การสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

A PROTOTYPE OF CUTTING MACHINE FOR LIGHT WEIGHT CONCRETE BLOCK (WET CUTTING)

นางสาวจิรพร อุ่นจารย์ รหัส 54365662

นางสาวภาวิดา สีอ่อน รหัส 54365969

นายอานนท์ แว่นครู รหัส 54366300

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2557

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

ผู้จัดทำโครงงาน นางสาวจิรพร อุ่นจารย์ รหัส 54365662

นางสาวภาวิดา สีอ่อน รหัส 54365969

นายอานนท์ แว่นครู รหัส 54366300

ที่ปรึกษาโครงงาน อาจารย์กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง

ที่ปรึกษาร่วมโครงงาน ครูช่างปฏิบัติการประเทือง โมราราย

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ปีการศึกษา 2557

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(อาจารย์กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง)

.....ที่ปรึกษาร่วมโครงงาน

(ครูช่างปฏิบัติการประเทือง โมราราย)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กวิน สนธิเพิ่มพูน)

.....กรรมการ

(อาจารย์เกตุชนา บุญฤทธิ์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก		
ผู้จัดทำโครงงาน	นางสาวจิรพร	อุ่นจารย์	รหัส 54365662
	นางสาวภาวิดา	สีอ่อน	รหัส 54365969
	นายอานนท์	แว่นครู	รหัส 54366300
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์กานต์	ลี่วัฒนายิ่งยง	
ที่ปรึกษาร่วมโครงงาน	ครูช่างปฏิบัติการประเทือง โมรารายย		
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ปีการศึกษา	2557		

.....

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก เนื่องจากการผลิตอิฐมวลเบามีกระบวนการผลิตหลายขั้นตอน และพบว่าในขั้นตอนการตัดอิฐมวลเบาใช้เวลานาน นอกจากนี้ในขั้นตอนการตัดอิฐมวลเบายังพบปัญหาต่างๆ อีก เช่น เศษอิฐมวลเบากระเด็นเข้าตาคนงาน คนงานต้องก้มและย่อตัวลงกับพื้น ทำให้เกิดความเมื่อยล้า ปวดหลัง และต้องทำการจัดตำแหน่งบล็อกตัด 2 รอบ เป็นต้น ดังนั้น ทางผู้จัดทำโครงงานจึงได้ออกแบบสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกขึ้นมา เพื่อช่วยลดระยะเวลาในการตัดอิฐมวลเบา ลดปัญหาจากความเมื่อยล้า ปวดหลัง จากการยกบล็อกตัด และแก้ปัญหาดังกล่าวที่กล่าวมาข้างต้น

ในการดำเนินโครงงาน จะทำการศึกษาและรวบรวมทฤษฎี แล้วทำการออกแบบส่วนต่างๆ ของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก ต่อมาได้ทำการจัดหารายละเอียดราคาของวัสดุที่ใช้ในการสร้าง แล้วจึงทำการสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก ซึ่งในต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกจะประกอบด้วย 6 ระบบ คือ ระบบโครงสร้าง ระบบตัด ระบบส่งแรงกดให้ระบบตัด ระบบเคลื่อนที่ ระบบควบคุมการใช้งาน และระบบล็อกตำแหน่งก่อนทำการตัด

ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกนี้ สามารถตัดอิฐมวลเบาได้ 34 ก้อนต่อแบบหล่อ มีขนาดกว้าง 7 เซนติเมตร ใช้เวลาเฉลี่ยในการตัดอิฐมวลเบา 2 นาที 43 วินาทีต่อแบบหล่อ ลดลงจากเดิมคิดเป็นร้อยละ 42.61 อีกทั้งยังสามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวที่กล่าวมาข้างต้น และจากผลการประเมินระดับความพึงพอใจของผู้บริหารและพนักงาน มีระดับความพึงพอใจเฉลี่ยที่ 4.10 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับดี

Project title	A prototype of cutting machine for light weight concrete block (wet cutting)		
Author	Ms. Jiraporn	Ounjarn	ID 54365662
	Ms. Phawida	Seeon	ID 54365969
	Mr. Anon	Wankru	ID 54366300
Project advisor	Mr. Kan	Leewattanayingyong	
Co - Project advisor	Mr. Prathung	Moraray	
Major	Industrial Engineering		
Department	Industrial Engineering		
Academic year	2014		

Abstract

The purposes of this project is designing and creating a prototype of cutting machine for light weight concrete block (wet cutting). There are many steps through the process of producing light weight concrete block. We have found that the process of cutting block spends too much time, together with there are many problems such as the rubble of light weight concrete block can get into the eyes, the operators has to bend down to the ground which causes weary, backache and to fix the point for cutting light weight concrete block. Therefore we design and create a prototype of cutting machine for light weight concrete block (wet cutting) to decrease lost time in cutting process, weary, backache from uplift for cutting light weight concrete block and solve the following problems.

In this project, we have studied and compiled the theory in order to design part of cutting machine for light weight concrete block (wet cutting). Then we provided a material for creating. The prototype of cutting machine for light weight concrete block (wet cutting) consists of 6 systems, structural, cutting system, dynamic system, mobility system, control system and lock system.

A prototype of cutting machine for light weight concrete block (wet cutting) can cut light weight concrete block for 34 blocks per formwork. The time for cutting concrete block is around 2 minutes 43 seconds per formwork, decrease to 42.61 percent and solve the following problems. From the satisfactory of manager and operators has the average score is 4.10 out of 5.00 points. It is means this project is at good level.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีนั้น ต้องขอขอบคุณอาจารย์กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ และครูช่างปฏิบัติการประเทือง โมรารายา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งท่านทั้งสองได้ให้คำปรึกษา แนะนำข้อผิดพลาดต่างๆ และช่วยแก้ปัญหาข้อบกพร่องของการดำเนินโครงงานด้วยดีตลอดมา จนทำให้ปริญญานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์และถูกต้อง

ขอขอบคุณอาจารย์ และบุคลากรของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการทุกท่าน ที่คอยให้ความช่วยเหลือในการใช้อาคารปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร นอกจากนี้ยังต้องขอขอบคุณ คุณจันทร์เพ็ญ คงต่าย ผู้ประกอบการโรงงาน SK - BLOCK อิฐมวลเบา ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สำหรับการเก็บข้อมูลและทดลองตัดอิฐมวลเบา เพื่อนำมาทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นอย่างดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ ผู้จัดทำโครงงานขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่สนับสนุนในด้านการเงิน และให้กำลังใจแก่ผู้จัดทำโครงงานเสมอจนสำเร็จการศึกษา รวมถึงเพื่อนๆ ที่คอยแนะนำช่วยเหลือแก่ผู้จัดทำโครงงานด้วยดีตลอดมา

ผู้จัดทำโครงงาน
นางสาวจิรพร อุ่นจารย์
นางสาวภาวิดา สีอ่อน
นายอานนท์ แว่นครู
เมษายน 2558

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อ ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract) ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูป ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน 2
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ 2
1.5 ขอบเขตการดำเนินโครงงาน 2
1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน 2
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน 2
1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน 3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น 4
2.1 อิฐมวลเบาและการตัดอิฐมวลเบา 4
2.1.1 แบบตัดเปียก 4
2.2.2 แบบตัดแห้ง 5
2.2 มอเตอร์ไฟฟ้า 5
2.2.1 ส่วนประกอบมอเตอร์ไฟฟ้า 5
2.2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 7
2.2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 8
2.2.4 ประสิทธิภาพมอเตอร์ 9
2.3 เกียร์ทดรอบ 10
2.4 ลวดสแตนเลส 10

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5 ล้อรถเข็น 11
2.5.1 ล้อแป้น 11
2.5.2 ล้อเกลียว 13
2.6 ลิมิตสวิตช์ 14
2.7 เฟืองสะพาน 15
2.8 ระบบส่งกำลังด้วยโซ่ 15
2.8.1 โซ่ลูกกลิ้ง 16
2.8.2 โซ่ปลอก 16
2.8.3 โซ่ฟันเฟือง 17
2.9 แบบประเมินความพึงพอใจ 17
2.10 แรงเฉือนที่ได้จากการตัดอิฐมวลเบา 18
2.11 ระยะเวลาในการคืนทุน 18
2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 19

บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงาน 20
3.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง 21
3.1.1 การศึกษาข้อมูล 21
3.1.2 การศึกษาและรวบรวมทฤษฎี 21
3.2 การออกแบบต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก 21
3.2.1 การออกแบบระบบโครงสร้าง 21
3.2.2 การออกแบบระบบการตัด 21
3.2.3 การออกแบบระบบส่งแรงกดให้กับระบบการตัด 22
3.2.4 การออกแบบระบบควบคุมการใช้งาน 22
3.2.5 การออกแบบระบบการเคลื่อนที่ 22
3.2.6 การออกแบบระบบล็อกตำแหน่งก่อนทำการตัด 22
3.3 การจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ 22
3.3.1 การพิจารณาเลือกวัสดุและอุปกรณ์ 23
3.3.2 การจัดซื้อ จัดหาวัสดุและอุปกรณ์ 23
3.4 การสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก 23

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5 การทดลองและประเมินผลของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก 23
3.6 การปรับปรุงแก้ไขระบบต่างๆ ของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก 23
3.7 การจัดทำคู่มือการใช้งานต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก 23
3.8 สรุปผลการดำเนินโครงงาน 23

บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงงาน 24
4.1 ผลการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง 24
4.2 ผลการออกแบบต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก 24
4.2.1 การออกแบบระบบโครงสร้าง 24
4.2.2 การออกแบบระบบตัด 25
4.2.3 การออกแบบระบบส่งแรงกดให้กับระบบตัด 28
4.2.4 การออกแบบระบบควบคุมการใช้งาน 31
4.2.5 การออกแบบระบบเคลื่อนที่ 32
4.2.6 การออกแบบระบบล็อกตำแหน่งก่อนทำการตัด 32
4.3 ผลการจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ 33
4.4 ผลการสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก 34
4.4.1 การสร้างระบบโครงสร้าง 34
4.4.2 การสร้างระบบตัด 35
4.4.3 การสร้างระบบส่งแรงกดให้กับระบบตัด 36
4.4.4 การสร้างระบบควบคุมการใช้งาน 37
4.4.5 การสร้างระบบเคลื่อนที่ 38
4.4.6 การสร้างระบบล็อกตำแหน่งก่อนทำการตัด 39
4.5 ผลการทดลองและประเมินผลของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก 39
4.5.1 ผลการทดลองหาเวลาการใช้งานของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก 40
4.5.2 การเปรียบเทียบเวลาการทำงานในกระบวนการตัดระหว่างใช้พนักงานกับใช้ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบา 41
4.5.3 ประเมินผลของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก 42

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.6 ผลการปรับปรุงและแก้ไขระบบต่างๆ ของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบา
แบบตัดเปียก 43
4.6.1 การปรับปรุงโครงสร้างของระบบตัด 44
4.6.2 ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกที่เสร็จสมบูรณ์ 45
4.7 วิเคราะห์ระยะเวลาในการคืนทุน 45
4.8 ผลการจัดทำคู่มือการใช้งานต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก 46

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 47
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน 47
5.2 ข้อเสนอแนะ 47

เอกสารอ้างอิง 48

ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก 49
ภาคผนวก ข แบบต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก 56
ภาคผนวก ค ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบา
แบบตัดเปียก 66
ภาคผนวก ง รายละเอียดวัสดุที่ใช้ในการสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก 72

ประวัติผู้จัดทำโครงงาน 75

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน 3

2.1 เกณฑ์การให้คะแนน 18

2.2 เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดผลประเมิน 18

4.1 ปริมาณต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบระบบตัด 26

4.2 ปริมาณต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบระบบส่งกำลังแรงกดให้กับระบบตัด 28

4.3 สัญลักษณ์วงจรและหน้าที่การทำงาน 31

4.4 ค่าใช้จ่ายที่ใช้สร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก 33

4.5 ผลการทดลองหาเวลาการใช้งานของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก 40

4.6 ผลการทดลองหาเวลาที่ใช้ในการตัดอิฐมวลเบา เปรียบเทียบระหว่างพนักงานกับ
ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบา 41

4.7 แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก 43

4.8 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและเวลาในการตัดอิฐมวลเบา 46

ง.1 รายการวัสดุที่ใช้สร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก 73

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 กระบวนการผลิตอิฐมวลเบา 1

2.1 การตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก 4

2.2 การตัดอิฐมวลเบาแบบตัดแห้ง 5

2.3 ส่วนประกอบมอเตอร์ไฟฟ้า 6

2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 7

2.5 ค่าประสิทธิภาพที่ภาระโหลดต่างๆ 9

2.6 เกียร์ทดรอบ 10

2.7 ลวดสแตนเลส 10

2.8 ล้อแป้นเป็น 11

2.9 ล้อแป้นตาย 12

2.10 ล้อแป้นเบรค 12

2.11 ล้อเกลียวเป็น 13

2.12 ล้อเกลียวตาย 13

2.13 ล้อเกลียวเบรค 14

2.14 ลิมิตสวิตช์ 14

2.15 เฟืองสะพาน 15

2.16 โซ่ลูกกลิ้ง 16

2.17 โซ่ปลอก 16

2.18 โซ่ฟันเฟือง 17

3.1 ผังงานแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงาน 20

4.1 แบบระบบโครงสร้าง 25

4.2 แบบระบบตัด 27

4.3 แบบระบบส่งกำลังแรงกดให้กับระบบตัด 30

4.4 แบบชุดควบคุมการทำงาน 31

4.5 แบบระบบเคลื่อนที่ 32

4.6 แบบระบบล็อกตำแหน่งก่อนทำการตัด 33

4.7 ระบบโครงสร้าง 34

4.8 โครงสร้างหลักของระบบตัด 35

4.9 ระบบตัด 36

4.10 ระบบส่งแรงกดให้กับระบบตัด 37

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.11 การติดตั้งระบบควบคุมการใช้งานภายในตู้ควบคุม 37
4.12 ตู้ควบคุมระบบควบคุมการใช้งาน 38
4.13 ระบบเคลื่อนที่ 39
4.14 ระบบล็อกตำแหน่งก่อนทำการตัด 39
4.15 ก่อนการปรับปรุงโครงสร้างระบบตัด 44
4.16 หลังการปรับปรุงโครงสร้างระบบตัด 44
4.17 ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกที่เสร็จสมบูรณ์ 45
ก.1 การตรวจสอบระบบของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกทั้ง 6 ระบบ 50
ก.2 การตรวจสอบตำแหน่งของระบบตัด 50
ก.3 การนำต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกไปครอบที่แท่นอิฐมวลเบา 51
ก.4 การเปิดสวิตช์ควบคุมหลัก 51
ก.5 การเปิดสวิตช์ควบคุมย่อย 52
ก.6 การกดปุ่มเคลื่อนที่ลง 52
ก.7 การกดปุ่มเคลื่อนที่ขึ้น 53
ก.8 การปิดสวิตช์ควบคุมย่อย 53
ก.9 การกดปุ่ม EMERGENCY STOP 54
ข.1 ระบบโครงสร้าง 57
ข.2 ระบบตัด 58
ข.3 ระบบส่งแรงกดให้กับระบบตัด 59
ข.4 ระบบควบคุมการใช้งาน 60
ข.5 แผนผังในตู้ควบคุม 61
ข.6 วงจรไฟฟ้าระบบควบคุมการใช้งาน 62
ข.7 ระบบการเคลื่อนที่ 63
ข.8 ระบบล็อกตำแหน่งก่อนทำการตัด 64
ข.9 ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก 65
ค.1 ผลการประเมินของผู้บริหาร 67
ค.2 ผลการประเมินของพนักงานคนที่ 1 68
ค.3 ผลการประเมินของพนักงานคนที่ 2 69
ค.4 ผลการประเมินของพนักงานคนที่ 3 70
ค.5 ผลการประเมินของพนักงานคนที่ 4 71

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

การผลิตอิฐมวลเบา เกิดขึ้นจากการนำอิฐบล็อกที่มีอยู่มาพัฒนาให้เป็นอิฐบล็อกชนิดใหม่ที่สามารถใช้งานได้ดีกว่าเดิม เช่น น้ำหนักเบา กันเสียงได้ดี ทนไฟ กันความร้อน และมีความแข็งแรงคงทน เป็นต้น อิฐมวลเบาเป็นวัสดุก่อสร้างที่กำลังได้รับความนิยมอย่างมากในการก่อสร้างอาคารหรือบ้านเรือน เนื่องจากอิฐมวลเบามีน้ำหนักเบากว่าอิฐบล็อก และสามารถตัดแต่งเข้ารูปได้ง่าย ที่สำคัญไปกว่านั้น อิฐมวลเบายังช่วยให้การฉาบรวดเร็ว สะดวก ลดระยะเวลา และต้นทุนในการก่อสร้าง อีกทั้ง เป็นวัสดุที่ผลิตจากวัตถุดิบที่มีอยู่ในประเทศ และได้จากธรรมชาติ จึงไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ผลิตได้ทุกฤดูกาล

จากการที่ผู้จัดทำโครงงานได้เข้าไปศึกษาข้อมูลในโรงงานผลิตอิฐมวลเบาแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก พบว่า มีการผลิตอิฐมวลเบาขนาด กว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร และหนา 7 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่นิยมใช้อยู่ทั่วไป ในการผลิตอิฐมวลเบามีกระบวนการผลิตทั้งหมด 4 ขั้นตอน แสดงดังรูปที่ 1.1

รูปที่ 1.1 กระบวนการผลิตอิฐมวลเบา

ผู้จัดทำโครงงานเล็งเห็นถึงปัญหาการเสียเวลานานในขั้นตอนการตัดอิฐมวลเบา เนื่องจากการตัดอิฐมวลเบา 1 แบบหล่อ จะต้องทำการตัดอิฐมวลเบาทั้งหมด 34 ก้อน (ต้องตัด 34 ครั้ง) โดยทางโรงงานมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดอิฐมวลเบาอยู่ 2 อย่าง คือ เลื่อยตัด และบล็อกตัดอิฐมวลเบา ซึ่งบล็อกตัดอิฐมวลเบา 1 บล็อกตัด สามารถตัดอิฐมวลเบาได้เพียง 17 ก้อน (1 บล็อกตัด ต้องตัด 17 ครั้ง) ดังนั้น 1 แบบหล่อ จะต้องทำการจัดตำแหน่งบล็อกตัด 2 รอบ ซึ่งบล็อกตัดมีน้ำหนักมากต้องใช้คนงานจำนวน 2 คน ในการยกบล็อกตัดมาครอบแท่นอิฐมวลเบา คนงานต้องก้มและย่อตัวลงกับพื้น ทำให้เกิดความเมื่อยล้า ปวดหลัง ในขณะที่ดึงเลื่อยตัดออกจากบล็อกตัด จะมีเศษอิฐมวลเบากระเด็นเข้าตาคนงาน ทำให้เกิดการระคายเคืองตาได้ อีกทั้ง อิฐมวลเบามีการก่อตัวเร็ว ซึ่งจะทำให้แบบหล่อที่เหลือตัดได้ยาก และในบางครั้งการใช้เลื่อยตัดนั้นทำให้ตัดอิฐมวลเบาไม่ขาดหมดทั้งก้อนยังเหลือส่วนขอบด้านล่างที่ยังไม่โดนตัด

ด้วยเหตุนี้ ผู้จัดทำโครงงานจึงสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกขึ้นมา เพื่อช่วยลดระยะเวลาในการตัดอิฐมวลเบา ลดปัญหาจากความเมื่อยล้า ปวดหลัง จากการยกบล็อกตัด และแก้ปัญหาดังกล่าวที่กล่าวมาข้างต้น

1.2 วัตถุประสงค์โครงงาน

เพื่อสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Outputs)

1.3.1 ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

1.3.2 คู่มือการใช้งานต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก สามารถตัดอิฐมวลเบาได้สูงสุดครั้งละ 34 ก้อน และช่วยลดระยะเวลาในการตัดอิฐมวลเบา จากเดิมใช้ระยะเวลาในการตัดประมาณ 5 นาทีต่อแบบหล่อ ให้เหลือน้อยกว่า 3 นาทีต่อแบบหล่อ

1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงงาน

1.5.1 ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก สามารถตัดอิฐมวลเบาได้ครั้งละไม่เกิน 34 ก้อน

1.5.2 ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก สามารถตัดอิฐมวลเบาที่มีขนาดกว้าง 7 เซนติเมตร

1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน

อาคารปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และโรงงาน SK - BLOCK อิฐมวลเบา หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน

ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2558

1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน (Gantt Chart)

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

ลำดับ	การดำเนินโครงงาน	ช่วงเวลา								
		ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1.8.1	การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก	↔	↔							
1.8.2	การออกแบบต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก		↔	↔	↔					
1.8.3	การจัดหาวัสดุและอุปกรณ์				↔					
1.8.4	การสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก					↔	↔			
1.8.5	การทดสอบต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก							↔	↔	
1.8.6	การปรับปรุงและแก้ไข							↔	↔	
1.8.7	การจัดทำคู่มือต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก								↔	
1.8.8	การสรุปผลการดำเนินโครงงาน									↔
1.8.9	การจัดทำรูปเล่มโครงงานฉบับสมบูรณ์									↔

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

การออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก มีหลักการและทฤษฎีที่สำคัญที่นำมาใช้ในการออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก ดังนี้

2.1 อิฐมวลเบาและการตัดอิฐมวลเบา (Light Weight Concrete Block and Cutting Light Weight Concrete Block)

อิฐมวลเบา เกิดขึ้นจากการนำอิฐบล็อกที่มีอยู่มาพัฒนาให้เป็นอิฐบล็อกชนิดใหม่ ที่สามารถใช้งานได้ดีกว่าเดิม เช่น น้ำหนักเบา กันเสียงได้ดี ทนไฟ กันความร้อน และมีความแข็งแรงคงทน เป็นต้น อิฐมวลเบาเป็นวัสดุก่อสร้างที่กำลังได้รับความนิยมอย่างมากในการก่อสร้างอาคารหรือบ้านเรือน เนื่องจากอิฐมวลเบามีน้ำหนักเบากว่าอิฐบล็อก และสามารถตัดแต่งเข้ารูปได้ง่าย ที่สำคัญไปกว่านั้น อิฐมวลเบายังช่วยให้การฉาบรวดเร็ว สะดวก ลดระยะเวลา และต้นทุนในการก่อสร้าง อีกทั้ง เป็นวัสดุที่ผลิตจากวัตถุดิบที่มีอยู่ในประเทศ และได้จากธรรมชาติ จึงไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ผลิตได้ทุกฤดูกาล การตัดอิฐมวลเบา แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ดังนี้

2.1.1 แบบตัดเปียก

แบบตัดเปียก เป็นการตัดอิฐมวลเบาในขณะที่ส่วนผสมมีการก่อตัวคงที่ แล้วจึงทำการตัดออกเป็นก้อนๆ ตามขนาดที่โรงงานผลิต แสดงดังรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 การตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

2.1.2 แบบตัดแห้ง

แบบตัดแห้ง เป็นการตัดอิฐมวลเบาที่เป็นก้อนอยู่แล้ว เพื่อให้ได้ขนาดตามความต้องการใช้งาน แสดงดังรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 การตัดอิฐมวลเบาแบบตัดแห้ง
ที่มา : http://www.selectcon.com/extra_edtorial_51-3.asp.
(สืบค้นเมื่อวันที่ 25 ส.ค. 2557)

2.2 มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นเครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ประกอบด้วยขดลวดที่พันรอบแกนโลหะที่วางอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็ก โดยเมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวดที่อยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็ก จะทำให้ขดลวดหมุนไปรอบแกน และเมื่อสลับขั้วไฟฟ้า การหมุนของขดลวดจะหมุนกลับทิศทางเดิม

2.2.1 ส่วนประกอบมอเตอร์ไฟฟ้า

2.2.1.1 โครงมอเตอร์ (Motor Frame) คือ ส่วนเปลือกหุ้มของมอเตอร์ ทำหน้าที่ยึดส่วนประกอบของมอเตอร์ให้อยู่กับที่ แสดงดังหมายเลข 1 ในรูปที่ 2.3

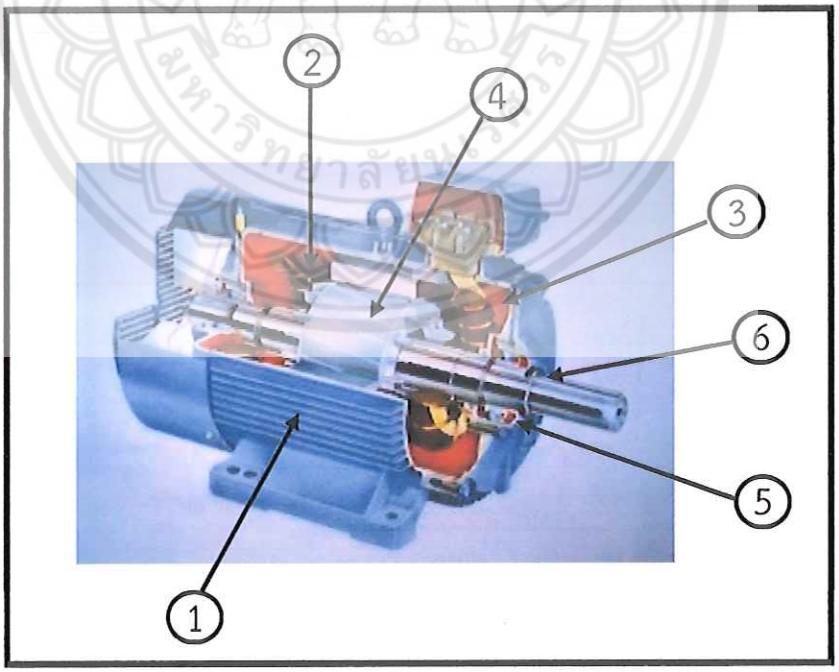
2.2.1.2 ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) คือ ขดลวดที่ถูกพันอยู่กับขั้วแม่เหล็กที่ยึดติดกับโครงมอเตอร์ ทำหน้าที่กำเนิดขั้วแม่เหล็ก ขั้วเหนือ (N) และขั้วใต้ (S) แสดงดังหมายเลข 2 ในรูปที่ 2.3

2.2.1.3 ขั้วแม่เหล็ก (Pole Pieces) คือ แกนสำหรับรองรับขดลวดสนามแม่เหล็กที่ถูกยึดติดกับโครงมอเตอร์ด้านใน ทำมาจากแผ่นเหล็กอ่อนบางๆ อัดซ้อนกัน ทำหน้าที่ให้กำเนิดสนามแม่เหล็กที่มีความเข้มสูงสุด และผิวด้านหน้าของขั้วแม่เหล็กถูกทำให้โค้งรับกับอาร์เมเจอร์พอดี แสดงดังหมายเลข 3 ในรูปที่ 2.3

