สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การปรับปรุงกระบวนการทำงานในระบบการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์ กรณีศึกษา บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด (โรงงานประกอบเกตเวย์)

PROCESSES IMPROVEMENT IN AN AUTOMOTIVE-PART TRANSPORTATION SYSTEM: A CASE STUDY OF TOYOTA MOTOR THAILAND CO., LTD. (GATEWAY PLANT)

T119493

นายจุมพล จงศรีวัฒนพร
MR. JUMPON JONGSRIWATTANAPORN
นายชยานนท์ ศรีจันทร์
MR. CHAYANON SRIJUN
นายชัยอรุณ ภูมี
MR. CHAIAROON PUMEE

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119493
วัน,เดือน,ปี - 8 S.A. 2554

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROCESSES IMPROVEMENT IN AN AUTOMOTIVE-PART TRANSPORTATION SYSTEM: A CASE STUDY OF TOYOTA MOTOR THAILAND CO., LTD. (GATEWAY PLANT)

MR. JUMPON JONGSRIWATTANAPORN

MR. CHAYANON SRIJUN

MR. CHAIAROON PUMEE

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEER IN INDUSTRIAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การปรับปรุงกระบวนการทำงานในระบบการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์
กรณีศึกษา บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด (โรงงานประกอบเกตเวย์)
Processes Improvement in an Automotive-Part Transportation System
A Case Study of Toyota Motor Thailand Co., Ltd. (Gateway Plant)

นักศึกษา

นายจุมพล จงศรีวัฒนพร	รหัสประจำตัว	50010257
นายชยานนท์ ศรีจันทร์	รหัสนักศึกษา	50010312
นายชัยอรุณ ภูมี	รหัสนักศึกษา	50010354

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

(ผศ.ดร.สรรพสิทธิ์ ลิ่มนรรัตน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การปรับปรุงกระบวนการทำงานในระบบการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์ กรณีศึกษา บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด (โรงงานประกอบเกตเวย์)
นักศึกษา	นายจุมพล จงศรีวัฒนพร นายชยานนท์ ศรีจันทร์ นายชัยอรุณ ภูมี
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2553
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ผศ.ดร.สรรพสิทธิ์ ลิ่มนรรัตน์

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาและปรับปรุงกระบวนการทำงานในการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์ ภายในแผนกจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์ (Assembly Part Logistic) ของบริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด (โรงงานประกอบเกตเวย์) โดยในแผนกจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์จะใช้รถไฟฟ้า (E-Car) ลากรถเข็น (Dolly) ที่บรรทุกชิ้นส่วนยานยนต์จากบริเวณจัดเรียงชิ้นส่วน ไปยังสายการประกอบ (Assembly Line) ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำหลักการทางวิศวกรรมอุตสาหการ ได้แก่ การลดความสูญเปล่า 7 ประการ (7 waste) ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System) และการออกแบบเครื่องจักรกล มาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการทำงาน โดยได้ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลสภาพปัจจุบันของการจัดส่งชิ้นส่วนของรถไฟฟ้า เวลาและจุดการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์ แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อออกแบบกระบวนการทำงานใหม่ โดยได้ทำการดัดแปลงรถไฟฟ้าบริเวณชุดตะขอพ่วงรถเข็นโดยการออกแบบและสร้างชุดตะขอพ่วงแบบใหม่โดยใช้โปรแกรม Solid Works ทั้งนี้เพื่อให้พนักงานทำงานได้ง่ายขึ้นส่งผลให้กระบวนการทำงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และสามารถนำอุปกรณ์ที่ออกแบบขึ้นมาใหม่นี้ ไปใช้แทนอุปกรณ์เดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Processes Improvement in an Automotive-Part Transportation System: A Case Study of Toyota Motor Thailand Co., Ltd. (Gateway Plant)
Student	Mr. Jumpon Jongsriwattanaporn
	Mr. Chayanon Srijun
	Mr. Chaiaroon Pumee
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering
	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2010
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr.Sunpasit Limnararat

ABSTRACT

The objectives of this thesis are to study and improve transportation process of automobile parts at Assembly Part Logistic Department of Toyota Motor Thailand CO., LTD. (Gateway Plant) where the Electronics car (E-car) and dolly are generally used to carry parts to assembly line. In order to improve this transportation system, the industrial engineering concepts such as 7 wastes, Toyota Production System and machine design are applied to solve this problem. After studying and collecting the current data of this department, the new solution for this transportation system is solved by adapting the new model of hook set between E-Car and dolly by using solid works in order to help the operator work easier and faster. This will increase the transportation efficiency in this department.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง การปรับปรุงกระบวนการทำงานในระบบการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์ กรณีศึกษา บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด (โรงงานประกอบเกตเวย์) สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบคุณบุคคลทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้องส่งผลให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ผศ.ดร.สรรพสิทธิ์ ลิ่มนรรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง สำหรับการให้โอกาสในการศึกษาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ รวมทั้งความรู้ คำแนะนำ ความช่วยเหลือ กำลังใจและความเอาใจใส่ในทุกด้านตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

คณาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกท่าน ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง สำหรับคำแนะนำ ความเข้มงวด และความเอาใจใส่ ตลอดมา

บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ประเทศไทย จำกัด และทีมงานแผนกจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์ทุกท่าน ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับการให้เข้าไปศึกษาและความช่วยเหลือในการจัดทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้

เพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในภาควิชาทุกคน สำหรับความช่วยเหลือและกำลังใจที่ดีตลอดมา จนทำให้กลุ่มผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการทำปริญญานิพนธ์นี้อย่างเสร็จสมบูรณ์

นายจุมพล จงศรีวัฒนพร
นายชยานนท์ ศรีจันทร์
นายชัยอรุณ ภูมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ข

กิตติกรรมประกาศ..... ค

สารบัญ..... ง

สารบัญตาราง..... ช

สารบัญรูป..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน..... 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน..... 1

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเพิ่มผลผลิตหรือการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต..... 3

2.1.1 ประวัติของการเพิ่มผลผลิต..... 3

2.1.2 ความหมายของการเพิ่มผลผลิต..... 3

2.1.3 สาเหตุที่ต้องทำการเพิ่มผลผลิต..... 4

2.1.4 เทคนิคการเพิ่มผลผลิต..... 4

2.1.4.1 การผลิตแบบกะทัดรัด..... 4

2.1.4.2 ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี..... 4

2.1.4.3 ไคเซ็น..... 5

2.1.4.4 เทคนิคการบำรุงรักษาทวีผล..... 5

2.1.4.5 เทคนิควิศวกรรมอุตสาหกรรม..... 6

2.1.4.6 การเพิ่มผลผลิตโดยเสียค่าใช้จ่ายต่ำสุด..... 6

2.1.4.7 กิจกรรมข้อเสนอแนะ..... 6

2.1.4.8 การศึกษาการทำงาน..... 7

2.1.4.9 การศึกษาเวลา..... 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.1.5 วิธีการเพิ่มผลผลิต..... 8
2.1.6 การปรับปรุงงานจนเป็นผลสำเร็จ..... 8
2.1.6.1 การได้รับความสนับสนุนจากพนักงาน..... 8
2.1.6.2 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง..... 9
2.2 ระบบการผลิตแบบโตโยต้า..... 9
2.2.1 การผลิตแบบทันเวลาพอดี..... 10
2.2.2 ระบบการผลิตแบบดึง..... 10
2.2.3 ความสูญเปล่า 7 ประการ..... 11
2.2.3.1 การผลิตมากเกินไป..... 11
2.2.3.2 การเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น..... 11
2.2.3.3 การขนส่ง..... 12
2.2.3.4 การผลิตของเสีย..... 12
2.2.3.5 การผลิตที่ขาดประสิทธิผล..... 13
2.2.3.6 การรอคอย..... 13
2.2.3.7 การเคลื่อนไหว..... 14
2.3 การออกแบบเครื่องจักรกล..... 14
2.3.1 คุณสมบัติของวัสดุ..... 14
2.3.1.1 ความเครียด..... 14
2.3.1.2 ความเค้น..... 15
2.3.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียด..... 16
2.3.1.4 จุดครากของโลหะ..... 18
2.3.1.5 ความเหนียว..... 18
2.3.1.6 ความเปราะ..... 19
2.3.1.7 ความแกร่ง..... 19
2.3.1.8 ความล้า..... 20
2.3.2 ทฤษฎีความเสียหายและความเค้นผสม..... 21
2.3.2.1 ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด..... 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.3 ข้อพิจารณาในการเลือกใช้วัสดุ 22
2.3.3.1 สมบัติทางกลของวัสดุ 22
2.3.3.2 สมบัติอื่นๆของวัสดุ 22
2.3.3.3 ความคงทนต่อสภาพแวดล้อม 22
2.3.3.4 ความพอใจของเจ้าของงาน 22
2.3.3.5 อายุการใช้งานที่ต้องการ 22
2.3.3.6 ความเหมาะสมในเชิงเศรษฐกิจ 23
2.3.3.7 ความยากง่ายในการผลิตและการสร้างประกอบ 23
2.3.3.8 ความหาได้ง่าย 23
2.3.3.9 ประสบการณ์ในอดีต 23
2.3.3.10 ความสวยงาม 23
2.3.3.11 บทสรุป 23
2.3.4 เหล็กหล่ออบเหนียว 24
2.4 เครื่องมือลำเลียง 26

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ

3.1 การศึกษาสภาพการทำงานและเก็บรวบรวมข้อมูล 28
3.1.1 สภาพการทำงานของการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์ 28
3.2 การสร้างแนวคิดการพัฒนาระบบ 30
3.3 การปรับปรุงระบบจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์ 30
3.3.1 การออกแบบ 30
3.3.1.1 เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการออกแบบชุดตะขอพ่วง 30
3.3.1.2 ออกแบบชุดตะขอพ่วงใหม่ 33
3.3.1.3 คำนวณขนาดก้านสลักของชุดตะขอพ่วง 34
3.3.2 การนำเสนอให้บริษัท 37
3.4 การประมวลผลและวิเคราะห์การปรับปรุง 37

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการออกแบบและติดตั้ง 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.1 การสร้างชุดตะขอพ่วงแบบใหม่..... 39

4.1.2 การใช้งานชุดตะขอพ่วงแบบใหม่..... 39

4.1.3 ผลการแก้ไขปัญหาการใช้งานชุดตะขอพ่วงแบบใหม่..... 40

4.2 ผลการเปรียบเทียบในเชิงปริมาณ..... 41

4.3 ผลการเปรียบเทียบในเชิงคุณภาพ..... 41

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน..... 43

5.1.1 ผลที่ได้รับโดยตรง..... 43

5.1.2 ผลที่ได้รับโดยอ้อม..... 43

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 44

หนังสืออ้างอิง..... **45**

ภาคผนวก..... **ผ1**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์เข้าสู่สายการประกอบ..... 29
ตารางที่ 3.2 ความสูงจากพื้นถึงตะขอพ่วงของรถเข็น (h_1) และความยาวรูตะขอ (h_2)..... 32
ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการทำงานในระบบลำเลียงชิ้นส่วน..... 41
ตารางที่ 4.2 จำนวนครั้งการขึ้น – ลงรถของพนักงาน 42

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 ลักษณะของแรงที่ทำให้เกิดความเค้น 16
รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด..... 17
รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด..... 18
รูปที่ 2.4 ความเหนียวและความเปราะของวัตถุ..... 19
รูปที่ 2.5 เส้นโค้งของความเค้นและความเครียดของวัสดุเหนียวและวัสดุเปราะ..... 20
รูปที่ 2.6 การเกิดความล้า..... 21
รูปที่ 2.7 การกำหนดคุณสมบัติทางกลของเหล็กหล่ออบเหนียวชนิดเพอร์ลิติก..... 25
รูปที่ 2.8 รถลากจูงชนิดยืนควบคุม..... 26
รูปที่ 2.9 รถลากจูงชนิดนั่งควบคุม..... 26
รูปที่ 2.10 รถลากจูงพลังงานแบตเตอรี่..... 27
รูปที่ 2.11 รถลากจูงสันดาปภายใน 27
รูปที่ 3.1 จำลองการทำงานของพนักงานในการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์เข้าสู่สายการประกอบ..... 29
รูปที่ 3.2 รถไฟฟ้าที่ใช้งานในโรงงาน..... 30
รูปที่ 3.3 ขนาดของรถไฟฟ้า (หน่วยเซนติเมตร)..... 31
รูปที่ 3.4 ความสูงจากพื้นถึงตะขอพ่วงของรถเข็น (h_1)..... 31
รูปที่ 3.5 ความยาวรูตะขอ (h_2)..... 31
รูปที่ 3.6 ความสูงจากพื้นถึงตะขอพ่วงของรถเข็น (h_1) และความยาวรูตะขอ (h_2) ของรถเข็นแต่ละคัน..... 33
รูปที่ 3.7 แบบของชุดตะขอพ่วงแบบใหม่..... 34
รูปที่ 3.8 รถไฟฟ้าลากรถเข็น..... 34
รูปที่ 3.9 ลักษณะของแรงที่กระทำต่อก้านสลัก..... 35
รูปที่ 3.10 ช่องการเลื่อนขึ้น – ลงของก้านสลัก..... 38
รูปที่ 3.11 รูของตัวพ่วงที่มีขนาดน้อยกว่า 5 cm 38
รูปที่ 4.1 ชุดตะขอพ่วงแบบใหม่..... 39
รูปที่ 4.2 ชุดตะขอพ่วงแบบเก่า..... 39
รูปที่ 4.3 ขั้นตอนการทำงานแบบเดิม..... 40
รูปที่ 4.4 ขั้นตอนการการทำงานแบบใหม่..... 40
รูปที่ 4.5 ตะขอพ่วงที่ได้รับการแก้ไขแล้ว..... 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากในปัจจุบันทุกอุตสาหกรรมมีการแข่งขันทางธุรกิจสูง ดังนั้นอุตสาหกรรมการผลิตจึงต้องมีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้สูงขึ้นอยู่ตลอดเวลาเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน โดยมีหลักการคือ การผลิตที่มีต้นทุนต่ำ สินค้าและบริการมีคุณภาพสูง และสามารถผลิตได้ทันตามความต้องการของลูกค้า โดยการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตจะคำนึงอยู่ 3 ด้าน คือ อัตราการใช้เวลาในการทำงาน (Availability Rate) อัตราคุณภาพในการผลิต (Quality Rate or First Time Through) และอัตราของประสิทธิภาพในการทำงาน (Performance Rate or Efficiency) ซึ่งทั้ง 3 ด้านจะมีผลต่อเนื่องกัน เช่น เมื่อทำการลดเวลาทำงานลงได้ คุณภาพการผลิตก็จะมีแนวโน้มที่ดีขึ้นและประสิทธิภาพในการทำงานก็จะดีขึ้นตามไปด้วย

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้เลือกศึกษาเกี่ยวกับอุตสาหกรรมยานยนต์โดยใช้ระบบการผลิตรถยนต์ของบริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด เป็นกรณีศึกษา และโดยได้นำเสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการทำงานของระบบลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นกว่าระบบเดิมที่ใช้งานอยู่

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

วัตถุประสงค์ของโครงการ มีดังนี้

1. เพื่อศึกษาทฤษฎีและหลักการ การปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบการลำเลียงชิ้นส่วนในระบบอุตสาหกรรม
2. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์สภาพปัจจุบันของระบบการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์ ของบริษัทกรณีศึกษา
3. เพื่อออกแบบและพัฒนากระบวนการทำงานเพื่อใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์ ของบริษัทกรณีศึกษา

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ขอบเขตของโครงงาน มีดังนี้

1. ศึกษาเฉพาะในส่วนของแผนกจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์ของบริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด (โรงงานประกอบเกตเวย์)
2. ไม่สามารถปรับปรุงในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเชิงเทคนิคได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากวัตถุประสงค์ของโครงงาน บริษัทกรณีศึกษาจะได้รับประโยชน์ ดังนี้

1. ทำให้พนักงานปฏิบัติงานได้เต็มประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
2. เพิ่มประสิทธิภาพของระบบการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์
3. ลดความสูญเปล่าในระบบการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Defect) ผลิตผลที่ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด และผลิตผลที่ต้องนำมาเก็บไว้ในโกดังสินค้า เนื่องจากผลิตผลเหล่านี้ไม่ได้ก่อให้เกิดรายได้ต่อโรงงาน

2. การเพิ่มผลผลิตตามแนวคิดทางเศรษฐกิจสังคม คือ ความสำนึกในจิตใจ (Consciousness of Mind) เป็นความสามารถหรือพลังความก้าวหน้าของมนุษย์ที่จะแสวงหาทางปรับปรุงสิ่งต่างๆให้ดีขึ้นเสมอ และการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด เป็นความสำนึกของการดำเนินทุกกิจกรรมในชีวิต ด้วยการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด พร้อมทั้งพยายามลดความสูญเสียทุกประเภทเพื่อความเจริญมั่นคงทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ

2.1.3 สาเหตุที่ต้องทำการเพิ่มผลผลิต

สาเหตุที่ต้องทำการเพิ่มผลผลิตสามารถพิจารณาได้ดังนี้ (จำลักษณ์ ขุนพลแก้ว, 2548)

1. ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด การเพิ่มผลผลิตจะเป็นเครื่องมือที่ทำให้สามารถใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ได้อย่างคุ้มค่าได้ประโยชน์สูงสุดและสูญเสียน้อยที่สุด โดยการเลือกใช้เครื่องมือ หรือเทคนิคการปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตที่เหมาะสม เช่น 5 ส QCC เป็นต้น

2. การแข่งขันสูงกับบริษัทต่าง ๆ การที่บริษัทจะอยู่รอดได้จะต้องมีการปรับปรุงตัวเองอยู่เสมอซึ่งการเพิ่มผลผลิตจะเป็นแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพและคุณภาพ เพื่อลดต้นทุนซึ่งจะทำให้สามารถแข่งขันกับคู่แข่งได้

3. การเพิ่มผลผลิตเป็นเครื่องช่วยในการวางแผนทั้งปัจจุบันและในอนาคต เช่น การกำหนดผลผลิตในสัดส่วนที่เหมาะสมกับความต้องการ แทนที่จะผลิตออกมาเกินจนเกิดการสูญเปล่าของทรัพยากร

4. กำไร การเพิ่มผลผลิตเป็นการลดต้นทุนและเพิ่มกำไร เพื่อที่จะนำกำไรที่ได้ไปแบ่งปันกันทั้งเจ้าของกิจการ พนักงาน และผู้ถือหุ้น

2.1.4 เทคนิคการเพิ่มผลผลิต

เทคนิคการเพิ่มผลผลิตและช่วยลดความสูญเสีย มีดังนี้ (สุรัส ตั้งไพฑูรย์, 2547)

2.1.4.1 <u>การผลิตแบบกระทัดรัด</u>

การผลิตแบบกระทัดรัด (Lean Manufacturing) หมายถึง ระบบการผลิตที่กะทัดรัดแต่มีประสิทธิภาพโดยมีวิธีการ คือ ลดต้นทุนการผลิต ลดเวลาในการผลิต ลดสินค้าในคงคลังและขจัดงานที่ไม่สร้างมูลเพิ่ม โดยแนวคิดพื้นฐาน ดังนี้

1. การฝึกอบรมพัฒนาเพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างรวดเร็ว
2. การดำเนินการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น
3. การลดจำนวนสินค้าในสต๊อก
4. การขจัดงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มทิ้งไป

2.1.4.2 <u>ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี</u>

หลักการของระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (JIT: Just in Time) ประกอบด้วย

1. ระบบคัมบังการเบิกชิ้นส่วนในการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การเปรียบเทียบทางการผลิต

3. การลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักรให้สั้นลง

4. การทำงานอย่างมีมาตรฐาน

5. การวางผังเครื่องจักร

6. ระบบอัตโนมัติ

7. ระบบการควบคุมด้วยการมองเห็น

8. กิจกรรมในการปรับปรุงงาน

2.1.4.3 ไคเซ็น

คำว่า ไคเซ็น (Kaizen) เป็นศัพท์ภาษาญี่ปุ่น แปลว่า การปรับปรุง ซึ่งแยกความหมายตามพยางค์แล้วแยกได้ 2 คำ คือ Kai แปลว่า การเปลี่ยนแปลง และ Zen แปลว่า ดี ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีก็คือการปรับปรุงนั่นเอง

ไคเซ็น เป็นแนวคิดธรรมดาและเป็นส่วนหนึ่งในทฤษฎีการบริหารของญี่ปุ่น ซึ่งโดยธรรมชาติหรือด้วยการฝึกฝนนั้น ทำให้คนญี่ปุ่นมีความรู้สึกรับผิดชอบในการที่จะทำให้ทุกอย่างดำเนินไปอย่างราบรื่นเท่าที่จะสามารถทำได้ด้วยการปรับปรุงสิ่งต่างๆ ให้ดีขึ้น ไม่ว่าจะเป็นเรื่องในชีวิตประจำวันหรือการทำงาน ซึ่งจุดแข็งทำให้ไคเซ็นดำเนินไปได้อย่างดีในประเทศญี่ปุ่น เพราะโดยหลักการแล้ว ไคเซ็นไม่ใช่เพียงการปรับปรุงเท่านั้น แต่หมายความรวมไปถึงการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องไม่มีที่สิ้นสุดด้วย (Continuous Improvement)

2.1.4.4 เทคนิคการบำรุงรักษาทวีผล

หลักการของเทคนิคการบำรุงรักษาทวีผล (Total Productive Maintenance) ประกอบด้วย (โกศล ดีศีลธรรม, 2546)

1. กิจกรรมการเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

1.1 ความสูญเสียจากการหยุดเนื่องจากขัดข้อง (Breakdown)

1.2 ความสูญเสียจากการปรับตั้งและปรับแต่งเครื่องจักร (Set-up and Adjust-ment)

1.3 ความสูญเสียจากการหยุดเล็กน้อยและเดินเครื่องเปล่า (Idling and Minor Stoppages)

1.4 ความสูญเสียเนื่องจากเครื่องจักรเสียความเร็วในการผลิต (Reduced Speed)

1.5 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defects)

1.6 ความสูญเสียเนื่องจากการสูญเสียวัตถุดิบเมื่อเริ่มเดินเครื่อง

2. การสร้างระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักร

3. การจัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องจักร

4. การสร้างระบบป้องกันการรักษาโดยพัฒนาความรู้ความสามารถของพนักงานเพิ่มทักษะและปลูกฝังจิตสำนึกในการบำรุงรักษาเครื่องจักรให้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.5 เทคนิควิศวกรรมอุตสาหกรรม

เทคนิควิศวกรรมอุตสาหกรรม (Industrial Engineer Technique) หรือ IE Technique ประกอบด้วยกลุ่มของเทคนิคต่างๆ ที่สามารถยกระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้สูงขึ้น ขจัดของเสียและการทำงานที่ไม่คงที่

2.1.4.6 การเพิ่มผลผลิตโดยเสียค่าใช้จ่ายต่ำสุด

การเพิ่มผลผลิตโดยเสียค่าใช้จ่ายต่ำสุด สามารถทำได้ด้วยแนวทางการปรับปรุงใน 8 ประการ ดังนี้

1. การจัดเก็บและการขนย้ายวัสดุสิ่งของอย่างมีประสิทธิภาพ
2. การออกแบบและจัดบริเวณที่ทำงานใหม่
3. การใช้เครื่องจักรอย่างประสิทธิภาพ และปลอดภัย
4. การควบคุมสารเคมีอันตราย และสัตถุอันตราย
5. การปรับปรุงแสงสว่าง
6. การเพิ่มสวัสดิการ
7. การปรับปรุงอาคารสถานที่
8. การจัดรูปแบบของงานใหม่ เป็นต้น

2.1.4.7 กิจกรรมข้อเสนอแนะ

กิจกรรมข้อเสนอแนะ (Suggestion System) เป็นกิจกรรมที่ช่วยกระตุ้นให้พนักงานทุกระดับมีส่วนร่วมในการบริหารองค์กร โดยการเสนอความคิดที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงคุณภาพองค์กร (โกศล ดีศีลธรรม, 2546)

ขั้นตอนในการเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง

1. สังเกต เพื่อหาปัญหา
2. สืบสวน เพื่อตรวจสอบสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน
3. คิดค้น เพื่อสรรสร้างสรรค์ในการหาแนวทางแก้ไข
4. สะสาง เพื่อสรรหาวิธีการที่ดีที่สุดในการดำเนินการ
5. ปฏิบัติ เพื่อดำเนินการปรับปรุงตามวิธีที่เลือก
6. ติดตาม เพื่อตรวจสอบประเมินผล

ลักษณะข้อเสนอแนะที่ดี

1. เป็นข้อเสนอที่มีความคิดสร้างสรรค์
2. มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ
3. ทดลองปฏิบัติแล้วได้ผลที่ดี
4. การปฏิบัติมีผลระยะยาว
5. ผลกระทบทางบวกต่อพนักงาน ลูกค้า และองค์กร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.8 การศึกษาการทำงาน

การศึกษาการทำงาน (Work Study) เป็นเทคนิคในการศึกษาสภาพการทำงานอย่างเป็นระบบ ซึ่งการศึกษาจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) และการวัดผลงาน (Work Measurement) องค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวเนื่องต่อประสิทธิภาพของงาน เพื่อหาวิธีปรับปรุงและดำเนินการเป็นมาตรฐานการทำงานต่อไป (โกศล ดีศีลธรรม, 2546)

แนวคิดพัฒนางานที่เป็นหลักการพื้นฐาน

1. การตัดงาน (Eliminate) คือ การกำจัดงานที่เป็นส่วนเกินหรือไม่ก่อให้เกิดประโยชน์
2. รวบรวม (Combine) คือ ขั้นตอนการรวมงานเข้าด้วยกัน งานบางขั้นตอนสามารถทำด้วยคนหรือเครื่องจักรหรือกรรมวิธีอื่นได้
3. การจัดเรียงใหม่ (Re-arrange) คือ การจัดเรียงเพื่อสลับงานให้เกิดความเหมาะสมมากที่สุด
4. การทำให้ง่าย (Simplify) คือ การทำงานเพื่อให้เกิดความรวดเร็วและถูกต้อง

เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกเพื่อศึกษาการทำงาน

แผนภูมิขบวนการผลิตต่อเนื่อง (Flow Process Chart) แผนภูมิจะมีการจำแนกเป็นประเภทคนประเภทวัสดุ ประเภทเครื่องจักร และในส่วนชนิดงานออกเป็น 5 ประเภท คือ การปฏิบัติงาน การเคลื่อนย้าย การรอคอย การตรวจสอบ และการเก็บรักษา โดยในทางปฏิบัติมีการปรับปรุงที่จะพยายามลดการเคลื่อนย้ายการรอคอยการตรวจสอบให้มากที่สุด

ไดอะแกรมบ่งบอกการเคลื่อนไหว ไดอะแกรมการเคลื่อนที่ (Flow Diagram)

ในการดำเนินการศึกษาเวลามีการใช้หลากหลายเทคนิค เช่น การใช้นาฬิกาจับเวลา การใช้วิดีโอในการบันทึกภาพเพื่อดูและวิเคราะห์การเคลื่อนไหวบางกรณีอาจใช้ระบบที่มีมาตรฐานอยู่แล้วเทียบเคียงและกำหนดเป็นมาตรฐานเวลา หลังจากนั้นสามารถไปดำเนินการกำหนดและจัดสมดุลสายการผลิต เพื่อลดความสูญเสียจากการรอคอยและความสูญเสียอื่นๆ ได้ ก่อให้เกิดผลในส่วนของปรับปรุงงานคือ

1. ทำงานง่ายขึ้น
2. มีลำดับงานที่ดีและมีความสัมพันธ์กัน
3. การทำงานในแต่ละจุดมีความเหมาะสม
4. ลดแรงงานและเอกสารที่ไม่จำเป็น
5. ลดการควบคุมและตรวจสอบ
6. ลดการรอคอย
7. ผลผลิตเพิ่มขึ้น

2.1.4.9 การศึกษาเวลา

การศึกษาเวลา (Time Study) คือ การหาเวลาที่เป็นมาตรฐานในการทำงาน ใช้ในการวัดผลงานเป็นเวลาที่ทำงานได้ ผลของการศึกษาเวลาคือ ได้เวลามาตรฐาน Standard Time โดยประโยชน์ของการศึกษาเวลา มีดังนี้ (รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม และเนื้อโสม ติงสัญชลี, 2538)

1. เพื่อใช้หา กำหนดการและการวางแผน การทำงานต่อการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากทำการแก้ไขปรับปรุงงานโดยมุ่งหวังให้พนักงานเกิดแรงจูงใจในการทำงาน เพิ่มความผูกพันต่อโรงงาน และมีประสิทธิผลเต็มที่แล้ว จะต้องมั่นใจได้ว่าพนักงานเข้าถึงผลประโยชน์ที่พวกเขาจะได้รับด้วย สิ่งนี้จะต้องพิจารณาจากมุมมองของพนักงานเอง เช่น ผลกระทบต่อความมั่นคงของงาน ค่าตอบแทน ค่าจ้างเงินเดือน ระดับความรับผิดชอบ ความยากง่ายของงาน เป็นต้น ผลประโยชน์เหล่านี้เป็นสิ่งที่พนักงานทุกคนให้ความสำคัญอย่างยิ่ง ดังนั้น จำเป็นต้องดำเนินการ 2 ประการ เพื่อให้ได้รับการสนับสนุนจากพนักงาน คือ

1. หลีกเลี่ยงผลกระทบในเชิงลบที่จะเกิดกับพนักงาน เช่น จะมีพนักงานคนใดถูกไล่ออก พักงานหรือลดเงินเดือน เป็นต้น

2. ทำให้พนักงานมั่นใจว่าไม่มีอะไรที่ต้องกลัว

2.1.6.2 <u>การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง</u>

ความคิดในเชิงสร้างสรรค์และง่ายๆ อาจจะไม่ได้รับการปฏิบัติเสมอไป เพราะขัดกับความคุ้นเคยและนิสัยเดิมของพนักงานซึ่งแก้ไขได้ยาก วิธีการที่จะทำการปรับปรุงนั้นเป็นไปอย่างราบรื่น ปฏิบัติได้ผล และเป็นไปอย่างต่อเนื่อง มี 2 วิธี ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงนิสัยความเคยชินและพฤติกรรมของพนักงาน
   - การสร้างการเปลี่ยนแปลงเข้าไปในเครื่องจักร เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ โยกย้ายหรือกำจัดเครื่องมือหรืออุปกรณ์ใดๆ ที่ทำให้สามารถหันเหไปสู่สถานการณ์หรือวิธีทำงานแบบเก่าได้ง่าย
   - สร้างการเปลี่ยนแปลงเข้าไปสู่ตัวเครื่องจักร ซึ่งไม่สามารถโยกย้ายได้
   - ออกแบบหรือปรับเปลี่ยนเครื่องมือหรืออุปกรณ์ใหม่ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานและคงไว้ซึ่งวิธีใหม่นี้ได้

2. จัดสร้างราวหรือรั้วกั้น ทาสีตีเส้นแบ่งเขตตั้งลังใส่ของ หรือทำการเปลี่ยนแปลงอื่นๆที่ทำให้การปรับปรุงงานเห็นได้ชัดและทำได้ง่ายขึ้น

2.2 ระบบการผลิตแบบโตโยต้า

ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System: TPS) มีกิจกรรมหลัก 2 อย่าง คือ การผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in Time: JIT) และ ระบบอัตโนมัติ (Automation) โดยระบบการผลิตแบบโตโยต้ามีสาระสำคัญดังต่อไปนี้ (มังกร โรจน์ประภากร, 2550)

- ขจัดความสูญเปล่า (Muda) ให้หมดสิ้นไป และสร้างผลกำไร
- ผลิตเฉพาะส่วนที่ขายได้
- ทำการเฉลี่ยปริมาณงานให้ใกล้เคียงกัน (Heijunka) ก่อนผลิต
- ทำให้เป็นระบบอัตโนมัติ ซึ่งฉลาดและตัดสินใจได้เอง
- ผลิตโดยไม่ต้องพึ่งพาการผลิตจำนวนมาก
- ให้ความสำคัญต่อหน้างาน (Genba) และตัวสิ่งของจริง (Genbutsu)
- ใช้ความสามารถของคนอย่างเต็มที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 การผลิตแบบทันเวลาพอดี

การผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in Time: JIT) เป็นวิธีการผลิตที่ทำให้บริษัทสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ในปริมาณที่ลูกค้าต้องการได้ทันเวลาพอดี โดยการผลิตแบบทันเวลาพอดีแตกต่างจากวิธีการผลิตแบบครั้งละมากๆ (Mass Production) ที่หลายๆ บริษัทใช้กันอยู่ คือการผลิตแบบครั้งละมากๆ ถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ตัวเดียวกันเป็นชุดใหญ่ๆ ซึ่งจะถูกจัดเก็บและจัดส่งไปยังลูกค้าในภายหลัง ในทางตรงกันข้ามวิธีการผลิตแบบทันเวลาพอดี จะช่วยให้บริษัทสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายชนิดในปริมาณที่น้อยลงโดยมีเวลานำ (Lead Time) ที่สั้นลง เพื่อให้เป็นไปตามความต้องการของลูกค้าที่เฉพาะเจาะจงนั้นได้ (มังกร โรจน์ประภากร, 2550)

การผลิตแบบทันเวลาพอดีช่วยให้บริษัทสามารถแข่งขันได้มากขึ้น โดยการผลิตผลิตภัณฑ์หลากหลายชนิดตามความต้องการได้ในขณะที่ยังสามารถรักษาต้นทุนให้ต่ำ คุณภาพสูง และมีเวลานำที่น้อยที่สุดได้ด้วย ซึ่งจะทำเช่นนี้ได้จะต้องกำจัดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตออกไป

2.2.2 ระบบการผลิตแบบดึง

ระบบการผลิตแบบดึงมี 2 หลักการ ดังนี้ (มังกร โรจน์ประภากร, 2550)

1. ด้านการผลิต คือ การผลิตชิ้นงานตามปริมาณความต้องการของลูกค้าเท่านั้น

2. ด้านการควบคุมวัสดุ คือ การเบิกสินค้าคงคลังตามปริมาณความต้องการของผู้ใช้เท่านั้นและวัสดุจะไม่ถูกจ่ายออกไปจนกว่าจะมีสัญญาณมาจากผู้ใช้ที่อยู่ปลายทาง

ระบบการผลิตแบบดึง ลูกค้าคือคนปล่อยสัญญาณกระตุ้นให้เกิดการผลิตและเบิกวัสดุ การผลิตแบบดึงจะเริ่มต้นจากลูกค้าภายนอกและจะมีการกระตุ้นสัญญาณตลอดทางย้อนหลังไปตามกระบวนการผลิต โดยลูกค้าที่อยู่ปลายทางหรือลูกค้าภายในของแต่ละจุดปฏิบัติ ซึ่งนี่คือวิธีการผลิตแบบลูกค้าเป็นตัวกำหนด (Market-in)

การลดต้นทุนเป็นเป้าหมายหลักของกระบวนการผลิตแบบโตโยต้า วิธีการผลิตแบบดึงที่ลูกค้าเป็นผู้กำหนด จะกำหนดต้นทุนตามผลกำไรและราคาในแบบที่แตกต่างไปจากกระบวนการผลักที่ผู้ผลิตเป็นผู้กำหนด การผลิตแบบผลัก ถ้าต้องการรักษาส่วนกำไรไว้หรือทำให้เพิ่มขึ้น และต้องการให้ราคาขายเป็นที่แข่งขันได้ จำเป็นจะต้องลดต้นทุนลง

ระบบการผลิตแบบดึง สามารถกำจัดความสูญเปล่าที่เป็นผลมาจากระบบผลักซึ่งเป็นแบบดั้งเดิมของการผลิต โดยวัสดุจะถูกเคลื่อนย้ายจากจุดปฏิบัติการต้นทางไปยังจุดปฏิบัติการที่อยู่ปลายทางถัดไป ทันทีที่มีวัสดุเข้ามา ในระบบผลักวัตถุดิบที่มีอยู่จะได้รับอนุญาตให้ใช้ทำการผลิตได้ และจัดการหาวัสดุจะต้องยึดตามการพยากรณ์ปริมาณความต้องการของลูกค้า และนี้คือหลักการของการผลิตแบบผู้ผลิตเป็นผู้กำหนด (Product-out) ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการผลิตมากเกินไป มีการส่งมอบช้า ดังนั้น เพื่อหลีกเลี่ยงการส่งมอบล่าช้าจึงมีการผลิตสินค้าคงคลังขึ้นมาเก็บไว้ในคลังสินค้าและทุกๆจุดเชื่อมต่อของกระบวนการสำคัญๆ นอกจากนั้น ยังมีคอขวด (Bottleneck) เกิดขึ้นเมื่อกระบวนการปลายทางไม่สามารถผลิตได้ทันจุดที่อยู่ต้นทาง และแรงกดดันให้ผลิตนั้นเป็นผลมาจากการผลิตมากเกินไปที่จุดต้นทาง ไม่ใช่ผลิตตามปริมาณความต้องการของตลาดที่แท้จริง

ผลประโยชน์ต่อบริษัทที่ได้รับจากระบบการผลิตแบบดึง คือ การลดต้นทุนลงได้อย่างมาก การใช้แรงงานให้เกิดประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และชี้ให้เห็นปัญหาที่ต้องการปรับปรุงได้ง่าย ผลประโยชน์ต่อพนักงาน คือ มีการทำงานที่มีความสัมพันธ์กับความต้องการของลูกค้า มีระดับทักษะการทำงานที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ความสูญเปล่า 7 ประการ

กระบวนการผลิตมักจะพบว่ามีความสูญเปล่าต่างๆแฝงอยู่ไม่มากก็น้อย ซึ่งเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของกระบวนการผลิตต่ำกว่าที่ควรจะเป็น ดังนั้นจึงมีแนวคิดเพื่อพยายามลดความสูญเปล่าเหล่านี้เกิดขึ้นมากมาย แนวคิดหนึ่งที่คิดค้นโดย Mr. Shigeo Shingo และ Mr. Taiichi Ohno คือ ระบบการผลิตแบบโตโยต้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อขจัดความสูญเปล่า 7 ประการ ดังนี้ (สุรัส ตั้งไพฑูรย์, 2547)

