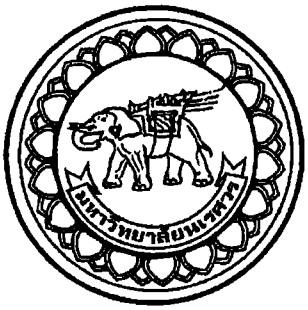
อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด



การสร้างต้นแบบรถเข็นเอนกประสงค์

A PROTOTYPING OF A MULTIPURPOSES TWO WHEELS HAND TRUCK

นายภูบดินทร์ ราชวงค์ รหัส 53361436

นายอนันท์ วงศ์ใหญ่ รหัส 53361719

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 20 มี.ค. 2557
เลขทะเบียน 1:65320<7X
เกษเวียกหนังสือ ว TL
296
ว168ก
2ร6

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2556

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การสร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

ผู้ดำเนินโครงงาน นายภูบดินทร์ ราชวงค์ รหัส 53361436

นายอนันท์ วงศ์ใหญ่ รหัส 53361719

ที่ปรึกษาโครงงาน อาจารย์กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง

ที่ปรึกษาร่วมโครงงาน ครูช่างปฏิบัติการ ประเทือง โมราราย

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ปีการศึกษา 2556

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(อาจารย์กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง)

.....ที่ปรึกษาร่วมโครงงาน

(ครูช่างปฏิบัติการ ประเทือง โมราราย)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. กวิน สนธิเพิ่มพูน)

.....กรรมการ

(อาจารย์ธนา บุญฤทธิ์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การสร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายภูบดินทร์	ราชวงค์	รหัส 53361436
	นายอนันท์	วงศ์ใหญ่	รหัส 53361719
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์กานต์	ลี่วัฒนายิ่งยง	
ที่ปรึกษาร่วมโครงงาน	ครูช่างปฏิบัติการ ประเทือง โมรารายย		
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ปีการศึกษา	2556		

.....

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการออกแบบและสร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ เนื่องจากการเคลื่อนย้ายสิ่งของเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นอยู่ประจำ และการเคลื่อนย้ายสิ่งของในกรณีที่อาคารไม่มีลิฟท์ก็จะเลือกใช้การเคลื่อนย้ายสิ่งของทางบันไดแทน ซึ่งการเคลื่อนย้ายสิ่งของทางบันไดทำให้เกิดผลตามมาหลายด้าน เช่น เสียเวลา เกิดความเมื่อยล้าขณะเคลื่อนย้ายสิ่งของ การได้รับบาดเจ็บจากการเคลื่อนย้าย เป็นต้น และการเคลื่อนย้ายสิ่งของตามพื้นราบในระยะทางไกลๆ ก็จะเสียเวลา และเกิดความเมื่อยล้าเช่นเดียวกัน ดังนั้น ทางผู้ดำเนินโครงงานจึงได้ออกแบบและสร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ขึ้นมาช่วยในการเคลื่อนย้ายสิ่งของ เพื่อแก้ไขปัญหาการเคลื่อนย้ายสิ่งของขึ้น-ลงบันได และการเคลื่อนย้ายสิ่งของในแนวราบ

ในการดำเนินโครงงาน จะทำการศึกษาและรวบรวมทฤษฎี แล้วทำการออกแบบส่วนต่างๆ ของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ จากนั้นจัดหาวัสดุที่ใช้ในการสร้าง แล้วก็ทำการสร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ ซึ่งในต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ประกอบด้วย 5 ระบบหลัก คือ ระบบโครงสร้าง ระบบขับเคลื่อน ระบบยกสิ่งของ ระบบควบคุม และระบบความปลอดภัย

การดำเนินโครงงานครั้งนี้จะได้ต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ ซึ่งต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์สามารถเคลื่อนย้ายสิ่งของขึ้น-ลงบันไดได้ ในช่วงน้ำหนัก 0-100 กิโลกรัม และสามารถเคลื่อนย้ายสิ่งของในแนวราบได้ โดยมีความเร็วสูงสุดที่ 20.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ขณะไม่มีการบรรทุกน้ำหนัก และ 9.75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ขณะมีการบรรทุกน้ำหนัก 100 กิโลกรัม อีกทั้งยังสามารถยกสิ่งของสูงจากพื้น 80 เซนติเมตร ที่น้ำหนักบรรทุก 100 กิโลกรัม โดยมีความเร็วในการยกที่ 2.66 เมตรต่อนาที ซึ่งจะเป็นการช่วยแก้ไขปัญหาดังที่กล่าวมาข้างต้น

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ และครูช่างปฏิบัติการ ประเทือง โมรารายอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมปริญญานิพนธ์ ซึ่งท่านทั้งสองได้ให้คำแนะนำและข้อคิดต่างๆ ของการดำเนินโครงงาน และช่วยแก้ไขปัญหา ข้อบกพร่องของการดำเนินโครงงานด้วยดีตลอดมา จนทำให้ปริญญานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์และถูกต้อง

ท้ายนี้ ผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณ บิดา–มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงิน และให้กำลังใจแก่ผู้ดำเนินโครงงานเสมอจนสำเร็จการศึกษา รวมถึงเพื่อนๆ ที่คอยแนะนำและช่วยเหลือแก่ผู้ดำเนินโครงงานด้วยดีมาตลอด

ผู้ดำเนินโครงงาน
นายภูบดินทร์ ราชวงค์
นายอนันท์ วงศ์ใหญ่

พฤศจิกายน 2556

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Outputs) 1
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcomes) 1
1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงงาน 1
1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน 2
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน 2
1.8 ขั้นตอน และแผนการดำเนินโครงงาน 2

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น 3
2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 3
2.1.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 3
2.1.2 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 4
2.2 ล้อรถเข็น 6
2.3 ระบบส่งกำลังด้วยโซ่ 7
2.3.1 ประเภทโซ่ส่งกำลัง 7
2.3.2 การเลือกใช้โซ่ และเฟืองโซ่ 9
2.4 ตลับลูกปืน 10
2.4.1 ประเภทของตลับลูกปืน 10
2.4.2 ปัจจัยการเลือกใช้งานตลับลูกปืน 11
2.5 แบตเตอรี่ 11
2.5.1 ส่วนประกอบพื้นฐานของแบตเตอรี่ 11

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5.2 การแบ่งกลุ่มของแบตเตอรี่ 12
2.6 แรงต้านการเคลื่อนที่. 13
2.6.1 แรงต้านการหมุนของล้อ 13
2.6.2 แรงต้านอากาศ 14
2.7 บอลสกรู. 16
2.7.1 ประเภทของบอลสกรู 17
2.7.2 การบำรุงรักษาบอลสกรู 17

บทที่ 3 การดำเนินโครงงาน 18
3.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบ 19
3.1.1 ศึกษาหาข้อมูล 19
3.1.2 ศึกษาหาข้อมูลเก็บรวบทฤษฎี 19
3.2 การออกแบบ 19
3.2.1 การออกแบบระบบโครงสร้าง 19
3.2.2 การออกแบบระบบขับเคลื่อน 20
3.2.3 การออกแบบระบบยกสิ่งของ 20
3.2.4 การออกแบบระบบความปลอดภัย 21
3.2.5 การออกแบบระบบควบคุม 21
3.3 การจัดหาวัสดุ 21
3.4 การต้นแบบสร้างรถเข็นอเนกประสงค์ 21
3.5 การทดสอบระบบต่างๆ ของต้นแบบรถเข็นเอนกประสงค์ 21
3.6 การปรับปรุงแก้ไขระบบต่างๆ ของต้นแบบรถเข็นเอนกประสงค์ 21
3.7 การจัดทำคู่มือการใช้งานต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ 22
3.8 สรุปผลการดำเนินโครงงาน 22

บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ 23
4.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล 23
4.2 การออกแบบ 23
4.2.1 การออกแบบโครงสร้าง 23
4.2.2 การออกแบบระบบขับเคลื่อน 26

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.3 การออกแบบระบบยกสิ่งของ....28
4.2.4 การออกแบบระบบความปลอดภัย....30
4.2.5 การออกแบบระบบควบคุม....30
4.3 การจัดหาวัสดุ....32
4.4 การสร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์....32
4.4.1 การสร้างโครงสร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์....33
4.4.2 การสร้างระบบขับเคลื่อน....34
4.4.3 การสร้างระบบยกสิ่งของ....35
4.4.4 การสร้างระบบความปลอดภัย....37
4.4.5 การสร้างระบบควบคุม....38
4.5 การทดสอบระบบต่างๆ ของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์....41
4.5.1 การทดสอบระบบขับเคลื่อนในพื้นที่ราบ....41
4.5.2 การทดสอบระบบยกสิ่งของ....42
4.6 การปรับปรุง และแก้ไขต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์....45
4.7 จัดทำคู่มือการใช้งานต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์....45
4.8 สรุปผลการดำเนินโครงงาน....46

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ....47
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน....47
5.2 ข้อเสนอแนะ....47

เอกสารอ้างอิง....48

ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์....49
ภาคผนวก ข กฎกระทรวงว่าด้วยบันไดของอาคาร....56
ภาคผนวก ค แบบต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์....60

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน....72

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน 2

2.1 ตารางแสดงการเลือกใช้เฟืองโซ่ 9

2.2 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานในสภาพผิวต่างๆ 14

4.1 ตารางแสดงขนาดต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบระบบขับเคลื่อน 26

4.2 ตารางแสดงขนาดต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบระบบยกสิ่งของ 28

4.3 ตารางแสดงการทดสอบระบบขับเคลื่อนในพื้นที่ราบของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ 42

4.4 ตารางแสดงการทดสอบการเคลื่อนย้ายสิ่งของขึ้นบันไดของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ 43

4.5 ตารางแสดงการทดสอบการเคลื่อนย้ายสิ่งของลงบันไดของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ 43

4.6 ตารางแสดงการปรับปรุง และแก้ไขต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ 45

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 3

2.2 การทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 5

2.3 ส่วนประกอบของโซ่ลูกกลิ้ง 7

2.4 โซ่ปลอก 8

2.5 โซ่ฟันเฟือง 8

2.6 ตลับลูกปืนประเภทต่างๆ 10

2.7 ประเภทของตลับลูกปืน 10

2.8 โครงสร้างแบตเตอรี่ 11

2.9 การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนาน 12

2.10 แรงต้านการหมุนของล้อ 13

2.11 วิธีการหาพื้นที่หน้าตัดของรถ 15

2.12 เพลาเกลียวและตลับลูกปืน 16

3.1 แผนผังการดำเนินโครงงาน 18

4.1 โครงสร้างหลักต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ 23

4.2 โครงสร้างรองต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ 24

4.3 ที่วางสิ่งของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ 24

4.4 โครงหลักของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ 25

4.5 มือจับของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ 25

4.6 รางเลื่อนต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ 26

4.7 ชุดควบคุมขนาด 36 โวลต์ 350 วัตต์ 30

4.8 วงจรในการควบคุมระบบขับเคลื่อน 31

4.9 สวิตช์ไฟฟ้า 6 ขา 3 ทาง 31

4.10 วงจรการควบคุมในระบบยกสิ่งของ 32

4.11 ชิ้นส่วนโครงสร้างหลักต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ 33

4.12 โครงสร้างรองต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ 33

4.13 การติดตั้งระบบขับเคลื่อนเข้ากับโครงหลักต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ 34

4.14 การติดตั้งเฟืองโซ่ที่ใช้ติดกับล้อด้านซ้าย 34

4.15 ระบบขับเคลื่อนต้นแบบรถเข็นเอนกประสงค์ 35

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.16 การนำบอลสกรูไปกลึงหัวท้าย 35
4.17 แป้นรับลูกปืนบริเวณหัว และท้ายของบอลสกรู 36
4.18 การติดตั้งบอลสกรู 36
4.19 การติดตั้งบอลสกรู และรางเลื่อน 36
4.20 การติดตั้งมอเตอร์เข้ากับบอลสกรูในระบบยกสิ่งของ 37
4.21 การสร้างการป้องกันในการขับเคลื่อน 37
4.22 การสร้างการป้องกันสิ่งของตกหล่น 38
4.23 การติดตั้งกล่องควบคุมภายในกล่องเก็บแบตเตอรี่ 38
4.24 การติดตั้ง สวิตช์กุญแจ คันเร่ง อุปกรณ์วัดแบตเตอรี่ และเบรกมือ 39
4.25 การติดตั้งสวิตช์ 6 ขา 3 ทาง และสวิตช์ไฟฟ้า 39
4.26 การติดตั้งไมโครสวิตช์บริเวณด้านบนและด้านล่าง 40
4.27 ต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ 40
4.28 การทดสอบระบบขับเคลื่อนในพื้นที่ราบ 41
4.29 การทดสอบระบบยกสิ่งของขึ้น-ลงบันได 43
4.30 การทดสอบระบบยกสิ่งของสูงจากพื้น 80 เซนติเมตร 44
ก.1 ยืนบนชุดต่อพ่วง 50
ก.2 สวิตช์กุญแจและอุปกรณ์วัดแบตเตอรี่ 51
ก.3 คันเร่งต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ 51
ก.4 การเก็บชุดต่อพ่วง 51
ก.5 สวิตช์ควบคุมระบบยกสิ่งของ 52
ก.6 สวิตช์ 6 ขา 3 ทาง 52
ก.7 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในระบบขับเคลื่อน 53
ก.8 ชุดเฟืองโซ่ของระบบขับเคลื่อน 53
ก.9 บอลสกรู 54
ก.10 สายไฟในระบบควบคุม 54
ก.11 ไมโครสวิตช์ 55
ค.1 ต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ 61
ค.2 โครงหลักต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ 62
ค.3 ที่วางสิ่งของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ 63
ค.4 รางเลื่อนต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ 64

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

ค.5 เพลาล้อต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ 65

ค.6 โครงสร้างรองต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ 66

ค.7 มือจับต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ 67

ค.8 โครงสร้างระบบขับเคลื่อนต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์....68

ค.9 โครงสร้างระบบยกสิ่งของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ 69

ค.10 กล่องเก็บแบตเตอรี่ 70

ค.11 ปุ่มควบคุมต่างๆ....71

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

การเคลื่อนย้ายสิ่งของ เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นมากในชีวิตประจำวัน โดยในการทำงานต่างก็ล้วนแล้วแต่มีการเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยกันทั้งนั้น เช่น ด้านอุตสาหกรรม ด้านธุรกิจ และด้านเกษตรกรรม เป็นต้น การเคลื่อนย้ายสิ่งของที่มีน้ำหนักมากขึ้นบนอาคาร ในกรณีที่อาคารไม่มีลิฟท์ก็จะเลือกใช้การเคลื่อนย้ายสิ่งของทางบันไดแทน และการเคลื่อนย้ายทางบันไดทำให้เกิดผลเสียตามมาหลายด้าน เช่น เสียเวลาเพราะการเคลื่อนย้ายสิ่งของทางบันไดเกิดความล่าช้า สิ่งของอาจได้รับการกระแทกจนเกิดความเสียหาย นอกจากนี้การใช้แรงในการเคลื่อนย้ายสิ่งของมากจนทำให้เกิดความเมื่อยล้า และอาจเกิดการบาดเจ็บ ดังนั้น หากมีรถที่สามารถเคลื่อนย้ายสิ่งของขึ้น-ลงบันไดได้ก็จะช่วยลดเวลา ลดความเสียหายที่จะเกิดกับสิ่งของ และลดความเมื่อยล้ารวมถึงการบาดเจ็บของร่างกาย ที่จะเกิดกับบุคคลที่ทำการเคลื่อนย้ายสิ่งของ อีกทั้งยังช่วยลดปริมาณแรงงาน ด้วยเหตุนี้ทางคณะผู้ดำเนินโครงงานจึงได้สร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ เพื่อแก้ปัญหาการเคลื่อนย้ายสิ่งของขึ้น-ลงบันได และสามารถเคลื่อนย้ายสิ่งของในแนวราบได้ รวมถึงลดความเสี่ยงต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งของและตัวบุคคลอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อสร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ที่เคลื่อนย้ายสิ่งของขึ้น-ลงบันได โดยอาศัยการเคลื่อนที่ขึ้น-ลงของสกรู และสามารถเคลื่อนที่ในแนวราบ โดยอาศัยมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวส่งกำลัง

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Outputs)

1.3.1 ต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

1.3.2 คู่มือการใช้งานต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcomes)

1.4.1 ต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์สามารถยกสิ่งของขึ้น-ลงบันไดได้

1.4.2 ต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์สามารถยกสิ่งของสูงจากพื้นระยะ 80 เซนติเมตร ได้

1.4.3 ต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์สามารถขับเคลื่อนในแนวราบได้

1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงงาน

1.5.1 ต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์สามารถยกสิ่งของที่มีน้ำหนักไม่เกิน 100 กิโลกรัม ขึ้น-ลงบันไดได้ (ไม่รวมน้ำหนักตัวรถ)

1.5.2 ต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ยกสิ่งของได้สูงสุดไม่เกิน 80 เซนติเมตร

1.5.3 ต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์เคลื่อนที่ในแนวราบได้โดยความเร็วสูงสุด 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

1.5.4 ต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์สามารถยกสิ่งของขึ้น-ลงบันไดได้ โดยความกว้างของขั้นบันไดแต่ละขั้นต้องมากกว่า 25 เซนติเมตร (กฎกระทรวงฉบับที่ 55 พ.ศ. 2543 ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522)

1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน

อาคารปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน

ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2556 ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2556

1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน (Gantt Chart)

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอน และการดำเนินโครงงาน

ลำดับ	การดำเนินโครงงาน	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
1.8.1	ศึกษาและรวบรวมทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบ ต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์	←	→						
1.8.2	ออกแบบ ต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์		←	→					
1.8.3	จัดหาวัสดุ อุปกรณ์				←	→			
1.8.4	สร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์						←	→	
1.8.5	ทดสอบต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์							↔	
1.8.6	ปรับปรุงและแก้ไข								↔
1.8.7	จัดทำคู่มือต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์								↔
1.8.8	สรุปผลการดำเนินโครงงาน								↔
1.8.9	จัดทำรูปเล่มโครงงานฉบับสมบูรณ์								↔

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

การออกแบบและสร้างรถเข็นอเนกประสงค์ มีหลักการและทฤษฎีที่สำคัญที่นำมาออกแบบและสร้างรถเข็นอเนกประสงค์ดังต่อไปนี้

2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนที่สำคัญอย่างหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรม เพราะมีสมบัติที่เด่นทางด้านการปรับความเร็วได้ตั้งแต่ความเร็วต่ำสุดจนถึงสูงสุด นิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานทอผ้า โรงงานเส้นใยโพลีเอสเตอร์ โรงงานถลุงโลหะ เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนรถไฟฟ้า ในการศึกษาเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจึงควรรู้จักส่วนประกอบต่างๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และเข้าใจถึงหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แสดงดังรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
ที่มา : http://www.nattakit.com/L1003.jpg

2.1.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.1.1.1 ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) คือ ขดลวดที่ถูกพันอยู่กับขั้วแม่เหล็กที่ยึดติดกับโครงมอเตอร์ ทำหน้าที่กำเนิดขั้วแม่เหล็กขั้วเหนือ (N) และขั้วใต้ (S) แทนแม่เหล็กถาวรขดลวดที่ใช้เป็นขดลวดอาบน้ำยาฉนวน สนามแม่เหล็กจะเกิดขึ้นเมื่อจ่ายแรงดันไฟตรงให้มอเตอร์

2.1.1.2 ขั้วแม่เหล็ก (Pole Pieces) คือ แกนสำหรับรองรับขดลวดสนามแม่เหล็กถูกยึดติดกับโครงมอเตอร์ด้านใน ขั้วแม่เหล็กทำมาจากแผ่นเหล็กอ่อนบางๆ อัดซ้อนกัน (Lamination Sheet Steel) เพื่อลดการเกิดกระแสไหลวน (Edy Current) ที่จะทำให้ความเข้มของสนามแม่เหล็กลดลง ขั้วแม่เหล็กทำหน้าที่ให้กำเนิดสนามแม่เหล็กมีความเข้มสูง แทนขั้วสนามแม่เหล็กถาวร ผิวด้านหน้าของขั้วแม่เหล็กทำให้โค้งรับกับอาร์เมเจอร์พอดี

2.1.1.3 โครงมอเตอร์ (Motor Frame) คือ ส่วนเปลือกหุ้มภายนอกของมอเตอร์ และยึดส่วนอยู่กับที่ของมอเตอร์ไว้ภายในร่วมกับฝาปิดหัวท้ายของมอเตอร์ โครงมอเตอร์ทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กระหว่างขั้วแม่เหล็กให้เกิดสนามแม่เหล็กครบวงจร

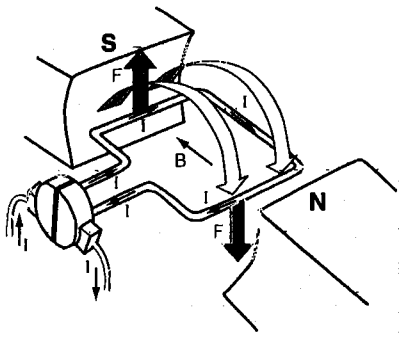
2.1.1.4 อาร์เมเจอร์ (Armature) คือ ส่วนเคลื่อนที่ภายในมอเตอร์ ถูกยึดติดกับเพลา (Shaft) และรองรับการหมุนด้วยที่รองรับการหมุน (Bearing) ส่วนตัวอาร์เมเจอร์ทำจากเหล็กแผ่นบางๆ อัดซ้อนกัน ถูกเซาะร่องออกเป็นส่วนๆ เพื่อไว้พันขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature Winding) ขดลวดอาร์เมเจอร์เป็นขดลวดอาบน้ำยาฉนวน ร่องขดลวดอาร์เมเจอร์จะมีขดลวดพันอยู่และมีลิ่มไฟเบอร์อัดแน่นขึงขดลวดอาร์เมเจอร์ไว้ ปลายขดลวดอาร์เมเจอร์ต่อไว้กับคอมมิวเตเตอร์ เมื่อสนามแม่เหล็กทั้งสองผลักดัน ทำให้อาร์เมเจอร์หมุนเคลื่อนที่

2.1.1.5 คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) คือ ส่วนเคลื่อนที่อีกส่วนหนึ่ง ถูกยึดติดเข้ากับอาร์เมเจอร์และเพลาร่วมกัน คอมมิวเตเตอร์ทำจากแท่งทองแดงแข็งประกอบเข้าด้วยกันเป็นรูปทรงกระบอก แต่ละแท่งทองแดงของคอมมิวเตเตอร์จะถูกแยกออกจากกันด้วยฉนวนไมก้า (Mica) คอมมิวเตเตอร์ทำหน้าที่เป็นขั้วรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายมาจากแปรงถ่าน

