สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การปรับปรุงและออกแบบสถานที่ปฏิบัติงาน ในแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียม กรณีศึกษา บริษัท ออมโนวา เดคคอร์เรทีฟ โปรดักส์ จำกัด

USING WORK STUDY AND ERGONOMICS TO DESIGN AND IMPROVE CUTTING LINE : A CASE STUDY OF OMNOVA DECORATIVE PRODUCTS CO., LTD.

T119338

นางสาวการเกตุ มะณีเนตร
MISS KARAKATE MANEENET
นางสาวกิตติมา สุขชัย
MISS KITTIMA SUKCHAI
นางสาวขวัญชนก เมฆโหรา
MISS KWANCHANOK MEKHORA

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119338
วัน,เดือน,ปี 7 ส.ค. 2554
b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

USING WORK STUDY AND ERGONOMICS TO DESIGN AND IMPROVE CUTTING LINE : A CASE STUDY OF OMNOVA DECORATIVE PRODUCTS CO., LTD.

MISS KARAKATE MANEENET

MISS KITTIMA SUKCHAI

MISS KWANCHANOK MEKHORA

THIS THESIS IS 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 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การปรับปรุงและออกแบบสถานที่ปฏิบัติงานในแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียม
กรณีศึกษา บริษัท ออมโนวา เดคคอร์เรทีฟ โปรดักส์ จำกัด
Using Work Study and Ergonomics to Design and Improve Cutting Line :
A Case Study of Omnova Decorative Products Co., Ltd.

นักศึกษา

นางสาวการเกตุ	มะณีเนตร	รหัสประจำตัว	50010090
นางสาวกิตติมา	สุขชัย	รหัสประจำตัว	50010123
นางสาววัญชนก	เมฆโหรา	รหัสประจำตัว	50010157

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

_____

(รศ.ดร.ฤดี มาสุจันท์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การปรับปรุงและออกแบบสถานที่ปฏิบัติงานในแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียม กรณีศึกษา บริษัท ออมโนวา เคคคอร์เรทีฟ โปรดักส์ จำกัด
นักศึกษา	นางสาวการเกตุ มะณีเนตร นางสาวกิตติมา สุขชัย นางสาวขวัญชนก เมฆโหรา
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา	2553
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	รศ.ดร.ฤดี มาสุจันท์

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงและออกแบบสถานที่ปฏิบัติงานในแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียมของบริษัท ออมโนวา เคคคอร์เรทีฟ โปรดักส์ จำกัด ซึ่งประกอบไปด้วยเครื่องจักรจำนวน 6 เครื่อง และมีพนักงานจำนวน 12 คนต่อกะ ให้ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์และเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของพนักงาน โดยการขจัดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น จากการศึกษากระบวนการตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียมในสภาวะปัจจุบันแล้วได้วิเคราะห์ปัญหาเบื้องต้น พบว่าพนักงานบรรจุมีการปฏิบัติงานที่ไม่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ และพนักงานตรวจสอบมีการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น ซึ่งส่งผลให้พนักงานเกิดความเมื่อยล้าและไม่มีประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน ดังนั้นโครงงานนี้จึงได้ทำการเสนอแนวทางในการปรับปรุงสถานที่ปฏิบัติงานของแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียมโดยทำการปรับเปลี่ยนตำแหน่งที่วางอุปกรณ์บริเวณสถานที่ปฏิบัติงานและออกแบบอุปกรณ์ช่วยลำเลียงม้วนหนังเทียมจากโต๊ะบรรจุลงมาวางบนพาเลท พร้อมทั้งจัดทำเวลามาตรฐานในการทำงาน ซึ่งผลที่ได้พบว่าพนักงานปฏิบัติงานได้ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์และสามารถลดเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานตรวจสอบลงได้ร้อยละ 6.7 ของเวลารวมทั้งหมดของกระบวนการ ซึ่งจะทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตได้ถึง 300 ม้วนต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Using Work Study and Ergonomics to Design and Improve Cutting Line : A Case Study of Omnova Decorative Products Co., Ltd.
Student	Miss Karakate Maneenet Miss Kittima Sukchai Miss Kwanchanok Mekhora
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering
Academic Year	2010
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Ruedee Masuchun

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to design and improve cutting line of Omnova Decorative Products Co., Ltd. by applying ergonomics theory to increase efficiency of operators. The existing cutting line has 6 machines and 12 operators per shift. After studying the inspection process of leather and analyzing the basic process, we found that the packaging operators perform their works under improper environment according to ergonomic principles. Moreover, inspection operators perform some unnecessary moves, resulting in fatigue and exhausted feeling of operators as well as ineffectiveness of their work. Therefore, the purpose of this thesis is to propose the best practice way in order to improve the work instruction of the cutting line. Our methodology used in this thesis is to rearrange work element in the process. First, we redesigned position of materials and tools at each work station. Then, we designed handling instrument of leather which is used to move leather from packaging work station to pallet. Last, we measured new standard times of those new work elements. According to the methodology mentioned above, operators can do their work according to the ergonomic principles. Furthermore, standard times used to inspect product can be reduced by approximately 6.7 percent of the overall process. In conclusion, this company can benefit from increasing productivity by gaining up to three hundred pieces per day.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.ฤดี มาสุจันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ สำหรับการให้โอกาสในการศึกษาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ รวมทั้งความรู้ คำแนะนำ ความช่วยเหลือ และความเอาใจใส่ในทุก ๆ ด้านตลอดเวลาที่ผ่านมา

นอกจากนี้ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณ ดร.พิษณุ วรรณกูล ผู้จัดการแผนกการประกันคุณภาพ (Quality Assurance) ของบริษัท ออมโนวา เคดคอร์เรทีฟ โปรดักส์ จำกัด ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ให้เข้าไปศึกษาในโรงงาน รวมถึงวิศวกรประจำโรงงาน หัวหน้าแผนก และพนักงานทุกท่าน สำหรับความช่วยเหลือและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

ท้ายที่สุดผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา บูรพคณาจารย์ทุกท่านในสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ผู้ประสิทธิประสาทวิชา และให้ความช่วยเหลือในทุกด้านแก่ผู้วิจัย

นางสาวการเกตุ มะณีเนตร
นางสาวกิตติมา สุขชัย
นางสาวขวัญชนก เมฆโหรา

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 2
1.3 ขอบเขตการศึกษา 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษาวิธีการทำงาน 3
2.1.1 การศึกษางาน (Work Study) 3
2.1.2 การวิเคราะห์กระบวนการ (Process Analysis) 4
2.2 ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษาเวลา 6
2.2.1 เทคนิคและวิธีการศึกษาเวลา 6
2.2.2 ประโยชน์ของการศึกษาเวลา 6
2.2.3 การศึกษาเวลาโดยตรง 7
2.3 หลักการยศาสตร์ 12
2.3.1 หลักการพื้นฐานทางด้านการยศาสตร์ 13
2.3.2 สถานีงานสำหรับงานที่ต้องปฏิบัติในท่ายืน 14
2.3.3 การยกและเคลื่อนย้ายอย่างถูกต้องเหมาะสม 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4 การออกแบบเครื่องจักรกล 15
2.4.1 ความเค้นและความเค้นเฉือน 15
2.4.2 ค่าความปลอดภัย (Safety Factor) 16
2.4.3 เสา 18
2.5.4 ความเค้นดัดในคาน 21
2.4.5 การโก่งของคาน 23
2.5 ระบบนิวเมติกส์ 26
2.5.1 กฎของปาสคาล (กฎส่งผ่านความดัน) 27
2.5.2 กฎของบอยส์ 27
2.5.3 ข้อดีและข้อเสียของระบบนิวเมติกส์หรือระบบลมอัด 28
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 29

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

3.1 แผนการดำเนินงาน 32
3.2 รายละเอียดการทำงาน 32
3.2.1 โรงงานที่ใช้เป็นกรณีศึกษา 32
3.2.2 ศึกษาข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงงาน 32
3.2.3 เลือกสายการผลิตที่ใช้เป็นกรณีศึกษา 35
3.2.4 ศึกษากระบวนการผลิต 35
3.2.5 การแบ่งสถานีงาน 37
3.2.6 การศึกษาเวลาโดยใช้นาฬิกาจับเวลา 40
3.2.7 การวิเคราะห์ปัญหาที่เป็นอุปสรรคต่อประสิทธิภาพการทำงาน 53
3.2.8 ศึกษาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน 54

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการศึกษาเวลา 56
4.2 ผลการปรับปรุงผังสถานที่ปฏิบัติงาน 57
4.2.1 ผลการออกแบบอุปกรณ์ใหม่ 57
4.2.2 ผลการจัดวางผังสถานที่ปฏิบัติงาน 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3 ผลการออกแบบอุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียม 59
4.3.1 อุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียม 59
4.3.2 พาเลท 60
4.3.3 การติดตั้งอุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียม 60
4.3.4 ระบบการทำงานของอุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียม 61
4.4 ผลการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต 61
4.5 ระยะเวลาดำเนินการ 63
4.6 งบประมาณดำเนินการ 63
4.7 ระยะเวลาคืนทุน 64

บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผลการดำเนินการ

5.1 สรุปผลการดำเนินการ 65
5.1.1 การปรับปรุงผังสถานที่ปฏิบัติงาน 65
5.1.2 การออกแบบอุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียม 65
5.1.3 การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต 65
5.1.4 การประเมินความพึงพอใจผลการออกแบบสถานที่ปฏิบัติงาน 66
5.2 อภิปรายผลการดำเนินการ 67
5.2.1 ปัญหาที่พบระหว่างทำการศึกษา 67
5.2.2 แนวทางในการนำไปใช้จริงในอนาคต 67

บรรณานุกรม 68
ภาคผนวก ก ก1
ภาคผนวก ข ข1
ภาคผนวก ค ค1
ภาคผนวก ง ง1
ภาคผนวก จ จ1
ภาคผนวก ฉ ฉ1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์และความหมายของแผนภูมิกระบวนการผลิต 5
ตารางที่ 2.2 ความสูงพื้นผิวการทำงานที่เหมาะสมสำหรับงานยืนตามลักษณะของงานแต่ละประเภท 14
ตารางที่ 2.3 น้ำหนักสูงสุดที่แนะนำในการยกเคลื่อนย้ายขององค์การแรงงานระหว่างประเทศ 15
ตารางที่ 2.4 ค่าความปลอดภัย 17
ตารางที่ 2.5 ค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของหน้าตัด 18
ตารางที่ 2.6 ภาระกระทำต่อคานยื่นและคานอย่างง่าย 25
ตารางที่ 3.1 แผนภูมิกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) ของพนักงานตรวจสอบ 38
ตารางที่ 3.2 แผนภูมิกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) ของพนักงานบรรจุ 39
ตารางที่ 3.3 ข้อมูลการจับเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานตรวจสอบ 41
ตารางที่ 3.4 ข้อมูลการจับเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานบรรจุ 42
ตารางที่ 3.5 ขนาดตัวอย่างแต่ละงานย่อยที่เหมาะสมของพนักงานตรวจสอบ 43
ตารางที่ 3.6 ขนาดตัวอย่างแต่ละงานย่อยที่เหมาะสมของพนักงานบรรจุ 44
ตารางที่ 3.7 ขนาดตัวอย่างแต่ละงานย่อยที่เหมาะสมของพนักงานตรวจสอบ 45
ตารางที่ 3.8 ขนาดตัวอย่างแต่ละงานย่อยที่เหมาะสมของพนักงานบรรจุ 46
ตารางที่ 3.9 เวลาเฉลี่ยในการทำงานของพนักงานตรวจสอบ 47
ตารางที่ 3.10 เวลาเฉลี่ยในการทำงานของพนักงานบรรจุ 47
ตารางที่ 3.11 ค่าอัตราการทำงานในระบบ Westing house 48
ตารางที่ 3.12 ค่าเลขประเมินแต่ละงานย่อยของพนักงานตรวจสอบ 49
ตารางที่ 3.13 ค่าเลขประเมินแต่ละงานย่อยของพนักงานบรรจุ 49
ตารางที่ 3.14 ข้อมูลค่าอัตราการทำงานและค่าเวลาปกติของพนักงานตรวจสอบ 50
ตารางที่ 3.15 ข้อมูลค่าอัตราการทำงานและค่าเวลาปกติของพนักงานบรรจุ 51
ตารางที่ 3.16 เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าจากการประเมินการทำงานของพนักงานตรวจสอบ 52
ตารางที่ 3.17 เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าจากการประเมินการทำงานของพนักงานบรรจุ 52
ตารางที่ 3.18 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อและเวลามาตรฐานของพนักงานตรวจสอบ 54
ตารางที่ 3.19 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อและเวลามาตรฐานของพนักงานบรรจุ 55
ตารางที่ 4.1 เวลามาตรฐานของพนักงานตรวจสอบ 56
ตารางที่ 4.2 เวลามาตรฐานของพนักงานบรรจุ 57
ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบผลก่อน – หลังการดำเนินการออกแบบและปรับปรุง 61
ตารางที่ 4.4 แผนภูมิกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) ของพนักงานตรวจสอบหลังการดำเนินการ 62
ตารางที่ 4.5 ราคาอุปกรณ์ที่ได้ทำการออกแบบ 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 5.1 ผลการประเมินก่อนและหลังการดำเนินงาน 66
ตารางที่ 5.2 ผลการประเมินโดยรวมก่อนและหลังการดำเนินงาน 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการศึกษาเวลาโดยตรง 8
รูปที่ 2.2 การยึดปลายเสาแบบต่าง ๆ 20
รูปที่ 2.3 ระนาบการดัดและระนาบสะเทินภายใต้ภาระดัด 21
รูปที่ 2.4 ระนาบตัดตั้งฉากกับแกนคาน 22
รูปที่ 2.5 สมดุลของ Free Body Diagram ส่วนตัดของคานภายใต้ภาระดัด 22
รูปที่ 2.6 หลักการแยกภาระกระทำอย่างง่ายต่อคานภายใต้ภาระการกระทำ 24
รูปที่ 2.7 แรงที่กระทำต่อพื้นที่หน้าตัดตามกฎของปาสคาล 27
รูปที่ 2.8 ปริมาตรและความดันตามกฎของบอยส์ 28
รูปที่ 3.1 แผนผังของโรงงาน (Layout) 33
รูปที่ 3.2 แผนภาพกระบวนการผลิตหนังเทียม 34
รูปที่ 3.3 แผนผังแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียม 35
รูปที่ 3.4 แผนภาพกระบวนการผลิต (Flow Diagram) แผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียม 36
รูปที่ 4.1 ที่วางแกนกระดาษ 57
รูปที่ 4.2 โต๊ะจดบันทึก 58
รูปที่ 4.3 ผลการจัดวางอุปกรณ์ต่างๆลงบนผังสถานที่ปฏิบัติงาน 59
รูปที่ 4.4 อุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียม 59
รูปที่ 4.5 พาเลท 60
รูปที่ 4.6 ผังสถานที่ปฏิบัติงานหลังจากทำการติดตั้งอุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียม 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการปรับปรุงและออกแบบสถานที่ปฏิบัติงานในแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียมของบริษัท ออมโนวา เคคคอร์เรทีฟ โปรดักส์ จำกัด โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อช่วยให้การปฏิบัติงานของพนักงานเป็นไปตามหลักการยศาสตร์และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

การยศาสตร์ (Ergonomics) เป็นเรื่องของการศึกษาสภาพการทำงานที่มีความสัมพันธ์ระหว่างผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อมการทำงาน เป็นการพิจารณาว่าสถานที่ปฏิบัติงานดังกล่าวได้มีการออกแบบหรือปรับปรุงให้มีความเหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานอย่างไร เพื่อป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่อาจมีผลกระทบต่อความปลอดภัยและสุขภาพอนามัยในการทำงาน และช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานนั้นได้ทำงานอยู่ภายใต้สภาพเงื่อนไขการทำงานที่เหมาะสม ลดภาระทางกายภาพของผู้ปฏิบัติงานและปรับปรุงท่าทางการทำงาน หรือลดส่วนของงานที่เป็นการเคลื่อนที่ ซึ่งจะช่วยหลีกเลี่ยงงานที่ไม่เกิดประโยชน์ เพื่อที่จะส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มมากขึ้น โดยแนวทางในการขจัดงานที่ไม่จำเป็นออกนั้นสามารถทำได้โดยการศึกษางาน (Work Study)

การศึกษางานเป็นเทคนิคในการวิเคราะห์ขั้นตอนของการปฏิบัติงานเพื่อขจัดงานที่ไม่จำเป็นออกและสรรหาวิธีการทำงานซึ่งดีที่สุดและเร็วที่สุดในการปฏิบัติงานนั้น ๆ ทั้งนี้รวมถึงการปรับปรุงมาตรฐานของวิธีการทำงาน สภาพการทำงาน เครื่องมือต่าง ๆ และการฝึกคนงานให้ทำงานด้วยวิธีที่ถูกต้องโดยการนำหลักของการยศาสตร์มาประยุกต์ใช้ ซึ่งการศึกษางานนั้นจะช่วยให้สามารถกำหนดมาตรฐานวิธีการ และมาตรฐานผลผลิตอันเป็นจุดเริ่มต้นของการบริหารจัดการกระบวนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อจะนำเอาความรู้ด้านการศึกษาการทำงานและหลักของการยศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียมของบริษัท ออมโนวา เคคคอร์เรทีฟ โปรดักส์ จำกัด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและช่วยให้พนักงานได้ทำงานอยู่ภายใต้สภาพเงื่อนไขการทำงานที่เหมาะสมและปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษากระบวนการตรวจสอบและวิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์ของแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียมของบริษัท ออมโนวา เคคคอร์เรทีฟ โปรดักส์ จำกัด ในสภาวะปัจจุบัน
2. เพื่อปรับปรุงและออกแบบสถานที่ปฏิบัติงาน รวมถึงตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ในแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียมให้เหมาะสมและถูกต้องตามหลักการยศาสตร์
3. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน โดยขจัดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นของพนักงาน

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษากระบวนการตรวจสอบและวิธีการบรรจุม้วนหนังหนังเทียมของแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียมของบริษัท ออมโนวา เคคคอร์เรทีฟ โปรดักส์ จำกัด ซึ่งมีจำนวนเครื่องเข้าม้วนหนังเทียม (Cutting) ทั้งหมด 6 เครื่อง และมีพนักงานที่ทำการปฏิบัติงานในแผนกจำนวน 12 คนต่อกะ
2. ใช้หลักการยศาสตร์ในการปรับปรุงและออกแบบวิธีการทำงานรวมถึงสถานที่ปฏิบัติงานของแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียม
3. ออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการลำเลียงม้วนหนังเทียมที่บรรจุเรียบร้อยแล้วลงบนพาเลท เพื่อขจัดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นและลดความเมื่อยล้าในการทำงานของพนักงานแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้ความเข้าใจในหลักของการยศาสตร์ และรู้จักการนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและปรับปรุงสถานที่ปฏิบัติงานและการทำงานของพนักงาน
2. เป็นแนวทางให้บริษัทได้นำไปใช้ในการปรับปรุงแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียม เพื่อให้พนักงานมีการทำงานที่ถูกหลักการยศาสตร์มากยิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยลดความเมื่อยล้าในการทำงานได้
3. พนักงานมีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตของกระบวนการ และตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการนำความรู้ทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงและออกแบบสถานที่ปฏิบัติงานในแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียม ซึ่งประกอบไปด้วยการศึกษาวิธีการทำงาน การศึกษาเวลา หลักการยศาสตร์ หลักการออกแบบเครื่องจักรกล และระบบนิวเมติกส์

2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษาวิธีการทำงาน

การศึกษาวิธีการทำงานถือว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญอันหนึ่งในอุตสาหกรรมการผลิต ซึ่งนำมาใช้ในการศึกษาการทำงานของคนและพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพและเศรษฐภาวะของการทำงานเพื่อปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น

2.1.1 การศึกษางาน (Work Study)

การศึกษางานโดยทั่วไปประกอบด้วย 2 ส่วน คือการศึกษาวิธีการเพื่อวิเคราะห์และปรับปรุงงาน (Methods Study) กับการวัดงาน (Work Measurement)

2.1.1.1 นิยามการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา

การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลานี้อาจถูกเรียกแทนด้วยชื่ออื่น ๆ เช่น Methods Engineering, Work Design หรือ Jobs Design แต่ไม่ว่าจะเรียกว่าอย่างไรต่างก็มีความหมายในลักษณะเดียวกัน หมายถึงเทคนิคในการวิเคราะห์ขั้นตอนของการปฏิบัติงานเพื่อขจัดงานที่ไม่จำเป็นออก และสรรหาวิธีการทำงานซึ่งดีที่สุดและเร็วที่สุดในการปฏิบัติงานนั้น ๆ ทั้งนี้รวมถึงการปรับปรุงมาตรฐานของวิธีการทำงาน สภาพการทำงาน เครื่องมือต่าง ๆ และการฝึกคนงานให้ทำงานด้วยวิธีที่ถูกต้อง การหาเวลามาตรฐานของงานและการบริหารแผนการจ่ายเงินจูงใจระบบต่าง ๆ

อีกนัยหนึ่งการศึกษางานคือการวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานที่ใช้ในการทำงานใด ๆ เพื่อวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำงาน และเพื่อวัดมาตรฐานของการปฏิบัติงานนั้นเป็นหน่วยมาตรฐานชั่วโมง ซึ่งพนักงานที่ได้มาตรฐานสามารถทำงานนั้นได้ เพื่อนำไปใช้สร้างแผนการจ่ายค่าตอบแทนอันเหมาะสม และจูงใจให้พนักงานมีผลงานที่ดีกว่ามาตรฐาน ในราวปี ค.ศ. 1930 การศึกษาการทำงานและการศึกษา การเคลื่อนไหวถูกนำมาใช้ร่วมกันกับการศึกษาเวลาเพื่อส่งเสริมกันและกัน

การศึกษาการเคลื่อนไหวบ้างครั้งอาจถูกเรียกว่า Methods Design หรือ Methods Analysis ซึ่งหมายถึง การวิเคราะห์ขั้นตอนของการเคลื่อนไหวในการปฏิบัติงาน รวมทั้งเครื่องมือเครื่องจักร และการวางผัง ในการปฏิบัติงานนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการศึกษาเวลาอาจมีชื่อเรียกอย่างอื่นเช่นกัน คือ Time Study ซึ่งหมายถึง วิธีการในการคำนวณหาเวลาในการปฏิบัติงาน โดยอาศัยเครื่องมือจับเวลา รวมถึงการปรับเวลาโดยการให้ค่าเผื่อต่าง ๆ และการให้อัตราความเร็วมาตรฐานตามขั้นตอนการทำงานที่กำหนดไว้ภายใต้สภาพเงื่อนไขที่เหมาะสม

2.1.1.2 ขอบเขตของการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา

จากนิยามของการศึกษางานพอจะสรุปได้ว่า การศึกษางานเป็นศาสตร์ที่ใช้ศึกษากระบวนการทำงานอย่างมีระบบเพื่อสนองวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. พัฒนาวิธีการและระบบที่ดีที่สุดในการทำงาน ในการออกแบบวิธีการทำงานต้องเริ่มต้นตั้งแต่การศึกษาวัตถุประสงค์ ไปจนถึงกระบวนการผลิตเป็นสินค้าสำเร็จรูป เพื่อนำมาพัฒนาวิธีการที่ดีที่สุดในการทำงาน ในขั้นตอนนี้จะใช้วิธีการแก้ไขปัญหาทั่วไปมาช่วย
2. การจัดตั้งระบบและวิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐาน เมื่อพัฒนาวิธีการทำงานที่เหมาะสมที่สุดแล้ว ต่อไปก็นำเอาวิธีการนั้นมาใช้ โดยปกติจะแตกเป็นงานย่อย ๆ ซึ่งอธิบายรายละเอียดต่าง ๆในการทำงาน รวมทั้งการกำหนดเงื่อนไขในการทำงาน เพื่อให้ได้มาตรฐานงานที่ตั้งไว้
3. หาเวลามาตรฐานในการทำงาน การหาเวลามาตรฐานคือการคำนวณหาเวลาในการทำงานมาตรฐานสำหรับพนักงานที่ได้รับการฝึกมาดีแล้ว ทำงานที่กำหนดด้วยความเร็วปกติภายใต้สภาพเงื่อนไขที่กำหนดไว้ เวลามาตรฐานนี้จะใช้ประโยชน์ในการจัดตารางการผลิต การวางแผนการผลิต การประเมินต้นทุน การควบคุมต้นทุนแรงงานและอื่น ๆ
4. ช่วยในการฝึกพนักงานให้ทำงานด้วยวิธีที่ถูกต้อง การพัฒนาวิธีการทำงานที่ดีจะใช้ไม่ได้ผลเลยถ้าพนักงานไม่รู้จักวิธีใช้ ดังนั้นการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา จึงเน้นถึงการนำเอาวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้วมาใช้งานและการฝึกพนักงานให้ทำงานด้วยวิธีมาตรฐานจน ได้เวลาตามที่กำหนดไว้

2.1.2 การวิเคราะห์กระบวนการ (Process Analysis)

ในการวิเคราะห์กระบวนการจะใช้แผนภูมิต่าง ๆ มาช่วยในการวิเคราะห์ เพื่อจะช่วยให้เห็นภาพรวมของกระบวนการได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2.1.2.1 แผนภูมิกระบวนการผลิต (Process charts)

ใช้บันทึกขั้นตอนกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่องสำหรับส่วนงานที่เราสนใจปรับปรุงขั้นตอนวิธีการทำงาน ซึ่งจะส่งผลให้เกิดผลงานหรือผลผลิตสูงขึ้น การบันทึกจึงต้องจำกัดขอบข่ายของงานโดยมีการกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของงานให้ชัดเจน รายละเอียดและขั้นตอนของกิจกรรมที่บันทึกในแบบฟอร์มมาตรฐานหรือเอกสารการบันทึกใด ๆ จะถูกนำมาพิจารณา ตรวจตรา และวิเคราะห์เพื่อกำหนดแนวทางขั้นตอนวิธีการทำงานที่ดีขึ้น เนื่องจากแผนภูมิการผลิตไม่มีการแสดงสเกลเวลาวัดเวลาทำงานของแต่ละกิจกรรม เราสามารถใช้การบันทึกเวลาการทำงานของแต่ละกิจกรรมแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบผลงานที่ดีขึ้นเบื้องต้นทำได้ 3 ลักษณะคือ

1. จำนวนสัญลักษณ์ที่ใช้ลดลง
2. เวลาที่ใช้ทั้งหมดลดลง
3. ระยะทางการเดินทั้งหมดลดน้อยลง

แผนภูมิกระบวนการผลิตประกอบด้วย

1. แผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป (Outline Process Chart)
2. แผนภูมิกระบวนการผลิต (Flow Process Chart)
3. แผนภูมิกระบวนผลิตของกลุ่ม (Gang Process Chart)
4. แผนภูมิการดำเนินงานหรือแผนภูมิการทำงานของมือซ้าย-ขวา (Operation Chart or Left-Right Hand Chart)

2.1.2.2 <u>สัญลักษณ์ของแผนภูมิกระบวนการผลิต</u>

การบันทึกการปฏิบัติงานลงในแผนภูมิง่ายกว่าการบันทึกข้อความทั่วไปมาก การบันทึกในแผนภูมิจะใช้สัญลักษณ์มาตรฐาน 5 สัญลักษณ์ ซึ่งจะครอบคลุมถึงเหตุการณ์การกระทำต่าง ๆ ที่ปรากฏในการปฏิบัติงานได้ทั้งหมดและเรียงลำดับการปฏิบัติงานตามลำดับ ทำให้เข้าใจได้ง่าย ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์และความหมายของแผนภูมิกระบวนการผลิต

สัญลักษณ์	ความหมาย	รายละเอียด
○	การปฏิบัติงาน	การปฏิบัติงานบนชิ้นงาน เกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะหรือคุณสมบัติของชิ้นงาน
⇨	การเคลื่อนย้าย	การเคลื่อนย้ายวัสดุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง
□	การตรวจสอบ	การตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงาน หรือการตรวจดูเพื่อให้แน่ใจในลักษณะของชิ้นงาน
▽	การเก็บรักษา	การเก็บดูแลชิ้นงานอย่างถาวร
D	การรอ	ความล่าช้าของการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษาเวลา

การศึกษาเวลา (Time Study) คือการวัดงานโดยใช้เครื่องวัดเวลา และปรับค่าตามการแปรเปลี่ยนจากเวลาปกติ โดยมีการเผื่อเวลาที่เหมาะสมสำหรับงานแปลกปลอมต่าง ๆ ความล่าช้าของเครื่องจักร การพักเหนื่อย และความต้องการส่วนบุคคล ควรพิจารณาถึงระยะเวลาในการเรียนรู้ของพนักงานด้วย ควรแบ่งงานที่ศึกษาออกเป็นงานย่อยซึ่งมีเนื้องานที่สม่ำเสมอเพื่อความสะดวกในการศึกษางาน

2.2.1 เทคนิคและวิธีการศึกษาเวลา

เทคนิคและวิธีการศึกษาเวลามีหลายวิธี แต่ละวิธีอาจแตกต่างกันในรายละเอียดของวิธีการเก็บข้อมูลและการคำนวณ ซึ่งได้แก่

1. Simple Mathematical Computation วิธีนี้ทำได้ง่ายและรวดเร็วเหมาะสำหรับงานที่นับจำนวนได้ แต่มีข้อเสียตรงที่ผู้ศึกษาไม่สามารถประเมินประสิทธิภาพการทำงานที่แท้จริงได้ รวมทั้งสัดส่วนของเวลาทำงานนั้น ๆ ในกรณีที่พนักงานทำงานร่วมกันหลายอย่าง เวลามาตรฐานที่ได้ในลักษณะนี้จะให้แต่ตัวเลขเฉลี่ยและเหมาะกับงานที่ไม่ต้องการความละเอียดในการกำหนดเวลามาตรฐาน จะเป็นเวลามาตรฐานในลักษณะ Did-take Time
2. Professional Estimate เป็นการคาดคะเนหรือประมาณการโดยผู้เชี่ยวชาญหนึ่งคนหรือมากกว่าหนึ่งคนขึ้นไป โดยอาจกำหนดองค์ประกอบของงานหรืองานย่อยต่าง ๆ และประมาณการเวลาในการทำงานนั้น ๆ โดยเวลามาตรฐานที่ได้เป็นลักษณะ Did-take Time
3. Elemental Time Data เป็นวิธีการศึกษาเวลาโดยอาศัยข้อมูลจากอดีต และสูตรบางสูตรช่วยในการคำนวณหาเวลา
4. Standard Time Data Systems เป็นตารางข้อมูลเวลาที่สร้างขึ้นเฉพาะสำหรับงานประเภทต่าง ๆ ที่ได้มีผู้รวบรวมไว้ ตารางข้อมูลเวลาเหล่านี้สร้างมาจากการจับเวลาโดยนาฬิกาจับเวลาหรือการเปิดตาราง Predetermined Time แล้วรวบรวมข้อมูลได้มากพอจนสามารถสร้างเป็นตารางขึ้นมา
5. Predetermined-motion Time System เป็นการกำหนดเวลาโดยการใช้ตารางข้อมูลเวลาพื้นฐาน โดยตารางเหล่านี้จะเป็นข้อมูลการเคลื่อนไหวพื้นฐาน
6. Direct Time Study เป็นการศึกษาเวลาโดยอาศัยการสังเกตการณ์จากเหตุการณ์จริงอย่างต่อเนื่อง และใช้นาฬิกาจับเวลาบันทึกเวลาไว้

2.2.2 ประโยชน์ของการศึกษาเวลา

แม้ว่าการศึกษาเวลาจะเน้นประโยชน์โดยตรงในการหาเวลามาตรฐาน เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการจ่ายค่าแรงจูงใจ แต่ประโยชน์อื่น ๆ ที่อาจได้จากการศึกษาเวลาก็มีอีกมาก เช่น

1. การประมาณการต้นทุน (Cost Estimation) โดยใช้ในการประเมินค่าใช้จ่ายของชิ้นงานที่อาจผลิตในอนาคต จะใช้ข้อมูลจากการศึกษาเวลาในอดีตเพื่อการกำหนดราคาสินค้า
2. การควบคุมต้นทุนค่าแรง (Labor Cost Control) เพื่อดูเวลาทำงานของพนักงานในงานชิ้นหนึ่ง ๆ เปรียบเทียบกับต้นทุนและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ
3. การวางงบประมาณ (Budgeting) เป็นการประเมินอัตราค่าใช้จ่ายของชิ้นงานหรือสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การวางแผนอัตรากำลังคน (Manpower Planning) ใช้ในการช่วยตัดสินใจว่าแต่ละหน่วยงานต้องการกำลังคนในการทำงานเท่าใด
5. การฝึกอบรม (Training) ใช้เป็นมาตรฐานในการจัดการฝึกอบรมพนักงานใหม่
6. การสมดุลสายการผลิต (Production Line Balancing) ช่วยให้การกระจายตัวของงานบนสายการผลิตสม่ำเสมอ พนักงานทุกคนทำงานอย่างสมดุลเพื่อให้สายการผลิตมีประสิทธิภาพสูงสุด
7. สร้างระบบค่าตอบแทนแบบจูงใจโดยดูจากผลผลิต (Incentive Scheme Based on Output) เวลามาตรฐาน ช่วยการคำนวณผลงานและตั้งเกณฑ์เปรียบเทียบผลงานของคนงานแต่ละคน ซึ่งเป็นประโยชน์ในการให้รางวัล
8. ใช้ประเมินเปรียบเทียบเพื่อหาวิธีการทำงานที่ดีกว่า (Evaluation of Alternative Methods) โดยหาเวลามาตรฐานเพื่อใช้เปรียบเทียบในการหาต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า
9. ใช้ในการวางแผนการผลิต (Production Scheduling) เวลามาตรฐานช่วยในการกำหนดเวลาของการผลิตที่แน่นอนได้ ซึ่งเราสามารถตั้งเป้าหมายในการผลิตตามที่ต้องการได้
10. การปรับปรุงผังโรงงาน (Plant Layout) ช่วยในการประมาณพื้นที่ จำนวนคน เครื่องจักร เพื่อที่จะปรับปรุงผังโรงงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.2.3 การศึกษาเวลาโดยตรง