2.2.3.1 <u>การผลิตมากเกินไป (Over Production)</u>

การผลิตสินค้าในปริมาณมากๆ หรือการผลิตในระดับใหญ่ๆเป็นสิ่งที่ดำเนินการแทบทุกอุตสาหกรรม เช่น การใช้ระบบสายพานการผลิต เพื่อการผลิต การผลิตในแบบ Product Layout จะมีความเหมาะสมในบางผลิตภัณฑ์เท่านั้น แต่ส่วนใหญ่ก่อให้เกิดการ ไม่สมดุลกันในสายการผลิต เกิดมีชิ้นงานในการผลิตเป็นปริมาณมาก หรือเรียกว่า Work in Process (WIP) WIP มากทำให้เกิดความมั่นใจว่าการผลิตจะ ไม่ขาดตอน แต่แท้ที่จริงแล้วการมี WIP มากแทนที่จะช่วยแก้ปัญหากลับกลายเป็นตัวปัญหา ก่อให้เกิดความสูญเสีย มากมาย หรือการผลิตมากๆ อาจเกิดความสูญเสียอย่างมากมาย ในส่วนของอายุของผลิตภัณฑ์ที่อาจหมดอายุ หรือความล้าสมัย รวมถึงการจัดหาสถานที่เก็บ

ปัญหาในกระบวนการผลิตที่ผลิตมากเกินไป

1. ปัญหาของเสียเกิดขึ้นแล้วไม่ทราบ ไม่ได้รับการแก้ไขในทันที และการปิดบังปัญหาต่างๆ ในสายการผลิต
2. ปัญหาเรื่องพื้นที่จัดเก็บ WIP และไม่ความปลอดภัย
3. เวลาที่ใช้ในการผลิตและขนย้ายที่มากเกินไป
4. ต้นทุนด้านปัจจัยการผลิตสูญเสียไปในการผลิตแล้วไม่ได้นำไปจำหน่าย

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

1. วางแผนการผลิต ผลิตแต่ผลิตภัณฑ์ตามชนิดและปริมาณที่ต้องการเท่านั้น
2. ลดขนาดการผลิตในแต่ละครั้งให้เล็กลง
3. ปรับกระบวนการผลิตให้มีความยืดหยุ่น
4. จัดสายงานให้เรียบ (Line Balancing) กำจัดปัญหาคอขวดในสายการผลิต
5. ลดเวลาตั้งเครื่อง จัดตารางงาน และบำรุงรักษาเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ

2.2.3.2 <u>การเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Stock)</u>

ในอดีตเน้นการผลิตมากๆ กักตุนสินค้ามากๆ เพื่อผลทางด้านต้นทุนที่ถูกกว่าการสั่งซื้อวัตถุดิบครั้งละมากๆ จะได้ราคาต่ำ ทำให้ต้นทุนต่ำลงซึ่งเป็นการมองผลในด้านบวกด้านเดียว แต่ในแนวคิดใหม่พบว่าเพียงบางผลิตภัณฑ์และระดับปริมาณหนึ่งเท่านั้นที่มีความเหมาะสมคุ้มค่าในการจัดการในปริมาณมากๆ แต่ส่วนใหญ่พบว่าการเก็บวัสดุคงคลังที่มีมากเกินความจำเป็น ก่อให้เกิดความสูญเสียและปัญหาต่างๆ มากกว่า ดังนี้

ปัญหาเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น

1. ต้องใช้พื้นที่ในการเก็บรักษา
2. ต้นทุนจมในการเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อาจเกิดการซ้ำซ้อนในการสั่งซื้อ และวัสดุเกิดการเสื่อมสภาพ หมดอายุ

4. ต้องเพิ่มแรงงานและเทคโนโลยีในการจัดการที่เพิ่มมากขึ้น

5. มีการเปลี่ยนแปลงคำสั่งผลิต หรือคำสั่งซื้อจากลูกค้า

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

1. วางแผนกำหนดจุดต่ำสุด และจุดสูงสุดในการจัดเก็บอย่างชัดเจนโดยใช้ระบบ Early Warning

2. ใช้หลักการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control)

3. ควบคุมปริมาณการสั่งซื้อด้วยระบบที่ง่ายและแม่นยำด้วยระบบคอมพิวเตอร์ IT

4. ปรับปรุงการจัดเก็บให้มีลักษณะเข้าก่อนออกก่อน (FIFO)

2.2.3.3 <u>การขนส่ง (Transportation)</u>

เนื่องจากลูกค้าต้องการลดค่าใช้จ่ายในเรื่องสินค้าคงคลัง และบางผลิตภัณฑ์มีการปรับปรุงรุ่นโดยตลอด ปัญหาในการขนส่งทันเวลาจะมีทั้งภายในและภายนอกองค์กร อาจเกิดขึ้นในระหว่างการผลิต หรือก่อนและหลังการผลิต ซึ่งส่งผลต่อต้นทุนค่าเชื้อเพลิง ค่าแรงงาน และเวลา รวมถึงปัญหาต่างๆที่ตามมา

ปัญหาเนื่องจากการขนส่ง

1. เกิดต้นทุนในการขนส่ง

2. เกิดอุบัติเหตุในระหว่างการขนส่ง

3. สูญเสียเวลาในการผลิตจากการรอคอย

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

1. ออกแบบและจัดวางผังการผลิต

2. ใช้อุปกรณ์ขนถ่ายที่เหมาะสมกับวัสดุและผลิตภัณฑ์

3. วางแผนการขนส่ง ลดการขนส่งซ้ำซ้อน อาจใช้เทคโนโลยีอัตโนมัติเข้ามาช่วย

2.2.3.4 <u>การผลิตของเสีย (Defect)</u>

ผลผลิต (Productivity) เป็นดัชนีที่ใช้วัดความสามารถในการบริหารการผลิตและการปฏิบัติการ นิยามของผลผลิต คือ ผลที่ได้ออกมา (Output) หารด้วยปัจจัยนำเข้า (Input) หรือทรัพยากรที่ใช้ไป

แต่ในส่วนที่เหลือจะเป็นส่วนที่เรียกว่าของเสีย ซึ่งไม่นับว่าเป็น Output ก่อให้เกิดความสูญเสีย ความสูญเปล่า โดยเฉพาะถ้าเราทราบว่าเป็นของเสียตั้งแต่เริ่มต้น จะก่อผลเสียตามมามากมาย

ปัญหาเนื่องจากการผลิตของเสีย

1. ต้นทุนการสูญเปล่าเสียเวลา และเกิดการทำงานซ้ำเพื่อแก้ไข

2. ผลกระทบเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างแผนก

3. ผลกระต่อการวางแผนและจัดการการผลิต

4. สิ้นเปลืองด้านสถานที่จัดเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางแก้ไขและปรับปรุง

1. ค้นหาปัญหาด้วยเครื่องมือคุณภาพ
2. กำหนดมาตรฐานการทำงาน และมาตรฐานการตรวจสอบ
3. ตั้งเป้าหมายของเสียที่เกิดจากการผลิตให้ลดลง
4. ตอบสนองการแก้ปัญหาที่รวดเร็ว
5. พัฒนาบุคลากรอย่างสม่ำเสมอ

2.2.3.5 การผลิตที่ขาดประสิทธิผล (Non – effective Process)

ปัญหาในกระบวนการผลิตที่ขาดประสิทธิภาพ สาเหตุหลัก คือ ความเคยชิน ซึ่งทำให้ทุกคนหยุดการพัฒนาเพื่อการปรับปรุงในทุกๆด้าน ทำให้กระบวนการผลิตขาดประสิทธิภาพหรือทรงตัว เนื่องจากเงื่อนไขประกอบการทำงานได้เปลี่ยนแปลงไป เช่น การเปลี่ยนวัสดุ วัตถุดิบในการทำงาน อาจใช้รูปแบบการทำงานเหมือนเดิมไม่ได้ ต้องใช้กรรมวิธีใหม่ แต่คนงานยังคงยึดติดกับรูปแบบเดิมๆทำให้ผลิตของเสียขึ้นมา

ปัญหาเนื่องจากการผลิตที่ขาดประสิทธิผล

1. เกิดต้นทุนมากขึ้นเกินความจำเป็น
2. มีงานระหว่างผลิต (WIP) มากเกินไป
3. สูญเสียพื้นที่ในการทำงานเพื่อเตรียมสำหรับงานระหว่างการผลิต
4. ขาดความเชื่อมั่นจากลูกค้า

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

1. วิเคราะห์การทำงาน
2. จัดเก็บ วิเคราะห์ข้อมูล และแนวทางการปรับปรุงการทำงานให้เหมาะสม โดยใช้หลักการต่างๆ
3. ปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์ รวมถึงการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม
4. ปรับปรุงกระบวนการเตรียมการผลิต ลดเวลาการติดตั้งเครื่องจักร (Set up time) ของเครื่องจักรให้น้อยที่สุด

2.2.3.6 การรอคอย (Delay)

ปัญหาในระหว่างการทำงานในปัจจุบัน ส่วนใหญ่เกิดจากพนักงานเองที่ขาดความชำนาญในการทำงานมีความผิดพลาดทำของเสียเกิดขึ้นและ ความไม่พร้อมของวัสดุอุปกรณ์ เครื่องจักรไม่พร้อม ต้องรอการซ่อม วัสดุบางชิ้นไม่มีทำให้เกิดการรอคอย ส่งผลให้กระบวนการผลิตขาดสมดุล

ปัญหาเนื่องจากการรอคอย

1. เสียเวลาในการทำงาน
2. เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาส
3. ขวัญ กำลังใจ และความตั้งใจ จะลดน้อยลงจากเดิม

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

1. ปรับปรุงและพัฒนาพนักงานให้มีความรู้และทักษะที่หลากหลายในการปฏิบัติงาน (Multi Skill)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จัดเก็บวิเคราะห์ข้อมูลแนวทางการปรับปรุงวางแผนการผลิตการทำงานให้เหมาะสม

3. ปรับปรุงกระบวนการเตรียมการผลิต ลดเวลาการติดตั้งเครื่องจักร (Set up Time) ให้น้อยที่สุด

4. วางแผนการซ่อมบำรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์ให้มีความพร้อมในการใช้งาน

2.2.3.7 <u>การเคลื่อนไหว (Motion)</u>

ในกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม กระบวนการทำงานของพนักงานมีความสำคัญมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเหมาะสมของเครื่องมือ อุปกรณ์การทำงาน มีส่วนทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของคนเปลี่ยนไป เกิดความเมื่อยล้าต่อร่างกาย ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานต่ำลงเกินกว่าปกติ

ปัญหาที่เกิดจากการเคลื่อนไหว

1. เกิดความล้าและความเครียด

2. เกิดระยะทางในการเคลื่อนที่ เสียเวลา เสียแรงงานในการทำงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า

3. เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย เป็นปัญหาต่อเนื่องที่เกิดจาก ความเครียด ความล้า ทำให้ร่างกายไม่สมบูรณ์ และขาดความระมัดระวังในการทำงาน

แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

1. ศึกษาการเคลื่อนที่ (Motion Study) ของการทำงานให้เหมาะสมเคลื่อนที่ไหวน้อยที่สุด และถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ (Ergonomic)

2. ปรับปรุงเครื่องมือและอุปกรณ์ อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานให้มีความเหมาะสมกับสภาพร่างกายและการทำงาน

3. พัฒนาสุขภาพอนามัยของพนักงานให้มีความพร้อมในการทำงานเสมอ

2.3 การออกแบบเครื่องจักรกล

2.3.1 คุณสมบัติของวัสดุ

คุณสมบัติทางกลของโลหะ (Mechanical Properties) หมายถึงคุณสมบัติที่บ่งถึงลักษณะของวัสดุเมื่อมีแรงภายนอกมากระทำ เช่น ความแข็งแรงของวัสดุ ความเหนียว ความกล้า และความเปราะ เป็นต้น วิศวกรจะต้องรู้คุณสมบัติเหล่านี้ในการเลือกหากำหนดขนาดของวัสดุในงานก่อสร้างให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดในห้องทดลอง การใช้ตารางเพื่อคำนวณขนาดของวัสดุในงานก่อสร้างจะขึ้นอยู่กับลักษณะวิธีการทดสอบ ซึ่งอาจจะไม่ตรงกับสถานการณ์จริงที่เราใช้วัสดุนั้นๆ ฉะนั้นจึงควรระวังเมื่อจะนำตารางจากห้องทดลองไปใช้กับสภาพจริง เพราะอาจจะมีปัญหาอื่นๆ ที่เป็นตัวแปรก็ได้ (สุรสิทธิ์ แก้วพระอินทร์, 2553)

2.3.1.1 <u>ความเครียด</u>

ความเครียด (Strain) หมายถึง วัสดุเมื่อถูกกดหรือดึง ความยาวของวัสดุจะเปลี่ยนไปตามอัตราส่วนระหว่างส่วนที่ยืดออกหรือหดไป หารด้วยความยาวเดิม เมื่อวัสดุมีความเครียดก็จะแสดงว่าวัตถุถูกแรงภายนอกมากระทำให้เปลี่ยนแปลงรูปร่างไป เมื่อวัตถุถูกแรงภายนอกมากระทำก็จะทำให้เกิดความเครียดขึ้น แสดงว่าอะตอมต่างๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นชิ้นวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นต้องเปลี่ยนไปจากตำแหน่งที่สมดุลของมัน ถ้าอะตอมทั้งหลายถูกบีบให้ชิดกันหรือห่างออกจากกัน ก็จะเกิดแรงต่อต้านขึ้นกับแรงวัตถุนั้น (Internal Forces) ซึ่งพยายามดึงอะตอมให้กลับมาสู่จุดสมดุลตามเดิมของมัน โดยความเครียดมีสูตรคือ

$$e = \frac{\Delta L}{L} \tag{2.1}$$

โดยที่ ΔL คือ ความยาวที่ยืดออก

L คือ ความยาวเดิม

2.3.1.2 <u>ความเค้น</u>

ความเค้น (Stress: σ) หมายถึงแรงที่ทำต่อวัตถุ A คือเนื้อที่แรงกระทำซึ่งอาจจะเป็นเนื้อที่ตั้งฉากกับแรงหรือขนานกับแรง แล้วแต่ชนิดของความเค้น หน่วยความเค้นเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว (Psi) ซึ่งเป็นหน่วยของอเมริกัน หรือนิวตันต่อตารางเมตร หรือเมกะปาสคาล (Mega Pascal) ซึ่งเป็นหน่วยเมตริก โดยความเค้นมีสูตร คือ

$$\sigma = \frac{P}{A} \tag{2.2}$$

โดยที่ P คือ แรงกระทำต่อวัตถุ (N)

A คือ พื้นที่หน้าตัด (m^2)

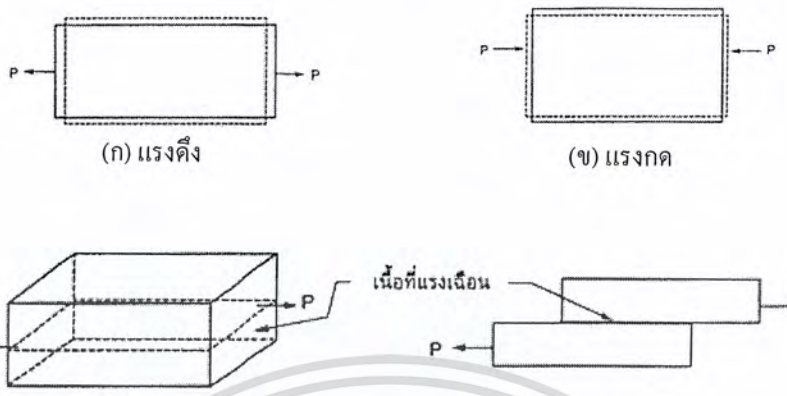
ความเค้น แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดคือ

1. ความเค้นแรงดึง (Tensile Stress) คือความเค้นที่พยายามดึงให้เนื้อวัตถุแยกขาดออกจากกันส่วน แรงดึง (Tension) หรือความเค้นแรงดึง เป็นแรงดึง P ต่อเนื้อที่ A ซึ่งตั้งฉากกับทิศทางของแรง ดังรูปที่ 2.1(ก)

2. แรงกด (Compression) คือความเค้นที่พยายามกดหรือบีบวัตถุให้เล็กหรือสั้นลง ส่วนความเค้นของแรงกด (Compressive Stress) คิดเป็นแรงกดต่อพื้นที่ตั้งฉากกับทิศทางของแรง 2.1(ข)

3. แรงเฉือน (Shear) ความเค้นที่เฉือนหรือกดให้วัตถุเลื่อนผ่านกัน คิดเป็นแรงดึงต่อเนื้อที่ซึ่งขนานกับทิศทางของแรงดังรูปที่ 2.1(ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) แรงดึง (ข) แรงกด

(ค) แรงเฉือน

รูปที่ 2.1 ลักษณะของแรงที่ทำให้เกิดความเค้น

ในทางปฏิบัติ เมื่อวัตถุถูกแรงกระทำ (Load) ก็มักจะมีความเค้นหลายชนิดที่ผสมกันเกิดขึ้น เช่น ในการตัดแท่งโลหะให้โค้ง บางส่วนของแท่งโลหะจะมีการดึง บางส่วนจะมีแรงกด และบางส่วนก็มีแรงเฉือนในการบิด เช่น การหมุนของเพลา ก็จะเกิดได้ทั้ง 3 แรงคือ แรงเฉือน แรงกด และแรงดึง ซึ่งเกิดร่วมกัน

การยืดหยุ่น (Elasticity) หมายถึงเมื่อมีแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุ ช่วงระยะอะตอมก็จะเปลี่ยนไปตามขนาดของแรงที่มากระทำ ในขณะเดียวกัน ก็จะมีแรงต้านทานภายในเกิดขึ้น ซึ่งเกิดจากอะตอมจะกลับคืนสู่สภาพเดิม อะตอมจะมีความเค้นเกิดขึ้น ถ้าเอาแรงภายนอกออก อะตอมก็จะเลื่อนกลับมาสู่ที่เดิม และวัตถุก็จะกลับคืนรูปเก่า

คุณสมบัติในการกลับคืนสู่รูปเก่านี้ เรียกลักษณะนี้ว่า การยืดหยุ่น ซึ่งอาจจะกว่าได้ว่า วัตถุทุกชนิดมีการยืดหยุ่นไม่มากก็น้อย วัตถุบางอย่าง เช่น หิน ก็มีแต่เกิดขึ้นได้น้อย

คำว่า อิลาสติก (Elastic) ในทางวิศวกรรมหมายถึง ความสามารถที่จะคืนรูปได้อย่างสมบูรณ์ คือความสามารถที่ทนแรงกระทำได้มากๆ แล้วก็ยังคืนตัวได้อย่างสมบูรณ์เมื่อปล่อยแรง ฉะนั้นอาจกล่าวได้ว่า เหล็กมีความยืดหยุ่นดีกว่ายาง