2.1.1.6 แปรงถ่าน (Brush) คือ ตัวสัมผัสกับคอมมิวเตเตอร์ ทำเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผลิตมาจากคาร์บอนหรือแกรไฟต์ผสมผงทองแดง เพื่อให้แข็งและนำไฟฟ้าได้ดี มีสายตัวนำต่อร่วมกับแปรงถ่านเพื่อไปรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายเข้ามา แปรงถ่านทำหน้าที่รับแรงดันไฟตรงจากแหล่งจ่าย จ่ายผ่านไปให้คอมมิวเตเตอร์

2.1.2 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงประกอบด้วย แม่เหล็กถาวร 2 ขั้ว วางอยู่ระหว่างขดลวดตัวนำ ขดลวดตัวนำจะได้รับแรงดันไฟตรงป้อนให้ในการทำงาน ทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็ก 2 ชุด มีขั้วแม่เหล็กเหมือนกันวางใกล้กัน เกิดแรงผลักดันทำให้ขดลวดตัวนำหมุนเคลื่อนที่ได้ การทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
ที่มา : http://www.rmutphysics.com

จากรูปที่ 2.2 เป็นการทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง **มีแรงดันไฟตรงจ่ายผ่านแ**ปรงถ่านไปคอมมิวเตเตอร์ ผ่านไปให้ขดลวดตัวนำที่อาร์เมเจอร์ ทำให้**ขดลวดอาร์เมเจอร์เกิดสนาม**แม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นมา ทางด้านซ้ายมือเป็นขั้วเหนือ (N) และด้านขวาเป็น**ขั้วใต้** (S) **เหมือนกับขั้วแม่**เหล็กถาวรที่วางอยู่ใกล้ๆ เกิดอำนาจแม่เหล็กผลักดันกัน อาร์เมเจอร์**หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา** พร้อมกับคอมมิวเตเตอร์หมุนตามไปด้วย แปรงถ่านสัมผัสกับส่ว**นของคอมมิวเตเตอร์เปลี่ยน**ไปในอีกปลายหนึ่งของขดลวด แต่มีผลทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กที่อาร์เมเจอร์**เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่**อยู่ใกล้ๆ อีกครั้ง ทำให้อาร์เมเจอร์ยังคงถูกผลักให้หมุนไปในทิศทางตาม**เข็มนาฬิกาตลอดเวลา เราเรีย**กสภาวะการเกิดการหมุนของอาร์เมเจอร์นี้ว่า มอเตอร์ไฟฟ้าทำงาน

การคำนวณหากำลังมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง หาได้จากสมการที่ 2.1

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

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

การคำนวณหาความเร็วในการเคลื่อนที่ หาได้จากสมการที่ 2.2

V = ความเร็วมอเตอร์ * 2π * R * i **(2.2)**

เมื่อ V คือ ความเร็ว มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)
R คือ รัศมีของล้อ มีหน่วยเป็น เมตร (m)
ความเร็วมอเตอร์ มีหน่วยเป็น รอบต่อนาที (rpm), i คือ อัตราทด

การคำนวณหาแรงบิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง หาได้จากสมการที่ 2.3

$$T = FR \quad (2.3)$$

เมื่อ T คือ แรงบิดมอเตอร์ มีหน่วยเป็น นิวตันเมตร (N.m)

F คือ แรง มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

R คือ ระยะทาง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

แรงบิด คือ งานที่ได้จากแรง 1 รอบการหมุน

ที่มา : เอกสารประกอบการเรียนวิชาไฟฟ้าเบื้องต้น

2.2 ล้อรถเข็น

ล้อรถเข็นเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของรถเข็น การเลือกใช้ล้อรถเข็นให้เหมาะสมกับสภาพการทำงานของรถเข็นจึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ที่จะช่วยให้การใช้รถเข็นมีประสิทธิภาพสูงสุด ผู้ใช้รถเข็นก็รู้สึกไม่ใช้แรงมากเกินไป และใช้ได้คล่องแคล่ว การเลือกใช้ล้อรถเข็นให้เหมาะกับสภาพการทำงานมีปัจจัยในการเลือกใช้ ดังนี้

2.2.1 หากใช้งานในพื้นที่แคบรถเข็นต้องกลับตัวเลี้ยวไปมาตลอดเวลาควรใช้ล้อแป้นเกลียว 4 ลูก ซึ่งจะช่วยให้รถเข็นเข็นได้อย่างคล่องตัว ในกรณีที่ต้องเข็นเป็นระยะทางไกลควรเลือกใช้ล้อแป้นเป็น 2 ล้อ แป้นตาย 2 ล้อ โดยให้ล้อเป็นอยู่ด้านหน้ารถเพื่อสะดวกต่อการเลี้ยว การใช้ล้อตายจะช่วยให้การควบคุมรถเข็นได้ง่ายขึ้น

2.2.2 การบรรทุกของหนักควรสลับล้อเป็นให้ย้ายไปด้านหลังที่อยู่ใกล้มือจับ การบังคับเลี้ยวผู้เข็นไม่ต้องออกแรงงัดตัวรถแต่ใช้วิธีดึงมือจับให้ย้ายไปทางซ้ายขวา เพื่อนหันทิศไปทางตรงข้ามได้อย่างเบาแรง การเลือกใช้ล้อรถเข็นใหญ่ขึ้น (คือมีเส้นผ่านศูนย์กลางยาวขึ้น) จะทำให้การเข็นรถเบาแรงกว่ารถเข็นที่มีขนาดล้อเล็กกว่า เช่น ใช้ล้อ 5 นิ้ว จะเข็นได้เบาแรงกว่า ล้อ 4 นิ้ว

2.2.3 บริเวณพื้นอาคาร ประเภทรถเข็นที่จะใช้ภายในอาคาร โดยเฉพาะอาคารที่มีพื้นเรียบสวยงาม ต้องรักษาผิวพื้น ควรเปลี่ยนเป็นใช้ล้อรถเข็นประเภท ยางเทา หรือล้อยาง Thermoplastic Rubber (TPR) หรือล้อยาง Polyurethane (PU) ในกรณีที่ต้องใช้เข็นภายนอกอาคารซึ่งมักจะเป็นผิวถนนที่ไม่ใช้พื้นเรียบควรเลือกใช้ล้อรถเข็นขนาดใหญ่ หรือล้อที่มีหน้ากว้าง เช่น ล้อยางลม

2.3 ระบบส่งกำลังด้วยโซ่

การขับเคลื่อนด้วยโซ่มีอยู่มากทางด้านงานเครื่องจักรกล เนื่องจากมีลักษณะคล้ายกับการขับเคลื่อนด้วยสายพาน โดยโซ่จะคล้องอยู่กับล้อโซ่หรือเฟืองโซ่ (Sprocket) ซึ่งจะติดอยู่บนเพลาขับและเพลาตาม อัตราทดของการขับจะขึ้นอยู่กับขนาดของเฟืองโซ่ทั้งสอง และการขับด้วยโซ่นี้จะไม่มีการลื่นเกิดขึ้นระหว่างโซ่กับเฟืองโซ่ เนื่องจากการขับด้วยโซ่มีความน่าเชื่อถือสูงจึงมีความนิยมใช้มาก เช่น ในการส่งกำลังในเรือ เครื่องยนต์ เครื่องจักรกลการเกษตร เครื่องมือกล เครื่องทอผ้าและเครื่องจักรกลงานไม้ เครื่องพิมพ์ และใช้ในการขนส่งและขนถ่ายวัสดุ

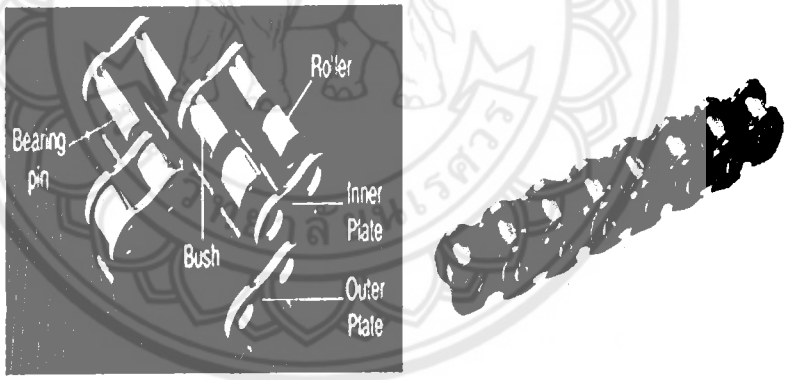
การขับด้วยโซ่มีข้อดีเมื่อเปรียบเทียบกับการขับด้วยสายพานและการขับด้วยเฟืองเกียร์ คือ ราคาหรือต้นทุนต่ำกว่า มีสมรรถนะในการส่งกำลังดีกว่าและง่ายในการบำรุงรักษา เป็นต้น

2.3.1 ประเภทโซ่ส่งกำลัง (Type of Chain Transmission)

โซ่ส่งกำลังสามารถแบ่งได้ตามลักษณะของโครงสร้างของโซ่ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

2.3.1.1 โซ่ลูกกลิ้ง (Roller Chain)

โซ่ชนิดนี้ประกอบด้วยแผ่นต่อ (Link) ด้านในและด้านนอกยึดติดกันด้วยสลักและปลอกสลัก (Bush) โดยมีลูกกลิ้งสวมอยู่ตรงกลางกับปลอกสลัก โซ่ลูกกลิ้งแสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของโซ่ลูกกลิ้ง และโซ่ลูกกลิ้ง (Roller Chain)
ที่มา : http://th.misumiec.com

2.3.1.2 โซ่ปลอก (Leaf Chain)

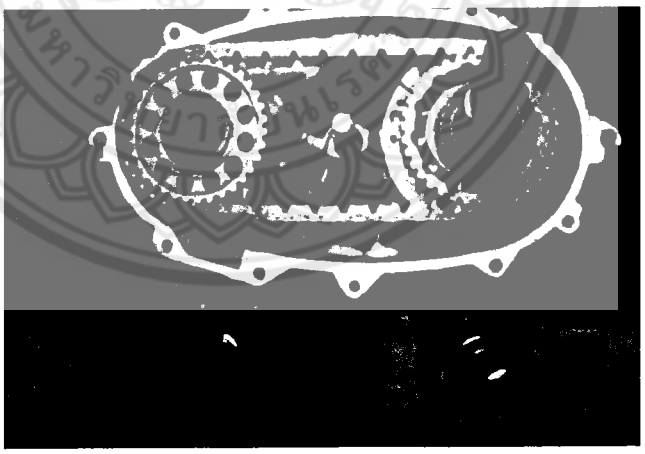
โซ่ชนิดนี้แตกต่างจากโซ่ลูกกลิ้งก็ตรงที่ไม่มีลูกกลิ้ง ดังนั้น จึงสามารถออกแบบให้ปลอกสลักและสลักมีขนาดใหญ่ได้มากกว่าโซ่ลูกกลิ้ง โซ่ปลอกจึงรับแรงได้มากกว่าและแข็งแรงกว่า แต่เนื่องจากในการใช้งานจะมีเสียงดัง และมีการสึกหรอมากกว่า โดยทั่วไปแล้วจึงนิยมใช้โซ่ลูกกลิ้งมากกว่าโซ่ปลอก โซ่ปลอกแสดงดังรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4 โซ่ปลอก (Leaf Chain)

ที่มา : http://th.misumiec.com

2.3.1.3 โซ่ฟันเฟือง (Chain Sprockets Gear)

โซ่ชนิดนี้อาจเรียกว่า Silent Chain ก็ได้ โซ่ฟันเฟืองประกอบด้วยแผ่นต่อหลายแผ่นเรียงซ้อนกันและยึดกันด้วยสลัก แผ่นต่อแต่ละแผ่นจะมีฟันสองฟัน ในขณะส่งกำลังข้อต่อโซ่จะทำหน้าที่เป็นจุดหมุนของข้อโซ่ ทำให้โซ่แนบสนิทกับฟันบนเฟืองโซ่ จึงมีการสึกหรอน้อย โซ่ฟันเฟืองใช้ขับด้วยความเร็วสูงกว่าโซ่ลูกกลิ้งทำงานได้โดยเกือบจะไม่มีเสียงดัง แต่จะมีน้ำหนักมากกว่าโซ่ลูกกลิ้ง ราคาแพงกว่า และต้องการให้มีการบำรุงรักษาที่ดีกว่าโซ่ลูกกลิ้ง โซ่ฟันเฟืองแสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 โซ่ฟันเฟือง (Chain Sprockets Gear)

ที่มา : http://th.misumiec.com

2.3.2 การเลือกใช้โซ่ และเฟืองโซ่

โซ่และเฟืองโซ่ใช้สำหรับส่งกำลังในกรณีที่เพลาทั้งสองอยู่ห่างกัน การส่งกำลังโดยใช้โซ่และเฟืองโซ่ สามารถส่งกำลังได้มาก เพราะไม่มีการลื่นและโซ่ยังมีความแข็งแรง ในลักษณะการใช้งานของโซ่จำเป็นต้องคำนึงถึงความตึงของโซ่ด้วยเหมือนกัน

เฟืองโซ่ ที่ดีจะต้องมีขนาดสัมพันธ์กับโซ่ที่นำมาคล้อง ซึ่งขนาดต่างๆ ของเฟืองโซ่สามารถหาได้จากตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงการเลือกใช้เฟืองโซ่

ชนิดของเฟืองโซ่	จำนวนฟันโซ่ (ฟัน)	ลักษณะการใช้งาน
เฟืองโซ่ตัวเล็ก (Z_1)	6-7	ใช้กับชุดอุปกรณ์เฟืองโซ่ที่ใช้ปรับความเร็วด้วยมือ
	8-10	ใช้กับความเร็วโซ่ต่ำกว่า 1 เมตรต่อวินาที
	11-13	ใช้กับความเร็วโซ่ต่ำกว่า 4 เมตรต่อวินาที
	14-16	ใช้กับความเร็วโซ่ต่ำกว่า 7 เมตรต่อวินาที
	17-25	เป็นจำนวนฟันที่เหมาะสมกับการใช้งานที่สุด
เฟืองโซ่ตัวใหญ่ (Z_2)	< 80	เป็นจำนวนฟันที่เหมาะสมกับการใช้งานที่สุด
	< 120	เป็นจำนวนฟันสูงสุดที่นำมาใช้งาน
	> 120	ใช้กับงานกรณีพิเศษ

การเลือกหาขนาดสายพานโซ่และการคำนวณ สามารถหาได้จากสมการที่ 2.4

$$i = \frac{Z_a}{Z_b} \qquad (2.4)$$

เมื่อ Z_a คือ จำนวนฟันเฟืองโซ่ขับ

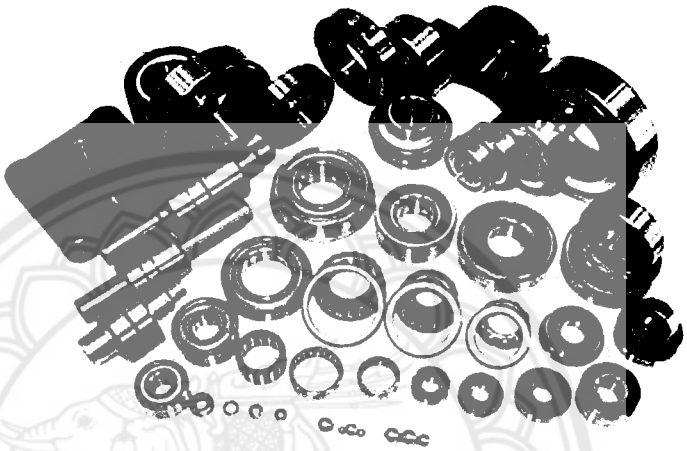
Z_b คือ จำนวนฟันเฟืองโซ่ตาม

i คือ ขนาดของอัตราทดของเฟือง

ที่มา : http://www.cbr150club.com/board

2.4 ตลับลูกปืน (Bearing)

ตลับลูกปืน เป็นองค์ประกอบสำคัญของเครื่องจักรกล ซึ่งตลับลูกปืนนั้นจะช่วยยึดชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องจักรกลที่มีการหมุนให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง และลดความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส ทำให้สามารถลดแรงเสียดทานลงได้ ตลับลูกปืนนั้นทำมาจากโลหะขนาดเล็กที่มีผิวเรียบ ทำให้การหมุนเป็นไปด้วยความสะดวก เนื่องจากแรงเสียดทานน้อยลง ตลับลูกปืนมีอยู่หลายประเภท แสดงดังรูปที่ 2.6



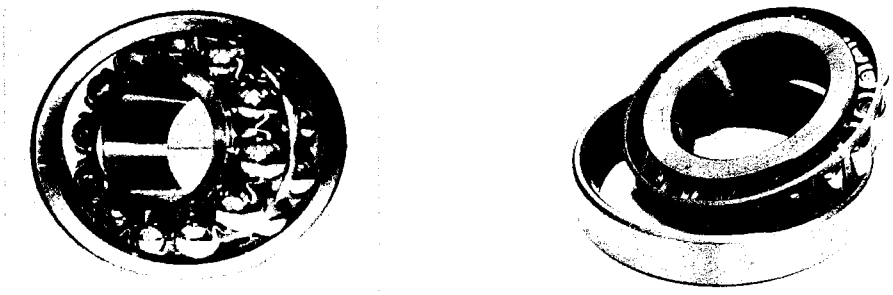
รูปที่ 2.6 ตลับลูกปืนประเภทต่างๆ
ที่มา : www.rmutphysics.com

2.4.1 ประเภทของตลับลูกปืน

ตลับลูกปืนโดยทั่วไปจะแบ่งได้เป็น 2 ประเภท แสดงดังรูปที่ 2.7

2.4.1.1 ประเภทเม็ดกลม (Ball Bearing)

2.4.1.2 ประเภทเม็ดยาว (Roller Bearing)



ประเภทเม็ดกลม ประเภทเม็ดยาว

รูปที่ 2.7 ประเภทของตลับลูกปืน
ที่มา : th.misumi-ec.com

2.4.2 ปัจจัยการเลือกใช้งานตลับลูกปืน

2.4.2.1 ตลับลูกปืนประเภทเม็ดกลมจะใช้กับงานที่มีขนาดของแรงกระทำไม่สูงนัก ส่วนตลับลูกปืนประเภทเม็ดยาวจะใช้กับงานที่มีแรงกระทำสูงๆ

2.4.2.2 ความเร็วความเร็วในการใช้งานนั้นมีผลอายุการใช้ของตลับลูกปืน ซึ่งความเร็วในการใช้งานสูงๆ มาก จะทำให้ตลับลูกปืนเกิดความร้อนซึ่งจะทำให้ลูกบอลโลหะในตลับลูกปืนมีประสิทธิภาพต่ำลง ดังนั้น ควรเลือกตลับลูกปืนให้เหมาะสมกับความเร็วการใช้งาน

2.5 แบตเตอรี่

แบตเตอรี่ เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่อาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงพลังงานเคมีให้เป็นพลังงานไฟฟ้าออกไปใช้งานเป็นไฟฟ้ากระแสตรง แบตเตอรี่ประกอบด้วยเซลล์ไฟฟ้าตั้งแต่ 1 เซลล์ หรือมากกว่า โดยเซลล์นี้จะเชื่อมต่อเข้าด้วยกันทางไฟฟ้า

2.5.1 ส่วนประกอบพื้นฐานของแบตเตอรี่

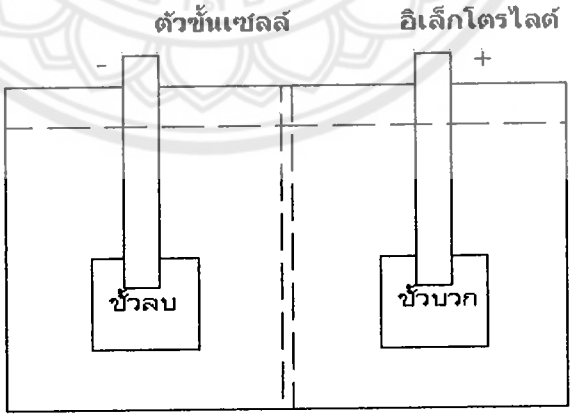
2.5.1.1 ขั้วบวก (Positive Electrode)

2.5.1.2 ขั้วลบ (Negative Electrode)

2.5.1.3 อิเล็กโตรไลต์ (Electrolyte)

2.5.1.4 ตัวขั้นเซลล์ (Separator)

โครงสร้างของแบตเตอรี่ไฟฟ้ากระแสตรงประกอบด้วย อุปกรณ์พื้นฐาน 4 ส่วน แสดงดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงโครงสร้างแบตเตอรี่

ที่มา : http://www.carbatt.com/index.