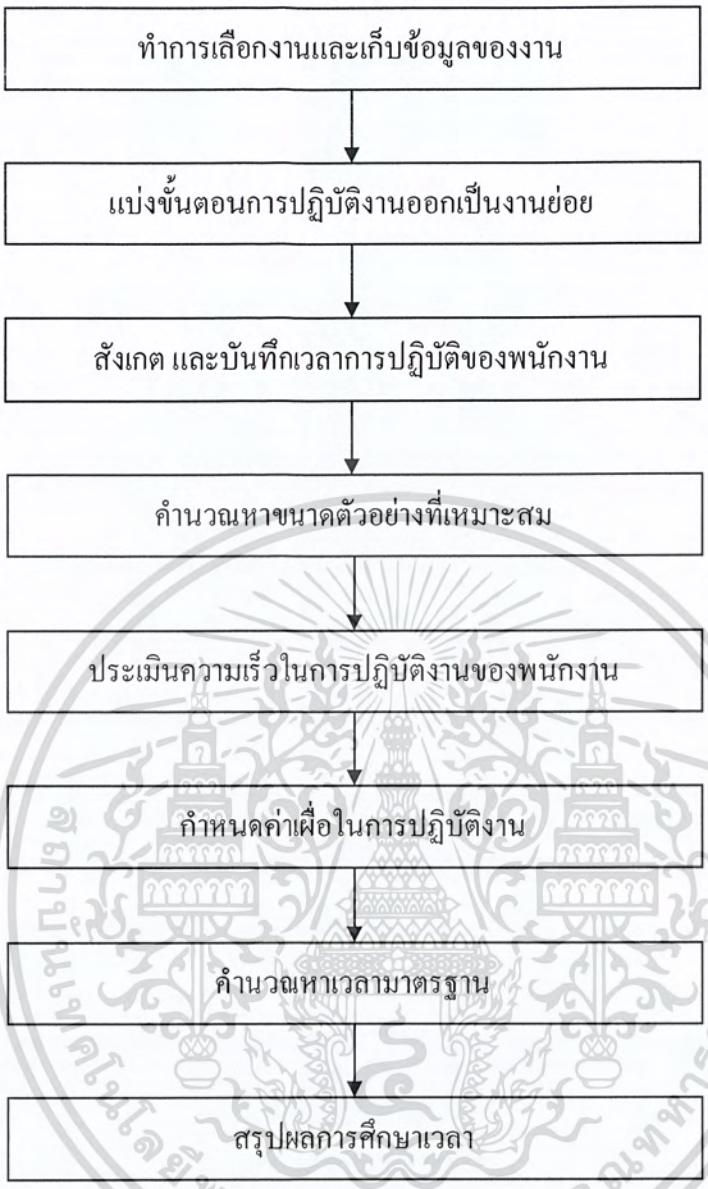
การศึกษาเวลาโดยตรงเป็นวิธีการศึกษาเวลาจากการจับด้วยเครื่องมือบันทึกเวลาและแผงบันทึกข้อมูลซึ่งวิธีนี้การกำหนดเวลามาตรฐานที่ได้รับความนิยมมากที่สุด ซึ่งขั้นตอนการศึกษาเวลาโดยตรงสามารถแบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 2.1

2.2.3.1 <u>การเลือกงานที่จะทำการศึกษา</u>

งานที่จะเลือกมาทำการศึกษาควรเป็นงานที่ทำต่อเนื่องกันเป็นเวลานานพอสมควรและสามารถนับชิ้นได้ โดยทั่วไปแล้วผู้ที่ศึกษาเวลามีโอกาสน้อยมากที่จะเลือกงานอย่างสุ่ม แต่จะเลือกงานชิ้นใดชิ้นหนึ่งจะดูจาก

1. ชิ้นงานนั้นเป็นงานใหม่
2. เกิดการเปลี่ยนวิธีการทำงานหรือผลิตภัณฑ์ต้องใช้เวลามาตรฐานใหม่
3. ได้รับคำวิจารณ์เกี่ยวกับเวลาทำงานใหม่ของเครื่องจักรมาตรฐานเดิม
4. มีจุดคอขวด (Bottle Neck) บนสายการผลิต
5. ต้องการเวลามาตรฐานเพื่อประเมินค่าแรงตามระบบเงินจูงใจ
6. ต้องการวิเคราะห์วิธีการทำงานใหม่ของเครื่องจักร
7. ต้องการนำไปเปรียบเทียบกับวิธีอื่น ๆ
8. ค่าใช้จ่ายของงานนั้น ๆ มีค่าสูงเกินไปทำให้ต้นทุนเพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการศึกษาเวลาโดยตรง

2.2.3.2 <u>การแบ่งงานย่อย</u>

หลักการที่ช่วยในการแบ่งงานออกเป็นงานย่อยมีดังนี้

1. การแบ่งงานย่อยให้เห็นเด่นชัดโดยจะมีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของงานย่อยนั้น เมื่อปฏิบัติไปหลาย ๆ วัฏจักร ก็สามารถจับเวลาของแต่ละงานย่อยได้โดยอาศัยจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดที่กำหนดไว้ก่อนแล้ว
2. งานย่อยควรมีระยะเวลาที่สามารถวัดและจับได้ ถ้าเป็นงานย่อยที่เป็นที่มีช่วงเวลาสั้นนั้นต้องไม่สั้นจนเกินไป เพราะจะทำให้จับเวลาไม่ได้ พนักงานจับที่ฝึกมาอย่างดีจะจับได้ในช่วงประมาณ 0.04 นาที พนักงานที่ไม่เคยฝึกมาต้องใช้ช่วงต่ำสุดประมาณ 0.07 นาทีถึง 0.10 นาที ถ้าหากงานย่อยเวลาต่ำกว่านี้ก็จำเป็นที่จะต้องรวมงานย่อย ๆ ที่อยู่ติดกันเข้าเป็นงานย่อยอันใหม่และงานย่อยที่ช่วงเวลาสั้นมาก ควรตามหลังด้วยงานย่อยที่ใช้เวลามาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จัดกลุ่มงานย่อยให้อยู่งานเดียวกันแทนที่จะแยก ยกตัวอย่างเพื่อมองเห็นให้ชัด การหยิบประแจปากตายแล้วนำไปขันน็อตให้แน่น ปกติแล้วสามารถจะแยกอิริยาบถของการใช้มือหยิบประแจ หยิบเคลื่อนไปยังตำแหน่งของน็อต แล้วขันจะพบว่าพนักงานจะปฏิบัติงานย่อยเหล่านี้ติดต่อกันตามธรรมชาติ มากกว่าที่จะแยกย่อย ๆ ทำเป็นขั้นตอน จึงควรที่จะจัดให้งานย่อยทั้งหมดนี้อยู่ในกลุ่มงานย่อยอันหนึ่งแล้วบ่งว่าหยิบประแจหรือหยิบประแจขันน็อตก็ได้
4. งานย่อยที่ทำด้วยมือควรแยกงานย่อยที่ทำด้วยเครื่องจักรเวลาของเครื่องจักร เวลาของเครื่องจักรมักจะคำนวณและหาได้เป็นค่าคงที่ แต่เวลาที่ทำด้วยมือขึ้นอยู่กับผู้ปฏิบัติเอง
5. งานย่อยคงที่ควรแยกออกจากงานย่อยแปรค่าการแบ่งงานย่อยให้ดีนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของอุตสาหกรรมลักษณะของการผลิตและผลที่ต้องการ เช่น ในการประกอบเครื่องไฟฟ้าและวิทยุมักจะมีวัฏจักรสั้นและมีงานย่อยน้อยต้องตรวจงานย่อยทั้งหมดให้ละเอียดในหลาย ๆ วัฏจักรก่อนแล้วนำไปบันทึกก่อนที่การจับเวลาจะเริ่มขึ้น

2.2.3.3 <u>สังเกตและบันทึกเวลาการปฏิบัติงานของพนักงาน</u>

หลังจากการแบ่งงานย่อยแล้ว ขั้นต่อมาคือการสังเกตการปฏิบัติงานของพนักงาน ซึ่งจะเป็นการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวว่าในแต่ละงานนั้นมีลักษณะเป็นอย่างไร และจับเวลาการปฏิบัติงานในแต่ละงานย่อยเป็นจำนวน N ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งจะเรียกเวลาเฉลี่ยนี้ว่า เวลาตัวแทน จากนั้นจึงนำข้อมูลที่คำนวณได้ไปบันทึกในแผนภูมิกระบวนการผลิตเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปัญหาต่อไป

2.2.3.4 <u>ขนาดตัวอย่าง</u>

สิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงในการศึกษาเวลา คือขนาดตัวอย่างในแต่ละงานย่อยนั้นควรใช้เท่าใด หรือจำนวนที่จับเวลาที่ต้องทำทั้งหมดในแต่ละงานย่อย โดยกำหนดระดับความถูกต้องและความเชื่อมั่นทางสถิติ ซึ่งจะเริ่มจากการทดลองจับเวลามาจำนวนหนึ่งก่อน (N') แล้วประยุกต์สูตรสำหรับความเชื่อมั่น 95.45% และให้โอกาสผิดพลาด ± 5%

จากสูตร

$$S_{\bar{x}} = \frac{S'}{\sqrt{N'}} \qquad (2.1)$$

เมื่อ $S_{\bar{x}}$ = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (Standard devision of the distribution of average)

S' = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล (Standard devision of the universe for a given element)

N' = จำนวนตัวอย่างที่จับเวลาจริง (Actual number of observation of the element)

จาก

$$S = \sqrt{\frac{(x_1-\bar{x})^2+(x_2-\bar{x})^2+..+(x_n-\bar{x})^2}{N}} \qquad (2.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum x^2}{N} - \bar{x}^2}$$

เมื่อ $X =$ ค่าที่อ่านได้ในแต่ละวัฏจักร (Each stopwatch reading or individual observation)

$\bar{X} =$ ค่าเฉลี่ย (Average or mean of all reading of an element)

$N =$ ขนาดตัวอย่างที่ทดลองจับเวลา (Observation of the element)

$\sum =$ ผลรวมแต่ละค่า (Sum of individual readings)

เพราะว่า

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N} - \left(\frac{\sum X}{N}\right)^2}$$

$$S = \frac{1}{N}\sqrt{N\sum X^2 - (\sum X)^2} \qquad (2.3)$$

ถ้า

$$S = S'$$

แทนค่า S ลงในสมการ 2.1 จะได้

$$S_{\bar{X}} = \frac{\frac{1}{N}\sqrt{N\sum X^2 - \sum X^2}}{\sqrt{N'}}$$

ที่ระดับความเชื่อมั่น 95.45% และให้โอกาสผิดพลาด ± 5% ซึ่งตรงกับค่า Z = 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น

$$0.05\overline{X} = 2S_{\overline{X}}$$

หรือ

$$0.05\frac{\sum X}{N} = 2S_{\overline{X}}$$

$$0.05\frac{\sum X}{N} = 2\frac{\frac{1}{N}\sqrt{N\sum X^2 - \sum X^2}}{\sqrt{N\prime}}$$

$$N' = \left[\frac{40\sqrt{N\sum x^2 - (\sum x^2)}}{\sum x}\right]^2 \qquad (2.4)$$

2.2.3.5 <u>การประเมินค่าอัตราการทำงาน</u>

การประเมินค่า คือการเปรียบเทียบอัตราการทำงานของพนักงานทุกงานย่อยที่กำลังศึกษาอยู่กับอัตราการทำงานมาตรฐาน โดยผู้ทำการศึกษาจะเป็นผู้กำหนดค่าตามสภาพการณ์ในการทำงาน เพื่อใช้ในการพิจารณาเวลามาตรฐานในการทำงานชิ้นหนึ่ง ระบบของการประเมินอัตราการทำงานที่เป็นมาตรฐานระบบหนึ่งที่จะกล่าวคือ Westing house System of Rating โดยอาศัยองค์ประกอบ 4 ตัวในการพิจารณาคือ

1. ความชำนาญ (Skill) หมายถึง การมีความรู้ในด้านการกระทำและวิธีการสำหรับงานนั้น ๆ เป็นอย่างดีประสานกันทั้งสมองและมือ ความชำนาญของพนักงานมักเกิดจากประสบการณ์ในการทำงานและความสามารถของพนักงาน
2. ความพยายาม (Effort) หมายถึง การแสดงความตั้งใจในการทำงานให้ได้ประสิทธิภาพ ซึ่งอาจดูได้จากความเร็วในการทำงานที่เกิดจากความชำนาญ สามารถทำงานได้รวดเร็วและมีความถูกต้อง
3. สภาพแวดล้อม (Condition) หมายถึง สภาพการทำงานที่มีผลกระทบต่อผู้ปฏิบัติงานไม่ใช่สถานที่ที่มีผลกระทบต่อการปฏิบัติงาน ซึ่งสภาพการทำงานควรอยู่ในระดับปกติหรือเฉลี่ยโดยทั่วไป
4. ความสม่ำเสมอ (Consistency) หมายถึง การทำงานของพนักงานด้วยเวลาของงานย่อย (Element Time) เดียวกันในแต่ละรอบการทำงานมีความคงที่สม่ำเสมออย่างไร มีงานและเวลาเกิดขึ้นตอนสอดแทรกหรือไม่

ในการประเมินค่าอัตราความเร็วของคนงานจะเก็บข้อมูลเวลาตามปกติ จากนั้นทำการประเมินให้คะแนนในแต่ละปัจจัยเรียบร้อยแล้ว นำค่าที่ได้รวมเข้ากับ 1 และคูณเข้ากับ 100 ก็จะได้ค่าประสิทธิภาพการทำงาน หรือค่าอัตราการทำงานของพนักงานแต่ละคนที่ทำการประเมิน แล้วจึงนำมาคำนวณหาเวลาปกติจากสมการ 2.5

$$\text{ค่าเวลาปกติ} = \text{เวลาตัวแทน} \times \frac{\text{ค่าอัตราการทำงาน}}{100} \qquad (2.5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.6 เวลาเผื่อ (Allowance)

เนื่องจากเวลาปกติเป็นเวลาที่หามาได้เป็นเวลาการทำงานเพียงอย่างเดียว แต่การทำงานทุกอย่างไม่ใช่จะทำโดยไม่มีการหยุดพักผ่อน หรือเกิดเหตุล่าช้าเลย จึงต้องมีการกำหนดเวลาเผื่อสำหรับกรณีต่าง ๆ ซึ่งเวลาเผื่อจะเป็นเวลาที่เพิ่มให้จากเวลาปกติของคนงานที่เหมาะสมเพื่อลดหย่อนเวลาส่วนตัว ความเมื่อยล้า ความล่าช้าของกิจกรรมการรอต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดในการแบ่งเวลาเผื่อเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. เวลาเผื่อสำหรับบุคคล (Personal allowance) คือเวลาเผื่อให้พนักงานทำกิจส่วนตัว เช่น เข้าห้องน้ำ ล้างมือ ดื่มน้ำ เป็นต้น เวลาเผื่อสำหรับบุคคลนี้จะแตกต่างกันไปตามบุคคลต่าง ๆ แต่ก็ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและชนิดของงานด้วย
2. เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้า (Fatigue allowance) คือ เวลาเผื่อสำหรับความเหน็ดเหนื่อยและความเครียดที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงาน ซึ่งจะขึ้นกับปัจจัยด้านบุคคล สภาพแวดล้อมของการทำงาน และอื่น ๆ
3. เวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า (Delay or contingency) คือ ความล่าช้าอาจเกิดขึ้นทั้งแบบที่หลีกเลี่ยงได้และหลีกเลี่ยงไม่ได้ เวลาเผื่อสำหรับความล่าช้าจะคิดเฉพาะความล่าช้าที่หลีกเลี่ยงไม่ได้เท่านั้น และนำไปคำนวณหาเวลามาตรฐาน

2.2.3.7 เวลามาตรฐาน (Standard Time)

การศึกษาเวลาที่เกี่ยวกับการวัดผลงานซึ่งผลที่ได้ก็จะมีหน่วยเป็นนาทีหรือวินาทีที่คนงานหนึ่ง ๆ สามารถทำงานนั้น ๆ ได้ตามวิธีการที่กำหนดให้ เวลาในที่นี้ก็คือเวลามาตรฐาน (Standard Time) ซึ่งเป็นเวลาที่รวมเวลาเผื่อและอัตราการทำงานของพนักงาน โดยจะเริ่มจากการคำนวณค่าเวลาปกติและค่าเวลาเผื่อ จากนั้นทำการคำนวณหาค่าเวลามาตรฐานจากสมการ 2.6

$$\text{เวลามาตรฐาน} = \text{เวลาปกติ} + (\text{เวลาปกติ} \times \%\text{เวลาเผื่อรวม}) \qquad (2.6)$$

2.2.3.8 สรุปผลการศึกษาเวลา

หลังจากประเมินอัตราในการปฏิบัติงานของพนักงานในแต่ละงานย่อยและหาเวลาเผื่อ แล้วนำมาคำนวณหาเวลามาตรฐาน จากนั้นจึงนำเวลามาตรฐานมาสรุปผลและนำไปวิเคราะห์หาปัญหาและแนวทางการแก้ไขต่อไป

2.3 หลักการยศาสตร์

การยศาสตร์เป็นเรื่องการศึกษาสภาพการทำงานที่มีความสัมพันธ์ระหว่างผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อมการทำงาน เป็นการพิจารณาว่าสถานที่ทำงานดังกล่าว ได้มีการออกแบบหรือปรับปรุงให้มีความเหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานอย่างไร เพื่อป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่อาจมีผลกระทบต่อความปลอดภัยและสุขภาพอนามัยในการทำงานและสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้ด้วย หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า เพื่อทำให้งานที่ต้องปฏิบัติดังกล่าวมีความเหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน แทนที่จะบังคับให้ผู้ปฏิบัติงานต้องทนฝืนปฏิบัติงานนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการนำหลักการยศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในสถานที่ทำงานนั้น ย่อมก่อให้เกิดประโยชน์ที่สามารถเห็นได้อย่างเด่นชัดมากมาย อาทิ ทำให้พนักงานมีสุขภาพอนามัยที่ดีขึ้น และสภาพการทำงานมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ส่วนนายจ้างก็จะได้รับประโยชน์อย่างเด่นชัดจากผลผลิตที่เพิ่มมากขึ้น

2.3.1 หลักการพื้นฐานทางด้านการยศาสตร์

ในการนำหลักการพื้นฐานทางด้านการยศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหรือป้องกันมิให้เกิดปัญหาขึ้นนั้น โดยปกติแล้ววิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือดำเนินการตรวจสอบสภาพการทำงานในแต่ละแห่ง ในบางครั้งการเปลี่ยนแปลงทางด้านการยศาสตร์เพียงเล็กน้อยในเรื่องของการออกแบบเครื่องมือ หน่วยที่ทำงานหรืองานที่ปฏิบัติ จะสามารถทำให้พนักงานรู้สึกสะดวก สบาย มีสุขภาพอนามัยดี มีความปลอดภัย และเพิ่มผลผลิตได้อย่างเด่นชัด ซึ่งหลักการพื้นฐานที่สำคัญมีดังนี้

1. สำหรับงานที่ต้องมีการตรวจสอบรายละเอียดของชิ้นงาน ควรให้เก้าอี้นั่งอยู่ในระดับต่ำกว่างานที่ต้องออกแรงมาก
2. สำหรับงานในขบวนการผลิตทั่วไป ควรวางชิ้นงานให้อยู่ในตำแหน่งและระดับที่พนักงานสามารถใช้กล้ามเนื้อส่วนที่แข็งแรงปฏิบัติงานส่วนใหญ่ได้
3. ควรปรับปรุงหรือเปลี่ยนเครื่องมือที่เป็นสาเหตุก่อให้เกิดความไม่สะดวกสบาย หรือการบาดเจ็บโดยที่พนักงานจะเป็นแหล่งข้อมูลสำคัญที่มีแนวความคิดเกี่ยวกับวิธีการในการปรับปรุง เพื่อก่อให้เกิดความสะดวกสบายต่อการใช้งาน เช่น ด้ามคีมอาจให้อยู่ในแนวตรงหรือโค้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการในการใช้งาน
4. พนักงานไม่ควรปฏิบัติงานด้วยอิริยาบถทางทางที่ฝืนธรรมชาติ เช่น การเอื้อมสุดแขน การก้มหรือโก้งโค้งเป็นระยะเวลานาน
5. ควรจัดให้มีการฝึกอบรมเพื่อให้พนักงานทราบถึงวิธีการยกเคลื่อนย้ายที่ถูกต้องเหมาะสม งานที่ได้รับการออกแบบเป็นอย่างดี ควรเป็นงานที่มีระยะทางการยกเคลื่อนย้ายสั้นที่สุด และมีความถี่ในการยกเคลื่อนย้ายน้อยที่สุด
6. ควรให้มีงานที่พนักงานต้องยืนทำงานน้อยที่สุด ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว งานที่ยืนทำงานจะก่อให้เกิดความเหนื่อยล้ามากกว่างานที่นั่งทำงาน
7. สำหรับงานที่ต้องทำซ้ำซากจำเจมาก ควรจัดให้มีการหมุนเวียนสับเปลี่ยนการทำงาน ทั้งนี้เนื่องจากงานที่ต้องทำซ้ำซากจำเจ จะเป็นการใช้กล้ามเนื้อมัดเดิมซ้ำแล้วซ้ำอีก และมักจะเป็นงานที่น่าเบื่อมาก ควรให้พนักงานและอุปกรณ์ที่ใช้งาน อยู่ในตำแหน่งที่พนักงานสามารถปฏิบัติงานได้โดยให้แขนส่วนบนอยู่ข้างลำตัว และให้ข้อมืออยู่ในแนวตรง

ไม่ว่าจะพิจารณาหรือดำเนินการให้มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงทางด้านการยศาสตร์มากหรือน้อยเพียงใดก็ตาม สิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากก็คือ พนักงานผู้ซึ่งอาจได้รับผลกระทบจากการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงดังกล่าว จะต้องเข้ามามีส่วนร่วมในการพิจารณาด้วย ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการพิจารณาว่าควรจะการปรับปรุงเรื่องใด ซึ่งเป็นเรื่องที่มีความจำเป็นต้องดำเนินการและมีความเหมาะสม เขาเหล่านั้นย่อมเป็นผู้ที่ทราบเกี่ยวกับงานที่ปฏิบัติได้ดีกว่าผู้อื่นใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 สถานีงานสำหรับงานที่ต้องปฏิบัติในท่ายืน

ลักษณะงานยืนโดยทั่วไปนั้น คนงานมักจะยืนทำงานในบริเวณรอบ ๆ เครื่องจักรกล หรือโต๊ะงาน มากกว่าจะยืนนิ่งอยู่กับที่อย่างเดียว แต่อย่างไรก็ดีถึงแม้ตัวพนักงานจะสามารถขยับเคลื่อนที่ไปมาได้ เราก็ไม่ควรออกแบบงานและสถานที่ที่ต้องทำให้พนักงานต้องเอื้อมมือ โน้มตัว เอนตัว บิดเอี้ยวตัว แหงนคอ เงยหรือก้มศีรษะบ่อยครั้งเพราะสิ่งเหล่านี้เป็นสาเหตุของความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อร่างกายทั้งสิ้น

พื้นที่ทำงานสำหรับลักษณะงานยืนนั้นแบ่งองค์ประกอบย่อย ๆ ได้ออกเป็น 3 ประเภทคือ พื้นที่ทำงานยืนในแนวราบ ความสูงของพื้นผิวการทำงานในงานยืน และพื้นที่ในการทำงานยืนในแนวดิ่งและทางด้านข้าง ซึ่งจะได้อธิบายรายละเอียดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. พื้นที่ทำงานยืนในแนวราบ หมายถึง รัศมีการกวาดกินพื้นที่บนโต๊ะทำงานในแนวราบ ขอบเขตนี้ได้จากการกวาดมือและแขนท่อนบนทั้งสองข้างเป็นรูปโค้งครึ่งวงกลม 2 วงซ้อนทับกันบนโต๊ะ โดยมีข้อศอกและหัวไหล่เป็นจุดหมุนตามลำดับ พื้นที่ทำงานในแนวราบ แบ่งออกได้เป็นพื้นที่หยิบจับได้ระยะปกติและพื้นที่ที่ต้องอาศัยการเหยียดแขนหรือโน้มตัวเข้าช่วย
2. ความสูงของพื้นผิวทำงานในงานยืน โดยปัจจัยที่สำคัญยิ่งในการกำหนดความสูงของพื้นผิวทำงานในงานยืนคือความสูงจากพื้นถึงข้อศอก ท่ายืน และชนิดของงาน ซึ่งงานนั้นแบ่งเป็นงานที่ต้องการความประณีตเที่ยงตรง งานขีดเขียน หรืองานเบา งานหยาบ ๆ หรือที่มีความหนักปานกลาง และอื่น ๆ โดยระดับความสูงที่เหมาะสมสำหรับงานแต่ละประเภทต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ความสูงพื้นผิวการทำงานที่เหมาะสมสำหรับงานยืนตามลักษณะของงานแต่ละประเภท

ลักษณะของงานยืนทำ	เพศ	ความสูงกำหนดตายตัว (ซม.)	ความสูงที่ปรับได้ (ซม.)
งานที่ต้องการความละเอียดแม่นยำ (มีที่หนุนรองข้อศอก)	ผู้ชาย	126	107 - 126
	ผู้หญิง	116	94 - 116
งานประกอบชิ้นส่วนขนาดเล็ก	ผู้ชาย	107	88 - 107
	ผู้หญิง	96	81 - 96
งานหนัก ต้องออกแรงกายมาก	ผู้ชาย	99	80 - 99
	ผู้หญิง	89	74 - 89

โดยทั่วไปถ้าเป็นความสูงของพื้นผิวทำงานที่ปรับแก้ไม่ได้เราก็ควรจะใช้ข้อมูลของค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 (Largest User) สำหรับผู้ที่มีตัวเล็กกว่าก็แก้ปัญหาได้โดยให้ใช้แท่นรอง (Platform) มาช่วยในการยืนทำงานเพื่อให้ได้ความสูงทำงานที่เหมาะสมต่อไป

3. พื้นที่ในการทำงานยืนในแนวดิ่งและทางด้านข้าง โดยในการยืนทำงานนั้น ผู้ถูกวัดต้องยืนตรงไม่มีการเอนตัวไปทางใดทางหนึ่ง สำหรับลักษณะงานที่ต้องใช้มือทั้งสองทำงาน เช่น งานควบคุมสวิทซ์ปิด - เปิดสองปุ่ม ซ้าย - ขวา จะมีระยะเอื้อมไปตรงหน้านั้นจะค่อนข้างสั้นกว่าระยะของการเอื้อมมือเพียงข้างเดียว อันเนื่องมาจากข้อจำกัดในการเคลื่อนไหวหัวไหล่และแขนเป็นเหตุผลหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การยกและเคลื่อนย้ายอย่างถูกต้องเหมาะสม

การยกและเคลื่อนย้ายสิ่งของที่ร่างกายต้องใช้กำลังมากและมีความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุอยู่เสมอ ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการบาดเจ็บบริเวณส่วนของหลังและแขน ดังนั้น ในการหลีกเลี่ยงมิให้เกิดอันตายดังกล่าว จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบน้ำหนักของสิ่งของระดับความสูงของมือที่ถือจับสิ่งของ และสิ่งแวดล้อมในการทำงานที่อาจมีผลกระทบต่อผู้ที่ปฏิบัติงานในการยกเคลื่อนย้าย ผู้ที่ทำหน้าที่ในการยกเคลื่อนย้ายควรทราบถึงวิธีการทำงานที่ปลอดภัย และให้มีการนำเครื่องมืออุปกรณ์มาใช้ เพื่อช่วยผ่อนแรงในการทำงาน

การยกสิ่งของขึ้นพร้อมกันการบิดเอี้ยวตัวในเวลาเดียวกัน จะเป็นการเพิ่มความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บที่บริเวณส่วนของหลัง ให้จัดวางตำแหน่งเท้าในทิศทางที่ต้องการจะเดินไป โดยให้เท้าข้างหนึ่งชี้ไปในทิศทางที่ต้องการจะวางสิ่งของ ให้ยกสิ่งของขึ้นแล้วเลื่อนน้ำหนักตัวไปยังเท้าที่ได้หันไปในทิศทางที่ต้องการจะวางสิ่งของ

สำหรับคนทั่วไปส่วนใหญ่ ระดับความสูงที่เหมาะสมในการยกเคลื่อนย้ายจะประมาณ 70 ถึง 80 เซนติเมตร ซึ่งในการยกเคลื่อนย้ายสิ่งของจากพื้น บางครั้งอาจต้องใช้กำลังมากเป็นสามเท่า

ผู้ที่ทำหน้าที่ในการยกเคลื่อนย้ายสิ่งของร่วมกันควรจะมีความแข็งแรงพอ ๆ กัน และได้ผ่านการฝึกปฏิบัติในการยกเคลื่อนย้ายสิ่งของร่วมกัน ซึ่งในการยกเคลื่อนย้ายควรยกขึ้นพร้อม ๆ กัน และใช้ความเร็วในการยกเท่า ๆ กัน ข้อแนะนำในการยกเคลื่อนย้ายน้ำหนักสูงสุดขององค์การแรงงานระหว่างประเทศแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 น้ำหนักสูงสุดที่แนะนำในการยกเคลื่อนย้ายขององค์การแรงงานระหว่างประเทศ

กรณีการยก	เพศ	
	ผู้ชาย	ผู้หญิง
กรณียกเป็นครั้งคราว (กิโลกรัม)	55	30
กรณียกซ้ำ ๆ (กิโลกรัม)	35	20

2.4 การออกแบบเครื่องจักรกล

การออกแบบเครื่องจักรกลเกี่ยวข้องกับการออกแบบรูปร่างพื้นฐาน ด้านการคำนวณและหลักการเลือกใช้วัสดุสำหรับทำชิ้นส่วนตามความเหมาะสมกับการใช้งานในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งต้องคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นหลัก โดยจะประกอบด้วยทฤษฎีต่าง ๆ ดังนี้

2.4.1 ความเค้นและความเค้นเฉือน

2.4.1.1 <u>ความเค้น (Stress)</u>

ตามความเป็นจริงความเค้น หมายถึง แรงต้านทานภายในเนื้อวัสดุที่มีต่อแรงภายนอกที่มากระทำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ แต่เนื่องจากความไม่เหมาะสมทางปฏิบัติ และความยากในการวัดหาค่านี้ เราจึงมักจะพูดถึงความเค้นในรูปของแรงภายนอกที่มากระทำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ด้วยเหตุผลที่ว่า แรงกระทำภายนอกมีความสมดุลกับแรงต้านทานภายใน การหาค่าความเค้นสามารถคำนวณได้จากสมการ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\sigma = \frac{F}{A} \qquad (2.7)$$

เมื่อ σ = ความเค้น (N/mm^2)

F = แรงที่กระทำต่อวัตถุ (N)

A = พื้นที่หน้าตัดของวัตถุที่รับแรง (mm^2)

2.4.1.2 ความเค้นเฉือน (Sheare Stress)

ความเค้นเฉือนเป็นความเค้นที่เกิดจากแรงภายใน กระทำในทิศทางขนานกับพื้นที่หน้าตัด โดยตลอดทั้งพื้นที่หน้าตัดนั้นจะมีความเค้นโดยเฉลี่ยเท่ากันทั้งหมด ไม่ว่าจะอยู่ตำแหน่งใดของพื้นที่หน้าตัด ค่าความเค้นเฉือนสามารถหาได้จากสมการ 2.8

$$\tau = \frac{F}{A} \qquad (2.8)$$

เมื่อ τ = ความเค้นเฉือน (N/mm^2)

F = แรงเฉือน (N)

A = พื้นที่หน้าตัดที่แรงเฉือนผ่าน (mm^2)

โดยทั่วไปในหาค่าของค่าความต้านแรงดึงเฉือนสูงสุด (τ_y) สามารถหาได้จากทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุดซึ่งกล่าวว่า วัสดุจะเกิดความเสียหายเมื่อความเค้นเฉือนสูงสุดในวัสดุมีค่าเท่ากับความต้านแรงเฉือนสูงสุดในวัสดุชนิดเดียวกันที่ได้จากการทดสอบแรงดึงที่จุดคราก

ในทางกลศาสตร์พบว่าความต้านแรงเฉือนสูงสุดเมื่อวัสดุได้รับแรงดึงจนถึงจุดครากมีค่าตามสมการ 2.9

$$\tau_y = 0.5\sigma_y \qquad (2.9)$$

2.4.2 ค่าความปลอดภัย (Safety Factor)

โดยทั่วไปแล้วค่าความปลอดภัย (**N**) หมายถึง ตัวเลขที่นำไปหารค่าความต้านแรงดึง (σ_u) หรือความต้านแรงดึงครากของวัสดุ (σ_y) เพื่อให้ได้ค่าความเค้นใช้งาน (σ_d) ในชิ้นส่วนที่กำลังออกแบบ ซึ่งในกรณีที่มีการกำหนดขนาดของชิ้นงานมาแล้ว ค่าความปลอดภัยจะสามารถหาได้จากสมการ 2.10 และ 2.11

$$N_u = \frac{\text{ความต้านแรงดึง}}{\text{ความเค้นที่คำนวณได้}} \qquad (2.10)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

$$N_y = \frac{\text{ความต้านแรงดึงคราก}}{\text{ความเค้นที่คำนวณได้}} \quad (2.11)$$

สำหรับปัญหาที่ไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear) เช่น ท่อโลหะ หรือเสา อาจเสียหายเนื่องมากจากการโก่งงอ จะต้องใช้ค่าความปลอดภัยกับแรงที่มากระทำโดยตรงแทนที่การใช้ค่าความเค้น ทั้งนี้เพราะปัญหาแบบไม่เชิงเส้น ความเค้นที่เกิดขึ้นในชิ้นงานอาจมิได้แปรผันโดยตรงกับแรง ในกรณีเช่นนี้ ค่าความปลอดภัยจะคำนวณได้จากสมการ 2.12

$$N = \frac{\text{แรงที่ทำให้แตกหัก}}{\text{แรงที่ใช้ในการออกแบบ}} \quad (2.12)$$