2.3.1.3 <u>ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียด</u>

ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียด (Stress-Strain Relation Tension) หมายถึงการหาความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดในการเกิดแรงดึง เราทำได้โดยการเอาชิ้นส่วนตัวอย่างของวัตถุหรือโลหะไปดึงให้ยืดออก โดยทั่วไปจะเป็นเหล็กกล้าและมุมที่มีเปอร์เซนต์คาร์บอนไม่สูงมากนักมาเข้าเครื่องทดสอบแรงดึง ก่อนทำการดึงโลหะต้องวัดขนาดก่อน แล้วหลังจากนั้นให้ดึงโลหะให้ยืดต่อออกไป จะมีจุดจุดหนึ่งที่โลหะสามารถทนได้สูงสุด จุดนั้นเรียกว่า จุดครากของโลหะ (Yield Point) ถ้าเกินจุดนี้แล้วถ้าเรายังดึงต่อไปจะทำให้โลหะขาดออกจากกัน ก็จะสามารถรู้ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียดได้ และสามารถพล็อตออกมาเป็นกราฟได้ ดังรูปที่ 2.2 ตัวอย่างเช่น ความเค้นและความเครียดที่เกิดขึ้นจากการทดลองดึง (Tension Test) นี้จะเป็นไปตามมาตรฐานตามที่กำหนดไว้ใน ASTM ซึ่งกำหนดขนาดรูปร่างของชิ้นงานที่ใช้ไว้อย่างระเอียด ในการคำนวณหาค่าความเค้นและความเครียดจากการทดสอบนี้ ถือว่าความเค้นเท่ากับแรงดึงหารด้วยเนื้อที่หน้าตัดเดิม (A) ของชิ้นงานเสมอ ในทำนองเดียวกันความเครียดก็คือส่วนที่ยืดออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

หารด้วยความยาวเดิมเสมอ ค่าความเค้นและค่าความเครียดที่คิดได้เรียกว่า ความเค้นทางด้านวิศวกรรม (Engineering Stress) เมื่อนำเอาค่าที่ได้เหล่านี้มาพล็อตกราฟ ดังรูปที่ 2.2 เรียกว่า Engineering Stress Strain Diagram

จากรูปที่ 2.2 ช่วง OA เป็นช่วงพิกัดยืดหยุ่น (Elastic Range) ในช่วงความเค้นจะเป็นสัดส่วนกับความเครียด ที่จุด A จะเป็นความเค้นสูงสุดที่วัตถุจะทนได้ เรียกว่า สัดส่วนของความเค้นและความเครียด (Proportional Limit) ระหว่างจุด OA ถึง OB วัตถุนับว่าอยู่ในช่วงยืดหยุ่นชั่วคราว คือเมื่อปล่อยแรงแล้ววัตถุจะหดกลับไปที่จุดเดิมคือ O แต่ช่วง AB นี้กราฟจะเป็นเส้นตรง

ช่วงระหว่าง B ถึง C วัตถุจะยืดออกมา และเมื่อปล่อยแรงดึงก็จะไม่หดกลับ ที่จุด O-OX นี้เรียกว่าการปรับสภาพเดิม คือเป็นความยาวที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากความเค้นที่จุด X ช่วง BC เรียกว่า ช่วงการยืดหยุ่นอย่างถาวร

ที่จุด C ความเค้นจะมีค่าสูงเรียกว่า ความแข็งแรงสูงสุด (Ultimate Strength)

พ้นจุด C ออกไป ความเค้นจะมีค่าลดลงจนกระทั่งถึง D เรียกว่า จุดแตกหรือหัก (Breaking Point) การที่ความเค้นมีค่าน้อยลงในระยะนี้ ก็เพราะในช่วงนี้ชิ้นงานทดสอบจะยืดออกมาจนเนื้อที่หน้าตัดลงมาก แต่ในการคำนวณค่าความเค้นเรายังใช้ A เป็นเนื้อที่หน้าตัดอยู่อย่างเดิม ถ้าเราคำนวณหาความเค้นโดยใช้เนื้อที่หน้าตัดจริง เส้นกราฟก็จะชี้ขึ้นโดยตลอด

รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด

การปรับสภาพเดิม (Permanent Set) หมายถึงโลหะยังคงรูปร่างอยู่เช่นเดิม แม้ว่าจะเอาแรงที่มากระทำออกแล้วก็ตาม

สัดส่วนของความเค้นและความเครียด หมายถึงสัดส่วนของความเค้น-ความเครียด ส่วนที่เป็นเส้นตรงนับตั้งแต่จุดเริ่มต้น (O) จนถึงจุด A บนเส้นกราฟ ซึ่งความเค้นและความเครียดสามารถคำนวณและวัดค่าได้อย่างนอน ตามปกติแล้วสัดส่วนของความเค้นและความเครียดของพวกโลหะแข็งจะมีค่าสูงกว่าพวกโลหะอ่อน เช่น อะลูมิเนียม ทองแดง และเหล็กหล่อสีเทา

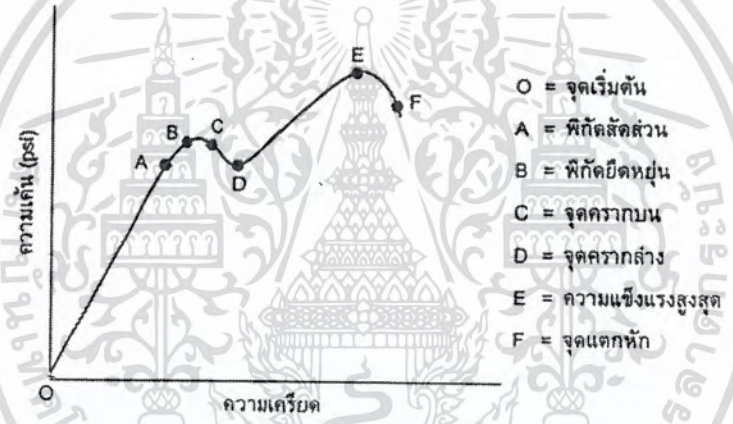
ขีดจำกัดความยืดหยุ่นตัวชั่วคราว หมายถึงขณะที่โลหะกำลังจะเปลี่ยนแปลงรูปร่าง โดยให้ยืดออกเลยจุดขึ้นไปเล็กน้อยหลังจากที่เอาแรงกระทำออกแล้ว ค่าความเค้นที่เกิดขึ้นโดยไม่เกิดความยืดหยุ่นตัวอย่างถาวรเราเรียกว่า ค่าของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
119493

ความเค้น หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า เป็นความเครียดสูงสุดที่เกิดขึ้นกับโลหะเมื่อรับแรงที่มากระทำโดยไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างถาวร ซึ่งเมื่อเอาแรงที่กระทำออกจากโลหะแล้วโลหะจะสามารถกลับสู่สภาพเดิม (ขนาดไม่เปลี่ยนแปลง) ค่าของขีดจำกัดของความยืดหยุ่นตัวชั่วคราวนั้นนับตั้งแต่จุด O ถึง B คือระยะทาง OB โดยเฉพาะอย่างยิ่งวัสดุที่มีความเหนียวจะมีค่าของขีดจำกัดความยืดหยุ่นตัวชั่วคราวสูงกว่าสัดส่วนของความเค้นและความเครียด

2.3.1.4 <u>จุดครากของโลหะ</u>

ถ้าใช้แรงมากระทำมากกว่าจุดขีดจำกัดความยืดหยุ่นตัวชั่วคราวในลักษณะแรงดึง โลหะก็ยืดตัวออกเมื่อปล่อยแรงกระทำแล้ว โลหะจะไม่กลับสู่สภาพเดิม เพราะโลหะเกิดการเปลี่ยนรูปร่างอย่างถาวรคือ การยืดหยุ่นตัวอย่างถาวร จุดครากนี้ในการคำนวณวิศวกรรม เป็นจุดยอมให้โลหะถูกดึงให้สูงที่สุดกำหนดให้ไม่เกิดจุดคราก ถ้าเกิดจุดครากนี้ไปแต่ไม่ถึงจุดยืดหยุ่นตัวอย่างถาวร เมื่อปล่อยแรงกระทำ วัตถุส่วนหนึ่งก็จะกลับสู่สภาพเดิม แต่บางส่วนไม่กลับ ดังรูป 2.3



รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด

เมื่อดึงโลหะยืดออกเกินขีดจำกัดความยืดหยุ่นออกไป ความเค้นจะเพิ่มขึ้นจนถึงจุดจุดหนึ่ง ซึ่งปรากฏว่าวัตถุจะยืดยาวออกไปไปได้เองโดยที่ไม่ต้องเพิ่มแรงดึง ซึ่งจุดนี้คือจุด C หรือเรียกว่า จุดครากบน ดังแสดงในรูปที่ 2.3

เมื่อดึงโลหะยืดออกได้โดยไม่ต้องเพิ่มแรงดึง ก็แสดงแรงต้านทานภายในก็ลดน้อยลงไปด้วย ในขณะเดียวกัน เนื้อที่หน้าตัดของชิ้นงานทดสอบก็เล็กลงด้วย แต่ในการคำนวณ จะเอาค่าความเค้นหารด้วยพื้นที่หน้าตัดเดิมออกก่อนที่จะดึงคือพื้นที่หน้าตัดเดิม A เสมอ ฉะนั้นค่าความเค้นที่คำนวณก็จะมีค่าลดลงจนถึงค่าคงที่ที่จุดจุดหนึ่งคือ จุด D ในรูปที่ 2.3 เรียกว่าจุดครากล่าง เมื่อพ้นจุดนี้ไปชิ้นงานทดสอบก็จะยืดได้น้อยลง และค่าความเค้นก็จะเพิ่มค่าขึ้นเรื่อยๆ จนถึงค่าความแข็งแรงสูงสุด

2.3.1.5 <u>ความเหนียว</u>

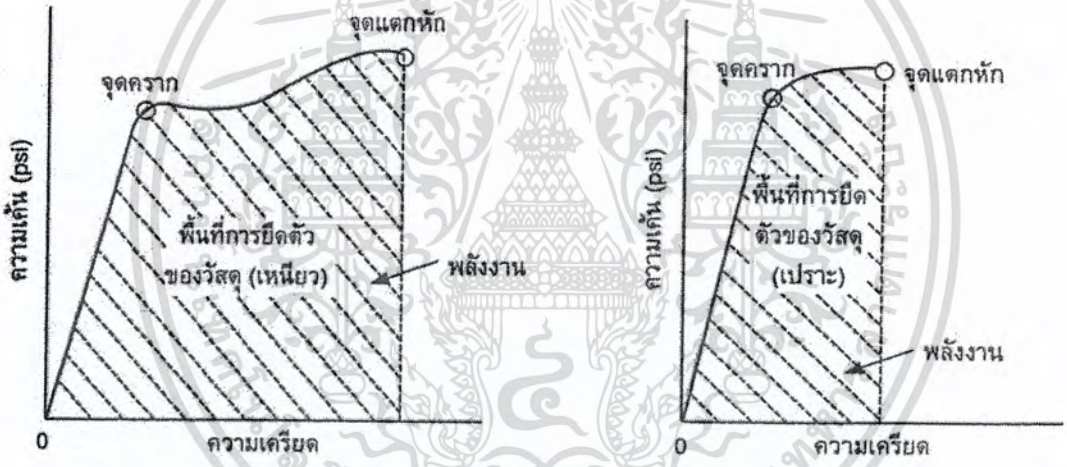
ความเหนียว (Ductility) เป็นคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิด โดยเฉพาะจำพวกโลหะ และเป็นค่าใช้ในการเปรียบเทียบค่าความยากง่ายในการแปรรูปโลหะคือ โลหะที่มีความเหนียวมากจะแปรรูปได้ง่าย ส่วนโลหะที่เราะจะถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปรรูปได้ยาก และมีการเสียรูปร่างเพียงเล็กน้อยก่อนที่จะแตกหัก ความเหนียวของโลหะวัดได้ด้วยค่าเปอร์เซ็นต์ความยืด หรือบางครั้งอาจใช้ค่าลดลงของพื้นที่หน้าตัดขวาง แต่ทำได้ยากกว่าการวัดความยาวยืด จึงนิยมใช้วัดค่าความเหนียวด้วยค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดมากกว่า ในการบอกค่าความยืดนั้น ต้องระบุความยาวพิกัดของวัสดุในการทดสอบโลหะที่มีความเหนียวมาก ซึ่งนอกจากจะนำไปแปรรูปได้ดีดีแล้ว ยังแสดงอาการยืดได้อย่างชัดเจนเมื่อได้รับแรงดึงที่มากระทำ และถ้าเป็นโลหะที่เปราะ ก็จะเกิดการแตกหักได้ง่ายทันทีโดยไม่แสดงอาการบอกเหตุก่อน

2.3.1.6 <u>ความเปราะ</u>

ความเปราะ (Brittle) หมายถึงคุณสมบัติที่ตรงกันข้ามกับความเหนียว กล่าวคือ ไม่สามารถต้านทานต่อแรงกระแทกได้ (Shock-Load) โลหะที่เปราะจะแตกหักเนื่องจากแรงที่มากระทำโดยไม่เกิดการปรับสภาพเดิมให้เห็น หรือกว่าอีกนัยหนึ่งว่า ความเปราะคือแนวโน้มของโลหะที่จะแตกหักโดยไม่เกิดการยืดตัวเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างถาวร



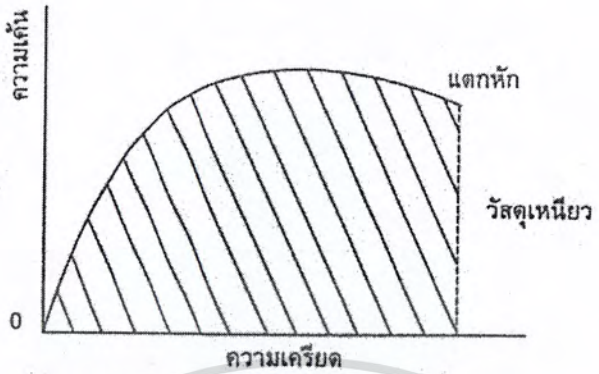
รูปที่ 2.4 ความเหนียวและความเปราะของวัตถุ

ในรูปที่ 2.4 แสดงให้เห็นหน่วยของความเค้นของความเครียด ในช่วงการคงรูปกว้างเป็นโลหะที่มีความเหนียว และส่วนที่มีความเหนียวน้อยคือ ความเปราะ

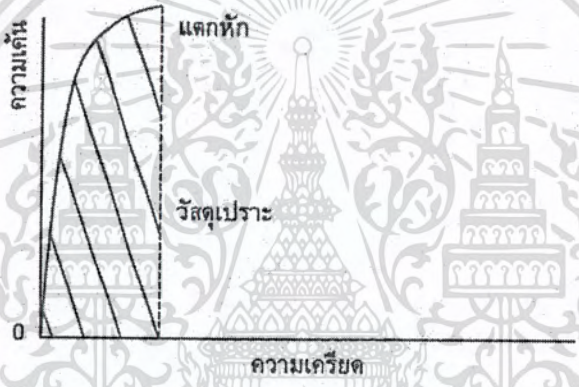
2.3.1.7 <u>ความแกร่ง</u>

ความสามารถของวัตถุที่ดูดซึมพลังงานไว้ได้โดยไม่เกิดการแตกหักเรียกว่า ความแกร่ง (Toughness) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติด้านความแข็งแรงและความเหนียว โดยกำหนดว่าโมดูลัสของความแกร่งเท่ากับพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งความเค้น-ความเครียดที่ได้จากการทดสอบแรงดึง ในรูปที่ 2.5 ค่าโมดูลัสของความแกร่งจะแสดงถึงงานต่อหน่วยปริมาตรของวัสดุที่ต้องใช้จนทำให้เกิดการแตกหัก ด้วยหัวข้อกำหนดนี้จะแสดงให้เห็นข้อแตกต่างระหว่างวัสดุเหนียวที่มีความแกร่งสูง และวัสดุเปราะที่มีความแกร่งต่ำด้วยเส้นโค้งความเค้น-ความเครียด ดังที่แสดงในรูปที่ 2.5 (ก) และ (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) โมดูลัสความแกร่งของวัสดุเหนียว



(2) โมดูลัสความแกร่งของวัสดุเปราะ

รูปที่ 2.5 เส้นโค้งของความเค้นและความเครียดของวัสดุเหนียวและวัสดุเปราะ

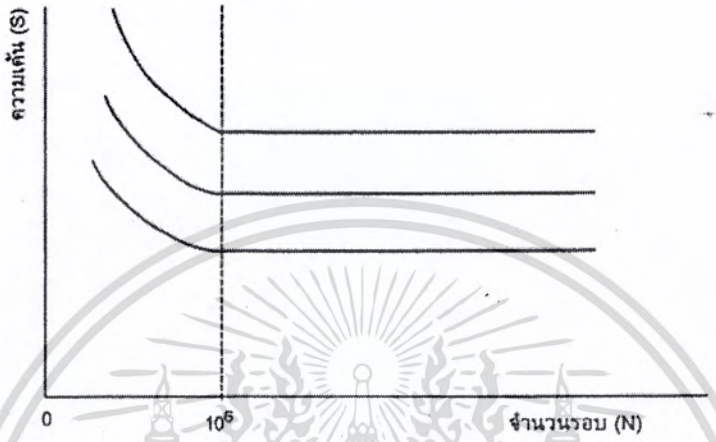
2.3.1.8 ความล้า

เมื่อวัสดุถูกแรงซึ่งต่ำกว่าค่าความแข็งแรงสูงสุด (Ultimate Strength) มากระทำกลับไปกลับมาซ้ำๆกัน ก็อาจจะเกิดการแตกหักขึ้นได้ เนื่องจากเกิดจากความล้า (Fatigue) ขึ้น การเกิดการล้าของวัสดุนี้เป็นสาเหตุใหญ่ของการเสียหายของชิ้นส่วนเครื่องจักรต่างๆเพราะตลอดอายุงานเครื่องจักร เช่น เครื่องยนต์ สวิทช์รีเลย์ จะต้องเกิดความเค้นสลับไปสลับมาเป็นล้านๆ ครั้ง ทำให้เกิดความล้าขึ้นในชิ้นส่วนต่างๆ ของวตถุได้ กระบวนการเกิดความล้าที่แท้จริงยังไม่เป็นที่เข้าใจดีนัก แต่จากการศึกษาพบว่า ความล้าจะเกิดเป็น 2 ระยะคือ ระยะแรกจะเกิดรอยแตกขึ้นเมื่อมีความเค้นรวมศูนย์ (Stress Concentration) ในบริเวณนั้น และในระยะที่สองเมื่อมีความเค้นซ้ำไปซ้ำมา รอยแตกนี้ก็จะ โตขึ้นเรื่อยๆจนพื้นที่ภาคตัดขวางของวัสดุลดลง จนกระทั่งแรงกระทำต่อหน่วยพื้นที่สูงกว่าค่าความแข็งสูงสุด วัสดุก็แตกหักจากกัน

จากรูปที่ 2.6 ถ้ากำหนดจำนวนรอบของความเค้นที่ทำซ้ำมาแล้ว (โดยปกติจะใช้ที่ค่า 10^6) ค่าความเค้นที่จะทำให้วัสดุแตกหักได้ที่จำนวนรอบของความเค้นรอบนั้นๆ เรียกว่า ความแข็งแรง ณ จุดล้า (Fatigue Strength) สำหรับโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเฉพาะพวกเหล็กจะมีค่าความเค้นอยู่ค่าหนึ่ง ซึ่งถ้าใช้ความเค้นต่ำกว่านี้แล้ว ไม่ว่าจำนวนรอบของแรงกระทำจะเป็นเท่าใด วัสดุจะไม่แตกออก ค่าความเค้นนี้เรียกว่า พิกัดความคงทน (Endurance Limit)