2.2.1.4 อาร์เมเจอร์ (Armature) คือ ส่วนเคลื่อนที่ ที่ถูกยึดติดกับเพลา ใช้รองรับการหมุน ทำจากเหล็กแผ่นบางๆ อัดซ้อนกัน ถูกกัดเซาะร่องออกเป็นส่วนๆ เพื่อไว้ใช้พันขดลวดอาร์เมเจอร์ ขดลวดอาร์เมเจอร์ เป็นขดลวดอาบน้ำยาฉนวน ซึ่งทนต่อการเสียดสีและการสึกหรอ ส่วนปลายของขดลวดอาร์เมเจอร์จะต่อกับคอมมิวเตเตอร์ ทำให้อาร์เมเจอร์เกิดการหมุนเคลื่อนที่ แสดงดังหมายเลข 4 ในรูปที่ 2.3

2.2.1.5 คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) คือ ส่วนเคลื่อนที่อีกส่วนหนึ่ง ซึ่งถูกยึดติดเข้ากับอาร์เมเจอร์และเพลารวมกัน ทำจากแท่งทองแดงแข็งประกอบเข้าด้วยกันเป็นรูปทรงกระบอก ทำหน้าที่รับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายมาจากแปรงถ่าน เพื่อส่งไปยังขดลวดอาร์เมเจอร์ แสดงดังหมายเลข 5 ในรูปที่ 2.3

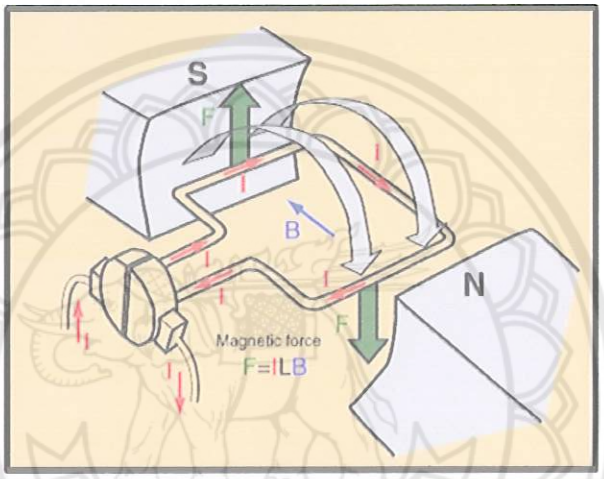
2.2.1.6 แปรงถ่าน (Brush) คือ ตัวสัมผัสกับคอมมิวเตเตอร์ มีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยม ผลิตจากคาร์บอนหรือแกรไฟต์ผสมผงทองแดง เพื่อให้แข็งและนำไฟฟ้าได้ดี ทำหน้าที่รับกระแสไฟฟ้าแล้วส่งไปยังคอมมิวเตเตอร์ แสดงดังหมายเลข 6 ในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบมอเตอร์ไฟฟ้า
ที่มา : http://www.rmutphysics.com/charud/scibook/electric4/topweek9.html (สืบค้นเมื่อวันที่ 28 ส.ค 2557)

2.2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor : DC)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนที่สำคัญอย่างหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรม เพราะมีสมบัติเด่นในด้านการปรับความเร็วได้ตั้งแต่ความเร็วต่ำสุดจนถึงสูงสุด นิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานทอผ้า โรงงานเส้นใยโพลีเอสเตอร์ และโรงงานถลุงโลหะ เป็นต้น โดยหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะประกอบด้วย แม่เหล็กถาวร 2 ขั้ว วางอยู่ระหว่างขดลวดตัวนำ ขดลวดตัวนำจะได้รับกระแสไฟฟ้าป้อนให้ในการทำงาน ทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็ก 2 ชุด มีขั้วแม่เหล็กเหมือนกันวางใกล้กัน เกิดแรงผลักดันทำให้ลวดตัวนำหมุนเคลื่อนที่ได้ การทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
ที่มา : http://www.rmutphysics.com/charud/scibook/electric4/topweek9.html (สืบค้นเมื่อวันที่ 28 ส.ค. 2557)

การคำนวณหากำลังมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง หาได้จากสมการที่ 2.1

$$P = \frac{W}{t} \qquad (2.1)$$

เมื่อ P คือ กำลังมอเตอร์ มีหน่วยเป็น วัตต์ (W)
W คือ งาน มีหน่วยเป็น จูล (J)
t คือ เวลา มีหน่วยเป็น วินาที (s)

การคำนวณหาความเร็วในการเคลื่อนที่ หาได้จากสมการที่ 2.2

$$V = V_m 2\pi Ri \qquad (2.2)$$

เมื่อ V คือ ความเร็ว มีหน่วยเป็น เมตรต่อนาที (m/min)

V_m คือ ความเร็วมอเตอร์ มีหน่วยเป็น รอบต่อนาที (rpm)

R คือ รัศมีของล้อ มีหน่วยเป็น เมตร (m)

i คือ อัตราทด

ที่มา : เอกสารประกอบวิชาการเรียนไฟฟ้าเบื้องต้น

2.2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor : AC)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นมอเตอร์ที่นิยมใช้กันมากที่สุดในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากมีข้อดี คือ มีความเร็วรอบคงที่และตัวหมุนไม่มีขดลวดพันอยู่ จึงไม่มีอันตรายจากประกายไฟฟ้าที่แปรงถ่านและคอมมิวเตเตอร์ เหมือนกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง นำไปใช้งานได้อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะในโรงงานที่มีแก๊ส หรือน้ำมันที่ไวไฟ ซึ่งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงไม่สามารถนำไปใช้งานได้ หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ เมื่อขดลวดได้รับกระแสไฟฟ้าจะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้น ทำให้มีการเคลื่อนที่ หรือหมุนไปรอบๆ เนื่องจากมีการต่างเฟสของกระแสไฟฟ้าในขดลวด และการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้า ในขณะที่สนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ไป สนามแม่เหล็กจากขั้วเหนือจะพุ่งเข้าหาขั้วใต้ ซึ่งจะไปตัดกับตัวนำที่เป็นวงจรปิด ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำของกระแสไฟฟ้าขึ้นในขดลวด ซึ่งสนามแม่เหล็กนี้จะเคลื่อนที่ตามทิศทางการเคลื่อนที่ของสนามแม่เหล็กจะทำให้เพลาของมอเตอร์เกิดพลังงานกลสามารถนำไปขับภาระที่ต้องการหมุนได้

การคำนวณหากำลังมอเตอร์ หาได้จากสมการที่ 2.3

$$P = \frac{2\pi FR}{60} \qquad (2.3)$$

เมื่อ P คือ กำลังที่เพลารับแรงจากมอเตอร์ มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

F คือ แรงที่กระทำ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

R คือ รัศมีของเพลา มีหน่วยเป็น เมตร (m)

ที่มา : เอกสารประกอบวิชาการเรียนไฟฟ้าเบื้องต้น

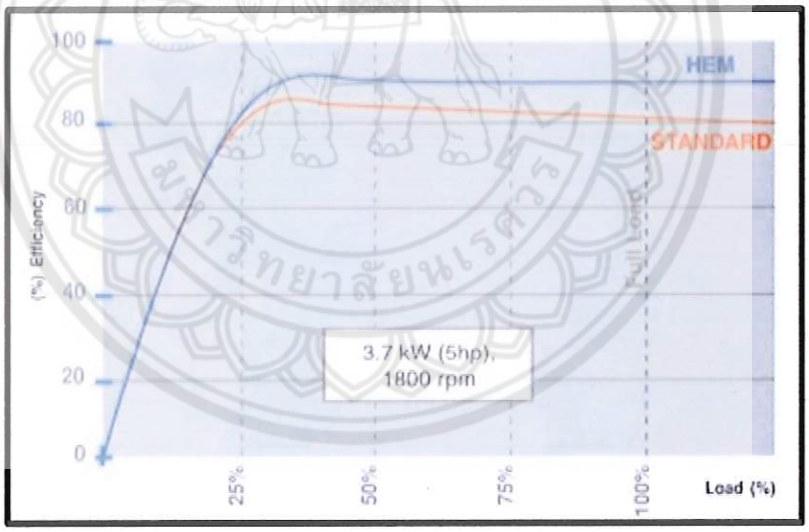
2.2.4 ประสิทธิภาพมอเตอร์

ประสิทธิภาพมอเตอร์ คือ อัตราส่วนของกำลังขาออกต่อกำลังไฟฟ้าขาเข้า พลังงานที่สูญเสียในมอเตอร์ มีอยู่ 2 ชนิดหลักๆ ดังนี้

2.2.4.1 ความสูญเสียแบบคงที่ เป็นการสูญเสียแบบคงที่ทั้งในสภาวะที่มีโหลดหรือไม่มีโหลดของมอเตอร์

2.2.4.2 ความสูญเสียแบบแปรค่าได้ เป็นการสูญเสียที่สภาวะมีโหลด ซึ่งแปรค่าตามโหลดของมอเตอร์

ค่าความสูญเสียต่างๆ ในมอเตอร์ข้างต้นนี้ เกิดจากโครงสร้างทางไฟฟ้า ทางกล และการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้า โดยรวมอยู่ที่ประมาณ ร้อยละ 5 – 20 นั้นคือ จะทำให้ประสิทธิภาพมอเตอร์อยู่ที่ประมาณ ร้อยละ 80 – 95 เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด ควรจัดการมอเตอร์ให้ขับโหลดอยู่ที่ประมาณ ร้อยละ 75 – 100 ของโหลดเต็มพิกัด โดยโหลดเต็มพิกัดนี้ คือ ค่าแรงม้า หรือกิโลวัตต์ ที่ระบุอยู่บนแผ่นป้ายของตัวมอเตอร์ ซึ่งพิกัดดังกล่าว คือ กำลังทางกลขาออกของมอเตอร์ ดังนั้นมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงจะต้องการกำลังไฟฟ้าขาเข้าน้อยกว่ามอเตอร์ที่ประสิทธิภาพต่ำกว่าที่กำลังทางกลขาออกเท่ากัน แสดงค่าประสิทธิภาพของมอเตอร์ที่ภาระโหลดต่างๆ แสดงดังรูปที่ 2.5

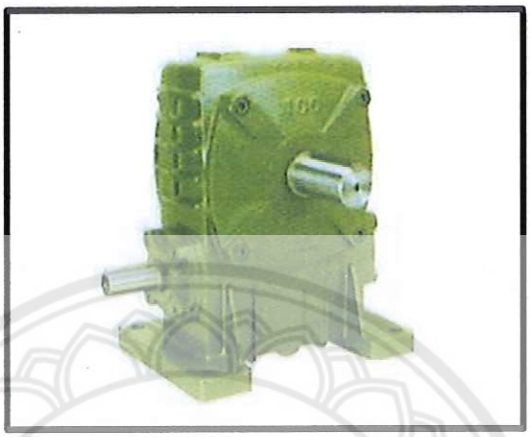


รูปที่ 2.5 แสดงค่าประสิทธิภาพที่ภาระโหลดต่างๆ

ที่มา : http://www2.dede.go.th/bhrd/old/web_display/websemple/Industrial(PDF)/Bay21%20High%20Efficiency%20Motors.pdf (สืบค้นเมื่อวันที่ 7 ม.ค. 2558)

2.3 เกียร์ทดรอบ (Worm Gear Speed Reducer)

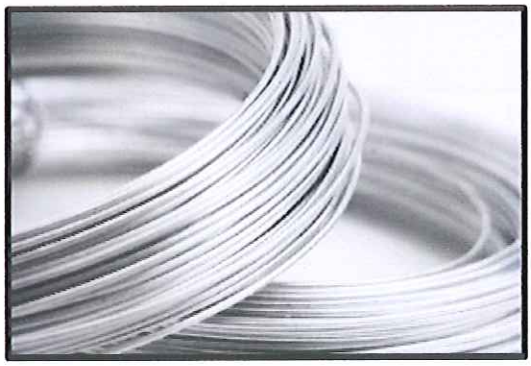
เกียร์ทดรอบ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการปรับลดรอบของมอเตอร์ให้พอเหมาะกับความต้องการในการใช้งาน ด้วยการเลือกอัตราทดและรูปแบบการเข้าและออกของเพลาให้เหมาะกับงานแต่ละแบบ เกียร์ทดรอบ แสดงดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 เกียร์ทดรอบ
ที่มา : http://www.lertsiamsteel.com/stainless.html
(สืบค้นเมื่อวันที่ 7 ม.ค. 2558)

2.4 ลวดสแตนเลส (Stainless Steel)

ลวดสแตนเลส เป็นโลหะผสมระหว่างเหล็กและคาร์บอน ซึ่งคาร์บอนจะมีปริมาณต่ำ ทำให้เกิดการสร้างโครเมียมออกไซด์เคลือบบริเวณผิวหน้าขึ้น จึงทำให้ลวดมีความเหนียว ทนต่อการกัดกร่อนยากต่อการเกิดสนิม เมื่อเทียบกับโลหะหรือวัสดุอื่นๆ แม้จะอยู่ในสภาวะอุณหภูมิที่ต่ำหรือสูงได้เป็นอย่างดี ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำ และระยะเวลาการใช้งานนาน แสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ลวดสแตนเลส
ที่มา : http://www.lertsiamsteel.com/stainless.html
(สืบค้นเมื่อวันที่ 7 ม.ค. 2558)

2.5 ล้อรถเข็น (Caster)

ล้อรถเข็น คือ วัสดุรูปวงกลมถูกยึดไว้ด้วยเพลาที่บริเวณจุดศูนย์กลาง ซึ่งเพลาจะทำให้ล้อรถเข็นสามารถหมุนได้ จึงมักใช้ประกอบกับรถเข็น หรือสิ่งของที่ต้องการเคลื่อนที่ เพื่อสะดวกในการเคลื่อนที่ ล้อรถเข็นแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ล้อแป้นและล้อเกลียว

2.5.1 ล้อแป้น

ล้อแป้น เป็นล้อรถเข็นชนิดหนึ่ง โดยจะมีลักษณะของส่วนที่ใช้ประกอบกับรถเข็น หรือสิ่งของที่ต้องการให้เคลื่อนที่นั้น เป็นแป้นสี่เหลี่ยม และมีรูอยู่ที่มุมทั้ง 4 ของแป้น ล้อแป้นนี้เหมาะสำหรับสิ่งของที่มีขนาดใหญ่ ล้อแป้น แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ ล้อแป้นเป็น ล้อแป้นตาย และล้อแป้นเบรค

2.5.1.1 ล้อแป้นเป็น คือ ล้อที่สามารถเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ได้ 360 องศา แสดงดังรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.8 ล้อแป้นเป็น

ที่มา : http://www.weloveshopping.com/shop/showproduct.php?pid=14777942&shopid=196087 (สืบค้นเมื่อวันที่ 18 พ.ค 2558)

2.5.1.2 ล้อแป้นตาย คือ ล้อที่มีการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง แสดงดังรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9 ล้อแป้นตาย

ที่มา : http://www.peopatents.com/PEO_tech/pro_wheel.html (สืบค้นเมื่อวันที่ 1 ก.ย. 2557)

2.5.1.3 ล้อแป้นเบรค คือ ล้อที่สามารถเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ได้ 360 องศา และมีเบรคไว้สำหรับห้ามล้อเมื่อถึงตำแหน่งที่ต้องการ แสดงดังรูปที่ 2.10

รูปที่ 2.10 ล้อแป้นเบรค

ที่มา : http://www.peopatents.com/PEO_tech/pro_wheel.html (สืบค้นเมื่อวันที่ 1 ก.ย. 2557)

2.5.2 ล้อเกลียว

ล้อเกลียว เป็นล้อรถเข็นชนิดหนึ่ง โดยจะมีลักษณะของส่วนที่ใช้ประกอบกับรถเข็น หรือสิ่งของที่ต้องการให้เคลื่อนที่นั้น เป็นแท่งเกลียว ล้อเกลียวนี้เหมาะสำหรับสิ่งของที่มีขนาดเล็ก ล้อเกลียว แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ล้อเกลียวเป็น ล้อเกลียวตาย และล้อเกลียวเบรค

2.5.2.1 ล้อเกลียวเป็น คือ ล้อที่สามารถเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ได้ 360 องศา แสดงดังรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 ล้อเกลียวเป็น
ที่มา : http://www.peopatents.com/PEO_tech/pro_wheel.html (สืบค้นเมื่อวันที่ 1 ก.ย. 2557)

2.5.2.2 ล้อเกลียวตาย ล้อที่มีการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง แสดงดังรูปที่ 2.12

รูปที่ 2.12 ล้อเกลียวตาย
ที่มา : http://www.peopatents.com/PEO_tech/pro_wheel.html (สืบค้นเมื่อวันที่ 1 ก.ย. 2557)

2.5.2.3 ล้อเกลียวเบรค ล้อที่สามารถเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ได้ 360 องศา และมีเบรคไว้สำหรับห้ามล้อเมื่อถึงตำแหน่งที่ต้องการ แสดงดังรูปที่ 2.13

รูปที่ 2.13 ล้อเกลียวเบรค
ที่มา : http://www.peopatents.com/PEO_tech/
pro_wheel.html (สืบค้นเมื่อวันที่ 1 ก.ย. 2557)

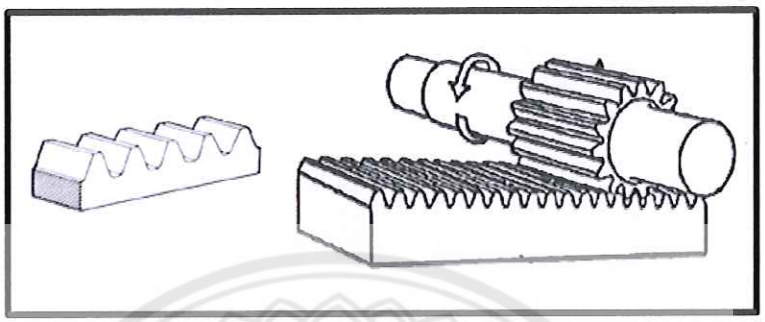
2.6 ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch)

ลิมิตสวิตช์ เป็นสวิตช์เปิด - ปิดวงจร โดยปกติแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ปกติเปิด และปกติปิด จากโครงสร้างภายในตำแหน่งปกติ เมื่อหน้าสัมผัสไม่ต่อถึงกัน กระแสไฟฟ้าจะไม่สามารถไหลผ่านได้ เมื่อสภาวะการทำงานเปลี่ยนจากปกติเปิดเป็นปกติปิด มีผลทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปได้ และในทางตรงกันข้ามเมื่อสภาวะการทำงานเปลี่ยนจากปกติปิดเป็นปกติเปิด จะมีผลทำให้หยุดการทำงานของวงจรลิมิตสวิตช์ แสดงดังรูปที่ 2.14

รูปที่ 2.14 ลิมิตสวิตช์
ที่มา : http://www.numsinonline.com/Productdetail.aspx
Productid=4983. (สืบค้นเมื่อวันที่ 4 ก.ย. 2557)

2.7 เฟืองสะพาน (Rack Gear)

เฟืองสะพาน มีลักษณะรูปร่างยาวเป็นเส้นตรงเหมือนสะพาน ฟันเฟืองทำมุมกับลำตัว 90 องศา โดยประมาณ และต้องใช้คู่กับเฟืองตรงเสมอถึงจะสามารถทำการส่งกำลังได้ เฟืองสะพาน แสดงดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 เฟืองสะพาน
ที่มา : http://www.thailandindustry.com/guru/view.php?id=13479&section=9&rcount=Y. (สืบค้นเมื่อวันที่ 8 ก.ย. 2557)

2.8 ระบบส่งกำลังด้วยโซ่ (Chain Transmission)

ระบบส่งกำลังด้วยโซ่ มีอยู่มากทางด้านงานเครื่องจักรกล เนื่องจากมีลักษณะคล้ายกับการส่งกำลังด้วยสายพานด้วย โดยโซ่จะคล้องอยู่กับล้อโซ่หรือเฟืองโซ่ ซึ่งติดอยู่บนเพลาขับและเพลาตาม อัตราทดของการขับจะขึ้นอยู่กับขนาดของเฟืองโซ่ทั้งสอง และการขับด้วยโซ่นี้จะไม่มีการลื่นเกิดขึ้นระหว่างโซ่กับเฟืองโซ่ เนื่องจากการส่งกำลังด้วยโซ่มีความน่าเชื่อถือสูงจึงมีความนิยมใช้มาก เช่น ในการส่งกำลังในเรือ เครื่องยนต์ เครื่องจักรกลการเกษตร เครื่องมือกล เครื่องทอผ้า เครื่องจักรกลงานไม้ เครื่องพิมพ์ และใช้ในการขนส่งและขนถ่ายวัสดุ

การส่งกำลังด้วยโซ่เมื่อเปรียบเทียบกับการส่งกำลังด้วยสายพานแล้ว โซ่จะมีข้อดี คือ มีสมรรถนะในการส่งกำลังดีกว่าและง่ายต่อการบำรุงรักษา ส่วนข้อเสียนั้นจะเป็นในด้านราคาหรือต้นทุนที่สูงกว่า

โซ่ส่งกำลังสามารถแบ่งได้ตามลักษณะของโครงสร้างของโซ่ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

2.8.1 โซ่ลูกกลิ้ง

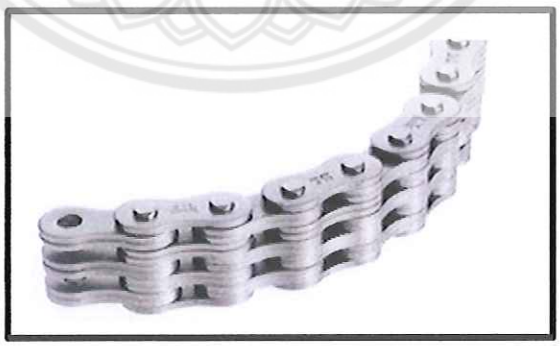
โซ่ลูกกลิ้ง จะประกอบด้วยแผ่นต่อด้านในและด้านนอกยึดติดกันด้วยสลักและปลอกสลัก โดยมีลูกกลิ้งสวมอยู่ตรงกลางกับปลอกสลัก โซ่ลูกกลิ้ง แสดงดังรูปที่ 2.16

รูปที่ 2.16 โซ่ลูกกลิ้ง

ที่มา : http://th.misumi-ec.com/contents/mech/campaign/email20130110/Chain_Sprocket.html (สืบค้นเมื่อวันที่ 8 ม.ค. 2558)

2.8.2 โซ่ปลอก

โซ่ปลอกจะแตกต่างจากโซ่ลูกกลิ้งตรงที่ไม่มีลูกกลิ้งจึงสามารถออกแบบให้ปลอกสลักและสลักมีขนาดใหญ่ได้มากกว่าโซ่ลูกกลิ้ง โซ่ปลอกจึงรับแรงได้มากกว่าและแข็งแรงกว่าแต่เนื่องจากในการใช้งานจะมีเสียงดังและมีการสึกหรอมากกว่า โดยทั่วไปแล้วจึงนิยมใช้โซ่ลูกกลิ้งมากกว่าโซ่ปลอก โซ่ปลอกแสดงดังรูปที่ 2.17

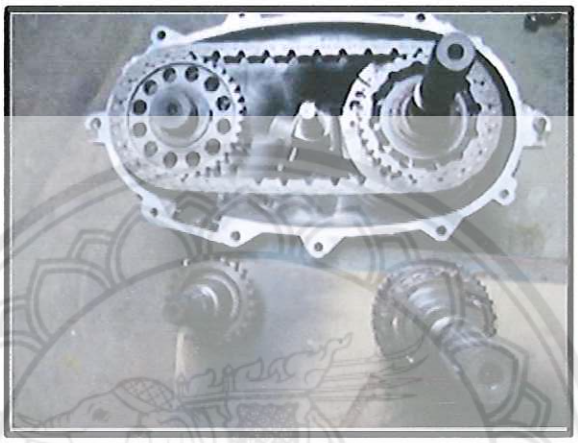


รูปที่ 2.17 โซ่ปลอก

ที่มา : http://th.misumi-ec.com/contents/mech/campaign/email20130110/Chain_Sprocket.html (สืบค้นเมื่อวันที่ 8 ม.ค. 2558)

2.8.3 โซ่ฟันเฟือง

โซ่ฟันเฟือง จะประกอบด้วยแผ่นต่อหลายแผ่นเรียงซ้อนกันและยึดกันด้วยสลัก แผ่นต่อแต่ละแผ่นจะมีฟันสองฟัน ในขณะส่งกำลังข้อต่อโซ่จะทำหน้าที่เป็นจุดหมุนของข้อโซ่ ทำให้โซ่แนบสนิทกับฟันบนเฟืองโซ่ จึงมีการสึกหรอน้อย โซ่ฟันเฟืองใช้ส่งกำลังด้วยความเร็วสูงกว่าโซ่ลูกกลิ้ง ทำงานได้โดยเกือบจะไม่มีเสียงดัง แต่จะมีน้ำหนักมากกว่าโซ่ลูกกลิ้ง ราคาแพงกว่า และต้องการให้มีการบำรุงรักษาที่ดีกว่าโซ่ลูกกลิ้ง โซ่ฟันเฟือง แสดงดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 โซ่เฟือง

ที่มา : http://th.misumi-ec.com/contents/mech/campaign/Email20130110/Chain_Sprocket.html (สืบค้นเมื่อวันที่ 8 ม.ค. 2558)

2.9 แบบประเมินความพึงพอใจ

แบบประเมินความพึงพอใจ คือ รายการคำถามที่สร้างขึ้นเพื่อสำรวจถามความพึงพอใจของผู้ใช้งาน โดยจะมีเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดผลประเมิน มาจากเกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ ซึ่งมีคะแนนสูงสุด 5 คะแนนและต่ำสุด 1 คะแนน โดยจะนำคะแนนที่ได้จากเกณฑ์การให้คะแนนมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อวัดผลประเมิน ซึ่งจะมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังตารางที่ 2.1 และเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดผลประเมินดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	ระดับความพึงพอใจ
1	ควรปรับปรุง
2	พอใช้
3	ปานกลาง
4	ดี
5	ดีมาก

ที่มา : เกณฑ์การประเมินของสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา และสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดผลประเมิน

ช่วงคะแนนเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจเฉลี่ย
1.00 – 1.50	ควรปรับปรุง
1.51 – 2.50	พอใช้
2.51 – 3.50	ปานกลาง
3.51 – 4.50	ดี
4.51 – 5.00	ดีมาก

ที่มา : เกณฑ์การประเมินของสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา และสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา

2.10 แรงเฉือนที่ได้จากการตัดอิฐมวลเบา

อิฐมวลเบาของโรงงาน SK-BLOCK มีกำลังอัด อยู่ที่ 30 – 40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