ค่าความปลอดภัยที่จะเลือกใช้ขึ้นอยู่กับตัวประกอบจำนวนมากดังนี้

1. ชนิดของแรงที่มากระทำต่อชิ้นงานว่าเป็นแรงที่จัดอยู่ในระเภทอยู่นิ่ง หรือเปลี่ยนแปลงขนาดอยู่ตลอดเวลา ขณะใช้งาน
2. ลักษณะการใช้งานของชิ้นงานเกี่ยวข้องกับการที่อาจจะเสียชีวิต หรือสูญเสียทรัพย์สินจำนวนมากหรือไม่
3. น้ำหนักของชิ้นงานมีความจำเป็นที่จะต้องเบาที่สุดหรือไม่ เช่น ชิ้นส่วนสำหรับเครื่องบิน เป็นต้น ในกรณีเช่นนี้การใช้ค่าความปลอดภัยจะต้องพิจารณาอย่างละเอียดเป็นพิเศษ
4. จำนวนชิ้นงานที่จะผลิตออกมา ถ้าผลิตครั้งละมาก ๆ ควรระมัดระวังในการใช้ค่าความปลอดภัยที่ไม่สูงจนเกินไป ทั้งนี้เพื่อการประหยัดวัสดุได้มากที่สุด
5. เนื้อวัสดุที่ผลิตออกมาอาจไม่สม่ำเสมอกัน ทำให้ความสามารถในการรับแรงต่างกัน

สำหรับผู้ที่มาความชำนาญในการออกแบบน้อย ก็อาจจะใช้ค่าที่แนะนำไว้ในตารางที่ 2.4 เป็นแนวทางในการคำนวณได้

ตารางที่ 2.4 ค่าความปลอดภัย

ชนิดของแรง	เหล็กเหนียวและโลหะเหนียว		เหล็กหล่อและโลหะเปราะ
	N_y	N_u	N_u
แรงอยู่นิ่ง	1.5 - 2	3 - 4	5 - 6
แรงซ้ำทิศทางเดียวหรือแรงกระแทกเล็กน้อย	3	6	7 - 8
แรงซ้ำสองทิศทางหรือแรงกระแทกเล็กน้อย	4	8	10 - 12
แรงกระแทกอย่างหนัก	5 - 7	10 - 15	15 - 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
119338

2.4.3 เสา

เสามีลักษณะเป็นท่อนตรงและรับแรงกดในแนวแกน ถ้าแรงมีค่าไม่มากนักเสาที่เรียวยาวก็ยังคงอยู่ในสภาพที่ตรงได้ แต่ถ้าแรงเพิ่มขึ้นถึงค่าหนึ่ง เสาดังกล่าวก็อาจจะเกิดการโก่งขึ้น (Bucking) แรงที่ทำให้เกิดการโก่งงอนี้เรียกว่า แรงวิกฤต (Critical load ; F_c) ความเค้นที่เกิดขึ้นในเสาขณะที่จะเริ่มการโก่งงออาจจะต่ำกว่าความเค้นใช้งานก็ได้ อย่างไรก็ตามเมื่อเกิดการโก่งขึ้นแล้ว ชิ้นงานก็ไม่สามารถที่จะทำหน้าที่ได้ตามต้องการ ฉะนั้นการออกแบบจึงอาจจะจำกัดแรงที่ทำให้เกิดการโก่งงอแทนที่จะจำกัดความเค้น

ชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลจำนวนมากก็ทำหน้าที่เช่นเดียวกับเสา เช่น ก้านสูบ สมการที่ใช้กับเสาจำแนกออกตามอัตราส่วนความเพรียว (Slenderness ratio) ดังสมการ 2.13

$$\text{อัตราส่วนความเพรียว} = \frac{L_e}{k} \tag{2.13}$$

โดยที่ L_e = ความยาวสมมูล (mm)

k = รัศมีไจเรชัน (mm) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ 2.14

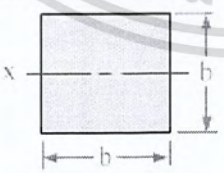
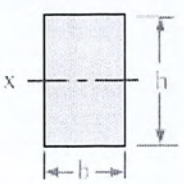
$$k = \left[\frac{I}{A}\right]^2 \tag{2.14}$$

โดยที่ A = พื้นที่หน้าตัด (mm^2)

I = ค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของหน้าตัด (mm^4)

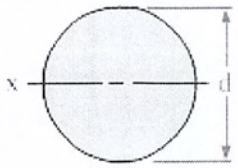
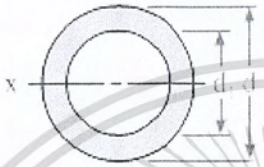
สมการในการคำนวณค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่หน้าตัดแบบต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของหน้าตัด

พื้นที่หน้าตัด	รูปพื้นที่หน้าตัด	โมเมนต์ของความเฉื่อย (I)
สี่เหลี่ยมจตุรัส		$I = \frac{b^4}{12}$
สี่เหลี่ยมผืนผ้า		$I = \frac{bh^3}{12}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 ค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของหน้าตัด (ต่อ)

พื้นที่หน้าตัด	รูปพื้นที่หน้าตัด	โมเมนต์ของความเฉื่อย (I)
วงกลม		$I = \frac{\pi d^4}{12}$
วงแหวน		$I = \frac{\pi(d^4 - d_1{}^4)}{12}$

เนื่องจากการออกแบบเสาที่อาจจะเกิดการโก่งงอจะจำกัดแรงกดแทนที่จะจำกัดความเค้น ดังนั้นจึงต้องใช้ค่าความปลอดภัยกับแรงกด ถ้าให้ F_c เป็นแรงวิกฤต แรงกดที่ใช้งานสามารถหาได้จากสมการ 2.15

$$F = \frac{F_c}{N} \tag{2.15}$$

สำหรับเสาที่มีขนาดยาวนิยมใช้สมการของออยเลอร์ (Euler) ซึ่งสามารถหาได้จากสมการ 2.16

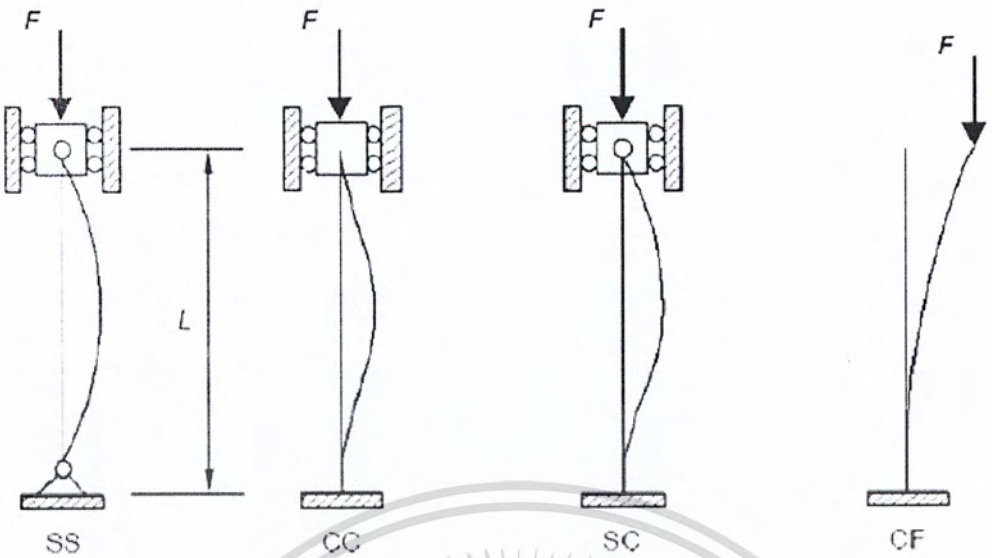
$$F = \frac{\pi^2 EA}{N(L_e/k)^2}$$

$$F = \frac{\pi^2 EI}{NL_e{}^2} \tag{2.16}$$

ซึ่งถ้าเป็นเหล็กโครงสร้างแล้วจะใช้สมการของออยเลอร์เมื่ออัตราส่วนความเพรียวมากกว่า 115 จากสมการจะเห็นว่าเสาจะเกิดการโก่งงอรอบแกน ซึ่งโมเมนต์ความเฉื่อยของหน้าตัดหรือรัศมีไจเรชันมีค่าน้อยที่สุด ส่วนค่าความปลอดภัยสำหรับเสายาวนี้ใช้ประมาณ 3.5

สำหรับค่าความยาวสมมูลนี้ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของปลายชิ้นงานที่ยึดอยู่ ดังแสดงในรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 การยึดปลายเสาแบบต่าง ๆ (วริทธิ์ และ ชาญ, 2522)

สำหรับความยาวสมมูลมีค่าดังต่อไปนี้

1. ปลายยึดแบบธรรมดา (SS: simply supported) $L_e = L$
2. ปลายยึดแน่นสองข้าง (CC: clamped) $L_e = \frac{L}{2}$
3. ปลายยึดแบบธรรมดา-ยึดแน่น (SC: simply supported- clamped) $L_e = 0.707L$
4. ปลายยึดแน่น-อิสระ (CF: clamped-free) $L_e = 2L$

สำหรับเสาที่มีขนาดสั้นลงมาก สมการของออยเลอร์จะใช้งานได้ไม่ดีนัก ทั้งนี้เพราะความเสียหายที่แท้จริงอาจจะเนื่องมาจากผลของการโก่งงอ และการที่ความเค้นในเสาเกินขีดจำกัดความยืดหยุ่นพร้อมกัน ซึ่งในกรณีเช่นนี้ผู้ออกแบบมักใช้สมการของจอห์นสัน (Johnson) หรือที่เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า สมการพาราโบลา (Parabolic formula) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ 2.17

$$F = \frac{\sigma_y A}{N}\left[1 - \frac{\sigma_y (L_e/k)^2}{4\pi^2 E}\right] \qquad (2.17)$$

สำหรับเหล็กโครงสร้างแล้ว จะใช้สมการของจอห์นสันเมื่ออัตราส่วนความเพรียวมีค่าประมาณ

$10 < \frac{L_e}{k} \leq 115$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 ความเค้นดัดในคาน

เมื่อแรงถูกแรงภายนอกมากระทำหรือคานรับน้ำหนักไว้ จะทำให้เกิดมีแรงต้านทานเกิดขึ้นในคานนั้น ผลของแรงภายนอกและแรงคู่ควบที่มากระทำกับคาน โดยทั่วไปจะทำให้เกิดแรงปฏิกิริยาดังนี้

1. ความเค้นดัด (Bending stress)
2. ความเค้นเฉือน (Shearing stress)
3. การโก่งของคาน (Deflect)

2.4.4.1 <u>ความเค้นดัดล้วน (Pure bending)</u>

ความเค้นดัดล้วน คือ คานหรือส่วนของคานที่ถูกกระทำด้วยแรงคู่ควบหรือโมเมนต์ดัดที่ปลายทั้งสองข้างโดยไม่มีแรงอื่นเลย จะทำให้แรงเฉือนมีค่าเป็นศูนย์ตลอดทั้งคาน ซึ่งทำให้เกิดความเค้นดัดเพียงอย่างเดียว

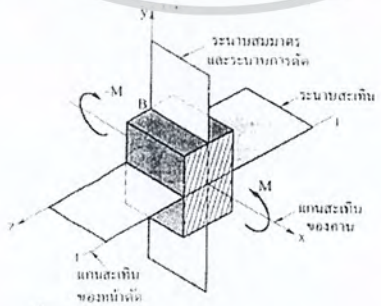
2.4.4.2 <u>ความเค้นดัดธรรมดา (Ordinary bending)</u>

ความเค้นดัดธรรมดา คือ คานที่รับแรงหรือน้ำหนักตามแนวตั้งฉากกับแนวของคานนั้น ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดทั้งความเค้นดัดและความเค้นเฉือนในคาน เนื่องจากมีทั้งแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดเกิดขึ้นที่หน้าตัดคานนั้น

2.4.4.3 <u>หลักเกณฑ์การวิเคราะห์ความเค้นดัดในคาน</u>

จะพิจารณาหลักเกณฑ์ในการวิเคราะห์คานดังนี้

1. สมมติให้วิเคราะห์กับวัสดุไอโซทรอปิกและมีเนื้อเดียวกันตลอด
2. วิเคราะห์วัสดุภายในช่วงยืดหยุ่นได้ จึงใช้สมการของฮุกส์วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด
3. คานต้องมีหน้าตัดขวางคงที่ตลอดความยาวของคาน และหน้าตัดของคานต้องเป็นหน้าตัดสมมาตรเสมอ
4. ระนาบของการดัด เป็นระนาบเดียวกันกับระนาบสมมาตร คานจะถูกดัดอยู่ภายในระนาบของการดัดเสมอ ดังรูปที่ 2.3 ภายใต้ภาระดัดพบว่าพื้นที่ผิวคานด้านบนรับการกดทำให้ความยาวลดลง ส่วนพื้นผิวคานด้านล่างของคานรับการดึง ทำให้ความยาวเพิ่มขึ้น รูปที่ 2.3 ระนาบสะเทินเป็นระนาบเดียวกันกับระนาบ xz ซึ่งแกน x นี้ เรียกว่าแกนสะเทินของคาน และแกน 1 - 1 เรียกว่าแกนสะเทินของหน้าตัดคาน พบว่าแกนสะเทินของคานจะผ่านจุดเซนทรอยด์ของหน้าตัดคาน เมื่อพิจารณาการตัดให้ช่วงยืดหยุ่นได้

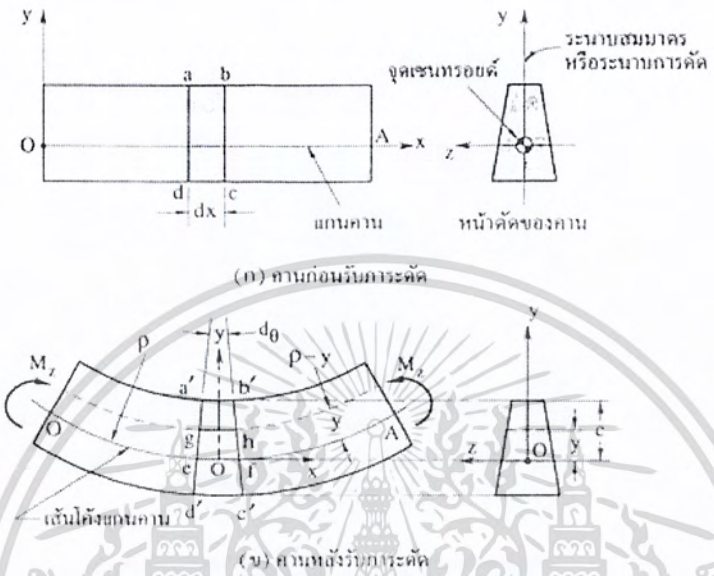


รูปที่ 2.3 ระนาบการดัดและระนาบสะเทินภายใต้ภาระดัด

(ที่มา : http://www.men.neu.ac.th/Solid/solid1%20index.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ระนาบตัดตั้งฉากกับแกนคาน นั้นยังคงเป็นระนาบเดียวกันเสมอทั้งก่อนและหลังรับโมเมนต์ดัด ดังรูปที่ 2.4 พิจารณาชิ้นส่วนย่อยระหว่างระนาบตัด 2 ระยะตามแนวเส้น ad และ bc ดังรูป (ก) และ (ข) ตามลำดับ พบว่าแต่ละเส้นนั้นยังคงเป็นเส้นตรงอยู่เสมอ



รูปที่ 2.4 ระนาบตัดตั้งฉากกับแกนคาน

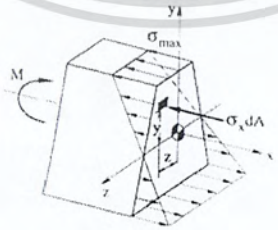
(ก) ก่อนรับภาระดัด

(ข) หลังรับภาระดัด

(ที่มา : http://www.men.neu.ac.th/Solid/solid1%20index.html)

2.4.4.4 <u>ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นดัดกับโมเมนต์ดัด</u>

พิจารณาจากรูปที่ 2.5 กำหนดระนาบการดัดในที่นี้ก็คือระนาบ xy คานได้รับโมเมนต์ดัดรอบ แกน Z $\bar{M}_Z$ ซึ่งมีขนาดเท่ากับ M จากสมดุลของโมเมนต์ของ Free Body Diagram ส่วนตัดของคาน



รูปที่ 2.5 สมดุลของ Free Body Diagram ส่วนตัดของคานภายใต้ภาระดัด

(ที่มา : http://www.men.neu.ac.th/Solid/solid1%20index.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความเค้นสามารถคำนวณได้จากสมการ 2.18

$$\sigma = \frac{Mc}{I} \tag{2.18}$$

โดย

$$M = Fl \tag{2.19}$$

เมื่อ σ = ค่าความเค้น (N/mm^2)

M = ค่าโมเมนต์ $(N \cdot mm)$

L = ความยาวที่ตั้งฉากกับแรง F (mm)

C = ระยะแนวแกนสะเทิน (mm)

2.4.5 การโก่งของคาน

คานเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างทำหน้าที่รับโมเมนต์ดัดและแรงเฉือน ซึ่งเกิดจากแรงภายนอกที่มากระทำหรือน้ำหนักบรรทุกบนคานนั้น เมื่อคานได้รับน้ำหนักหรือแรงภายนอกมากระทำ คานจึงเกิดการแอ่นลงหรือโก่งงอทำให้คานไม่อยู่ในแนวตรงเหมือนตอนแรกที่ยังไม่ได้รับน้ำหนัก ฉะนั้นในการคำนวณและออกแบบคานที่รับน้ำหนักจึงต้องคำนึงถึงการโก่งของคานด้วย นอกเหนือไปจากความเค้นดัดและความเค้นเฉือนที่เกิดขึ้นในคานตามปกติแล้ว มิฉะนั้นชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลอาจไม่สามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ หรือเกิดความเสียหายก่อนกำหนด ซึ่งในการคำนวณนั้นมี 3 วิธีดังนี้

1. วิธีการอินทิเกรตสองชั้น (Double-integration method)
2. วิธีพื้นที่และโมเมนต์ (Area-moment method)
3. วิธีการซ้อนทับ (The method of superposition)

ซึ่งในการทำโครงงานนี้คณะผู้จัดทำได้เลือกใช้วิธีซ้อนทับในการคำนวณ เนื่องจากสะดวกในการใช้งานและมีความแม่นยำ ซึ่งรายละเอียดของการคำนวณนั้นจะกล่าวในลำดับถัดไป

2.4.5.1 <u>เส้นโค้งอีลาสติก (Elastic curve)</u>

เป็นเส้นที่อยู่ในแนวแกนสะเทินของคาน ซึ่งแสดงลักษณะโก่งของคานเมื่อมีแรงภายนอกหรือน้ำหนักมากระทำบนคานนั้น เส้นโค้งอีลาสติกนี้จะเป็นเส้นตรงและอยู่ในแนวเดียวกันกับแนวแกนสะเทิน เมื่อมีแรงภายนอกมาหรือน้ำหนักบรรทุกขึ้น เส้นโค้งอีลาสติกจะแอ่นหรือโก่งไปจากตำแหน่งเดิม ลักษณะของการโก่งขึ้นอยู่กับค่าของโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นในคานนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5.2 ความลาดเอียง (Slope)

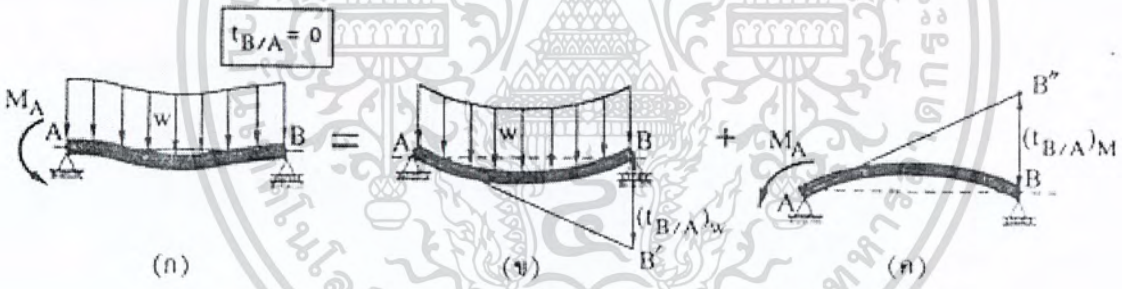
ความลาดเอียงของคานที่จุดใดหมายถึง มุมระหว่างแนวเดิมของคานกับเส้นสัมผัส ซึ่งสัมผัสกับเส้นโค้งอีลาสติกที่จุดนั้น

2.4.5.3 ระยะโก่ง (Deflection)

ระยะโก่งหรือการแอ่นของคานที่จุดใด ๆ หมายถึง ระยะในแนวดิ่งที่จุดนั้นบนเส้นโค้งอีลาสติกที่เคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งเดิม (ก่อนรับน้ำหนักนั้น)

2.4.5.4 วิธีแผนภาพโมเมนต์คัดแยกคำนวณ (Superposition)

วิธีการซ้อนทับนี้มักนิยมใช้วิเคราะห์กับปัญหาที่มีภาระกระทำซับซ้อนหรือปัญหาของคานอินดิเทอร์มิเนตเชิงสถิต โดยการแยกปัญหาเดิมออกเป็นปัญหาย่อยที่มีภาระกระทำอย่างง่ายจำนวน 2 ปัญหาหรือมากกว่า แต่ต้องไม่ลืมว่า ความลาดชันหรือระยะโก่งตัวที่จุดใดจุดหนึ่งบนคานภายใต้ภาระเดิม ก็คือ ผลรวมของความลาดชันหรือระยะโก่งตัวที่จุดนั้นภายใต้ภาระกระทำอย่างง่ายที่แยกย่อยออกไป สำหรับความลาดชันและระยะโก่งตัวของคานภายใต้ภาระกระทำอย่างง่ายนั้นสามารถเลือกใช้ได้จากตารางที่ 2.6 หลักการแยกภาระกระทำอย่างง่ายต่อคานภายใต้ภาระการกระทำเดิมพิจารณาจากตัวอย่าง ในรูปที่ 2.6 ซึ่งเป็นการพิจารณาระยะโก่งตัวของจุด B เทียบกับจุด A ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงภาระกระทำอย่างง่ายทั้ง 12 กรณีดังแสดงในตารางที่ 2.6



รูปที่ 2.6 หลักการแยกภาระกระทำอย่างง่ายต่อคานภายใต้ภาระการกระทำ

(ก) การการซ้อนทับกับคานอินดีเทอร์มิเนต

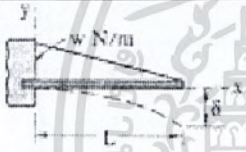
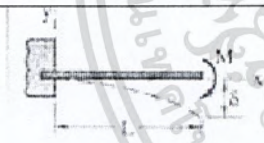
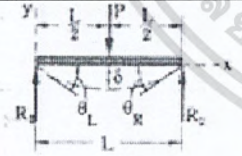
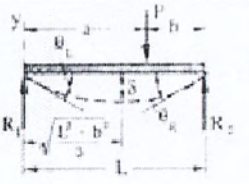
(ข) การโก่งตัวภายใต้ภาระเดิม

(ค) การโก่งตัวภายใต้ภาระกระทำ

(ที่มา : http://www.men.neu.ac.th/Solid/solid1%20index.html)

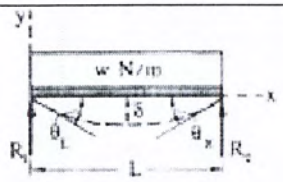
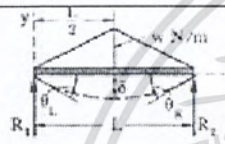
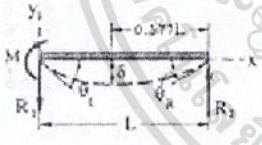
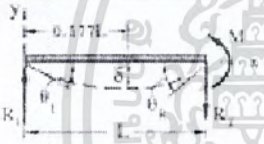
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 ภาระกระทำต่อคานยื่นและคานอย่างง่าย

กรณี	ประเภทของภาระ (Load)	ความลาดชัน	ระยะโก่งสูงสุด
1.		$\theta = \frac{PL^2}{2EI}$	$\delta = \frac{PL^2}{3EI}$
2.		$\theta = \frac{Pa^2}{2EI}$	$\delta = \frac{Pa^2}{6EI}(3L - a)$
3.		$\theta = \frac{wL^3}{6EI}$ $\theta = \frac{WL^3}{6EI}$	$\delta = \frac{wL^4}{8EI}$
4.		$\theta = \frac{wL^3}{24EI}$	$\delta = \frac{wL^4}{30EI}$
5.		$\theta = \frac{ML}{EI}$	$\delta = \frac{ML^2}{2EI}$
6.		$\theta = \frac{PL^2}{16EI}$	$\delta = \frac{PL^3}{48EI}$
7.		$\theta_R = \frac{Pa(L^2 - a^2)}{6EI}$ $\theta_L = \frac{Pb(L^2 - b^2)}{6EI}$	$\delta = \frac{Pa(3L^2 - 4a^2)}{48EI}$ $;a > b$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 สรุปภาระกระทำต่อคานยื่นและคานอย่างง่าย (ต่อ)

กรณี	ประเภทของภาระ (Load)	ความลาดชัน	ระยะโก่งสูงสุด
8.		$\theta = \frac{PL^2}{24EI}$	$\delta = \frac{5wL^4}{384EI}$
9.		$\theta_R = \frac{8wL^3}{360EI}$ $\theta_L = \frac{7wL^3}{360EI}$	$\delta = \frac{2.5wL^4}{384EI}$
10.		$\theta = \frac{5wL^3}{192EI}$	$\delta = \frac{wL^4}{120EI}$
11.		$\theta_R = \frac{ML}{3EI}$ $\theta_L = \frac{ML}{6EI}$	$\delta = \frac{ML^2}{9\sqrt{3}EI}$; $x = \frac{L}{\sqrt{3}}$
12.		$\theta_R = \frac{ML}{6EI}$ $\theta_L = \frac{ML}{3EI}$	$\delta = \frac{ML^2}{9\sqrt{3}EI}$; $x = (L - \frac{L}{\sqrt{3}})$

2.5 ระบบนิวเมติกส์

นิวเมติกส์ เป็นการนำลมอัดไปใช้กับเครื่องจักรกลในงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะการนำมาใช้ในการขับเคลื่อนและควบคุมอุปกรณ์ หรือเครื่องจักรกลต่าง ๆ ที่ใช้ลมเป็นต้นกำเนิดกำลังในการทำงาน

ในระบบนิวเมติกส์จะมีความสัมพันธ์กันอยู่ระหว่าง แรง อุณหภูมิ ความดัน และปริมาตร ดังนั้นกฎเบื้องต้นของระบบนนิวเมติกส์จึงได้แก่ กฎการถ่ายความดันของปาสคาล (Pascal's Law) และกฎความดันของบอยส์ (Boyle's Law)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 กฎของปาสคาล (กฎส่งผ่านความดัน)

B. Pascal ชาวฝรั่งเศส ได้ทำการทดลองพิสูจน์กฎของปาสคาล ซึ่งเกี่ยวกับการส่งผ่านความดันสถิต หรือความดันที่ไม่เคลื่อนที่ (Static Pressure) กฎนี้กล่าวว่า ความดันที่กระทำต่อส่วนหนึ่งส่วนใดของของไหลที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด จะกระทำต่อทุกส่วนของภาชนะในแนวตั้งฉาก

กำหนดให้แรง F_1 กดลงบนลูกสูบ ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด A_1 จะเกิดการถ่ายเทแรง F_2 ขึ้นที่ลูกสูบ ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด A_2 จะได้ว่า

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} = P \tag{2.20}$$

$$F_2 = \frac{F_1 \times A_2}{A_1} \tag{2.21}$$

เมื่อ F_1 = แรงกระทำต่อพื้นที่พื้นที่หน้าตัดที่หนึ่ง (N)

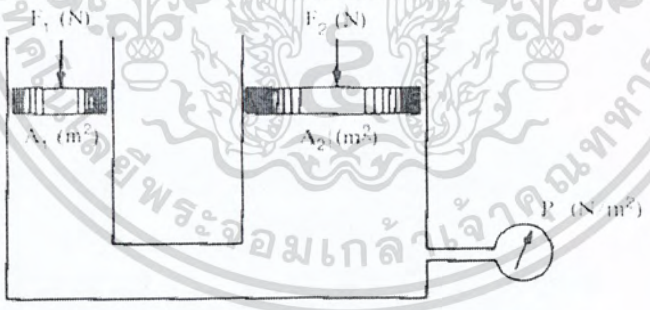
F_2 = แรงกระทำต่อพื้นที่พื้นที่หน้าตัดที่สอง (N)

A_1 = พื้นที่พื้นที่หน้าตัดที่หนึ่ง (mm^2)

A_2 = พื้นที่พื้นที่หน้าตัดที่สอง (mm^2)

P = ความดัน (N/mm^2)

ถ้าพื้นที่หน้าตัด A_1 น้อยกว่า A_2 แรง F_1 จะน้อยกว่า F_2 ดังแสดงในรูปที่ 2.7



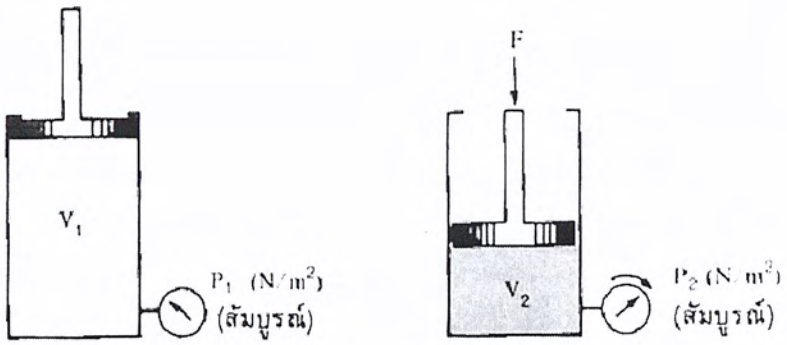
รูปที่ 2.7 แรงที่กระทำต่อพื้นที่หน้าตัดตามกฎของปาสคาล

(ที่มา : http://library.tru.ac.th/ttpdf/b65840/b65840.html)

2.5.2 กฎของบอยส์

กฎนี้คิดโดย R. Boyle ชาวอังกฤษกล่าวว่า ถ้าลูกสูบในกระบอกสูบซึ่งมีก๊าซบรรจุอยู่ภายในปริมาตรก๊าซจะลดลงในขณะที่ความดันก๊าซเพิ่มขึ้นหรือ ณ อุณหภูมิคงที่ ปริมาตรก๊าซจะเปลี่ยนแปลงเป็นอัตราส่วนผกผันกับความดันก๊าซนั้น ดังรูปที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 ปริมาตรและความดันตามกฎของบอยส์

(ที่มา : http://library.tru.ac.th/ttpdf/b65840/b65840.html)

จะได้ $$P_1V_1 = P_2V_2 = \text{ค่าคงที่} \quad (2.22)$$

เมื่อ P_1 = ความดันสัมบูรณ์เริ่มต้น (N/m^2)

P_2 = ความดันสัมบูรณ์สุดท้าย (N/m^2)

V_1 = ปริมาตรเริ่มต้น (m^2)

V_2 = ปริมาตรสุดท้าย (m^2)

2.5.3 ข้อดีและข้อเสียของระบบนิวเมติกส์หรือระบบลมอัด

ระบบนิวเมติกส์มีข้อดีและข้อเสียดังต่อไปนี้

2.5.3.1 <u>ข้อดี</u>

1. ทนต่อการระเบิด ลมอัดไม่มีอันตรายจากการระเบิดหรือติดไฟ อุปกรณ์ราคาไม่แพง
2. รวดเร็ว ลูกสูบมีความเร็วในการทำงาน 1 ถึง 2 m/s ถ้าเป็นลูกสูบแบบพิเศษสามารถให้ความเร็วในการทำงานได้ถึง 10 m/s
3. การส่งถ่ายง่าย สามารถเดินท่อลมอัดในระยะทางไกลได้ และลมอัดที่ใช้แล้วไม่ต้องนำกลับ สามารถปล่อยทิ้งออกสู่บรรยากาศได้เลย (เป็นระบบเปิด)
4. การเตรียมและเก็บรักษาได้ง่าย สามารถอัดเก็บไว้ในถังลม เพื่อนำไปใช้งานได้ต่อเนื่อง
5. ความปลอดภัย อุปกรณ์ที่ใช้กับระบบลมอัดจะไม่เกิดการเสียหายจากงานที่เกินกำลัง
6. ควบคุมอัตราความเร็วได้ง่าย โดยใช้วาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมอัด
7. การควบคุมความดัน ความดันของลมอัดที่ต้องการสามารถควบคุมได้ง่าย โดยใช้วาล์วควบคุมความดัน
8. สะอาด ลมอัดมีความสะอาดทำให้อุปกรณ์เครื่องใช้สะอาดหมดจด
9. โครงสร้างง่ายต่อการใช้งานและดูแล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3.2 ข้อเสีย

1. ลมอัดสามารถอัดตัวได้ ทำให้การเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ไม่สม่ำเสมอ
2. ลมอัดมีความชื้น เมื่อเย็นตัวจะเกิดการกลั่นตัวของหยดน้ำในถังเก็บลมและท่อลม
3. ลมอัดต้องการเนื้อที่มาก เมื่อต้องการใช้แรงมากต้องใช้กระบอกสูบที่ขนาดใหญ่
4. ลมอัดมีเสียงดัง เมื่อมีการระบายลมออกจากอุปกรณ์ทำงาน จำเป็นต้องใช้ตัวเก็บเสียง (Silencer)
5. ความดันของลมอัดเปลี่ยนแปลงได้ โดยความดันของลมอัดจะเพิ่มขึ้นและลดลง เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศึกษางานวิจัยต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานดังนี้

1. นริศ เจริญพร, "การศึกษาการออกแบบเชิงการยศาสตร์ของสถานีทำงานจักรเย็บอุตสาหกรรม", วิทยานิพนธ์, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย, 2534.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการสำรวจสภาพและปัญหาของการนั่งทำงานอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ๆ ของพนักงานเย็บจักรอุตสาหกรรมซึ่งพบว่ามากกว่าร้อยละ 50 ของพนักงาน มีภาวะไม่สบายปรากฏมากในบริเวณเอว คอ ไหล่ หลัง ก้น สะโพกและน่อง จึงทำการทดลองหาลักษณะของโต๊ะจักรและเก้าอี้ทำงานที่เหมาะสมกับพนักงาน จากการทดลองกับพนักงานเย็บจักรอุตสาหกรรมหญิง 10 คน โดยให้ปฏิบัติงานจริงในสถานีทำงานจำลองที่มีขนาดต่าง ๆ กัน ตามแผนการทดลองเป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วประเมินผลภาวะไม่สบายในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายทุก ๆ 1 ชั่วโมง พร้อมทั้งทำการศึกษาทางชีวกลศาสตร์ สรุปได้ว่าควรมีความสูงของโต๊ะจักรสูงกว่าความสูงของศอกขณะนั่งวัดจากพื้นที่วางเท้า (ในแนวระดับ) 6 เซนติเมตร และมีความเอียงของพื้นโต๊ะ 10 องศา และเก้าอี้ที่พนักงานเป็นผู้ปรับมีความสูงเฉลี่ย 46.1 เซนติเมตร ความเอียงของพื้นเก้าอี้ 2 องศาเทมาด้านหน้าและระยะห่างของพนักพิง 37.4 เซนติเมตร

2. นิวิท เจริญใจ, "การออกแบบเชิงการยศาสตร์ของท่านั่งสำหรับการเชื่อมท่อ", วิทยานิพนธ์, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย, 2534.

วิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาสภาพปัญหาในการทำงานในท่านั่งเชื่อมโลหะ ซึ่งพนักงานจะต้องทำงานเป็นเวลานาน ผลจากการวิจัยพบว่า การทำงานตลอดสัปดาห์ทำให้กำลังสถิตของกล้ามเนื้อ หลังแขน ไหล่ และมือของพนักงานลดลงในช่วงร้อยละ 1.3 ถึงร้อยละ 18.8 และสามารถกลับคืนสู่สภาพปกติได้เมื่อมีการพักงานในวันอาทิตย์ และจากการจำลองแบบท่าการทำงานเพื่อวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและการคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์พบว่าค่าแรงกดที่กระดูกสันหลัง lumbar ท่อนที่ 3 มีค่าระหว่าง 51 ถึง 72 กิโลกรัม เป็นเพราะท่าการทำงานที่มีการก้ม โค้งตัวไปข้างหน้ามากเกินไป ทำให้โมเมนต์จากน้ำหนักตัวส่วนเหนือ lumbar เกิดขึ้นมาก ในการวิจัยได้ทำการออกแบบท่าการทำงานใหม่เพื่อลดค่าโมเมนต์และการทำงานของกล้ามเนื้อดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อภิชัย สีตกะลิน, "ปัญหาการยศาสตร์ในโรงงานผลิตภัณฑ์อนามัยโดยวิธีการยศาสตร์โดยรวม", วิทยานิพนธ์, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย, 2536.

วิทยานิพนธ์นี้ดำเนินภายใต้สภาวะการทำงานจริงในโรงงานผลิตสินค้าอนามัยแห่งหนึ่ง โดยได้ทำการวัดหาค่ามิติต่าง ๆ ของสถานที่ทำงาน วัดสัดส่วนร่างกายของพนักงาน และใช้แบบสัมภาษณ์พนักงานสำหรับหาค่าดัชนีความผิดปกติ เพื่อเลือกผู้ถูกทดสอบซึ่งได้ทั้งหมด 9 คน จากงานที่ทำซ้ำซาก 5 คน งานที่ใช้แรงมาก 4 คน ทำการวัดค่า electromyogram (EMG) ที่กล้ามเนื้อ deltoid และ trapezius พบว่าค่า EMG ที่กล้ามเนื้อ deltoid และ trapezius เฉลี่ยในการทำงานมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 35 ของค่าสูงสุดซึ่งเป็นอันตราย จึงติดแผ่นกันลื่นที่พื้นในงานเข็นรถบรรทุกแป้งและใช้เครื่องช่วยยกในงานยกถุงแป้ง พบว่าสามารถลดค่า EMG ได้ สำหรับงานบรรจุผ้าอนามัยซึ่งเป็นงานซ้ำซากนั้นพบว่าค่า EMG ที่ได้ต่ำกว่างานที่ต้องใช้แรงมากแก้ไขโดยการหมุนเวียนงาน และปัจจัยของการทำงานต่อกล้ามเนื้อคือ ลักษณะของงานรอบการทำงานและลักษณะสภาพแวดล้อมของการทำงาน

4. บรรพต เทพฤทธิ์, "การปรับปรุงวิธีการชำแหละไก่ถอดกระดูกโดยวิธีการทางการยศาสตร์", วิทยานิพนธ์, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย, 2546.

วิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการสำรวจปัญหาอุตสาหกรรมไก่ถอดกระดูก ด้านสุขภาพส่วนมากจะประสบกับปัญหากล้ามเนื้อข้อมืออักเสบ จึงมีการนำความรู้ด้านการยศาสตร์มาเป็นแนวทางในการศึกษาและวิจัย ผู้วิจัยได้คัดเลือกพนักงานทั้งหมด 90 คน เพื่อทำการวัดค่ามุมของการเคลื่อนไหว (Goniometer), คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) และค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือ (Grip Strength) จากผลการวิจัยโดยใช้ทฤษฎีฟัซซีเซตพบว่า วิธีการทำงานแบบปัจจุบันส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของมุมการเคลื่อนไหวและค่า คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมากกว่าปัจจัยอื่นๆ จึงออกแบบปรับปรุงขั้นตอนการทำงานใหม่ โดยลดขั้นตอนการหักข้อกระดูกขาออกแล้วใช้การแล่ชำแหละกระดูกออกแทน แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างในด้านต่างๆ พบว่าวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้วให้ปริมาณผลผลิตและคุณภาพเพิ่มขึ้น ในส่วนของมุมในการเคลื่อนไหวและค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ แรงบีบของกล้ามเนื้อมือ รวมถึงอัตราการเกินเกณฑ์อ้างอิงนั้นให้ผลที่ลดลงอย่างเด่นชัด

5. บัณฑิตย์ วิเศษศรี, "การลดเวลาการผลิตเวอร์มเกียร์โดยการจัดสมดุลการผลิต การศึกษางานและการปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์", วิทยานิพนธ์, สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์การจัดการงานวิศวกรรม, มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย, 2546.

วิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการลดเวลาการผลิตวอร์มเกียร์ รุ่น KA 70 อัตราทด 1:60 ที่มีชิ้นส่วนประกอบจำนวน 23 ชิ้น และเป็นกระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง จากการศึกษากระบวนการผลิตพบว่ามีปัญหาการเกิดคอขวดขึ้นที่แผนกกลึงและแผนกเจาะทำให้เกิดการรอคอย เกิดการคับคั่งของชิ้นงานบริเวณหน้าเครื่องจักร ดังนั้นจึงได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการจัดสายสมดุลสายการผลิต การศึกษางานและการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องมือกลปรับปรุงการผลิตดังกล่าว หลังจากการปรับปรุงแล้วพบว่าเวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนประกอบวอร์มเกียร์ รุ่น KA 70 อัตราทด 1:60 ลดลงร้อยละ 12 ชิ้นส่วนประกอบลดลง 1 ชิ้น สำหรับเวลารอคอยที่เกิดขึ้นบริเวณเครื่องจักรในภาพรวมลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ไพรัช เจตนชัย, "การปรับปรุงระบบงานในหน่วยงานออกแบบและสร้างเครื่องจักร", วิทยานิพนธ์, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย, 2541.

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษาปัญหาและการปรับปรุงระบบงานในหน่วยงานออกแบบและสร้างเครื่องจักร ซึ่งเป็นหน่วยงานย่อยในอุตสาหกรรมยานยนต์ จากการปรับปรุงระบบการทำงานโดยการจัดทำเอกสารเพิ่มเติม การนำ CPM มาช่วยในการผลิต การกำหนดขั้นตอนการประชุม และการปรับปรุงระบบมาตรฐานในการออกแบบ ผลจากการปรับปรุงสามารถลดปริมาณงานล่าช้าจากเดิมคิดเป็นร้อยละ 21.97 ต่อปริมาณงาน เหลือร้อยละ 8.84 ต่องานค่าใช้จ่ายในการสั่งผู้ผลิตรายย่อยทำการผลิตลดลงจากเดิมเฉลี่ยเดือนละ 430,000 บาท เหลือเดือนละ 280,000 บาท คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ลดลงร้อยละ 34.88

7. ธนวรรณ อัศวไพบูลย์, "การเพิ่มผลผลิตโรงงานผลิตของเด็กเล่นที่ใช้ขับขี่และเฟอร์นิเจอร์เหล็กโดยการปรับปรุงวิธีการทำงานและการวางแผนการผลิต", วิทยานิพนธ์, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย, 2534.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาเพื่อวางแผนการผลิตและปรับปรุงการทำงาน โดยมีการทำเวลามาตรฐานผลิตภัณฑ์ปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อลดเวลาไร้ประสิทธิภาพ จัดวางผังโรงงาน เพื่อให้เกิดความสะดวก ลดเวลาและความเสียหายที่เกิดจากการเคลื่อนย้าย จัดระบบควบคุมคุณภาพ การจัดลำดับของงานและการจัดลำดับงานเข้ากับเครื่องจักรเพื่อให้มีเวลาว่าง และวางแผนการใช้วัสดุและการวางระบบเอกสารต่าง ๆ ที่ใช้ในโรงงาน เพื่อช่วยให้ระบบการผลิตรวดเร็วขึ้น จากการศึกษาพบว่าการปรับปรุงวิธีการทำงานสามารถลดเวลาการผลิตและของเสียได้ ส่วนการวางแผนการผลิตนั้นสามารถกำหนดแผนการผลิตและกำหนดวันส่งลูกค้าได้แม่นยำยิ่งขึ้น

ซึ่งงานวิจัยดังข้างต้นได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและออกแบบสถานที่ปฏิบัติงานในแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานจะเริ่มจากศึกษากระบวนการผลิตของแผนกตรวจสอบและบรรจุ ม้วนหนังเทียม และหาเวลามาตรฐานของกระบวนการตรวจสอบและกระบวนการบรรจุ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เป็นอุปสรรคต่อประสิทธิภาพการทำงาน จากนั้นจึงทำการศึกษาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน เพื่อแก้ปัญหาที่เป็นอุปสรรคต่อกระบวนการผลิต

3.1 แผนการดำเนินงาน

การวางแผนการดำเนินงานในการทำปริญญานิพนธ์จะเริ่มต้นจากการวิเคราะห์ปัญหาของกระบวนการผลิต การศึกษาทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการทำงาน และกรณีตัวอย่างของการประยุกต์ใช้วิธีการศึกษาการทำงาน การวิเคราะห์ข้อมูลขั้นตอนการทำงาน การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อที่จะนำมาศึกษาขั้นตอนและวิธีการปฏิบัติงาน จากนั้นจะทำการออกแบบและปรับปรุงการทำงานให้มีประสิทธิภาพและถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ และทำการส่งมอบให้กับบริษัทเพื่อนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงบริษัทต่อไป

3.2 รายละเอียดการทำงาน

จะเริ่มจากการศึกษาสภาวะปัจจุบันของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา เพื่อทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เป็นอุปสรรคต่อประสิทธิภาพการทำงาน จากนั้นจึงทำการค้นหาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ

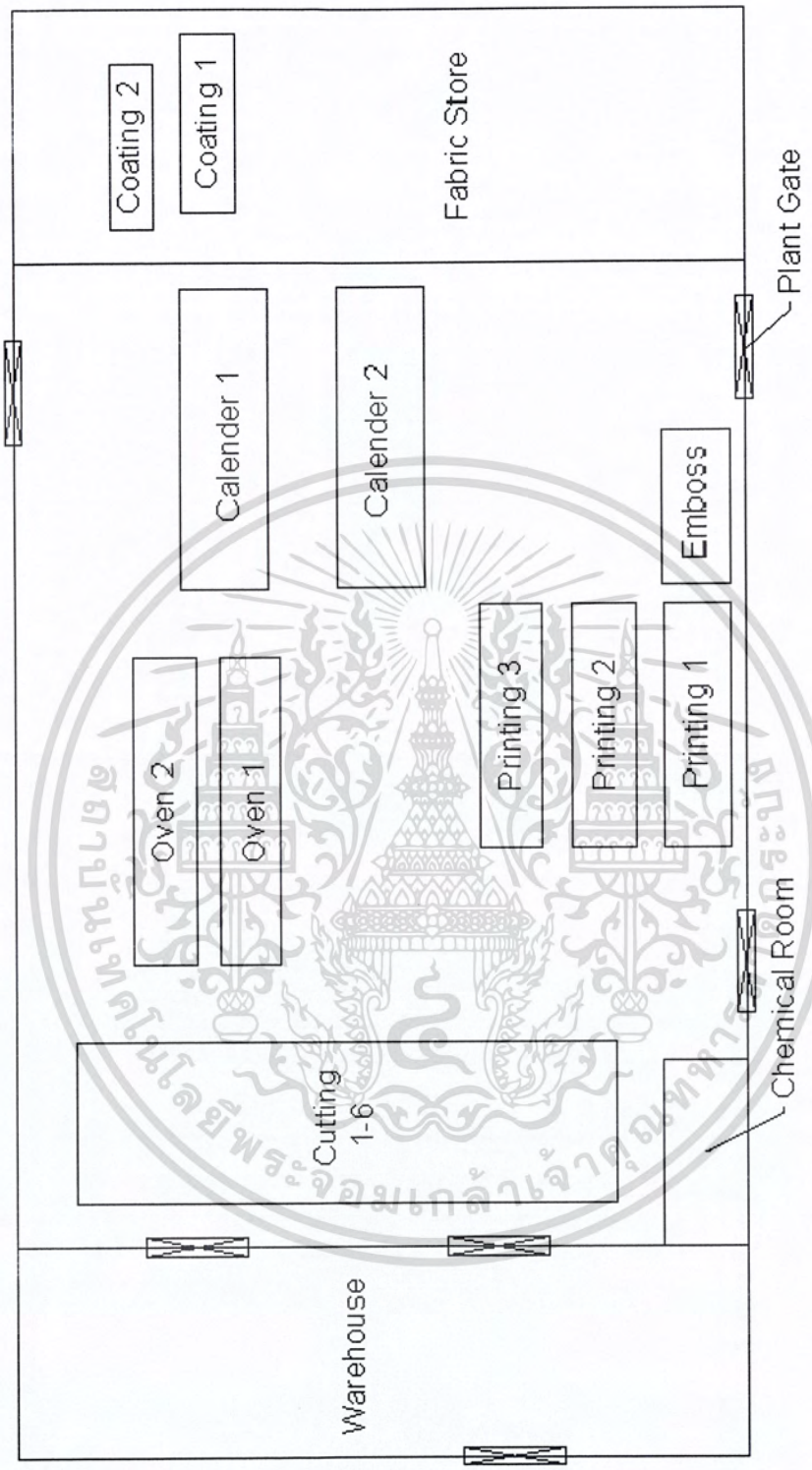
3.2.1 โรงงานที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

บริษัท ออมโนวา เคคคอร์เรทีฟ โปรดักส์ จำกัด ตั้งอยู่ที่อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง เป็นบริษัทที่ทำการผลิตหนังเทียมชนิดต่าง ๆ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้นี้จะถูกส่งขายไปยังกลุ่มธุรกิจต่าง ๆ เช่น ธุรกิจเฟอร์นิเจอร์ เบาะรถยนต์ กระเป๋า อุปกรณ์กีฬา ฯลฯ ซึ่งผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่จะถูกส่งออกไปยังต่างประเทศ

3.2.2 ศึกษาข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงงาน

ภายในโรงงานของบริษัทฯ ได้แบ่งออกเป็นแผนกต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.1

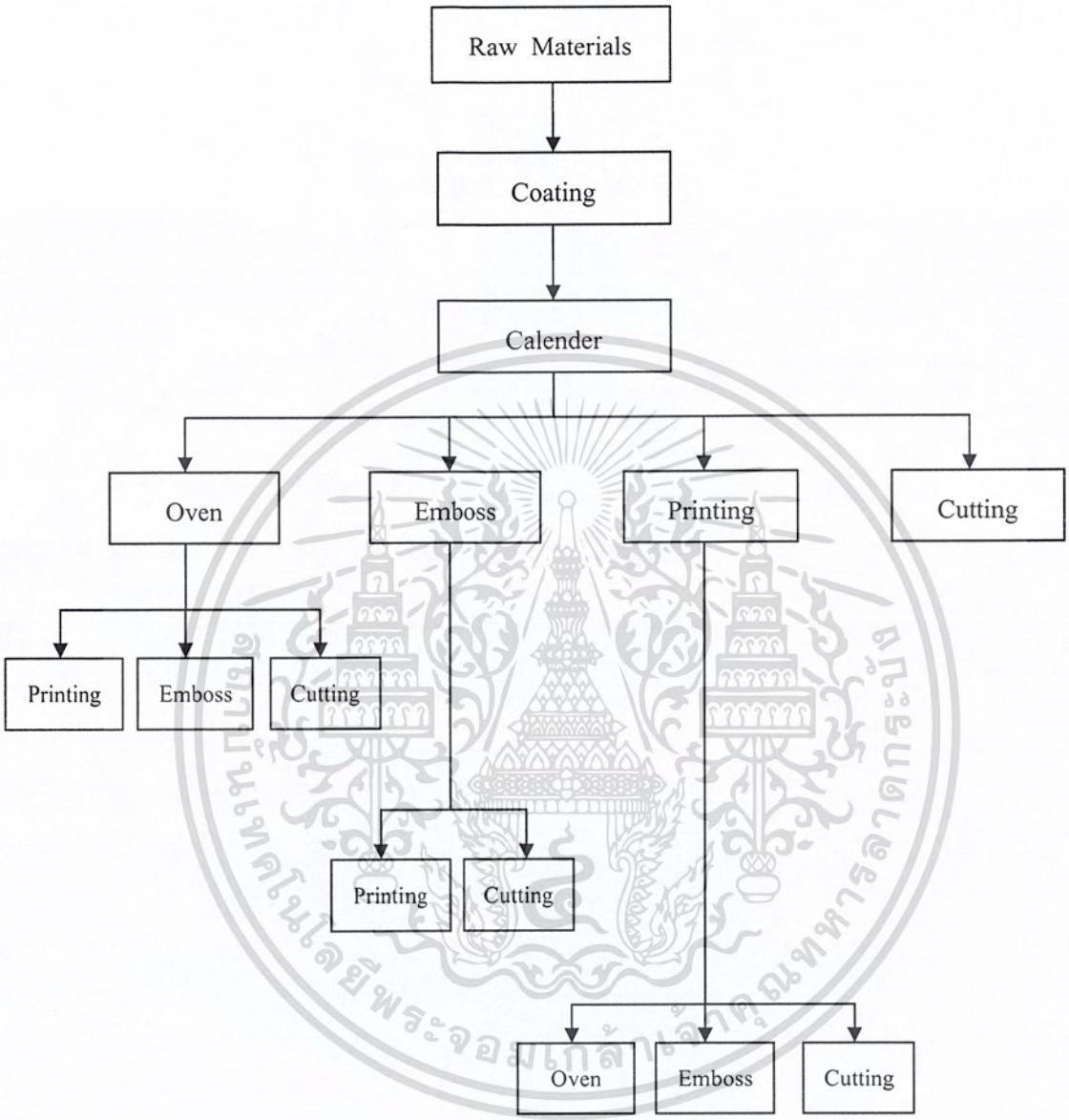
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แผนผังของโรงงาน (Layout)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งกระบวนการผลิตหนังเทียมมีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนภาพกระบวนการผลิตหนังเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

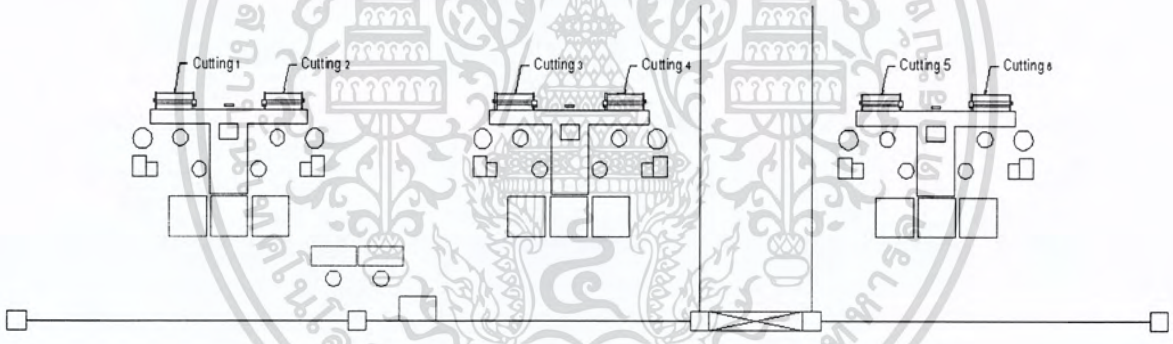
3.2.3 เลือกสายการผลิตที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

เนื่องจากโรงงานมีสายงานอยู่หลากหลาย ทำให้ไม่สามารถที่จะทำการศึกษาได้ในทุกส่วนการผลิต เพื่อความสะดวกในการศึกษาวิธีการทำงานและการศึกษาเวลา โดยได้รับคำแนะนำจากวิศวกรประจำโรงงานและผู้จัดการแผนก ว่าต้องการปรับปรุงแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและต้องการให้พนักงานทำงานได้ถูกหลักการยศาสตร์ กรณีศึกษานี้จึงได้ทำการเลือกที่จะศึกษาเพียงในส่วนของแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียม

3.2.4 ศึกษากระบวนการผลิต

แผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียมของบริษัทฯ เป็นแผนกที่ทำหน้าที่ตัดม้วนหนังเทียมม้วนใหญ่ที่ผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้วออกเป็นม้วนย่อยโดยมีความยาวในแต่ละม้วนตามที่ลูกค้ากำหนด ในระหว่างการเข้าม้วนพนักงานจะทำการตรวจสอบคุณภาพไปด้วย จากนั้นจะทำการวัดความหนาและชั่งน้ำหนัก เมื่อทำการชั่งน้ำหนักแล้วม้วนผ้าจะถูกส่งไปยังโต๊ะบรรจุ เพื่อให้พนักงานทำการบรรจุโดยการห่อด้วยพลาสติกและกระดาษ เมื่อบรรจุเสร็จพนักงานจะทำการยกลงพาเลท และส่งไปเก็บไว้ในคลังสินค้า เพื่อรอส่งให้กับลูกค้าต่อไป

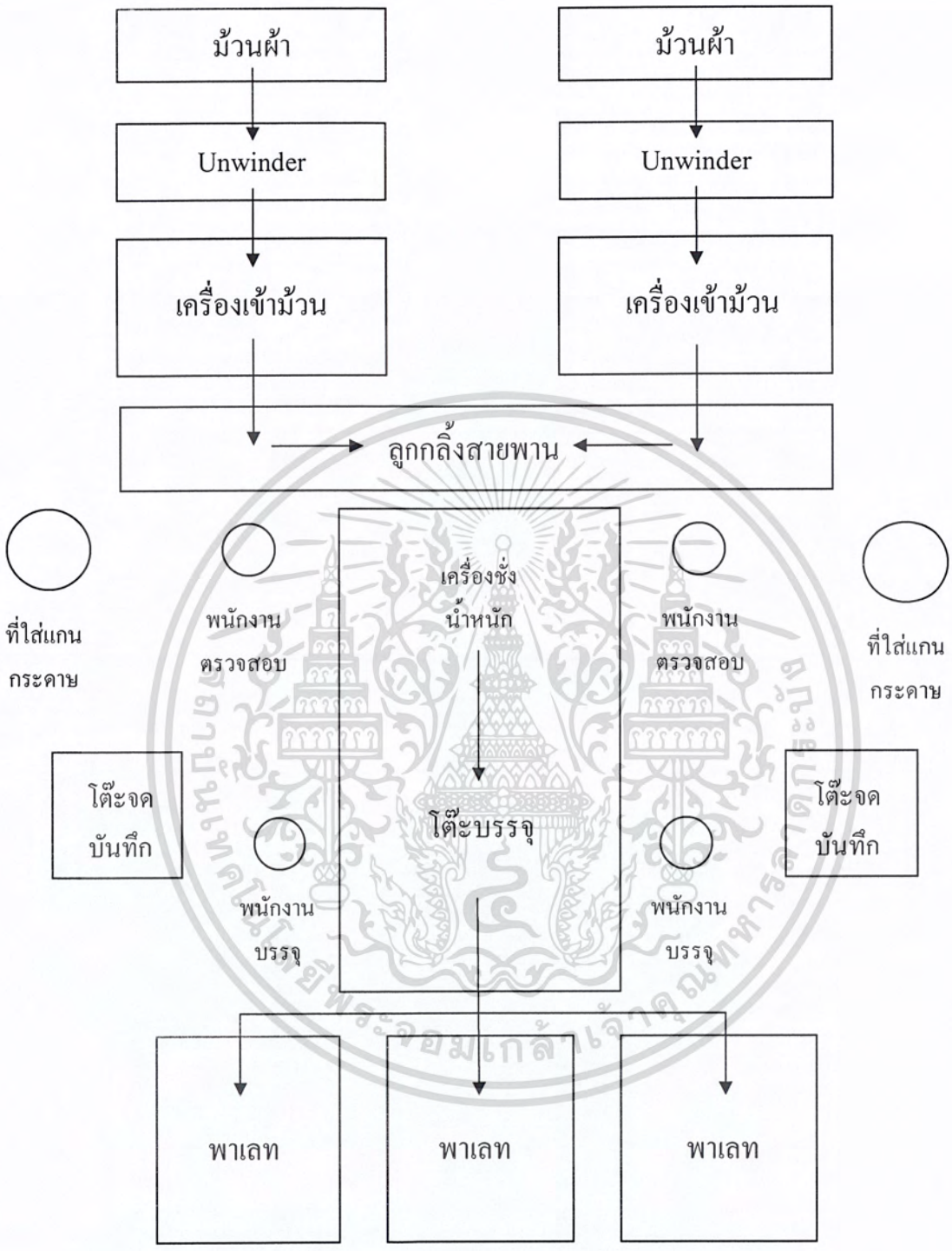
โดยในแผนกจะมีเครื่องเข้าม้วนหนังเทียม (Cutting) ทั้งหมด 6 เครื่อง และมีการจัดวางเครื่องจักรดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แผนผังแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียม

ในขั้นตอนของการศึกษากระบวนการผลิต ได้ทำการสำรวจขั้นตอนการทำงานจากการศึกษาวิธีการทำงานของพนักงาน และแบ่งงานของพนักงานแต่ละคนออกเป็นงานย่อย เพื่อความสะดวกในการศึกษาและวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงาน จากนั้นจึงนำมาเขียนแผนภาพกระบวนการผลิต (Flow Diagram) ของแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียมดังแสดงในรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แผนภาพกระบวนการผลิต (Flow Diagram) แผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 การแบ่งสถานีงาน

จากการศึกษาวิธีการทำงานได้แบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็นสถานีงานก่อนเพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูล แล้วจึงทำการบันทึกวิธีการทำงานของพนักงานแต่ละคนโดยแบ่งออกเป็นงานย่อย ซึ่งจะทำการศึกษาเฉพาะในส่วนที่ใช้แรงงานคนในขั้นตอนการผลิตเท่านั้น สำหรับการแบ่งสถานีงานในสายการผลิตสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 สถานีงาน ซึ่งได้แก่ สถานีงานตรวจสอบแผ่นหนังเทียม และสถานีงานบรรจุม้วนหนังเทียม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.2.5.1 <u>สถานีงานตรวจสอบแผ่นหนังเทียม</u>

ซึ่งการปฏิบัติงานของพนักงานตรวจสอบสามารถแบ่งออกเป็นงานย่อยได้ดังนี้

1. ใส่แกนกระดาษอันใหม่
2. เข้าม้วนและตรวจสอบม้วนหนังเทียม
3. ตัดให้ขาดจากม้วนใหญ่
4. ตัดปลายม้วนส่งแผนกตรวจสอบคุณภาพ
5. วัดความหนาม้วนหนังเทียม 5 จุด
6. ติดเทปกาวที่ปลายม้วน
7. หันหลังเดินกลับมาเพื่อจดบันทึกความหนา
8. บันทึกความหนา
9. เดินกลับมาที่เครื่องเข้าม้วนหนังเทียม
10. ชั่งน้ำหนักม้วนหนังเทียม
11. หันหลังเดินกลับมาเพื่อจดบันทึกน้ำหนัก
12. บันทึกน้ำหนัก
13. หันหลังเดินกลับมาที่เครื่องเข้าม้วนหนังเทียม

3.2.5.2 <u>สถานีงานบรรจุม้วนหนังเทียม</u>

ซึ่งการปฏิบัติงานของพนักงานบรรจุสามารถแบ่งออกเป็นงานย่อยได้ดังนี้

1. ก้มลงไปหยิบกระดาษและพลาสติกห่อ
2. กลิ้งม้วนหนังเทียมมาไว้บนวัสดุที่จะทำการห่อ
3. ห่อม้วนหนังเทียมและติดฉลาก
4. ยกม้วนหนังเทียมลงบนพาเลท

จากการศึกษาวิธีการทำงานสามารถนำมาเขียนแผนภูมิกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) ของพนักงานตรวจสอบและพนักงานบรรจุ ดังแสดงในตารางที่ 3.1 และ 3.2 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แผนภูมิกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) ของพนักงานตรวจสอบ

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ

Flow Process Chart

แผนภูมิหมายเลข 1 แผ่นที่ 1 ของ 1				สรุปผล			
ผลิตภัณฑ์ / วัสดุ / พนักงาน				Activity	ปัจจุบัน	หลังปรับปรุง	ลดลง
พนักงานตรวจสอบ				ปฏิบัติงาน ○	6		
กิจกรรม : กระบวนการผลิต				เคลื่อนย้าย ⇨	4		
ขั้นตอนการตรวจสอบหนังเทียม				ล่าช้า D	-		
				ตรวจสอบ □	3		
วิธีทำงาน : ปัจจุบัน / ปรับปรุง				เก็บ ▽	-		
				ระยะทาง			
สถานที่ : บริษัท ออมโนวา เดคคอร์เรทีฟ โปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด				เวลา (วินาที)			
พนักงาน	เวลา			ต้นทุน			
บันทึกโดย	วันที่			ค่าแรง			
				วัสดุ			
อนุมัติโดย	วันที่			รวม			

คำอธิบาย	QTY.	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์ ○	⇨	D	□	▽	หมายเหตุ
ใส่แกนกระดาษอันใหม่									
เข้าม้วนและตรวจสอบหนังเทียม									
ตัดให้ขาดจากม้วนใหญ่									
ตัดปลายม้วนส่งแผนกตรวจสอบคุณภาพ									
วัดความหนาหนังเทียม 5 จุด									
ติดเทปกาวที่ปลายม้วน									
หันหลังเดินกลับมาเพื่อจดบันทึกความหนา									
บันทึกความหนา									
เดินกลับมาที่เครื่องเข้าม้วนหนังเทียม									
ชั่งน้ำหนักม้วนหนังเทียม									
หันหลังเดินกลับมาเพื่อจดบันทึกน้ำหนัก									
บันทึกน้ำหนัก									
หันหลังเดินกลับมาที่เครื่องเข้าม้วนหนังเทียม									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แผนภูมิกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) ของพนักงานบรรจุ

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ

Flow Process Chart

แผนภูมิหมายเลข 1 แผ่นที่ 1 ของ 1		สรุปผล			
ผลิตภัณฑ์ / วัสดุ / พนักงาน		Activity	ปัจจุบัน	หลังปรับปรุง	ลดลง
พนักงานบรรจุ		ปฏิบัติงาน ○	3		
กิจกรรม : กระบวนการผลิต		เคลื่อนย้าย ⇨	1		
ขั้นตอนการบรรจุหนังเทียม		ล่าช้า D	-		
		ตรวจสอบ □	-		
วิธีทำงาน : ปัจจุบัน / ปรับปรุง		เก็บ ▽	-		
		ระยะทาง			
สถานที่ : บริษัท ออมโนวา เดคคอร์เรทีฟ โปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด		เวลา (วินาที)			
พนักงาน	เวลา	ต้นทุน			
บันทึกโดย	วันที่	ค่าแรง			
		วัสดุ			
อนุมัติโดย	วันที่	รวม			

คำอธิบาย	QTY.	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์ ○	⇨	D	□	▽	หมายเหตุ
ก้มลงไปหยิบกระดาษและพลาสติกห่อ				●					
กลิ้งม้วนหนังเทียมมาไว้บนวัสดุที่จะทำการห่อ				●					
ห่อม้วนหนังเทียมและติดฉลาก				●					
ยกม้วนหนังเทียมลงบนพาเลท					➡				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 การศึกษาเวลาโดยใช้นาฬิกาจับเวลา

การศึกษาเวลาในการทำงานของพนักงาน อาศัยทฤษฎีการศึกษาวิธีการทำงาน และการศึกษาเวลาโดยตรง ซึ่งได้ทำการแบ่งงานออกเป็นงานย่อยในแต่ละสถานีงาน และใช้นาฬิกาจับเวลาทำการจับเวลาการทำงานของพนักงานโดยวิธีการบันทึกเวลาแบบย้อนกลับ (Repetitive Timing) คือจะจับเวลาของแต่ละงานย่อยโดยเริ่มต้นที่ศูนย์ในการจับเวลาแต่ละครั้ง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาทดสอบเพื่อคำนวณหาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมในการจับเวลาในแต่ละงานย่อย

3.2.6.1 <u>การหาเวลามาตรฐานในปัจจุบันของโรงงาน</u>

ขั้นตอนการหาเวลามาตรฐานได้ดำเนินการดังนี้

1. การแบ่งงานย่อย

จากการศึกษาวิธีการทำงานได้ทำการแบ่งงานออกเป็นงานย่อย แล้วทำการบันทึกข้อมูลการจับเวลาลงในแบบฟอร์มบันทึกข้อมูลการศึกษาเวลา ซึ่งข้อมูลการจับเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานตรวจสอบและพนักงานบรรจุแสดงในตารางที่ 3.3 และ 3.4 ตามลำดับ

2. การหาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม

สำหรับการหาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมจะใช้สมการ 2.4 และในการคำนวณได้อาศัยโปรแกรมไมโครซอฟท์เอกเซล (Microsoft Excel) เข้าช่วยในการสร้างสูตรคำนวณเพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการใช้งาน

ตัวอย่างการหาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมจากงานย่อยที่ 5 ของพนักงานตรวจสอบคำนวณได้ดังนี้