รูปที่ 2.6 การเกิดความล้า

2.3.2 ทฤษฎีความเสียหายและความเค้นผสม

โดยทั่วไปเมื่อชิ้นงานรับแรงจะเกิดความเค้นมากกว่าหนึ่งชนิดพร้อมกัน เพราะฉะนั้นจึงต้องรวมความเค้นเข้าด้วยกัน เรียกว่า ความเค้นผสม เพื่อนำไปใช้คำนวณหาขนาดของชิ้นงาน (วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และ ชาญ ฉนัดงาน, 2545)

2.3.2.1 <u>ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด</u>

ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุดเหมาะสำหรับวัสดุเหนียว มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเกณฑ์ของเทรสกา (Tresca's criterion) เป็นทฤษฎีที่นิยมใช้กันมาก เพราะใช้ได้ง่ายและปลอดภัย ทฤษฎีนี้กล่าวว่า "วัสดุจะเกิดความเสียหายเมื่อความเค้นเฉือนสูงสุดในวัสดุมีค่าเท่ากับความต้านแรงเฉือนสูงสุดของวัสดุชนิดเดียวกัน ที่ได้จากการทดสอบแรงดึงเมื่อถึงจุดคราก" มีสมการการคำนวณ ดังนี้

$$\frac{1}{N} = \left[\left(\frac{\tau}{\tau_y}\right)^2 + \left(\frac{\sigma}{\sigma_y}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}} \qquad (2.3)$$

โดยที่

σ = ความเค้นดัดในชิ้นงาน (N/mm^2)

σ_y = ความต้านแรงดึงคราก (N/mm^2)

τ = ความเค้นเฉือนในชิ้นงาน (N/mm^2)

τ_y = ความต้านแรงเฉือนสูงสุด (N/mm^2)

N = ค่าความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 ข้อพิจารณาในการเลือกใช้วัสดุ

การตัดสินใจเลือกใช้วัสดุสำหรับทำอุปกรณ์ชิ้นหนึ่งๆ หัวข้อที่ควรคำนึงถึงได้แก่ สมบัติทางกล สมบัติทางเคมี สมบัติอื่นๆ ความคงทนต่อสภาพแวดล้อมความพอใจของเจ้าของงาน อายุการใช้งาน ความเหมาะสมในทางเศรษฐกิจ ความอยากง่ายในการผลิตและการสร้างประกอบ การหาได้ง่าย ประสบการณ์อดีตและความสวยงาม (ชาญวุฒิ ตั้งจิตวิทยา และสาโรช ฐิติเกียรติพงศ์, 2535)

2.3.3.1 สมบัติทางกลของวัสดุ

สมบัติทางกลที่พิจารณาถึงคือ ความแข็งแรงและความเหนียว ความแข็งแรงของวัสดุวัดจากเทนไซล์สเตรังและยีลด์สเตรังที่อุณหภูมิใช้งาน ข้อมูลเหล้านี้มีรวมไว้บ้างในบทที่ว่าด้วยวัสดุแต่ละกลุ่มนอกจากนี้ยังอาจหาได้จากตำราทางโลหะวิทยาและวัสดุ คู่มือและเอกสารทางวิชาการของสำนักงานมาตรฐานและสมาคมวิชาชีพต่างๆหรือหาได้จากเอกสารจำเพาะที่ผู้ผลิตทำเผยแพร่

2.3.3.2 สมบัติอื่นๆของวัสดุ

สมบัติอื่นๆที่ควรประกอบการพิจารณาได้แก่ ความหนักเบา (ความหนาแน่น) จุดหลอมตัวการนำไฟฟ้าและความร้อน ระบบผลึกและจุลโครงสร้าง ความเหมาะสมในการใช้งานในอุณหภูมิสูงความเป็นแม่เหล็ก ความยากง่ายในการขึ้นรูป

2.3.3.3 ความคงทนต่อสภาพแวดล้อม

สภาพแวดล้อม หมายถึงบรรยากาศหรือส่วนผสมทางเคมีที่อยู่รอบๆ วัสดุขณะใช้งาน อุณหภูมิที่ใช้ก็ถือเป็นสภาพแวดล้อมด้วย ในส่วนนี้ผู้เลือกใช้วัสดุต้องพิจารณาถึงความเข้ากับสภาพแวดล้อม ความทนทานต่อการผุกร่อนจากสารละลายและความทนทานต่อบรรยากาศ ข้อมูลเหล่านี้อาจหาได้จากตำราทางโลหะวิทยาและวัสดุ

2.3.3.4 ความพอใจของเจ้าของงาน

เจ้าของงานหมายถึง เจ้าของอุปกรณ์ที่กำลังถูกสร้าง ผู้บริหารบริษัทหรือโรงงานอุตสาหกรรม ความพอใจของเจ้าของงานอาจเขียนระบุชัดเจนอยู่ในข้อกำหนดของงาน

ในงานอุตสาหกรรม ในกรณีที่เจ้าของงานมิได้ระบุความพอใจให้เป็นที่ชัดแจ้ง วิศวกรวัสดุก็ต้องเข้าใจถึงสถานภาพของเจ้าของงานแล้วใช้วิจารณญาณเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุด

2.3.3.5 อายุการใช้งานที่ต้องการ

ผู้ใช้ทราบหรือกำหนดว่าต้องการวัสดุที่มีความทนทานเท่าไรดี เช่น 10 ปี 15 ปี 20 ปี หรือนานกว่านี้ อายุการใช้งานที่ต้องการนี้จะเป็นตัวหนึ่งที่กำหนดว่า ควรเลือกใช้วัสดุที่มีความคงทนดีมากน้อยระดับใด เป็นหนทางที่ประหยัดค่าวัสดุได้ ข้อพิจารณานี้มีผลต่อเศรษฐกิจของการเลือกใช้วัสดุซึ่งที่กล่าวในหัวข้อถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.6 ความเหมาะสมในเชิงเศรษฐกิจ

ความเหมาะสมนี้ดูได้จากการวิเคราะห์เศรษฐกิจ ซึ่งใช้หลักวิชาเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมมาพิจารณาว่าวัสดุอะไรมีความน่าสนใจในเชิงเศรษฐกิจมากกว่าวัสดุอะไร

2.3.3.7 ความยากง่ายในการผลิตและการสร้างประกอบ

การผลิตในที่นี้หมายถึงกระบวนวิธีทำให้ได้ชิ้นวัสดุที่มีส่วนผสมทางเคมี สมบัติทางกล ระบบผลึก จุลโครงสร้าง และรูปทรงตามที่ต้องการ กระบวนวิธีทำได้แก่ การหลอม การหล่อ การอบชุบ การขึ้นรูป การกลึงไส ในการเลือกวัสดุจึงต้องพิจารณาถึงความยากง่ายในการทำให้วัสดุให้ได้ตามภาวะที่ประสงค์

2.3.3.8 ความหาได้ง่าย

วัสดุที่สรรหามาได้ง่ายมักเป็นพวกที่หาซื้อได้ตามตลาดภายในประเทศ ในกรณีที่ต้องสั่งซื้อวัสดุจากต่างประเทศ ผู้ใช้ต้องคำนึงถึงเวลาในการส่งของด้วย ถ้าเวลาส่งของนานเกินไปผู้ใช้อาจต้องคิดหาวัสดุอื่นที่อาจมีคุณภาพด้อยกว่ามาทดแทนหรือไม่ก็ต้องสั่งเก็บสำรองวัสดุเป็นเวลานาน ควรจะมีการวางแผนซื้อวัสดุล่วงหน้าด้วย

2.3.3.9 ประสบการณ์ในอดีต

การเคยใช้วัสดุชนิดหนึ่งมาแล้ว ย่อมทำให้ทราบถึงความเหมาะสมของวัสดุชนิดนั้นกับงานที่ต้องการได้เป็นอย่างดี ข้อมูลจากประสบการณ์เก่านั้นแม่นยำและเชื่อถือได้ดีกว่าขอมูลแหล่งอื่น การบันทึกประวัติของวัสดุในเรื่องเกี่ยวกับการเหมาะสมในการใช้งาน ปัญหาที่ประสบ อัตราเร็วต่อการผุกร่อน ย่อมมีประโยชน์มากต่อการเลือกใช้วัสดุ ในครั้งต่อๆไป ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงต่อการเกิดปัญหาที่อาจเกิดซ้ำขึ้นอีก นอกจากนี้ข้อมูลเหล่านี้ยังเป็นรากฐานในการพัฒนาวัสดุได้ด้วย

2.3.3.10 ความสวยงาม

ความสวยงามช่วยเพิ่มคุณค่าและความน่าใช้ของวัสดุ ความสวยงามขึ้นอยู่กับสภาพผิวและสีสันของวัสดุ โดยปกติวัสดุที่มีผิวละเอียดราบเรียบ ย่อมแลดูดีกว่าวัสดุที่มีผิวขรุขระ สีสันของวัสดุอาจเป็นสีตามธรรมชาติของวัสดุ หรืออาจเป็นสีเทียมหรือตกแต่งที่หลังก็ได้ ผู้ใช้ควรคำนึงถึง งานที่ต้องการความสวยงามหรือไม่ หากต้องการ จะมีการตกแต่งทาสีด้วยวิธีการอื่นๆหรือไม่ และทำอย่างไรจึงจะให้ทั้งความคงทนและความเหมาะสมในเชิงเศรษฐกิจ

2.3.3.11 บทสรุป

ข้อคำนึงถึงในการเลือกใช้วัสดุทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นนี้ บนหลักการที่ว่าวัสดุชิ้นหนึ่งๆ ใช้กับงานได้หรือไม่ ใช้ได้ทนหรือไม่ ผลิตและประกอบขึ้นมาใช้ได้หรือไม่ ราคาถูกหรือไม่ สวยงามในสามัญสำนึกของคนทั่วไปหรือไม่ น้ำหนักความสำคัญของการพิจารณาเหล่านี้มักไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นกับเงื่อนไขและข้อกำหนดของงานแต่ละงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 เหล็กหล่ออบเหนียว (Malleable Cast Iron)

เหล็กหล่ออบเหนียว คือเหล็กหล่อขาวที่แข็งเปราะซึ่งได้ถูกเปลี่ยนโครงสร้างให้เป็นเหล็กหล่อที่อ่อนและเหนียว โดยกรรมวิธีการอบในบรรยากาศพิเศษทำให้พวกคาร์ไบด์ที่แข็งเปราะสลายตัวเป็นผลึกคาร์บอนเม็ดกลมกับเฟอร์ไรต์หรือเพอร์ไรต์ ทำให้เหล็กหล่อชนิดนี้มีคุณสมบัติเหมือนเหล็กกล้าตรงที่มีความเหนียวดี คือจุดยีลต์ เมื่อทำการทดสอบแรงดึง (ชาญวุฒิ ตั้งจิตวิทยา และสาโรช ฐิติเกียรติพงศ์, 2535)

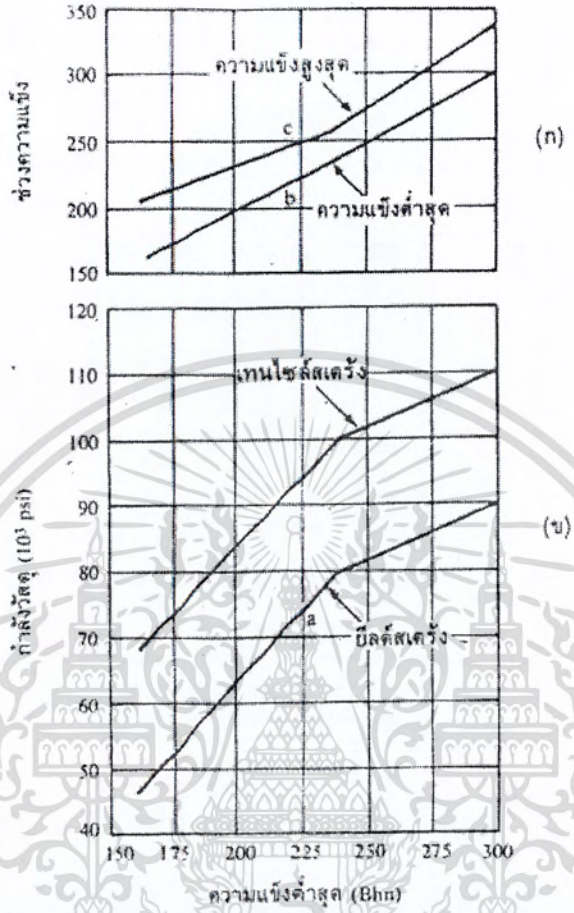
ปกติเหล็กหล่ออบเหนียวจะมีส่วนผสมดังนี้ คาร์บอน 2.30-2.56 เปอร์เซ็นต์ แมงกานีส 0.30-0.40 เปอร์เซ็นต์ ซิลิคอล 1.00-1.70 เปอร์เซ็นต์ กำมะถัน 0.07-1.15 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัส 1.15-0.12 เปอร์เซ็นต์ เหล็กหล่อเหนียวจะมีโครงสร้างต่างจากเหล็กหล่อชนิดอื่นตรงที่มีผลึกแกรไฟต์กลมหรือค่อนข้างกลมที่เกิดจากการอบ (ธรรมชาติของการเกิดผลึกแกรไฟต์ต่างจากเหล็กแกรไฟต์กลม) เหล็กหล่ออบเหนียวมักจะถูกนำไปใช้งานมากกว่าเหล็กหล่อคาร์บอนธรรมดา ก็เพราะนอกจากจะมีความเหนียวเหมือนกันแล้วยังมีคุณสมบัติที่สำคัญที่เหนือกว่าก็คือการต้านแรงกระแทก (Impact Resistance) การต้านความล้า (Fatigue Resistance) ต้านการสึกหรอ (Wear Resistance) และความสามารถรับการกลึงไสรับการแต่งรูปดีกว่า กล่าวโดยสรุปเหล็กหล่ออบเหนียวรวบรวมคุณสมบัติที่สำคัญของเหล็กหล่อสีเทาและเหล็กกล้าเข้าไว้ด้วยกันนั้นเอง อย่างไรก็ตามเหล็กหล่ออบเหนียวจะมีราคาต่ำกว่าเหล็กหล่อแกรไฟต์กลมเล็กน้อย

เหล็กหล่ออบเหนียวจะแบ่งตามชนิดเป็นเหล็กหล่อเหนียวเฟอร์ริติกกับเหล็กหล่อเพอร์ลิติก ชนิดเฟอร์ริติกจะเหนียวและตกแต่งกลึงไสได้ง่ายกว่า ส่วนชนิดเฟอร์ลิติกจะมีความแข็งแรงสูงกว่า การผลิตจริงจะมีชนิดหนึ่งชนิดผลระหว่างเพอร์ลิติกกับเพอร์ริติก คือในผลึกจะมีทั้งแกรไฟต์กลมเฟอร์ไรต์และเพอร์ไลต์รวมกันอยู่ นอกจากนี้ยังมีชนิดที่น่ากล่าวถึงก็คือ ชนิดมาเทนซิติเกรด ได้แก่เหล็กหล่ออบเหนียวชนิดใดชนิดหนึ่งที่กล่าวมาข้างต้นถูกนำไปใช้อบชุบแข็งให้มีโครงสร้างเป็นมาร์เทนไซต์ แต่โดยปกติมาร์เทซิติกมักจะรวมเป็นชนิดเดียวกับเพอร์ลิติกที่มีความแข็งแรงสูงเป็นพิเศษ

ข้อแตกต่างที่สำคัญอีกข้อหนึ่งระหว่างเหล็กหล่ออบเหนียวชนิดเฟอริติกกับชนิดเพอร์ลิติกก็คือเหล็กหล่ออบเหนียวชนิดเพอร์ลิติกจะมีคาร์บอนที่รวมกับเหล็กเป็นเหล็กคาร์ไบด์ประมาณ 0.3 ถึง 0.8 เปอร์เซ็นต์ (ซึ่งอยู่ในรูปของเอร์ไรต์) และส่วนผสมนี้สามารถทำให้มีความแข็งเพิ่มขึ้นได้ โดยการอบและชุบแข็งซึ่งความแข็งบริเวณผิวอาจจะสูงถึง 60 R_c (Rockwell Hardness)

การกำหนดคุณภาพสำหรับงานหล่อด้วยเหล็กหล่ออบเหนียวชนิดเพอร์ลิติก จะกำหนดความแข็งในหน่อยความแข็งบริเนลเป็นหลัก เพราะเป็นคุณสมบัติที่สามารถกำหนดและควบคุมการผลิตได้ง่าย การกำหนดความแข็งจะอาศัยรูปกราฟที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.7 เป็นหลัก เพื่อเทียบกับค่าการต้านแรงดึงของชิ้นงานแรกทีเดียวก็กำหนดหรือคำนวลค่าเทรนไซล์สเตร้งเป็น 74,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จากกราฟรูป (ก) จะได้ความแข็งของชิ้นงานเป็น 225 หน่วย Bhn (จุด a) ส่วนการกำหนดค่าความแข็งกระทำได้โดยใช้กราฟรูป (ข) โดยลากเส้นขนานกับแกน นอกจากจุดความแข็ง 220 หน่วย Bhn จะไปตัดเส้นความแข็งต่ำสุดที่จุด b แล้วลากเส้นลากดิ่งไปตัดเส้นความแข็งสูงสุด c ซึ่งอ่านได้ 250 หน่วย Bhn นั้นคือช่วงความแข็งที่จะกำหนดควรเป็น 220 ถึง 250 หน่วย Bhn

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 การกำหนดคุณสมบัติทางกลของเหล็กหล่ออบเหนียวชนิดเพอร์ลิติก

ในกรณีที่เหล็กหล่ออบเหนียวชนิดนี้จะนำไปใช้งานที่ทนการสึกหรอ การกำหนดคุณภาพกระทำได้โดยการใช้กราฟรูป (ข) เพียงอย่างเดียว

การใช้งาน เหล็กหล่ออบเหนียวชนิดเพอร์ลิติกส่วนใหญ่ใช้ในงานหนัก เช่น ชิ้นส่วนของรถยนต์ รถไฟและรถแทรกเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 เครื่องมือลำเลียง

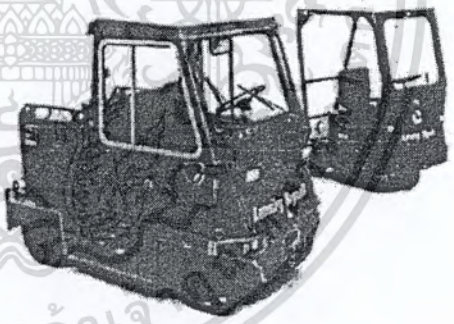
ในการลำเลียงวัสดุจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง จะต้องมีการวิเคราะห์และการวางแผนปฏิบัติงาน โดยแผนที่วางนั้นจะต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อช่วยประกอบการตัดสินใจเลือกเครื่องมือลำเลียงวัสดุ ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง คือ ลักษณะของวัสดุหรือผลิตภัณฑ์, ลักษณะของพื้นที่ทำงาน, สภาพแวดล้อม, ประเภทของอุตสาหกรรม, หน้าที่การทำงานของเครื่องมือลำเลียงวัสดุ และวิธีการลำเลียงวัสดุ (ศุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี, 2548)

