกเป็นจำนวนเงิน	781×5,000	=	3,905,000	บาท/เดือน

2. เพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของบริษัทและยังสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้รวดเร็วขึ้น เพราะการผลิตที่มีความรวดเร็วขึ้น ความสามารถผลิตได้ปริมาณมากขึ้น และมีความยืดหยุ่นในการผลิตที่ดีกว่า

3. ลดมูลค่าสูญเสียทั้งด้านเงินลงทุนและทรัพยากรจากการผลิตชิ้นงานเสีย เนื่องจากการลดปริมาณการสูญเสียของการผลิตงานเสียลง ทำให้เงินทุนในส่วนที่ไม่ควรจะต้องเสียด้านการผลิตงานเสียนั้น หรือในกรณีที่เกิดงานเสียบางตัวขึ้นอาจส่งผลต่อความชำรุดของเครื่องจักร และอุปกรณ์การทำงาน หรือส่งผลต่อความปลอดภัยของพนักงาน ซึ่งหากสามารถลดความสูญเสียด้านนี้ลงได้ ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากผลทางด้านนี้ก็จะลดลงด้วย

4. พนักงานมีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น เนื่องจากพนักงานมีการทำงานที่สร้างงานเสียน้อยลง และมีความรวดเร็วในการทำงานมากขึ้น อีกทั้งพนักงานยังถูกฝึกอบรมให้เกิดการทำงานที่มุ่งเน้นสู่งานที่มีคุณภาพ ทำให้สิ่งเหล่านี้ถูกประมวลผลให้พนักงานมีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มมากขึ้นนั่นเอง

5. พนักงานมีขวัญและกำลังใจในการปฏิบัติงานมากขึ้น ทั้งจากการที่พนักงานได้ถูกประเมินว่ามีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้น และจากการใส่ใจในการปฏิบัติงานของฝ่ายบริหารที่มุ่งเน้นที่จะทำให้พนักงานทำงานได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น ทำให้พนักงานเกิดความรู้สึกดีต่อการทำงานและองค์กร เกิดขวัญกำลังใจที่ดี และมีกำลังใจในการปฏิบัติงานมากขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการลดเวลาสูญเสีย เป็นการมุ่งเน้นที่จะทำให้ผลิตผลที่ของทางบริษัทหรือองค์กร มีความรวดเร็วในการตอบสนองความต้องการของลูกค้า และมุ่งเน้นการทำงานที่มีคุณภาพมากขึ้น ดังนั้นหากมีการใช้เทคนิคในการหาทางเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยวิธีการอื่นๆ ก็จะเป็นผลดี ต่อการพัฒนาองค์กรดังที่กล่าวมามากขึ้นด้วย

ข้อจำกัดในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ควรมีการพัฒนาและปรับปรุงดังต่อไปนี้

1. ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในการลดเวลาสูญเสียจากการผลิตชิ้นงานเสีย ซึ่งมีสาเหตุที่ระบุถึงการผลิตชิ้นงานเสียหลากหลายสาเหตุ ดังนั้นการมุ่งเน้นที่จะลดของเสียที่เกิดขึ้นนั้น ควรให้ฝ่าย QA มาเป็นส่วนร่วมในการปฏิบัติงานด้วย เพราะฝ่ายนี้เป็นผู้ที่ใกล้ชิดกับการกำหนดข้อกำหนดคุณภาพของลูกค้ามากที่สุด ซึ่งจะรู้ถึงสาเหตุ และความต้องการในอีกหนึ่งมุมมองได้ดีกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ในการทำการตรวจสอบหรือวิเคราะห์ระบบเครื่องมือการวัด (MSA) อาจมีความแปรผันทางระบบการวิเคราะห์ อันเนื่องมาจากความผิดพลาดในระบบการวัด เช่น ความสามารถเครื่องมือที่ใช้ในการวัด และความสามารถของพนักงานในการวัด อาจถูกนำมาใช้ได้อย่างไม่เต็มที่ เป็นต้น ดังนั้นอาจมีเทคนิคอื่นที่มาช่วยในการตรวจสอบในระบบการวิเคราะห์ระบบการวัดนี้ เช่น การใช้เทคนิค ANOVA ในการตรวจสอบความแตกต่างของข้อมูลระบบการวัดนี้ เป็นต้น

3. ในการแก้ไขเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต ในเครื่องที่มีการปรับเปลี่ยนยุ่งยาก อาจจะต้องใช้ผู้มีความรู้ทางด้านเทคนิคมาช่วยในการวางแผนการเสนอแนะแก้ไข เพื่อจะทำการลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตได้ดียิ่งขึ้น

4. ในการแก้ไขปัญหาเวลาสูญเสีย อาจต้องมีการควบคุมเพื่อดูผลจากการเสนอแนะการทำงานอย่างสม่ำเสมอ เพื่อแน่ใจได้ว่าวิธีการดำเนินการที่เสนอแนะไปนั้น มีผลในด้านบวกที่จะลดการเกิดชิ้นงานเสียทั้งระบบหรือสามารถลดเวลาในการทำงานลงได้จริง

5. ในการสรุปผลเพื่อแสดงการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพการผลิต อาจใช้ทฤษฎีอื่น มาช่วยในการสรุปผลการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพการผลิตด้วย เช่น เวลาที่กระบวนการใช้ในการเปลี่ยนวัตถุดิบเป็นสินค้าสำเร็จรูป (Dock to Dock, DTD) หรือ อัตราความต้องการของลูกค้า (End of Line Rate, EOLR) เป็นต้น หรืออาจใช้ทฤษฎีเกี่ยวกับจุดคุ้มทุนหรือความคุ้มค่าในการลงทุนทางหลักเศรษฐศาสตร์ มาวิเคราะห์ถึงผลได้จากการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ด้วยก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

- กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2541. ระบบควบคุมคุณภาพที่หน้างาน คิวซีเซอร์เคิล (QC CIRCLE). กรุงเทพฯ: ส. เอเซียเพรส.
- โกศล ดีศรีธรรม, 2547. เพิ่มศักยภาพการแข่งขันด้วยแนวคิดลีน. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- นิพนธ์ บัวแก้ว, 2547. รู้จัก ระบบการผลิต แบบลีน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- ฝ่ายวิชาการบริษัทสกายบุ๊กส์, 2545. การเพิ่มผลผลิต. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สกายบุ๊กส์.
- ฤดี มาสุจันท์, 2547. การควบคุมคุณภาพ. กรุงเทพฯ: คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วันรัตน์ จันทกิจ, 2547. 17 เครื่องมือนักคิด Problem Solving Devices. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ.
- วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ และคณะ, 2545. การศึกษาการทำงาน. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรัส ตั้งไพฑูรย์, 2547. เทคนิคการลดความสูญเสียในโรงงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: ซัม ซิสเท็ม.
- อุพร อิ่มนิรันดร, 2543. เอกสารประกอบการอบรมการวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis: MSA). กรุงเทพฯ: Top Management Consulting.
- Andrew P.Dillon, 1989. Shigeo Shingo A study of the Toyota Production System. USA: BookCrafters.
- John M. Nicholas, 1998. Competitive Manufacturing Management. Boston: McGraw-Hill Book.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้