จากงานวิจัยของ ศตคุณ เดชพันธ์. (2553) แรงเฉือนที่ใช้ในการตัดอิฐมวลเบา มีค่าระหว่างร้อยละ 6 – 10 ของกำลังแรงอัด ดังนั้น จะได้แรงเฉือนที่ในการตัดอิฐมวลเบา 40 x 0.1 = 4 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

2.11 ระยะเวลาในการคืนทุน

ระยะเวลาในการคืนทุน คือ ระยะเวลาที่ได้รับผลตอบแทนในรูปของกระแสเงินสดเข้าเท่ากับกระแสเงินสดจ่ายลงทุน โดยไม่คำนึงถึงเรื่องมูลค่าของเงินตามระยะเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง การคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนจึงมองที่กระแสเงินสดรับ ไม่ใช่ตัวกำไรหรือขาดทุนของกิจการ โดย ณ จุดได้ที่ผลสะสมของกระแสเงินสดรับเท่ากับเงินลงทุนในครั้งแรกก็จะได้ระยะเวลาคืนทุนนั้นเอง

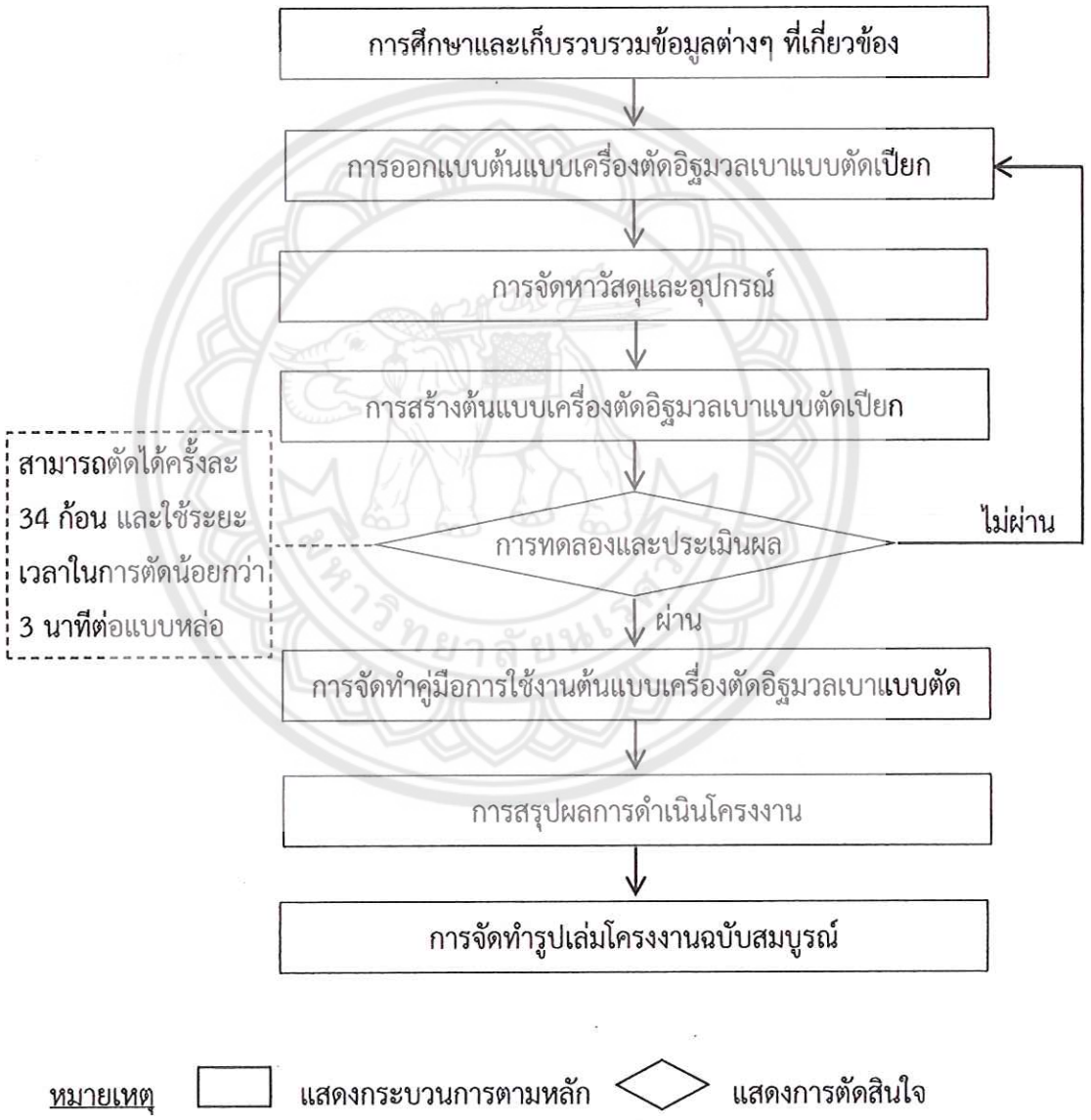
2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศตคุณ เดชพันธ์. (2553). ได้คิดค้นวิจัยน้ำยากำเนิดโฟมผลิตคอนกรีตมวลเบาระบบเซลลูลาร์ที่มีคุณภาพสูง จนทำให้ได้น้ำยากำเนิดโฟมผลิตคอนกรีตมวลเบาที่มีคุณภาพสูงระดับนานาชาติในต้นทุนที่ต่ำกว่าการนำเข้าจากต่างประเทศ ให้เนื้อคอนกรีตมวลเบาที่แข็งแกร่ง และผ่านสมบัติของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นอกจากนั้น คอนกรีตมวลเบาระบบเซลลูลาร์ยังมีความสามารถที่หลากหลายในการประยุกต์ใช้งาน เช่น การก่อสร้างดาดฟ้า คาน เสา พื้น ถนน ผนังอาคารหล่อในที่งานก่อสร้าง และอาคารที่อยู่ใกล้แหล่งกำเนิดเสียง เช่น สนามบิน โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 3
วิธีการดำเนินโครงงาน

วิธีการดำเนินโครงงาน เป็นการวางแผนการทำงาน เพื่อสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก ตั้งแต่ขั้นตอนการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง จนถึงการจัดทำรูปเล่มโครงงานฉบับสมบูรณ์ สามารถแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงานในรูปของผังงานแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงาน แสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ผังงานแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

3.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 การศึกษาข้อมูล

การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการตัดอิฐมวลเบาว่ามีวิธีการตัดอย่างไร ใช้วัสดุอะไรในการตัด เทคนิคต่างๆ ในการตัดอิฐมวลเบา ตลอดจนข้อดี ข้อเสีย ของการตัดอิฐมวลเบา เมื่อได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องแล้วก็จะนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แบ่งข้อมูลออกเป็นหัวข้อต่างๆ โดยมีการเก็บเรียบเรียงข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการดำเนินโครงงานไว้เป็นลำดับ

3.1.2 การศึกษาและเก็บรวบรวมทฤษฎี

การศึกษาและเก็บรวบรวมทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการออกแบบว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง มีทฤษฎีอะไรบ้างในการสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก เช่น ทฤษฎีเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้า ทฤษฎีเกี่ยวกับลวด และทฤษฎีเกี่ยวกับเฟืองสะพาน เป็นต้น เมื่อได้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องแล้วจะทำการเก็บรวบรวมทฤษฎีไว้ในการดำเนินโครงงานต่อไป

3.2 การออกแบบต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

การออกแบบต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก จะประกอบไปด้วย 6 ระบบ ดังนี้

3.2.1 การออกแบบระบบโครงสร้าง

การออกแบบระบบโครงสร้าง จะขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ในการใช้งานว่ามีขนาดของความกว้าง ความยาว และความสูงของแท่นอิฐมวลเบา เมื่อได้ขนาดพื้นที่ในการใช้งานแล้วนำข้อมูลดังกล่าวมาออกแบบระบบโครงสร้าง ดังนี้

3.2.1.1 กำหนดขนาดของความกว้าง ความยาว และความสูง ของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

3.2.1.2 ร่างแบบโครงสร้าง ตามขนาดที่ได้กำหนดไว้

3.2.1.3 วาดแบบออกมาทุกชิ้นส่วนของโครงสร้างตามขนาดที่กำหนด

3.2.2 การออกแบบระบบตัด

การออกแบบระบบตัดของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง โดยติดข้อเหวี่ยงเข้ากับเพลามอเตอร์ ทำให้ลวดสามารถเคลื่อนที่ไป-กลับได้ ความเร็วในการเคลื่อนที่ไป-กลับของลวดขึ้นอยู่กับอัตราทดของชุดเฟืองทดที่ต่อเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้า และระยะทางที่เคลื่อนที่ไป-กลับของลวดขึ้นอยู่กับความยาวของข้อเหวี่ยง มีขั้นตอนในการออกแบบ ดังนี้

3.2.2.1 กำหนดความเร็วที่ต้องการในการเคลื่อนที่ไป-กลับของลวด

3.2.2.2 กำหนดระยะทางที่เคลื่อนที่ไป-กลับของลวด

3.2.2.3 คำนวณกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในการส่งกำลัง

3.2.3 การออกแบบระบบส่งแรงกดให้กับระบบตัด

การออกแบบระบบส่งแรงกดให้กับระบบตัดของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก จะมีมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังโดยการต่อเฟืองสะพานเข้ากับมอเตอร์ ทำให้ระบบส่งแรงกดให้กับระบบตัดสามารถเคลื่อนที่ขึ้น-ลงได้ ความเร็วในการขึ้น-ลงของระบบส่งแรงกดให้กับระบบตัดขึ้นอยู่กับอัตราทดของชุดเฟืองทดที่ต่อเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้า มีขั้นตอนในการออกแบบ ดังนี้

3.2.3.1 กำหนดความเร็วที่ต้องการในการส่งแรงกดให้กับระบบตัด

3.2.3.2 กำหนดระยะทางขึ้น-ลงของระบบตัด

3.2.3.3 คำนวณกำลังมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในการส่งกำลัง

3.2.4 การออกแบบระบบควบคุมการใช้งาน

การออกแบบระบบควบคุมการใช้งาน จะประกอบไปด้วยการควบคุมเป็น 2 ส่วน คือ เปิดปิดการทำงาน และเคลื่อนที่ขึ้น-ลงของระบบตัด

3.2.4.1 กำหนดปุ่มควบคุมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการควบคุมส่วนเปิดปิดการทำงาน และส่วนเคลื่อนที่ขึ้น-ลงของระบบการตัด

3.2.4.2 กำหนดตำแหน่งของปุ่มต่างๆ บนตู้ควบคุมการใช้งาน

3.2.5 การออกแบบระบบเคลื่อนที่

การออกแบบระบบเคลื่อนที่ของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก จะใช้ล้อรถเข็นในการเคลื่อนที่ ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ทางตรง หยุด และบังคับเลี้ยวตามทิศทางที่ต้องการได้

3.2.6 การออกแบบระบบล็อกตำแหน่งก่อนทำการตัด

การออกแบบระบบล็อกตำแหน่งก่อนทำการตัด เพื่อทำการตัดของเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก ถูกออกแบบให้มีสลักล็อกตำแหน่งติดอยู่ที่ระบบล็อกตำแหน่งก่อนทำการตัด ซึ่งเชื่อมกับเหล็กที่ติดกับล้อทั้ง 4 ของเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก เพื่อที่จะทำให้เครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก หยุดครอบที่แท่นอิฐมวลเบาพอดี

3.3 การจัดหาวัสดุและอุปกรณ์

เมื่อทำการออกแบบต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแล้ว จะทำให้ทราบถึงรายการวัสดุและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

3.3.1 การพิจารณาเลือกวัสดุและอุปกรณ์

การพิจารณาเลือกวัสดุและอุปกรณ์ เพื่อที่จะนำมาสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก โดยพิจารณาถึงสมบัติของวัสดุแต่ละประเภท คือ คุณภาพตามการใช้งาน และวัสดุที่จัดซื้อง่าย

3.3.2 การจัดซื้อ จัดหาวัสดุและอุปกรณ์

ทำการจัดซื้อ จัดหาวัสดุและอุปกรณ์ ตามที่ได้ออกแบบไว้

3.4 การสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

ดำเนินการสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก ตามที่ได้ออกแบบไว้

3.5 การทดลองและประเมินผลของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

นำต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก ไปให้ผู้บริหารและพนักงานตัดอิฐมวลเบาทดลองใช้และทำแบบประเมินหลังการใช้งานต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก เพื่อที่จะนำผลประเมินและข้อเสนอแนะที่ได้ไปปรับปรุงต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก ให้ตรงกับเกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จของโครงงานและตรงกับความต้องการของพนักงานตัดอิฐมวลเบา

3.6 การปรับปรุงและแก้ไขระบบต่างๆ ของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

นำข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นจากการทดลองมาปรับปรุงแก้ไขระบบต่างๆ ให้ดีขึ้น จนสามารถใช้งานได้ และตรงตามเกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ

3.7 การจัดทำคู่มือการใช้งานต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

ดำเนินการจัดทำคู่มือแนะนำวิธีการใช้งานของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถศึกษาวิธีการใช้งานที่ถูกต้อง ข้อจำกัดต่างๆ ตลอดจนวิธีการบำรุงรักษาต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก เพื่ออายุการใช้งานที่ยาวนาน และการใช้งานที่มีประสิทธิภาพ

3.8 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

จากการทดลองระบบต่างๆ ในการใช้งานต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก นำผลที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินโครงงาน

บทที่ 4
ผลการดำเนินโครงงาน

จากการที่ผู้จัดทำโครงงานได้ดำเนินโครงงานตามแผนการดำเนินโครงงาน ดังหัวข้อที่ 3.1 - 3.8 ได้ผลการดำเนินโครงงาน ดังนี้

4.1 ผลการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

ผู้จัดทำโครงงานได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนการออกแบบและสร้างระบบต่างๆ ของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก เช่น ระบบโครงสร้าง ระบบตัด และระบบส่งแรงกดให้กับระบบตัด ระบบเคลื่อนที่ ระบบควบคุมการใช้งาน และระบบล็อกตำแหน่งก่อนทำการตัด เป็นต้น รวมถึงรายละเอียดด้านราคาของวัสดุที่ใช้ในการสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก ดังหัวข้อที่ 3.1

4.2 ผลการออกแบบต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

ผู้จัดทำโครงงานได้ทำการออกแบบต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก โดยแบ่งการออกแบบเป็น 6 ระบบ ดังนี้

4.2.1 การออกแบบระบบโครงสร้าง

การออกแบบระบบโครงสร้าง ได้ออกแบบให้โครงสร้างมีความแข็งแรง ทนทาน เพื่อรองรับแรงที่กระทำจากน้ำหนักของอุปกรณ์ที่นำมาประกอบในระบบต่างๆ ผู้จัดทำโครงงานจึงได้ไปวัดขนาดแท่นอิฐมวลเบา จากนั้น ผู้จัดทำโครงงานได้ออกแบบระบบตัดก่อน โดยระบบตัดนี้จะต้องครอบแท่นอิฐมวลเบา โดยจะเผื่อระยะช่วงชักที่ 20 เซนติเมตร ดังนั้นจะได้ขนาดโครงสร้าง กว้าง 86 เซนติเมตร ยาว 270 เซนติเมตร และความสูงของระบบโครงสร้างถูกออกแบบมาให้เหมาะสมกับพนักงานโดยจะได้ความสูงอยู่ที่ 113 เซนติเมตร และเลือกใช้เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมขนาด $1\frac{1}{4}$ นิ้ว (3.048 เซนติเมตร) เพราะมีความแข็งแรง และสามารถรองรับน้ำหนักได้มาก แสดงดังรูปที่ 4.1 ซึ่งเหล็กมีความยาวแตกต่างกันออกไป ดังนี้

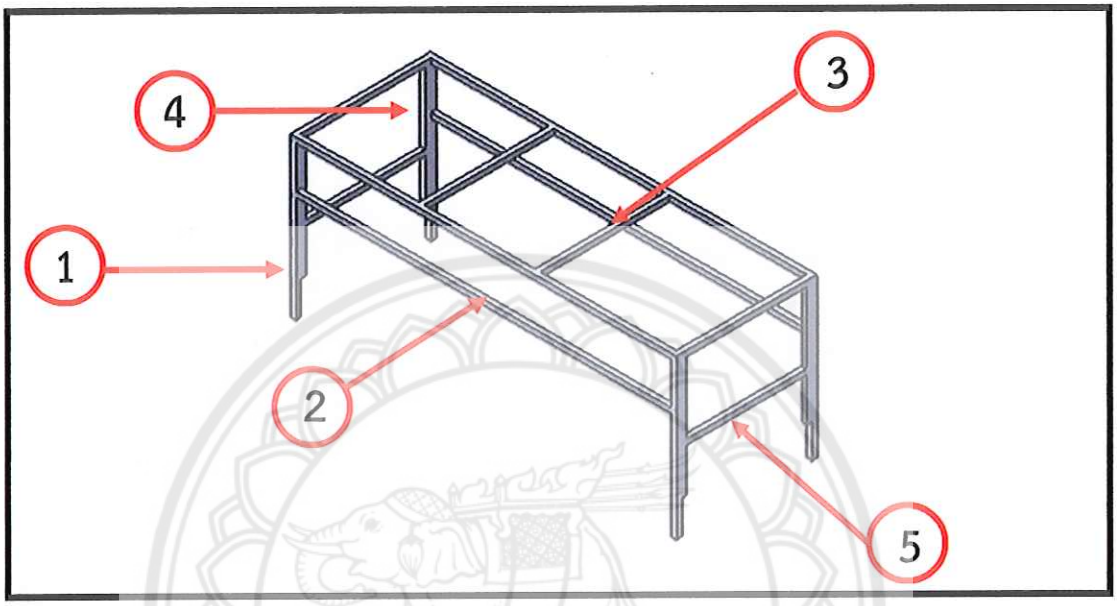
4.2.1.1 เหล็กกล่องจำนวน 4 เส้น ยาว 113 เซนติเมตร ใช้เป็นส่วนของเสาในระบบโครงสร้าง แสดงดังหมายเลข 1 ในรูปที่ 4.1

4.2.1.2 เหล็กกล่องจำนวน 4 เส้น ยาว 270 เซนติเมตร ใช้เป็นส่วนของโครงสร้างหลักในระบบโครงสร้าง โดยเชื่อมยึดติดกับเสาทั้ง 4 ข้าง แสดงดังหมายเลข 2 ในรูปที่ 4.1

4.2.1.3 เหล็กกล่องจำนวน 4 เส้น ยาว 80 เซนติเมตร ใช้เป็นส่วนคานค้ำโครงสร้างในระบบโครงสร้าง แสดงดังหมายเลข 3 ในรูปที่ 4.1

4.2.1.4 เหล็กกล่องจำนวน 4 เส้น ยาว 86 เซนติเมตร ใช้เป็นส่วนยึดติดกับเสา ใช้ในการใส่เฟืองสะพาน เพื่อให้ระบบส่งแรงกดสามารถเคลื่อนที่ขึ้น-ลงได้ แสดงดังหมายเลข 4 ในรูปที่ 4.1

4.2.1.5 เหล็กกล่องจำนวน 2 เส้น ยาว 74 เซนติเมตร ใช้เป็นส่วนค้ำของเสาทั้ง 2 ข้าง นำมาเชื่อมยึดติดกัน แสดงดังหมายเลข 5 ในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แบบระบบโครงสร้าง

4.2.2 การออกแบบระบบตัด

การออกแบบระบบตัด จะเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับเป็นตัวส่งกำลังไปที่ข้อเหวี่ยง เพื่อที่ระบบตัดจะสามารถเคลื่อนที่ไป-กลับได้ โดยการออกแบบระบบตัดมีขั้นตอน ดังนี้

4.2.2.1 หากำลังมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้ส่งกำลังให้ระบบตัด ทางผู้จัดทำโครงงานได้ชั่งน้ำหนักโครงสร้างระบบตัดได้ 50 กิโลกรัม ระยะทางในการเคลื่อนที่ (ระยะช่วงชักไป-กลับ) 20 เซนติเมตร จากการบันทึกเวลาของพนักงานที่ใช้ในการชักเลื่อยตัดไป-กลับ อยู่ที่ 1 วินาที เนื่องจากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้เป็นมอเตอร์เก่า จึงกำหนดค่าประสิทธิภาพอยู่ที่ร้อยละ 85 และเลือกใช้มอเตอร์กระแสสลับเป็นตัวส่งกำลัง เนื่องจากมอเตอร์กระแสสลับมีความเร็วรอบคงที่ มีการบำรุงรักษาน้อย ราคาถูก และหาซื้อได้ง่าย ปริมาณต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบระบบตัด แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบระบบตัด

ข้อมูล	ตัวแปร	ปริมาณ	หน่วย
น้ำหนักโครงสร้างระบบตัด (โดยประมาณ)	m	50.0	กิโลกรัม
เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่	t	1	วินาที
ระยะทางในการเคลื่อนที่	s	0.2	เมตร
ประสิทธิภาพของระบบส่งกำลัง	η	85.0	ร้อยละ

โดยปริมาณต่างๆ ที่แสดงในตารางที่ 4.1 นำไปทำการคำนวณ โดยแบ่งการคำนวณออกเป็น 3 ส่วน คือ คำนวณหาความเร็วที่ใช้ในการเคลื่อนที่ คำนวณหากำลังมอเตอร์ และคำนวณหาขนาดของเฟืองขับ ดังนี้

ก. คำนวณหาความเร็วที่ในการเคลื่อนที่ 1 วินาที ที่ระยะทาง 0.2 เมตร

ได้จากสมการ $v = \frac{s}{t}$

แทนค่า $v = \frac{0.2}{1}$

$v = 0.2$ เมตรต่อวินาที

ดังนั้น ความเร็วที่ใช้ในการเคลื่อนที่ระยะทาง 0.2 เมตร จะใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ 0.2 เมตรต่อวินาที

ข. คำนวณหากำลังของมอเตอร์ จากสมการที่ 2.1 $P = \frac{w}{t\eta}$

ซึ่ง w คือ งาน หาได้จาก $w = Fs$

F คือ แรง หาได้จาก $F = mg$

จะได้สมการ $P = \frac{mgs}{t\eta}$

แทนค่า $= \frac{50 \times 9.81 \times 0.2}{1 \times 0.85}$

$= 115.41$ วัตต์

ดังนั้น ขนาดของกำลังมอเตอร์ที่หาได้ในการเคลื่อนที่ขึ้น คือ 115.41 วัตต์ หรือ 0.155 แรงม้า ซึ่ง 1 แรงม้าเท่ากับ 746 วัตต์ โดยมอเตอร์ที่จำหน่ายทั่วไปไม่มีขนาดตามความต้องการจึงเลือกใช้ขนาด 0.25 แรงม้า หรือ 1/4 แรงม้า ซึ่งเป็นมอเตอร์ที่มีกำลังต่ำที่สุด ที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด

ค. คำนวณหาขนาดของเฟืองขับ จากมอเตอร์ขนาด 1/4 แรงม้า มีความเร็วรอบมอเตอร์ 1,440 รอบต่อนาที ต้องการจะลดความเร็วรอบมอเตอร์ให้เหลือ 60 รอบต่อนาที จึงเลือกใช้ชุดเกียร์ทด 1 : 30 (ชุดเกียร์ทด 1 : 30 ใช้ได้กับมอเตอร์ 1/4 แรงม้า)

จะได้ความเร็วรอบเฟืองขับที่ 1,440/30 = 48 รอบต่อนาที

จากสูตร ความเร็วในการเคลื่อนที่ = ความเร็วรอบ x 2π x รัศมีของเฟือง

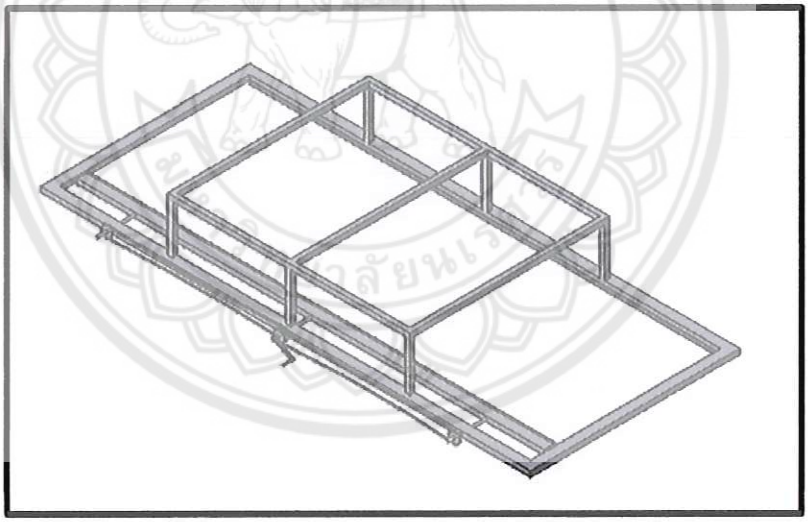
จากตารางที่ 4.1 จะได้ความเร็วในการเคลื่อนที่เท่ากับ 0.2 เมตรต่อวินาที หรือ 12 เมตรต่อนาที รัศมีของเฟืองที่มอเตอร์มีขนาด 0.04 เมตร (เนื่องจากทางผู้จัดทำโครงงานได้นำเฟืองที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด ที่มีรัศมีของเฟือง 4 เซนติเมตร มาคำนวณหาความเร็วในการเคลื่อนที่)

จะได้ว่า $v = 48 \times 2\pi \times 0.04$

$v = 12.07$ เมตรต่อนาที

จากการคำนวณจะเห็นว่า ความเร็วที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับความเร็วที่ต้องการ คือ 12 เมตรต่อนาที ผู้จัดทำโครงงานจึงเลือกใช้เฟืองที่มีขนาดรัศมีเท่ากับ 4 เซนติเมตร หรือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร

4.2.2.2 วัสดุที่ใช้ในส่วนโครงสร้างระบบตัดนั้น จะเลือกใช้เหล็กกล่องขนาด $1\frac{1}{4}$ นิ้ว (3.048 เซนติเมตร) เชื่อมยึดติดกัน แสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แบบระบบตัด

4.2.3 การออกแบบระบบส่งแรงกดให้กับระบบตัด

การออกแบบระบบส่งแรงกดให้กับระบบตัด จะอาศัยมอเตอร์เป็นตัวส่งกำลังไปที่โซ่ จากนั้นโซ่จะส่งกำลังไปที่เฟืองขับ เพื่อให้เฟืองขับสามารถขับเฟืองสะพานเคลื่อนที่ขึ้น-ลงได้