รถลากจูงมักใช้พลังงานจากมอเตอร์ไฟฟ้า หรือใช้พลังงานจากเครื่องยนต์ โดยการควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยมือจับหรือควบคุมแบบอัตโนมัติ สามารถแบ่งได้ดังนี้

1. รถลากจูงชนิดยืนควบคุม เป็นรถที่อาศัยมอเตอร์ไฟฟ้าในการขับเคลื่อน และมีตะขอสำหรับเกาะรถลากอยู่ด้านหลังคนขับ การควบคุมจะใช้วิธีการบังคับล้อด้วยมือจับ ดังรูปที่ 2.8

2. รถลากจูงชนิดนั่งควบคุม จะนิยมใช้ทั้งแบบมอเตอร์ไฟฟ้า และติดตั้งเครื่องยนต์ขนาดเล็กแหมาะกับงานที่มีระยะลำเลียงไกลๆ จึงต้องทำให้ผู้ขับขี่มีความสะดวกสบาย และสามารถนั่งบังคับได้ อีกทั้งยังมีอุปกรณ์เสริมอีกมากเพื่อให้เกิดความปลอดภัย เหมาะกับการลำเลียงที่มีปริมาณมาก และใช้ในความเร็วในการลำเลียงพอสมควร ดังรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.8 รถลากจูงชนิดยืนควบคุม

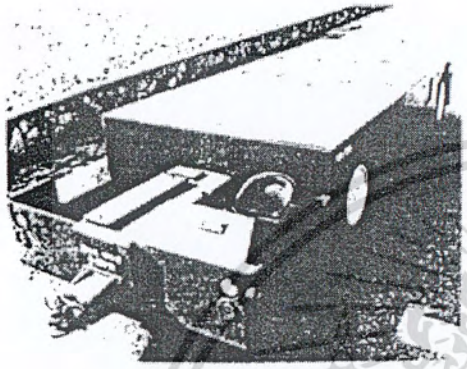


รูปที่ 2.9 รถลากจูงชนิดนั่งควบคุม

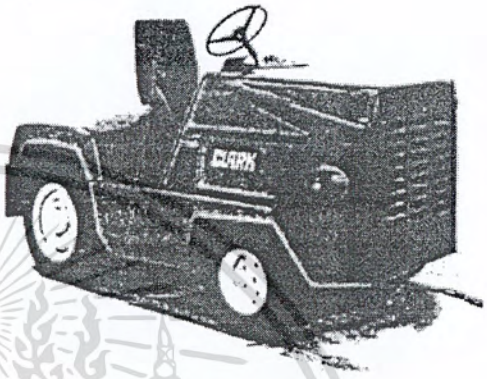
3. รถลากจูงพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง โดยปกติจะต่อกับตัวควบคุมก่อนที่จะไปยังแบตเตอรี่ การออกแบบชุดควบคุมที่มีความสามารถหลายแบบ แตกต่างกันตั้งแต่ชนิดของตัวต้านทานจนถึงตัวควบคุม SCR ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาแพงและมีประสิทธิภาพการใช้งานสูง เช่น รุ่น Climbing Grade ซึ่งมีตัวควบคุม SCR ขนาดที่นิยมของรถลากจูงพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงจะอยู่ในช่วงแรงลากจูง 175-2,500 lb (778-11,121 N) และรถลากจูงประเภทนี้บางรุ่นลากจูงได้ถึง 8,500 lb (37,810 N) ดังรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. รถลากจูงสันดาปภายในชนิดนั่ง จะมีขนาดแรงดึงสูงสุด 2,500 lb (11,121 N) ใช้เครื่องยนต์ก๊าซโซลีนและเชื้อเพลิง LPG ขนาดเล็ก หรืออาจจะเลือกใช้เครื่องยนต์ดีเซลซึ่งจะขึ้นอยู่กับความสะดวกในการหาแหล่งเชื่อเพลิง โดยบางรุ่นสามารถลากจูงได้ถึง 5,000 lb (22,241 N) ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.10 รถลากจูงพลังงานแบตเตอรี่



รูปที่ 2.11 รถลากจูงสันดาปภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ เรื่องการปรับปรุงกระบวนการทำงานในระบบการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์ กรณีศึกษา บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด (โรงงานประกอบเกตเวย์) โดยการลดเวลาและขั้นตอนการทำงานของพนักงานที่ลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์เข้าสู่สายการประกอบ ได้ทำการศึกษาระบบการทำงานและสภาพปัจจุบันของการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์เข้าสู่สายการประกอบ โดยมุ่งเน้นที่จะทำการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงกระบวนการทำงานของพนักงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยมีวิธีการดำเนินงาน ดังนี้

1. การศึกษาสภาพการทำงานและเก็บรวบรวมข้อมูล
2. การสร้างแนวคิดการพัฒนาระบบ
3. การปรับปรุงระบบจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์
4. การประมวลผลและวิเคราะห์การปรับปรุง

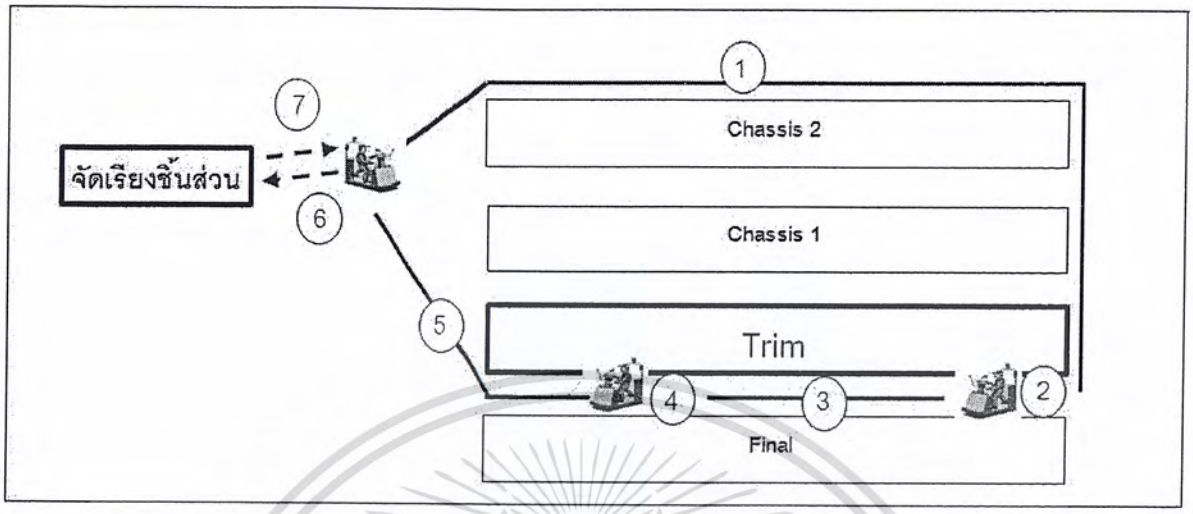
3.1 การศึกษาสภาพการทำงานและเก็บรวบรวมข้อมูล

การสำรวจสภาพปัจจุบันของการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์เข้าสู่สายการประกอบกรณีศึกษาดังกล่าว ได้ทำการศึกษา โดยการเก็บข้อมูลกระบวนการและเวลาในการทำงานของพนักงาน รวมทั้งอาศัยข้อมูลของบริษัท เช่น มาตรฐานการทำงาน แรงที่ใช้ในการดึงรถเข็น เป็นต้น นอกจากนี้ ยังได้มีการสอบถามจากวิศวกรผู้รับผิดชอบ หัวหน้าฝ่ายการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์ และพนักงานในฝ่ายการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์ เพื่อเป็นการเก็บข้อมูลก่อนมีการตัดสินใจคัดเลือกการปรับปรุงในการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์

3.1.1 สภาพการทำงานของการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์

ในการทำงาน 1 กะใช้พนักงานทำงาน 2 คน ช่วยกันลำเลียงชิ้นส่วนเข้าสู่สายการประกอบ โดย 1 คน ทำการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์เข้าสู่สายการประกอบ 109 รอบต่อกะ พนักงานจะขับรถมารับชิ้นส่วนยานยนต์และขับรถไปส่งในสายการผลิต แล้วรับรถเข็นเปล่าเพื่อรอในจุดรับชิ้นส่วนยานยนต์ต่อไป วนไปเรื่อยๆ โดยมีการจำลองการทำงาน ดังรูปที่ 3.1 และมีขั้นตอนการทำงานตามลำดับ ดังตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 จำลองการทำงานของพนักงานในการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์เข้าสู่สายการประกอบ

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์เข้าสู่สายการประกอบ

ลำดับ	งาน	งานย่อย	ปริมาณ	เวลามาตรฐาน	เวลาทำงาน (วินาที)
1	ขับรถไฟฟ้า	ขับรถไปส่งรถเข็น (มีชิ้นส่วน) ที่สายการประกอบ	175 เมตร	2.2 เมตรต่อวินาที	79.55
2	ส่งรถเข็น	จอดรถส่งรถเข็น (มีชิ้นส่วน)	3 เมตร	6 วินาทีต่อเมตร	18
3	ขับรถไฟฟ้า	ขับรถไปรับรถเข็น (เปล่า) ที่สายการประกอบ	120 เมตร	2.2 เมตรต่อวินาที	54.55
4	ส่งรถเข็น	จอดรถรับรถเข็น (เปล่า) มาต่อรถไฟฟ้า	2 คัน	5 เมตรต่อคัน	10
5	ขับรถไฟฟ้า	ขับรถไปส่งรถเข็น (เปล่า) ที่พื้นที่จัดเรียงชิ้นส่วน	85 เมตร	2.2 เมตรต่อวินาที	38.64
6	ส่งรถเข็น	ปลดล็อครถเข็น (เปล่า) เข้าสู่พื้นที่จัดเรียงชิ้นส่วน	2 คัน	3 วินาทีต่อคัน	6
7	รับรถเข็น	จอดรถรับรถเข็น (มีชิ้นส่วน)	3 เมตร	6 วินาทีต่อเมตร	18
		เวลารวมในการทำงาน 1 รอบ			225
		Target Time (4 x 1.1 x60)			264

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การสร้างแนวคิดการพัฒนาระบบ

จากการศึกษากระบวนการทำงานในสภาพปัจจุบันพบว่า ลำดับการทำงานที่ 7 ในตารางที่ 3.1 บริเวณจัดเรียงชิ้นส่วนสามารถปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นได้ โดยพบว่าวิธีการทำงานเดิม คือ พนักงานต้องลงจากรถแล้วเดินไปลากรถเข็นมาต่อพ่วงกับรถไฟฟ้าแล้วเดินกลับไปขึ้นรถ ทั้งนี้ถ้ามีอุปกรณ์ที่ทำให้พนักงานสามารถต่อพ่วงรถเข็นเข้ากับรถไฟฟ้าได้โดยไม่ต้องลงจากรถ ก็จะทำให้สามารถลดขั้นตอนและเวลาในการทำงานลงได้ ดังนั้น จึงได้ตัดสินใจทำการปรับปรุงกระบวนการทำงานลำดับที่ 7 โดยการออกแบบชุดตะขอพ่วงแบบใหม่ที่จะทำให้พนักงานสามารถต่อพ่วงรถเข็นกับรถไฟฟ้าได้โดยไม่ต้องลงจากรถ

3.3 การปรับปรุงระบบจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์

3.3.1 การออกแบบ

3.3.1.1 <u>เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการออกแบบชุดตะขอพ่วง</u>

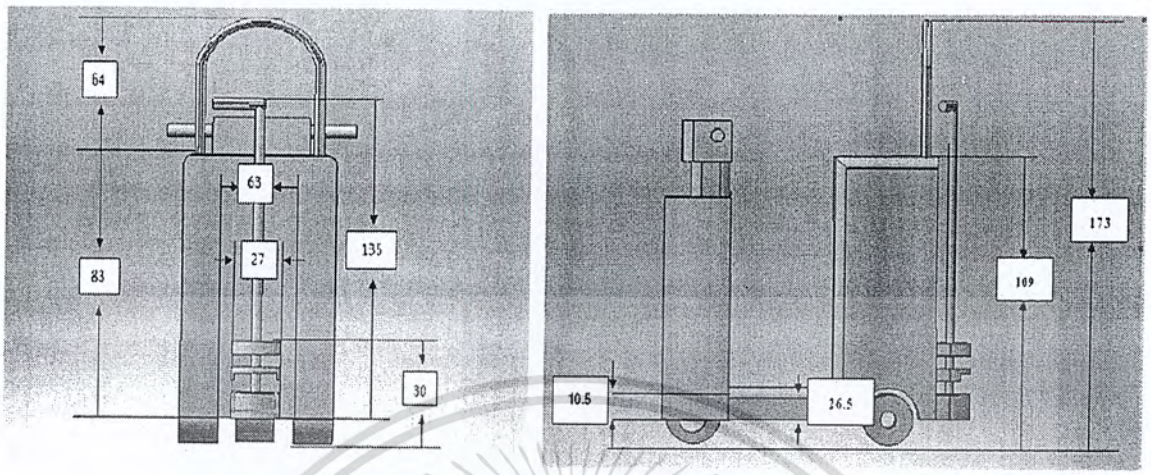
จากการที่ได้ตัดสินใจทำการปรับปรุงกระบวนการทำงานโดยการออกแบบชุดตะขอพ่วงแบบใหม่เพื่อทำให้พนักงานสามารถต่อพ่วงรถเข็นกับรถไฟฟ้าได้โดยอัตโนมัติ จำเป็นต้องทำการเก็บรวมรวบข้อมูลเพิ่มเติมนอกเหนือจากที่ได้ศึกษาสภาพปัจจุบัน และนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อใช้ในการออกแบบชุดตะขอพ่วงแบบใหม่ ดังนี้

1. ขนาดของรถไฟฟ้า

จากรูปที่ 3.2 รถไฟฟ้าที่ใช้งาน จะมีขนาดดังแสดงในรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.2 รถไฟฟ้าที่ใช้งานในโรงงาน

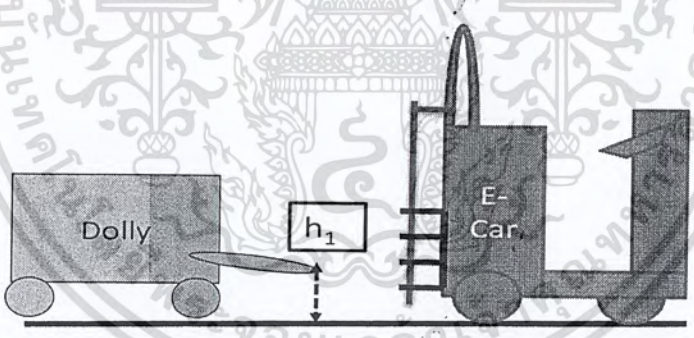
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



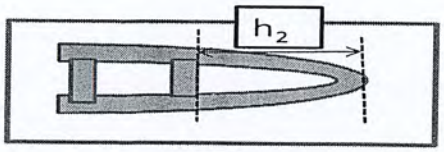
รูปที่ 3.3 ขนาดของรถไฟฟ้า (หน่วยเซนติเมตร)

2. ความสูงและขนาดของตะขอพ่วง

สำหรับความสูงและขนาดของตะขอพ่วง จะสามารถคำนวณได้โดยการวัดขนาดเพื่อหาค่าความสูงจากพื้นถึงตะขอพ่วงของรถเข็น (h_1) ดังรูปที่ 3.4 และความยาวรูตะขอ (h_2) ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.4 ความสูงจากพื้นถึงตะขอพ่วงของรถเข็น (h_1)



รูปที่ 3.5 ความยาวรูตะขอ (h_2)

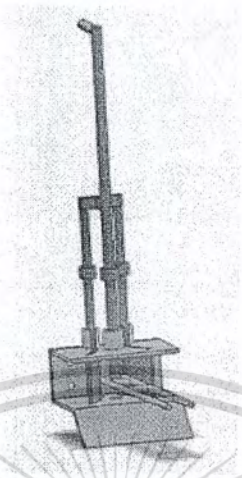
จากการวัดขนาดของ h_1 และ h_2 ของรถเข็นจำนวน 38 คัน สามารถแสดงค่าได้ ในตารางที่ 3.3 และ รูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.3 ความสูงจากพื้นถึงตะขอพ่วงของรถเข็น (h_1) และความยาวรูตะขอ (h_2)

หมายเลขรถเข็น	h_1 (เซนติเมตร)	h_2 (เซนติเมตร)	หมายเลขรถเข็น	h_1 (เซนติเมตร)	h_2 (เซนติเมตร)
1	38.2	7.2	20	37.8	5.1
2	34.1	6.6	21	36.4	5.5
3	35.7	5.4	22	37.0	6.3
4	37.6	6.9	23	36.0	5.1
5	38.2	6.5	24	41.1	6.6
6	38.7	6.7	25	38.5	7.0
7	36.0	6.3	26	41.1	5.1
8	37.7	6.7	27	35.0	5.3
9	35.0	6.3	28	39.0	6.3
10	38.2	6.7	29	35.2	6.2
11	39.6	5.7	30	41.2	6.6
12	38.2	5.2	31	38.3	6.0
13	36.4	6.6	32	36.0	6.3
14	35.2	6.9	33	35.0	6.3
15	35.1	4.8	34	37.0	7.0
16	33.0	6.6	35	38.4	5.0
17	32.2	7.0	36	35.6	5.3
18	36.5	7.6	37	38.7	6.5
19	39.1	5.1	38	39.7	6.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



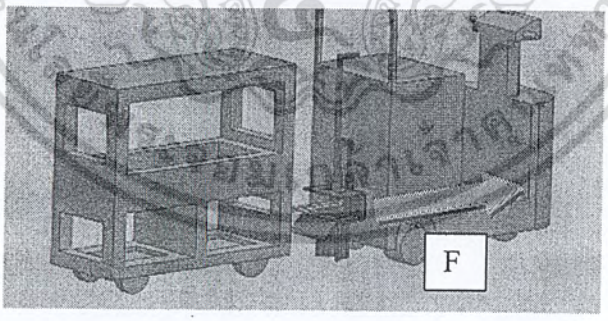
รูปที่ 3.7 แบบของชุดตะขอพ่วงแบบใหม่

3.3.1.3 <u>คำนวณขนาดก้านสลักของชุดตะขอพ่วง</u>

การคำนวณขนาดก้านสลักของชุดตะขอพ่วงมีขั้นตอน ดังนี้

1. คำนวณแรงสูงสุด (F_{max}) ที่กระทำกับก้านสลัก

พบว่าแรงสูงสุดที่กระทำกับก้านสลักเกิดขึ้นเมื่อรถไฟฟ้าลากรถเข็นด้วยความเร่งสูงสุดดังรูปที่ 3.8 ซึ่งรถไฟฟ้าที่ทำการศึกษามีความเร่งสูงสุดเท่ากับ 2.78 เมตรต่อวินาที โดยรถเข็น 1 คันต้องใช้แรงในการลากอย่างน้อย 6 kgf มีการคำนวณ ดังนี้