- จับเวลามา 20 ค่า
- แทนค่าเวลาที่ได้ลงในสมการ 2.4 เพื่อหาขนาดที่เหมาะสมที่ความเชื่อมั่น 95.45% และโอกาสผิดพลาด $\pm 5\%$
- ได้ค่าขนาดตัวอย่าง $N = 24$
- แสดงว่าขนาดตัวอย่างที่เก็บมามีจำนวนไม่เหมาะสมจึงต้องทำการจับเวลาเพิ่มอีก 4 ค่า

ส่วนขนาดตัวอย่างของงานย่อยอื่น ๆ ของพนักงานตรวจสอบและพนักงานบรรจุแสดงในตารางที่ 3.5 และ 3.6 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลการจับเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานตรวจสอบ

งานย่อย	เวลา (วินาที)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	14.67	16.35	12.14	16.51	13.33	13.53	15.11	16.10	13.21	15.23
2	25.10	22.54	24.30	25.54	22.68	23.84	24.12	25.36	22.78	22.54
3	5.58	4.84	5.50	5.03	4.53	5.01	5.45	4.98	5.15	5.17
4	7.12	7.79	8.12	7.34	9.50	9.23	7.01	8.53	6.11	9.33
5	5.33	5.02	7.49	6.33	8.97	6.31	6.14	6.75	5.46	5.87
6	19.91	18.53	19.59	19.87	15.94	19.01	18.72	19.09	19.81	19.72
7	2.61	1.89	1.94	2.03	2.35	2.49	1.83	1.91	2.01	2.56
8	7.94	6.86	6.92	7.92	7.31	6.77	7.12	7.23	6.82	7.42
9	2.56	2.21	2.32	1.82	2.07	2.52	2.46	2.49	2.31	2.89
10	7.32	6.20	5.23	8.14	6.53	6.60	6.31	6.94	6.63	7.11
11	1.97	2.53	2.03	1.96	2.61	2.54	2.46	2.07	2.15	2.32
12	5.38	5.53	4.92	5.07	4.87	5.11	4.97	4.89	6.50	4.95
13	1.84	2.14	2.05	1.86	1.79	1.92	1.48	2.32	2.07	2.35

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลการจับเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานตรวจสอบ (ต่อ)

งานย่อย	เวลา (วินาที)									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	13.89	14.29	15.32	14.05	18.01	12.14	18.34	13.71	15.55	16.65
2	22.97	22.99	25.14	24.38	25.12	25.08	24.67	24.95	23.94	22.82
3	5.49	5.26	5.82	5.21	5.37	5.09	5.11	5.37	5.30	5.45
4	7.24	7.22	8.88	8.45	8.83	8.14	8.93	7.32	6.59	8.81
5	5.90	5.12	7.11	6.82	5.97	6.43	6.81	7.23	6.84	6.65
6	19.53	19.49	19.60	19.70	19.59	19.65	19.81	19.86	19.55	19.72
7	2.32	1.87	2.13	2.02	2.45	2.07	2.21	2.19	2.05	2.54
8	7.84	7.11	6.88	7.37	6.98	6.87	7.23	7.13	6.34	6.70
9	2.38	2.43	2.28	2.57	2.27	1.97	2.19	2.38	2.42	2.48
10	8.21	6.53	6.73	6.12	8.02	6.22	7.33	8.10	6.19	7.41
11	1.96	2.17	2.28	2.19	2.57	2.02	2.17	2.26	2.58	2.12
12	4.89	5.13	5.31	4.87	5.09	4.97	4.95	5.14	5.01	4.87
13	1.98	2.43	2.02	2.15	2.34	2.16	2.21	1.89	1.93	2.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลการจับเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานบรรจุ

งานย่อย	เวลา (วินาที)									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
1	11.69	10.56	13.09	11.76	10.45	10.07	11.16	10.89	10.55	10.15
2	2.25	2.05	2.77	2.08	2.38	2.97	2.43	2.15	2.13	1.96
3	39.3	39.01	34.76	43.57	42.31	38.51	37.1	39.35	40.23	38.41
4	3.7	4.01	3.01	4.04	3.31	4.22	3.34	3.69	3.55	3.51

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลการจับเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานบรรจุ (ต่อ)

งานย่อย	เวลา (วินาที)									
	11	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
1	12.09	10.33	11.46	10.92	11.77	10.42	11.01	10.78	10.81	10.35
2	2.88	2.57	2.91	1.95	2.27	2.83	2.11	2.42	2.25	2.19
3	36.32	39.33	38.41	39.11	40.35	40.01	37.23	39.41	40.57	37.56
4	4.43	3.98	3.74	3.91	3.51	4.33	4.12	3.88	3.5	3.91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 ขนาดตัวอย่างแต่ละงานย่อยที่เหมาะสมของพนักงานตรวจสอบ

งานย่อย	เวลา (วินาที)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	14.67	16.35	12.14	16.51	13.33	13.53	15.11	16.10	13.21	15.23
2	25.10	22.54	24.30	25.54	22.68	23.84	24.12	25.36	22.78	22.54
3	5.58	4.84	5.50	5.03	4.53	5.01	5.45	4.98	5.15	5.17
4	7.12	7.79	8.12	7.34	9.50	9.23	7.01	8.53	6.11	9.33
5	5.33	5.02	7.49	6.33	8.97	6.31	6.14	6.75	5.46	5.87
6	19.91	18.53	19.59	19.87	15.94	19.01	18.72	19.09	19.81	19.72
7	2.61	1.89	1.94	2.03	2.35	2.49	1.83	1.91	2.01	2.56
8	7.94	6.86	6.92	7.92	7.31	6.77	7.12	7.23	6.82	7.42
9	2.56	2.21	2.32	1.82	2.07	2.52	2.46	2.49	2.31	2.89
10	7.32	6.20	5.23	8.14	6.53	6.60	6.31	6.94	6.63	7.11
11	1.97	2.53	2.03	1.96	2.61	2.54	2.46	2.07	2.15	2.32
12	5.38	5.53	4.92	5.07	4.87	5.11	4.97	4.89	6.50	4.95
13	1.84	2.14	2.05	1.86	1.79	1.92	1.48	2.32	2.07	2.35

ตารางที่ 3.5 ขนาดตัวอย่างแต่ละงานย่อยที่เหมาะสมของพนักงานตรวจสอบ (ต่อ)

งานย่อย	เวลา (วินาที)										N
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	13.89	14.29	15.32	14.05	18.01	12.14	18.34	13.71	15.55	16.65	26
2	22.97	22.99	25.14	24.38	25.12	25.08	24.67	24.95	23.94	22.82	4
3	5.49	5.26	5.82	5.21	5.37	5.09	5.11	5.37	5.30	5.45	5
4	7.24	7.22	8.88	8.45	8.83	8.14	8.93	7.32	6.59	8.81	27
5	5.90	5.12	7.11	6.82	5.97	6.43	6.81	7.23	6.84	6.65	29
6	19.53	19.49	19.60	19.70	19.59	19.65	19.81	19.86	19.55	19.72	2
7	2.32	1.87	2.13	2.02	2.45	2.07	2.21	2.19	2.05	2.54	25
8	7.84	7.11	6.88	7.37	6.98	6.87	7.23	7.13	6.34	6.70	5
9	2.38	2.43	2.28	2.57	2.27	1.97	2.19	2.38	2.42	2.48	16
10	8.21	6.53	6.73	6.12	8.02	6.22	7.33	8.10	6.19	7.41	24
11	1.96	2.17	2.28	2.19	2.57	2.02	2.17	2.26	2.58	2.12	20
12	4.89	5.13	5.31	4.87	5.09	4.97	4.95	5.14	5.01	4.87	7
13	1.98	2.43	2.02	2.15	2.34	2.16	2.21	1.89	1.93	2.44	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 ขนาดตัวอย่างแต่ละงานย่อยที่เหมาะสมของพนักงานบรรจุ

งานย่อย	เวลา (วินาที)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	11.69	10.56	13.09	11.76	10.45	10.07	11.16	10.89	10.55	10.15
2	2.25	2.05	2.77	2.08	2.38	2.97	2.43	2.15	2.13	1.96
3	39.3	39.01	34.76	43.57	42.31	38.51	37.1	39.35	40.23	38.41
4	3.7	4.01	3.01	4.04	3.31	4.22	3.34	3.69	3.55	3.51

ตารางที่ 3.6 ขนาดตัวอย่างแต่ละงานย่อยที่เหมาะสมของพนักงานบรรจุ (ต่อ)

งานย่อย	เวลา (วินาที)										N
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	12.09	10.33	11.46	10.92	11.77	10.42	11.01	10.78	10.81	10.35	8
2	2.88	2.57	2.91	1.95	2.27	2.83	2.11	2.42	2.25	2.19	30
3	36.32	39.33	38.41	39.11	40.35	40.01	37.23	39.41	40.57	37.56	4
4	4.43	3.98	3.74	3.91	3.51	4.33	4.12	3.88	3.5	3.91	15

จากนั้นทำการจับเวลาเพิ่มอีก 10 ค่า โดยในการจับเวลาเพิ่มนั้นเพื่อความสะดวกผู้จัดทำจึงทำการจับเวลาเพิ่มอีก 10 ตัวอย่างในทุกๆงานย่อย และทำการคำนวณหาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมตามสมการ 2.4 อีกครั้งหนึ่ง

ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมจากการเก็บเวลาเพิ่มอีก 10 ค่าของพนักงานตรวจสอบและพนักงานบรรจุแสดงในตารางที่ 3.7 และ 3.8 ตามลำดับ

ซึ่งจากการคำนวณอีกครั้งนั้นพบว่าขนาดตัวอย่างจากแต่ละงานย่อยที่มีค่ามากที่สุดคือ 30 ค่า แสดงว่าขนาดตัวอย่างที่เก็บมา 30 ค่ามีค่าเหมาะสมแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 ขนาดตัวอย่างแต่ละงานย่อยที่เหมาะสมของพนักงานตรวจสอบ

งานย่อย	เวลา (วินาที)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	14.67	16.35	12.14	16.51	13.33	13.53	15.11	16.10	13.21	15.23	13.89	14.29	15.32	14.05	18.01
2	25.10	22.54	24.30	25.54	22.68	23.84	24.12	25.36	22.78	22.54	22.97	22.99	25.14	24.38	25.12
3	5.58	4.84	5.50	5.03	4.53	5.01	5.45	4.98	5.15	5.17	5.49	5.26	5.82	5.21	5.37
4	7.12	7.79	8.12	7.34	9.50	9.23	7.01	8.53	6.11	9.33	7.24	7.22	8.88	8.45	8.83
5	5.33	5.02	7.49	6.33	8.97	6.31	6.14	6.75	5.46	5.87	5.90	5.12	7.11	6.82	5.97
6	19.91	18.53	19.59	19.87	15.94	19.01	18.72	19.09	19.81	19.72	19.53	19.49	19.60	19.70	19.59
7	2.61	1.89	1.94	2.03	2.35	2.49	1.83	1.91	2.01	2.56	2.32	1.87	2.13	2.02	2.45
8	7.94	6.86	6.92	7.92	7.31	6.77	7.12	7.23	6.82	7.42	7.84	7.11	6.88	7.37	6.98
9	2.56	2.21	2.32	1.82	2.07	2.52	2.46	2.49	2.31	2.89	2.38	2.43	2.28	2.57	2.27
10	7.32	6.20	5.23	8.14	6.53	6.60	6.31	6.94	6.63	7.11	8.21	6.53	6.73	6.12	8.02
11	1.97	2.53	2.03	1.96	2.61	2.54	2.46	2.07	2.15	2.32	1.96	2.17	2.28	2.19	2.57
12	5.38	5.53	4.92	5.07	4.87	5.11	4.97	4.89	6.50	4.95	4.89	5.13	5.31	4.87	5.09
13	1.84	2.14	2.05	1.86	1.79	1.92	1.48	2.32	2.07	2.35	1.98	2.43	2.02	2.15	2.34

ตารางที่ 3.7 ขนาดตัวอย่างแต่ละงานย่อยที่เหมาะสมของพนักงานตรวจสอบ (ต่อ)

งานย่อย	เวลา (วินาที)															N
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	12.14	18.34	13.71	15.55	16.65	15.21	14.33	13.78	14.89	14.49	13.56	16.01	14.12	14.77	13.98	18
2	25.08	24.67	24.95	23.94	22.82	24.11	24.78	25.05	24.78	23.66	23.20	22.78	23.45	24.31	24.46	3
3	5.09	5.11	5.37	5.30	5.45	5.21	5.32	5.18	5.03	5.34	4.96	4.67	5.44	5.27	5.39	4
4	8.14	8.93	7.32	6.59	8.81	7.87	7.39	8.11	8.23	7.89	8.41	7.63	7.92	8.41	7.03	19
5	6.43	6.81	7.23	6.84	6.65	5.42	5.78	5.98	6.78	7.24	6.95	5.67	5.32	6.23	7.01	28
6	19.65	19.81	19.86	19.55	19.72	19.23	19.84	19.56	17.76	18.98	19.58	18.82	19.90	18.43	17.43	3
7	2.07	2.21	2.19	2.05	2.54	2.12	2.32	2.54	2.17	2.44	1.98	1.89	2.10	2.11	2.32	20
8	6.87	7.23	7.13	6.34	6.70	7.24	6.98	7.11	7.87	6.56	6.76	7.66	6.55	7.09	7.88	7
9	1.97	2.19	2.38	2.42	2.48	2.33	1.88	2.51	2.34	2.66	2.50	2.33	2.44	2.12	2.55	17
10	6.22	7.33	8.10	6.19	7.41	6.34	6.79	7.43	8.45	7.54	6.87	8.65	7.09	7.66	7.54	23
11	2.02	2.17	2.26	2.58	2.12	2.55	2.45	2.01	2.54	2.65	1.98	2.13	2.31	2.21	2.58	20
12	4.97	4.95	5.14	5.01	4.87	5.54	5.79	5.32	5.65	4.76	4.69	5.34	6.43	4.90	5.67	10
13	2.16	2.21	1.89	1.93	2.44	2.12	2.45	1.98	1.97	2.03	2.50	2.43	2.09	2.49	2.34	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.8 ขนาดตัวอย่างแต่ละงานย่อยที่เหมาะสมของพนักงานบรรจุ

งานย่อย	เวลา (วินาที)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	11.69	10.56	13.09	11.76	10.45	10.07	11.16	10.89	10.55	10.15	12.09	10.33	11.46	10.92	11.77
2	2.25	2.05	2.77	2.08	2.38	2.97	2.43	2.15	2.13	1.96	2.88	2.57	2.91	1.95	2.27
3	39.3	39.01	34.76	43.57	42.31	38.51	37.1	39.35	40.23	38.41	36.32	39.33	38.41	39.11	40.35
4	3.7	4.01	3.01	4.04	3.31	4.22	3.34	3.69	3.55	3.51	4.43	3.98	3.74	3.91	3.51

ตารางที่ 3.8 ขนาดตัวอย่างแต่ละงานย่อยที่เหมาะสมของพนักงานบรรจุ (ต่อ)

งานย่อย	เวลา (วินาที)															N
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	10.42	11.01	10.78	10.81	10.35	10.41	11.21	11.42	10.39	10.51	10.84	10.29	11.33	10.56	10.78	6
2	2.83	2.11	2.42	2.25	2.19	2.11	2.83	2.57	2.88	2.95	2.54	2.16	2.63	2.14	2.82	30
3	40.01	37.23	39.41	40.57	37.56	39.62	37.84	38.41	39.27	37.85	40.03	39.51	37.88	37.64	39.22	3
4	4.33	4.12	3.88	3.5	3.91	3.44	3.27	3.59	3.62	3.11	4.01	3.94	3.82	3.48	3.51	14

3. การหาค่าเวลาตัวแทน (Representative Time)

เมื่อเราได้ทำการจับเวลาครบจำนวนรอบตามที่ต้องการแล้ว ขั้นต่อไปก็คือการเลือกค่าเวลาตัวแทน (Representative Time) ของงานย่อยต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณ จากการจับเวลาหลาย ๆ รอบ จะเห็นว่าเวลาจริงของแต่ละงานย่อยนั้นบางครั้งก็แตกต่างกันมาก เราต้องตัดสินใจเลือกค่าเวลาตัวแทนเพียงค่าเดียว โดยใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ย (Average) ซึ่งก็คือเอาเวลาจริงทั้งหมดรวมกันแล้วหารด้วยจำนวนรอบ

สำหรับค่าเฉลี่ยเวลาตัวแทนในงานย่อยอื่นของพนักงานตรวจสอบและพนักงานบรรจุสรุปไว้ในตารางที่ 3.9 และ 3.10 ตามลำดับ

4. การประเมินค่าอัตราการทำงาน (Rating Factor)

หลังจากหาค่าเวลาตัวแทนของแต่ละงานย่อยแล้ว ต้องมีการประเมินค่าอัตราการทำงานของพนักงานเพื่อที่จะทำการปรับเวลาจริงให้อยู่ในรูปเวลาปกติ โดยการประเมินนั้นจะใช้ระบบการประเมินอัตราการทำงานของบริษัท Westing house คือ “Westing house System of Rating” ดังที่กล่าวมาแล้ว ซึ่งจะมีองค์ประกอบ 4 ตัว ในการช่วยพิจารณาคือ ความชำนาญ (Skill) ความพยายาม (Effort) สภาพแวดล้อม (Condition) และความสม่ำเสมอ (Consistency) เพื่อช่วยในการพิจารณาประเมินค่าอัตราการทำงานของพนักงานไม่ให้ขึ้นอยู่กับความรู้สึกของผู้ทำการศึกษามากเกินไป โดยตารางการประเมินค่าอัตราการทำงานในระบบ Westing house แสดงในตารางที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 เวลาเฉลี่ยในการทำงานของพนักงานตรวจสอบ

งานย่อย	เวลาเฉลี่ย (วินาที)
1. ใส่แกนกระดาษอันใหม่	14.78
2. เข้าม้วนและตรวจสอบม้วนหนังเทียม	24.05
3. ตัดให้ขาดจากม้วนใหญ่	5.22
4. ตัดปลายม้วนส่งแผนกตรวจสอบคุณภาพ	7.98
5. วัดความหนาม้วนหนังเทียม 5 จุด	6.36
6. ติดเทปกาวที่ปลายม้วน	19.21
7. หันหลังเดินกลับมาเพื่อจดบันทึกความหนา	2.18
8. บันทึกความหนา	7.15
9. หันหลังเดินกลับมาที่เครื่องเข้าม้วนหนังเทียม	2.36
10. ชั่งน้ำหนักม้วนหนังเทียม	7.07
11. หันหลังเดินกลับมาเพื่อจดบันทึกน้ำหนัก	2.28
12. บันทึกน้ำหนัก	5.22
13. หันหลังเดินกลับมาที่เครื่องเข้าม้วนหนังเทียม	2.13

ตารางที่ 3.10 เวลาเฉลี่ยในการทำงานของพนักงานบรรจุ

งานย่อย	เวลาเฉลี่ย (วินาที)
1. ก้มลงไปหยิบกระดาษและพลาสติกห่อ	10.94
2. นำม้วนหนังเทียมมาไว้บริเวณที่ห่อ	2.44
3. ห่อม้วนหนังเทียมและติดฉลาก	38.94
4. ย้ายม้วนหนังเทียมลงบนพาเลท	3.72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.11 ค่าอัตราการทำงานในระบบ Westing house

ความชำนาญ (Skill)			ความพยายาม (Effort)		
+0.15	A1	ชำนาญสูงมาก	+0.13	A1	ดีเยี่ยม
+0.13	A2		+0.12	A2	
+0.11	B1	ดีมาก	+0.10	B1	ดีมาก
+0.08	B2		+0.08	B2	
+0.06	C1	ดี	+0.06	C1	ดี
+0.03	C2		+0.02	C2	
0.00	D	เฉลี่ย	0.00	D	เฉลี่ย
-0.05	E1	พอใช้	-0.04	E1	พอใช้
-0.10	E2		-0.18	E2	
-0.16	F1	ควรปรับปรุง	-0.12	F1	ควรปรับปรุง
-0.22	F2		-0.17	F2	
สภาพแวดล้อม (Condition)			**ความสม่ำเสมอ (Consistency)**		
+0.06	A	ดีเยี่ยม	+0.04	A	ดีเยี่ยม
+0.04	B	ดีมาก	+0.03	B	ดีมาก
+0.02	C	ดี	+0.01	C	ดี
0.00	D	เฉลี่ย	0.00	D	เฉลี่ย
-0.03	E	พอใช้	-0.02	E	พอใช้
-0.07	F	ควรปรับปรุง	-0.02	F	ควรปรับปรุง

ตัวอย่างการประเมินค่าของงานย่อยที่ 2 ของพนักงานตรวจสอบ แสดงได้ดังนี้

- ประเมินค่าอัตราการทำงานได้ว่า

  ความชำนาญ B1 (0.11)

  ความพยายาม D (0.00)

  สภาพแวดล้อม D (0.00)

  ความสม่ำเสมอ D (0.00)

- ได้ค่าเลขประเมิน

  เลขประเมิน = (ผลรวมค่าประเมินในทุกตัวแปร + 1) x 100

  = (0.11 + 0.00 + 0.00 + 0.00 + 1) x 100

  = 111%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนค่าเลขประเมินในงานย่อยอื่น ๆ ของพนักงานตรวจสอบและพนักงานบรรจุแสดงในตารางที่ 3.12 และ 3.13 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.12 ค่าเลขประเมินแต่ละงานย่อยของพนักงานตรวจสอบ

งานย่อย	เวลาตัวแทน (วินาที)	Rating				Rating	Rating (%)
		Skill	Effort	Condition	Consistency		
1. ใส่แกนกระดาษอันใหม่	14.78	D(0.00)	D(0.00)	D(0.00)	D(0.00)	1.00	100
2. เข้าม้วนและตรวจสอบม้วนหนังเทียม	24.05	B1(0.11)	D(0.00)	D(0.00)	D(0.00)	1.11	111
3. ตัดให้ขาดจากม้วนใหญ่	5.22	D(0.00)	C2(0.03)	D(0.00)	D(0.00)	1.03	103
4. ตัดปลายม้วนส่งแผนกตรวจสอบคุณภาพ	7.98	D(0.00)	D(0.00)	D(0.00)	D(0.00)	1.00	100
5. วัดความหนาม้วนหนังเทียม 5 จุด	6.36	B1(0.11)	D(0.00)	D(0.00)	D(0.00)	1.11	111
6. ติดเทปกาวที่ปลายม้วน	19.21	D(0.00)	C2(0.03)	D(0.00)	D(0.00)	1.03	103
7. หันหลังเดินกลับมาเพื่อจดบันทึกความหนา	2.18	D(0.00)	C2(0.03)	D(0.00)	D(0.00)	1.03	103
8. บันทึกความหนา	7.15	D(0.00)	D(0.00)	D(0.00)	D(0.00)	1.00	100
9. หันหลังเดินกลับมาที่เครื่องเข้าม้วนหนังเทียม	2.36	D(0.00)	C2(0.03)	D(0.00)	D(0.00)	1.03	103
10. ชั่งน้ำหนัก	7.07	D(0.00)	D(0.00)	D(0.00)	D(0.00)	1.00	100
11. หันหลังเดินกลับมาเพื่อจดบันทึกน้ำหนัก	2.28	D(0.00)	C2(0.03)	D(0.00)	D(0.00)	1.03	103
12. บันทึกน้ำหนัก	5.22	D(0.00)	D(0.00)	D(0.00)	D(0.00)	1.00	100
13. หันหลังเดินกลับมาที่เครื่องเข้าม้วนหนังเทียม	2.13	D(0.00)	C2(0.03)	D(0.00)	D(0.00)	1.03	103

ตารางที่ 3.13 ค่าเลขประเมินแต่ละงานย่อยของพนักงานบรรจุ

งานย่อย	เวลาตัวแทน (วินาที)	Rating				Rating	Rating (%)
		Skill	Effort	Condition	Consistency		
1. ก้มลงไปหยิบกระดาษและพลาสติกห่อ	10.94	D(0.00)	D(0.00)	D(0.00)	D(0.00)	1.00	100
2. นำม้วนหนังเทียมมาไว้บริเวณที่ห่อ	2.44	C2(0.03)	D(0.00)	D(0.00)	D(0.00)	1.03	103
3. ห่อม้วนหนังเทียมและติดฉลาก	38.94	C1(0.06)	C2(0.02)	D(0.00)	D(0.00)	1.08	108
4. ย้ายม้วนหนังเทียมลงบนพาเลท	3.72	D(0.00)	C1(0.05)	D(0.00)	D(0.00)	1.05	105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การหาเวลาปกติ (Normal Time)

หลังจากประเมินอัตราการทำงานของพนักงานแล้ว ขั้นต่อมาเป็นการหาค่าเวลาปกติ โดยนำเลขประเมินที่ได้มาคูณกับค่าเวลาเฉลี่ยในแต่ละงานย่อยหรือค่าเวลาตัวแทน เพื่อหาค่าเวลาปกติในการทำงานของพนักงาน

จากงานย่อยที่ 2 มีเวลาตัวแทนเท่ากับ 24.05 วินาที สามารถหาค่าเวลาปกติได้จากสมการ 2.5

$$\text{ค่าเวลาปกติ} = \text{เวลาตัวแทน} \times \frac{\text{ค่าอัตราการทำงาน}}{100}$$

$$= 24.05 \times \frac{100}{100}$$

$$= 26.70 \text{ วินาที}$$

เพราะฉะนั้นเวลาปกติในงานย่อยที่ 2 ของพนักงานตรวจสอบมีค่าเท่ากับ 26.70 วินาที

ในการคำนวณค่าเวลาปกติของงานย่อยอื่นของพนักงานตรวจสอบและพนักงานบรรจุก็สามารถคำนวณหาได้ด้วยวิธีเดียวกัน ข้อมูลของค่าอัตราการทำงานและค่าเวลาปกติของพนักงานตรวจสอบที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.14 ข้อมูลค่าอัตราการทำงานและค่าเวลาปกติของพนักงานตรวจสอบ

งานย่อย	เวลาตัวแทน (วินาที)	Rating (%)	เวลาปกติ (วินาที)
1. ใส่แกนกระดาษอันใหม่	14.78	100	14.78
2. เข้าม้วนและตรวจสอบม้วนหนังเทียม	24.05	111	26.70
3. ตัดให้ขาดจากม้วนใหญ่	5.22	103	5.38
4. ตัดปลายม้วนส่งแผนกตรวจสอบคุณภาพ	7.98	100	7.98
5. วัดความหนาม้วนหนังเทียม 5 จุด	6.36	111	7.06
6. ติดเทปกาวที่ปลายม้วน	19.21	103	19.79
7. หันหลังเดินกลับมาเพื่อจดบันทึกความหนา	2.18	103	2.25
8. บันทึกความหนา	7.15	100	7.15
9. หันหลังเดินกลับมาที่เครื่องเข้าม้วนหนังเทียม	2.36	103	2.43
10. ชั่งน้ำหนัก	7.07	100	7.07
11. หันหลังเดินกลับมาเพื่อจดบันทึกน้ำหนัก	2.28	103	2.35
12. บันทึกน้ำหนัก	5.22	100	5.22
13. หันหลังเดินกลับมาที่เครื่องเข้าม้วนหนังเทียม	2.13	103	2.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และข้อมูลของค่าอัตราการทำงานและค่าเวลาปกติของพนักงานบรรจุที่คำนวณแสดงในตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.15 ข้อมูลค่าอัตราการทำงานและค่าเวลาปกติของพนักงานบรรจุ

งานย่อย	เวลาตัวแทน (วินาที)	Rating (%)	เวลาปกติ (วินาที)
1. ก้มลงไปหยิบกระดาษและพลาสติกห่อ	10.94	1.00	10.94
2. นำม้วนหนังเทียมมาไว้บริเวณที่ห่อ	2.44	1.03	2.51
3. ห่อม้วนหนังเทียมและติดฉลาก	38.94	1.08	42.05
4. ย้ายม้วนหนังเทียมลงบนพาเลท	3.72	1.05	3.90

6. การหาเวลาเผื่อ (Allowance)

เวลาปกติที่ได้จากการคำนวณ คือเวลาปกติซึ่งคนงานที่ชำนาญทำงานด้วยความเร็วปกติ แต่การทำงานทุกอย่างไม่ใช่จะทำโดยไม่มีการหยุดพักผ่อน หรือเกิดเหตุล่าช้าเลย ดังนั้นจึงต้องมีเวลาเผื่อไว้ให้สำหรับกรณีต่าง ๆ โดยเวลาเผื่อจะแยกเป็น 3 ประเภทคือ เวลาเผื่อสำหรับบุคคล เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้า เวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า โดยมีการกำหนดดังนี้

- เวลาเผื่อสำหรับบุคคล โดยทั่วไปจะอยู่ระหว่าง 4.5% - 6% แต่ในอุตสาหกรรมทั่วไปมักกำหนดไว้ที่ 5% ซึ่งในการศึกษาโครงงานนี้ คณะผู้จัดทำจะกำหนดเวลาเผื่อสำหรับบุคคล คือ 5%
- เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้า ในการศึกษาโครงงานนี้จะกำหนดโดยพิจารณาตัวแปรเปรียบเทียบระหว่างการศึกษาสภาวะการทำงานต่างๆในแผนกกับมาตรฐานที่กำหนดโดย International Labor Organization (ILO) ซึ่งเป็นเวลาเผื่อสำหรับบุคคลและความเครียดในองค์ประกอบด้านต่างๆดังแสดงในตารางที่ ผก 1 โดยเป็นค่าร้อยละเวลาพื้นฐานในการปฏิบัติงาน ผลจากการพิจารณาค่าตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้อง ทำให้ได้เวลาเผื่อรวมของพนักงานตรวจสอบมีค่าเท่ากับ 9% ของเวลาปกติดังแสดงในตารางที่ 3.16 และเวลาเผื่อรวมของพนักงานบรรจุมีค่าเท่ากับ 29 % ของเวลาปกติดังแสดงในตารางที่ 3.17
- เวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า โดยทั่วไปจะกำหนดไว้ไม่เกิน 5% ของการทำงานปกติ ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงกำหนดเวลาเผื่อสำหรับความล่าช้าไว้ 5%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.16 เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าจากการประเมินการทำงานของพนักงานตรวจสอบ

เวลาเผื่อ	ชาย (%)
เวลาเผื่อสำหรับงานที่ใช้กล้ามเนื้อ น้ำหนักยก (ปอนด์) : 5 (1 ปอนด์ = 0.454 กิโลกรัม)	0
สมาธิในการทำงาน งานละเอียดมาก	2
ระดับเสียง เสียงดัง	2
สภาพความตึงเครียด งานซับซ้อน	0
ความซ้ำซาก สูง	5
รวม	**9**

ตารางที่ 3.17 เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าจากการประเมินการทำงานของพนักงานบรรจุ

เวลาเผื่อ	ชาย (%)
เวลาเผื่อสำหรับงานที่ใช้กล้ามเนื้อ น้ำหนักยก (ปอนด์) : 70 (1 ปอนด์ = 0.454 กิโลกรัม)	22
สมาธิในการทำงาน งานละเอียด	0
ระดับเสียง เสียงดัง	2
สภาพความตึงเครียด งานซับซ้อน	0
ความซ้ำซาก สูง	5
รวม	**29**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. หาเวลามาตรฐาน (Standard Time)

เมื่อหาเวลาปกติและเวลาเผื่อของแต่ละงานย่อยทั้งหมดแล้ว ให้นำมาคำนวณหาเวลามาตรฐานของการปฏิบัติงาน ซึ่งเวลามาตรฐานจะใช้เป็นเวลาอ้างอิงของงานย่อยนั้น ๆ

แสดงการหาเวลามาตรฐานงานย่อยที่ 2 ของพนักงานตรวจสอบ

จากข้อมูลเวลาปกติของพนักงานตรวจของงานย่อยที่ 2 มีค่าเท่ากับ 26.70 วินาที สามารถคำนวณหาเวลามาตรฐานได้จากสมการ 2.6

เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อรวม = (%เวลาเผื่อสำหรับบุคคล + %เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้า + %เวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า)

= 5+9+5

= 19 %

เวลามาตรฐาน = เวลาปกติ + (เวลาปกติ x %เวลาเผื่อรวม)

$$= 26.70 + \left(26.70 \times \frac{19}{100} \right)$$

= 16.70 วินาที

ดังนั้นเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 2 มีค่าเท่ากับ 16.70 วินาที ส่วนข้อมูลเวลามาตรฐานของงานย่อยอื่น ๆ ของพนักงานตรวจสอบและพนักงานบรรจุแสดงในตารางที่ 13.18 และ 13.19 ตามลำดับ

3.2.7 การวิเคราะห์ปัญหาที่เป็นอุปสรรคต่อประสิทธิภาพการทำงาน

จากการศึกษาวิธีการทำงานของพนักงานอย่างละเอียด ได้พบปัญหาดังต่อไปนี้

1. พนักงานต้องหันหลังและเดินไปจดบันทึกข้อมูลทุก ๆ ครั้งที่ทำการตรวจสอบม้วนหนังเทียมในแต่ละม้วนเสร็จสิ้น เนื่องจากโต๊ะจดบันทึกอยู่ด้านหลังของผู้ตรวจสอบ ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น โดยเวลาในส่วนนี้คิดเป็น 10.42 วินาที ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 8.36 ของเวลารวมทั้งกระบวนการของพนักงานตรวจสอบ
2. ในการใส่แกนกระดาษใหม่ พนักงานตรวจสอบต้องเอี้ยวตัวมาหยิบแกนกระดาษจากถังด้านข้างทุก ๆ ครั้งในการทำการเข้าม้วนและตรวจสอบแผ่นหนังเทียม ซึ่งตามหลักการยศาสตร์แล้วพบว่าชิ้นส่วนและเครื่องมือจะต้องจัดวางอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้มือที่สุด ไม่ควรให้พนักงานเอี้ยวตัวไปหยิบสิ่งของบ่อย ๆ
3. หลังจากทำการห่อม้วนหนังเทียมแต่ละม้วนเสร็จ พนักงานต้องยกม้วนหนังเทียมลงจากโต๊ะเพื่อไปวางบนพาเลทด้านล่าง โดยม้วนหนังเทียมแต่ละม้วนนั้นมีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 35-55 กิโลกรัม ซึ่งเกินกว่าองค์การแรงงานระหว่างประเทศได้กำหนดไว้ จึงอาจก่อให้เกิดความเมื่อยล้าและปัญหาทางด้านสุขภาพตามมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.8 ศึกษาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน

จากปัญหาที่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติงานของพนักงานและประสิทธิภาพของสายการผลิต ซึ่งจะก่อให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นและส่งผลต่อปัญหาปัญหาสุขภาพของพนักงาน จึงควรมีการปรับปรุงดังนี้