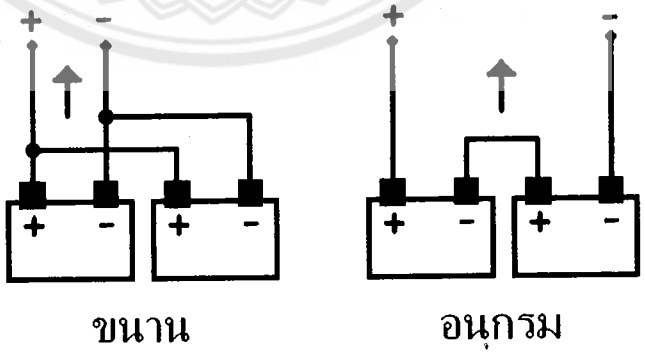
ขั้วบวกเป็นส่วนที่สูญเสียอิเล็กตรอนเนื่องจากการทำปฏิกิริยาทางเคมี ส่วนขั้วลบจะเป็นตัวรับอิเล็กตรอนภายหลังที่เกิดการทำปฏิกิริยาทางเคมีขึ้น สำหรับอิเล็กโตรไลต์จะเป็นตัวกลางให้อิเล็กตรอนไหลผ่านระหว่างขั้วบวกและขั้วลบ ส่วนตัวขั้นเซลล์จะใช้แยกส่วนของขั้วบวกและขั้วลบออกจากกันทางไฟฟ้า

2.5.2 การแบ่งกลุ่มของแบตเตอรี่

2.5.2.1 แบตเตอรี่แบบปฐมภูมิ (Primary Battery) เป็นแบตเตอรี่ที่เมื่อผ่านการใช้แล้วไม่สามารถนำกลับมาชาร์จประจุเพื่อกลับมาใช้ใหม่ได้ หรือที่มักเรียกกันว่า ถ่าน มีอยู่หลายชนิด เช่น ถ่านอัลคาไลน์ ถ่านลิเทียม เป็นต้น แบตเตอรี่แบบนี้มีหลายขนาด เก็บพลังงานได้สูง อายุการใช้งานสูง แต่เมื่อถูกใช้หมดจะกลายเป็นขยะมลพิษ

2.5.2.2 แบตเตอรี่แบบทุติยภูมิ (Secondary Battery) เป็นแบตเตอรี่ที่เมื่อผ่านการใช้แล้วสามารถนำกลับมาชาร์จประจุเพื่อกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น แบตเตอรี่รถยนต์ แบตเตอรี่มือถือ และถ่านรุ่นใหม่ๆ เป็นต้น

โดยทั่วไปแล้วแบตเตอรี่จะประกอบด้วยเซลล์หลายเซลล์ที่มีการเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้าอยู่ภายในซึ่งวิธีการต่อของแต่ละเซลล์และชนิดของวัสดุที่นำมาใช้เป็นเซลล์ จะเป็นปัจจัยที่กำหนดขนาดของแรงดันไฟฟ้าและความจุไฟของแบตเตอรี่ โดยการต่อถ้าให้ขั้วบวกของเซลล์หนึ่งต่อกับขั้วลบของเซลล์ถัดไป และต่อกันเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จะทำให้แรงดันไฟฟ้าที่ได้เท่ากับผลรวมของแรงดันไฟฟ้าของแต่ละเซลล์รวมกัน เรียกการต่อแบบนี้ว่า การต่อแบบอนุกรม หรือการต่อแบบอันดับ ส่วนวิธีการเพิ่มความจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่นั้น จะต้องต่อให้ขั้วบวกของทุกเซลล์ เข้าด้วยกันและขั้วลบของทุกเซลล์เข้าด้วยกัน เรียกการต่อแบบนี้ว่า การต่อแบบขนาน แสดงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แสดงการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนาน
ที่มา : http://www.cbr150club.com

2.6 แรงต้านการเคลื่อนที่

แรงต้านการเคลื่อนที่ เป็นแรงที่ออกแรงตรงข้ามกับแรงที่ส่งกำลังมา ซึ่งกำลังจากมอเตอร์ที่นำมาขับเคลื่อนอาจนำมาใช้ประโยชน์ได้ไม่เต็มที่ทั้งหมด เนื่องจากเกิดการสูญเสียในการส่งกำลัง และกำลังส่วนที่เหลือจะนำมาใช้ประโยชน์เพื่อเอาชนะแรงต้านการเคลื่อนที่เพื่อที่จะสามารถเคลื่อนที่ได้ โดยแรงต้านเหล่านี้จะมีมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับลักษณะการเคลื่อนที่ แรงต้านการเคลื่อนที่สามารถแบ่งออกได้เป็น ดังนี้

2.6.1 แรงต้านการหมุนของล้อ

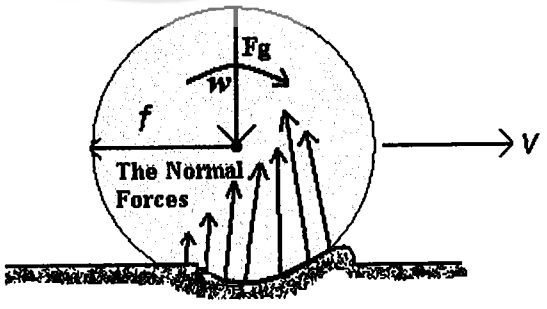
แรงต้านการหมุนของล้อ เป็นแรงที่มีความจำเป็นมากที่สุด ซึ่งจำเป็นกับการส่งกำลังเนื่องจากทำให้สามารถเคลื่อนที่ออกไปได้ โดยอาศัยแรงเสียดทานที่ล้อกระทำกับพื้น เพื่อทำให้สามารถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้ โดยปัจจัยที่มีผลต่อแรงต้านการหมุนของล้อ ได้แก่

2.6.1.1 สภาพของยางล้อ ซึ่งหมายถึงวัสดุที่นำมาทำยาง รูปทรงของยาง ความกว้างและขนาดของยาง ความดันของลมยาง รวมถึงดอกยางอีกด้วย ซึ่งยางที่มีขนาดวงล้อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางโต จะมีแรงต้านการหมุนของล้อที่น้อยกว่ายางที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็ก

2.6.1.2 สภาพของผิวที่ขับขี่ ซึ่งบริเวณผิวที่ขรุขระจะทำให้แรงต้านการหมุนของล้อมาก และบริเวณที่มีผิวเรียบจะทำให้แรงต้านการหมุนมีค่าน้อย

2.6.1.3 น้ำหนักของรถและผู้ขับขี่ ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลมาก ในการขับเคลื่อนสิ่งของ ซึ่งถ้ารถและผู้ขับขี่มีน้ำหนักมาก จะส่งผลให้แรงต้านจากการหมุนมากตามไปด้วย

2.6.1.4 อัตราเร็วของรถ แรงต้านการหมุนของล้อรถ จะมากที่สุดในช่วงเริ่มเคลื่อนที่เนื่องจากจำเป็นต้องเอาชนะแรงต้านความเฉื่อยด้วย และจะมีแรงต้านการหมุนน้อยลงเมื่ออัตราเร็วของรถเพิ่มขึ้นขณะที่ล้อเกิดการเคลื่อนที่ จะทำให้เกิดแรงต้านการหมุนของล้อ แสดงดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แสดงแรงต้านการหมุนของล้อ
ที่มา : http://www.rmutphysics.com

การคำนวณหาแรงต้านการหมุนของล้อ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.5

$$R_r = K_r N \quad (2.5)$$

เมื่อ R_r คือ แรงต้านการเคลื่อนที่ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

K_r คือ สัมประสิทธิ์แรงต้านการหมุนของล้อ

N คือ แรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำกับล้อจักรยาน มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

โดยที่ ค่า N = mg รถจักรยานเคลื่อนที่ในพื้นราบ

ที่มา : http://www.auto2drive.com

ซึ่งค่า K_r เป็นค่าคงที่ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพของผิวถนนที่ขับขี่ แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานในสภาพผิวต่างๆ

ชนิด และ สภาพถนน	K_r (เฉลี่ย)
ถนนลาดยางและถนนคอนกรีต	
สภาพดีเยี่ยม	0.014 - 0.018
สภาพดีพอใช้	0.018 - 0.020
ถนนปูพื้น	0.023 - 0.030
ถนนลูกรัง	0.020 - 0.025
ถนนดิน	
ถนนดินอัดแน่น	0.025 - 0.035
ถนนเปียกหลังฝนตก	0.050 - 0.150
ถนนทราย	0.1 - 0.3

ที่มา : http://www.auto2drive.com/สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

2.6.2 แรงต้านอากาศ

แรงต้านอากาศ เป็นแรงที่เกิดจากการที่วัตถุเคลื่อนที่ผ่านเข้าไปในอากาศด้วยความเร็วทำให้เมื่อเคลื่อนที่ไปจะมีอัตราเร็วสัมพัทธ์ของอากาศมากระทำกับวัตถุที่เคลื่อนที่นั้น ซึ่งค่าแรงต้านอากาศจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับพื้นที่หน้าตัด และรูปทรงของพาหนะ

ในปัจจุบันการออกแบบรูปทรงตามหลักอากาศพลศาสตร์ จะส่งผลให้แรงต้านอากาศลดลงได้ ซึ่งเป็นผลให้เกิดข้อดีหลายประการ คือ ทำให้อัตราเร็วสูงสุดของพาหนะเพิ่มขึ้น และยังทำให้ประหยัดพลังงานมากขึ้นอีกด้วย

ปัจจัยที่มีผลต่อแรงต้านอากาศ มีดังนี้

ก. ความเร็วลม ถ้าความเร็วลมมีทิศทางสวนทางกับการเคลื่อนที่จะทำให้เกิดแรงต้านและในทางกลับกัน ถ้าทิศทางของลมเป็นทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่จะทำให้เกิดแรงเสริม

ข. ลักษณะรูปทรงของพาหนะ แรงต้านที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับรูปทรงที่อากาศมากระทบแรงต้านอากาศที่เกิดขึ้นนั้น เกิดจากการที่เกิดความดันระหว่างด้านหน้า และด้านหลังของรถแตกต่างกัน ทำให้เกิดแรงกระทำจากบริเวณที่มีความดันที่สูงกว่า ผลักต้านการเคลื่อนที่ของรถเอาไว้

สำหรับการขับเคลื่อนของรถนั้น รูปทรงที่เกิดขึ้นไม่สามารถออกแบบได้ และพื้นที่หน้าตัดก็ไม่ได้เป็นรูปสี่เหลี่ยม แต่เราสามารถคำนวณค่าแรงต้านทานจากอากาศได้ โดยประมาณ จากสมการที่ 2.6

$$R_a = \frac{1}{2}\rho C_D A \quad \text{หรือ} \quad R_a = K_a A V^2 \qquad \textbf{(2.6)}$$

เมื่อ R_a คือ แรงต้านอากาศ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

ρ คือ ความหนาแน่นอากาศ มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (kg/m^3) (ρ_{air}= 1.2 kg/m^3)

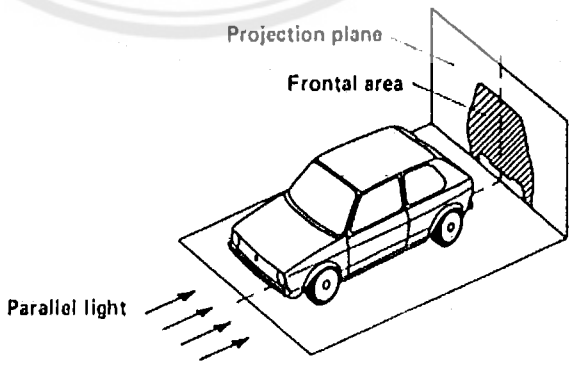
C_D คือ สัมประสิทธิ์แรงต้านอากาศ

V คือ ความเร็วของจักรยานไฟฟ้า มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)

A คือ พื้นที่หน้าตัดของรถ มีหน่วยเป็น ตารางเมตร (m^2)

ที่มา : http://www.auto2drive.com

การหาพื้นที่หน้าตัดของรถอาศัยการฉายภาพทำให้เกิดเงาหลังฉาก ดังรูปที่ 2.11

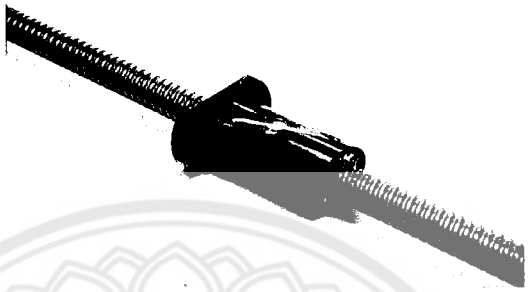


รูปที่ 2.11 แสดงวิธีการหาพื้นที่หน้าตัดของรถ

ที่มา : http://www.rmutphysics.com

2.7 บอลสกรู

บอลสกรู เป็นระบบขับเคลื่อนชนิดหนึ่งของระบบขับเคลื่อนประเภทเครื่องกล โดยมีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ เพลาเกลียว และตลับลูกปืน แสดงดังรูปที่ 2.12 ซึ่งมีเม็ดลูกปืนกลมที่กลิ้งระหว่างแกน สกรูเป็นตัวรับน้ำหนักและแรงเสียดทาน



รูปที่ 2.12 เพลาเกลียวและตลับลูกปืน

ที่มา : www.yellowgreenthailand.com

การคำนวณหาแรงบิดของบอลสกรู สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.7

$$T = \frac{F \times L}{2\pi \times \eta} \qquad (2.7)$$

เมื่อ μ คือ สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

g คือ แรงโน้มถ่วงของโลกมีค่า 9.81 มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาทียกกำลังสอง (m/s^2)

L คือ ระยะลีดของบอลสกรู มีหน่วยเป็น เซนติเมตร (cm)

η คือ ประสิทธิภาพของบอลสกรูมีค่าระหว่าง 0.9 – 1.95

m คือ มวลของวัตถุ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (kg)

F คือ แรงกระทำ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

ที่มา : http://ptclinearmotion.com

2.7.1 ประเภทของบอลสกรู

2.7.1.1 บอลสกรูแบบรีด

บอลสกรูแบบรีดผลิตโดยการรีดเพลาออกมาเป็นเกลียว ซึ่งบอลสกรูประเภทนี้มีค่าความละเอียดในระดับหนึ่ง เหมาะสมสำหรับส่งกำลังหรือไม่ต้องการความเที่ยงตรงสูง ซึ่งจะมีราคาถูก

2.7.1.2 บอลสกรูแบบเจียร

บอลสกรูแบบเจียรผลิตโดยนำเพลาที่ชุบแข็งแล้วมาเจียรทางวิ่ง โดยควบคุมการเจียรให้ได้ความละเอียดตามความต้องการ ทำให้เหมาะสมกับงานที่ต้องการความละเอียดสูง เช่น CNC

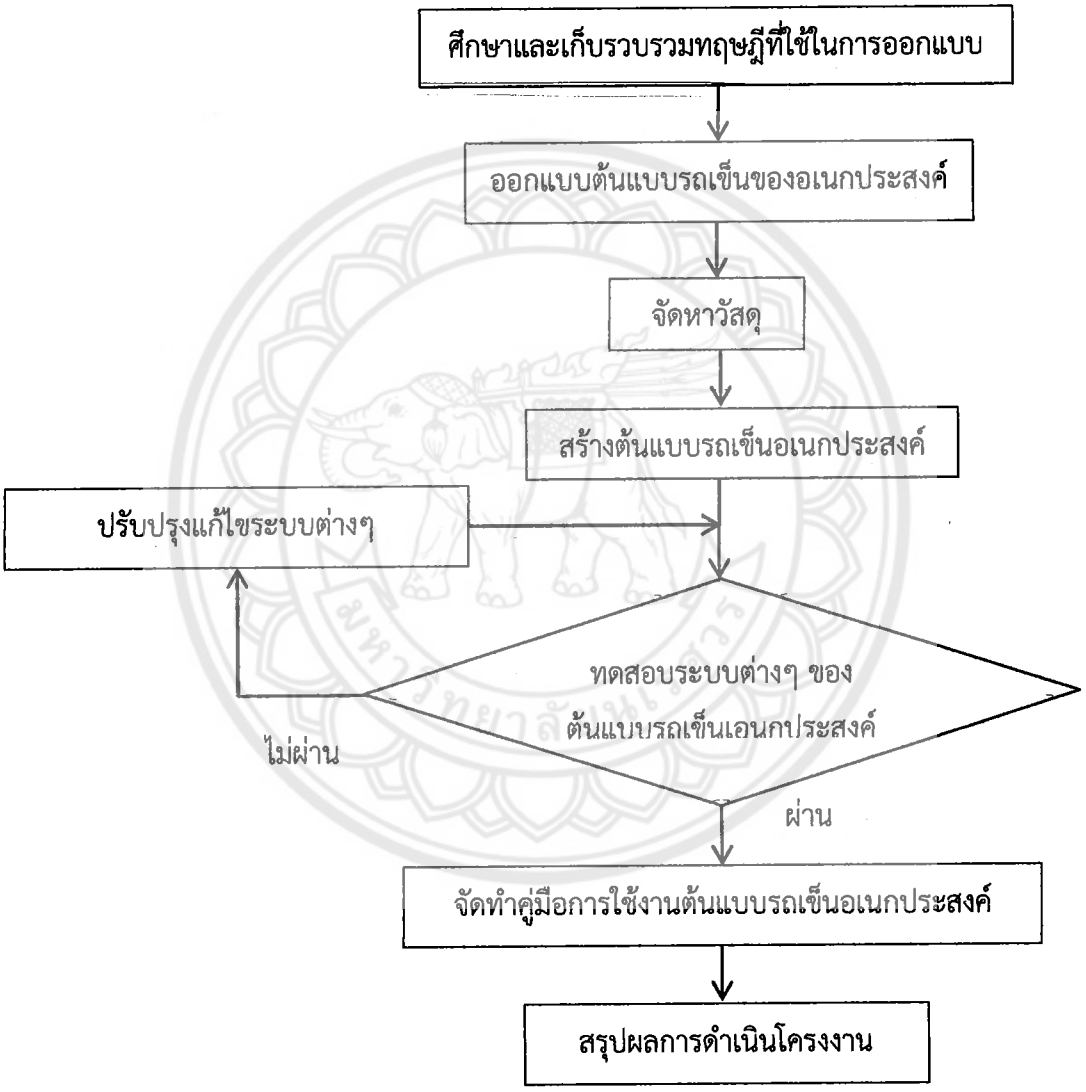
2.7.2 การบำรุงรักษาบอลสกรู

การใช้สารหล่อลื่นบอลสกรูเพื่อที่จะให้บอลสกรูทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพที่เหมาะสมนั้น ควรมีวิธีการใช้สารหล่อลื่นที่ถูกต้อง โดยทั่วไปสารหล่อลื่นความหนืดต่ำจะใช้กับบอลสกรูที่มีความเร็วรอบที่สูง ซึ่งเป็นตัวสำคัญในการลดการขยายตัวของเพลาเนื่องจากความร้อน ในทางกลับกันสารหล่อลื่นความหนืดสูงจะใช้กับบอลสกรูที่มีความเร็วรอบที่ต่ำ

การป้องกันฝุ่นและสิ่งแปลกปลอมเป็นสิ่งสำคัญ หากมีฝุ่นหรือสิ่งแปลกปลอมเข้าไปในบอลสกรูอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการสึกหรอ และเกิดการแตกหักเร็วยิ่งขึ้น ดังนั้น ควรได้รับการป้องกันที่มิดชิดด้วยอุปกรณ์ป้องกัน

บทที่ 3
การดำเนินโครงงาน

การดำเนินโครงงาน เป็นการวางแผนในการทำงาน เพื่อสร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ ตั้งแต่ขั้นตอนการศึกษา และรวบรวมข้อมูล รวมถึง การสร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์จนสำเร็จ โดยแสดงแผนผังการดำเนินโครงงาน แสดงดังรูปที่ 3.1



หมายเหตุ กระบวนการตามหลัก แสดงการทดสอบ

รูปที่ 3.1 แผนผังการดำเนินโครงงาน

3.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบ

3.1.1 ศึกษาข้อมูล

ศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะรถเข็นทั่วไปว่ามีโครงสร้างอย่างไร กี่รูปแบบ ใช้วัสดุอะไรในการสร้าง ระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนข้อดี ข้อเสีย ของแต่ละรูปแบบ เมื่อได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องแล้วก็จะนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ แล้วแบ่งข้อมูลออกเป็นหัวข้อต่างๆ โดยมีการเก็บเรียบเรียงข้อมูลที่เกี่ยวข้องไว้เป็นลำดับ ที่เกี่ยวข้องในการดำเนินโครงงาน

3.1.2 ศึกษาและรวบรวมทฤษฎี

ศึกษาหาข้อมูลของที่เกี่ยวข้องในการออกแบบว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง มีทฤษฎีอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องในการสร้างรถเข็นเอนกประสงค์ อาทิเช่น ทฤษฎีเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้า ทฤษฎีเกี่ยวกับการส่งกำลังด้วยเฟืองโซ่ เป็นต้น เมื่อได้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องแล้วก็จะทำการเก็บรวบรวมทฤษฎีที่เกี่ยวข้องไว้ในการดำเนินโครงงานต่อไป

3.2 การออกแบบ

การออกแบบรถเข็นเคลื่อนย้ายสิ่งของโดยทั่วไปพบว่า ในการออกแบบจะประกอบด้วยระบบที่สำคัญอยู่ 3 ระบบ คือ ระบบโครงสร้าง ระบบขับเคลื่อน และระบบป้องกันอันตราย ซึ่งเป็นระบบหลักที่มีอยู่ในการออกแบบรถเข็นเคลื่อนย้ายสิ่งของ แต่คณะผู้ดำเนินโครงงานได้มีการออกแบบต้นแบบรถเข็นเอนกประสงค์ให้สามารถยกสิ่งของขึ้น-ลงได้ จึงทำให้มีอีก 2 ระบบเพิ่มขึ้นมา คือ ระบบยกสิ่งของ และระบบควบคุม ดังนั้น ในการออกแบบต้นแบบรถเข็นเอนกประสงค์จึงประกอบไปด้วย 5 ระบบ ดังต่อไปนี้

3.2.1 การออกแบบระบบโครงสร้าง

การออกแบบระบบโครงสร้างจะขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ในการใช้งานว่ามีขนาดของความกว้าง ความยาว และความสูง เท่าไหร่ เมื่อได้ขนาดพื้นที่ในการใช้งานแล้วนำข้อมูลดังกล่าวมาออกแบบระบบโครงสร้าง ดังนี้

3.2.1.1 กำหนดขนาด ของความกว้าง ความยาว และความสูง ของรถเข็นเอนกประสงค์

3.2.1.2 ร่างแบบโครงสร้าง ตามขนาดที่ได้กำหนด

3.2.1.3 วาดแบบออกมาทุกชิ้นส่วนของโครงสร้างตามขนาดที่กำหนด

3.2.2 การออกแบบระบบขับเคลื่อน

การออกแบบระบบขับเคลื่อนของต้นแบบรถเข็นเอนกประสงค์จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังจะส่งผ่านกำลังไปยังล้อ โดยอาศัยการส่งกำลังด้วยเฟืองโซ่ ทำให้ต้นแบบรถเข็นสามารถขับเคลื่อนที่ได้โดยความเร็วในการเคลื่อนที่จะขึ้นอยู่กับ น้ำหนักที่บรรทุก ขนาดของล้อ และขนาดของแรงเสียดทาน มีขั้นตอนในการออกแบบ ดังนี้

3.2.2.1 กำหนดความเร็วที่ต้องการในการขับเคลื่อนต้นแบบรถเข็นเอนกประสงค์

3.2.2.2 กำหนดขนาดของน้ำหนักทั้งหมด (น้ำหนักรถ+น้ำหนักบรรทุก)

3.2.2.3 กำหนดขนาดของอัตราส่วน ระหว่างเฟืองมอเตอร์กับเฟืองที่ล้อ

3.2.2.4 กำหนดขนาดของล้อที่ใช้ในการทำต้นแบบรถเข็นเอนกประสงค์

3.2.2.5 เมื่อกำหนดขนาดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการคำนวณแล้วข้างต้น ทำการคำนวณหาขนาดของ ความเร็วของมอเตอร์ กำลังของมอเตอร์ และแรงบิดของมอเตอร์

3.2.2.6 เมื่อได้ขนาดของมอเตอร์ ความเร็วของมอเตอร์ กำลังของมอเตอร์ และแรงบิดของมอเตอร์ จากการคำนวณแล้ว ทำการเลือกขนาดของมอเตอร์ให้ได้ตามที่คำนวณได้หรือใกล้เคียง แต่ขนาดที่ใกล้เคียงจะต้องมีขนาดของความเร็วของมอเตอร์ กำลังของมอเตอร์ และแรงบิดของมอเตอร์ มากกว่าที่คำนวณได้

3.2.3 การออกแบบระบบยกสิ่งของ

การออกแบบระบบยกสิ่งของ ของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์จะต้องมีการกำหนดน้ำหนักของสิ่งของที่จะยก การยกสิ่งของจะอาศัยสกรูในการเคลื่อนที่ยกสิ่งของ ซึ่งมีมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวส่งกำลังขับสกรูให้เคลื่อนที่ โดยความเร็วในการเคลื่อนที่จะขึ้นอยู่กับ ขนาดของสกรู ชนิดของสกรู และความเร็วรอบของมอเตอร์ การออกแบบระบบยกสิ่งของมีขั้นตอนในการออกแบบ ดังนี้