4.2.3.1 หากำลังมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้ส่งกำลังให้ระบบส่งแรงกดให้กับระบบตัด ผู้จัดทำโครงงานได้ชั่งน้ำหนักโครงสร้างระบบตัดและโครงสร้างระบบส่งแรงกดให้กับระบบตัดได้ 80 กิโลกรัม ระยะทางในการเคลื่อนที่ขึ้น-ลง 30 เซนติเมตร (อิฐมวลเบา สูง 20 เซนติเมตร รวมกับความสูงในการยกเหนืออิฐมวลเบา 10 เซนติเมตร) จากการบันทึกเวลาของพนักงานที่ยกเลื่อยตัดขึ้น-ลง ใช้เวลา 2 นาที 50 วินาที เนื่องจากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้เป็นมอเตอร์เก่า จึงกำหนดค่าประสิทธิภาพอยู่ที่ร้อยละ 85 และเลือกใช้มอเตอร์กระแสสลับเป็นตัวส่งกำลัง เนื่องจากมอเตอร์กระแสสลับมีความเร็วรอบที่คงที่ มีการบำรุงรักษาน้อย ราคาถูก และหาซื้อได้ง่าย ปริมาณต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบระบบตัด แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ปริมาณต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบระบบส่งกำลังแรงกดให้กับระบบตัด

ข้อมูล	ตัวแปร	ปริมาณ	หน่วย
น้ำหนักโครงสร้างระบบตัดและโครงสร้างระบบส่งแรงกดให้กับระบบตัด (โดยประมาณ)	m	80.00	กิโลกรัม
เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ขึ้น	t	2.50	วินาที
ระยะทางที่ใช้ในการเคลื่อนที่ขึ้น	s	0.30	เมตร
ประสิทธิภาพของระบบส่งกำลัง	η	85.00	ร้อยละ

โดยปริมาณต่างๆ ที่แสดงในตารางที่ 4.2 นำไปทำการคำนวณ โดยแบ่งการคำนวณออกเป็น 3 ส่วน คือ คำนวณหาความเร็วที่ใช้ในการเคลื่อนที่ขึ้น คำนวณหากำลังมอเตอร์ และคำนวณหาขนาดของเฟือง ดังนี้

ก. คำนวณหาความเร็วในการเคลื่อนที่ขึ้น 0.3 เมตร ที่ความเร็ว 0.12 เมตรต่อวินาที

ได้จากสมการ $$v = \frac{s}{t}$$

แทนค่า $$v = \frac{0.3}{2.5}$$

$$v = 1.2 \text{ เมตรต่อวินาที}$$

ดังนั้น ความเร็วที่ใช้ในการเคลื่อนที่ขึ้นระยะทาง 0.3 เมตร จะใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ 1.2 เมตรต่อวินาที

ข. คำนวณหากำลังมอเตอร์ จากสมการที่ 2.1 $P = \frac{w}{t\eta}$

ซึ่ง w คือ งาน หาได้จาก $w = Fs$

F คือ แรง หาได้จาก $F = mg$

จะได้สมการ $P = \frac{mgs}{t\eta}$

$$= \frac{80 \times 9.81 \times 0.3}{2.5 \times 0.85}$$

$$= 110.80 \text{ วัตต์}$$

ดังนั้น ขนาดของกำลังมอเตอร์ที่หาได้ในการเคลื่อนที่ขึ้น คือ 110.80 วัตต์ หรือ 0.15 แรงม้า ซึ่ง 1 แรงม้าเท่ากับ 746 วัตต์ โดยมอเตอร์ที่จำหน่ายทั่วไปไม่มีขนาดตามความต้องการจึงเลือกใช้ขนาด 0.25 แรงม้า หรือ 1/4 แรงม้า ซึ่งเป็นขนาดกำลังมอเตอร์ต่ำที่สุด ที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด

ค. คำนวณหาขนาดของเฟือง

มอเตอร์ขนาด 1/4 แรงม้า มีความเร็วรอบมอเตอร์ 1,440 รอบต่อนาที ต้องการจะลดความเร็วรอบมอเตอร์ให้เหลือ 40 รอบต่อนาที จึงเลือกใช้ชุดเกียร์ทด 1 : 30 (ชุดเกียร์ทด 1 : 30 ใช้ได้กับมอเตอร์ 1/4 แรงม้า)

จะได้ความเร็วรอบเฟืองขับที่ 1,440/30 = 48 รอบต่อนาที

จากตารางที่ 4.2 จะได้ความเร็วในการเคลื่อนที่เท่ากับ 0.12 เมตรต่อวินาที หรือ 7.2 เมตรต่อนาที

รัศมีของเฟืองขับที่มอเตอร์มีขนาด 0.04 เมตร

จากสูตร ความเร็วในการเคลื่อนที่ = ความเร็วรอบ x 2π x รัศมีของเฟืองขับ

จะได้ว่า $v = 48 \times 2\pi \times 0.04$

$v = 12$ เมตรต่อนาที

ดังนั้น ความเร็วที่ได้เกิน 7.2 เมตรต่อนาที จำเป็นต้องหาอัตราทด

จากสูตร ความเร็วในการเคลื่อนที่ = ความเร็วรอบ x 2π x รัศมีเฟืองของขับ x อัตราทด

แทนค่า $7.2 = 48 \times 2\pi \times 0.04 \times$ อัตราทด

อัตราทด $= \frac{7.2}{48 \times 2\pi \times 0.04}$

$$= 0.597$$

ดังนั้น อัตราทดที่ได้ต้องเป็น 0.597 : 1 จึงจะได้ความเร็ว 7.2 เมตรต่อนาที

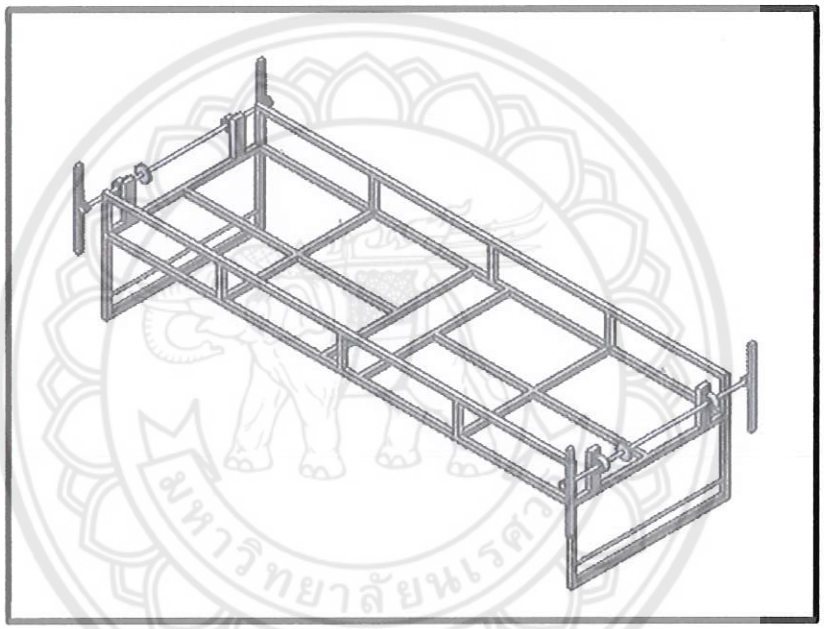
หาขนาดของเฟืองตามจากอัตราทดที่ขนาดของเฟืองโซ่ที่มอเตอร์ รัศมี 0.04 เมตร

ได้จาก $0.597 = 0.04/$รัศมีของเฟืองตาม

รัศมีของเฟืองตาม $= 0.067$ เมตร

ดังนั้น จึงเลือกใช้เฟืองตามที่มีขนาดรัศมี 0.067 เมตร หรือเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 13 เซนติเมตร

4.2.3.2 วัสดุที่ใช้ในส่วนโครงสร้างระบบส่งแรงกดให้กับระบบตัดนั้น จะเลือกใช้เหล็กกล่องขนาด $1\frac{1}{4}$ นิ้ว (3.048 เซนติเมตร) ไว้สำหรับเป็นที่ยึดติดของเฟืองสะพาน แสดงดังรูปที่ 4.3



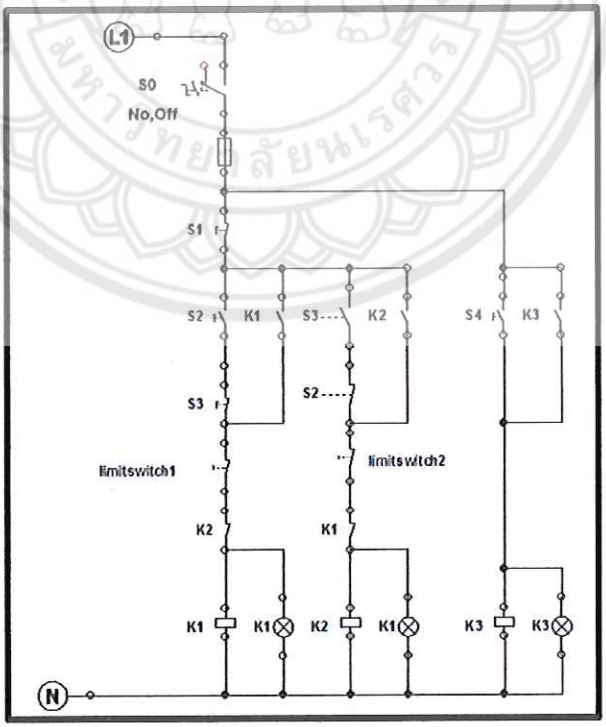
รูปที่ 4.3 แบบระบบส่งกำลังแรงกดให้กับระบบตัด

4.2.4 การออกแบบระบบควบคุมการใช้งาน

การออกแบบระบบควบคุมการใช้งานในต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก ได้ออกแบบวงจรควบคุมการทำงาน แสดงดังรูปที่ 4.4 ซึ่งสัญลักษณ์วงจรและหน้าที่การทำงาน แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 สัญลักษณ์วงจรและหน้าที่การทำงาน

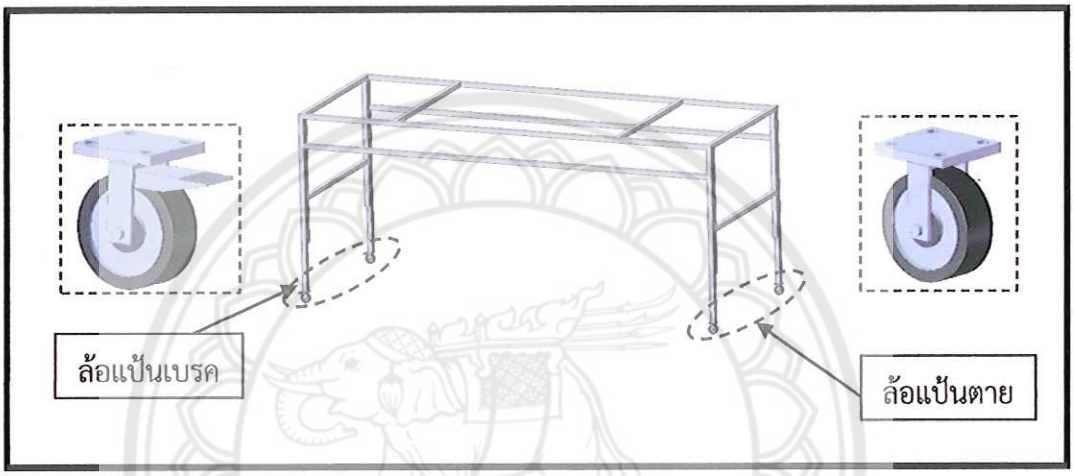
สัญลักษณ์วงจร	หน้าที่การทำงาน
S0	สวิตช์ปิด-เปิดการทำงานของวงจร
S1	สวิตช์ปุ่มกด EMERGENCY STOP
S2	สวิตช์ปุ่มกดเริ่มการเคลื่อนที่ลง
S3	สวิตช์ปุ่มกดเริ่มการเคลื่อนที่ขึ้น
S4	สวิตช์ปุ่มกดเริ่มการเคลื่อนที่ไป-กลับ
K1, K2	แมกเนติกควบคุมการหมุนของมอเตอร์ระบบส่งแรงกดให้กับระบบตัด
K3	แมกเนติกควบคุมการหมุนของมอเตอร์ระบบตัด
Limitswitch1	ลิมิตสวิตช์ปิดวงจรการเคลื่อนที่ลง
Limitswitch2	ลิมิตสวิตช์ปิดวงจรการเคลื่อนที่ขึ้น



รูปที่ 4.4 แบบชุดควบคุมการทำงาน

4.2.5 การออกแบบระบบเคลื่อนที่

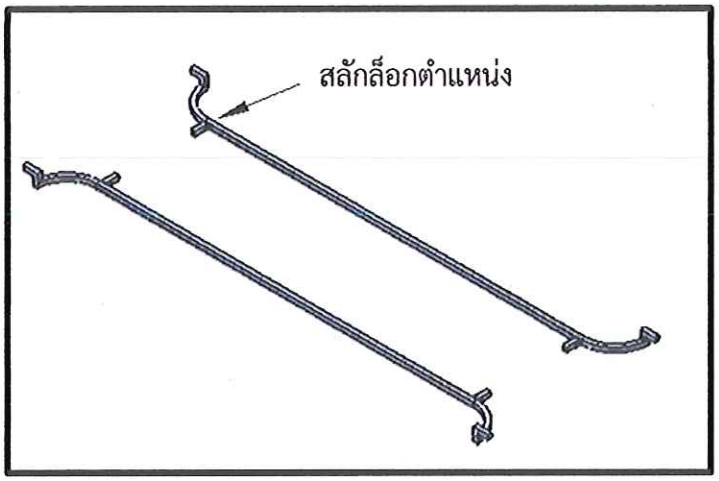
การออกแบบระบบเคลื่อนที่ ผู้จัดทำโครงงานเลือกใช้ล้อแป้นตาย ในการเคลื่อนที่ของล้อคู่หน้า ลักษณะของล้อจะมีการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง และเลือกใช้ล้อแป้นเบรค ในการเคลื่อนที่ของล้อคู่หลัง ลักษณะของล้อจะสามารถเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ได้ 360 องศา และสามารถล็อกล้อไม่ให้เคลื่อนที่เมื่อถึงตำแหน่งที่ต้องการหยุดได้ ล้อทั้ง 2 แบบนี้ จะเลือกใช้ล้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร เพราะเมื่อเชื่อมยึดติดกับโครงสร้างแล้ว ล้อจะเท่ากับขอบด้านล่างของแท่นอิฐมวลเบาพอดี อีกทั้งยังหาได้ง่ายตามท้องตลาด มีความแข็งแรง และซ่อมบำรุงได้ง่าย แสดงดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 แบบระบบเคลื่อนที่

4.2.6 การออกแบบระบบล็อกตำแหน่งก่อนทำการตัด

การออกแบบระบบล็อกตำแหน่งก่อนทำการตัด เมื่อเคลื่อนที่ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกมาครอบที่แท่นอิฐมวลเบา ขอบของแท่นอิฐมวลเบาจะชนกับสลักล็อกตำแหน่งพอดี วัสดุที่ใช้ในส่วนระบบล็อกตำแหน่งนั้น เลือกใช้เหล็กกล่องขนาด $1\frac{1}{4}$ นิ้ว (3.048 เซนติเมตร) ซึ่งมีความยาว 270 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น แล้วทำการดัดงอที่ปลายเหล็กทั้ง 2 ด้าน ให้ได้ขนาดพอดีกับขอบของแท่นอิฐมวลเบา และเชื่อมสลักล็อกตำแหน่งทั้ง 4 อัน ติดเข้ากับระบบล็อกตำแหน่งก่อนทำการตัด แสดงดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แบบระบบล็อกตำแหน่งก่อนทำการตัด

4.3 ผลการจัดหาวัสดุและอุปกรณ์

จากการวิเคราะห์ การออกแบบของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก ในหัวข้อที่ 4.2 ทำให้ทราบรายการวัสดุที่ต้องใช้ในการสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก ดังนั้น จึงได้ทำการสำรวจและจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการสร้างตามร้านจำหน่ายวัสดุทั่วไป หรือตามร้านค้าวัสดุออนไลน์ เมื่อได้วัสดุแล้วจึงนำมาสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก ซึ่งมีรายละเอียดค่าใช้จ่ายที่ใช้สร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก แสดงดังตารางที่ 4.4 ดังนี้ และรายละเอียดวัสดุ แสดงดังภาคผนวก ง

ตารางที่ 4.4 ค่าใช้จ่ายที่ใช้สร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

ลำดับที่	รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
1	ระบบโครงสร้าง	660
2	ระบบตัด	4,118
3	ระบบส่งแรงกดให้กับระบบตัด	8,884
4	ระบบเคลื่อนที่	198
5	ระบบควบคุมการใช้งาน	2,602
6	ค่าแรงเหมาจ่ายในการผลิต	3,000
7	ค่าโสหุ้ย	500
8	ค่าอุปกรณ์อื่นๆ	500
รวม		20,462

4.4 ผลการสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

เมื่อได้วัสดุที่ต้องการใช้ในการสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกแล้ว จึงทำการสร้างในส่วนต่างๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้ ดังนี้

4.4.1 การสร้างระบบโครงสร้าง

การสร้างระบบโครงสร้างนั้น จะนำเอาวัสดุที่ได้จากการจัดซื้อตามที่ได้ออกแบบไว้ในหัวข้อ 4.2.1 มาสร้างโดยใช้วิธีการเชื่อมในการประกอบโครงสร้าง แสดงดังรูปที่ 4.7 มีวิธีการสร้างดังนี้

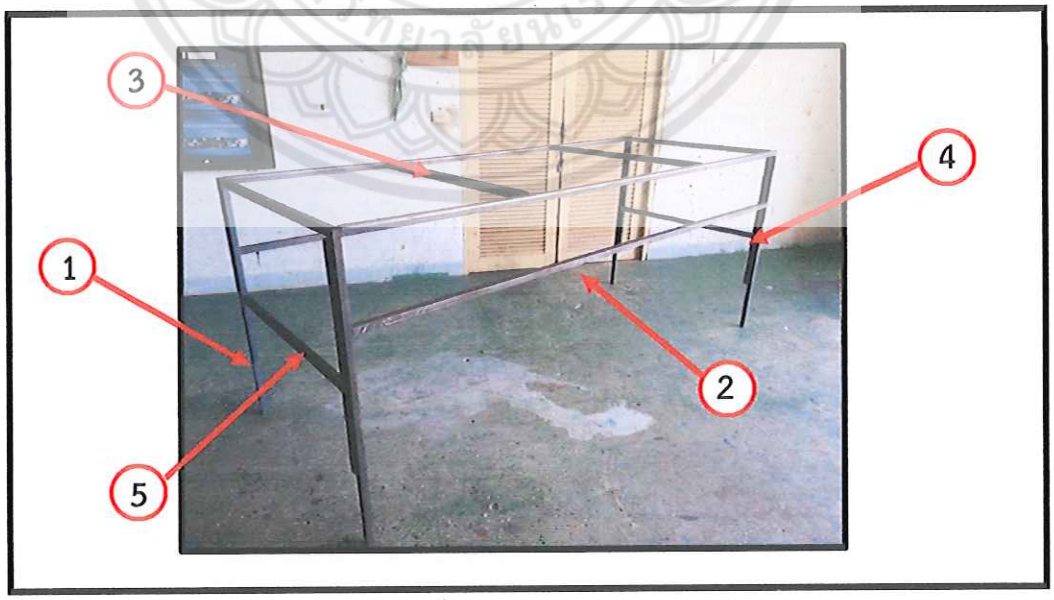
4.4.1.1 เหล็กกล่องจำนวน 4 เส้น ยาว 113 เซนติเมตร ใช้เป็นส่วนของเสาในระบบโครงสร้าง แสดงดังหมายเลข 1 ในรูปที่ 4.7

4.4.1.2 เหล็กกล่องจำนวน 4 เส้น ยาว 270 เซนติเมตร ใช้เป็นส่วนของโครงสร้างหลักในระบบโครงสร้าง โดยเชื่อมยึดติดกับเสาทั้ง 4 ข้าง แสดงดังหมายเลข 2 ในรูปที่ 4.7

4.4.1.3 เหล็กกล่องจำนวน 4 เส้น ยาว 80 เซนติเมตร ใช้เป็นส่วนคานค้ำโครงสร้างในระบบโครงสร้าง แสดงดังหมายเลข 3 ในรูปที่ 4.7

4.4.1.4 เหล็กกล่องจำนวน 4 เส้น ยาว 86 เซนติเมตร ใช้เป็นส่วนยึดติดกับเสา ใช้ในการใส่เฟืองสะพาน เพื่อให้ระบบส่งแรงกดสามารถเคลื่อนที่ขึ้น-ลงได้ แสดงดังหมายเลข 4 ในรูปที่ 4.7

4.4.1.5 เหล็กกล่องจำนวน 2 เส้น ยาว 74 เซนติเมตร ใช้เป็นส่วนค้ำของเสาทั้ง 2 ข้าง นำมาเชื่อมยึดติดกัน แสดงดังหมายเลข 5 ในรูปที่ 4.7

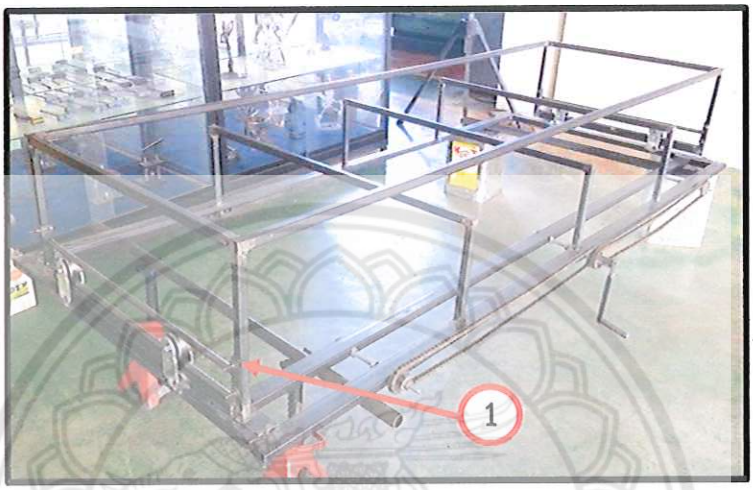


ที่ 4.7 ระบบโครงสร้าง

4.4.2 การสร้างระบบตัด

การสร้างระบบตัด จะนำเอาวัสดุที่ได้จากการจัดซื้อตามที่ได้ออกแบบไว้ในหัวข้อ 4.2.2 ระบบตัด แสดงดังรูปที่ 4.9 มีวิธีการสร้าง ดังนี้

4.4.2.1 นำเหล็กกล่องมาเชื่อมยึดติดเป็นโครงสร้างหลักของระบบตัด แสดงดังหมายเลข 1 ในรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 โครงสร้างหลักของระบบตัด

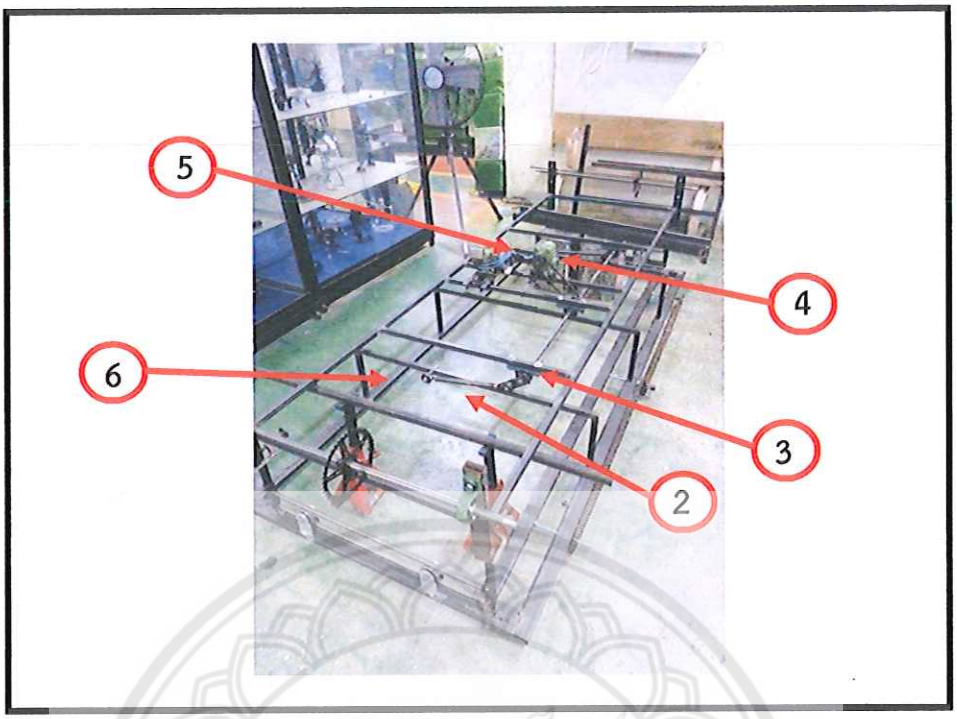
4.4.2.2 นำข้อเหวี่ยงต่อเข้ากับเพลาทั้ง 2 ด้าน โดยความยาวของข้อเหวี่ยงจะเท่ากับระยะการเคลื่อนที่ของระบบตัด แสดงดังหมายเลข 2 ในรูปที่ 4.9

4.4.2.3 นำเพลาที่ต่อเข้ากับข้อเหวี่ยงแล้ว ประกอบเข้ากับโครงสร้างหลักของระบบตัด โดยใช้ตลับลูกปืนตุ๊กตาเป็นตัวประกอบเพลาให้ติดกับโครงสร้างหลักของระบบตัด แสดงดังหมายเลข 3 ในรูปที่ 4.9

4.4.2.4 ต่อเกียร์ทดเข้ากับมอเตอร์ เพื่อลดความเร็วรอบของมอเตอร์ให้ช้าลง แสดงดังหมายเลข 4 ในรูปที่ 4.9

4.4.2.5 ใส่เฟืองขับไปที่เพลาของเกียร์ทด จากนั้นใช้โซ่เป็นตัวส่งกำลังจากเกียร์ทดไปยังเพลาทำให้ข้อเหวี่ยงหมุน และสามารถเคลื่อนที่ไปทางซ้ายขวาได้ แสดงดังหมายเลข 5 ในรูปที่ 4.9

4.4.2.6 นำลวดไปมัดกับน็อตตัวเมียทั้ง 2 ข้าง แล้วนำไปขึงกับโครงสร้างหลักของระบบตัด ให้ห่างกันช่องละ 7 เซนติเมตร จำนวน 35 เส้น แสดงดังหมายเลข 6 ในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ระบบตัด

4.4.3 การสร้างระบบส่งแรงกดให้กับระบบตัด

การสร้างระบบส่งแรงกดให้กับระบบตัด โดยจะนำเอาวัสดุที่ได้จากการจัดซื้อตามที่ได้ออกแบบไว้ในหัวข้อ 4.2.3 มาประกอบเข้าด้วยกัน มีวิธีการสร้าง ดังนี้ การสร้างระบบส่งแรงกดให้กับระบบตัด แสดงดังรูปที่ 4.10