1. ออกแบบผังสถานที่ปฏิบัติงานในแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียม รวมถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้แก่ โต๊ะจดบันทึก อุปกรณ์สำหรับวางแกนกระดาษ เพื่อขจัดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นของพนักงานในการหันหลังกลับมาจดบันทึก และเพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างต่อเนื่องถูกต้องตามหลักการยศาสตร์
2. ออกแบบอุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียมลงพาเลท เพื่อช่วยทุ่นแรงพนักงานบรรจุในการยกม้วนหนังเทียมที่บรรจุเสร็จแล้วลงมาวางบนพาเลท ซึ่งจะช่วยลดความเมื่อยล้าของพนักงานบรรจุ

ตารางที่ 3.18 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อและเวลามาตรฐานของพนักงานตรวจสอบ

งานย่อย	เวลาเผื่อ (%)			เวลามาตรฐาน (วินาที)
	ส่วนบุคคล	ความเมื่อยล้า	ความล่าช้า	
1. ใส่แกนกระดาษอันใหม่	5.00	9.00	5.00	16.70
2. เข้าม้วนและตรวจสอบม้วนหนังเทียม	5.00	9.00	5.00	30.17
3. ตัดให้ขาดจากม้วนใหญ่	5.00	9.00	5.00	6.08
4. ตัดปลายม้วนส่งแผนกตรวจสอบคุณภาพ	5.00	9.00	5.00	9.02
5. วัดความหนาม้วนหนังเทียม 5 จุด	5.00	9.00	5.00	7.98
6. ติดเทปกาวที่ปลายม้วน	5.00	9.00	5.00	22.36
7. หันหลังเดินกลับมาเพื่อจดบันทึกความหนา	5.00	9.00	5.00	2.54
8. บันทึกความหนา	5.00	9.00	5.00	8.08
9. หันหลังเดินกลับมาที่เครื่องเข้าม้วนหนังเทียม	5.00	9.00	5.00	2.75
10. ชั่งน้ำหนัก	5.00	9.00	5.00	7.99
11. หันหลังเดินกลับมาเพื่อจดบันทึกน้ำหนัก	5.00	9.00	5.00	2.66
12. บันทึกน้ำหนัก	5.00	9.00	5.00	5.90
13. หันหลังเดินกลับมาที่เครื่องเข้าม้วนหนังเทียม	5.00	9.00	5.00	2.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.19 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อและเวลามาตรฐานของพนักงานบรรจุ

งานย่อย	เวลาเผื่อ (%)			เวลามาตรฐาน (วินาที)
	ส่วนบุคคล	ความเมื่อยล้า	ความล่าช้า	
1. ก้มลงไปหยิบกระดาษและพลาสติกห่อ	5.00	22.00	5.00	14.43
2. นำม้วนหนังเทียมมาไว้บริเวณที่ห่อ	5.00	22.00	5.00	3.32
3. ห่อม้วนหนังเทียมและติดฉลาก	5.00	22.00	5.00	55.51
4. ย้ายม้วนหนังเทียมลงบนพาเลท	5.00	22.00	5.00	5.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการศึกษาเวลา

จากการศึกษาวิธีการทำงานและการศึกษาเวลาการทำงานของพนักงานตรวจสอบและพนักงานบรรจุในแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียมสามารถจัดทำเวลามาตรฐานในการทำงานได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 เวลามาตรฐานของพนักงานตรวจสอบ

งานย่อย	เวลามาตรฐาน (วินาที)
1. ใส่แกนกระดาษอันใหม่	16.70
2. เข้าม้วนและตรวจสอบม้วนหนังเทียม	30.17
3. ตัดให้ขาดจากม้วนใหญ่	6.08
4. ตัดปลายม้วนส่งแผนกตรวจสอบคุณภาพ	9.02
5. วัดความหนาม้วนหนังเทียม 5 จุด	7.98
6. ติดเทปกาวที่ปลายม้วน	22.36
7. หันหลังเดินกลับมาเพื่อจดบันทึกความหนา	2.54
8. บันทึกความหนา	8.08
9. หันหลังเดินกลับมาที่เครื่องเข้าม้วนหนังเทียม	2.75
10. ชั่งน้ำหนัก	7.99
11. หันหลังเดินกลับมาเพื่อจดบันทึกน้ำหนัก	2.66
12. บันทึกน้ำหนัก	5.90
13. หันหลังเดินกลับมาที่เครื่องเข้าม้วนหนังเทียม	2.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 เวลามาตรฐานของพนักงานบรรจุ

ลำดับ	งานย่อย	เวลามาตรฐาน (วินาที)
1	ก้มลงไปหยิบกระดาษและพลาสติกห่อ	14.43
2	นำม้วนหนังเทียมมาไว้บริเวณที่ห่อ	3.32
3	ห่อม้วนหนังเทียมและติดฉลาก	55.51
4	ย้ายม้วนหนังเทียมลงบนพาเลท	5.15

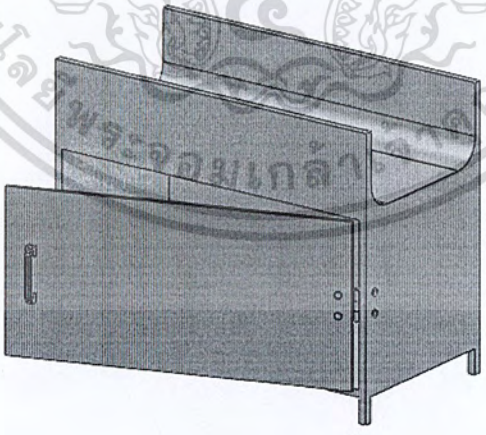
4.2 ผลการปรับปรุงผังสถานที่ปฏิบัติงาน

จากการศึกษาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ผลการออกแบบอุปกรณ์ใหม่และผลการจัดวางผังปฏิบัติงานมีดังต่อไปนี้

4.2.1 ผลการออกแบบอุปกรณ์ใหม่

4.2.1.1 ที่วางแกนกระดาษ

จากหลักการเคลื่อนไหวของมือ พบว่าชิ้นส่วนและเครื่องมือจะต้องจัดวางอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้มือที่สุด และควรลดระยะทางของการเคลื่อนที่ของมือให้สั้นที่สุด รวมถึงควรหลีกเลี่ยงการเอี้ยวตัวหรือการใช้อวัยวะส่วนอื่นซึ่งก่อให้เกิดความเครียดได้มาก ผู้จัดทำจึงออกแบบที่วางแกนกระดาษใหม่ ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 4.1

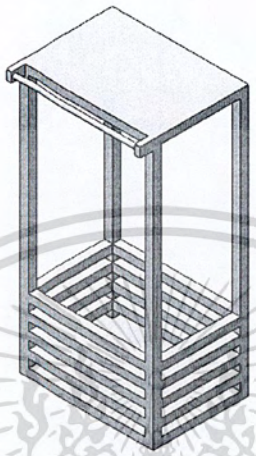


รูปที่ 4.1 ที่วางแกนกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.2 โต๊ะจดบันทึก

เนื่องจากที่จดบันทึกในปัจจุบันดัดแปลงมาจากลิ้นชักใส่ของในสำนักงาน และมีความสูงเพียง 80 เซนติเมตร ซึ่งเป็นความสูงที่ไม่เหมาะสมสำหรับการทำงานในลักษณะยืน ผู้จัดทำจึงทำการออกแบบโต๊ะสำหรับใช้จดบันทึกโดยให้มีความสูง 100 เซนติเมตร ดังรูปที่ 4.2



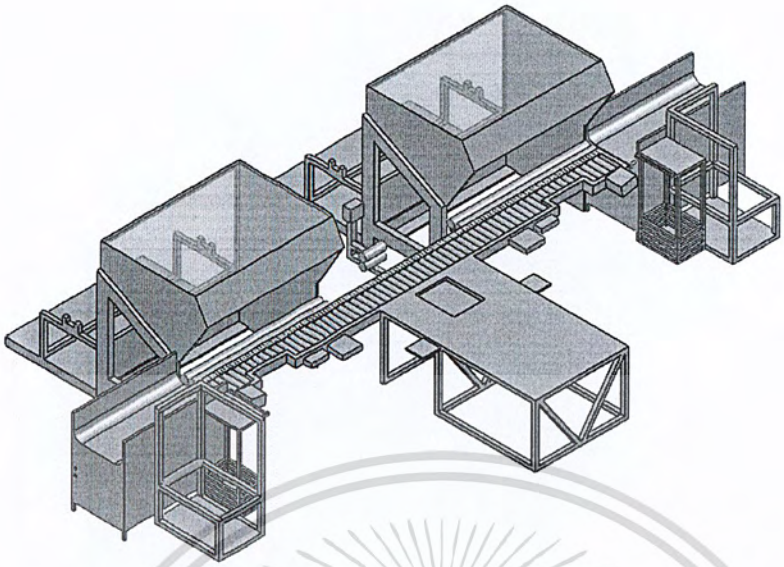
รูปที่ 4.2 โต๊ะจดบันทึก

นอกจากนี้ยังออกแบบให้มีที่พาดปลายม้วนของแผ่นหนังเทียมที่จะส่งแผนกตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งแต่เดิมนั้นไม่มีที่สำหรับพาดปลายม้วนโดยเฉพาะ และด้านใต้โต๊ะจดบันทึกยังออกแบบให้มีสำหรับใส่เศษหนังเทียมที่ไม่ใช้แล้ว ซึ่งเป็นการประหยัดพื้นที่ในบริเวณปฏิบัติงาน

4.2.2 ผลการจัดวางผังสถานที่ปฏิบัติงาน

เมื่อทำการจัดวางอุปกรณ์ต่างๆลงในสถานที่ปฏิบัติงานแล้ว จะมีลักษณะดังภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

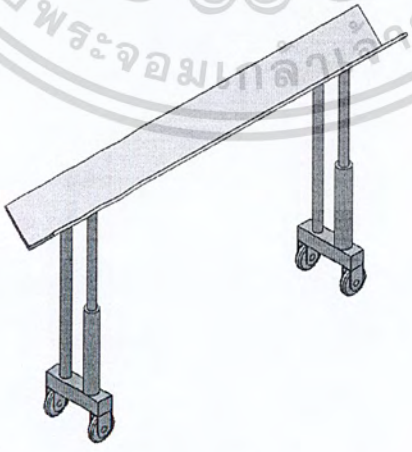


รูปที่ 4.3 ผลการจัดวางอุปกรณ์ต่างๆลงบนผังสถานที่ปฏิบัติงาน

4.3 ผลการออกแบบอุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียม

4.3.1 อุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียม

บริเวณที่รองรับม้วนหนังเทียมจะมีลักษณะเป็นบานพับ และมีล้อเลื่อนสำหรับเคลื่อนที่ซ้าย- ขวา เพื่อให้สามารถนำม้วนหนังเทียมที่บรรจุเสร็จแล้วไปใส่ลงในพาเลท ซึ่งอุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียมนี้จะใช้ระบบนิวเมติกส์ในการควบคุมการเคลื่อนที่ซ้าย-ขวาและการเคลื่อนไหวของบานพับ ดังรูปที่ 4.4



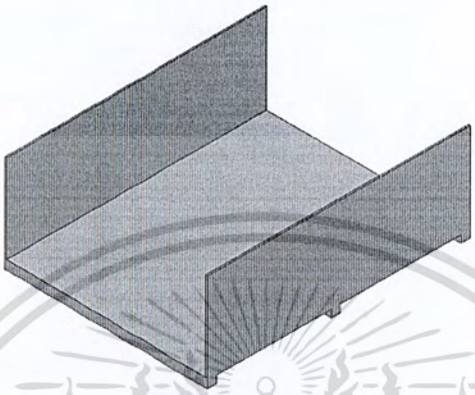
รูปที่ 4.4 อุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการคำนวณในการออกแบบอุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียมจะแสดงในภาคผนวก ข

4.3.2 พาเลท

จากการนำอุปกรณ์ที่ช่วยในการลำเลียงม้วนหนังเทียมมาใช้ จึงจำเป็นต้องเปลี่ยนพาเลทที่ใช้อยู่ในปัจจุบันให้เป็นพาเลทแบบที่มีที่กั้นดังรูปที่ 4.5 เพื่อป้องกันม้วนหนังเทียมไถลตกจากพาเลท

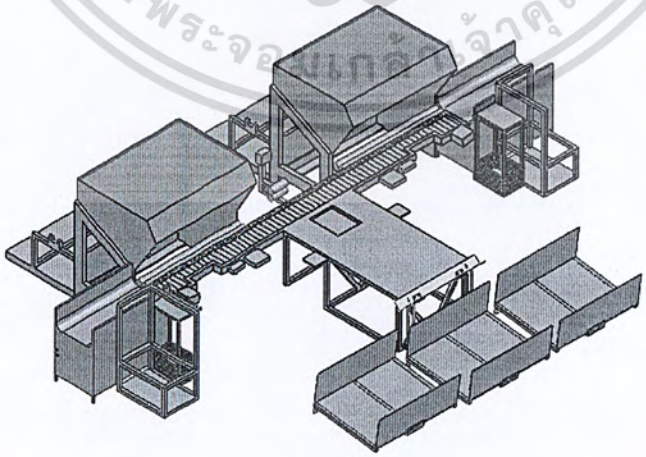


รูปที่ 4.5 พาเลท

ในการใช้งานนั้นพนักงานจะต้องทำการยกพาเลทด้านติดกับโต๊ะบรรจุขึ้นเป็นมุม 5 - 10 องศา เพื่อให้ม้วนหนังเทียมสามารถกลิ้งลงมาวางบนพาเลทได้ โดยในการยกนี้จะใช้แม่แรงซึ่งติดตั้งอยู่บริเวณด้านใต้พาเลทเป็นตัวยกพาเลทขึ้น ซึ่งค่ามุมที่ทำการยกพาเลทขึ้นนั้นได้มาจากการทดสอบจากแบบจำลอง ดังแสดงในภาคผนวก ค

4.3.3 การติดตั้งอุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียม

อุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียมจะติดตั้งอยู่บริเวณด้านหน้าของโต๊ะบรรจุดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ผังสถานที่ปฏิบัติงานหลังจากทำการติดตั้งอุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้บริเวณด้านหน้าพาเลทแต่ละอันจะมีเหล็กฉากที่ยึดติดกับพื้น ซึ่งมีหน้าที่ยึดพาเลทไม่ให้เคลื่อนที่ในขณะที่ม้วนหนังเทียมถูกปล่อยลงมาจากอุปกรณ์ลำเลียง

4.3.4 ระบบการทำงานของอุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียม

จะกำหนดให้อุปกรณ์ลำเลียงมีการเคลื่อนที่ไปยัง 3 ตำแหน่งที่ตรงกับจุดที่วางพาเลท ซึ่งจะแบ่งตาม Order ของม้วนหนังเทียม โดย

- ตำแหน่งที่หนึ่งคือ จุดที่ตรงกับพาเลทด้านซ้าย (Order 1)
- ตำแหน่งที่สองคือ จุดที่ตรงกับพาเลทด้านหน้าซึ่งตรงกับโต๊ะบรรจุ (Order 2)
- ตำแหน่งที่สามคือ จุดที่ตรงกับพาเลทด้านขวา (เกรด B)

ซึ่งระบบการทำงานของอุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียมมีหลักการทำงานดังนี้

1. เริ่มต้นอุปกรณ์ลำเลียงจะอยู่ในตำแหน่งที่สองซึ่งตรงกับโต๊ะบรรจุ เมื่อพนักงานทำการบรรจุม้วนหนังเทียมเสร็จ พนักงานบรรจุจะกดปุ่มเลือกพาเลทที่ 1, 2 หรือ 3 ที่จะนำม้วนหนังเทียมไปวาง
2. อุปกรณ์ลำเลียงจะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ โดยในขั้นตอนนี้จะมีระบบเซนเซอร์ไว้ตรวจจับ บานพับของอุปกรณ์ลำเลียงจะปล่อยม้วนหนังเทียมลงสู่พาเลท โดยใช้ระบบนิวเมติกส์ควบคุมบานพับ
3. บานพับจะมีการกำหนดเวลาหน่วงหลังจากปล่อยม้วนหนังเทียมลงสู่พาเลท เมื่อถึงเวลาที่กำหนดบานพับจะกลับสู่ตำแหน่งเดิม
4. อุปกรณ์ลำเลียงจะเคลื่อนที่กลับมายังตำแหน่งที่จุดเริ่มต้น (ด้านหน้าของโต๊ะบรรจุ)

4.4 ผลการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต

หลังจากทำการออกแบบผังปฏิบัติงาน ทำให้สามารถลดเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานตรวจสอบลงได้ ซึ่งส่งผลต่อเวลารวมของกระบวนการและผลผลิตที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบผลก่อน - หลังการดำเนินการออกแบบและปรับปรุง

	ก่อนการดำเนินงาน	หลังการดำเนินงาน	ผลการปรับปรุง
เวลารวมของกระบวนการ	124.70 วินาที	116.35 วินาที	ลดลง 8.35 วินาที
ผลผลิตที่ได้ต่อวัน	4,152 ม้วน	4,452 ม้วน	เพิ่มขึ้น 300 ม้วนต่อวัน

สำหรับแผนภูมิกระบวนการผลิตหลังการดำเนินการออกแบบและปรับปรุงแสดงในตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แผนภูมิกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) ของพนักงานตรวจสอบหลังการดำเนินการ

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ

Flow Process Chart

แผนภูมิหมายเลข 1 แผ่นที่ 1 ของ 1	สรุปผล			
ผลิตภัณฑ์ / วัสดุ / พนักงาน	**Activity**	**ปัจจุบัน**	**หลังปรับปรุง**	**ลดลง**
พนักงานตรวจสอบ	ปฏิบัติงาน ○	6	6	-
กิจกรรม : กระบวนการผลิต	เคลื่อนย้าย ⇨	4	4	-
ขั้นตอนการตรวจสอบหนังเทียม	ล่าช้า D	-	-	-
	ตรวจสอบ □	3	3	-
วิธีทำงาน : ปัจจุบัน / ปรับปรุง	เก็บ ▽	-	-	-
	ระยะทาง			
สถานที่ : บริษัท ออมโนวา เดคคอร์เรทีฟ โปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด	เวลา (วินาที)	124.70	116.35	8.35
พนักงาน เวลา	ต้นทุน			
บันทึกโดย วันที่	ค่าแรง			
	วัสดุ			
อนุมัติโดย วันที่	รวม			

คำอธิบาย	QTY.	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์ ○ ⇨ D □ ▽	หมายเหตุ
ใส่แกนกระดาษอันใหม่			16.70		
เข้าม้วนและตรวจสอบหนังเทียม			30.17		
ตัดให้ขาดจากม้วนใหญ่			6.08		
ตัดปลายม้วนส่งแผนกตรวจสอบคุณภาพ			9.02		
วัดความหนาหนังเทียม 5 จุด			7.98		
ติดเทปกาวที่ปลายม้วน			22.36		
เอี้ยวตัวไปจดบันทึกความหนา			0.56		
บันทึกความหนา			8.08		
เอี้ยวตัวกลับมาที่เครื่องเข้าม้วนหนังเทียม			0.47		
ชั่งน้ำหนักม้วนหนังเทียม			7.99		
เอี้ยวตัวไปจดบันทึกน้ำหนัก			0.53		
บันทึกน้ำหนัก			5.90		
เอี้ยวตัวกลับมาที่เครื่องเข้าม้วนหนังเทียม			0.51		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับขนาดของอุปกรณ์ที่ได้ทำการออกแบบใหม่ซึ่งประกอบไปด้วยที่วางแกนกระดาษ โต๊ะจดบันทึก และอุปกรณ์ลำเลียงแสดงในภาคผนวก ง ส่วนรายละเอียดวัสดุรวมถึงราคาของอุปกรณ์ต่าง ๆ นั้นแสดงในภาคผนวก จ

4.5 ระยะเวลาดำเนินการ

ในการดำเนินการปรับปรุงสถานที่ปฏิบัติงานในแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียมนั้น จะใช้เวลาประมาณ 7 วัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

เวลาในการปรับพื้นที่	1	วัน
เวลาในการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ	4	วัน
เวลาในการติดตั้งระบบนิวเมติกส์	2	วัน
รวม	**7**	**วัน**

4.6 งบประมาณดำเนินการ

งบประมาณในการดำเนินการนั้น ประกอบไปด้วย

ค่าจ้างช่าง 6 วัน	30,000	บาท
ค่าเสียเวลาในการปรับปรุงผังสถานที่ปฏิบัติงาน 7 วัน	100,000	บาท
ค่าอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.5	156,876	บาท
รวม	**286,876**	**บาท**

ตารางที่ 4.5 ราคาอุปกรณ์ที่ได้ทำการออกแบบ

อุปกรณ์	ราคา (บาท)
1. ที่สำหรับวางแกนกระดาษ	2,640
2. โต๊ะสำหรับจดบันทึก	2,580
3. อุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียม	14,172
4. พาเลท 18 ตัว	44,082
5. เหล็กฉาก 18 ตัว	3,402
6. ระบบนิวเมติกส์ 3 ชุด	90,000
รวม	**156,876**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 ระยะเวลาคืนทุน

จากงบประมาณทั้งหมดซึ่งประกอบไปด้วย

ค่าจ้างช่าง 6 วัน	30,000 บาท
ค่าอุปกรณ์ต่าง ๆ	156,876 บาท
ค่าเสียเวลาในการปรับปรุงผังสถานที่ปฏิบัติงาน 7 วัน	100,000 บาท
รวม	**286,876 บาท**

จากการดำเนินการออกแบบสถานที่ปฏิบัติงาน จะสามารถเพิ่มผลผลิตได้ 300 ม้วนต่อวัน และจากการรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินกำไรของม้วนหนังเทียม ผู้วิจัยคาดการณ์ว่าจะได้กำไร 50 บาทต่อม้วน ดังนั้น 1 วัน กำไรที่เพิ่มขึ้นโดยประมาณจากการปรับปรุงและออกแบบสถานที่ปฏิบัติงานมีค่าเท่ากับ

$$\text{กำไรเพิ่มขึ้นต่อวัน} = \text{จำนวนม้วนหนังเทียมที่เพิ่มขึ้น} \times \text{กำไรต่อม้วน}$$

$$= 300 \times 50$$

$$= 15{,}000 \text{ บาท}$$

เพราะฉะนั้นระยะเวลาโดยประมาณในการคืนทุนจากการปรับปรุงและออกแบบสถานที่ปฏิบัติงานมีค่าเท่ากับ

$$\text{ระยะเวลาในการคืนทุน} = \frac{\text{ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ}}{\text{กำไรที่เพิ่มขึ้นต่อวัน}}$$

$$= \frac{286{,}876}{15{,}000}$$

$$= 20 \text{ วัน}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผลการดำเนินการ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาและวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงวิธีการทำงานให้ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน โดยนำความรู้ด้านการศึกษางาน การศึกษาเวลา และหลักการศาสตร์มาใช้ในการปรับปรุงแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียม

5.1 สรุปผลการดำเนินการ

จากการดำเนินการออกแบบผังปฏิบัติงาน เพื่อให้พนักงานทำงานได้ถูกหลักการยศาสตร์และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานนั้น สามารถสรุปผลการดำเนินงานได้ดังนี้

5.1.1 การปรับปรุงผังสถานที่ปฏิบัติงาน

เมื่อทำการปรับปรุงผังสถานที่ปฏิบัติงานแล้ว จะทำให้สามารถลดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นของพนักงานลงได้ และช่วยให้พนักงานปฏิบัติงานได้ถูกหลักการยศาสตร์มากขึ้น ส่งผลให้ความเมื่อยล้าจากการทำงานลดลง วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆถูกจัดวางอยู่อย่างเหมาะสม ช่วยให้ขั้นตอนการปฏิบัติงานเป็นไปอย่างต่อเนื่องมากขึ้น

5.1.2 การออกแบบอุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียม

ในการนำอุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียมมาช่วยในการลำเลียงม้วนหนังเทียมจากโต๊ะบรรจุลงไปวางบนพาเลทนั้น จะช่วยลดความเมื่อยล้าของพนักงานบรรจุลงได้ และช่วยให้การปฏิบัติงานเป็นไปด้วยความสะดวกมากยิ่งขึ้น

5.1.3 การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต

หลังจากทำการปรับปรุงผังสถานที่ปฏิบัติงานแล้ว ทำให้เวลาในการปฏิบัติงานของพนักงานตรวจสอบม้วนหนังเทียมลดลง 8.35 วินาที หรือคิดเป็นร้อยละ 6.7 ของเวลารวมทั้งหมดของกระบวนการ ซึ่งทำให้สามารถเข้าม้วนหนังเทียมได้เพิ่มขึ้น 300 ม้วนต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.4 การประเมินความพึงพอใจผลการออกแบบสถานที่ปฏิบัติงาน

หลังจากได้ดำเนินการออกแบบสถานที่ปฏิบัติงานแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบใบประเมินความพึงพอใจให้พนักงานในแผนกฯ จำนวน 10 คน ทำการประเมิน เพื่อทำการเปรียบเทียบความพึงพอใจระหว่างผังสถานที่ปฏิบัติงานในปัจจุบันและผังสถานที่ปฏิบัติงานที่ผู้วิจัยได้ทำการนำเสนอ โดยประเด็นประเมินได้แบ่งออกเป็นด้านการยศาสตร์ ด้านการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการ ด้านความปลอดภัย ด้านเทคโนโลยี และด้านการซ่อมบำรุง โดยรูปแบบใบประเมินแสดงในภาคผนวก ฉ ซึ่งผลการประเมินแสดงดังในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ผลการประเมินก่อนและหลังการดำเนินการ

ประเด็นประเมิน	คะแนนเต็ม	ก่อนการดำเนินงาน (คะแนน)	หลังการดำเนินงาน (คะแนน)	เพิ่มขึ้น (%)
ด้านการยศาสตร์	32	20.20	27.40	22.50
ด้านการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการ	16	9.10	11.60	7.81
ด้านความปลอดภัย	12	8.60	9.20	1.88
ด้านเทคโนโลยี	8	4.70	5.80	3.44
ด้านการซ่อมบำรุง	8	6.40	6.70	0.94

แต่เนื่องจากว่าในการปรับปรุงครั้งนี้ทางบริษัทฯ ต้องการเน้นความสำคัญในด้านการยศาสตร์ ผู้วิจัยจึงให้ค่าน้ำหนักความสำคัญในด้านการยศาสตร์มากที่สุด จากนั้นทำการหาค่าความพึงพอใจโดยรวม ซึ่งแสดงในตารางที่ 5.2 โดยค่า Rating ได้มาจากผลคะแนนโดยเฉลี่ยจากพนักงานในแผนกฯ จำนวน 10 คนที่ได้ทำการประเมินความพึงพอใจ ส่วนค่า WR สามารถหาได้จากการนำเอาค่า Rating คูณเข้ากับค่าน้ำหนัก (Weight)

ตารางที่ 5.2 ผลการประเมินโดยรวมก่อนและหลังการดำเนินการ

ประเด็นประเมิน	Weight	ก่อนการดำเนินงาน		หลังการดำเนินงาน	
		Rating	WR	Rating	WR
ด้านการยศาสตร์	8/19	20.20	8.50	27.40	11.54
ด้านการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการ	4/19	9.10	1.92	11.60	2.44
ด้านความปลอดภัย	3/19	8.60	1.36	9.20	1.45
ด้านเทคโนโลยี	2/19	4.70	0.49	5.80	0.61
ด้านการซ่อมบำรุง	2/19	6.40	0.67	6.70	0.70
รวม	**1.00**		**12.94**		**16.74**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 5.2 จะเห็นว่าหลังจากทำการออกแบบผังสถานที่ปฏิบัติงานแล้วพนักงานในแผนกฯ มีความเห็นว่าจะทำให้ภาพรวมของกระบวนการดีขึ้น

5.2 อภิปรายผลการดำเนินการ

5.2.1 ปัญหาที่พบระหว่างทำการศึกษา

ระหว่างที่ทำการศึกษากระบวนการผลิต มีการพบปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการศึกษางานดังนี้

1. ในขณะที่ทำการศึกษาเวลาพนักงานมีสภาพการทำงานไม่เป็นปกติ เนื่องจากพนักงานรู้สึกว่ามีการเข้าไปจับผิด จึงทำให้เกิดสภาพการทำงานที่เร็วเกินไปหรือช้าเกินไป
2. การให้เวลาค่าเผื่อและค่าประเมินในการทำงานของพนักงานผู้ทำการวิจัยเป็นผู้ประเมินเอง ทำให้เวลามาตรฐานที่ได้อาจมีความคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงบ้าง เนื่องจากผู้วิจัยยังไม่มีความชำนาญเท่าที่ควร และเนื่องจากทางบริษัทฯไม่เคยจัดทำเวลามาตรฐานไว้ ทำให้ไม่สามารถทราบได้ว่าเวลามาตรฐานที่ผู้วิจัยคำนวณมาได้นั้นถูกต้องหรือไม่ หรือมีความคลาดเคลื่อนมากน้อยเพียงใด

5.2.2 แนวทางในการนำไปใช้จริงในอนาคต

ในการนำโครงงานนี้ไปใช้ในการปรับปรุงบริษัทฯ นั้น ทางบริษัทฯ ต้องดำเนินการเพิ่มเติมในบางส่วนที่อยู่นอกเหนือขอบเขตของโครงงานดังนี้

1. เนื่องจากว่าในการออกแบบอุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียมนั้น ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบในส่วนของตัวเครื่องเท่านั้น โดยไม่รวมถึงระบบนิวเมติกส์ ดังนั้นในการนำไปใช้จริงทางบริษัทฯ จะต้องทำการออกแบบระบบนิวเมติกส์ที่ใช้ในการควบคุมตัวอุปกรณ์ลำเลียงเพิ่มเติมด้วย
2. ในการใช้งานอุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียมนั้น จะต้องทำการยกพาเลทให้สูงขึ้นเป็นมุม 5-10 องศา ซึ่งในการออกแบบนั้นผู้วิจัยได้แนะนำให้ใช้แม่แรงในการยก ซึ่งทางบริษัทฯ ควรดูความเหมาะสมอีกครั้งก่อนนำไปใช้จริง เนื่องจากว่าอาจมีวัสดุหรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่เหมาะสมและสะดวกต่อการใช้งานมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- "กลศาสตร์ของวัสดุ.". [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.men.neu.ac.th/Solid/solid1%20index.html 2010.
- ธนวรรณ อัศวไพบูลย์, การเพิ่มผลผลิตโรงงานผลิตของเด็กเล่นที่ใช้ขับขี่และเฟอร์นิเจอร์เหล็กโดยการปรับปรุงวิธีการทำงานและการวางแผนการผลิต, วิทยานิพนธ์, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย, 2534.
- นริศ เจริญพร, การศึกษาการออกแบบเชิงการยศาสตร์ของสถานีทำงานจักรเย็บอุตสาหกรรม, วิทยานิพนธ์, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย, 2534.
- นิวิท เจริญใจ, การออกแบบเชิงการยศาสตร์ของท่านั่งสำหรับการเชื่อมท่อ, วิทยานิพนธ์, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย, 2534.
- บรรพต เทพฤทธิ์, การปรับปรุงวิธีการชำแหละไก่ถอดกระดูกโดยวิธีการทางการยศาสตร์, วิทยานิพนธ์, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย, 2546.
- บัณฑิตย์ วิเศษศรี, การลดเวลาการผลิตเวอร์มเกียร์โดยการจัดสมดุลการผลิตการศึกษางานและการปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์, วิทยานิพนธ์, สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์การจัดการงานวิศวกรรม, มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย, 2546.
- ไพรัช เจตนชัย, การปรับปรุงระบบงานในหน่วยงานออกแบบและสร้างเครื่องจักร, วิทยานิพนธ์, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย, 2541.
- รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม และเนื้อ โสม ติงสัญชลี. การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2538.
- วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2522.
- วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ และคณะ. การศึกษาการทำงาน. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- อภิชัย สีตกะลิน, ปัญหาการยศาสตร์ในโรงงานผลิตภัณฑ์อนามัยโดยวิธีการยศาสตร์โดยรวม, วิทยานิพนธ์, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย, 2536.
- "ไฮดรอลิกส์และนิวเมติกส์.". [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://library.tru.ac.th/ttpdf/b65840/b65840.html 2547.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางเวลาเผื่อสำหรับบุคคลและความเครียดในองค์ประกอบด้านต่าง ๆ

เวลาเผื่อ	ชาย (%)	หญิง (%)
เวลาเผื่อสำหรับงานที่ใช้กล้ามเนื้อ		
น้ำหนักยก (ปอนด์)		
(1 ปอนด์ = 0.454 กิโลกรัม)		
5	0	1
10	1	2
20	3	4
40	9	13
50	13	20 (Max)
70	22	0
ระยะทางไม่เหมาะสม	2	2
ความร้อนและความชื้น		
พลังงานความเย็น (เครื่องวัดอุณหภูมิแบบเคท)		
12 หรือมากกว่า	0	0
10	3	0
8	10	0
6	12	0
สมาธิในการทำงาน		
งานละเอียด	0	0
งานละเอียดมาก	2	2
ระดับเสียง		
เสียงดัง	2	2
เสียงดังมาก	5	5
สภาพความตึงเครียด		
งานซับซ้อน	1	1
งานซับซ้อนมาก	8	8
ความซ้ำซาก		
ปานกลาง	1	1
สูง	4	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณในการออกแบบอุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียม

วัสดุที่เลือกใช้คือ เหล็กคาร์บอน AISI 1010 ผ่านกระบวนการอบร้อน เนื่องจากมีความแข็งแรงสูง และราคาไม่สูงมาก จึงเหมาะที่จะนำมาใช้งาน ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

- ค่าความต้านแรงดึงคราก $\sigma_y = 289.59\ \mathrm{N/mm^2}$
- ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น $E = 207\ \mathrm{GPa}$
- ค่าน้ำหนักจำเพาะ $w = 76.5\ \mathrm{kN/m^3}$
- ค่าความเค้นเฉือนคราก $\tau_y = 0.5\sigma_y$

การออกแบบได้กำหนดค่าความปลอดภัยเท่ากับ 3 เนื่องจากวัสดุที่ใช้เป็นเหล็กเหนียวและรับแรงซ้ำทิศทางเดียว