3.2.3.1 กำหนดน้ำหนักที่จะใช้ในการยก

3.2.3.2 กำหนดความเร็วในการเคลื่อนที่ในการยกสิ่งของขึ้น-ลง และระยะในการเคลื่อนที่ขึ้น-ลง ในการยกสิ่งของ

3.2.3.3 คำนวณหาขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในการส่งกำลังจากน้ำหนักที่กำหนด

3.2.3.4 คำนวณหาขนาดแกน และระยะ Pitch ขนาดของสกรู

3.2.3.5 ทำการเลือกสกรูที่จะต้องใช้ในการสร้างต้นแบบรถเข็นเอนกประสงค์

3.2.4 การออกแบบระบบความปลอดภัย

การออกแบบระบบความปลอดภัยของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์จะประกอบไปด้วยการป้องกัน 2 ส่วน ดังนี้

3.2.4.1 การออกแบบป้องกันระบบขับเคลื่อน

3.2.4.2 การออกแบบป้องกันสิ่งของตกหล่น

3.2.5 การออกแบบระบบควบคุม

การออกแบบระบบควบคุมจะประกอบไปด้วยการควบคุมเป็น 2 ส่วน คือ ระบบขับเคลื่อนและระบบยกสิ่งของ โดยจะมีการติดตั้งปุ่มควบคุมที่ใช้ในการควบคุม มีขั้นตอนการออกแบบ ดังนี้

3.2.5.1 กำหนดปุ่มควบคุมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการควบคุมระบบขับเคลื่อนและระบบยกสิ่งของ

3.2.5.2 แยกการติดตั้งปุ่มควบคุมเป็น 2 ส่วน คือ ปุ่มที่ใช้ในระบบขับเคลื่อนและปุ่มที่ใช้ในระบบยกสิ่งของ

3.2.5.3 คำนวณพื้นที่ติดตั้งปุ่มควบคุมทั้ง 2 ระบบ

3.3 การจัดหาวัสดุ

จัดหาวัสดุ หลังจากที่มีการออกแบบมาแล้ว ทำให้ทราบรายการวัสดุที่ต้องใช้ในการสร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ ทำการจัดหาวัสดุต่างๆ ตามที่ต้องการในร้านค้าวัสดุทั่วไป ให้ได้สมบัติตามที่ต้องการและราคาประหยัดที่สุด สรุปรายการวัสดุที่ใช้ จัดซื้อวัสดุตามที่วางแผนไว้

3.4 การสร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

สร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ตามแบบที่กำหนดไว้

3.5 การทดสอบระบบต่างๆ ของต้นแบบรถเข็นเอนกประสงค์

ทำการทดสอบ ระบบโครงสร้าง ระบบขับเคลื่อน ระบบยกสิ่งของ ระบบควบคุม และระบบป้องกันอันตราย ของต้นแบบรถเข็นเอนกประสงค์ เพื่อหาข้อบกพร่องในการใช้งานแล้วทำการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้

3.6 การปรับปรุงแก้ไขระบบต่างๆ ของต้นแบบรถเข็นเอนกประสงค์

หลังจากที่มีการทดสอบระบบต่างๆ ของต้นแบบรถเข็นเอนกประสงค์แล้ว พบข้อบกพร่องในระบบต่างๆ ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องของแต่ละระบบให้ดีขึ้น สามารถใช้งานได้

3.7 การจัดทำคู่มือการใช้งานต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

จัดทำคู่มือการใช้งานต้นแบบรถเข็นเอนกประสงค์ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถศึกษาวิธีการใช้งานที่ถูกต้อง ข้อจำกัดต่างๆ ของรถเข็นเอนกประสงค์ ตลอดจนวิธีการบำรุงรักษาต้นแบบรถเข็นเอนกประสงค์ เพื่ออายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้นและการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

3.8 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

จากการทดสอบระบบต่างๆ ในการใช้งานต้นแบบรถเข็นเอนกประสงค์ นำผลที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินโครงงาน

บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิเคราะห์

จากการที่ผู้จัดทำโครงงานได้ดำเนินโครงงานตามแผนการดำเนินโครงงาน ดังหัวข้อที่ 3.1 – 3.8 ได้ผลการดำเนินโครงงานดังนี้

4.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

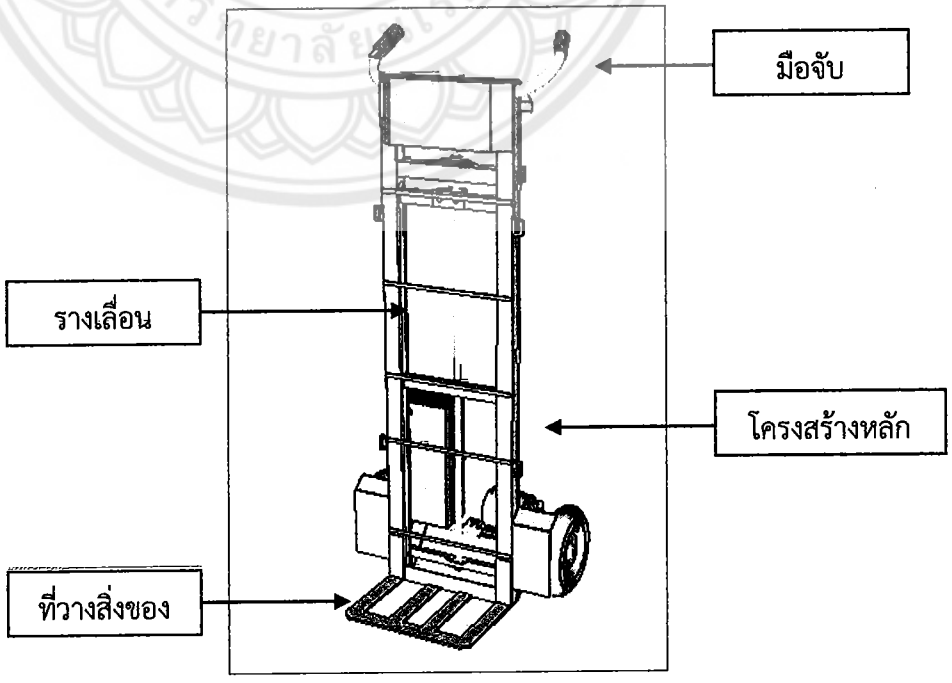
ผู้จัดทำโครงงานได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลในขั้นตอน และวิธีการสร้างส่วนต่างๆ ของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ เช่น ขั้นตอนและวิธีการสร้างระบบขับเคลื่อน ระบบยกสิ่งของ เป็นต้น รวมถึงรายละเอียด ด้านราคาของวัสดุที่ใช้ในการสร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ ดังหัวข้อที่ 3.1

4.2 การออกแบบ

ในขั้นตอนของการออกแบบนั้น ผู้จัดทำได้แบ่งการออกแบบเป็น 5 ส่วน ดังนี้

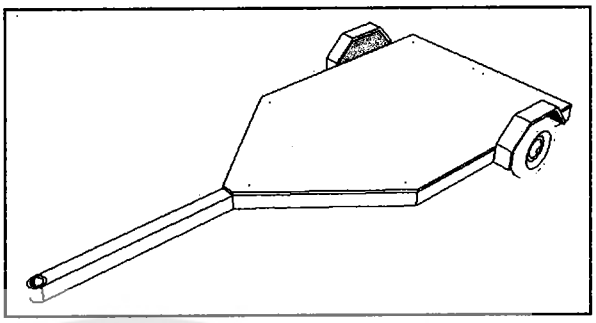
4.2.1 การออกแบบโครงสร้าง

ในส่วนของของโครงสร้างของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ ทางผู้ดำเนินโครงงานได้แบ่งโครงสร้างออก 2 ส่วน คือ ส่วนแรก เป็นโครงสร้างหลักต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์จะเป็นส่วนที่ใช้วางระบบขับเคลื่อน และระบบยกสิ่งของ ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 โครงสร้างหลักต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

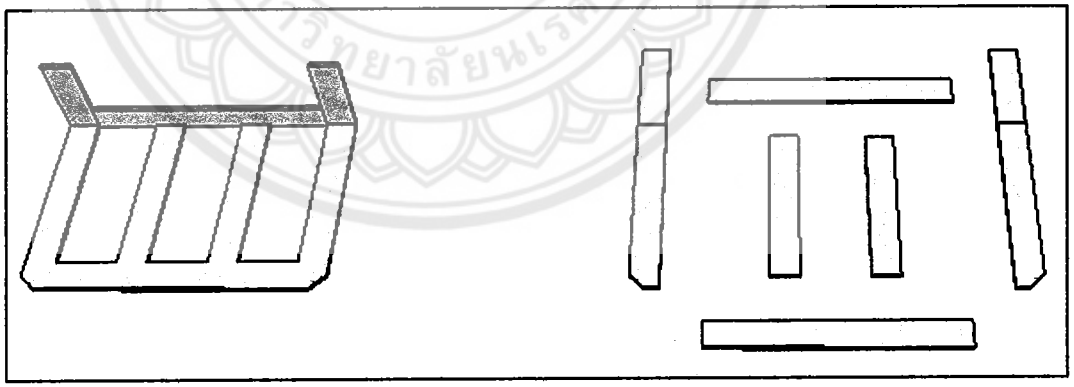
และส่วนที่ 2 จะเป็นโครงสร้างรอง คือ ส่วนของผู้ปฏิบัติงานที่ใช้ยืนในการขับเคลื่อนต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ในการเคลื่อนย้ายสิ่งของ โดยในส่วนของล้อหลัง จะออกแบบให้สามารถใช้เท้าเหยียบได้เพื่อใช้เบรกได้อีกทางหนึ่ง ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 โครงสร้างรองต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

ผู้จัดทำโครงงานได้มีการออกแบบโครงสร้างหลัก ให้มีลักษณะเหมือนกับรถเข็นยกสิ่งของทั่วไป โดยโครงสร้างหลักจะประกอบไปด้วย ที่วางสิ่งของ มือจับ โครงหลัก และรางเลื่อน ของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ แสดงดังรูปที่ 4.1

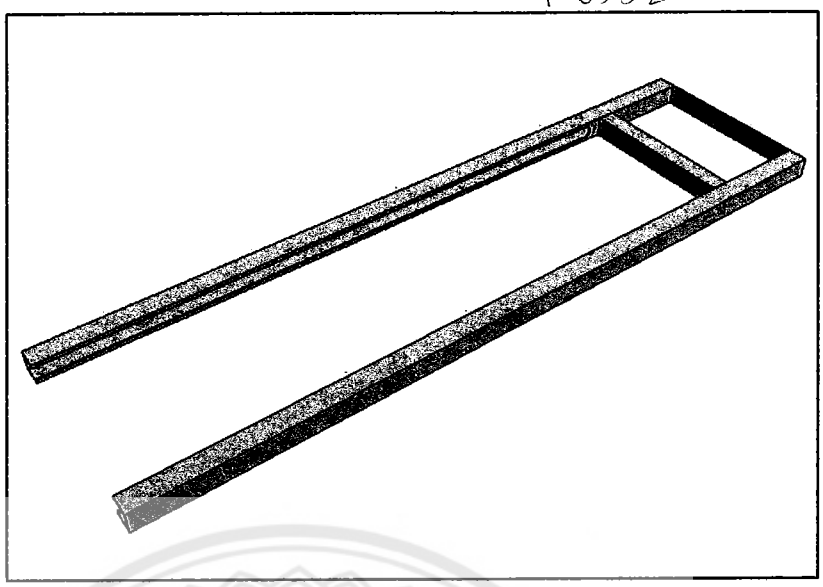
ในส่วนของที่วางสิ่งของ จะใช้เหล็กเส้นแบนขนาด 1.2 นิ้ว (3.048 เซนติเมตร) หนา 1.5 หุน (0.476 เซนติเมตร) ยาว 30 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น ยาว 26 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น และยาว 17 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ที่วางสิ่งของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

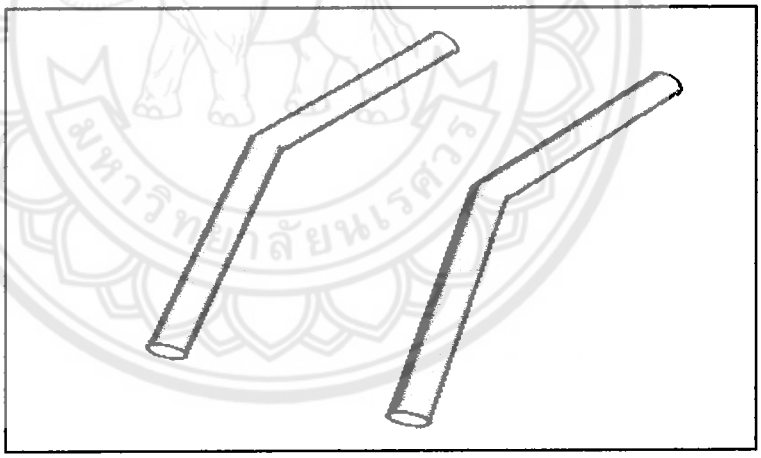
ในส่วนของโครงสร้างหลักต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ จะใช้เหล็กกล่องขนาด 1.2 x 1.2 นิ้ว^2 (3.048 x 3.048 เซนติเมตร^2) ยาว 115 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น และยาว 26 เซนติเมตร จำนวน 1 เส้น และเหล็กเส้นแบนขนาด 1.2 นิ้ว (3.048 เซนติเมตร) หนา 1.5 หุน (0.476 เซนติเมตร) ยาว 26 เซนติเมตร จำนวน 1 เส้น แล้วนำเหล็กขนาด 115 เซนติเมตร ไปกัดทำร่องให้มีขนาด 2 เซนติเมตร ยาว 90 เซนติเมตร ดังรูปที่ 4.4

สำนักหอสมุด
20 มี.ค. 2557



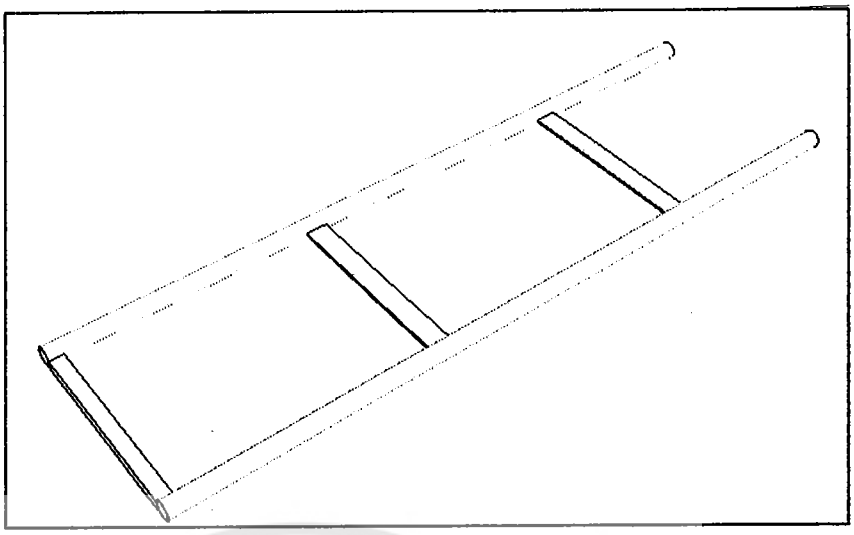
รูปที่ 4.4 โครงสร้างหลักของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

ในส่วนของมือจับต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ จะใช้ท่อเหล็กกลมที่มีขนาด 1 นิ้ว (2.54 เซนติเมตร) ยาว 30 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น มาดัดขึ้นรูปให้ทำมุม 60 องศา ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 มือจับของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

ในส่วนของรางเลื่อนต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ จะใช้ท่อเหล็กกลมขนาด 1 นิ้ว (2.54 เซนติเมตร) ยาว 105 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น เหล็กเส้นแบนขนาด 1.2 นิ้ว (3.048 เซนติเมตร) หนา 1.5 หุน (0.476 เซนติเมตร) ยาว 26 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น เหล็กฉากขนาด 2 x 2 นิ้ว^2 (5.08 x 5.08 เซนติเมตร^2) ยาว 26 เซนติเมตร 1 เส้น นำมาเชื่อมติดกัน ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 รางเลื่อนต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

4.2.2 การออกแบบระบบขับเคลื่อน

การออกแบบระบบขับเคลื่อน จะใช้การส่งกำลังโดยใช้โซ่และเฟืองโซ่ เพราะส่งกำลังได้มาก ไม่มีการลื่นและโซ่ยังมีความแข็งแรง หาง่ายตามท้องตลาด และซ่อมบำรุงได้ง่าย โดยการออกแบบระบบขับเคลื่อน ผู้ดำเนินโครงงานได้มีการกำหนดขนาดต่างๆ ที่ใช้ในระบบขับเคลื่อน ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงขนาดต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบระบบขับเคลื่อน

ข้อมูล	ตัวแปร	ปริมาณ	หน่วย
น้ำหนัก	m	250	กิโลกรัม
ความเร็วที่ออกแบบ	V	20	กิโลเมตรต่อชั่วโมง
พื้นที่หน้าตัดของรถเข็น	A	0.4	ตารางเมตร
สัมประสิทธิ์แรงต้านการหมุนของล้อ	K_r	0.02	-
ประสิทธิภาพในการส่งกำลัง	η_t	90	เปอร์เซ็นต์
สัมประสิทธิ์แรงต้านอากาศ	K_a	0.03	-
รัศมีของล้อ	d_s	0.101	เมตร

โดยค่าต่าง ๆ ที่แสดงในตารางที่ 4.1 นำไปทำการคำนวณหาขนาดของมอเตอร์และเฟืองโซ่ที่ใช้ในการขับเคลื่อน โดยเริ่มจากการหาขนาดแรงต้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

หาแรงต้านการหมุนของล้อได้จาก สมการที่ 2.5 $R_r = K_rN$, $N = mg$

$R_r = 0.02 * 250 * 9.81$

$R_r = 49.05$ นิวตัน

หาแรงต้านอากาศได้จาก สมการที่ 2.6 $R_a = K_aAV^2$

$R_a = 0.03 * 0.4 * 20^2$

$R_a = 4.8$ นิวตัน

แรงต้านการเคลื่อนที่รวม $F_r = R_r + R_a$ = 49.05 + 4.8 = 53.85 นิวตัน

เมื่อได้ขนาดของแรงต้านการเคลื่อนที่รวมแล้ว จะนำแรงต้านในการเคลื่อนที่ไปหาขนาดของมอเตอร์ได้จาก สมการที่ 2.7

หาขนาดของมอเตอร์ $P_w = \frac{FV}{3.6\eta}$

$$P_w = \frac{53.85 * 20}{3.6 * 0.9}$$

$P_w = 332.407$ วัตต์

เนื่องจากขนาดมอเตอร์ที่ได้ คือ 332.407 วัตต์ ซึ่งขนาดมอเตอร์ที่มีจำหน่ายโดยทั่วไป คือ 36 โวลต์ 350 วัตต์ และ 24 โวลต์ 350 วัตต์ ผู้ดำเนินโครงงานจึงเลือกใช้ขนาด 36 โวลต์ 350 วัตต์ เพราะ การใช้กระแสน้อยกว่าขนาด 24 โวลต์ 350 วัตต์ ทำให้การใช้แบตเตอรี่ยาวนานขึ้น

หลังจากที่ได้ขนาดของมอเตอร์แล้ว มอเตอร์ขนาด 36 โวลต์ 350 วัตต์ มีขนาดความเร็วรอบที่ 393 รอบต่อนาที แรงบิดที่ 10.85 นิวตัน จากขอบเขตของโครงงานนความเร็วสูงสุดของการเคลื่อนที่ คือ 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทำการตรวจสอบความเร็วว่าถึง 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือไม่ โดยหากใช้อัตราทดที่ 1 : 1 (มอเตอร์หมุน 1 รอบ ล้อหมุน 1 รอบ) ได้จาก สมการที่ 2.2

ความเร็วในการเคลื่อนที่ = ความเร็วมอเตอร์ * 2π * รัศมีของล้อ * อัตราทด

= 393 * 2π * 0.1016 * 1

= 250.88 เมตรต่อนาที หรือ 15.052 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ผลปรากฏว่า ความเร็วที่ได้ไม่ถึง 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือ 333 เมตรต่อนาที จำเป็นต้องหาอัตราทดใหม่ จาก สมการที่ 2.2

ความเร็วในการเคลื่อนที่ = ความเร็วมอเตอร์ * 2π * รัศมีของล้อ * อัตราทด

333.33 = 393 * 2π * 0.1016 * อัตราทด

อัตราทด = 333.33 / (393 * 2π * 0.1016)

อัตราทด = 1.3289

ดังนั้น อัตราทดใหม่ที่ได้จะต้องเป็น 1 : 1.3289 ถึงจะได้ความเร็วที่ 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

หาขนาดของเฟืองโซ่มอเตอร์จากอัตราทดที่ขนาดของเฟืองโซ่ที่ล้อ 18 ฟัน ได้จาก สมการที่ 2.4

1.3289 = จำนวนเฟืองโซ่ที่มอเตอร์ / 18

จำนวนเฟืองโซ่ที่มอเตอร์ = 23.92 ฟัน

เราจะต้องเลือกขนาดของจำนวนเฟืองโซ่ที่มอเตอร์ ขนาดตั้งแต่ 24 ฟัน ขึ้นไปถึงจะได้ ความเร็วที่ต้องการ คือ 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ดังนั้น ในระบบขับเคลื่อนจะใช้ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 36 โวลต์ 350 วัตต์

เฟืองที่ล้อขนาด 18 ฟัน

เฟืองที่มอเตอร์ขนาด 24 ฟัน

แบตเตอรี่ขนาด 36 โวลต์

4.2.3 การออกแบบระบบยกสิ่งของ

การออกแบบระบบยกสิ่งของ ซึ่งในการออกแบบการยกสิ่งของจะอาศัยการเคลื่อนที่ของรางเลื่อน โดยมีสกรูเป็นตัวส่งกำลัง แต่โดยทั่วไปแล้วสกรูที่ใช้งานส่วนใหญ่ มีประสิทธิภาพในการส่งกำลังไม่สูงนัก เนื่องจากมีแรงเสียดทานสูง ดังนั้น จึงใช้บอลสกรูแทนสกรูแบบทั่วไป เพราะประสิทธิภาพในการส่งกำลังของบอลสกรูสูง แรงเสียดทานต่ำ โดยในการออกแบบระบบยกสิ่งของจะอาศัยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นตัวส่งกำลังให้บอลสกรูเคลื่อนที่ ในการยกสิ่งของ ขึ้น-ลง บันได โดยการออกแบบจะมีการกำหนดตัวแปรต่างๆ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงขนาดต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบระบบยกสิ่งของ