4.4.3.1 เชื่อมเฟืองสะพานให้ติดกับขาทั้ง 4 ขา ของระบบโครงสร้าง แสดงดังหมายเลข 1 ในรูปที่ 4.10

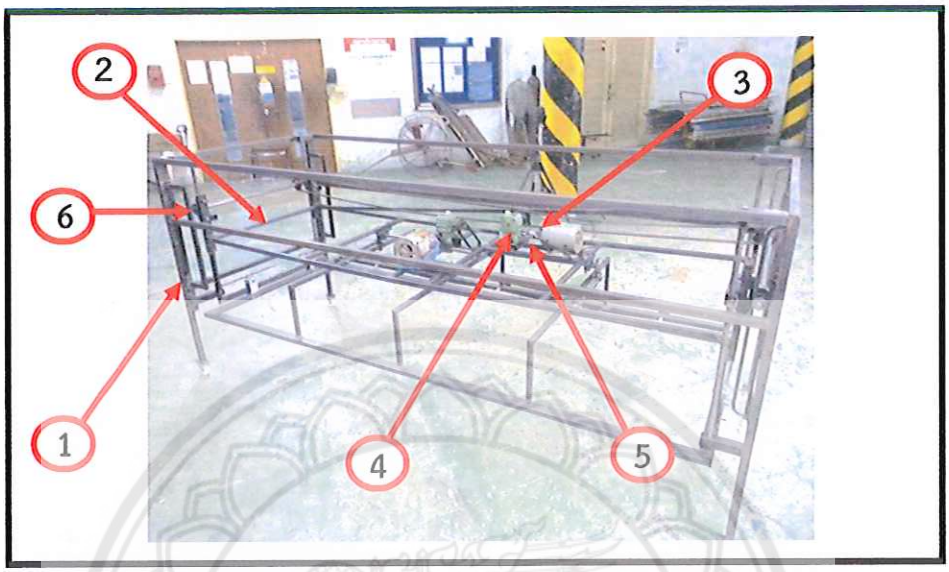
4.4.3.2 นำเฟืองตามมาต่อเข้ากับเพลาทั้ง 2 ด้าน โดยใช้น็อตเป็นตัวยึดระหว่างเฟืองกับเพลาให้แน่นไม่ให้หลุดออกจากกัน แสดงดังหมายเลข 2 ในรูปที่ 4.10

4.4.3.3 นำเพลาที่ต่อเข้ากับเฟืองตามแล้ว มาประกอบเข้ากับโครงสร้างหลักของระบบตัด โดยใช้ตลับลูกปืนตุ๊กตาเป็นตัวประกอบเพลาให้ติดกับโครงสร้างหลักของระบบตัด แสดงดังหมายเลข 3 ในรูปที่ 4.10

4.4.3.4 ต่อเกียร์ทดเข้ากับมอเตอร์ เพื่อลดความเร็วรอบของมอเตอร์ให้ช้าลง แสดงดังหมายเลข 4 ในรูปที่ 4.10

4.4.3.5 ใส่เฟืองขับไปที่เพลาของเกียร์ทด จากนั้นใช้โซ่เป็นตัวส่งกำลังจากเกียร์ทดไปยังเพลาทำให้เพลาหมุน และสามารถเคลื่อนที่ขึ้น-ลงได้ แสดงดังหมายเลข 5 ในรูปที่ 4.10

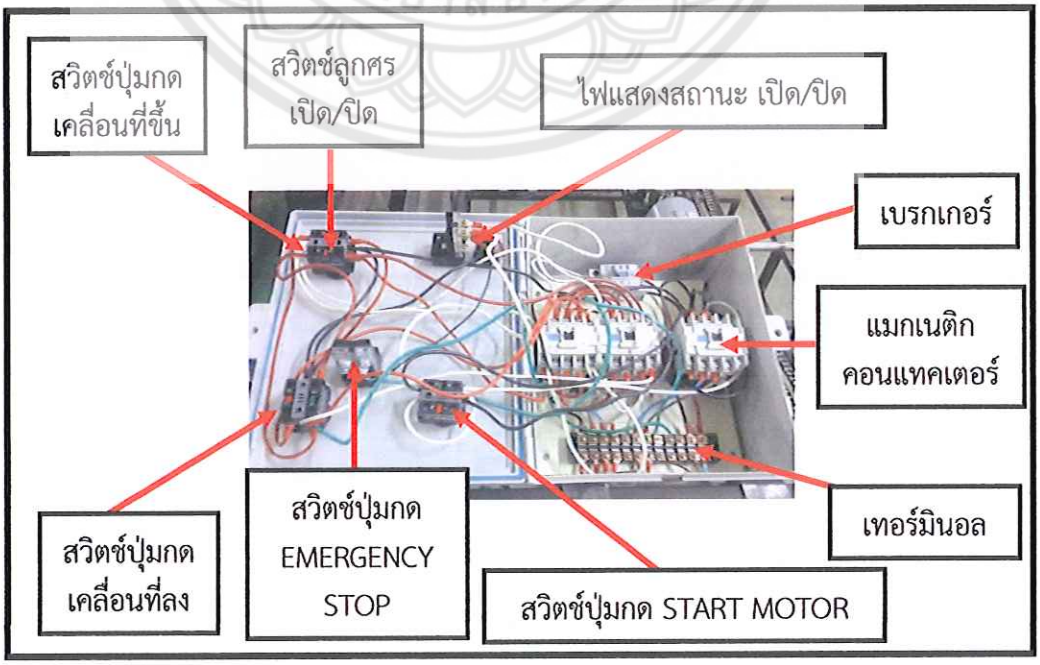
4.4.3.6 นำเหล็กกลมตันที่สวมบูชแล้วทั้ง 4 ชุด ติดตั้งเข้ากับระบบโครงสร้างและระบบตัด เพื่อใช้เป็นตัวกำหนดตำแหน่ง ป้องกันการขยับไปมาของระบบตัด และให้มีการเคลื่อนที่เป็นไปตามทิศทางที่กำหนดไว้ แสดงดังหมายเลข 6 ในรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 ระบบส่งแรงกดให้กับระบบตัด

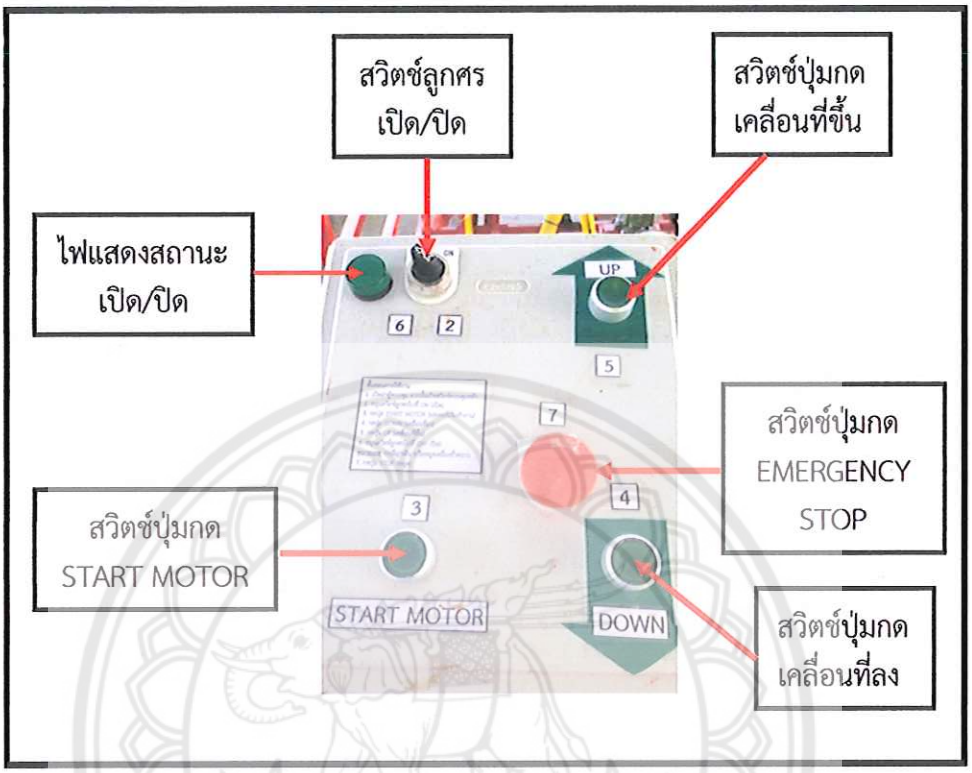
4.4.4 การสร้างระบบควบคุมการใช้งาน

การสร้างระบบควบคุมการใช้งาน จะนำเอาวัสดุที่ได้จากการจัดซื้อตามที่ได้ออกแบบไว้ในหัวข้อ 4.2.4 มาต่อเข้าด้วยกันตามวงจรดังรูปที่ 4.4 แสดงดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 การติดตั้งระบบควบคุมการใช้งานภายในตู้ควบคุม

หลังจากติดตั้งระบบควบคุมการใช้งานภายในตู้ควบคุม แล้วทำการติดตั้งสวิตช์การใช้งานเพื่อใช้ ปิด-เปิด เคลื่อนที่ ขึ้น-ลง แสดงดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 ตู้ควบคุมระบบควบคุมการใช้งาน

4.4.5 การสร้างระบบเคลื่อนที่

การสร้างระบบเคลื่อนที่ จะนำเอาวัสดุที่ได้จากการจัดซื้อตามที่ได้ออกแบบไว้ในหัวข้อ 4.2.5 มาสร้างโดยใช้วิธีเชื่อมยึดติดกับระบบโครงสร้าๆหกะง ระบบเคลื่อนที่ แสดงดังรูปที่ 4.13 มีวิธีการสร้าง ดังนี้

4.4.5.1 นำล้อแป้นตายมาเชื่อมยึดติดกับขาของโครงสร้างคู่หน้าทั้ง 2 ข้าง

4.4.5.2 นำล้อแป้นเบรคมาเชื่อมยึดติดกับขาของโครงสร้างคู่หลังทั้ง 2 ข้าง

รูปที่ 4.13 ระบบเคลื่อนที่

4.4.6 การสร้างระบบล็อกตำแหน่งก่อนทำการตัด

การสร้างระบบล็อกตำแหน่งก่อนทำการตัด จะนำเอาวัสดุที่ได้จากการจัดซื้อตามที่ได้ออกแบบไว้ในหัวข้อ 4.2.6 มาดัดงอให้ได้ตามขนาดที่ออกแบบไว้ จากนั้นจะเชื่อมติดกับขาของระบบโครงสร้าง แสดงดังรูปที่ 4.14

รูปที่ 4.14 ระบบล็อกตำแหน่งก่อนทำการตัด

4.5 ผลการทดลองและประเมินผลของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

เมื่อผู้จัดทำโครงงาน ได้ทำการทดลองต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกว่าสามารถใช้งานได้แล้ว จึงได้นำต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกไปให้ผู้บริหารและพนักงานทดลองใช้งาน และประเมินความพึงพอใจในการใช้งานต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

4.5.1 ผลการทดลองหาเวลาการใช้งานของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

ผลการทดลองหาเวลาการใช้งานของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก จากการบันทึกเวลาที่ใช้ในการตัดอิฐมวลเบา เริ่มบันทึกเวลาตั้งแต่ ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาเคลื่อนที่เข้าล็อกตำแหน่งแท่นอิฐมวลเบา เวลาเคลื่อนที่ลงในการตัดอิฐมวลเบา และเวลาเคลื่อนที่ขึ้น จำนวน 10 แบบหล่อ แสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองหาเวลาการใช้งานของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

แบบหล่อที่	เวลาล็อกตำแหน่งก่อนทำการตัด (วินาที)	เวลาเคลื่อนที่ลงในการตัดอิฐมวลเบา (วินาที)	เวลาเคลื่อนที่ขึ้น (วินาที)	รวม	
1	21	81	54	156 วินาที	2 นาที 36 วินาที
2	19	73	52	144 วินาที	2 นาที 24 วินาที
3	23	64	44	131 วินาที	2 นาที 11 วินาที
4	24	69	51	144 วินาที	2 นาที 24 วินาที
5	21	75	41	137 วินาที	2 นาที 17 วินาที
6	18	84	45	147 วินาที	2 นาที 27 วินาที
7	27	77	49	153 วินาที	2 นาที 33 วินาที
8	24	65	63	152 วินาที	2 นาที 32 วินาที
9	20	79	42	141 วินาที	2 นาที 21 วินาที
10	25	67	47	139 วินาที	2 นาที 19 วินาที
เวลาเฉลี่ย					2 นาที 24 วินาที

จากผลการทดลองหาเวลาการใช้งานของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก เมื่อนำเวลามาเปรียบเทียบระหว่างใช้บล็อกตัดในการตัดอิฐมวลเบากับใช้ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาตัดอิฐมวลเบา จำนวน 10 แบบหล่อ แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองหาเวลาที่ใช้ในการตัดอิฐมวลเบา เปรียบเทียบระหว่างพนักงานกับต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบา

แบบหล่อที่	แบบใช้บล็อกตัด	แบบใช้ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบา
1	4 นาที 43 วินาที	2 นาที 36 วินาที
2	4 นาที 50 วินาที	2 นาที 24 วินาที
3	4 นาที 45 วินาที	2 นาที 11 วินาที
4	4 นาที 12 วินาที	2 นาที 24 วินาที
5	4 นาที 49 วินาที	2 นาที 17 วินาที
6	4 นาที 55 วินาที	2 นาที 27 วินาที
7	4 นาที 52 วินาที	2 นาที 33 วินาที
8	4 นาที 10 วินาที	2 นาที 32 วินาที
9	4 นาที 30 วินาที	2 นาที 21 วินาที
10	4 นาที 58 วินาที	2 นาที 19 วินาที
เฉลี่ย	4 นาที 40 วินาที	2 นาที 24 วินาที

พบว่า ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกจะลดเวลาในการตัดอิฐมวลเบา จากเดิมใช้พนักงานในการตัดอิฐมวลเบา เฉลี่ยเวลาที่ใช้ตัดอิฐมวลเบา 4 นาที 40 วินาทีต่อแบบหล่อ จากนั้นได้ทดลองใช้ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบา พบว่า เฉลี่ยเวลาที่ใช้ตัดอิฐมวลเบา 2 นาที 24 วินาทีต่อแบบหล่อ

4.5.2 การเปรียบเทียบเวลาการทำงานในกระบวนการตัดระหว่างใช้พนักงานกับใช้ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบา

4.5.2.1 ใช้พนักงานในการตัดอิฐมวลเบา

ก. เวลาที่ใช้ในการมัดลวดเฉลี่ย 5 นาทีต่อเส้น หรือ 300 วินาทีต่อเส้น

ข. เวลาที่ใช้ในการตัดอิฐมวลเบาเฉลี่ย 4 นาที 40 วินาทีต่อแบบหล่อ หรือ 280 วินาทีต่อแบบหล่อ

ค. จากการทดลองของโรงงาน ในการมัดลวด 1 เส้น สามารถตัดอิฐมวลเบาได้ 80 แบบหล่อ (1 วันทำงาน ตัดอิฐมวลเบาได้ 40 แบบหล่อ)

ง. เวลาที่ใช้ในกระบวนการตัดโดยใช้พนักงาน

หาได้จาก เวลาที่ใช้ในการตัดอิฐมวลเบา + เวลาที่ใช้ในการมัดลวดเฉลี่ย/จำนวนแบบหล่อที่ลวด 1 เส้น สามารถตัดได้

= (280 + (300/80)) = 283.75 วินาที หรือ 4 นาที 44 วินาที

ดังนั้น เวลาที่ใช้ในกระบวนการตัดโดยใช้พนักงาน เท่ากับ 4 นาที 44 วินาที ต่อแบบหล่อ

4.5.2.2 ใช้ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

ก. เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการมัดลวด 35 เส้น เท่ากับ 15 นาที หรือ 900 วินาที

ข. เวลาที่ใส่ลวดเข้ากับระบบตัด 10 นาที หรือ 600 นาที

ค. เวลาที่ใช้ในการตัดอิฐมวลเบาเฉลี่ย 2 นาที 24 วินาทีต่อแบบหล่อ หรือ 144 วินาทีต่อแบบหล่อ

ง. จากการทดลองของโรงงาน ในการมัดลวด 1 เส้น สามารถตัดอิฐมวลเบาได้ 80 แบบหล่อ (1 วันทำงาน ตัดอิฐมวลเบาได้ 40 แบบหล่อ)

จ. เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในกระบวนการตัดโดยใช้ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

หาได้จาก เวลาที่ใช้ในการตัดอิฐมวลเบา + (เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการมัดลวด 35 เส้น + เวลาที่ใส่ลวดเข้ากับระบบตัด)/จำนวนแบบหล่อที่ลวด 1 เส้น สามารถตัดได้

= (144 + (1,500/80)) = 162.75 วินาที หรือ 2 นาที 43 วินาที

ดังนั้น เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในกระบวนการตัดโดยใช้ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกเท่ากับ 2 นาที 43 วินาทีต่อแบบหล่อ

จากการเปรียบเทียบเวลาการทำงานในกระบวนการตัด พบว่า ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกจะลดเวลาในการตัดอิฐมวลเบา จากเดิมใช้พนักงานในการตัดอิฐมวลเบาเฉลี่ยเวลาที่ใช้ตัดอิฐมวลเบา 4 นาที 44 วินาทีต่อแบบหล่อ จากนั้นได้ทดลองใช้ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบา พบว่า เฉลี่ยเวลาที่ใช้ตัดอิฐมวลเบา 2 นาที 43 วินาทีต่อแบบหล่อ ลดลงจากเดิม คิดเป็นร้อยละ 42.61

4.5.3 ประเมินผลของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

ประเมินผลของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก เป็นการนำข้อมูลมาจากแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก ซึ่งผู้จัดทำโครงงานได้จัดทำขึ้นเพื่อทำการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก และทำการสรุปค่าความพึงพอใจ ดังตารางที่ 4.7 ในส่วนของข้อมูลจำนวนผู้ที่ทำการประเมินต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก คือ ผู้บริหารและพนักงานโรงงาน SK - BLOCK อิฐมวลเบา ทั้งหมดจำนวน 5 คน

ตารางที่ 4.7 แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ					รวม (คน)	ค่าเฉลี่ยคะแนน	ระดับความพึงพอใจ
	5	4	3	2	1			
ด้านรูปแบบและการใช้งาน								
1. ความเหมาะสมของการใช้งาน	1	2	2	0	0	5	3.80	ดี
2. การใช้งานง่าย และมีความสะดวก	1	4	0	0	0	5	4.20	ดี
3. ช่วยลดความเมื่อยล้าให้คนงานได้	2	3	0	0	0	5	4.40	ดี
4. ช่วยควบคุมเวลาให้เร็วขึ้น	1	2	2	0	0	5	3.80	ดี
5. การเลือกใช้วัสดุในการสร้างเครื่อง	0	5	0	0	0	5	4.00	ดี
6. ความปลอดภัยในการใช้งาน	2	3	0	0	0	5	4.40	ดี
7. ความสำเร็จ/ประโยชน์ที่ได้จากการใช้งาน	0	5	0	0	0	5	4.00	ดี
8. ความเรียบของผิวหน้าตัดของอิฐมวลเบา	0	4	1	0	0	5	3.80	ดี
9. ความสามารถในการตัดอิฐมวลเบาให้ขาดหมดทั้งก้อน	1	4	0	0	0	5	4.20	ดี
10. ความพึงพอใจโดยรวมที่มีต่อเครื่องตัดอิฐมวลเบา	2	3	0	0	0	5	4.40	ดี
สรุปค่าเฉลี่ยคะแนนและระดับความพึงพอใจ							4.10	ดี

จากตารางที่ 4.7 สามารถสรุปได้ ดังนี้ คือ จากผู้ทำการประเมินทั้งหมดจำนวน 5 คน มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.10 มีระดับความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับดี โดยทุกหัวข้อได้รับการประเมินความพึงพอใจที่อยู่ในระดับดี ตรงตามเป้าหมายที่ผู้จัดทำโครงงานต้องการสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกนี้ขึ้นมา

ส่วนแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้งานต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก ทั้งหมดแสดงดัง ภาคผนวก ค

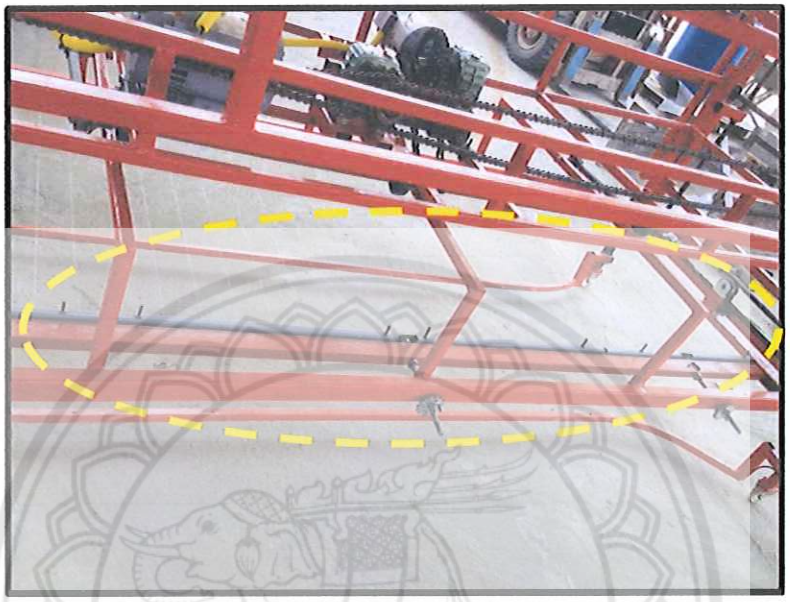
4.6 ผลการปรับปรุงและแก้ไขระบบต่างๆ ของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

ผู้จัดทำโครงงานได้ทำการปรับปรุงและแก้ไขระบบต่างๆ ของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก หลังจากที่ได้ทดลองแล้วเกิดความผิดพลาดระหว่างการใช้งาน ผู้จัดทำโครงงานได้นำข้อผิดพลาด มาปรับปรุงแก้ไขต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

4.6.1 การปรับปรุงโครงสร้างของระบบตัด

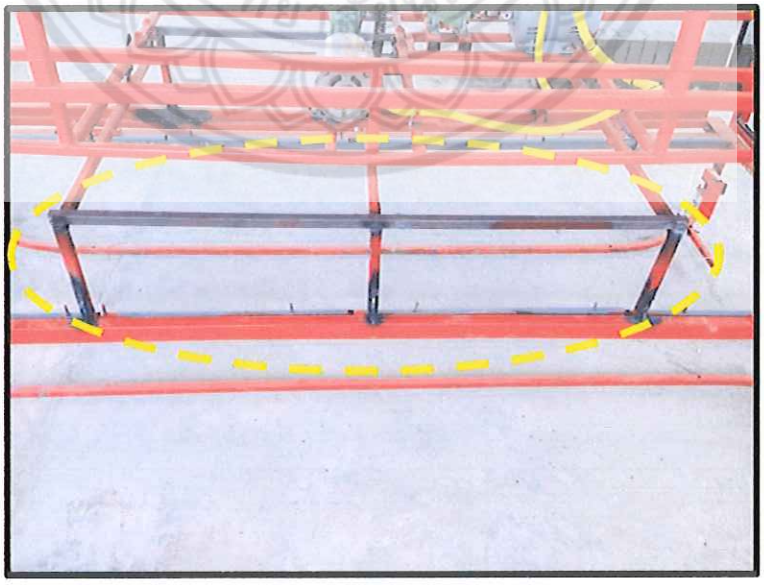
จากการทดลอง พบว่าในขั้นตอนการขันตึงลวดของระบบตัดโครงสร้างของระบบตัดมีการโก่งงอ ทำให้การขันลวดไม่ตึง ผู้จัดทำโครงงานจึงได้ทำการเสริมเหล็กไปที่โครงสร้างของระบบตัด

4.6.1.1 ก่อนการปรับปรุงโครงสร้างระบบตัด



รูปที่ 4.15 ก่อนการปรับปรุงโครงสร้างระบบตัด

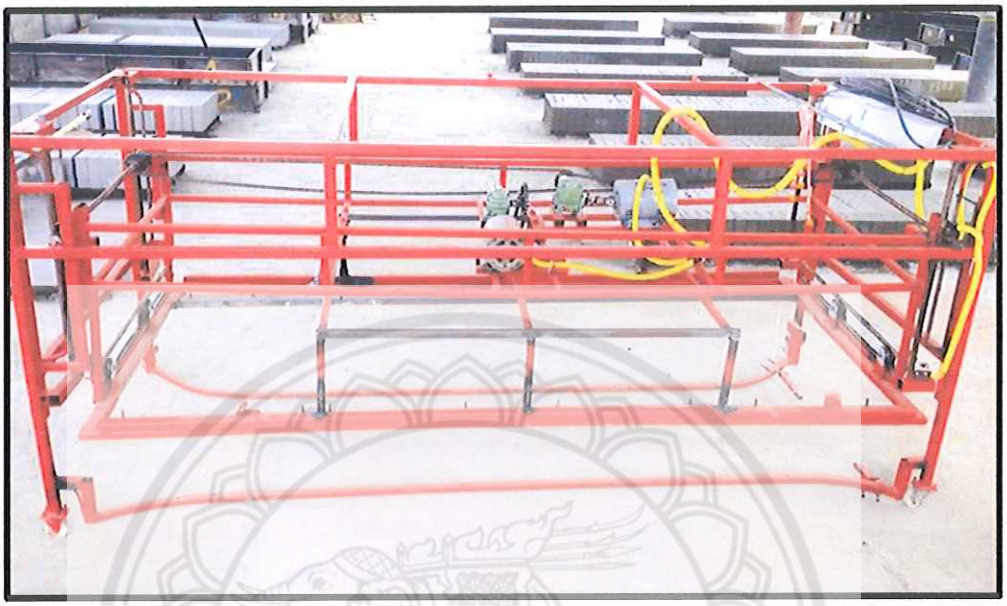
4.6.1.2 หลังการปรับปรุงโครงสร้างระบบตัด



รูปที่ 4.16 หลังการปรับปรุงโครงสร้างระบบตัด

4.6.2 ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกที่เสร็จสมบูรณ์

หลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงในส่วนต่างๆ แล้ว จะได้ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกที่เสร็จสมบูรณ์ แสดงดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกที่เสร็จสมบูรณ์

4.7 วิเคราะห์ระยะเวลาในการคืนทุน

ทางโรงงาน SK-BLOCK เริ่มทำงาน 08:00 น. – 17:00 น. และเริ่มตัดอิฐมวลเมื่อเวลา 15:00 น. ให้ค่าแรงคนละ 300 บาท/วัน ค่าล่วงเวลาคนละ 30 บาท/ชั่วโมง โดยเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและเวลาในการตัดอิฐมวลเบา แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและเวลาในการตัดอิฐมวลเบา

ข้อมูล	แบบใช้บล็อกตัด	แบบใช้ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก
ต้นทุน	6,500 บาท	20,462 บาท
พนักงาน	2 คน	1 คน
เวลาในการตัด (40 แบบหล่อต่อวัน)	4 นาที 40 วินาที X 40 แบบหล่อ = 3 ชั่วโมง 7 นาที	2 นาที 24 วินาที X 40 แบบหล่อ = 1 ชั่วโมง 36 นาที
เวลาอื่นๆ	30 นาที	10 นาที
เวลารวม	3 ชั่วโมง 37 นาที	1 ชั่วโมง 46 นาที
เสียค่าล่วงเวลา	120 บาท	-
รวมค่าแรง/วัน	720 บาท	300 บาท

จากตางราง 4.8 จะเห็นได้ว่า ส่วนต่างของต้นทุน = 20,462 – 6,500 = 13,962 บาท

ส่วนต่างค่าแรง/วัน = 720 – 300 = 420 บาท

$$\text{ระยะเวลาในการคืนทุน} = \frac{\text{ส่วนที่เสียไป}}{\text{ส่วนที่ได้ผลประโยชน์}}$$

$$= \frac{13,962}{420}$$

$$= 34 \text{ วัน}$$

ระยะเวลาในการคืนทุนของการใช้ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาเท่ากับ 34 วัน

4.8 ผลการจัดทำคู่มือการใช้งานต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

การจัดทำคู่มือแนะนำการใช้งานของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก รวมถึงการดูแลรักษา ซ่อมบำรุง เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน และปลอดภัย แสดงดังภาคผนวก ก

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ผู้จัดทำโครงงานได้ออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก ซึ่งได้สรุปผลการดำเนินโครงงาน และข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

จากผลการดำเนินโครงงานจะได้ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก โดยต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก ประกอบด้วย 6 ระบบ คือ ระบบโครงสร้าง ระบบตัด ระบบส่งแรงกดให้ระบบตัด ระบบเคลื่อนที่ ระบบควบคุมการใช้งาน และระบบล็อกตำแหน่งก่อนทำการตัด ซึ่งต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกนี้ สามารถตัดอิฐมวลเบาได้ 34 ก้อนต่อแบบหล่อ มีขนาดกว้าง 7 เซนติเมตร ใช้เวลาเฉลี่ยในการตัดอิฐมวลเบา 2 นาที 43 วินาทีต่อแบบหล่อ ลดลงจากเดิมคิดเป็นร้อยละ 42.61 อีกทั้งยังสามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวที่กล่าวมาข้างต้น และจากผลการประเมินระดับความพึงพอใจของผู้บริหารและพนักงาน มีระดับความพึงพอใจเฉลี่ยที่ 4.10 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับดี

5.2 ข้อเสนอแนะ

การนำต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกไปพัฒนาใช้ในโรงงานผลิตอิฐมวลเบาขนาดใหญ่ควรปรับปรุงระบบการเคลื่อนที่จากเดิมที่ใช้ล้อในการเคลื่อนที่ไปใช้เป็นรางเลื่อน เพื่อให้ง่ายต่อการเคลื่อนที่

เอกสารอ้างอิง

จรัส บุณยธรรมา. (2555). **หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า.** ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล. สืบค้นเมื่อ 28 สิงหาคม 2557, จาก http://www.rumt.com/charud/howstuffwork/motor/motorthai2.html.