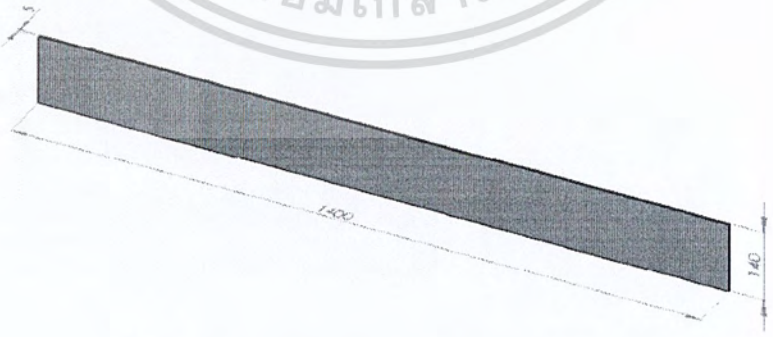
น้ำหนักสูงสุดของม้วนหนังเทียม (m) คือ 55 kg ดังนั้นแรงเนื่องจากน้ำหนักของม้วนหนังมีค่าเท่ากับ

จาก
$$F_{\text{ม้วนหนังเทียม}} = mg$$
$$= 55 \times 9.81$$
$$= 539.55\ \mathrm{N}$$

เมื่อ m = น้ำหนักของม้วนหนังเทียม (kg)

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก มีค่า $9.81\ \mathrm{m/s^2}$

1. การคำนวณส่วนรองรับม้วนหนังเทียม



รูปที่ 1 แผ่นเหล็กส่วนรองรับม้วนหนังเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดของแผ่นเหล็ก

- หนา (b) 5 มิลลิเมตร
- กว้าง (a) 140 มิลลิเมตร
- ยาว (l) 1400 มิลลิเมตร

ดังนั้น ปริมาตรของแผ่นเหล็ก (V) มีค่าเท่ากับ

$$V = a \times b \times l$$

$$= 5 \times 140 \times 1400$$

$$= 98 \times 10^{-5}\ m^3$$

และน้ำหนักของแผ่นเหล็ก ($W_{แผ่นเหล็ก}$) มีค่าเท่ากับ

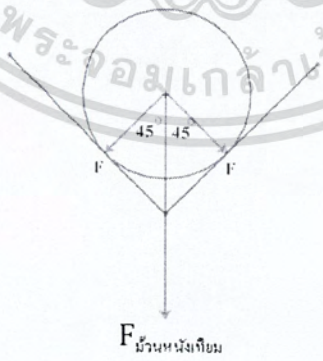
$$W_{แผ่นเหล็ก} = w \times V$$

$$= (76.50 \times 10^3) \times (98 \times 10^{-5})$$

$$= 74.97\ N$$

เมื่อ w = ค่าน้ำหนักจำเพาะ (N)

เมื่อทำการแตกแรงน้ำหนักของม้วนหนังเทียมที่กดลงบนแผ่นเหล็กจะมีลักษณะดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การแตกแรงเนื่องจากน้ำหนักของม้วนหนังเทียมไปยังแผ่นเหล็ก

จากรูปที่ 2 ส่วนรองรับม้วนหนังเทียมจะรับแรงเนื่องจากน้ำหนักของม้วนหนังเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

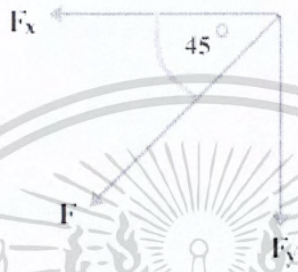
$$F = F_{\text{ม้วนหนังเทียม}} \times \sin\theta$$

$$= 539.55 \times \sin 45$$

$$= 381.52 \text{ N}$$

เมื่อ $F_{\text{ม้วนหนังเทียม}}$ = แรงเนื่องจากน้ำหนักของม้วนหนังเทียม (N)

F = แรงที่กระทำต่อแผ่นเหล็ก (N)



รูปที่ 3 การแตกแรงเนื่องจากน้ำหนักของม้วนหนังเทียมไปตามแนวแกน x และแกน y

จากรูปที่ 3 เมื่อแตกแรงไปตามแนวแกน x และแกน y จะได้ดังนี้

แรงในแนวแกน x

$$F_x = \sin\theta \times F$$

$$= \sin 45 \times 381.52$$

$$= 269.78 \text{ N}$$

แรงในแนวแกน y

$$F_y = \sin\theta \times F$$

$$= \sin 45 \times 381.52$$

$$= 269.78 \text{ N}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความเค้นในการออกแบบ (σ_d) สามารถหาได้จากสมการ 2.12

$$\sigma_d = \frac{\sigma_y}{N}$$

$$= \frac{289.59}{3}$$

$$= 96.53\ \mathrm{N/mm^2}$$

และจากสมการที่ 2.9 จะได้ค่าความเค้นเฉือนในการออกแบบ (τ_d) คือ

$$\tau_d = 0.5\sigma_d$$

$$= 0.5 \times 96.53$$

$$= 48.27\ \mathrm{N/mm^2}$$

จากสมการที่ 2.8

$$\tau_d = \frac{F_d}{bl}$$

$$48.27 = \frac{F_d}{1400\times5}$$

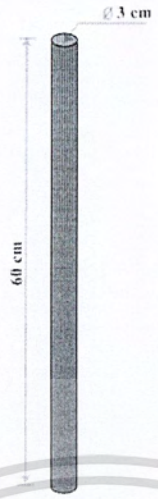
$$F_d = 337.89\ \mathrm{kN}$$

จะได้ว่าแรงที่วัสดุสามารถรับน้ำหนักได้คือ 337.89 kN ซึ่งมีค่ามากกว่าแรงเนื่องจากน้ำหนักของม้วนหนังเทียมคือ 381.52 N เพราะฉะนั้นอุปกรณ์ที่ออกแบบในส่วนนี้จะไม่เกิดความเสียหาย

2. การคำนวณเสาที่ยึดแท่นรองรับม้วนหนังเทียม

ในการออกแบบผู้วิจัยได้กำหนดเส้นผ่านศูนย์กลางของเสา (D) คือ 3 เซนติเมตร และเสาสูง 60 เซนติเมตร ดังรูปที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 เสาที่ยึดแท่นรองรับม้วนหนังเทียม

พื้นที่หน้าตัดที่รับแรงสามารถหาได้จาก

$$A = \pi r^2$$

$$= 3.14 \times 1.5^2$$

$$= 7.07 cm^2$$

เมื่อ A = พื้นที่หน้าตัดของเสา (cm^2)

π = ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 3.14

r = รัศมีของเสา (cm)

และเสานี้จะมีปริมาตรเท่ากับ

$$V = \pi r^2 L$$

$$= \pi 1.5^2 (60)$$

$$= 424.20 \ cm^3$$

เมื่อ V = ปริมาตรของเสา (cm^3)

L = ความสูงของเสา (cm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นน้ำหนักของเสานี้มีค่าเท่ากับ

$$W_{เสา} = w \times V$$

$$= (76.5 \times 10^{3}) \times (424.20 \times 10^{-6})$$

$$= 32.45 \text{ N}$$

และค่าโมเมนต์เฉื่อยของพื้นหน้าตัดของเสามีค่าเท่ากับ

$$I = \frac{\pi D^2}{64}$$

$$I = \frac{\pi \times 3^2}{64}$$

$$= 3.98 \text{ cm}^4$$

เนื่องจากเสาที่ยึดแท่นรองรับม้วนหนังเทียมเป็นลักษณะเสาปลายตรึง ดังนั้น ความยาวสมมูลของเสา (L_e) มีค่าเท่ากับ

$$L_e = \frac{L}{2}$$

$$= \frac{60}{2}$$

$$= 30 \text{ cm}$$

และค่ารัศมีไจเรชัน (k)

$$k = \left(\frac{I}{A}\right)^{1/2}$$

$$k = \left(\frac{3.98}{7.07}\right)^{1/2}$$

$$k = 0.75 \text{ cm}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าอัตราส่วน $\frac{L_e}{K} = \frac{30}{0.75} = 40$

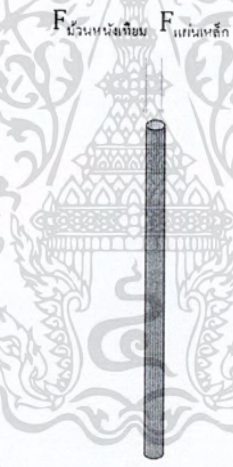
ดังนั้นสมการที่ใช้ในการคำนวณแรงที่เสารับน้ำหนักจะใช้สมการที่ 2.17 ซึ่งเป็นสมการของจอห์นสัน

$$F = \frac{\sigma_y}{N} A \left[1 - \frac{\sigma_y (L_e/k)^2}{4\pi^2 E}\right]$$

$$= \frac{(289.59\times10^6)\times(7.07\times10^{-4})}{3} \left[1 - \frac{(289.59\times10^6)\times(40)^2}{4\pi^2\times(207\times10^9)}\right]$$

$$= 64.16\ kN$$

แรงที่เสารับคือ แรงเนื่องจากน้ำหนักของม้วนหนังเทียม และแรงเนื่องจากน้ำหนักของแผ่นเหล็กซึ่งเป็นส่วนรองรับ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แนวแรงที่กระทำต่อเสา

ดังนั้น

$$\sum F_y = F_{ม้วนหนังเทียม} + F_{แผ่นเหล็ก}$$

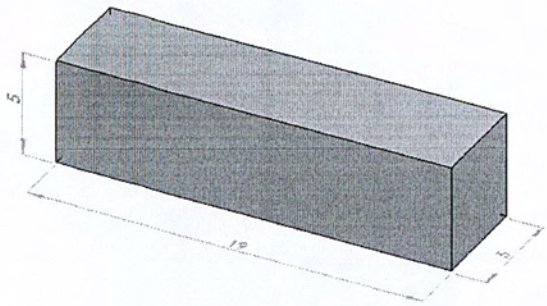
$$= 269.78 + 74.97$$

$$= 344.75\ N$$

ซึ่งจะเห็นว่าค่าแรงสูงสุดที่เสารับได้จากคำนวณโดยสมการของ จอห์นสัน มีค่ามากกว่าค่าแรงที่เสารับน้ำหนักจริงในการใช้งานคือ 277.28 N ดังนั้นเสาที่ออกแบบจะไม่เกิดความเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การคำนวณคานด้านล่างฐานอุปกรณ์ลำเลียง



รูปที่ 6 คานด้านล่างฐานอุปกรณ์ลำเลียง

ขนาดของคาน

- ยาว (l) 19 เซนติเมตร
- กว้าง (b) 5 เซนติเมตร
- สูง (h) 5 เซนติเมตร

ซึ่งหน้าตัดของคานแสดงในรูปที่ 7

รูปที่ 7 หน้าตัดคาน

จากรูปที่ 7 หน้าตัดของคานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งมีจุดศูนย์ถ่วง (c) อยู่ที่ระยะ 2 cm

ค่าโมเมนต์เฉื่อยของพื้นหน้าตัดของเสาสามารถหาได้จาก

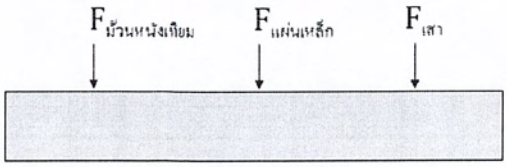
$$I = \frac{bh^3}{12}$$

$$= \frac{5\times(5^3)}{12}$$

$$= 52.08 \times 10^4\ mm^4$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงที่คานรับน้ำหนักจะแสดงดังรูปที่ 8 ซึ่งเป็นแรงที่เกิดจากแรงเนื่องจากน้ำหนักของม้วนหนังเทียม แรงเนื่องจากน้ำหนักของแผ่นเหล็กซึ่งเป็นส่วนรองรับ และแรงเนื่องจากน้ำหนักของเสา



รูปที่ 8 แรงทั้งหมดที่กระทำต่อคาน

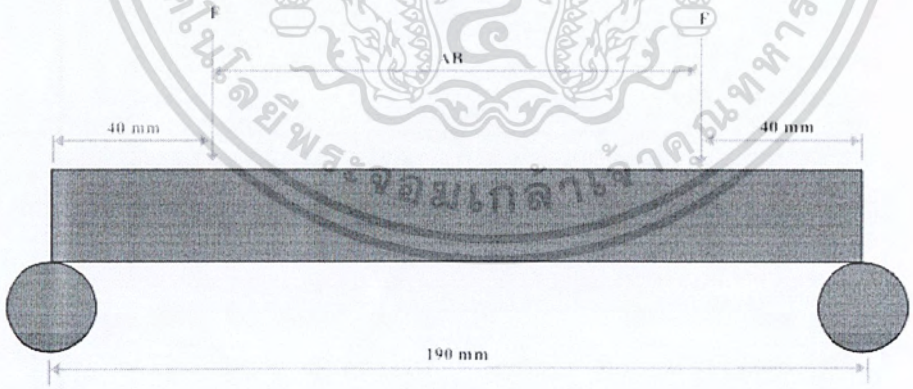
ดังนั้น

$$\sum F_y = F_{\text{ม้วนหนังเทียม}} + F_{\text{แผ่นเหล็ก}} + F_{\text{เสา}}$$

$$= 269.78 + 74.97 + 32.45$$

$$= 377.20\ N$$

และคานในช่วง AB แรงเฉือนจะเป็นศูนย์ ซึ่งในช่วงนี้จะเกิดโมเมนต์ดัดสูงสุด (M_{max}) โดนรูปการรับแรงของคานแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9 การรับแรงของคาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$M_{max} = F \times a$$

$$= 377.20 \times 40$$

$$= 15088\ N \cdot mm$$

เมื่อ M_{max} = โมเมนต์ดัดสูงสุด ($N \cdot mm$)

a = ระยะจากปลายคานถึงจุดที่มีแรงกระทำต่อคาน (mm)

ซึ่งจากรูปที่ 9 จะได้ $a = 40\ mm$

ค่าความเค้นสูงสุดที่เกิดขึ้นบนคานนี้ (σ_{max}) คือ

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}c}{I}$$

$$= \frac{15088 \times 25}{52.08 \times 10^4}\ \sigma_{max}$$

$$= 0.72\ N/mm^2$$

ซึ่งค่าความเค้นที่เกิดขึ้นนั้นมีค่าน้อยกว่าค่าความเค้นที่ใช้ในการออกแบบ(σ_d) คือ $96.53\ N/mm^2$ ดังนั้นคานนี้จะไม่เกิดความเสียหาย

เมื่อพิสูจน์แล้วว่าคานจะไม่เกิดความเสียหาย แต่ในทางกลศาสตร์นั้น ต้องคำนึงถึงระยะโก่งของคานและมุมลาดเอียงที่เกิดขึ้นเนื่องจากการรับน้ำหนักของคาน ดังนี้

จากตารางที่ 2.6 คานมีการรับน้ำหนักดังกรณีที่ 7 ดังนั้นระยะโก่งของคานสามารถหาได้จาก

$$\delta = \frac{Pa}{48EI}(3L^2 - 4a^2)$$

$$= \frac{377.20 \times 40}{48 \times (207 \times 10^3) \times (52.08 \times 10^4)}[3 \times (190^2) - 4 \times (40^2)]$$

$$= 2.97 \times 10^{-4}\ mm$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และมุมลาดเอียงสามารถคำนวณได้จาก

$$\theta_L = \frac{Pa(L^2 - a^2)}{6LEI}$$

$$= \frac{377.20 \times 40(190^2 - 40^2)}{6 \times 190 \times (207 \times 10^3) \times (52.08 \times 10^4)}$$

$$= 4.24 \times 10^{-6}$$

ระยะโก่งที่เกิดขึ้นบนคานนี้มีค่าน้อยมากจึงถือว่าไม่มีการโก่งตัวของคานเกิดขึ้นเลย และมุมลาดเอียงที่เกิดขึ้นก็มีค่าน้อยเช่นกัน ดังนั้นคานนี้จึงแข็งแรงพอสำหรับการรับน้ำหนักที่เกิดจากการใช้งาน

ส่วนด้านที่เป็นไฮดรอลิกนั้น อุปกรณ์ที่ใช้ต้องรับแรงได้อย่างน้อยมีค่าเท่ากับผลรวมของแรงเนื่องจากน้ำหนักของม้วนหนังเทียม และแรงเนื่องจากน้ำหนักของแผ่นเหล็กส่วนรองรับม้วนหนังเทียมทั้งสองฝั่ง

ดังนั้น

$$\sum F_y = F_{\text{ม้วนหนังเทียม}} + 2F_{\text{แผ่นเหล็ก}}$$

$$= 269.78 + (2 \times 74.97)$$

$$= 419.72 \text{ N}$$

ดังนั้นอุปกรณ์นิวเมติกส์ที่นำมาใช้ต้องรับแรงได้ไม่ต่ำกว่า 419.72 N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

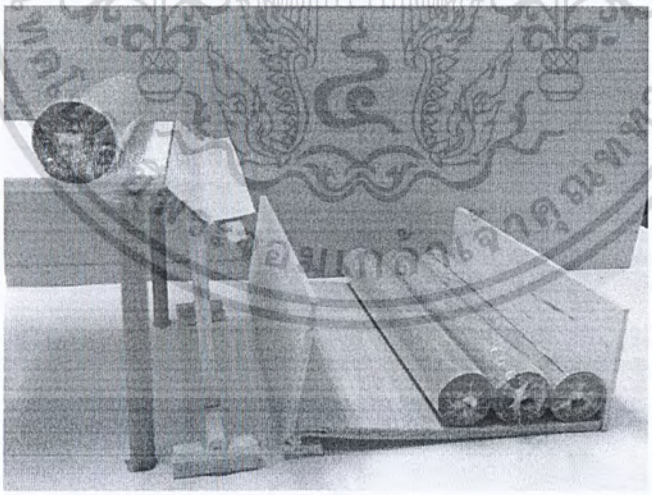
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหามุมที่เหมาะสมในการยกพาเลท

ในการออกแบบอุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียมนั้น ในการนำไปใช้งานจะต้องทำการยกพาเลทด้านที่ติดกับอุปกรณ์ลำเลียงขึ้นเพื่อให้ม้วนหนังเทียมที่ถูกปล่อยลงมาจากอุปกรณ์ลำเลียงสามารถเรียงตัวได้อย่างเป็นระเบียบในพาเลท ซึ่งในการหามุมที่เหมาะสมนั้นในโครงงานนี้จะใช้การทำแบบจำลองซึ่งมีขนาด 1:5 และทำการทดสอบ โดยการทดสอบมีขั้นตอนดังนี้

1. จัดวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังรูปที่ 1
2. ทำการยกพาเลทด้านที่ติดกับอุปกรณ์ลำเลียงขึ้น
3. กลิ้งม้วนหนังเทียมลงมาในอุปกรณ์ลำเลียง
4. ปล่อยม้วนหนังเทียมจากอุปกรณ์ลำเลียงลงมาวางในพาเลทจนเต็มชั้นที่ 1
5. ปล่อยม้วนหนังเทียมจากอุปกรณ์ลำเลียงลงมาวางในพาเลทในชั้นที่ 2 ถ้าม้วนหนังเทียมไม่สามารถกลิ้งลงมาวางอย่างเป็นระเบียบได้ให้กลับไปทำขั้นตอนที่ 2 โดยเพิ่มมุมในการยกให้เพิ่มขึ้นเล็กน้อย และทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนได้มุมที่เหมาะสมที่สามารถทำให้ม้วนหนังเทียมที่ถูกปล่อยลงมายังพาเลทถูกเรียงอย่างเป็นระเบียบ
6. เมื่อได้มุมที่เหมาะสมแล้วทำการวัดมุมระหว่างพาเลทด้านที่ทำการยกกับพื้น ซึ่งค่ามุมที่ได้นี้จะเป็นค่ามุมที่เหมาะสมในการยกพาเลท

จากการทดลองในโครงงานนี้ทำให้ได้ค่ามุมที่เหมาะสมในการยกพาเลทซึ่งมีค่าประมาณ 5-10 องศา

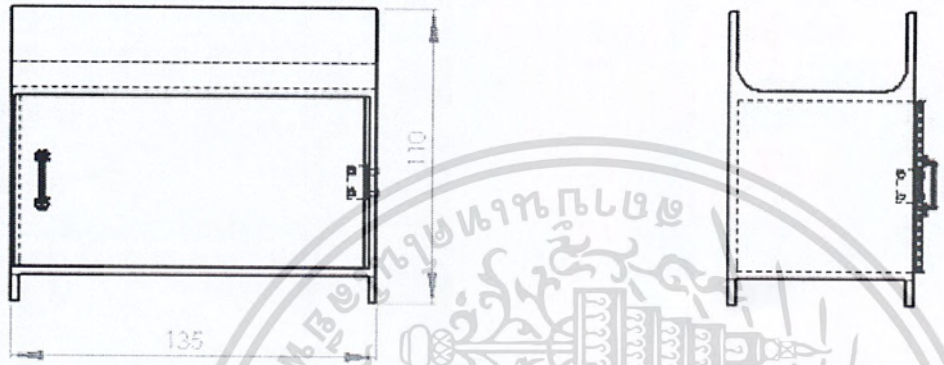


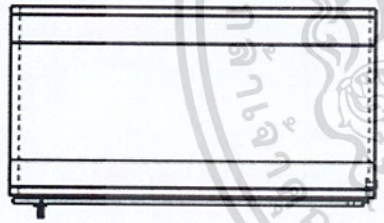
รูปที่ 1 แบบจำลองอุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

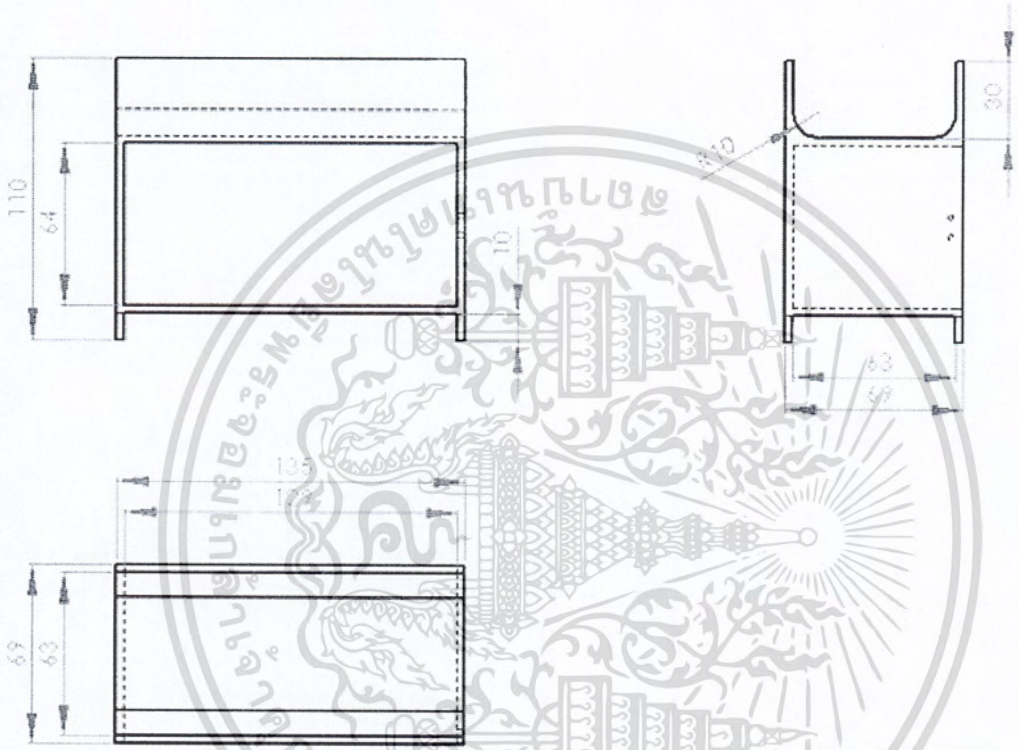




		110 X 135 X 69 cm	AISI 1010	1
Pos.	Part Name And Remark	Dimention	Material	Qty.

Scale 1:1	Drawn		KMITL.
	Designer		
	Approved		
	ที่วางแกนกระดาษ		Drawing No.

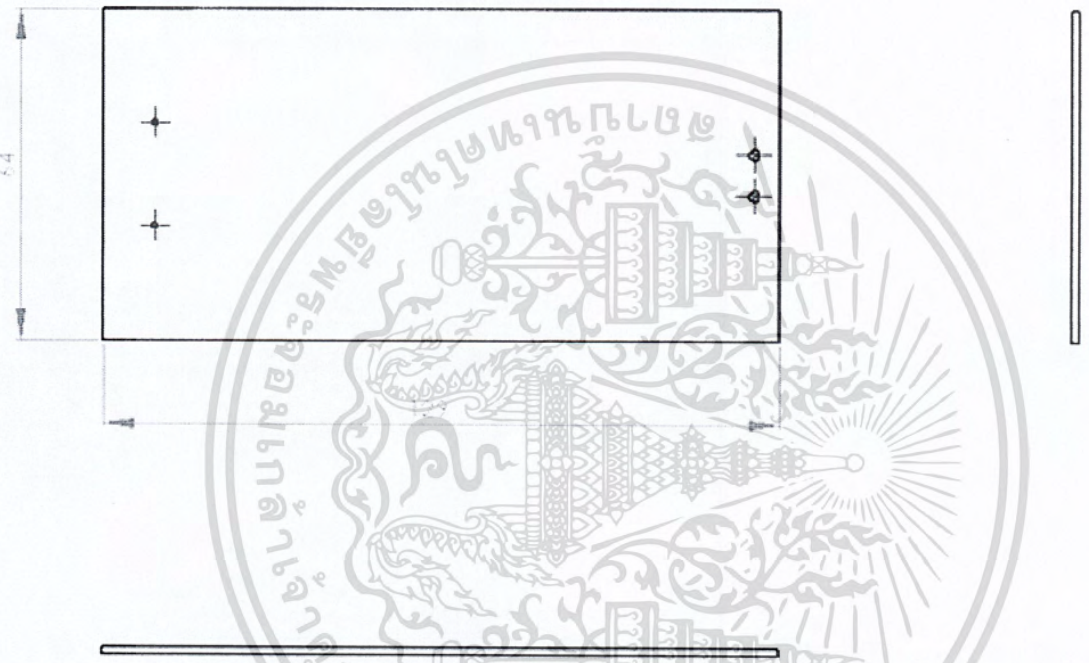
ลิขสิทธิ์เป็นของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การแสวงหากำไร หรือเพื่อการอื่นใด ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1	โครงตู้	110 X 135 X 69cm	AISI 1010	1
Pos.	Part Name And Remark	Dimention	Material	Qty.

Scale	Drawn		KMITL.
1:1	Designer		
	Approved		
	ที่วางแกนกระดาษ		Drawing No.

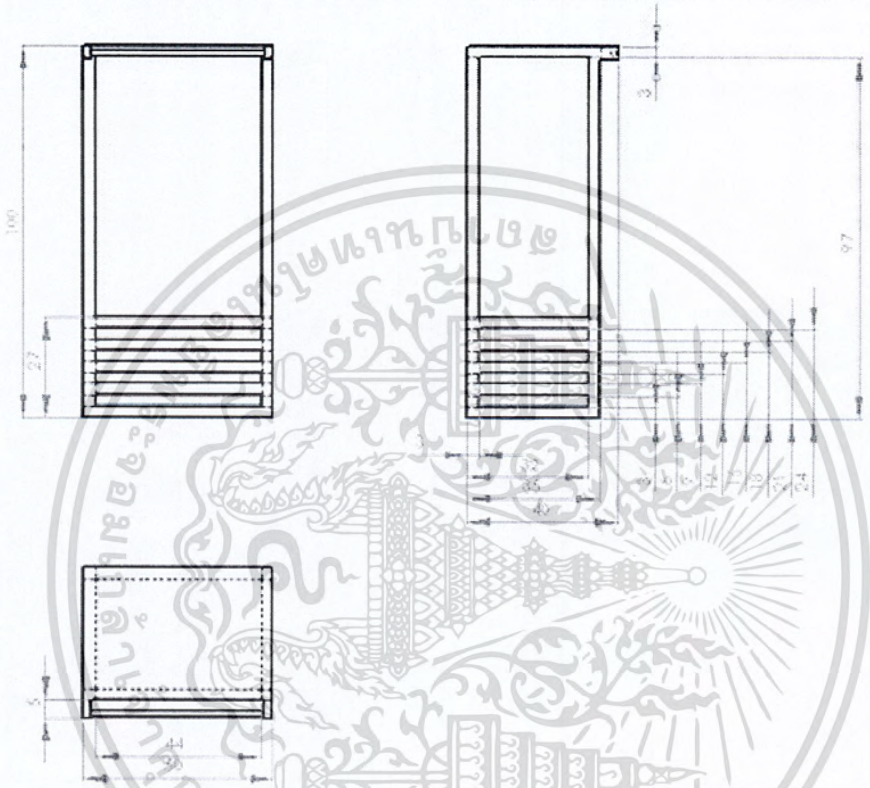
ลิขสิทธิ์เป็นของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การแสวงหากำไร หรือการจำหน่าย ในกรณีที่ต้องการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ต้องได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังก่อนเท่านั้น



2	ฝาปิดตู้	64 X 129 X 0.5 cm	AISI 1010	1
Pos.	Part Name And Remark	Dimention	Material	Qty.

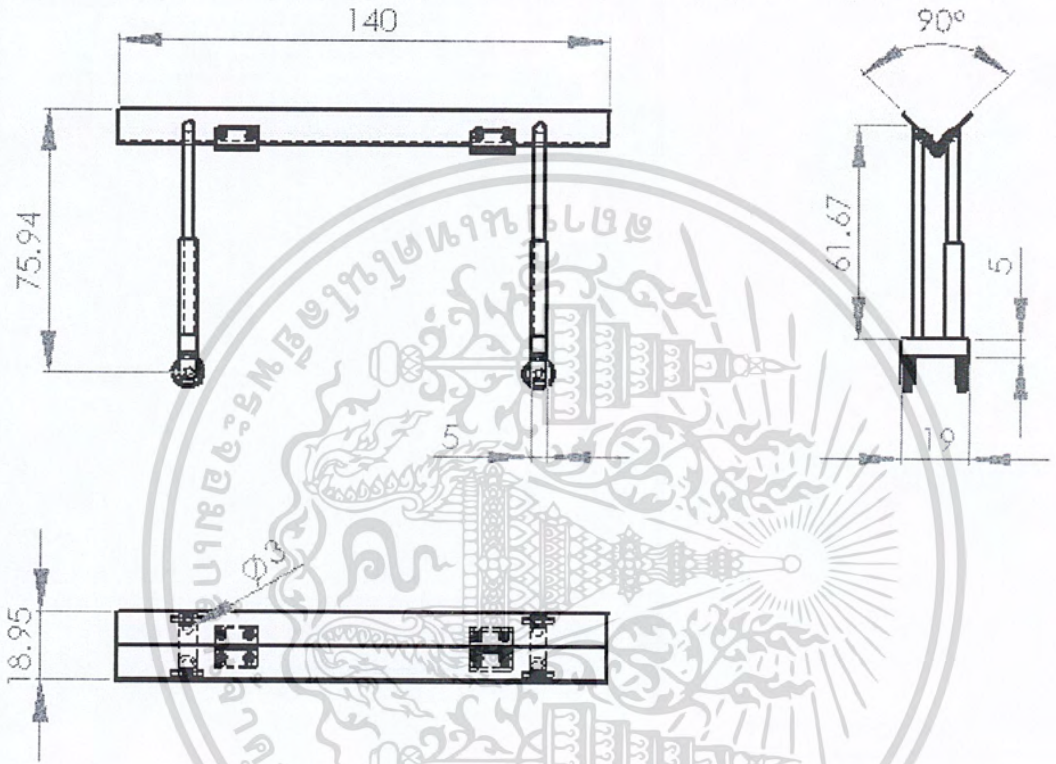
Scale 1:1	Drawn		KMITL.
	Designer		
	Approved		
	ที่วางแกนกระดาย		Drawing No.

ลิขสิทธิ์เป็นของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

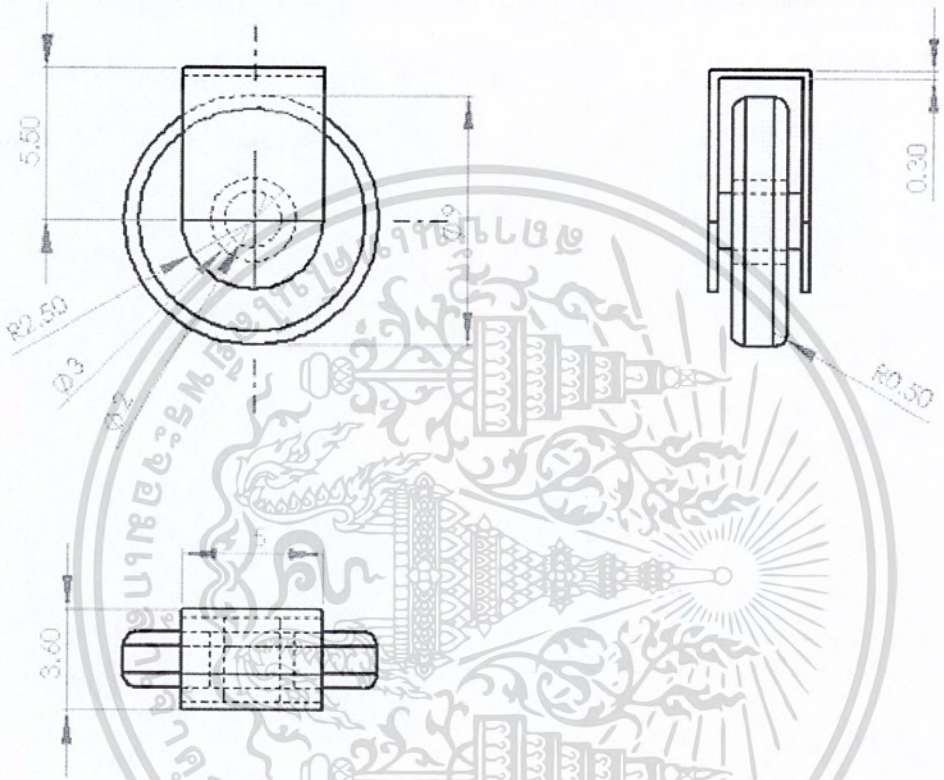


		100 X 50 X 50 cm	AISI 1010	2
Pos.	Part Name And Remark	Dimention	Material	Qty.
Scale 1:1	Drawn		KMITL.	
	Designer			
	Approved			
	โต๊ะจดบันทึก		Drawing No.	