ข้อมูล	ตัวแปร	ปริมาณ	หน่วย
น้ำหนัก	M	150	กิโลกรัม
ระยะที่ใช้ยกสิ่งของ	h	0.8	เมตร
ประสิทธิภาพมอเตอร์	η	40	เปอร์เซ็นต์
ความเร็วที่ใช้ในการยก	v	3	เมตรต่อนาที

โดยค่าต่างๆ ที่แสดงในตารางที่ 4.2 นำไปคำนวณหาขนาดของมอเตอร์และขนาดของบอลสกรูที่ใช้ในการยกสิ่งของ โดยเริ่มจากการหาเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ ดังต่อไปนี้

หาเวลาที่ใช้ในการยกสิ่งของที่ระยะทาง 0.8 เมตร ที่ความเร็ว 3 เมตรต่อนาที ได้จาก

$$\mathbf{V = \frac{S}{t}} \quad \text{แทนค่า} \quad \frac{3}{60} = \frac{0.8}{t}$$

จะได้เวลา 16 วินาที

ดังนั้น การยกสิ่งของที่ระยะทาง 0.8 เมตร จะใช้เวลาในการเคลื่อนที่ 16 วินาที

กำลังของมอเตอร์จาก สมการที่ 2.1 $P = w / t\eta$

ซึ่ง w คือ งาน หาได้จาก $w = mg * h$

แทนค่า $w = 150 * 9.81 * 0.8$

$w = 1177.20$ จูล

จากนั้นหากำลังของมอเตอร์ $P = 1177.20 / (16 * 0.4)$

$P = 183.93$ วัตต์

ดังนั้น ขนาดของกำลังของมอเตอร์ที่ได้ คือ 183.93 วัตต์

จากขนาดของกำลังมอเตอร์ที่หาได้ในระบบยกสิ่งของ คือ 183.93 วัตต์ โดยมอเตอร์ที่มีจำหน่ายโดยทั่วไปไม่มีขนาดตามที่ต้องการ จึงใช้ขนาด 24 โวลต์ 250 วัตต์ แทน เพราะเป็นขนาดที่หาได้ง่ายมีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป หลังจากที่ได้ขนาดของมอเตอร์แล้ว ทำการหาขนาดของบอลสกรูได้จากความเร็วรอบของมอเตอร์

เนื่องจากขนาดของมอเตอร์ 24 โวลต์ 250 วัตต์ มีความเร็วรอบ 337 รอบต่อนาที นำมาหาระยะ Pitch ของสกรูจากความเร็วของมอเตอร์

ระยะ Pitch = ความเร็วในการเคลื่อนที่ / ความเร็วมอเตอร์

= 3000 / 337

= 8.90 มิลลิเมตร

เราจะเลือกระยะ Pitch ของสกรูที่มีระยะตั้งแต่ 8.9 มิลลิเมตร ขึ้นไป จึงจะได้ความเร็วที่ต้องการ จึงเลือกใช้ บอลสกรูที่มีระยะ Pitch 10 มิลลิเมตร

ดังนั้น ในระบบยกสิ่งของจะใช้ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 โวลต์ 250 วัตต์

บอลสกรูที่มีระยะ Pitch 10 มิลลิเมตร

4.2.4 การออกแบบระบบความปลอดภัย

การออกแบบระบบความปลอดภัย ในต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ จะทำการออกแบบระบบความปลอดภัยอยู่ 2 ส่วน คือ

4.2.4.1 การออกแบบป้องกันระบบขับเคลื่อน จะออกแบบให้มีที่ป้องกันทั้งล้อหน้า และล้อหลัง เพื่อป้องกันไม่ให้สิ่งของหรือเท้าของผู้ใช้งานเข้าไปติด ทำให้เกิดความเสียหายหรืออันตรายได้

4.2.4.2 การออกแบบป้องกันสิ่งของตกหล่น จะออกแบบให้มีห่วงติดตั้งตามโครงต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ เพื่อใช้เป็นที่ยึดสายรัดของ ทำให้ผู้ใช้งานปฏิบัติงานได้ง่ายขึ้น

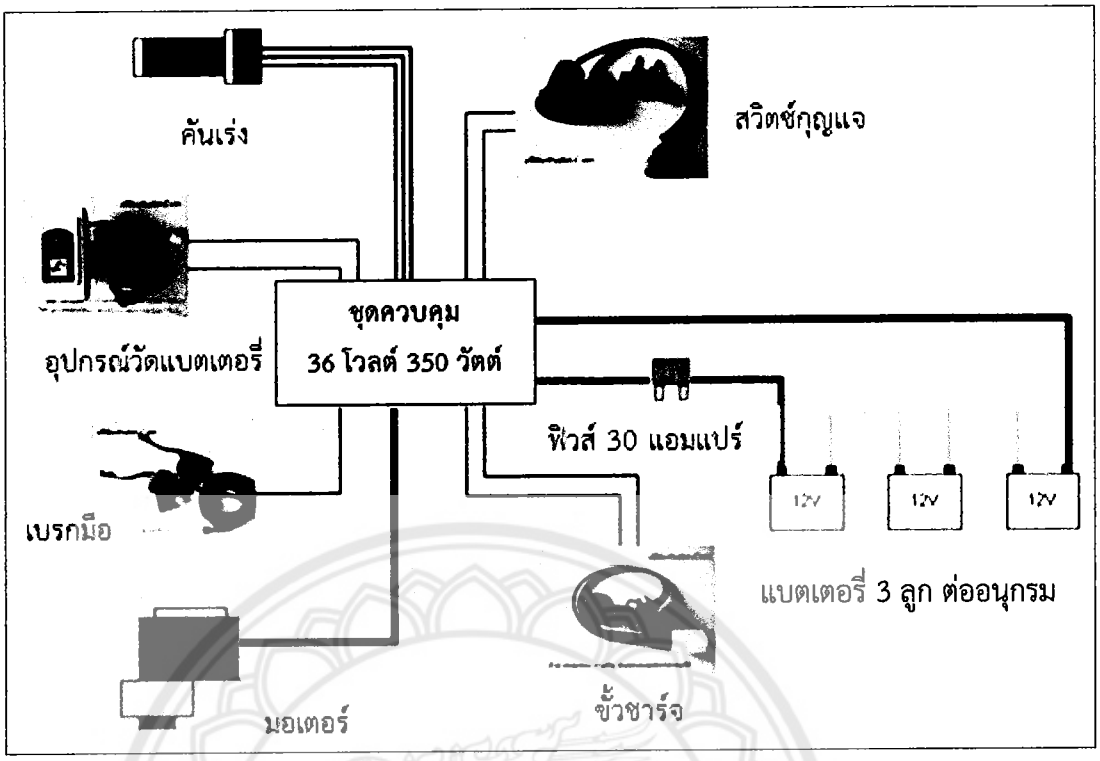
4.2.5 การออกแบบระบบควบคุม

การออกแบบระบบควบคุมในต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ จะทำการออกแบบกาควบคุมอยู่ 2 ระบบ คือ ระบบขับเคลื่อน และระบบยกสิ่งของ ซึ่งในการออกแบบแต่ละระบบมีรายละเอียดการควบคุม ดังต่อไปนี้

4.2.5.1 การควบคุมในระบบขับเคลื่อน

การควบคุมในระบบขับเคลื่อน จะใช้ชุดควบคุมของ YIYUN TECH รุ่น YK31K ขนาด 36 โวลต์ 350 วัตต์ ดังรูปที่ 4.7 เป็นตัวควบคุมในระบบขับเคลื่อน โดยทำการต่อมอเตอร์ 36 โวลต์ 350 วัตต์ แบตเตอรี่ คันเร่ง สวิตช์กุญแจ อุปกรณ์วัดแบตเตอรี่ ขั้วชาร์จ และเบรกมือ เข้ากับชุดควบคุม 36 โวลต์ 350 วัตต์ ดังรูปที่ 4.8 ในการควบคุมระบบขับเคลื่อน

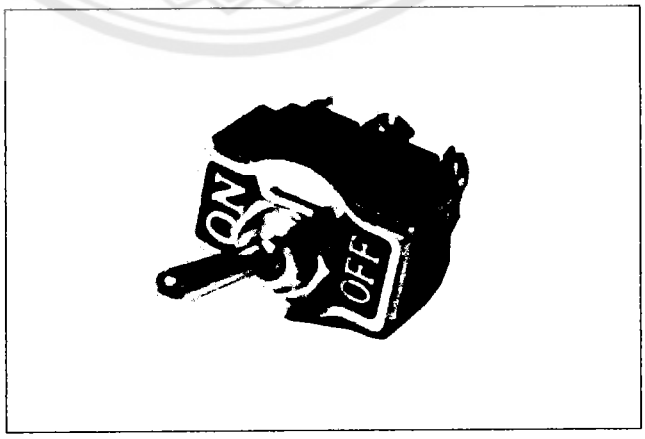
รูปที่ 4.7 ชุดควบคุมขนาด 36 โวลต์ 350 วัตต์



รูปที่ 4.8 วงจรในการควบคุมระบบขับเคลื่อน

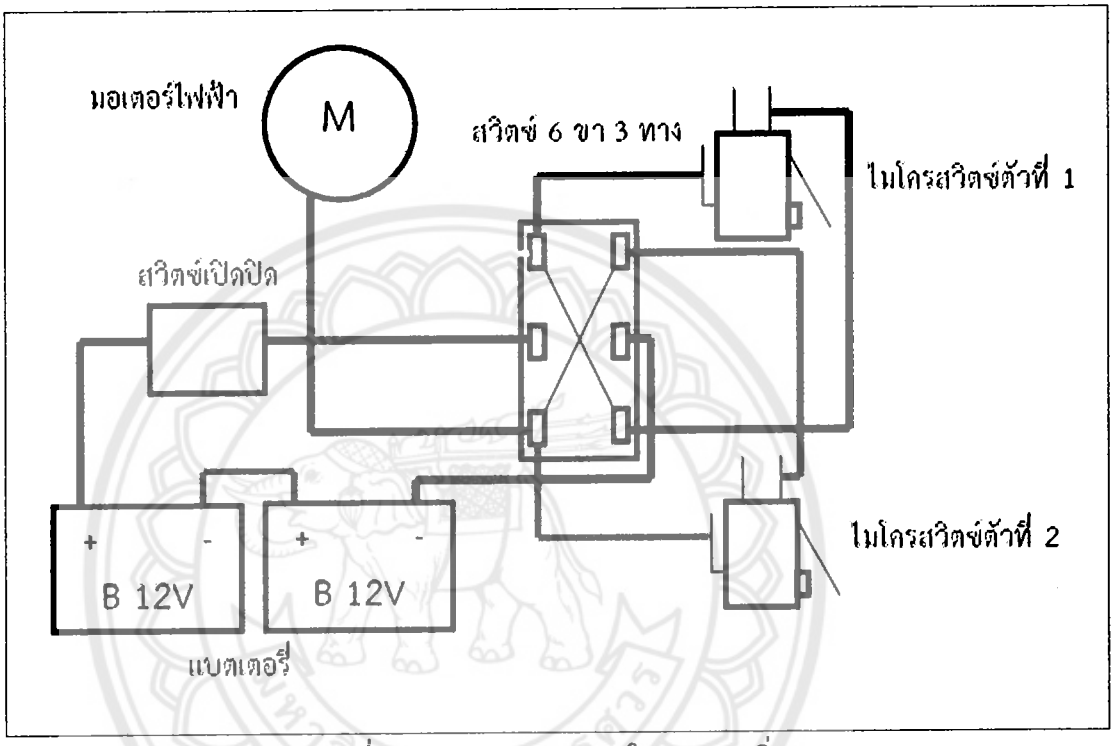
4.2.5.1 การควบคุมในระบบระบบยกสิ่งของ

การควบคุมในระบบยกสิ่งของ เพื่อให้สามารถยกสิ่งของขึ้น-ลงได้ จะต้องอาศัยการกลับขั้วจ่ายไฟให้กับมอเตอร์ เพื่อให้มอเตอร์สามารถหมุน กลับไป-กลับมา ได้ โดยจะใช้สวิตช์ไฟฟ้า 6 ขา 3 ทาง ในการกลับขั้วจ่ายไฟให้กับมอเตอร์ ซึ่งสวิตช์ไฟฟ้า 6 ขา 3 ทาง ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 สวิตช์ไฟฟ้า 6 ขา 3 ทาง

สำหรับการออกแบบวงจรการควบคุมในระบบยกสิ่งของ ในการเคลื่อนที่ ขึ้น-ลง ของรางเลื่อน เพื่อป้องกันไม่ให้รางเลื่อนเคลื่อนที่ชนกับขอบด้านบนและขอบด้านล่างของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ ในการออกแบบจะใช้ไมโครสวิตซ์ 2 ตัว ติดตั้งไว้ด้านบนและด้านล่าง เพื่อตัดการจ่ายกระแสไฟให้มอเตอร์ทำให้มอเตอร์หยุดหมุน และมีสวิตซ์ไฟฟ้าอีก 1 ตัว ไว้ปิด-เปิดวงจรเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ให้กับวงจร ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 วงจรการควบคุมในระบบยกสิ่งของ

4.3 การจัดหาวัสดุ

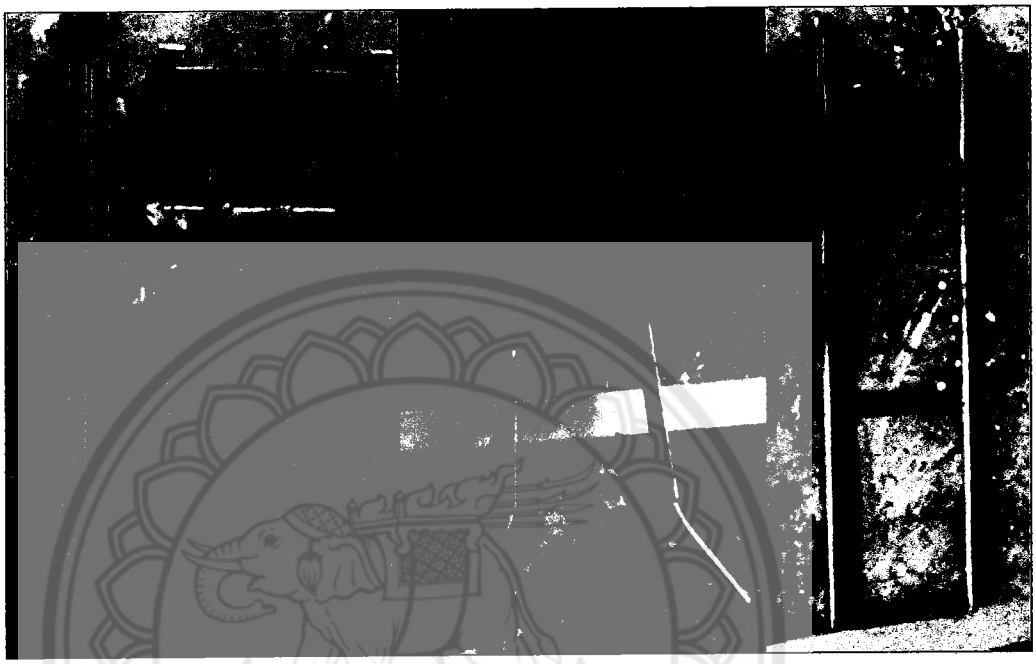
จากการวิเคราะห์ การออกแบบของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ ในหัวข้อที่ 4.2 ทำให้ทราบรายการวัสดุที่ต้องใช้ในการสร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ ดังนั้น จึงได้ทำการสำรวจและจัดหาวัสดุที่ต้องใช้ในการสร้าง ตามร้านจำหน่ายวัสดุทั่วไป หรือตามร้านค้าวัสดุออนไลน์ เมื่อได้วัสดุแล้วจึงนำมาสร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

4.4 การสร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

เมื่อได้วัสดุที่ต้องที่ใช้ในการสร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์แล้ว จึงทำการสร้างในส่วนต่างๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้ ดังต่อไปนี้

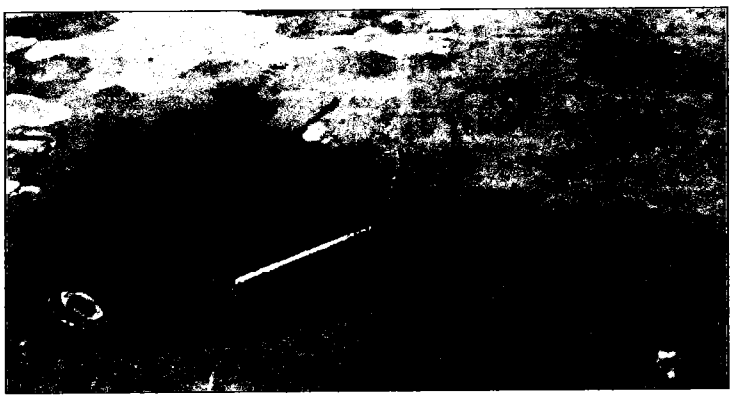
4.4.1 การสร้างโครงสร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

โครงสร้างหลักต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ จะประกอบไปด้วย ที่วางสิ่งของ โครงต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ มือจับ และ รางเลื่อน ทำการสร้างแต่ละชิ้นส่วนตามขนาดที่ได้ออกแบบไว้ในหัวข้อ 4.2 ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 ชิ้นส่วนโครงสร้างหลักต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

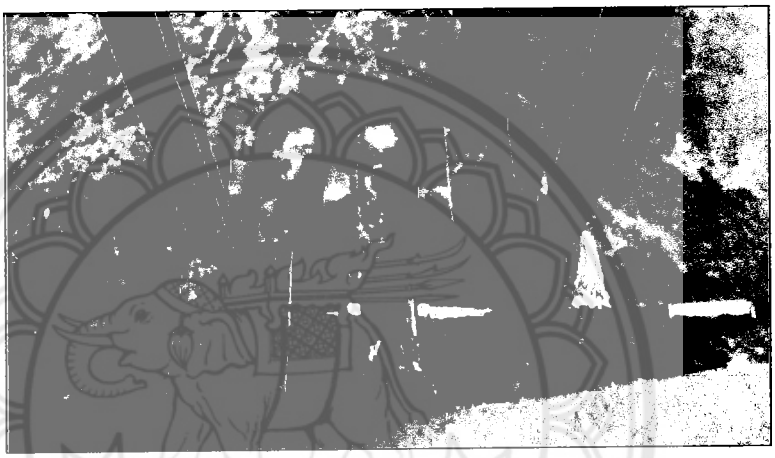
โครงสร้างรองของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ เป็นส่วนที่ผู้ปฏิบัติงานใช้ในการขับเคลื่อนเพื่อเคลื่อนย้ายสิ่งของ จะใช้เหล็กกล่องขนาด 2 x 2 เซนติเมตร^2 ในการสร้าง โดยสร้างตามขนาดที่ได้กำหนดไว้ในหัวข้อที่ 4.2 จะใช้ไม้อัดขนาดความหนา 1 เซนติเมตร ตัดตามโครงสร้างเหล็ก และใช้ล้อขนาด 4 นิ้ว ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 โครงสร้างรองต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

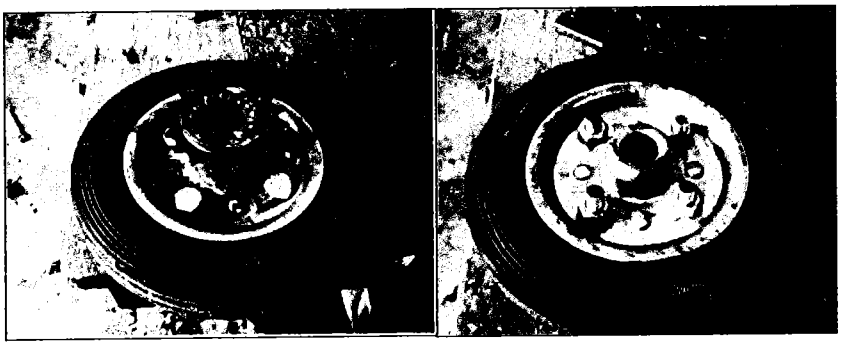
4.4.2 การสร้างระบบขับเคลื่อน

การสร้างระบบขับเคลื่อนจะใช้มอเตอร์เป็นตัวส่งกำลังให้กับโซ่ ซึ่งเฟืองโซ่จะติดกับล้อด้านซ้ายซึ่งมีจำนวน 18 ฟัน และที่มอเตอร์จำนวน 24 ฟัน โดยจะใช้เพลาที่มีขนาด 1 นิ้ว ส่วนล้อทางด้านขวาปล่อยให้หมุนแบบอิสระเพื่อให้ง่ายต่อการบังคับเลี้ยว โดยขนาดของเพลา 1 นิ้ว (2.54 เซนติเมตร) ยาว 54 เซนติเมตร นำมากลึงทั้ง 2 ข้าง ให้เหลือขนาด 2 เซนติเมตร ยาว 6 เซนติเมตร เพื่อใช้ในการติดตั้งล้อต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ และนำแผ่นเหล็กขนาด 10 x 8 เซนติเมตร^2 มาติดตั้งเพื่อใช้ยึดติดมอเตอร์ แล้วนำไปติดตั้งกับโครงหลักต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 การติดตั้งระบบขับเคลื่อนเข้ากับโครงหลักต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

ในการติดตั้งเฟืองโซ่ จะใช้เฟืองโซ่ติดกับล้อด้านซ้ายซึ่งมีจำนวน 18 ฟัน โดยที่การติดตั้งเฟืองโซ่ที่ใช้ติดกับล้อด้านซ้าย จะนำเฟืองโซ่เชื่อมติดกับแผ่นเหล็ก แล้วนำไปเชื่อมให้แน่น เพราะต้องรับแรงบิดที่สูงในการขับเคลื่อน หลังจากนั้น นำไปเจาะรูยึดติดกับล้อด้านซ้าย โดยใช้น็อตยึดติดกับล้อ ดังรูปที่ 4.14



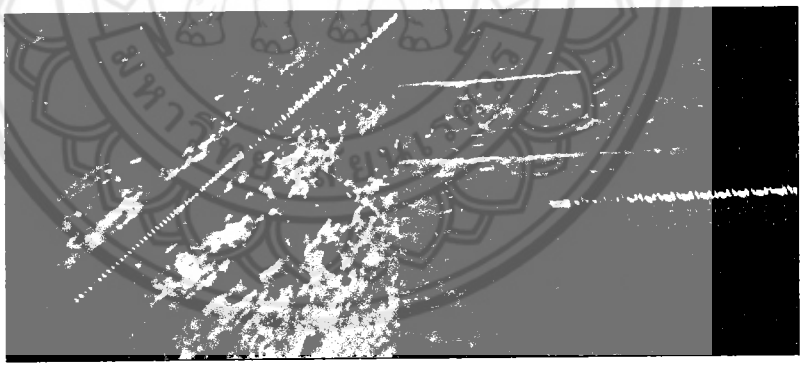
รูปที่ 4.14 การติดตั้งเฟืองโซ่ที่ใช้ติดกับล้อด้านซ้าย