ธนเจต สครรัมย์. (2552). **มอเตอร์ไฟฟ้าและควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า.** กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ

สุทัศน์ ยอดเพชร. (2551). **การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล.** สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน. สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2557, จาก https://www.scribd.com/doc/29271767/2/ขั้นตอนการออกแบบเครื่องจักรกล.

อาจหาญ ณ นรงค์. (2554). **รายละเอียดของเฟืองและวัสดุเฟือง.** ระยอง : โยโกฮาม่า ไทร์ แมนูแฟคเจอริ่ง. สืบค้นเมื่อ 8 กันยายน 2557.

เอกสารประกอบวิชาการเรียนไฟฟ้าเบื้องต้น. ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล.

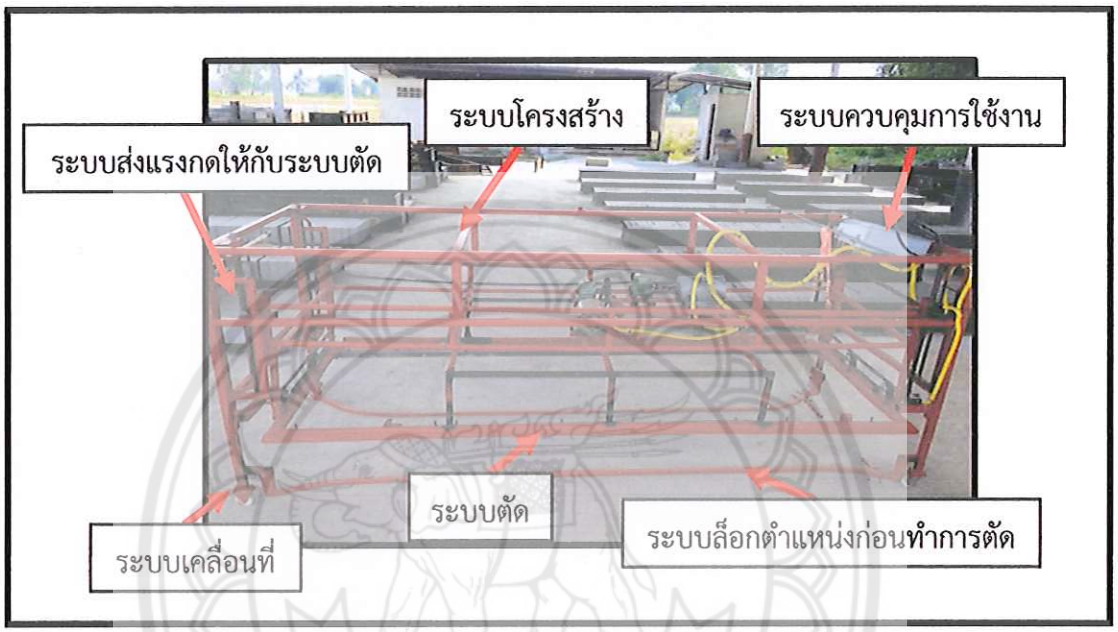
ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบ**ตัดเปียก**

ก. คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

ก.1 ข้อควรระวังก่อนการใช้งาน

ก.1.1 ตรวจสอบระบบของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกทั้ง 6 ระบบ ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน



รูปที่ ก.1 การตรวจสอบระบบของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก**ทั้ง 6 ระบบ**

ก.1.2 ก่อนการใช้งานควรตรวจสอบตำแหน่งของระบบตัด ต้องอยู่ในตำแหน่**งสูงสุด หรืออยู่ในตำแหน่งที่**สูงกว่าอิฐมวลเบาที่จะทำการตัด เพื่อป้องกันไม่ให้ระบบตัดไปโดนอิฐมวล**เบาก่อนทำการตัด ในขณะมี่**กำลังเคลื่อนที่ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกไปครอบที่แท่นอิฐ**มวลเบา**

รูปที่ ก.2 การตรวจสอบตำแหน่งของระบบตัด

ก.1.3 ควรใช้งานต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกบนพื้นเรียบเท่านั้น

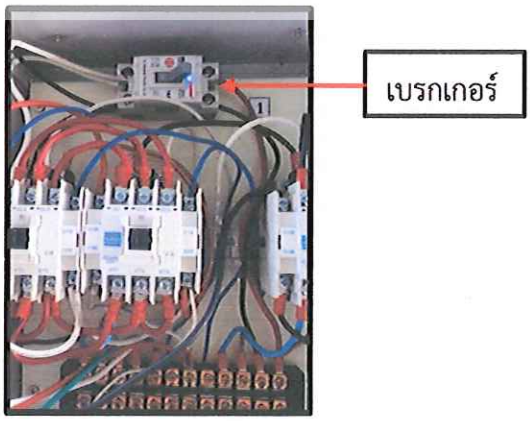
ก.1.4 ควรอ่านคู่มือก่อนการใช้งาน เพื่อความปลอดภัยและความถูกต้องในการใช้งาน

ก.2 ขั้นตอนการใช้งานต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

ก.2.1 นำต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกไปครอบที่แท่นอิฐมวลเบา โดยระบบล็อกตำแหน่งก่อนทำการตัดจะมีสลักล็อกตำแหน่งจะทำการล็อกต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกให้ตรงกับขอบของแท่นอิฐมวลเบาพอดี แสดงดังรูปที่ ก.3

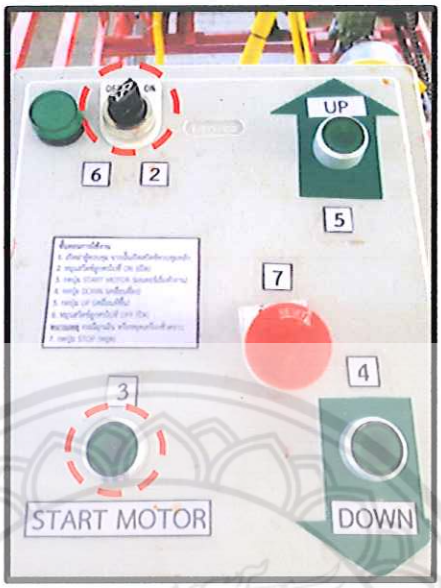
รูปที่ ก.3 การนำต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกไปครอบที่แท่น**อิฐมวลเบา**

ก.2.2 เปิดสวิตช์ควบคุมหลัก โดยการเปิดฝาตู้ควบคุม จากนั้นโยกคันโยกของ**เบรกเกอร์ ให้อยู่ในตำแหน่ง** ON (เปิด) จากนั้นปิดฝาตู้ควบคุม แสดงดังรูปที่ ก.4



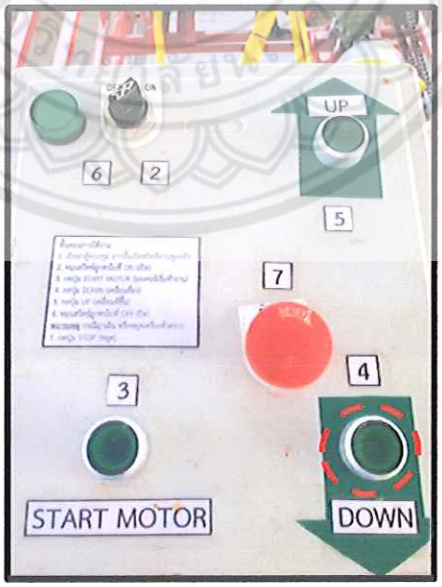
รูปที่ ก.4 การเปิดสวิตช์ควบคุมหลัก

ก.2.3 เปิดสวิตช์ควบคุมย่อย โดยการหมุนสวิตช์ลูกศรไปที่ ON (เปิด) มาตรวจสอบความพร้อมของสวิตช์ EMERGENCY STOP และกดปุ่ม Start Motor (มอเตอร์เริ่มทำงาน) แสดงดังรูปที่ ก.5



รูปที่ ก.5 การเปิดสวิตช์ควบคุมย่อย

ก.2.4 กดปุ่มเคลื่อนที่ลง 1 ครั้ง รอจนกว่าระบบตัดจะเคลื่อนที่ลงถึงลิมิตสวิตช์ที่ตั้งไว้จึงหยุดการเคลื่อนที่ แสดงดังรูปที่ ก.6

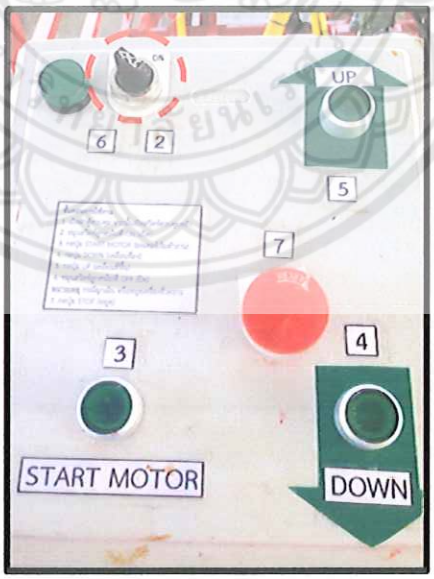


รูปที่ ก.6 การกดปุ่มเคลื่อนที่ลง

ก.2.5 กดปุ่มเคลื่อนที่ขึ้น จนกว่าต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกจะเคลื่อนที่ขึ้นถึงลิมิตสวิตช์ที่ตั้งไว้จึงหยุดการเคลื่อนที่ แสดงดังรูปที่ ก.7

รูปที่ ก.7 การกดปุ่มเคลื่อนที่ขึ้น

ก.2.6 ปิดสวิตช์ควบคุมย่อย โดยการหมุนสวิตช์ลูกศรไปที่ OFF (ปิด) แสดงดังรูปที่ ก.8



รูปที่ ก.8 การปิดสวิตช์ควบคุมย่อย

ก.2.7 หากต้องการหยุดต้นแบบเครื่องตัดอิฐเบาแบบตัดเปียกในกรณีฉุกเฉิน หรือหยุดเครื่องชั่วคราว ให้กดปุ่ม EMERGENCY STOP แสดงดังรูปที่ ก.9

รูปที่ ก.9 การกดปุ่ม EMERGENCY STOP

ก.3 การบำรุงรักษาระบบโครงสร้าง

ก.3.1 ตรวจสอบต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียกว่า มีความผิดปกติจากเดิมหรือไม่ เช่น

ก.3.2 ควรทำความสะอาดเส้นลวดหลังจากการใช้งาน เพื่อป้องกันการเกิดสนิม

ก.4 การบำรุงรักษาระบบตัด

ก.4.1 ตรวจสอบมอเตอร์ไฟฟ้าว่ามีการทำงานผิดปกติหรือไม่ เช่น เมื่อมอเตอร์ไฟฟ้าขณะทำงานมีเสียงดังผิดปกติไปจากเดิม ให้หยุดการทำงานทันทีแล้วรีบทำการซ่อมแซม

ก.4.2 ตรวจสอบเส้นลวดดูว่าเส้นลวดเกิดการหย่อนหรือไม่ ถ้าหย่อนก็ควรจะเปลี่ยนใหม่ทันที

ก.4.3 ตรวจสอบน้ำมันหล่อลื่นที่เกียร์ทดให้อยู่ในตำแหน่งที่กำหนดไว้เสมอ

ก.4.4 ตรวจสอบตลับลูกปืนตุ๊กตา โดยการหมุนดูว่ามีการหมุนที่ติดขัดไปจากเดิมหรือไม่ ถ้ามีการหมุดที่ติดขัดไปจากเดิมควรใส่จารบีเข้าไป เพื่อทำให้มีการหมุนที่ราบลื่นขึ้น

ก.4.5 ทาจารบีทุกจุดที่การสัมผัสกันระหว่างเหล็ก เพื่อลดแรงเสียดทานและป้องกันการเกิดสนิม

ก.5 การบำรุงรักษาระบบส่งแรงกดให้กับระบบตัด

ก.5.1 ตรวจสอบมอเตอร์ไฟฟ้าว่ามีการทำงานผิดปกติหรือไม่ เช่น เมื่อมอเตอร์ไฟฟ้าขณะทำงานมีเสียงดังผิดปกติไปจากเดิม ให้หยุดการทำงานทันทีแล้วรีบทำการซ่อมแซม

ก.5.2 ตรวจสอบน้ำมันหล่อลื่นที่เกียร์ทดให้อยู่ในตำแหน่งที่กำหนดไว้เสมอ

ก.5.3 ตรวจสอบตลับลูกปืนตุ๊กตา โดยการหมุนดูว่ามีการหมุนที่ติดขัดไปจากเดิมหรือไม่ ถ้ามีการหมุดที่ติดขัดไปจากเดิมควรใส่จารบีเข้าไป เพื่อทำให้มีการหมุนที่ราบลื่นขึ้น

ก.5.4 ทาจารบีทุกจุดที่การสัมผัสกันระหว่างเหล็ก เพื่อลดแรงเสียดทานและป้องกันการเกิดสนิม

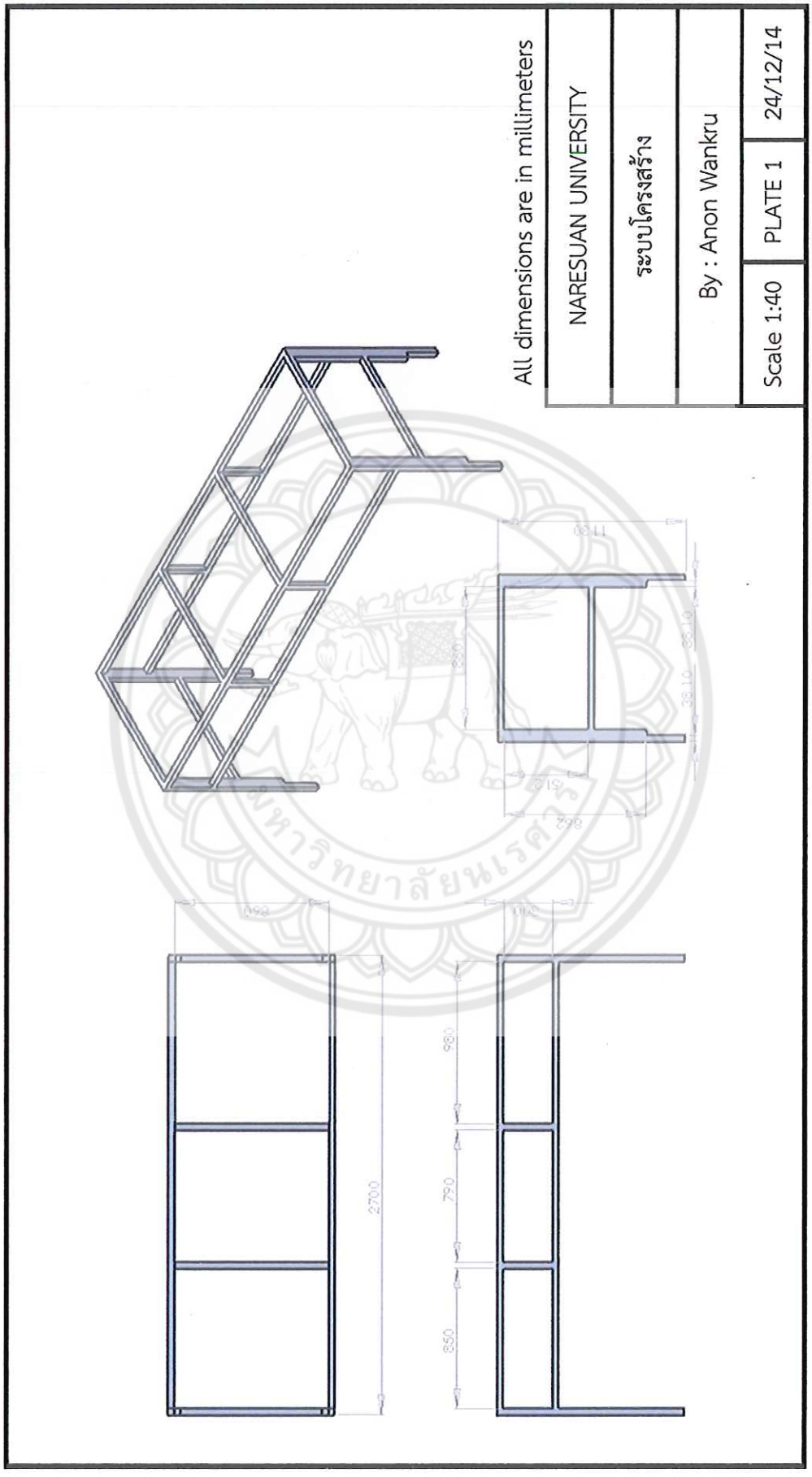
ก.6 การบำรุงรักษาระบบควบคุมการใช้งาน

ก.6.1 ตรวจสอบสวิตช์ทุกตัวในระบบควบคุมการใช้งานทุกครั้งก่อนใช้งาน จากไฟแสดงสถานะการทำงานสีเขียว

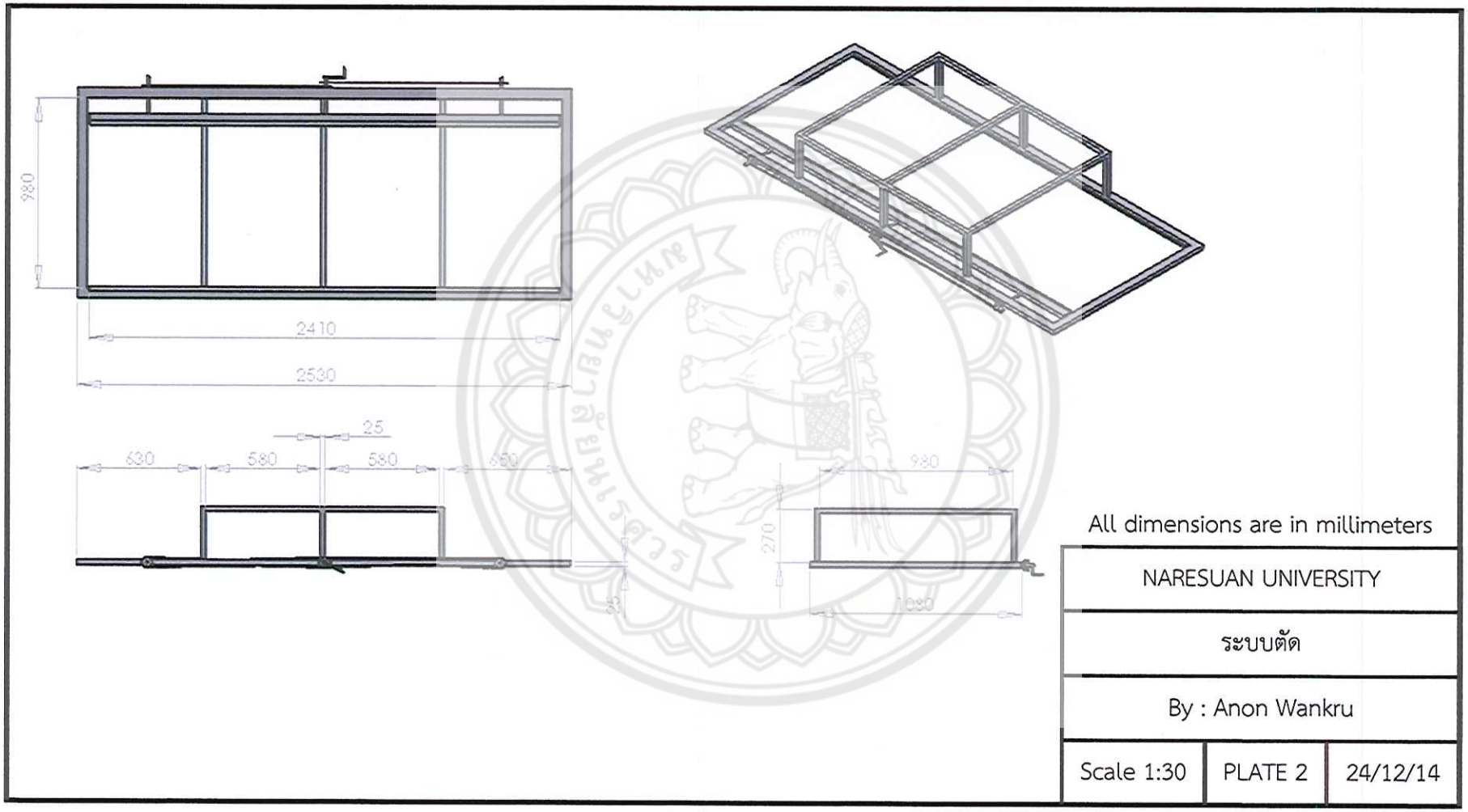
ก.6.2 ตรวจสอบสวิตช์แต่ละตัวในระบบควบคุมการใช้งาน โดยการกดสวิตช์แต่ละตัวดูว่าระบบนั้นๆ สามารถใช้งานได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้ก็ควรเปลี่ยนสวิตช์ตัวนั้นทันที

ภาคผนวก ข

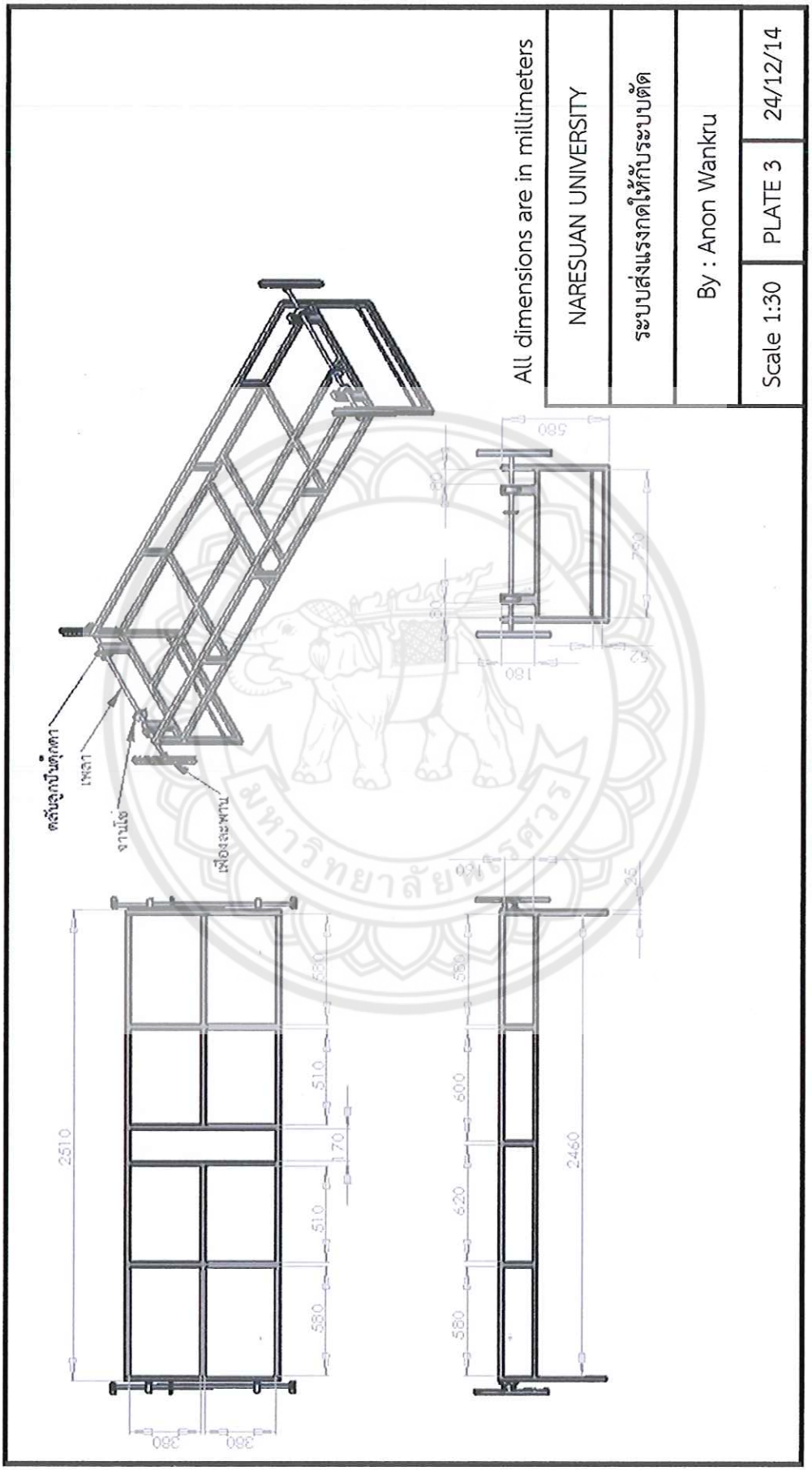
แบบต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก



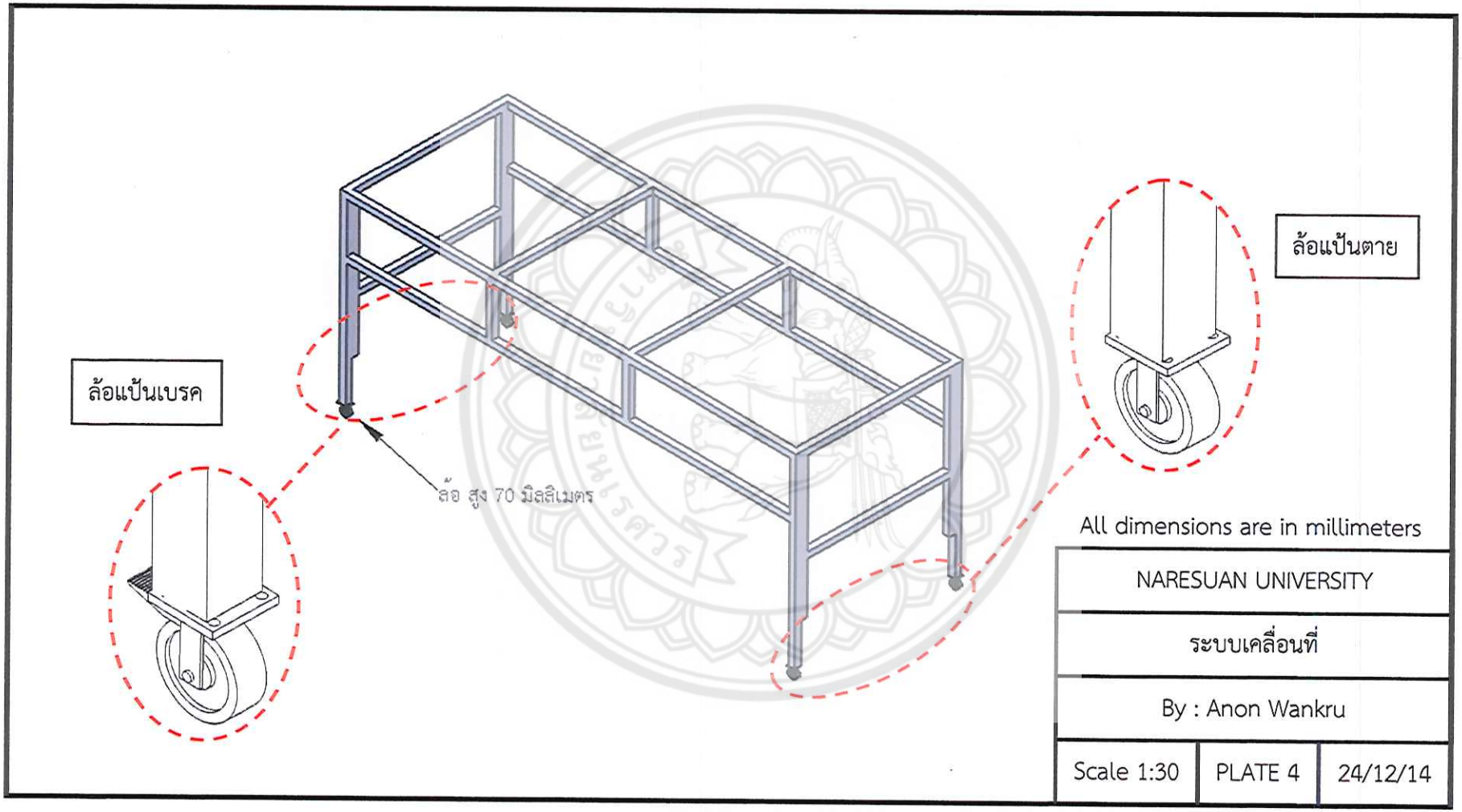
รูปที่ ข.1 ระบบโครงสร้าง



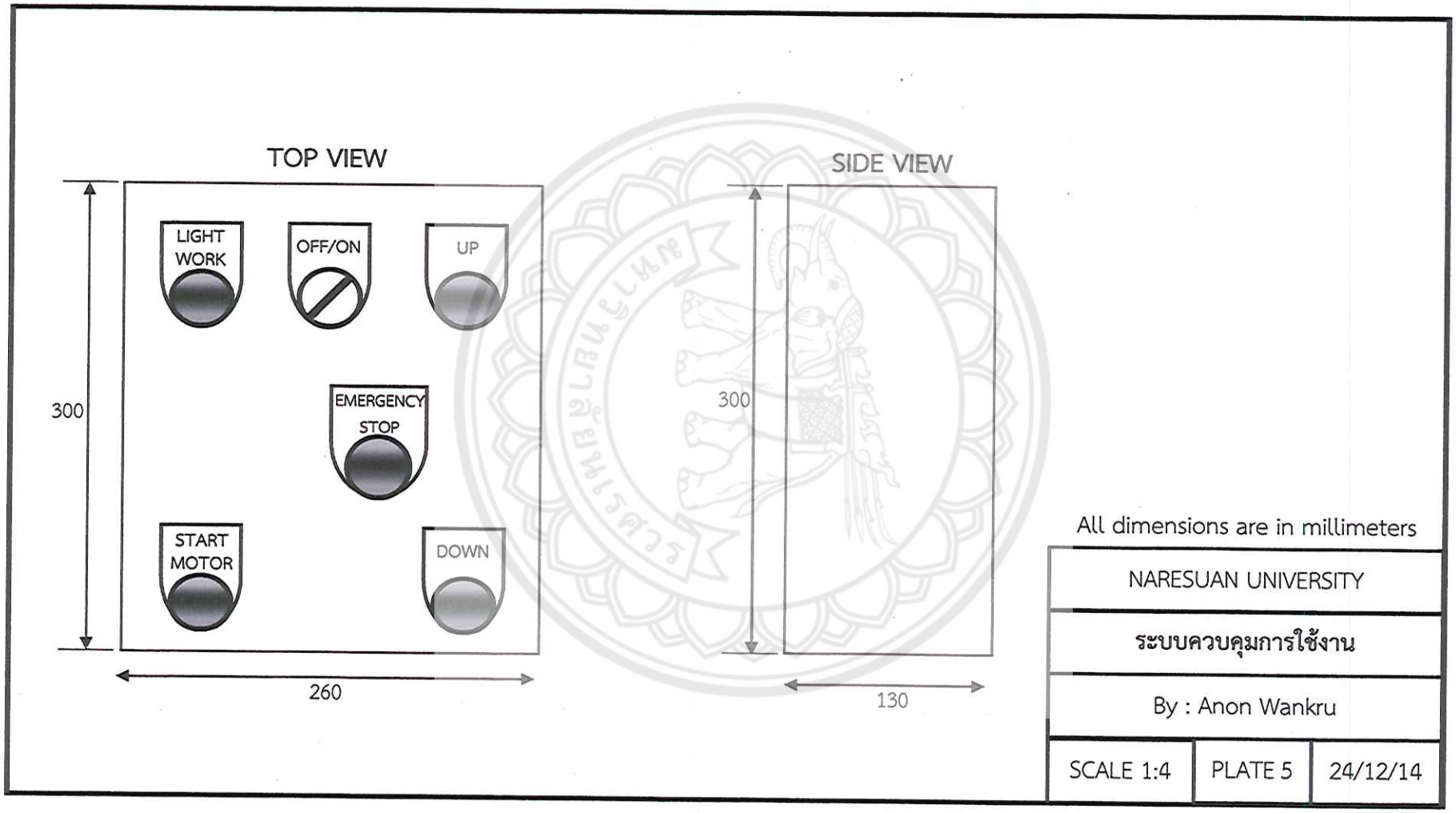
รูปที่ ข.2 ระบบตัด



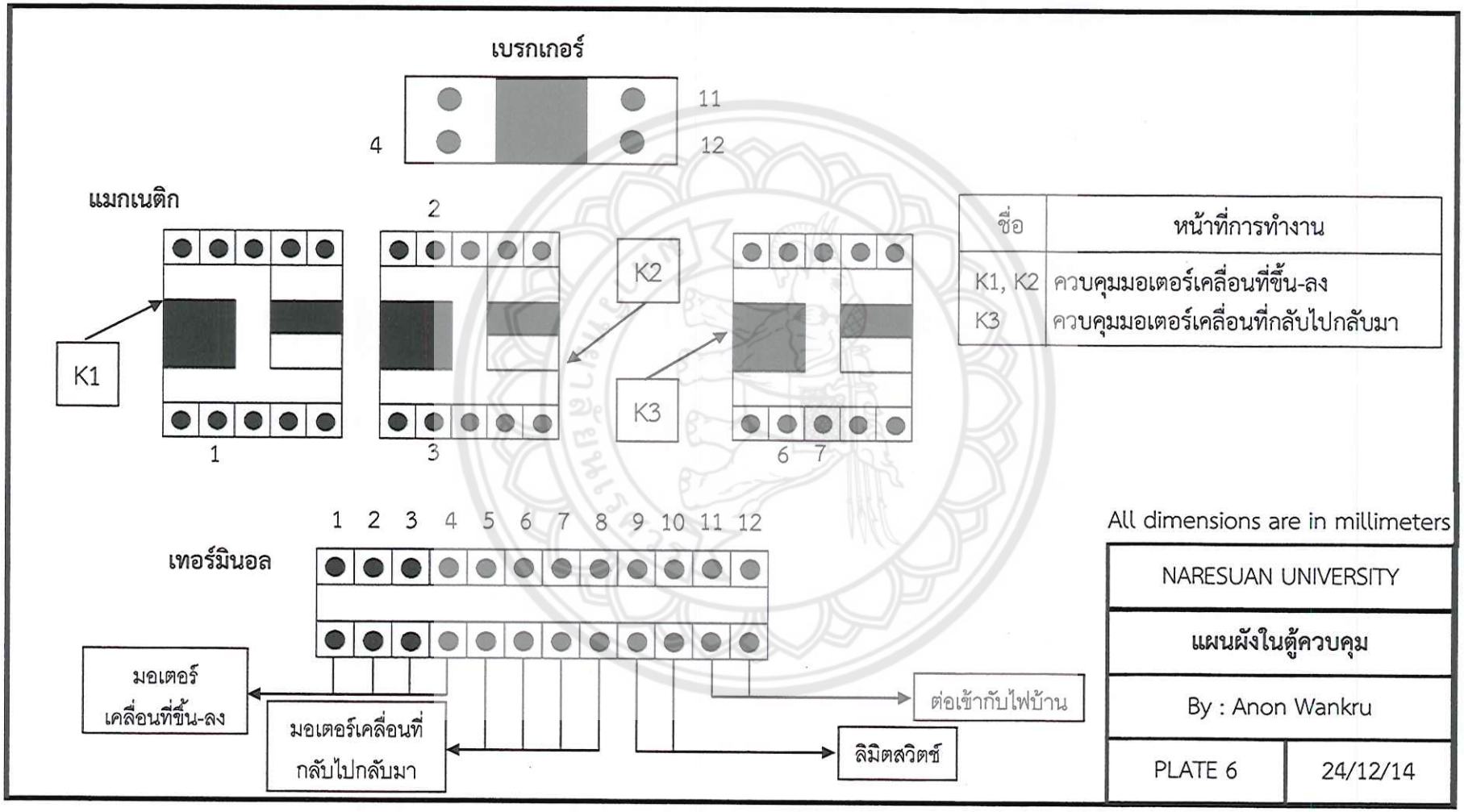
รูปที่ ข.3 ระบบส่งแรงดึงให้กับระบบตัด



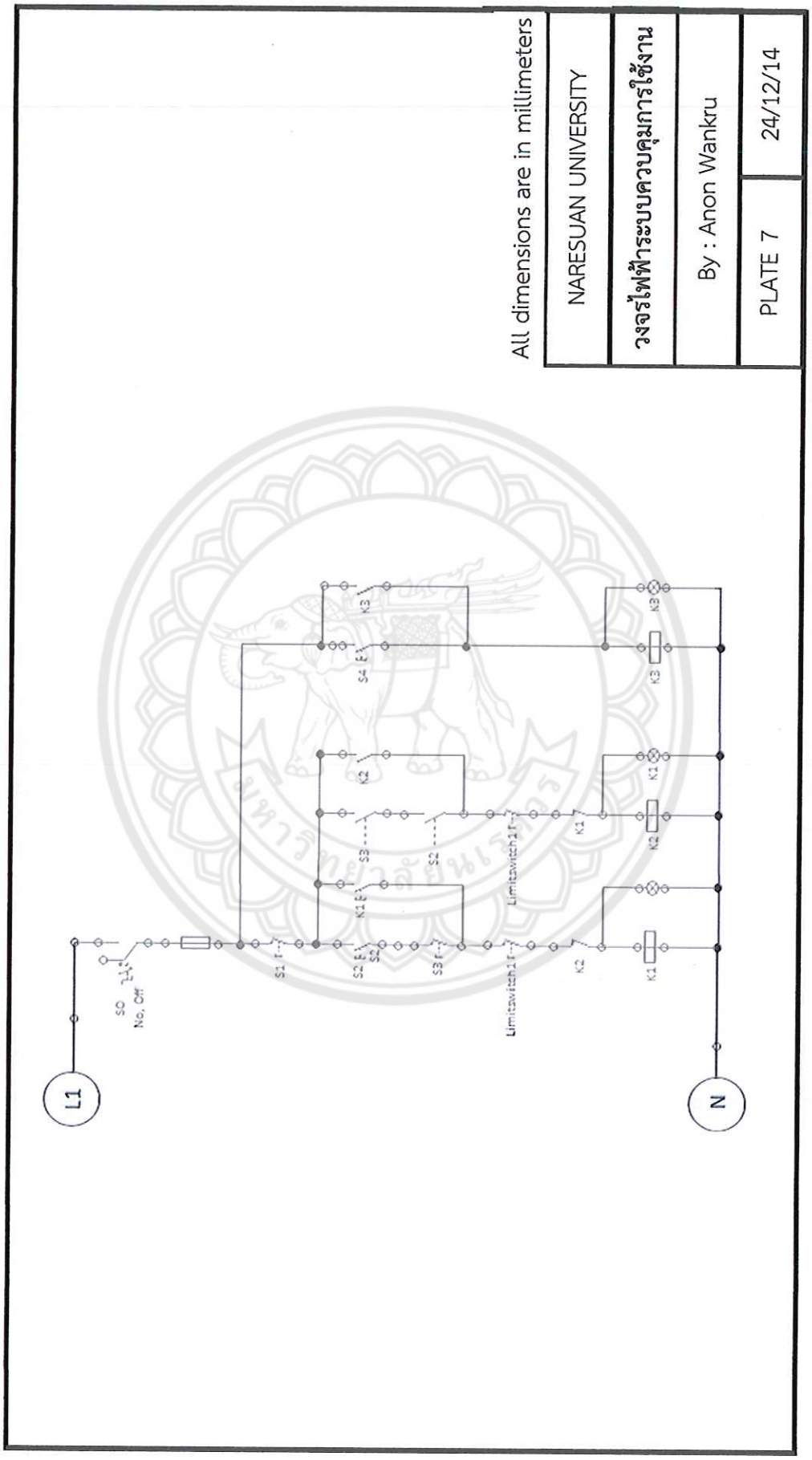
รูปที่ ข.4 ระบบเคลื่อนที่



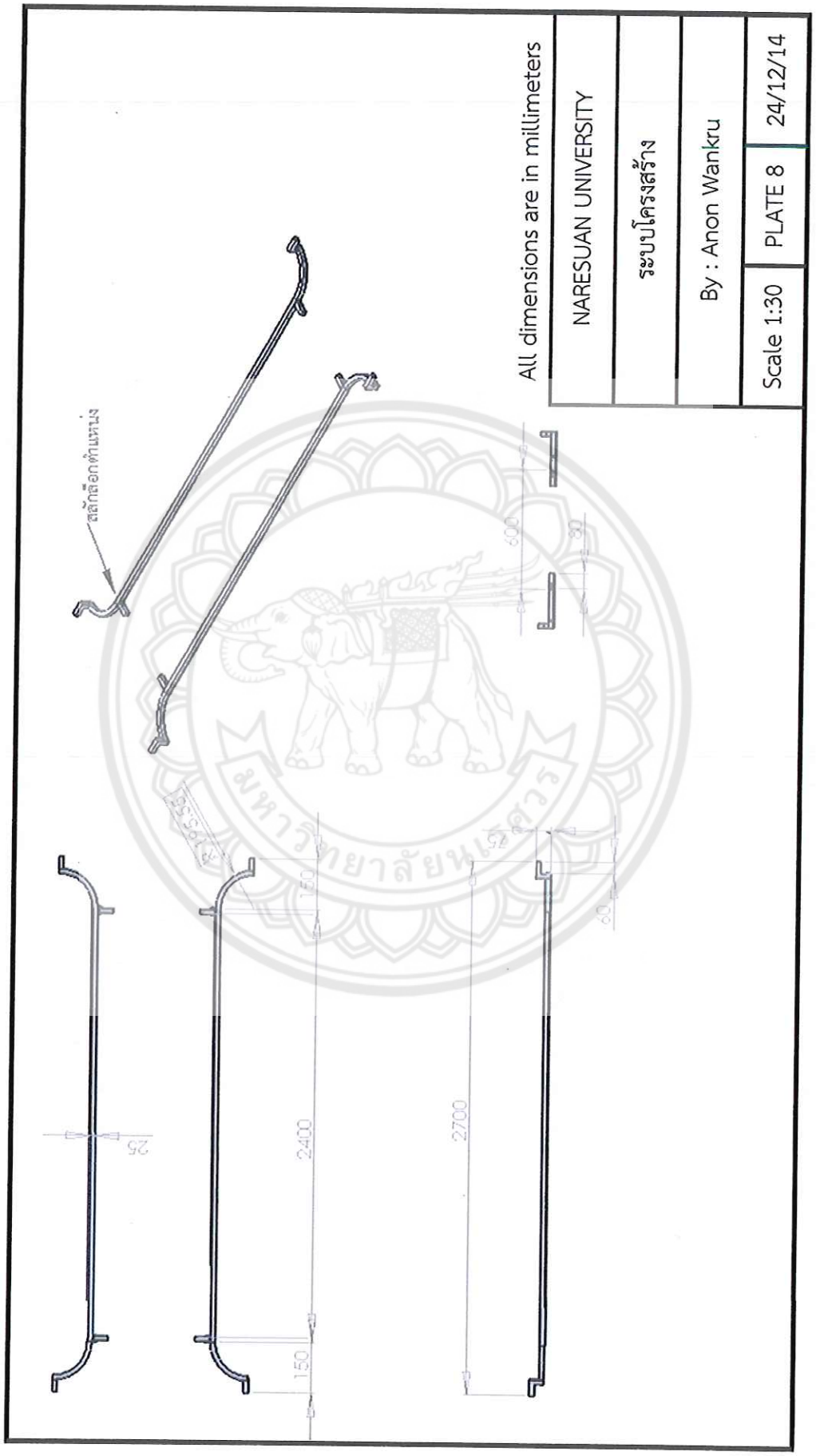
รูปที่ ข.5 ระบบควบคุมการใช้งาน



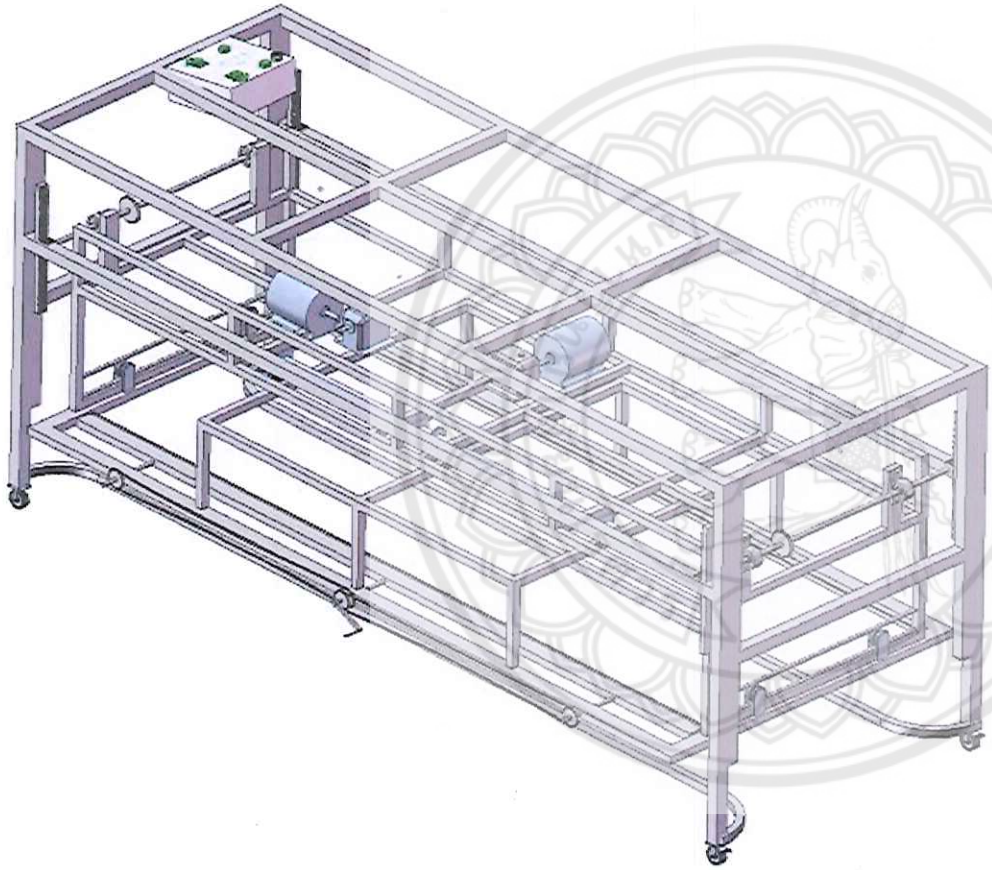
รูปที่ ข.6 แผนผังในตู้ควบคุม



รูปที่ ข.7 วงจรไฟฟ้าระบบควบคุมการใช้งาน



รูปที่ ข.8 ระบบล็อคตำแหน่งก่อนทำการตัด



All dimensions are in millimeters

NARESUAN UNIVERSITY	
ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดปีกก	
By : Anon Wankru	
PLATE 9	24/12/14

รูปที่ ข.9 ต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดปีกก

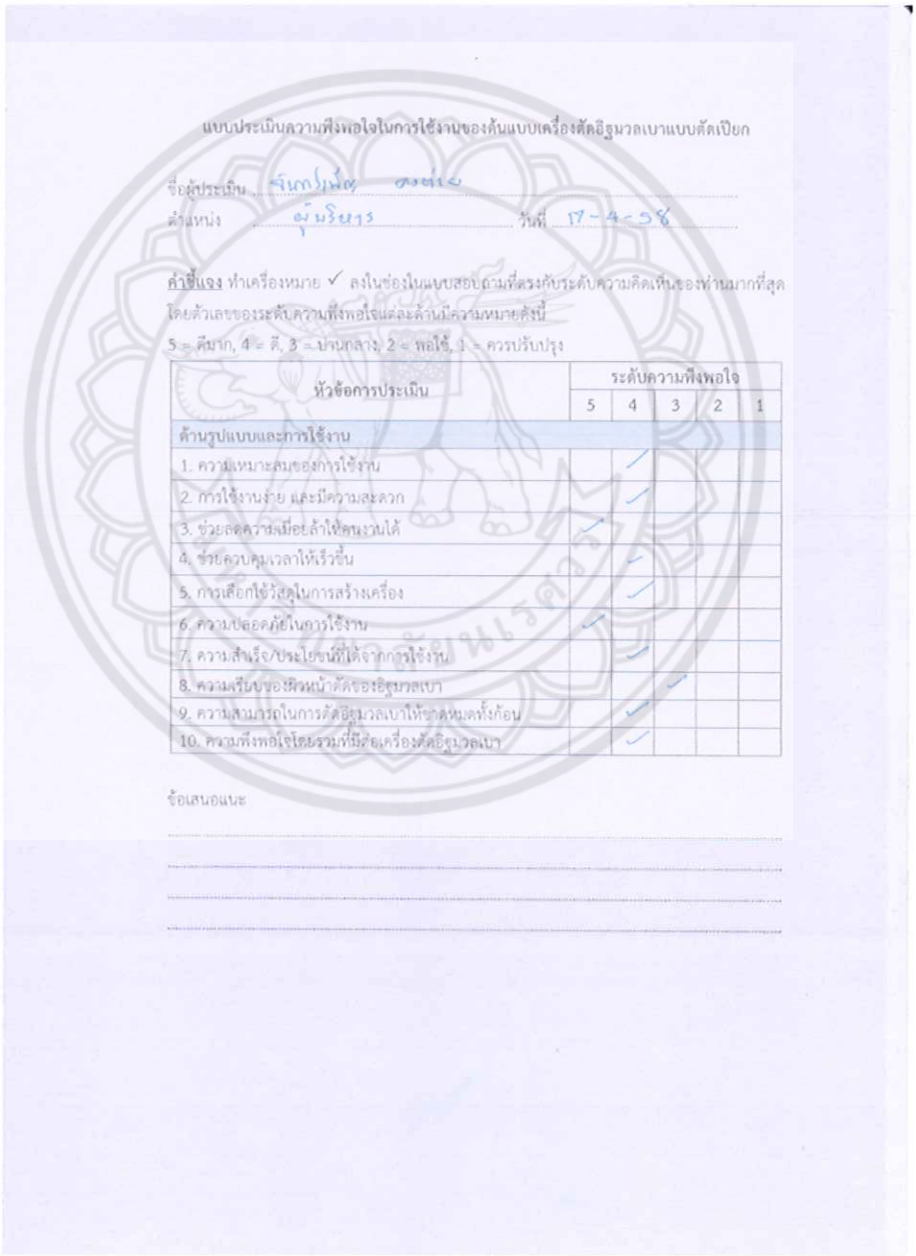
ภาคผนวก ค

ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานของต้นแบบเครื่องตัด**อิฐมวลเบา**แบบตัดเปียก