ลิขสิทธิ์เป็นของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้ดัดแปลง ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ เว้นแต่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



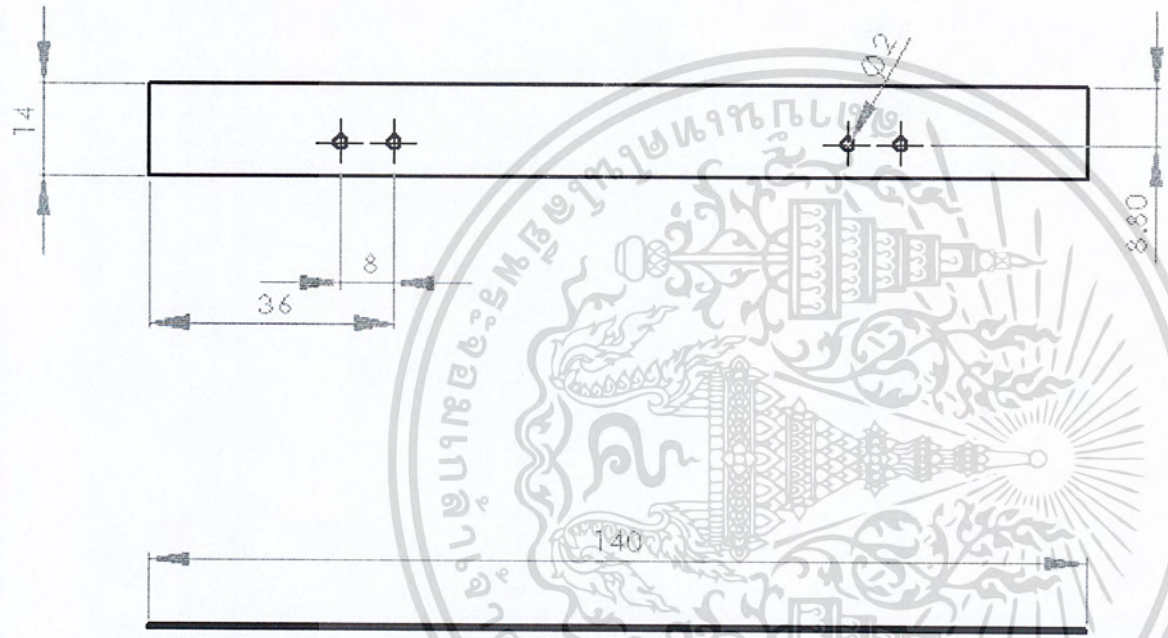
		80 X 140 X 19 cm	AISI 1010	3
Pos.	Part Name And Remark	Dimention	Material	Qty.
Scale 1:1	Drawn		KMITL.	
	Designer			
	Approved			
	อุปกรณ์ลำเลียง		Drawing No.	



1	ล้อ	Ø 9 cm	AISI 1010	3
Pos.	Part Name And Remark	Dimention	Material	Qty.

Scale 1:1	Drawn		KMITL.
	Designer		
	Approved		
	อุปกรณ์ลำเลียง		Drawing No.

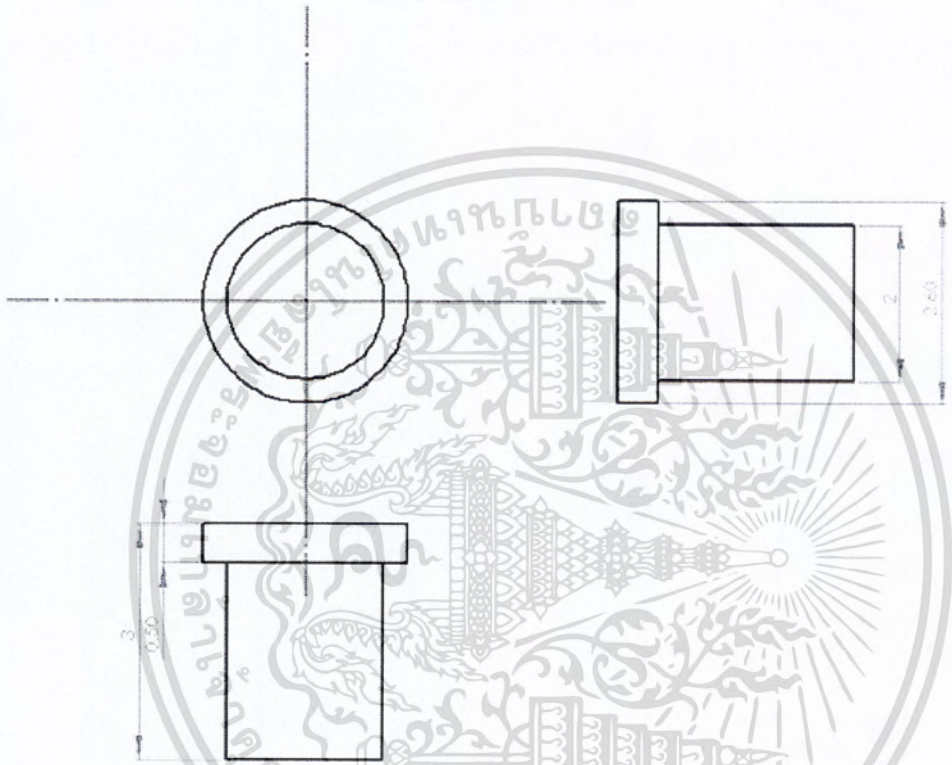
ลิขสิทธิ์เป็นของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



2	เหล็กแผ่นบานพับ	14 X 140 X 0.5 cm	AISI 1010	3
Pos.	Part Name And Remark	Dimention	Material	Qty.

Scale 1:1	Drawn		KMITL.
	Designer		
	Approved		
	อุปกรณ์ลำเลียง		Drawing No.

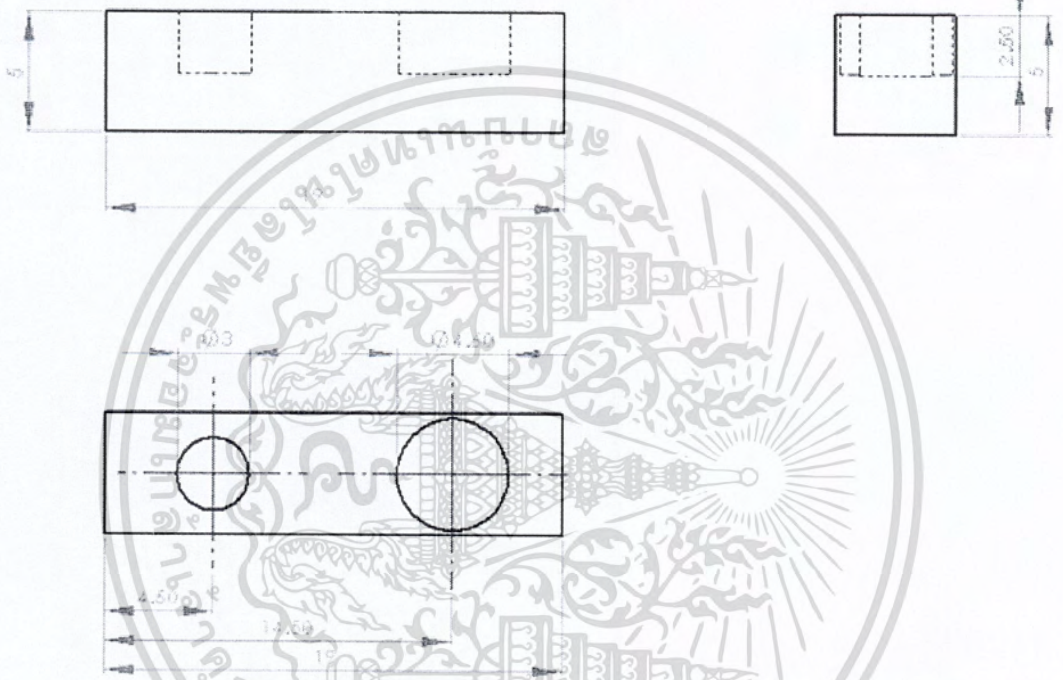
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



3	bolt	Ø2.6 X Ø2 X 3 cm	AISI 1010	3
Pos.	Part Name And Remark	Dimention	Material	Qty.

Scale 1:1	Drawn		KMITL.
	Designer		
	Approved		
	อุปกรณ์ลำเลียง		Drawing No.

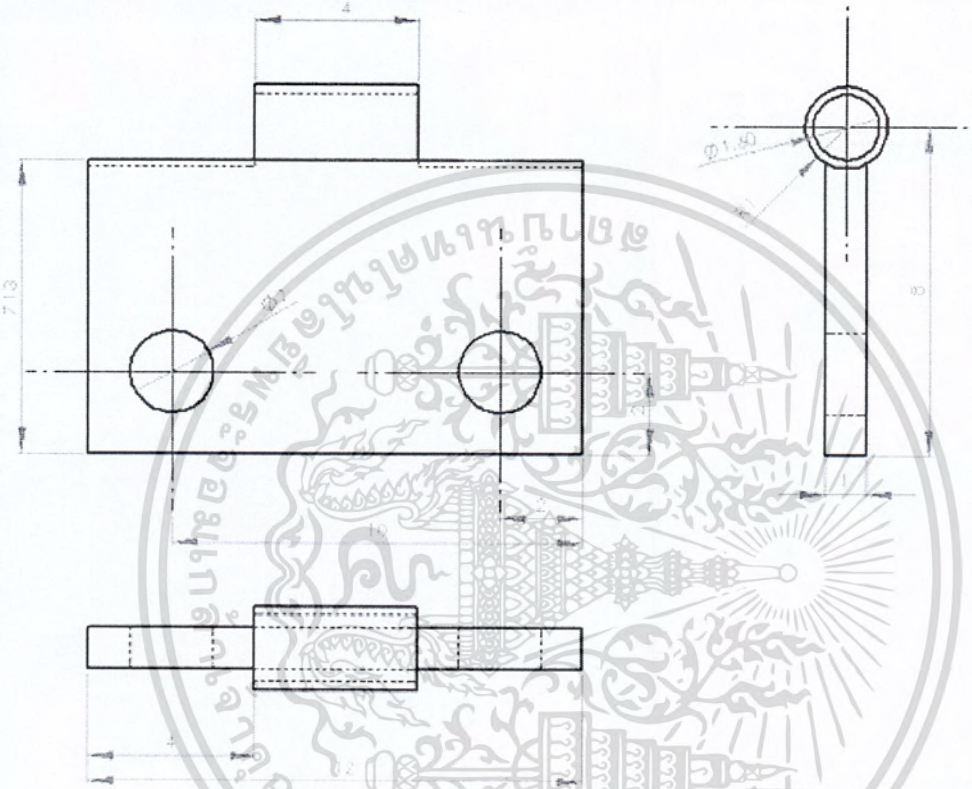
ลิขสิทธิ์เป็นของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การแสวงหากำไร หรือการใช้งานในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น



Pos.	Part Name And Remark	Dimention	Material	Qty.
4	คาน	5 X 19 X 5 cm	AISI 1010	3

Scale 1:1	Drawn	KMITL.
	Designer	
	Approved	
	อุปกรณ์ลำเลียง	Drawing No.

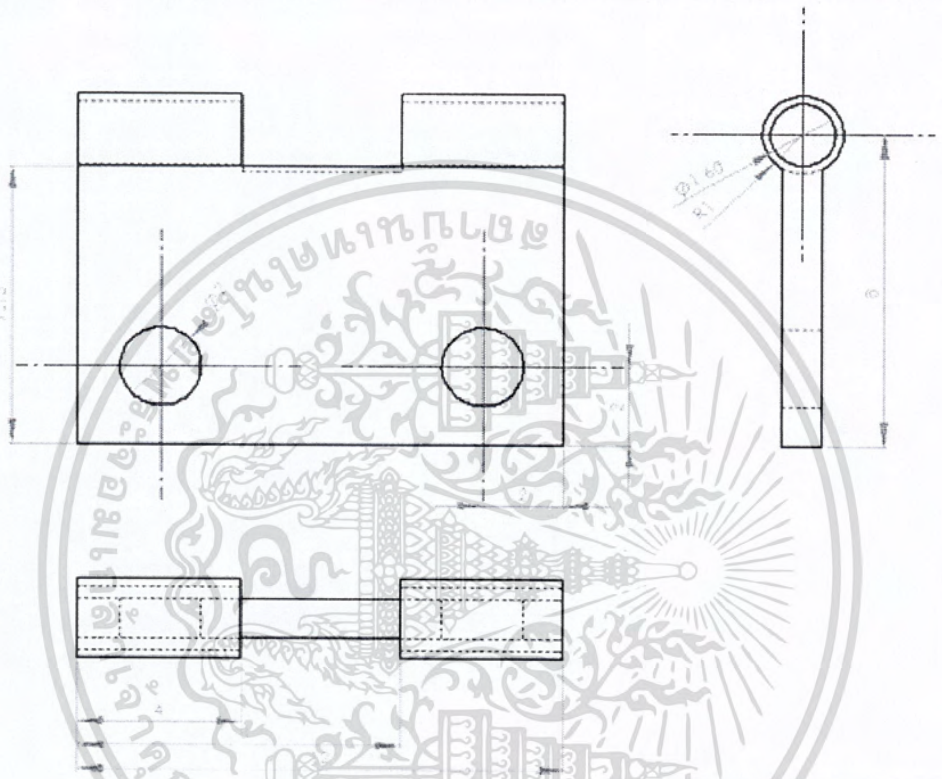
ลิขสิทธิ์เป็นของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การแสวงหากำไร หรือเพื่อการอื่นใด ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ผู้ใดฝ่าฝืนมีความผิดตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. ๒๕๓๗ ที่แก้ไขเพิ่มเติม



5	บานพับ 1	9 X 12 X 1 cm	AISI 1010	3
Pos.	Part Name And Remark	Dimention	Material	Qty.

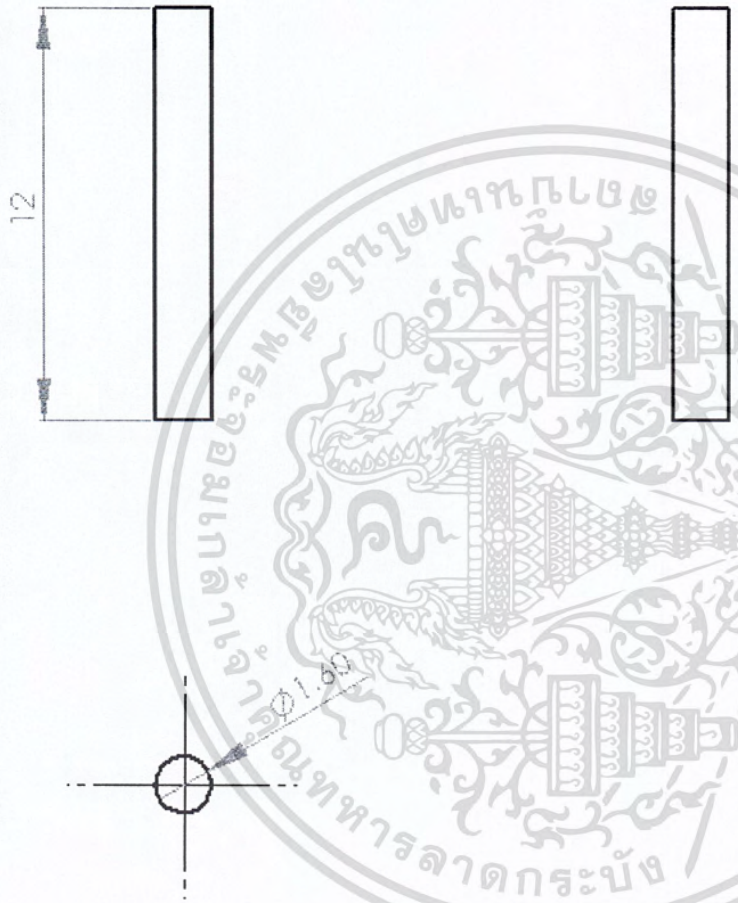
Scale	Drawn		KMITL.
1:1	Designer		
	Approved		
	อุปกรณ์ลำเลียง		Drawing No.

ลิขสิทธิ์เป็นของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



6	บานพับ 2	9 X 12 X 1 cm	AISI 1010	3
Pos.	Part Name And Remark	Dimention	Material	Qty.

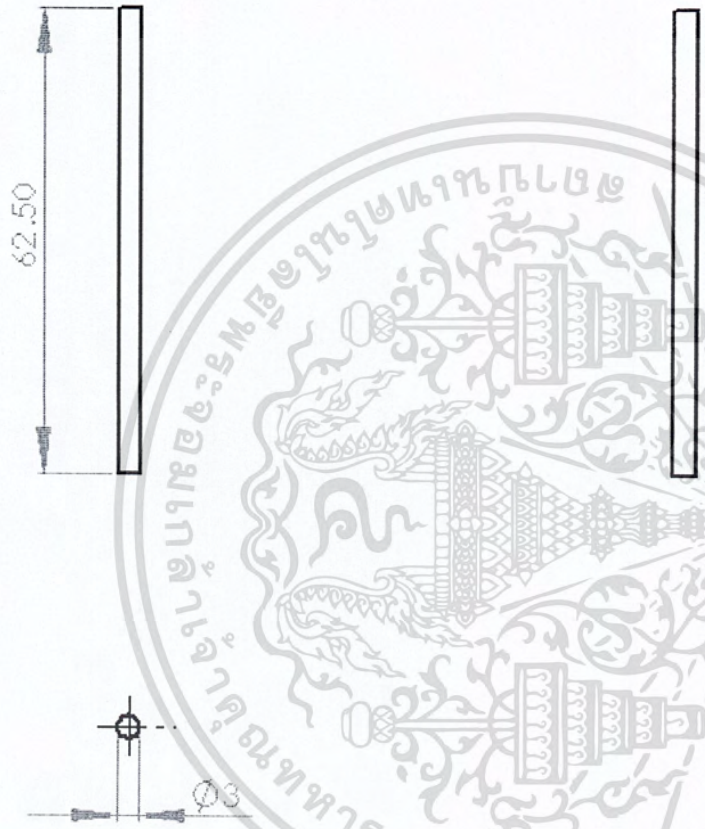
Scale 1:1	Drawn		KMITL.
	Designer		
	Approved		
	อุปกรณ์ลำเลียง		Drawing No.



7	สลักบานพับ	Ø1.60 X 12 cm	AISI 1010	3
Pos.	Part Name And Remark	Dimention	Material	Qty.

Scale 1:1	Drawn		KMITL.
	Designer		
	Approved		
	อุปกรณ์ลำเลียง		Drawing No.

ใบอนุญาตนี้ไม่ได้ให้สิทธิ์ในการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานดังกล่าวทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

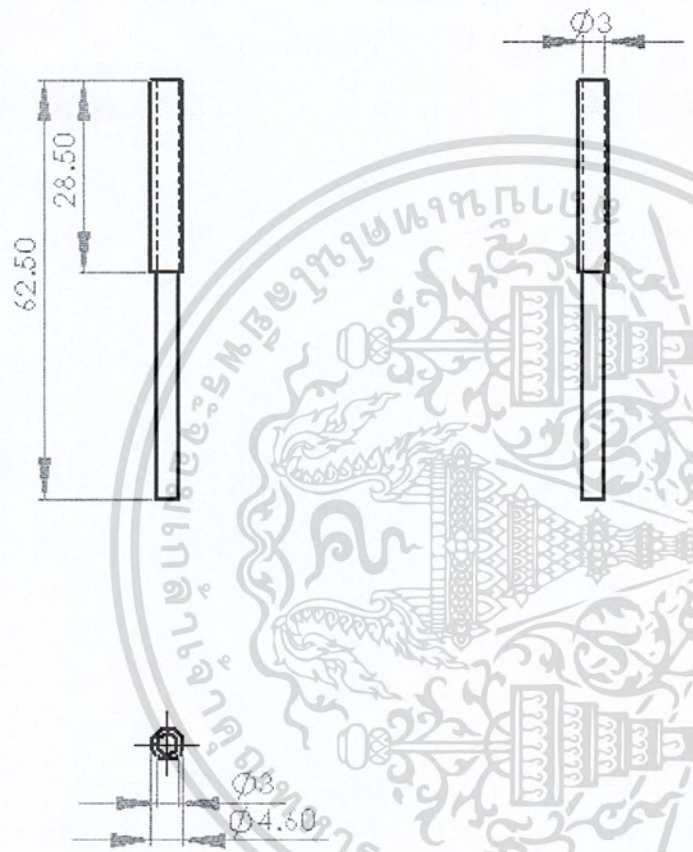


8	เสา	Ø3 X 62.50 cm	AISI 1010	3
Pos.	Part Name And Remark	Dimention	Material	Qty.

Scale 1:1	Drawn		KMITL.
	Designer		
	Approved		
	อุปกรณ์ลำเลียง		Drawing No.

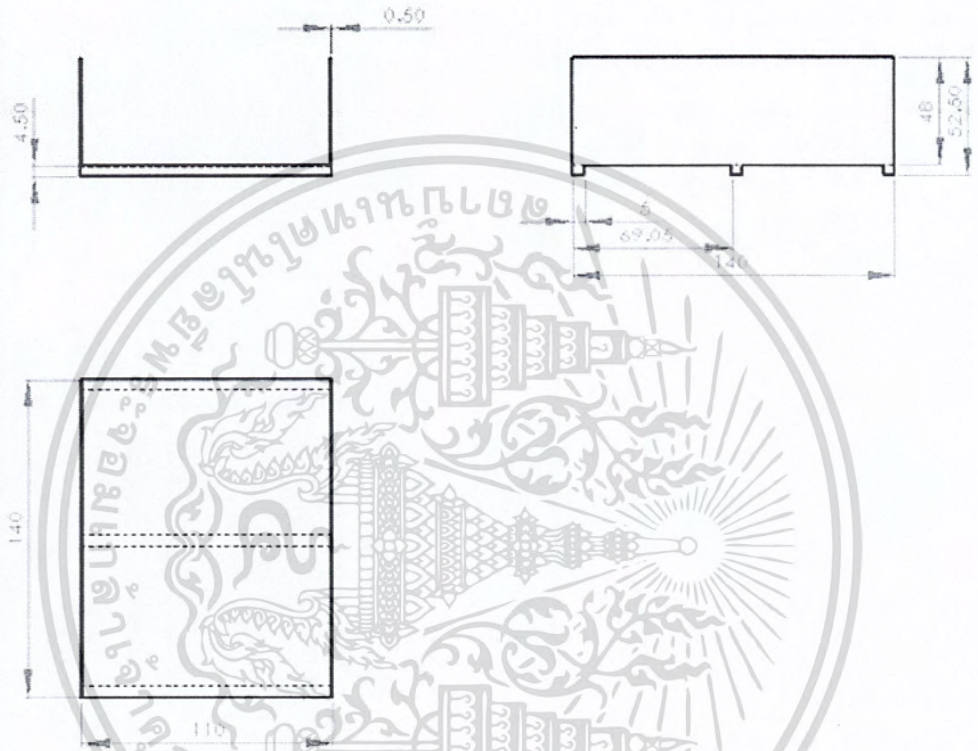
ใบงานนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ก่อนได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากสถาบันฯ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



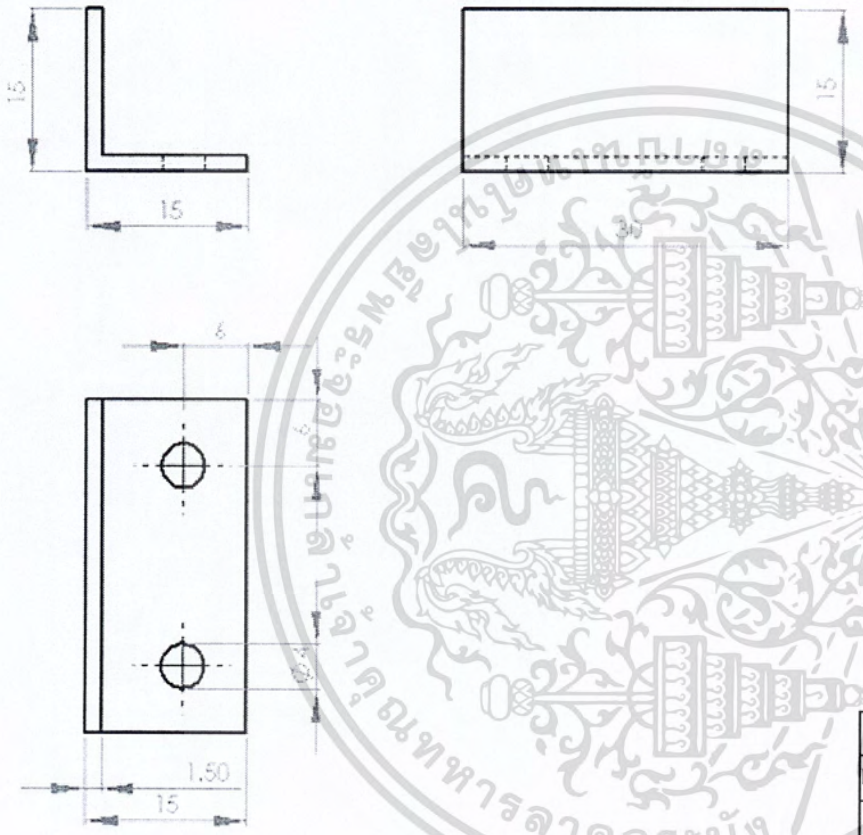
9	Hydraulic Cylinder	Ø4.6 X Ø3 X 62.5 cm	AISI 1010	3
Pos.	Part Name And Remark	Dimention	Material	Qty.

Scale 1:1	Drawn		KMITL.
	Designer		
	Approved		
	อุปกรณ์ลำเลียง		Drawing No.



		110 X 140 X 48 cm	AISI 1010	4
Pos.	Part Name And Remark	Dimention	Material	Qty.
Scale 1:1	Drawn		KMITL.	
	Designer			
	Approved			
	พาเลท		Drawing No.	

ลิขสิทธิ์เป็นของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ใช้ได้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การแสวงหากำไร หรือเพื่อการอื่นใด ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น การนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การแสวงหากำไร หรือเพื่อการอื่นใด ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ต้องได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



		30 X 15 X 15 cm	AISI 1010	5
Pos.	Part Name And Remark	Dimention	Material	Qty.
Scale 1:1	Drawn		KMITL.	
	Designer			
	Approved			
	เหล็กฉาก		Drawing No.	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดวัสดุและงบประมาณในการจัดทำอุปกรณ์

1. ที่สำหรับวางแกนกระดาษ

งบประมาณของวัสดุทั้งหมดที่ต้องใช้สำหรับทำที่สำหรับวางแกนกระดาษจำนวน 1 ตัว มีราคาประมาณ 880 บาท โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 แป๊บเหล็กสี่เหลี่ยมทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง

ขนาด 32 x 32 มิลลิเมตร หนา 1.60 มิลลิเมตร ยาว 0.8 เมตร จำนวน 4 ท่อน ราคาประมาณ 108.93 – 110.35 บาท

1.2 เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี

หนา 0.35 มิลลิเมตร ราคาประมาณ 684.43 บาท ประกอบด้วย

- เหล็กแผ่นขนาด 1 x 1.35 เมตร จำนวน 2 แผ่น
- เหล็กแผ่นขนาด 1.23 x 1.35 เมตร จำนวน 1 แผ่น
- เหล็กแผ่นขนาด 0.69 x 1.35 เมตร จำนวน 1 แผ่น
- เหล็กแผ่นขนาด 0.69 x 1 เมตร จำนวน 2 แผ่น

1.3 บานพับสแตนเลส

ขนาด 4 x 3 นิ้ว จำนวน 2 ตัว ตัวละ 30 บาท

1.4 มือจับทำจากซิงค์ชุบโครเมี่ยม

ขนาด 4 นิ้ว จำนวน 1 ตัว ตัวละ 27 บาท

2. โต๊ะสำหรับจดบันทึก

งบประมาณของวัสดุทั้งหมดที่ใช้สำหรับทำโต๊ะสำหรับจดบันทึกจำนวน 1 ตัว มีราคาประมาณ 390 – 430 บาท โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 แป๊บเหล็กสี่เหลี่ยมทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง

ขนาด 32x 32 มิลลิเมตร หนา 1.60 มิลลิเมตร ราคาประมาณ 332.23 – 365.45 บาท ประกอบด้วย

- เหล็กยาว 0.94 เมตร จำนวน 4 ท่อน
- เหล็กยาว 0.46 เมตร จำนวน 8 ท่อน
- เหล็กยาว 0.29 เมตร จำนวน 8 ท่อน

2.2 เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี

ขนาด 0.50 x 0.35 เมตร หนา 0.35 มิลลิเมตร จำนวน 2 แผ่น

ราคาแผ่นละ ประมาณ 25.86 บาท

2.3 เหล็กเส้นกลมทำจากเหล็กคาร์บอนต่ำ

ขนาด 9 มิลลิเมตร เบา ยาว 0.46 เมตร จำนวน 1 ท่อน

ราคาประมาณ 5.87 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียม

งบประมาณของวัสดุทั้งหมดที่ใช้สำหรับทำอุปกรณ์ลำเลียงม้วนหนังเทียมจำนวน 1 ตัว โดยที่ไม่รวมระบบ ไฮดรอลิค มีราคาประมาณ 2362.26 บาท โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 เหล็กแผ่นดำ

ขนาด 1.40 x 0.14 เมตร หนา 5 มิลลิเมตร จำนวน 2 แผ่น

ราคาแผ่นละประมาณ 1693.21 บาท

3.2 เหล็กแผ่นดำ

ขนาด 80 x 120 มิลลิเมตร หนา 10 มิลลิเมตร จำนวน 2 แผ่น

ราคาแผ่นละ 16.56 บาท

3.3 แป๊บเหล็กกลม

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร หนา 4 มิลลิเมตร ยาว 40 มิลลิเมตร จำนวน 3 ท่อน

ราคาท่อนละประมาณ 5 บาท

3.4 เหล็กเพลาขาว

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร ยาว 0.625 เมตร จำนวน 2 ท่อน

ราคาท่อนละประมาณ 104.76 บาท

3.5 เหล็กตันสี่เหลี่ยม

ขนาด 50 x 50 มิลลิเมตร ยาว 190 มิลลิเมตร จำนวน 2 ท่อน

ราคาท่อนละประมาณ 54.15 บาท

3.6 เหล็กตันกลม

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร ยาว 120 มิลลิเมตร จำนวน 2 ท่อน

ราคาท่อนละประมาณ 3 บาท

3.7 ลูกล้ออุตสาหกรรมโพลียูรีเทนพร้อมแป๊น รุ่น R300

จำนวน 4 ล้อ

ราคาล้อละ 410 บาท

4. พาเลท

งบประมาณของวัสดุทั้งหมดที่ใช้สำหรับทำพาเลทจำนวน 1 ตัว มีราคา 2449.03 บาท โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 เหล็กแผ่นดำ

หนา 5 มิลลิเมตร ราคาประมาณ 1970.53 บาท ประกอบด้วย

- ขนาด 1.10 x 1.40 เมตร จำนวน 1 แผ่น
- ขนาด 0.475 x 1.40 เมตร จำนวน 2 แผ่น

4.2 เหล็กตันสี่เหลี่ยม

ขนาด 40 x 25 มิลลิเมตร ยาว 1.10 เมตร จำนวน 3 ท่อน

ราคาประมาณท่อนละ 159.50 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เหล็กฉาก

งบประมาณของวัสดุทั้งหมดที่ใช้สำหรับทำเหล็กฉากจำนวน 1 ตัว มีราคาประมาณ 189 บาท มีรายละเอียดดังนี้

5.1 เหล็กฉาก

ขนาด 150 x 150 x 15 มิลลิเมตร ยาว 300 มิลลิเมตร จำนวน 1 ท่อน

ราคาท่อนละ 189 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความพึงพอใจ

การปรับปรุงและออกแบบสถานที่ปฏิบัติงานในแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียม

กรณีศึกษา : บริษัท ออมโนวา เดคคอร์เรทีฟ โปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องคะแนนที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

(4 = ดีมาก, 3 = ดี, 2 = พอใช้, 1 = ควรปรับปรุง)

ประเด็นประเมิน	ความคิดเห็น							
	ก่อนปรับปรุง				หลังปรับปรุง			
	4	3	2	1	4	3	2	1
ด้านการยศาสตร์								
1. การปฏิบัติงานของพนักงานเป็นไปตามหลักการยศาสตร์								
2. พนักงานปฏิบัติงานได้สะดวกและรวดเร็ว								
3. ความเมื่อยล้าในการทำงานของพนักงาน								
4. การเคลื่อนไหวของมือและลำตัวอยู่ในประเภทการเคลื่อนไหวขั้นต่ำ								
5. มีการจัดเตรียมวัสดุให้สามารถหยิบใช้ได้ทันที								
6. วัสดุและเครื่องมือต่างๆถูกจัดวางเพื่อให้ขั้นตอนการเคลื่อนที่เป็นไปอย่างต่อเนื่อง								
7. เครื่องมือ วัสดุ และเครื่องควบคุมบังคับถูกจัดเรียงอยู่ภายในบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานปกติหรือพื้นที่ปฏิบัติงานที่กว้างที่สุด								
8. การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นของพนักงาน								
ด้านการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการ								
9. การปฏิบัติงานของพนักงานมีประสิทธิภาพ								
10. เวลารวมในการปฏิบัติงาน								
11. จำนวนผลผลิตของแผนกตรวจสอบและบรรจุม้วนหนังเทียม								
12. ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต								
ด้านความปลอดภัย								
13. การจัดวางอุปกรณ์ต่างๆมีความเหมาะสม ไม่เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ								
14. เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ มีความปลอดภัยต่อพนักงานเมื่อพนักงานทำการใช้งาน								
15. พื้นที่บริเวณปฏิบัติงานมีความปลอดภัยต่อการทำงานของพนักงาน								
ด้านเทคโนโลยี								
16. มีการนำเครื่องทุ่นแรงมาใช้เพื่อลดภาระของพนักงาน								
17. มีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในกระบวนการผลิต								
ด้านการซ่อมบำรุง								
18. ความคงทนของอุปกรณ์ต่าง ๆ								
19. อุปกรณ์ต่าง ๆ ง่ายต่อการบำรุงรักษา								
รวม								

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....

(.....)

ผู้ทำการประเมิน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้