หลังจากที่ติดตั้งเฟืองโซ่ล้อด้านซ้ายแล้ว นำแต่ละชิ้นส่วนมาประกอบกัน เข้ากับมอเตอร์ในระบบขับเคลื่อน ดังรูปที่ 4.15

รูปที่ 4.15 ระบบขับเคลื่อนต้นแบบรถเข็นเอนกประสงค์

4.4.3 การสร้างระบบยกสิ่งของ

การสร้างระบบยกสิ่งของ จะอาศัยบอลสกรูในการเคลื่อนที่ซึ่งบอลสกรูที่ใช้ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร ระยะ Pitch 10 มิลลิเมตร ความยาว 1 เมตร โดยการสร้างจะเริ่มจากการนำบอลสกรูไปกลึงหัวท้าย โดยให้เหลือขนาด 12 มิลลิเมตร ฝั่งหัวกลึงยาว 8 เซนติเมตร ฝั่งท้ายยาว 3 เซนติเมตร หลังจากนั้นนำไปทำเกลียวขนาด M 12 x 1.5 ดังรูปที่ 4.16

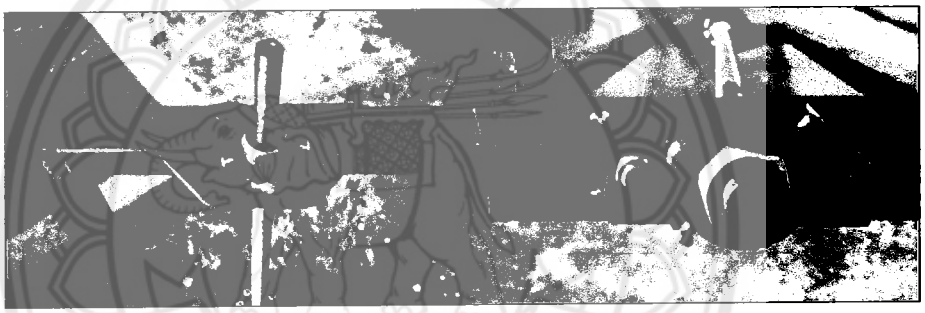


รูปที่ 4.16 การนำบอลสกรูไปกลึงหัวท้าย

หลังจากที่ทำการกลึงหัวท้ายบอลสกรูแล้ว ต่อไปทำแป้นรับลูกปืนบริเวณหัวและท้ายของบอลสกรู โดยใช้เหล็กกลมต้นนำไปกลึงให้มีขนาดรัศมีวงในเท่ากับขนาดของลูกปืน คือ 25 เซนติเมตร นำไปเชื่อมกับแผ่นเหล็ก นำไปติดตั้งกับโครงสร้างหลักของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ ดังรูปที่ 4.17

รูปที่ 4.17 แป้นรับลูกปืนบริเวณหัว และท้ายของบอลสกรู

หลังจากที่ทำการติดตั้งแป้นยึดลูกปืนบริเวณหัวท้ายของบอลสกรูแล้ว ทำการใส่ลูกปืน พร้อมติดตั้งบอลสกรูดังรูปที่ 4.18

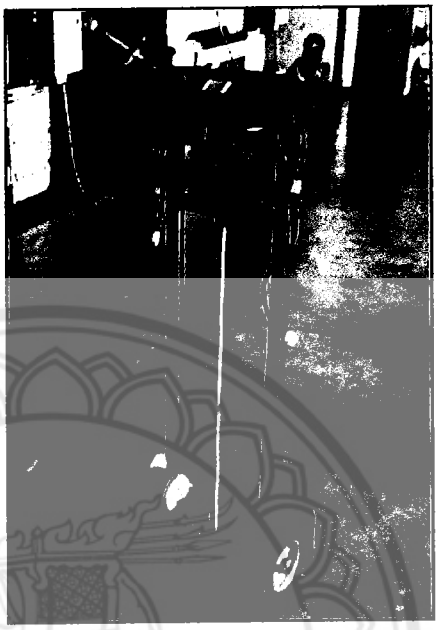


รูปที่ 4.18 การติดตั้งบอลสกรู

เมื่อทำการติดตั้งบอลสกรูแล้ว นำชิ้นส่วนของรางเลื่อนมาติดตั้งเข้ากับโครงสร้างหลักของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์และบอลสกรู ดังรูปที่ 4.19

รูปที่ 4.19 การติดตั้งบอลสกรู และรางเลื่อน

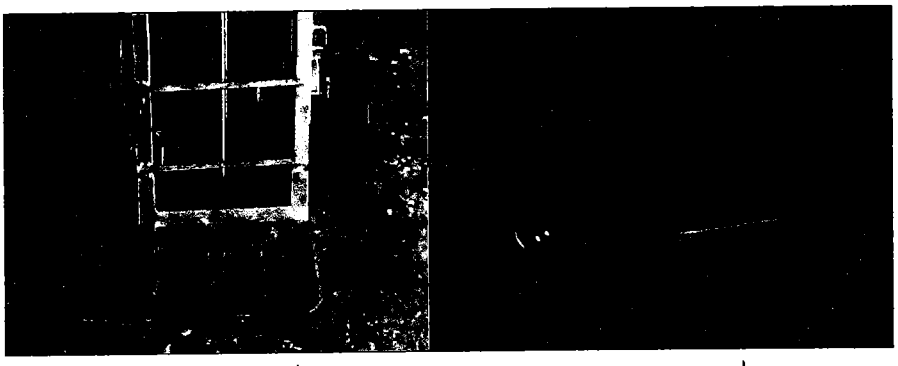
หลังจากที่ทำการติดตั้งในส่วนของบอลสกรูและรางเลื่อนเสร็จแล้ว ติดตั้งมอเตอร์ที่ใช้ในระบบยกสิ่งของ โดยใช้มอเตอร์ขนาด 24 โวลต์ 350 วัตต์ ต่อเข้ากับหัวบอลสกรู ยึดมอเตอร์ด้วยแผ่นเหล็กที่เชื่อมติดกับโครงต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ ดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 การติดตั้งมอเตอร์เข้ากับบอลสกรูในระบบยกสิ่งของ

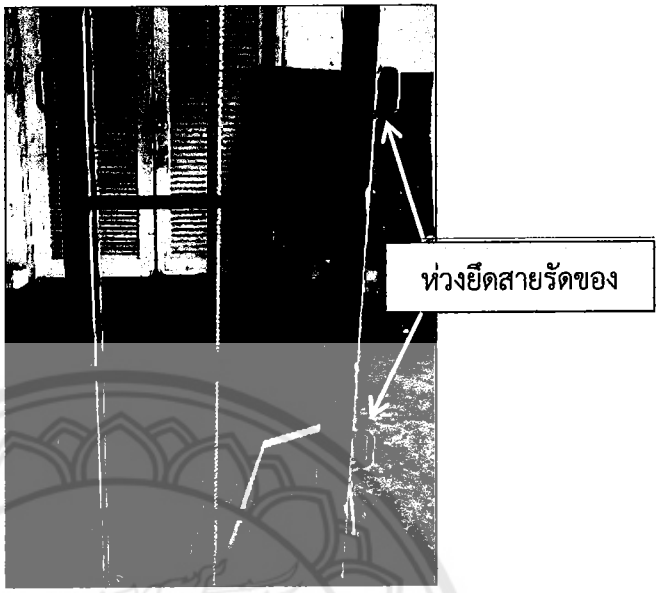
4.4.4 การสร้างระบบความปลอดภัย

การสร้างระบบความปลอดภัยในต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ จะมีการสร้างระบบความปลอดภัยอยู่ 2 ส่วน คือ การสร้างการป้องกันในการขับเคลื่อน และการสร้างการป้องกันสิ่งของตกหล่น ซึ่งในส่วนของการสร้างการป้องกันในการขับเคลื่อนจะสร้างที่ป้องกันทั้งล้อหน้า และล้อหลัง เพื่อป้องกันไม่ให้สิ่งของหรือเท้าของผู้ใช้งานเข้าไปติด ทำให้เกิดความเสียหายหรืออันตรายได้ แสดงดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 การสร้างการป้องกันในการขับเคลื่อน

การสร้างการป้องกันสิ่งของตกหล่น จะสร้างโดยการทำห่วงติดตั้งตามโครงต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ เพื่อใช้เป็นที่ยึดสายรัดของ ทำให้ผู้ใช้งานปฏิบัติงานได้ง่ายขึ้น แสดงดังรูปที่ 4.22



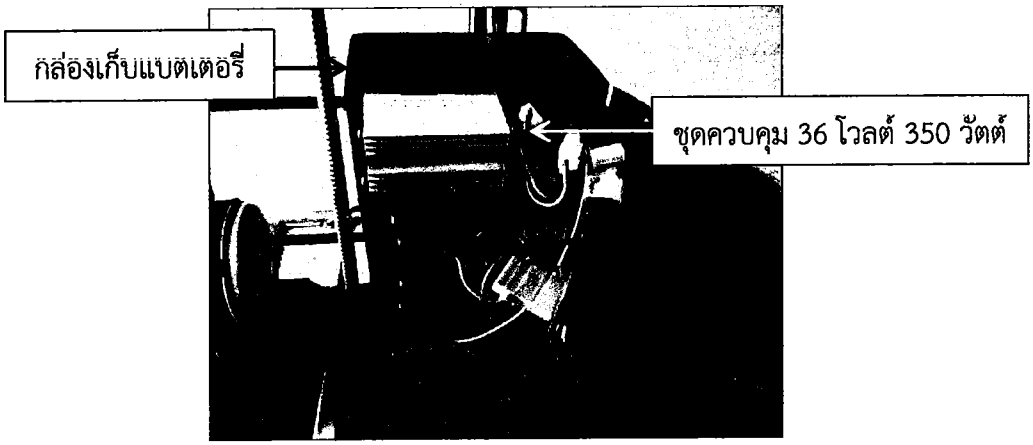
รูปที่ 4.22 ห่วงยึดสายรัดของในการป้องกันสิ่งของตกหล่น

4.4.5 การสร้างระบบควบคุม

การสร้างระบบควบคุมของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์จะทำการควบคุมอยู่ 2 ระบบ ซึ่งประกอบด้วย ระบบขับเคลื่อน และระบบยกสิ่งของ ซึ่งการควบคุมแต่ละระบบจะแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.5.1 การสร้างการควบคุมในระบบขับเคลื่อน

การสร้างการควบคุมในระบบขับเคลื่อน จะใช้ชุดควบคุม 36 โวลต์ 350 วัตต์ ต่อวงจรดังรูปที่ 4.8 โดยชุดควบคุมนี้จะติดตั้งภายในกล่องเก็บแบตเตอรี่ ดังรูปที่ 4.23



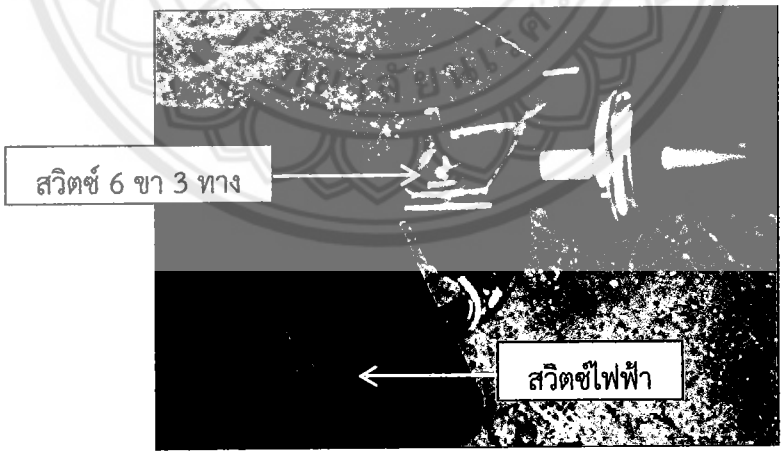
รูปที่ 4.23 การติดตั้งชุดควบคุมภายในกล่องเก็บแบตเตอรี่

หลังจากที่มีการติดตั้งชุดควบคุม 36 โวลต์ 350 วัตต์ แล้วทำการติดตั้ง สวิตช์กุญแจ เพื่อใช้ปิด-เปิด ระบบขับเคลื่อน คันเร่ง อุปกรณ์วัดแบตเตอรี่ และเบรกมือ ดังรูปที่ 4.24

รูปที่ 4.24 การติดตั้ง สวิตช์กุญแจ คันเร่ง อุปกรณ์วัดแบตเตอรี่ และเบรกมือ

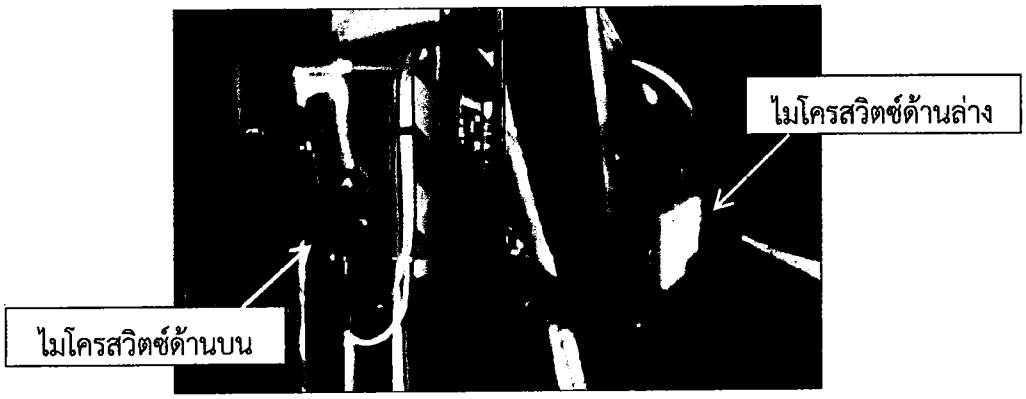
4.4.5.1 การสร้างการควบคุมในระบบยกสิ่งของ

การสร้างการควบคุมในระบบยกสิ่งของ จะติดตั้งสวิตช์ 6 ขา 3 ทาง บริเวณมือจับทางด้านขวา เพื่อความสะดวกในการปรับให้รางเลื่อนเคลื่อนที่ขึ้นลง โดยจะมีสวิตช์ไฟฟ้า 1 ตัว ไว้ปิด-เปิด การจ่ายกระแสไฟให้กับวงจรไฟฟ้าในระบบยกสิ่งของ ดังรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.25 การติดตั้งสวิตช์ 6 ขา 3 ทาง และสวิตช์ไฟฟ้า

หลังจากที่มีการติดตั้ง สวิตช์ 6 ขา 3 ทาง และติดตั้งสวิตช์ไฟฟ้า แล้วทำการต่อวงจรไฟฟ้าดังรูปที่ 4.8 แล้วทำการติดตั้งไมโครสวิตช์ 2 ตัว บริเวณด้านบนและด้านล่าง ของรางเลื่อน เพื่อไม่ให้รางเลื่อนเคลื่อนที่เกินระยะที่กำหนด ป้องกันไม่ให้รางเลื่อนเคลื่อนที่ชนโครงสร้างหลักของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ ดังรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.26 การติดตั้งไมโครสวิตซ์บริเวณด้านบนและด้านล่าง

หลังจากที่มีการสร้างระบบต่าง ๆ ของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์แล้ว ต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์มีลักษณะ และส่วนประกอบต่าง ๆ ดังรูปที่ 4.27

รูปที่ 4.27 ต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

4.5 การทดสอบระบบต่างๆ ของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

หลังจากที่สร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์สำเร็จแล้ว นำต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์มาทำการทดสอบระบบต่างๆ ดังต่อไปนี้

4.5.1 ทดสอบระบบขับเคลื่อนในพื้นที่ราบ

ทดสอบระบบขับเคลื่อนในพื้นที่ราบ ด้วยการบรรทุกน้ำหนักที่แตกต่างกัน ในช่วงน้ำหนัก 0-100 กิโลกรัม ตามขอบเขตของโครงงาน แสดงดังรูปที่ 4.28 หลังจากนั้นคำนวณหาความเร็วในการเคลื่อนที่ ซึ่งจะมีการกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดไว้ เป็นระยะทาง 30 เมตร จากนั้นนำต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์มาทำการทดสอบ โดยจะมีการกำหนดให้ต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์อยู่ห่างจากจุดเริ่มต้นเป็นระยะทาง 20 เมตร เพื่อให้ได้ความเร็วที่คงที่ เมื่อเข้าสู่จุดเริ่มต้นแล้วจึงจับเวลาไปจนถึงจุดสิ้นสุดจึงหยุดเวลา แล้วทำการทดลองใหม่อีกครั้ง ทำซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง แล้วนำระยะทางและเวลาที่ได้ มาคำนวณความเร็วเฉลี่ย ดังตารางที่ 4.3

รูปที่ 4.28 การทดสอบระบบขับเคลื่อนในพื้นที่ราบ

ตารางที่ 4.3 แสดงการทดสอบระบบขับเคลื่อนในพื้นที่ราบของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

ครั้งที่	ระยะทาง (เมตร)	น้ำหนักสิ่งของ (กิโลกรัม)	เวลา (วินาที)				ความเร็วเฉลี่ย (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
1	30	0	5.13	5.20	5.15	5.16	20.93
2	30	20	6.07	6.21	6.13	6.13	17.61
3	30	40	6.81	7.02	6.97	6.93	15.58
4	30	60	7.57	7.64	7.71	7.64	14.14
5	30	80	8.90	9.05	9.17	9.04	11.95
6	30	100	10.95	11.20	11.05	11.07	9.75

จากตารางที่ 4.3 สรุปได้ว่า การทดสอบระบบขับเคลื่อนในพื้นที่ราบของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ ในการเคลื่อนย้ายสิ่งของน้ำหนักที่แตกต่างกัน ผลปรากฏว่าต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์มีความเร็วสูงสุดที่ 20.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ขณะไม่บรรทุกน้ำหนัก โดยความเร็วของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์จะขึ้นอยู่กับขนาดของน้ำหนักที่บรรทุก เมื่อบรรทุกน้ำหนักเพิ่มขึ้นความเร็วของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์จะลดลงตามลำดับ ดังตารางที่ 4.3 โดยความเร็วที่น้อยที่สุดจากการทดสอบ คือ 9.75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ที่น้ำหนักบรรทุก 100 กิโลกรัม

4.5.2 ทดสอบระบบยกสิ่งของ

ทดสอบระบบยกสิ่งของของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ ด้วยการบรรทุกน้ำหนักที่แตกต่างกัน ในช่วงน้ำหนัก 0-100 กิโลกรัม ตามขอบเขตของโครงงาน หลังจากนั้นหาความเร็วในการเคลื่อนย้ายสิ่งของขึ้น-ลงบันได ซึ่งได้ทำการทดสอบระบบยกสิ่งของที่ความกว้างลูกนอนของบันไดที่ 25 เซนติเมตร และความกว้างลูกตั้งที่ 18 เซนติเมตร ดังรูปที่ 4.29 จากการทดสอบได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.5

รูปที่ 4.29 การทดสอบระบบยกสิ่งของขึ้น-ลงบันได

ตารางที่ 4.4 แสดงการทดสอบการเคลื่อนย้ายสิ่งของขึ้นบันไดของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

น้ำหนักสิ่งของ (กิโลกรัม)	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
20	8.64	9.06	7.98	8.56
40	8.50	8.64	8.05	8.40
60	8.77	8.19	8.53	8.50
80	9.27	8.14	9.03	8.81
100	9.22	9.58	9.89	9.56

ตารางที่ 4.5 แสดงการทดสอบการเคลื่อนย้ายสิ่งของลงบันไดของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

น้ำหนักสิ่งของ (กิโลกรัม)	เวลา (วินาที)			เวลาเฉลี่ย (วินาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
20	10.30	10.26	10.28	10.28
40	10.15	11.13	10.33	10.54
60	10.26	11.37	11.24	10.96
80	11.92	11.83	11.24	11.66
100	12.06	12.24	11.95	12.08

หมายเหตุ : หน่วย วินาที/1 ขั้นบันได

จากการทดสอบระบบยกสิ่งของของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ สามารถสรุปผลการทดสอบได้ว่า ต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ สามารถเคลื่อนย้ายสิ่งของขึ้น-ลงบันไดได้ ด้วยการบรรทุกสิ่งของที่น้ำหนักแตกต่างกัน ในช่วง 0–100 กิโลกรัม โดยเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายแสดงดังตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายสิ่งของขึ้น-ลงบันได ด้วยการบรรทุกน้ำหนักที่แตกต่างกันมีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายสิ่งของจะขึ้นอยู่กับความชำนาญในการใช้งานต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ของผู้ปฏิบัติงาน และยังสามารถยกสิ่งของสูงจากพื้น 80 เซนติเมตร ที่น้ำหนักบรรทุก 100 กิโลกรัม โดยมีความเร็วในการยกที่ 2.66 เมตรต่อนาที แสดงดังรูปที่ 4.30

รูปที่ 4.30 การทดสอบระบบยกสิ่งของสูงจากพื้น 80 เซนติเมตร

4.6 การปรับปรุง และแก้ไขต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

การปรับปรุง และแก้ไขต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ ในส่วนของข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้ต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ ไม่สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ หรือการทดสอบระบบต่างๆ แล้วไม่ผ่าน ซึ่งการปรับปรุง และแก้ไขต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงการปรับปรุง และแก้ไขต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