รูปที่ 3.8 รถไฟฟ้าลากรถเข็น

- กรณีลากรถเข็น 1 คัน ด้วยความเร็วคงที่

$$F = 6 \times 9.81$$

$$= 58.86 \text{ N.}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กรณีลากรถเข็น 2 คัน ด้วยความเร็วคงที่

$$F_1 = 58.86 \times 2$$

$$= 117.72 \quad N.$$

- กรณีลากรถเข็น 2 คัน ด้วยความเร่งสูงสุด

$$F_{max} = F_1 + ma$$

$$= 117.72 + (2 \times 6 \times 2.78)$$

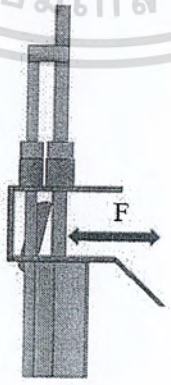
$$= 151.08 \quad N$$

จากการคำนวณได้แรงสูงสุด (F_{max}) ที่กระทำกับก้านสลัก เท่ากับ 151.08 N

2. คำนวณขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านสลัก

ได้เลือกใช้หลักความเค้นเฉือนเป็นตัวกำหนดความเสียหายของก้านสลักซึ่งรับแรงในลักษณะดังรูปที่ 3.9 และคำนวณหาขนาดก้านสลักของชุดตะขอพ่วงแบบใหม่ โดยใช้ค่าความปลอดภัย (N) เท่ากับ 15 โดยเลือกใช้เหล็กหล่อเหนียว (Malleable Cast Irons) 50007 (ASIM A200) มีการคำนวณ ดังนี้

σ	=	ความเค้นดัดในชิ้นงาน	(N/mm^2)
σ_y	=	344.75	(N/mm^2)
τ	=	ความเค้นเฉือนในชิ้นงาน	(N/mm^2)
τ_y	=	172.375	(N/mm^2)
N	=	ความปลอดภัย = 15	
A	=	พื้นที่หน้าตัดของก้านสลัก	(m^2)
F	=	แรงที่กระทำกับก้านสลัก	(N)



รูปที่ 3.9 ลักษณะของแรงที่กระทำต่อก้านสลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คำนวณหาความเค้นดัดในชิ้นงาน (σ)

$$\sigma = \frac{32m}{\pi d^3} \tag{3.1}$$

$$= \frac{32 \times 151.08 \times 60}{\pi d^3}$$

ดังนั้น $$\sigma = \frac{92333.29}{d^3} \tag{3.2}$$

- คำนวณหาความเค้นเฉือนในชิ้นงาน (τ)

$$\tau = \frac{F}{2A} \tag{3.3}$$

$$= \frac{F}{2\frac{\pi d^2}{4}}$$

$$= \frac{2 \times 151.08}{\pi d^2}$$

ดังนั้น $$\tau = \frac{96.18}{d^2} \tag{3.4}$$

- คำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านสลัก (d)

$$\frac{1}{n} = [(\frac{\tau}{\tau_y})^2 + (\frac{\sigma}{\sigma_y})^2]^{\frac{1}{2}} \tag{3.5}$$

แทนค่า τ_y และ σ_y ดังนี้

$$(\frac{1}{5})^2 = (\frac{\tau}{172.375})^2 + (\frac{\sigma}{344.75})^2$$

แทนค่าสมการที่ 3.2 และสมการที่ 3.4 ลงใน ดังนี้

$$\frac{1}{225} = (\frac{96.18}{172.375 \times d^2})^2 + (\frac{92333.29}{344.75 \times d^3})^2$$

$$\frac{1}{225} = \frac{0.31133}{d^4} + \frac{71731.196}{d^6}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\frac{d^6}{225} = 0.31133d^2 + 71731.196$$

$$0 = 0.004444\,d^6 - 0.31133\,d^2 - 71731.196$$

ดังนั้น $d = 15.90$ mm.

จากการคำนวณได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านสลัก (d) เท่ากับ 15.90 mm.

3.3.2 การนำเสนอให้บริษัท

จากการที่ได้นำข้อมูลของสภาพการทำงานในปัจจุบันมาวิเคราะห์เพื่อใช้ในการปรับปรุงกระบวนการทำงานในระบบการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์นั้น ได้มีการออกแบบชุดตะขอพ่วงแบบใหม่โดยใช้โปรแกรม Solid Works และได้ส่งแบบให้กับทางบริษัทเพื่อทำการพิจารณาอนุมัติการสร้างและติดตั้งชุดตะขอพ่วงแบบใหม่ เพื่อนำมาใช้งานแทนชุดตะขอพ่วงแบบเก่า

3.4 การประมวลผลและวิเคราะห์การปรับปรุง

หลังจากมีการที่ได้มีการนำชุดตะขอพ่วงแบบใหม่มาใช้งานจริง ก็จะมีการติดตามผลและเก็บข้อมูลที่บริษัท ได้ผลดังนี้

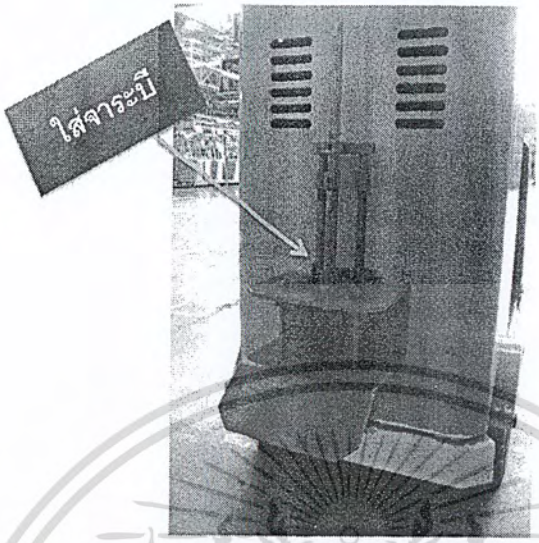
1. ขณะใช้งานอาจมีบางครั้งที่การเชื่อมต่อเกิดการติดขัดในบริเวณช่องการเลื่อนขึ้น-ลงของก้านสลัก ดังรูปที่ 3.10 สืบเนื่องมาจากความฝืด ดังนั้นจึงได้แก้ไขปัญหาโดยการใส่จาระบีบริเวณช่องการเลื่อนขึ้น-ลง ซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาได้ จากนั้นจึงได้เสนอให้ใส่จาระบีบ่อยๆ เพื่อเป็นการป้องกันปัญหาการติดขัดที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

2. ขนาดรูของตัวพ่วงของรถเข็นแต่ละคันมีขนาดไม่เท่ากัน ดังรูปที่ 3.11 ซึ่งบางคันมีขนาดของรูไม่อยู่ในช่วง 5-8 เซนติเมตร (ซึ่งเป็นช่วงที่สามารถเชื่อมต่อได้อย่างปกติและราบลื่น) จึงทำให้รถเข็นคันดังกล่าวไม่สามารถเชื่อมต่อได้

3. พนักงานต้องใช้แรงในการยกก้านสลักมากขึ้น ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้เลยโดยใช้ยางเส้นช่วยผ่อนแรง

สำหรับรายละเอียดของผลดำเนินงานทั้งหมด จะนำเสนอโดยละเอียดในบทที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 ช่องการเลื่อนขึ้น - ลงของก้านสลัก

รูปที่ 3.11 รูของตัวพ่วงที่มีขนาดน้อยกว่า 5 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

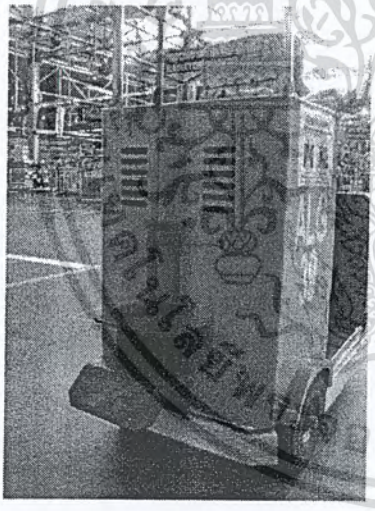
บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

หลังจากปฏิบัติตามขั้นตอนการดำเนินงานแล้ว ได้ทำการเก็บข้อมูลการทำงานและนำมาเปรียบเทียบกับสภาพปัจจุบันก่อนการปรับเปลี่ยน เพื่อวิเคราะห์และสรุปผลการทำงานต่อไป ในช่วงการเก็บผลการดำเนินงาน ได้อาศัยการเก็บข้อมูลทั้งจากการรวบรวมโดยผู้วิจัยเอง และการรวบรวมข้อมูลจากทางบริษัท ซึ่งมีผลการดำเนินงานดังนี้

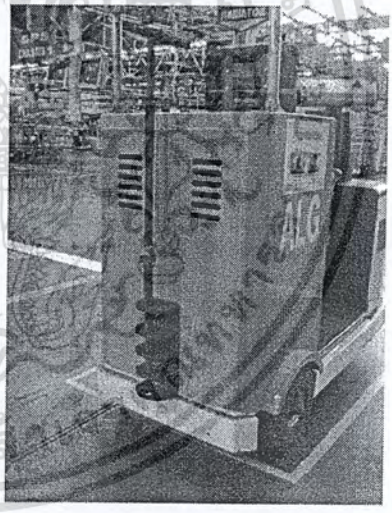
4.1 ผลการออกแบบและติดตั้ง

4.1.1 การสร้างชุดตะขอพ่วงแบบใหม่

จากที่ได้ส่งแบบให้กับทางบริษัทกรณีศึกษาเพื่อทำการสร้างและติดตั้งชุดตะขอพ่วงแบบใหม่เพื่อนำมาใช้งานแทนชุดตะขอพ่วงแบบเก่า โดยชุดตะขอพ่วงแบบใหม่ แสดงดังรูปที่ 4.1 เปรียบเทียบกับแบบเก่า แสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 ชุดตะขอพ่วงแบบใหม่

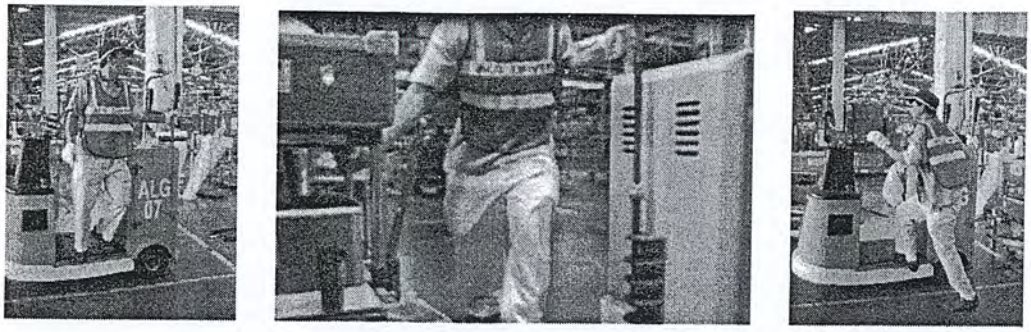


รูปที่ 4.2 ชุดตะขอพ่วงแบบเก่า

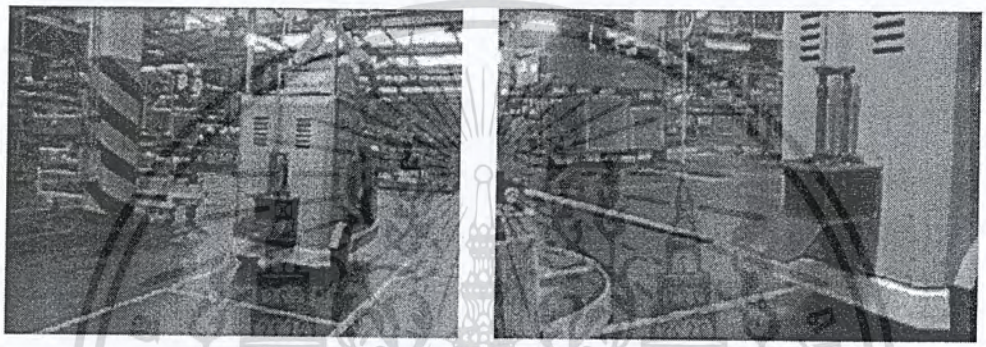
4.1.2 การใช้งานชุดตะขอพ่วงแบบใหม่

จากการติดตั้งชุดตะขอพ่วงแบบใหม่เพื่อนำมาใช้งานแทนชุดตะขอพ่วงแบบเก่านั้น ทำให้การทำงานของพนักงานในขั้นตอนการรับรถเข็นที่มีชิ้นส่วนไปส่งยังสายการประกอบ (ขั้นตอนที่ 7 ในตารางที่ 3.1) เปลี่ยนไป คือ จากเดิมที่พนักงานต้องขับรถไฟฟ้ามาจอดบริเวณจัดเรียงชิ้นส่วน แล้วลงจากรถมาต่อพ่วงรถเข็นเข้ากับรถไฟฟ้าแล้วเดินไปขึ้นรถเพื่อทำงานในขั้นตอนต่อไป ดังรูปที่ 4.3 เปลี่ยนไปเป็น พนักงานสามารถถอยรถเข้ามาต่อพ่วงเข้ากับรถเข็นที่จอดรออยู่ได้เลยโดยที่พนักงานไม่ต้องลงจากรถ ดังรูปที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ขั้นตอนการทำงานแบบเดิม



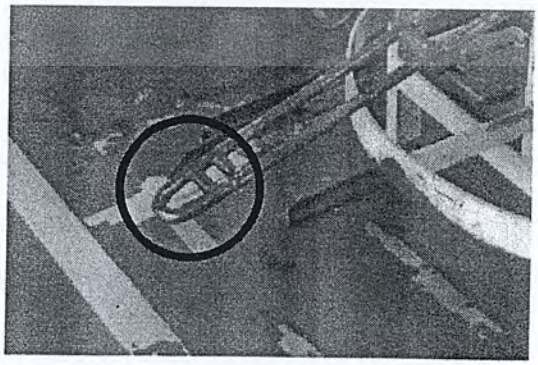
รูปที่ 4.4 ขั้นตอนการการทำงานแบบใหม่

4.1.3 ผลการแก้ไขปัญหาการใช้งานชุดตะขอพ่วงแบบใหม่

จากการที่ได้เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาการใช้งานชุดตะขอพ่วงแบบใหม่ให้กับทางบริษัทไว้ และได้เข้าไปตรวจสอบในเวลาต่อมา ได้ผลการดำเนินงาน ดังนี้

1. การใส่จาระบีบริเวณช่องการเลื่อนขึ้น-ลง บ่อยๆ สามารถทำให้ลดการติดขัดขณะเชื่อมต่อได้

2. การแก้ไขขนาดรูของตัวพ่วงให้อยู่ในช่วง 5 – 8 เซนติเมตร สามารถแก้ปัญหาการเชื่อมต่อที่ติดขัด หรือการเชื่อมต่อที่ล้มเหลวได้ ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ตะขอพ่วงที่ได้รับการแก้ไขแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการเปรียบเทียบในเชิงปริมาณ

หลังจากได้ทำการปรับปรุงและติดตั้งระบบลำเลียงชิ้นส่วนแบบใหม่แล้ว ได้ทำการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ผล และสรุปได้ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการทำงานในระบบลำเลียงชิ้นส่วน

ขั้นตอนการรับรถเข็น (ขั้นตอนที่ 7 ตารางที่ 3.1)	งานย่อย	ระยะทาง (เมตร)	เวลามาตรฐาน (วินาทีต่อเมตร)	เวลาทำงาน (วินาที)
ก่อนการปรับปรุง	จอดรถรับรถเข็น เดินลงจากรถ ต่อรถเข็นเข้ากับรถ แล้วเดินกลับขึ้นรถ	3	6	18
หลังการปรับปรุง	ถอยรถเข้ามาต่อพ่วงกับรถเข็น (โดยที่ไม่ต้องลงจากรถ)	3	2	6
	เวลาการทำงานลดลง			12

จะเห็นได้ว่า สามารถลดเวลาการทำงานของพนักงานได้ 12 วินาที ต่อ 1 รอบการทำงาน ต่อคน ดังแสดงในตารางที่ 4.1 โดยคิดเวลาเป้าหมาย (Takt Time) เท่ากับ 1.1 นาที หรือ 66 วินาทีและพนักงาน 1 คนมีเวลาการทำงานสูงสุดเท่ากับ 4 เท่าของเวลาเป้าหมาย ซึ่งเป็นข้อกำหนดของบริษัท มีการคำนวณ ดังนี้

- พนักงานมีเวลาการทำงานต่อ 1 รอบการทำงาน ได้สูงสุด = 4 x 66
  = 264 วินาทีต่อรอบ

- จากการปรับปรุงสามารถลดเวลาได้ = 12 วินาทีต่อรอบ
  คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ = (12 / 264) x 100
  = 4.5 % ต่อรอบ

4.3 ผลการเปรียบเทียบในเชิงคุณภาพ

จากการออกแบบชุดตะขอพ่วงแบบใหม่ จะทำให้ขั้นตอนการรับรถเข็นของพนักงาน สามารถต่อพ่วงรถเข็นได้โดยการขับรถเพียงอย่างเดียว โดยไม่ต้องลงจากรถเหมือนเดิมมีผลให้ พนักงานมีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น เพราะจากการปรับปรุงกระบวนการทำงานในระบบลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์ สามารถลดการขึ้น-ลงรถของพนักงานได้ 1 ครั้งต่อรอบ หรือ 109 ครั้งต่อวัน ดังแสดงในตารางที่ 4.2 โดยการทำงานแบบเดิมพนักงานเดินขึ้น – ลงรถ 3 ครั้งต่อรอบ ดังแสดงในตารางที่ 3.1 และการทำงานแบบใหม่พนักงานเดินขึ้น – ลงรถ 2 ครั้งต่อรอบ มีการคำนวณ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จำนวนรอบการทำงานต่อกะต่อพนักงาน 1 คน = เวลาทำงาน 1 วัน หารด้วย เวลาทำงาน 1 รอบ

= (8 x 60 x 60) / 264

= 109 รอบต่อกะ

ตารางที่ 4.2 จำนวนครั้งการขึ้น – ลงรถของพนักงาน

	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
จำนวนครั้งในการขึ้น-ลงรถ ต่อ 1 รอบการทำงาน	3 ครั้ง	2 ครั้ง
จำนวนรอบการทำงานต่อกะ	109 รอบ	109 รอบ
จำนวนครั้งในการขึ้น-ลงรถต่อกะ	327 ครั้ง	218 ครั้ง
ลดจำนวนการขึ้น-ลงรถของพนักงาน ได้ 327 - 218 = 109 ครั้งต่อวัน		

ดังนั้น การลดจำนวนการขึ้น-ลงของพนักงานได้ 109 ครั้งต่อวัน แม้อาจจะไม่มีผลต่อค่าใช้จ่ายที่สูญเสียไปมากนัก แต่มีผลต่อความสะดวกสบาย ช่วยลดความเหนื่อยล้า ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของพนักงาน รวมทั้งความปลอดภัยและปัญหาสุขภาพของพนักงาน ในระยะยาวด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยการปรับปรุงการทำงานของพนักงานในการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์เข้าสู่สายการประกอบ โดยเปลี่ยนจากการขึ้น-ลงรถไฟฟ้าเพื่อต่อพ่วงรถเข็นมาเป็นการต่อพ่วงแบบระบบอัตโนมัติโดย พนักงานไม่ต้องลงจากรถ เนื่องจากปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตเน้นการผลิตที่มีต้นทุนต่ำ คุณภาพสูง และสามารถผลิตได้ทันตามความต้องการของลูกค้า จึงต้องมีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุนให้มากที่สุด ซึ่งผลจากการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานดังกล่าว แบ่งออกเป็น 2 ทางด้วยกัน ได้แก่