ค. ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

ผู้ใช้งานต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก ประกอบไปด้วยผู้บริหาร 1 คน และพนักงาน 4 คน โดยมีผลการประเมิน ดังนี้

ค.1 ผลการประเมินของผู้บริหาร แสดงดังรูปที่ ค.1



แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้งานของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

ชื่อผู้ประเมิน จินดาพัฒ ตงต่อ

ตำแหน่ง ผู้บริหาร วันที่ 17-4-58

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องในแบบสอบถามที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด โดยตัวเลขของระดับความพึงพอใจแต่ละด้านมีความหมายดังนี้

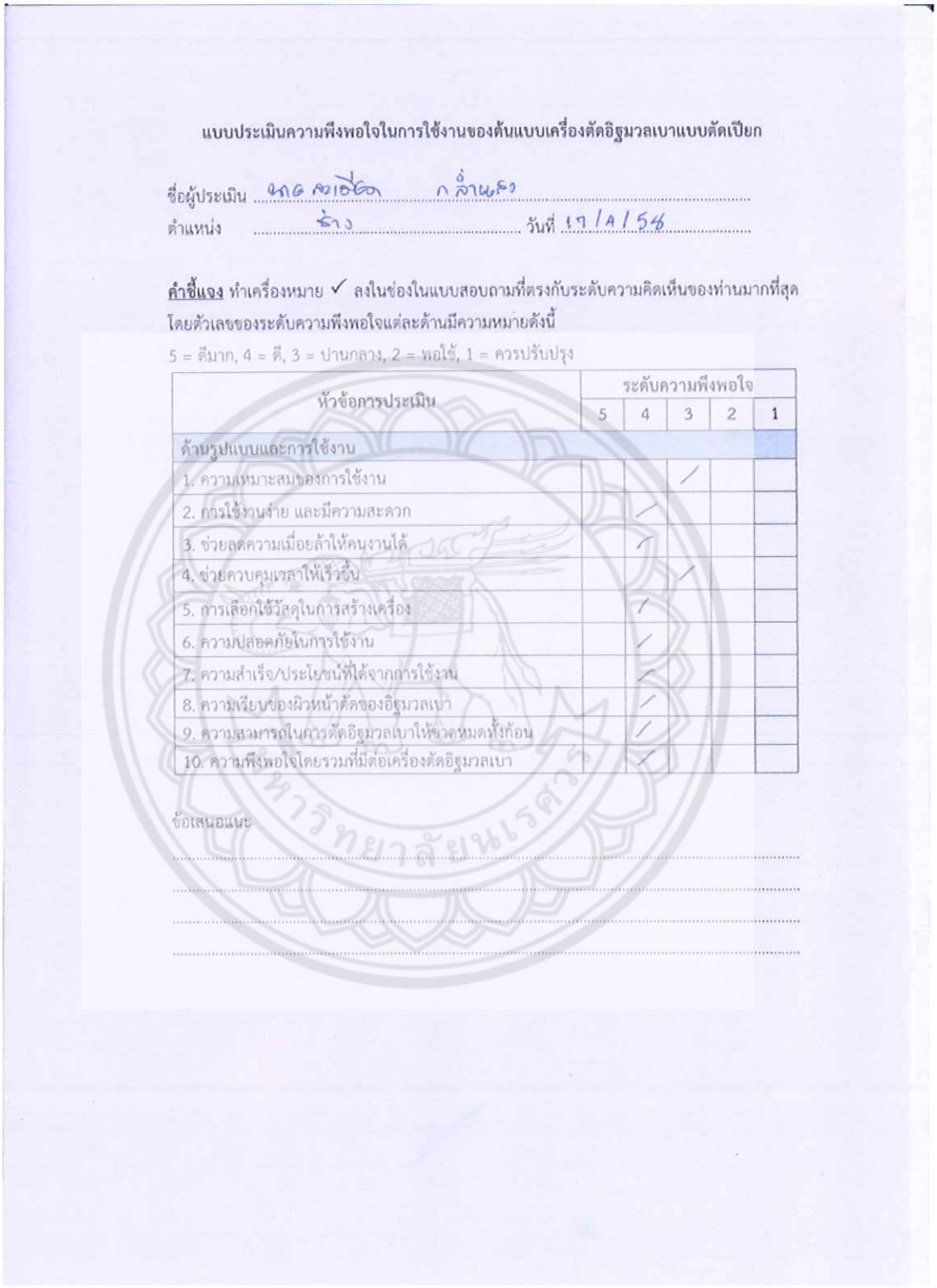
5 = ดีมาก, 4 = ดี, 3 = ปานกลาง, 2 = พอใช้, 1 = ควรปรับปรุง

หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านรูปแบบและการใช้งาน					
1. ความเหมาะสมของการใช้งาน		✓			
2. การใช้งานง่าย และมีความสะดวก		✓			
3. ช่วยลดความเมื่อยล้าให้คนงานได้	✓				
4. ช่วยควบคุมเวลาให้เร็วขึ้น		✓			
5. การเลือกใช้วัสดุในการสร้างเครื่อง		✓			
6. ความปลอดภัยในการใช้งาน	✓				
7. ความสำเร็จ/ประโยชน์ที่ได้จากการใช้งาน		✓			
8. ความเรียบของหน้าตัดของอิฐมวลเบา			✓		
9. ความสามารถในการตัดอิฐมวลเบาให้ขาดหมดทั้งก้อน		✓			
10. ความพึงพอใจโดยรวมที่มีต่อเครื่องตัดอิฐมวลเบา		✓			

ข้อเสนอแนะ

รูปที่ ค.1 ผลการประเมินของผู้บริหาร

ค.2 ผลการประเมินของพนักงานคนที่ 1 แสดงดังรูปที่ ค.2



แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้งานของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

ชื่อผู้ประเมิน นาย [illegible] กล้าแข็ง

ตำแหน่ง ช่าง วันที่ 17/A/54

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องในแบบสอบถามที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด โดยตัวเลขของระดับความพึงพอใจแต่ละด้านมีความหมายดังนี้

5 = ดีมาก, 4 = ดี, 3 = ปานกลาง, 2 = พอใช้, 1 = ควรปรับปรุง

หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านรูปแบบและการใช้งาน					
1. ความเหมาะสมของการใช้งาน			✓		
2. การใช้งานง่าย และมีความสะดวก		✓			
3. ช่วยลดความเมื่อยล้าให้คนงานได้		✓			
4. ช่วยควบคุมเวลาให้เร็วขึ้น			✓		
5. การเลือกใช้วัสดุในการสร้างเครื่อง		✓			
6. ความปลอดภัยในการใช้งาน		✓			
7. ความสำเร็จ/ประโยชน์ที่ได้จากการใช้งาน		✓			
8. ความเรียบของผิวหน้าตัดของอิฐมวลเบา		✓			
9. ความสามารถในการตัดอิฐมวลเบาให้ขาดหมดทั้งก้อน		✓			
10. ความพึงพอใจโดยรวมที่มีต่อเครื่องตัดอิฐมวลเบา		✓			

ข้อเสนอแนะ

.....

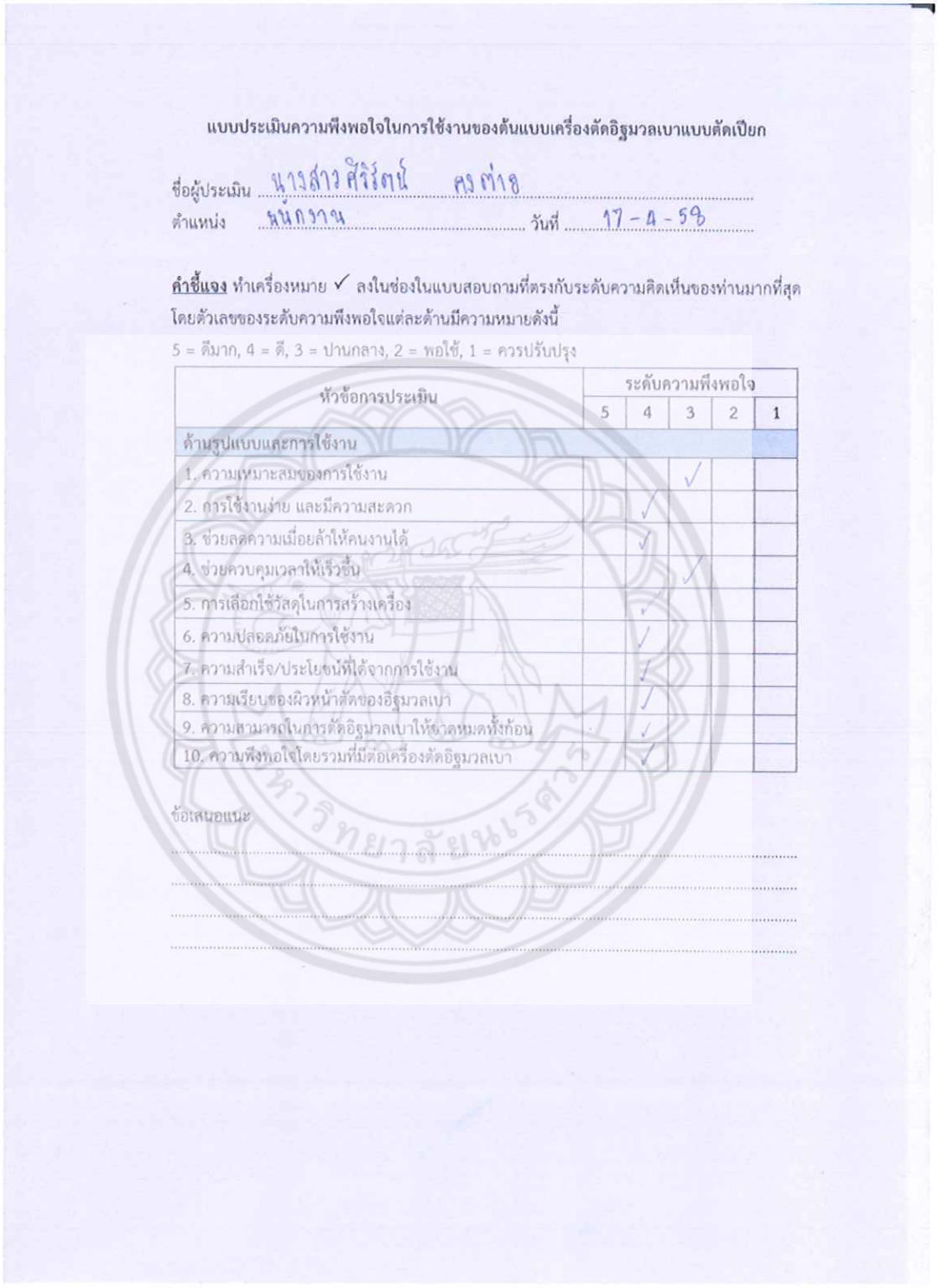
.....

.....

.....

รูปที่ ค.2 ผลการประเมินของพนักงานคนที่ 1

ค.3 ผลการประเมินของพนักงานคนที่ 2 แสดงดังรูปที่ ค.3



แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้งานของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

ชื่อผู้ประเมิน นางสาว ศิริรัตน์ คงเต่า

ตำแหน่ง พนักงาน วันที่ 17-4-58

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องในแบบสอบถามที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด โดยตัวเลขของระดับความพึงพอใจแต่ละด้านมีความหมายดังนี้

5 = ดีมาก, 4 = ดี, 3 = ปานกลาง, 2 = พอใช้, 1 = ควรปรับปรุง

หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านรูปแบบและการใช้งาน					
1. ความเหมาะสมของการใช้งาน			✓		
2. การใช้งานง่าย และมีความสะดวก		✓			
3. ช่วยลดความเมื่อยล้าให้คนงานได้		✓			
4. ช่วยควบคุมเวลาให้เร็วขึ้น			✓		
5. การเลือกใช้วัสดุในการสร้างเครื่อง		✓			
6. ความปลอดภัยในการใช้งาน		✓			
7. ความสำเร็จ/ประโยชน์ที่ได้จากการใช้งาน		✓			
8. ความเรียบของผิวหน้าตัดของอิฐมวลเบา		✓			
9. ความสามารถในการตัดอิฐมวลเบาให้ขาดหมดทั้งก้อน		✓			
10. ความพึงพอใจโดยรวมที่มีต่อเครื่องตัดอิฐมวลเบา		✓			

ข้อเสนอแนะ

.....

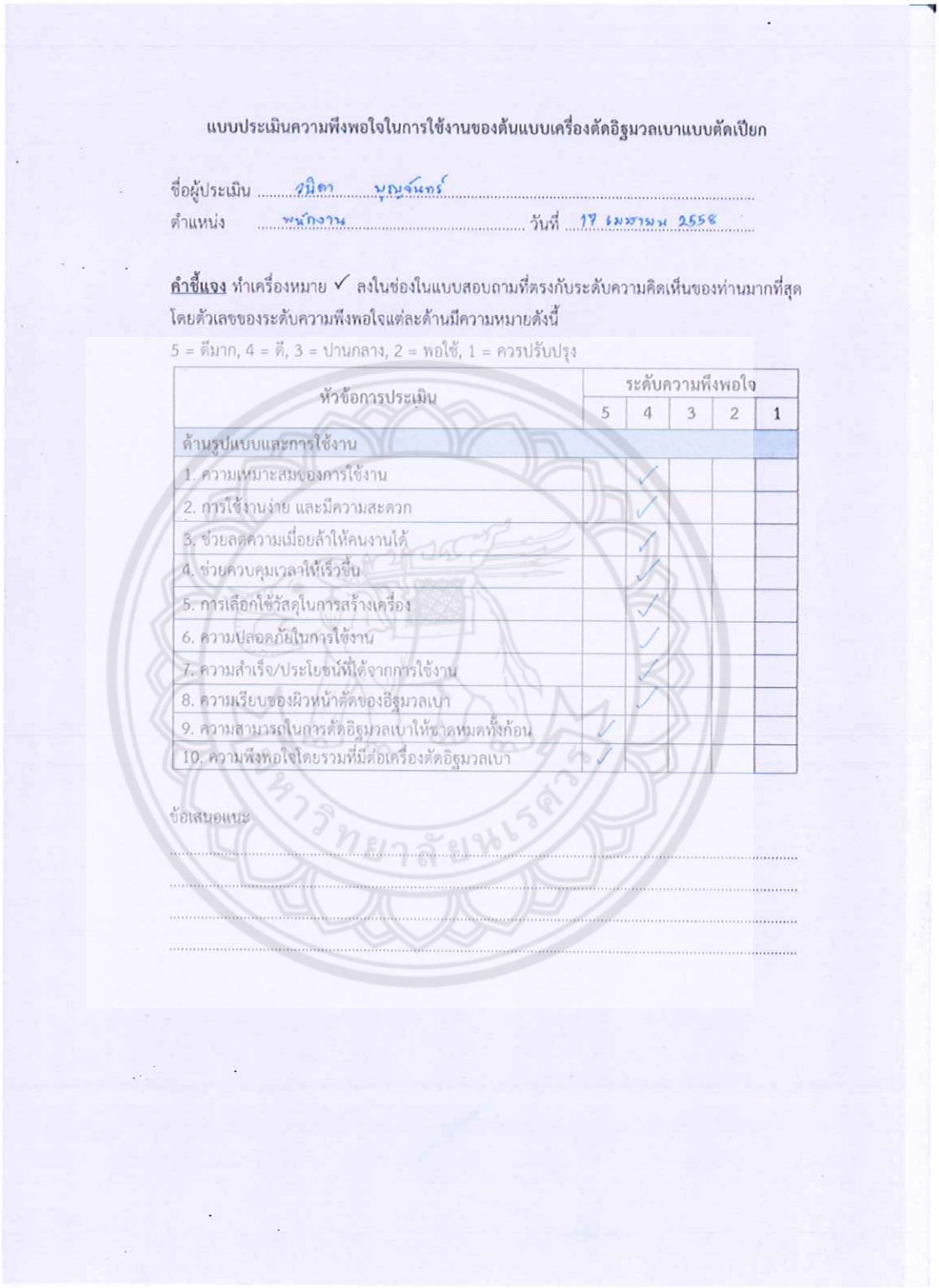
.....

.....

.....

รูปที่ ค.3 ผลการประเมินของพนักงานคนที่ 2

ค.4 ผลการประเมินของพนักงานคนที่ 3 แสดงดังรูปที่ ค.4



แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้งานของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

ชื่อผู้ประเมิน ภูมิดา บุญจันทร์

ตำแหน่ง พนักงาน วันที่ 17 เมษายน 2558

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องในแบบสอบถามที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด โดยตัวเลขของระดับความพึงพอใจแต่ละด้านมีความหมายดังนี้

5 = ดีมาก, 4 = ดี, 3 = ปานกลาง, 2 = พอใช้, 1 = ควรปรับปรุง

หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านรูปแบบและการใช้งาน					
1. ความเหมาะสมของการใช้งาน		✓			
2. การใช้งานง่าย และมีความสะดวก		✓			
3. ช่วยลดความเมื่อยล้าให้คนงานได้		✓			
4. ช่วยควบคุมเวลาให้เร็วขึ้น		✓			
5. การเลือกใช้วัสดุในการสร้างเครื่อง		✓			
6. ความปลอดภัยในการใช้งาน		✓			
7. ความสำเร็จ/ประโยชน์ที่ได้จากการใช้งาน		✓			
8. ความเรียบของผิวหน้าตัดของอิฐมวลเบา		✓			
9. ความสามารถในการตัดอิฐมวลเบาให้ขาดหมดทั้งก้อน	✓				
10. ความพึงพอใจโดยรวมที่มีต่อเครื่องตัดอิฐมวลเบา	✓				

ข้อเสนอแนะ

.....

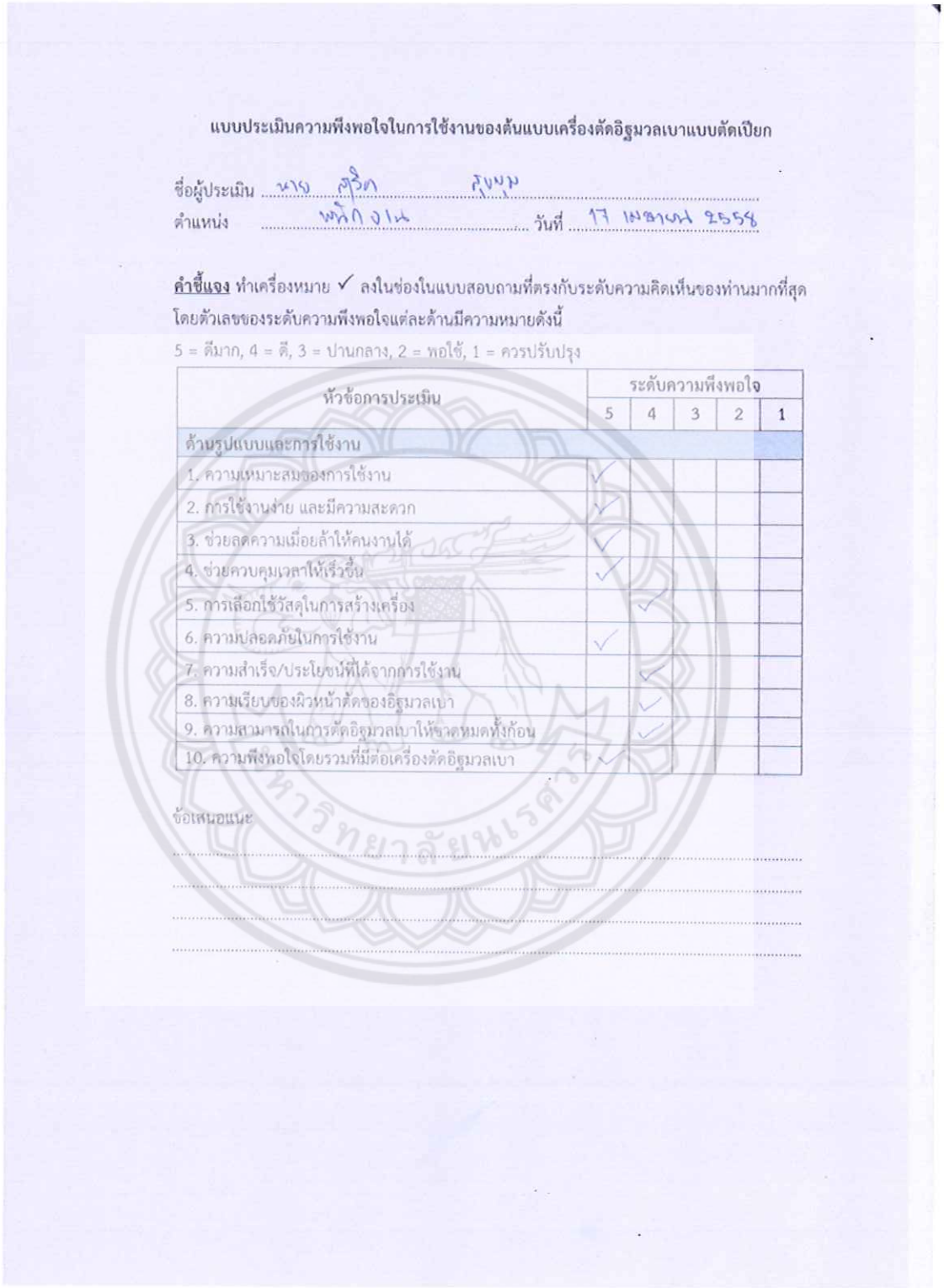
.....

.....

.....

รูปที่ ค.4 ผลการประเมินของพนักงานคนที่ 3

ค.5 ผลการประเมินของพนักงานคนที่ 4 แสดงดังรูปที่ ค.5



แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้งานของต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

ชื่อผู้ประเมิน นาย ศุวิศ ศุขมุม

ตำแหน่ง พนักงาน วันที่ 17 เมษายน 2558

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องในแบบสอบถามที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด โดยตัวเลขของระดับความพึงพอใจแต่ละด้านมีความหมายดังนี้

5 = ดีมาก, 4 = ดี, 3 = ปานกลาง, 2 = พอใช้, 1 = ควรปรับปรุง

หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านรูปแบบและการใช้งาน					
1. ความเหมาะสมของการใช้งาน	✓				
2. การใช้งานง่าย และมีความสะดวก	✓				
3. ช่วยลดความเมื่อยล้าให้คนงานได้	✓				
4. ช่วยควบคุมเวลาให้เร็วขึ้น	✓				
5. การเลือกใช้วัสดุในการสร้างเครื่อง		✓			
6. ความปลอดภัยในการใช้งาน	✓				
7. ความสำเร็จ/ประโยชน์ที่ได้จากการใช้งาน		✓			
8. ความเรียบของผิวหน้าตัดของอิฐมวลเบา		✓			
9. ความสามารถในการตัดอิฐมวลเบาให้ขาดหมดทั้งก้อน		✓			
10. ความพึงพอใจโดยรวมที่มีต่อเครื่องตัดอิฐมวลเบา	✓				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

รูปที่ ค.5 ผลการประเมินของพนักงานคนที่ 4

ภาคผนวก ง

รายการวัสดุที่ใช้สร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

ง. รายการวัสดุที่ใช้สร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

ตารางที่ ง.1 รายการวัสดุที่ใช้สร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

ลำดับที่	รายการ	จำนวน/หน่วย	จำนวนเงิน (บาท)
ระบบโครงสร้าง			
1	เหล็กกล่อง 1.5 นิ้ว	4	660
ระบบตัด			
1	เหล็กกล่อง 1.2 นิ้ว	2	998
2	เหล็กฉาก	1	280
3	เกียร์ทด	1	1,450
4	มอเตอร์กระแสตรง 1/4 แรงม้า	1	1,390
ระบบส่งแรงกดให้กับระบบตัด			
1	เฟืองสะพาน	1	3,100
2	เหล็กกล่อง 1.2 นิ้ว	2	994
3	เกียร์ทด	2	2,900
4	มอเตอร์กระแสสลับ 1/4 แรงม้า	1	1,390
5	ล้อลูกกลิ้ง	4	500
ระบบเคลื่อนที่			
1	ล้อแป้นเบรค	2	118
2	ล้อแป้นตาย	2	80
ระบบควบคุมการใช้งาน			
1	สายคอนโทรล VSF 1.5 มิลลิเมตร	6	48
2	สายไฟ VCT 2x1.5 มิลลิเมตร	3	54
3	ตู้ PVC กันน้ำ ฝาทึบ	1	296
4	เทอร์มินอล 12 ช่อง สีดำ	1	24
5	ไพล็อตแลมป์ LED สีเขียว	1	24
6	ลิมิตสวิตช์ TZ-7141	2	480
7	สวิตช์ลูกศร 2 จังหวะ	1	28
8	สวิตช์กด 3 สี	2	60
9	ขั้วหลอดไพล็อตแลมป์	4	128
10	เบรกเกอร์เล็ก 16 แอมป์	1	92
11	แมกเนติก	3	1,368

ตารางที่ ง.1 (ต่อ) รายการวัสดุที่ใช้สร้างต้นแบบเครื่องตัดอิฐมวลเบาแบบตัดเปียก

ลำดับที่	รายการ	จำนวน/หน่วย	จำนวนเงิน (บาท)
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ			
1	ค่าแรงเหมาจ่ายในการผลิต		3,000
2	ค่าโสหุ้ย		500
3	ค่าอุปกรณ์อื่นๆ		500
รวม			20,462

ประวัติผู้จัดทำโครงงาน

ชื่อ นางสาวจิรพร อุ่นจารย์

ภูมิลำเนา 13 หมู่ 2 ต.เรือง อ.เมือง จ.น่าน

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสตรีศรีน่าน จ.น่าน
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: toey24_ounjarn@hotmail.com

ชื่อ นางสาวภาวิดา สีอ่อน

ภูมิลำเนา 99/1 หมู่ 1 ถ.ศรีเชียงคาน ต.เชียงคาน อ.เชียงคาน จ. เลย

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเลยพิทยาคม จ.เลย
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: phawida.a@gmail.com

ชื่อ นายอานนท์ แว่นครู

ภูมิลำเนา 266 หมู่ 7 ต.บ้านกล้วย อ.ชนแดน จ.เพชรบูรณ์

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเขาทรายทับคล้อพิทยา จ.พิจิตร
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: w.anon@hotmail.com