ลำดับที่	ปัญหาจากการดำเนินงานและการทดสอบ	แนวทางการปรับปรุง และแก้ไข
1	บริเวณโครงสร้างที่รางเลื่อนขึ้นลงเกิดการติดขัด เนื่องจากมีการเชื่อมภายนอก ทำให้เหล็กโครงสร้างเกิดการบิดตัว	ทำการยึดโครงสร้างไว้ จากนั้นทำการเชื่อมให้ครบทุกชิ้นส่วนแล้ว ค่อยทำรางเลื่อนขึ้นมาใหม่
2	จากการทดสอบระบบขับเคลื่อน พบว่าเกิดเสียงดัง บริเวณส่วนของผู้ปฏิบัติงานใช้ยืนในการขับเคลื่อน เนื่องมาจากแรงสั่นระหว่างเหล็กกับไม้อัด	ตัดแผ่นยางตามโครงเหล็กส่วนของผู้ปฏิบัติงานใช้ยืน นำไปใส่ระหว่างเหล็กกับไม้อัด เพื่อลดเสียงจากการสั่นสะเทือน
3	จากการทดสอบระบบขับเคลื่อน พบว่าเกิดเสียงดัง บริเวณล้อหน้าด้านขวา เนื่องมาจากการเสียดสีระหว่างลูกปืนล้อกับเพลาล้อ	ใช้สารหล่อลื่น หรือ จาระบี อัดเข้าไปเพื่อลดการเสียดสี ทำให้เสียงดังน้อยลง
4	จากการทดสอบระบบยกสิ่งของ ขณะที่กดให้รางเลื่อนเคลื่อนที่ออก ปรากฏว่าเกิดเสียงบริเวณแป้นรับลูกปืนด้านบน เกิดการเสียดสีระหว่างลูกปืนกับแป้นรับ	ใช้สารหล่อลื่น ฉีดเข้าไปบริเวณลูกปืนกับแป้นรับลูกปืนด้านบน
5	จากการทดสอบระบบยกสิ่งของ ขณะรางเลื่อนเคลื่อนที่ขึ้นไปสุด เกิดการชนระหว่างรางเลื่อนกับโครงสร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ เนื่องจากการติดตั้งไมโครสวิตช์ตัวบนใกล้ไป ทำให้มีระยะเคลื่อนที่หลังมอเตอร์หยุดไม่พอ	เลื่อนไมโครสวิตช์ให้ลงมาต่ำกว่าเดิม ให้เท่ากับระยะการเคลื่อนที่หลังมอเตอร์หยุดหมุนก่อนชนโครงสร้าง

4.7 จัดทำคู่มือการใช้งานต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

จัดทำคู่มือการใช้งานต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ รวมไปถึงการดูแล บำรุงรักษา การซ่อมบำรุง เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานและปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน ซึ่งคู่มือการใช้งานต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ แสดงดัง ภาคผนวก ก

4.8 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

การเคลื่อนย้ายสิ่งของในพื้นที่ราบของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ ในการเคลื่อนย้ายสิ่งของน้ำหนักที่แตกต่างกัน ผลปรากฏว่าต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์มีความเร็วสูงสุดที่ 20.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ขณะไม่บรรทุกน้ำหนัก โดยความเร็วของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์จะขึ้นอยู่กับขนาดของน้ำหนักที่บรรทุก เมื่อบรรทุกน้ำหนักเพิ่มขึ้นความเร็วของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์จะลดลงตามลำดับ โดยความเร็วที่น้อยที่สุดจากการทดสอบ คือ 9.75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ที่น้ำหนักบรรทุก 100 กิโลกรัม และการเคลื่อนย้ายสิ่งของขึ้น-ลงบันไดของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ สามารถเคลื่อนย้ายสิ่งของขึ้น-ลงบันไดได้ ด้วยการบรรทุกสิ่งของที่น้ำหนักแตกต่างกัน ในช่วง 0–100 กิโลกรัม และยังสามารถยกสิ่งของสูงจากพื้น 80 เซนติเมตร ที่น้ำหนักบรรทุก 100 กิโลกรัม โดยมีความเร็วในการยกที่ 2.66 เมตรต่อนาที ทั้งนี้ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายสิ่งของจะขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้ปฏิบัติงานในการใช้งานต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ผู้ดำเนินโครงงานได้ออกแบบ และสร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ ซึ่งได้สรุปผลการดำเนินโครงงาน และข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

จากผลการดำเนินโครงงานจะได้ต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ โดยต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ประกอบไปด้วย 5 ระบบ ได้แก่ ระบบโครงสร้าง ระบบเคลื่อนที่ ระบบยกสิ่งของ ระบบควบคุม และระบบความปลอดภัย ซึ่งต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ สามารถเคลื่อนย้ายสิ่งของขึ้น-ลงบันไดได้ในช่วงน้ำหนัก 0-100 กิโลกรัม และสามารถเคลื่อนย้ายสิ่งของในแนวราบได้ โดยมีความเร็วขณะมีการบรรทุกน้ำหนัก 100 กิโลกรัม คือ 9.75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยความเร็วที่ได้ไม่ถึง 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เนื่องมาจากสาเหตุมอเตอร์ที่ใช้ในระบบขับเคลื่อนมีประสิทธิภาพในการส่งกำลังของมอเตอร์เพียงร้อยละ 78 ซึ่งประสิทธิภาพในการออกแบบได้มีการกำหนดประสิทธิภาพในการส่งกำลังของมอเตอร์ร้อยละ 90 ทำให้ต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ไม่สามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และยกสิ่งของได้สูงจากพื้น 80 เซนติเมตร ที่น้ำหนักบรรทุก 100 กิโลกรัม โดยมีความเร็วในการยกที่ 2.66 เมตรต่อนาที

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การนำต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ไปสร้างต่อยอด ควรออกแบบกำลังมอเตอร์ที่ใช้ในระบบขับเคลื่อนให้ดี และควรกำหนดประสิทธิภาพในการส่งกำลังใหม่ ในการคำนวณมอเตอร์ที่ใช้ในระบบขับเคลื่อน

5.2.2 การสร้างรางเลื่อนในระบบยกสิ่งของจะต้องเลือกใช้วัสดุในการสร้างใหม่ที่มีความคงทนและประกอบกันได้ลงตัว เพื่อไม่ให้เกิดการสั่นสะเทือน

เอกสารอ้างอิง

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

ธีระวิทย์ พัฒนพิฑูรย์. (15 มีนาคม 2553). **บอลสกรูและการเลือกใช้บอลสกรู.** สืบค้นเมื่อวันที่ 30 เมษายน 2556, จาก http://ptclinearmotion.com/Technicaalin122dex.html.

นาวา ฟองมี อุเทน ย้ายหน่าย และเกรดิต ศรีอยู่. (2544). **การออกแบบและสร้างรถขนของขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า.** พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

บุญรักษ์ กาญจนวรวณิชย์. (9 ตุลาคม 2552). **แรงต้านการเคลื่อนที่ของรถยนต์.** สืบค้นเมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม 2556, จาก http://www.auto2drive.com.

พิพัฒน์ พรเพชร. (16 มกราคม 2555). **ความรู้ทั่วไปของตลับลูกปืน และข้อกำหนดในการใช้ตลับลูกปืน ตามมาตรฐาน ISO.** สืบค้นเมื่อวันที่ 25 เมษายน 2556, จาก http://replicainspection.blogspot.com/2011/01/bearing-skf-bearing-iso.html.

ศุภชัย สุรินทร์วงศ์. (2541). **เครื่องกลไฟฟ้า 1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง.** กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

สุรพงษ์ วาดสันทัด. (2546). **ล้อและยาง.** กรุงเทพฯ: กิจอักษร.

ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

ข้อปฏิบัติต่อการใช้งาน

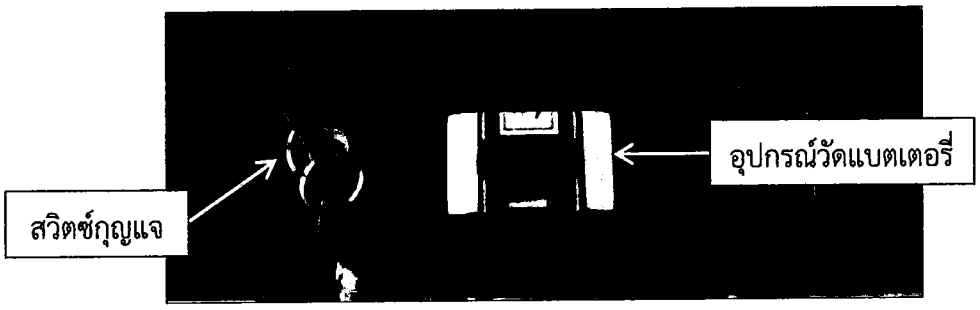
1. ตรวจสอบระบบของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ทั้ง 5 ระบบให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
2. ควรขับขี่ต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์บนทางเรียบเท่านั้น
3. ขณะเคลื่อนย้ายสิ่งของขึ้น – ลงบันได ควรปิดระบบขับเคลื่อนก่อน
4. ขณะเคลื่อนย้ายสิ่งของในแนวราบ ควรปิดระบบยกสิ่งของก่อน
5. ขณะเคลื่อนย้ายสิ่งของขึ้น – ลงบันได และเคลื่อนย้ายสิ่งของในแนวราบควรรัดสิ่งของให้ติดกับตัวรถเข็นอเนกประสงค์ให้แน่น

ขั้นตอนการใช้งาน ระบบขับเคลื่อนของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

1. ขึ้นยืนบนชุดต่อพ่วง ซึ่งเป็นพื้นที่สำหรับผู้ปฏิบัติงาน

รูปที่ ก.1 ยืนบนชุดต่อพ่วง

2. เปิดสวิตช์กุญแจ เพื่อให้ระบบขับเคลื่อนทำงาน และตรวจสอบระดับแบตเตอรี่ที่อุปกรณ์วัดแบตเตอรี่



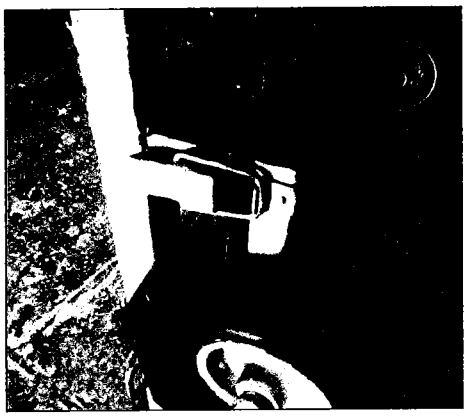
รูปที่ ก.2 สวิตช์กุญแจและอุปกรณ์วัดแบตเตอรี่

3. บิดคันเร่ง ฝั่งขวามือเพื่อให้ตัวต้นแบบเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

รูปที่ ก.3 คันเร่งต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

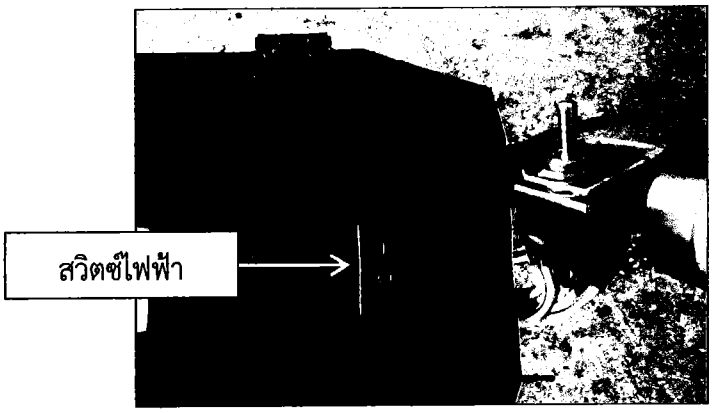
ขั้นตอนการใช้งาน ระบบยกสิ่งของของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

1. ปิดกุญแจ เพื่อหยุดการทำงานของระบบขับเคลื่อนก่อน
2. นำชุดต่อพ่วงเก็บ ซึ่งชุดพ่วงจะติดอยู่กับตัวต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์



รูปที่ ก.4 การเก็บชุดต่อพ่วง

3. เปิดสวิตซ์ไฟฟ้า เพื่อให้ระบบยกสิ่งของทำงาน



รูปที่ ก.5 สวิตซ์ควบคุมระบบยกสิ่งของ

4. กดสวิตซ์ 6 ขา 3 ทาง ซึ่งถ้ากดไปข้างหน้า ต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ก็จะเคลื่อนที่ขึ้น แต่ถ้ากดไปข้างหลังต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ก็จะเคลื่อนที่ลง

รูปที่ ก.6 สวิตซ์ 6 ขา 3 ทาง

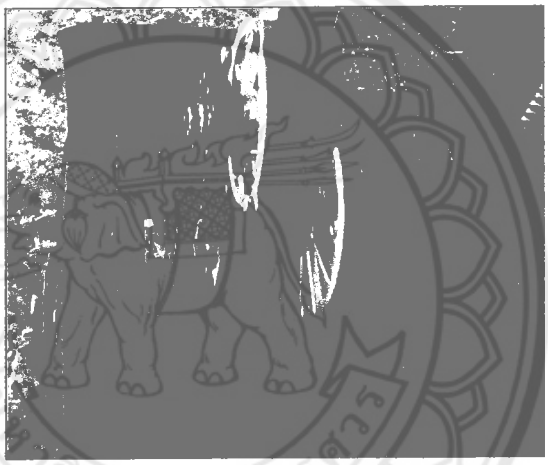
การบำรุงรักษาต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

ระบบโครงสร้าง

1. ตรวจสอบโครงสร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์ว่า มีการผิดปกติไปจากเดิมหรือไม่ เช่น โครงสร้างต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์มีการบิดเบี้ยวไปจากเดิมหรือไม่
2. ควรทำความสะอาดหลังจากการใช้งาน เพื่อป้องกันสนิม

ระบบขับเคลื่อน

1. ตรวจสอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงว่ามีการทำงานผิดปกติหรือไม่ เช่น เมื่อมอเตอร์ทำงานมีเสียงดังหรือไม่



รูปที่ ก.7 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในระบบขับเคลื่อน

2. เติมสารหล่อลื่นที่ชุดเฟืองโซ่เป็นประจำ

รูปที่ ก.8 ชุดเฟืองโซ่ของระบบขับเคลื่อน

ระบบยกสิ่งของ

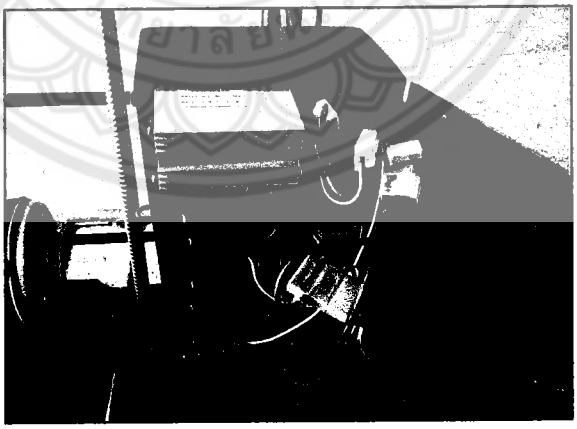
1. ตรวจสอบบอลสกรูว่า ยังมีลักษณะตรงอยู่หรือไม่

รูปที่ ก.9 บอลสกรู

2. ทำความสะอาด และเติมสารหล่อลื่นบอลสกรูเป็นประจำ

ระบบควบคุม

1. ตรวจสอบสายไฟในระบบควบคุมเป็นประจำ เช่น ดูว่ามีสายไฟชำรุดหรือไม่ ถ้าสายไฟมีการชำรุดควรรีบเปลี่ยนทันที



รูปที่ ก.10 สายไฟในระบบควบคุม

ระบบความปลอดภัย

1. ตรวจสอบไมโครสวิตช์ทั้ง 2 ตัว ว่ายังว่าทำงานได้หรือไม่

รูปที่ ก.11 ไมโครสวิตช์

2. ตรวจเบรกหน้าและเบรกหลัง ให้อยู่ในสภาพการใช้งานที่ปลอดภัย

การใช้งานเกี่ยวกับแบตเตอรี่

1. ระยะเวลาการใช้งานปกติ 1-2 ชั่วโมง แต่หากใช้งานตลอดระยะเวลาการใช้งานอยู่ที่ 45 นาที
2. ระยะเวลาการประจุไฟฟ้า 4-6 ชั่วโมง
3. อายุแบตเตอรี่ประจุไฟฟ้าได้ 300-500 ครั้ง (1-2ปี)
4. ค่าใช้จ่ายในการประจุไฟฟ้าไม่เกิน 2 บาท (1.85 บาท)
5. อัตราการกินกระแส ออกตัวสูงสุด 15 A และกระแสต่ำสุดที่ความเร็วคงที่ 3.5 A

ข้อแนะนำในการชาร์จแบตเตอรี่

1. ให้ปิดกุญแจ
2. ต่อปลายกลมของเครื่องชาร์จเข้าที่ช่องชาร์จแบตเตอรี่
3. นำสายไฟของเครื่องชาร์จไปเสียบที่ปลั๊กไฟ
4. ขณะที่ชาร์จไฟ ดวงไฟจะเป็น สีแดง และเมื่อชาร์จไฟเต็มดวงไฟจะเป็น สีเขียว

ภาคผนวก ข

กฎกระทรวงว่าด้วยบันไดของอาคาร

กฎกระทรวง

ฉบับที่ ๕๕ (พ.ศ. ๒๕๔๓)

ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร

พ.ศ. ๒๕๒๒[๑]

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ (๓) และมาตรา ๘ (๑) (๗) และ (๘) แห่งพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒ อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๙ ประกอบกับมาตรา ๓๑ มาตรา ๓๕ มาตรา ๔๘ มาตรา ๔๙ และมาตรา ๕๐ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทยโดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมอาคารออกกฎกระทรวงไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ในกฎกระทรวงนี้

"ช่วงบันได" หมายความว่า ระยะตั้งบันไดซึ่งมีขั้นต่อเนื่องกันโดยตลอด

"ลูกตั้ง" หมายความว่า ระยะตั้งของขั้นบันได

"ลูกนอน" หมายความว่า ระยะราบของขั้นบันได

"ความกว้างสุทธิ" หมายความว่า ความกว้างที่วัดจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งโดยปราศจากสิ่งใดๆ กีดขวาง

ส่วนที่ ๓

บันไดของอาคาร

ข้อ ๒๓ บันไดของอาคารอยู่อาศัยถ้ามีต้องมีอย่างน้อยหนึ่งบันไดที่มีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า ๘๐ เซนติเมตร ช่วงหนึ่งสูงไม่เกิน ๓ เมตร ลูกตั้งสูงไม่เกิน ๒๐ เซนติเมตร ลูกนอนเมื่อหักส่วนที่ขั้นบันไดเหลื่อมกันออกแล้วเหลือความกว้างไม่น้อยกว่า ๒๒ เซนติเมตร และต้องมีพื้นหน้าบันไดมีความกว้างและยาวไม่น้อยกว่าความกว้างของบันไดบันไดที่สูงเกิน ๓ เมตร ต้องมีชานพักบันไดทุกช่วง ๓ เมตร หรือน้อยกว่านั้น และชานพักบันไดต้องมีความกว้างและยาวไม่น้อยกว่าความกว้างของบันได ระยะดิ่งจากขั้นบันไดหรือชานพักบันไดถึงส่วนต่ำสุดของอาคารที่อยู่เหนือขึ้นไปต้องสูงไม่น้อยกว่า ๑.๙๐ เมตร

ข้อ ๒๔ บันไดของอาคารอยู่อาศัยรวม หอพักตามกฎหมายว่าด้วยหอพัก สำนักงาน อาคารสาธารณะ อาคารพาณิชย์ โรงงาน และอาคารพิเศษ สำหรับที่ใช้กับชั้นที่มีพื้นที่อาคารชั้นเหนือขึ้นไปรวมกันไม่เกิน ๓๐๐ ตารางเมตร ต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า ๑.๒๐ เมตร แต่สำหรับบันไดของอาคารดังกล่าวที่ใช้กับชั้นที่มีพื้นที่อาคารชั้นเหนือขึ้นไปรวมกันเกิน ๓๐๐ ตารางเมตร ต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า ๑.๕๐ เมตร ถ้าความกว้างสุทธิของบันไดน้อยกว่า ๑.๕๐ เมตร ต้องมีบันไดอย่างน้อยสองบันได และแต่ละบันไดต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า ๑.๒๐ เมตร

บันไดของอาคารที่ใช้เป็นที่ชุมนุมของคนจำนวนมาก เช่น บันไดห้องประชุมหรือห้องบรรยายที่มีพื้นที่รวมกันตั้งแต่ ๕๐๐ ตารางเมตรขึ้นไป หรือบันไดห้องรับประทานอาหารหรือสถานบริการที่มีพื้นที่รวมกันตั้งแต่ ๑,๐๐๐ ตารางเมตรขึ้นไป หรือบันไดของแต่ละชั้นของอาคารนั้นที่มีพื้นที่รวมกันตั้งแต่ ๒,๐๐๐ ตารางเมตรขึ้นไป ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า ๑.๕๐ เมตร อย่างน้อยสองบันได ถ้ามีบันไดเดียวต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า ๓ เมตร

บันไดที่สูงเกิน ๔ เมตร ต้องมีชานพักบันไดทุกช่วง ๔ เมตร หรือน้อยกว่านั้น และระยะดิ่งจากขั้นบันไดหรือชานพักบันไดถึงส่วนต่ำสุดของอาคารที่อยู่เหนือขึ้นไปต้องสูงไม่น้อยกว่า ๒.๑๐ เมตร

ชานพักบันไดและพื้นหน้าบันไดต้องมีความกว้างและความยาวไม่น้อยกว่าความกว้างสุทธิของบันได เว้นแต่บันไดที่มีความกว้างสุทธิเกิน ๒ เมตร ชานพักบันไดและพื้นหน้าบันไดจะมีความยาวไม่เกิน ๒ เมตรก็ได้

บันไดตามวรรคหนึ่งและวรรคสองต้องมีลูกตั้งสูงไม่เกิน ๑๘ เซนติเมตร ลูกนอนเมื่อหักส่วนที่ขั้นบันไดเหลื่อมกันออกแล้วเหลือความกว้างไม่น้อยกว่า ๒๕ เซนติเมตร และต้องมีราวบันไดกันตก บันไดที่มีความกว้างสุทธิเกิน ๖ เมตร และช่วงบันไดสูงเกิน ๑ เมตร ต้องมีราวบันไดทั้งสองข้างบริเวณจมูกบันไดต้องมีวัสดุกันลื่น

ข้อ ๒๕ บันไดตามข้อ ๒๔ จะต้องมีระยะห่างไม่เกิน ๔๐ เมตร จากจุดที่ไกลสุดบนพื้นชั้นนั้น

ข้อ ๒๖ บันไดตามข้อ ๒๓ และข้อ ๒๔ ที่เป็นแนวโค้งเกิน ๙๐ องศา จะไม่มีชานพักบันไดก็ได้ แต่ต้องมีความกว้างเฉลี่ยของลูกนอนไม่น้อยกว่า ๒๒ เซนติเมตร สำหรับบันไดตามข้อ ๒๓ และไม่น้อยกว่า ๒๕ เซนติเมตร สำหรับบันไดตามข้อ ๒๔

ส่วนที่ ๔

บันไดหนีไฟ

ข้อ ๒๗ อาคารที่สูงตั้งแต่สี่ชั้นขึ้นไปและสูงไม่เกิน ๒๓ เมตร หรืออาคารที่สูงสามชั้นและมีดาดฟ้าเหนือชั้นที่สามที่มีพื้นที่เกิน ๑๖ ตารางเมตร นอกจากมีบันไดของอาคารตามปกติแล้ว ต้องมีบันไดหนีไฟที่ทำด้วยวัสดุทนไฟอย่างน้อยหนึ่งแห่ง และต้องมีทางเดินไปยังบันไดหนีไฟนั้นได้โดยไม่มีสิ่งกีดขวาง