1. ผลที่ได้รับโดยตรง คือ ผลที่ได้รับจากการดำเนินงานตามที่ได้ตั้งเป้าหมายหรือตามวัตถุประสงค์
2. ผลที่ได้รับโดยอ้อม คือ ผลจากการดำเนินงานที่ไม่ได้คาดการณ์เอาไว้ หรือเป็นผลพลอยได้ที่ได้จากการดำเนินงานดังกล่าว

5.1.1 ผลที่ได้รับโดยตรง

ผลที่ได้รับโดยตรง เป็นผลที่ได้รับจากการดำเนินงานตามแผนงานที่ได้วางไว้ สามารถสรุปผลได้ ดังนี้

1. สามารถลดเวลาการทำงานได้ 12 วินาทีต่อ 1 รอบการทำงาน ต่อ 1 คน
2. ทำให้พนักงานทำงานได้ง่ายขึ้น คือ ลดจำนวนการเข็นรถเข็นและการขึ้น-ลงรถไฟฟ้าได้ 1 ครั้งต่อ 1 รอบการทำงาน และ 109 ครั้งต่อวัน
3. สามารถลดความสูญเปล่าเนื่องจากการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นของพนักงาน คือ ลดการขึ้น-ลงรถไฟฟ้า
4. สามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์

5.1.2 ผลที่ได้รับโดยอ้อม

ผลที่ได้รับโดยอ้อม เป็นผลพลอยได้จากการดำเนินงานตามแผนงานที่ได้วางไว้ สามารถสรุปผลได้ ดังนี้

1. สามารถลดความเมื่อยล้าที่เกิดจากการเข็นรถเข็นให้กับพนักงาน
2. พนักงานมีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น เนื่องจากพนักงานมีเวลาพักระหว่างการทำงานมากขึ้น
3. เพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของบริษัทและยังสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้รวดเร็วยิ่งขึ้นเพราะการผลิตที่มีความสูญเปล่าลดลง สามารถทำให้ผลิตได้ปริมาณมากขึ้นรวมทั้งมีความยืดหยุ่นในการผลิตเพิ่มมากขึ้นด้วย เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบัน มีรอบเวลาเป้าหมาย 1.1 นาที (66 วินาที)

เวลาสูงสุดในการทำงาน	= 4 x 66	=	**264**	วินาที
เวลาทำงานจริงก่อนปรับปรุง		=	225	วินาที
เวลาทำงานจริงหลังปรับปรุง		=	213	วินาที

ถ้าไม่มีการปรับปรุงกระบวนการทำงานและลดเวลาการทำงาน พนักงานก็สามารถทำงานได้ตามปกติ เนื่องจากเวลาทำงานจริงก่อนปรับปรุง (225 วินาที) น้อยกว่าเวลาสูงสุดในการทำงาน (264 วินาที)

ในอนาคต สมมติรอบเวลาเป้าหมายเปลี่ยนเป็น 0.9 นาที (54 วินาที)

เวลาสูงสุดในการทำงาน	= 4 x 54	=	**216**	วินาที
เวลาทำงานจริงก่อนปรับปรุง		=	225	วินาที
เวลาทำงานจริงหลังปรับปรุง		=	213	วินาที

ถ้าไม่มีการปรับปรุงกระบวนการทำงานและลดเวลาการทำงาน พนักงานจะไม่สามารถทำงานได้ เนื่องจากเวลาทำงานจริงก่อนปรับปรุง (225 วินาที) มากกว่าเวลาสูงสุดในการทำงาน (216 วินาที) ดังนั้นบริษัทจะต้องทำการเพิ่มพนักงาน 1 คนต่อกะหรือ 2 คนต่อวัน เพื่อที่จะสามารถลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์เข้าสู่สายการประกอบได้ตามปกติ ต่อไปได้

ดังนั้นการปรับปรุงดังกล่าวสามารถลดค่าใช้จ่ายในอนาคตให้กับบริษัทได้ประมาณ 18,000 x 2 = 36,000 บาท บาทต่อเดือน หรือ 432,000 บาทต่อปี (พนักงาน 1 คน ได้รับเงินเดือนประมาณ 18,000 บาทต่อเดือน)

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตโดยการลดความสูญเปล่า เป็นการมุ่งเน้นที่จะทำให้บริษัทหรือองค์กรมีความรวดเร็วในการตอบสนองความต้องการของลูกค้า ดังนั้นหากมีการใช้เทคนิคในการหาทางเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยวิธีอื่นๆ ก็น่าจะเป็นผลดีต่อองค์กรมากขึ้น ดังที่กล่าวแล้ว

ข้อจำกัดในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ควรมีการพัฒนาและปรับปรุงดังต่อไปนี้

1. จากการปรับปรุงกระบวนการทำงานในการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์ สามารถลดจำนวนครั้งการ ขึ้น-ลงรถไฟฟ้าและการลากรถเข็นของพนักงานได้ 1 ครั้งจากทั้งหมด 3 ครั้งใน 1 รอบการทำงาน ซึ่งในอนาคตหากสามารถลดจำนวนครั้งการขึ้น-ลงรถไฟฟ้าและการลากรถเข็นของพนักงานได้อีก 1 ครั้งหรือ 2 ครั้ง ก็จะสามารถลดความสูญเปล่าเนื่องจากกระบวนการที่ไม่จำเป็นและการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นเพิ่มได้อีก ส่งผลให้ประสิทธิภาพการลำเลียงชิ้นส่วนยานยนต์เพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

2. ชุดตะขอพ่วงนี้สามารถใช้งานได้ในบางแผนกเท่านั้นเนื่องจากชนิดของรถไฟฟ้า ขนาดและน้ำหนักของรถเข็นในแต่ละแผนกมีความแตกต่างกัน ดังนั้นถ้าต้องการนำไปใช้ในแผนกอื่นๆจะต้องทำการปรับปรุงและพัฒนาชุดตะขอพ่วงเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถใช้งานได้กับแผนกนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

โกศล ดีศีลธรรม, 2546. การเพิ่มผลิตภาพในงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: ซัน แอนด์ พริ้น.

จำลักษณ์ ขุนพลแก้ว, 2548. หลักการเพิ่มผลผลิต. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ชาญวุฒิ ตั้งจิตวิทยา และสาโรช ฐิติเกียรติพงศ์, 2535. วัสดุในงานวิศวกรรม. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ฝ่ายวิชาการบริษัทสกายบุ๊กส์, 2545. การเพิ่มผลผลิต. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สกายบุ๊กส์.

มังกร โรจน์ประภากร, 2550. ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (TOYOTA Production System). กรุงเทพ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม และเนื้อโสม ดิงสัญชลี, 2538. การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา. กรุงเทพฯ: ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน, 2545. การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม1. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

วิฑูรย์ สิมะโชคดี, 2536. การเพิ่มผลผลิตและการปรับปรุงโรงงาน. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ศุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี, 2548. การออกแบบเครื่องมือลำเลียงและโลจิสติกส์ (หน่วยรวม) เล่ม 1. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

สุรสิทธิ์ แก้วพระอินทร์, 2553. โลหะวิทยาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

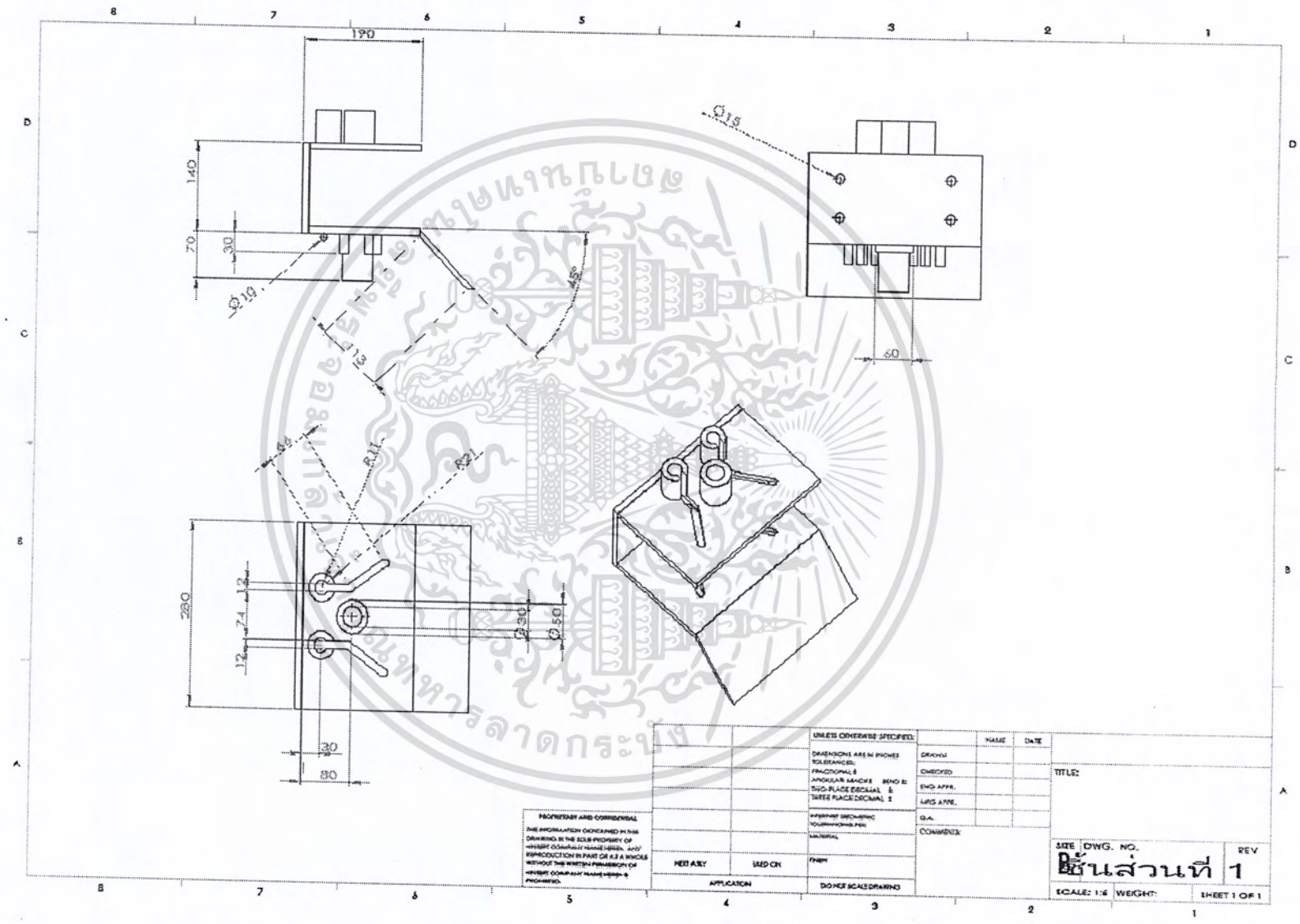
สุรัส ตั้งไพฑูรย์, 2547. เทคนิคการลดความสูญเสียในโรงงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: ซัม ซิสเท็ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

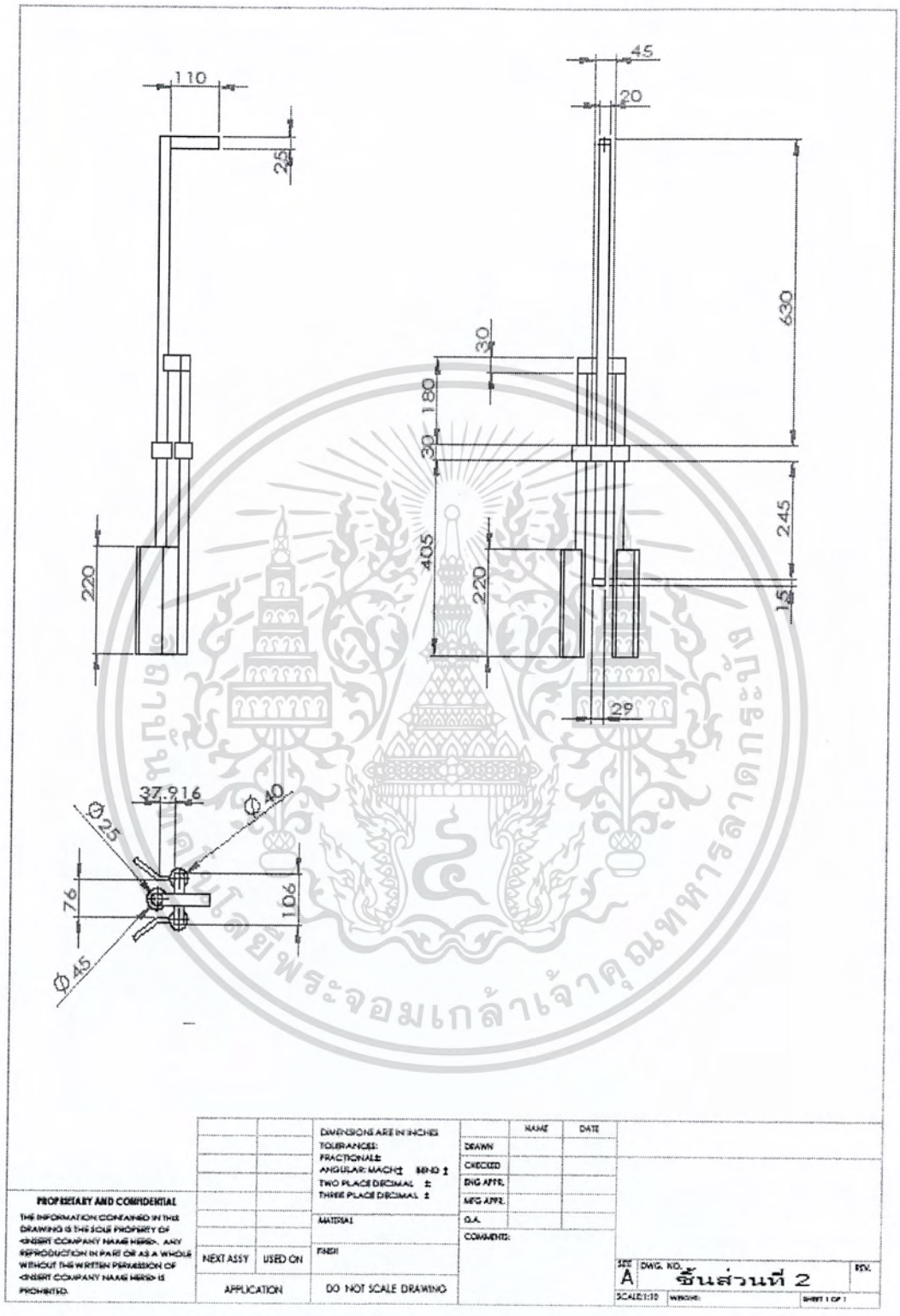
ภาคผนวก

แบบชิ้นส่วนตะขอพ่วงแบบใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

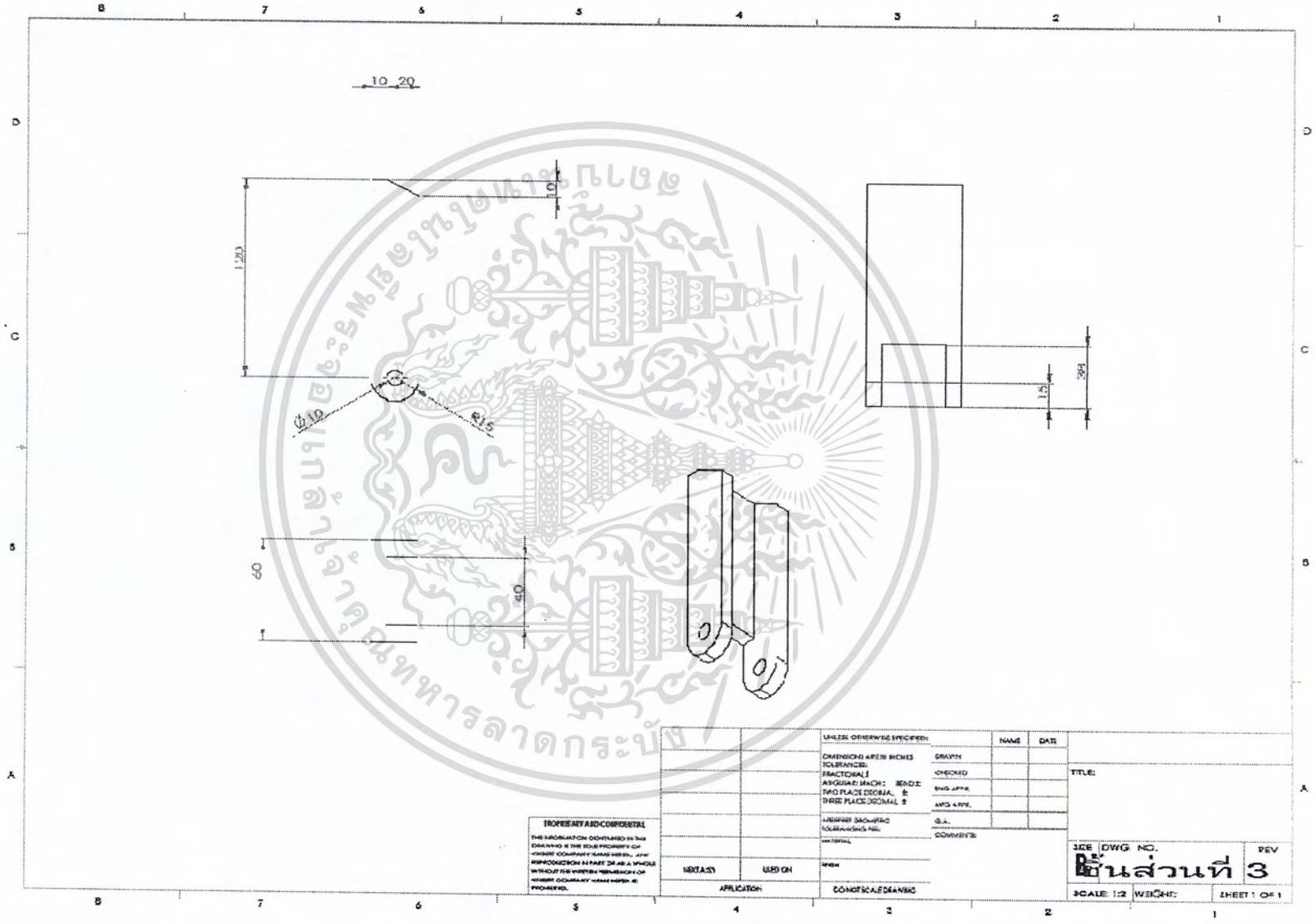


รูปที่ ผ 1 แบบชิ้นส่วนตะขอพ่วงแบบใหม่ ชิ้นที่ 1



รูปที่ ผ 2 แบบชิ้นส่วนตะขอพ่วงแบบใหม่ ชิ้นที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ผ 3 แบบชิ้นส่วนตะขอพ่วงแบบใหม่ ชิ้นที่ 3