ข้อ ๒๘ บันไดหนีไฟต้องมีความลาดชันน้อยกว่า ๖๐ องศา เว้นแต่ตึกแถวและบ้านแถวที่สูงไม่เกินสี่ชั้น ให้มีบันไดหนีไฟที่มีความลาดชันเกิน ๖๐ องศาได้ และต้องมีชานพักบันไดทุกชั้น

ข้อ ๒๙ บันไดหนีไฟภายนอกอาคารต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า ๖๐ เซนติเมตรและต้องมีผนังส่วนที่บันไดหนีไฟพาดผ่านเป็นผนังทึบก่อสร้างด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟ

บันไดหนีไฟตามวรรคหนึ่ง ถ้าทอดไม่ถึงพื้นชั้นล่างของอาคารต้องมีบันไดโลหะที่สามารถเลื่อนหรือยืดหรือหย่อนลงมาจนถึงพื้นชั้นล่างได้

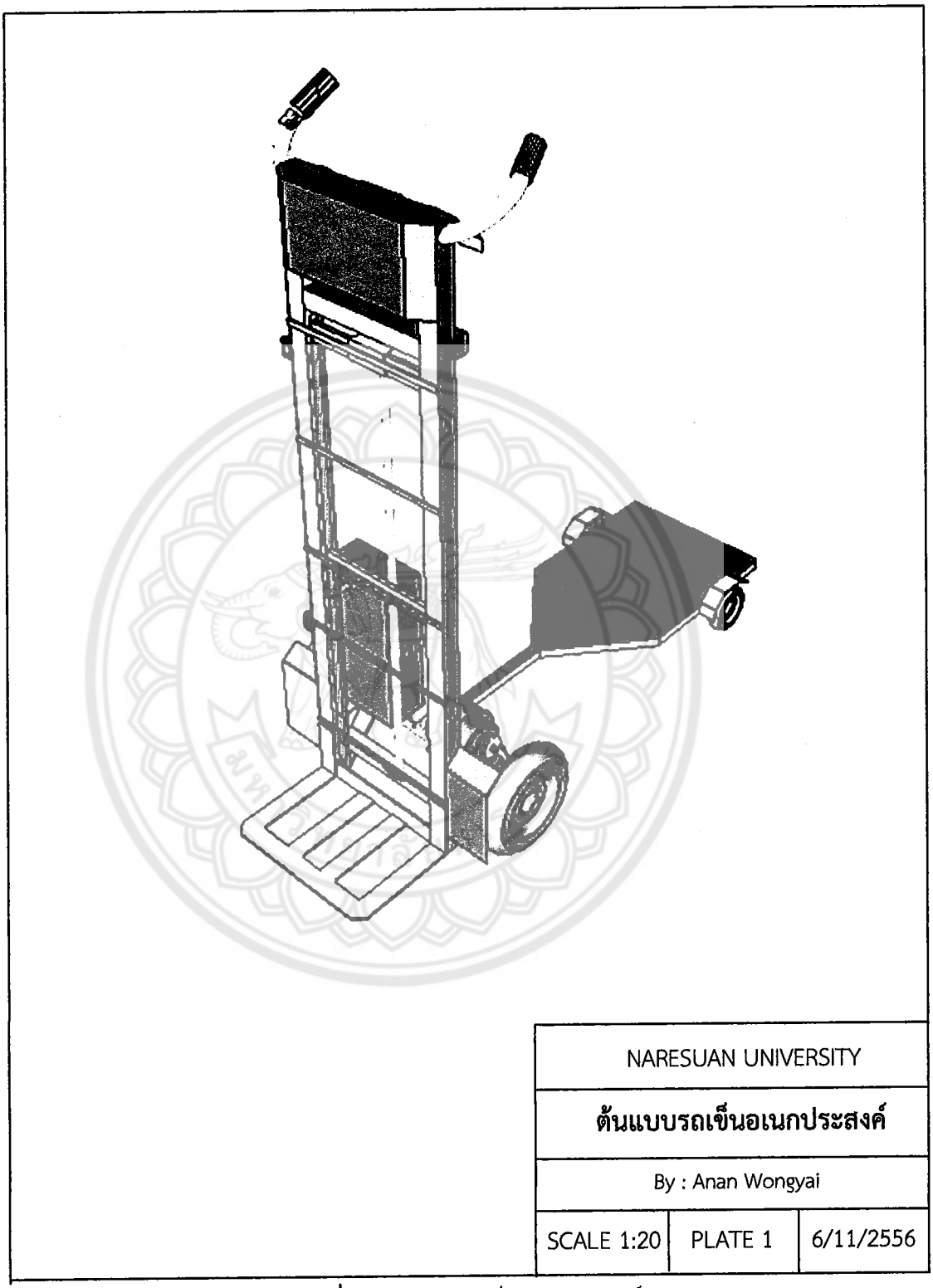
ข้อ ๓๐ บันไดหนีไฟภายในอาคารต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า ๘๐ เซนติเมตรมีผนังทึบก่อสร้างด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟกั้นโดยรอบ เว้นแต่ส่วนที่เป็นช่องระบายอากาศและช่องประตูหนีไฟ และต้องมีอากาศถ่ายเทจากภายนอกอาคารได้โดยแต่ละชั้นต้องมีช่องระบายอากาศที่เปิดสู่ภายนอกอาคารได้มีพื้นที่รวมกันไม่น้อยกว่า ๑.๔ ตารางเมตร กับต้องมีแสงสว่างให้เพียงพอทั้งกลางวันและกลางคืน

ข้อ ๓๑ ประตูหนีไฟต้องทำด้วยวัสดุทนไฟ มีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า ๘๐ เซนติเมตร สูงไม่น้อยกว่า ๑.๙๐ เมตร และต้องทำเป็นบานเปิดชนิดผลักออกสู่ภายนอกเท่านั้น กับต้องติดอุปกรณ์ชนิดที่บังคับให้บานประตูปิดได้เอง และต้องสามารถเปิดออกได้โดยสะดวกตลอดเวลา ประตูหรือทางออกสู่บันไดหนีไฟต้องไม่มีธรณีหรือขอบกั้น

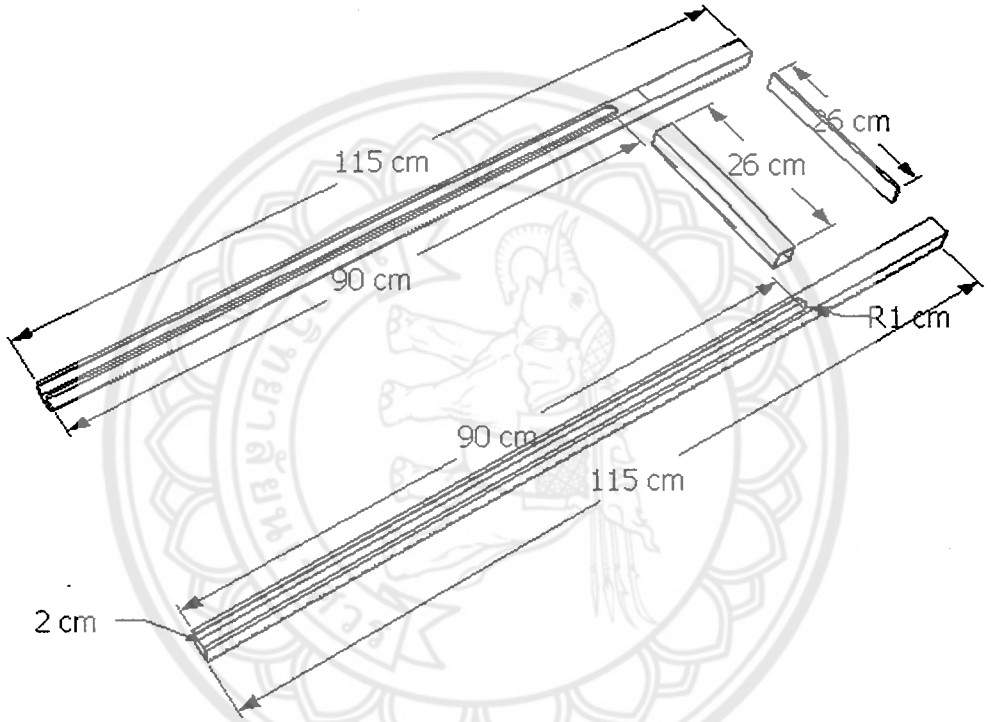
ข้อ ๓๒ พื้นหน้าบันไดหนีไฟต้องกว้างไม่น้อยกว่าความกว้างของบันไดและอีกด้านหนึ่งกว้างไม่น้อยกว่า ๑.๕๐ เมตร

ภาคผนวก ค

แบบต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

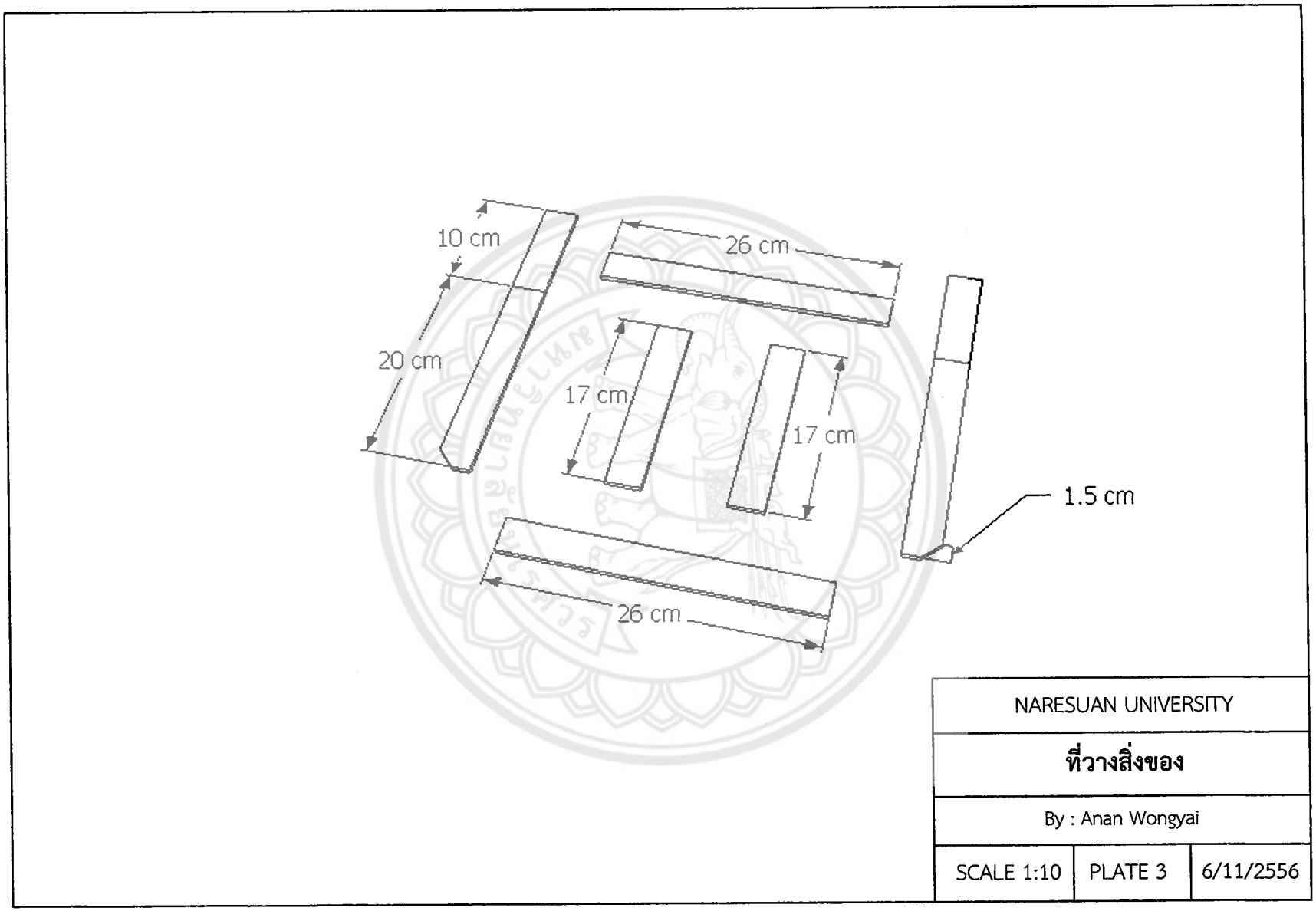


รูปที่ ค.1 ต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

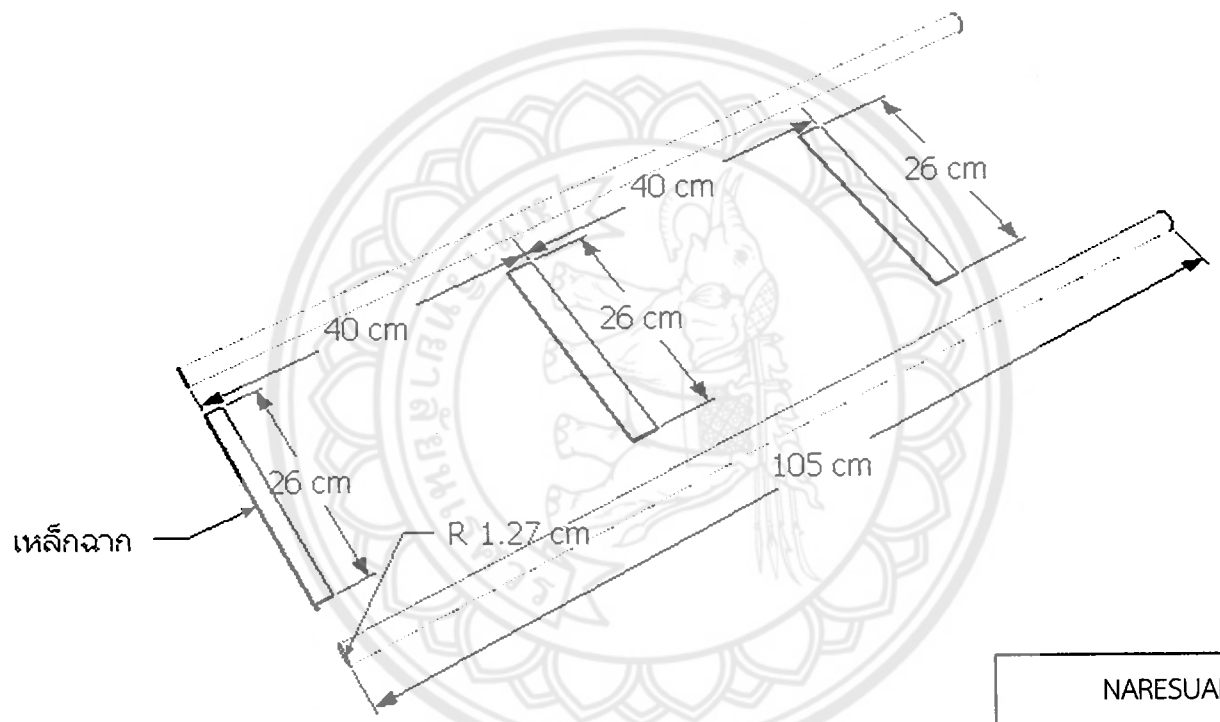


NARESUAN UNIVERSITY		
โครงหลักต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์		
By : Anan Wongyai		
SCALE 1:10	PLATE 2	6/11/2556

รูปที่ ค.2 โครงหลักต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

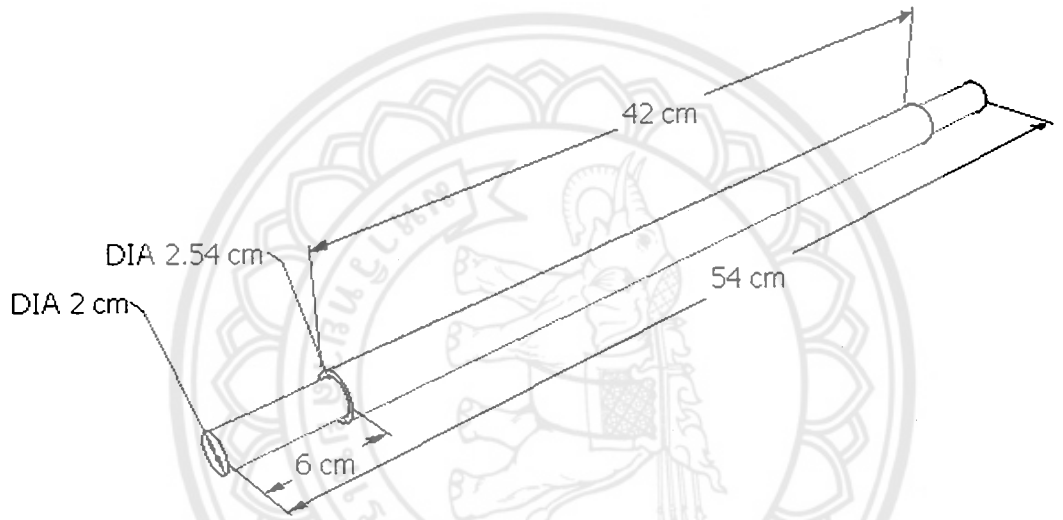


รูปที่ ค.3 ที่วางสิ่งของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์



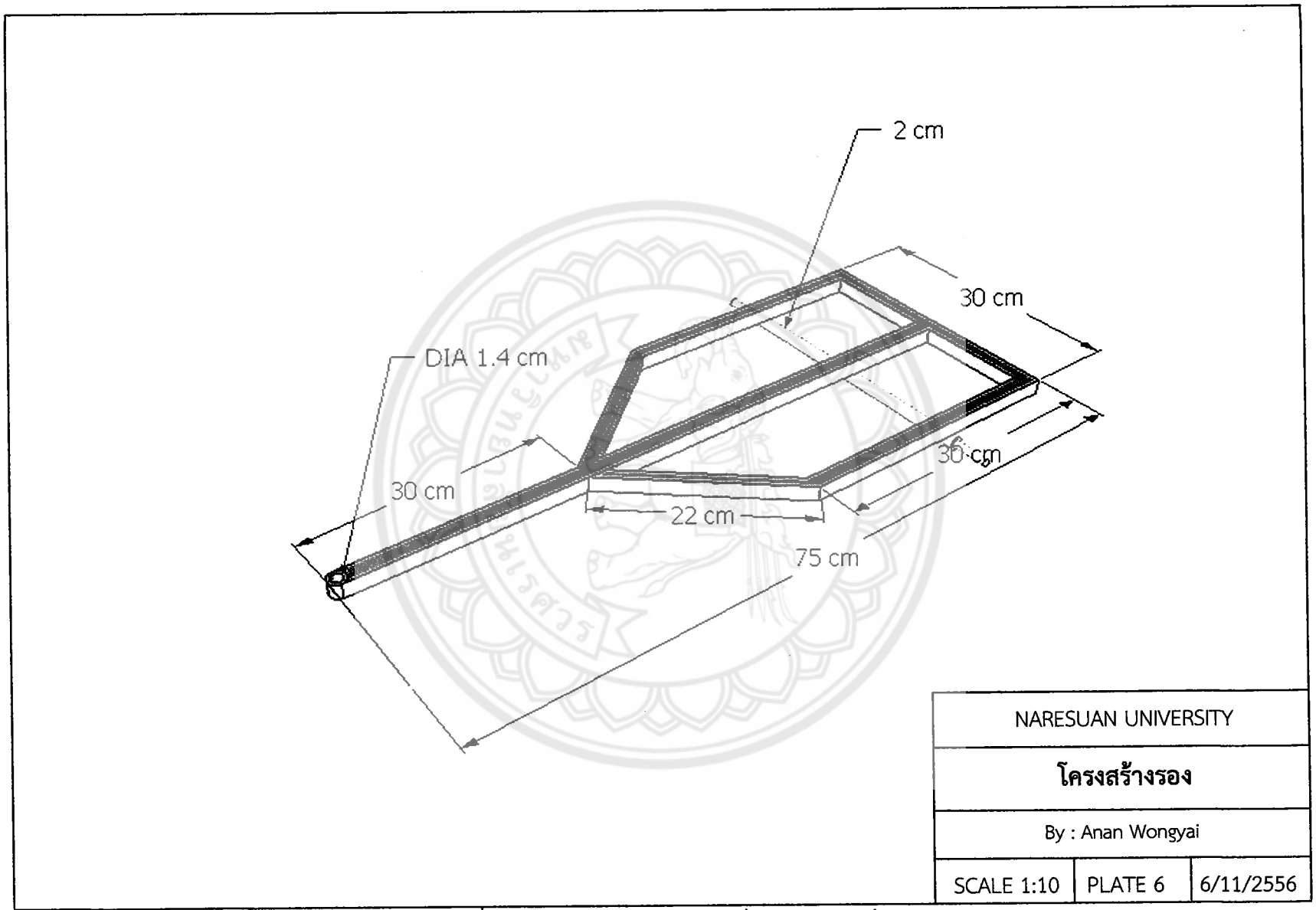
NARESUAN UNIVERSITY		
รางเลื่อน		
By : Anan Wongyai		
SCALE 1:10	PLATE 4	6/11/2556

รูปที่ ค.4 รางเลื่อนต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

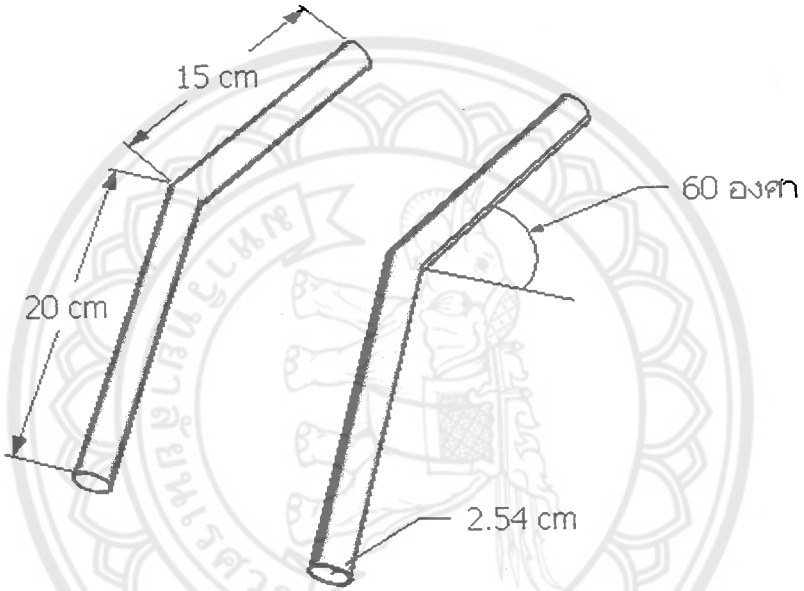


NARESUAN UNIVERSITY		
เพลาล้อ		
By : Anan Wongyai		
SCALE 1:10	PLATE 5	6/11/2556

รูปที่ ค.5 เพลาล้อต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์

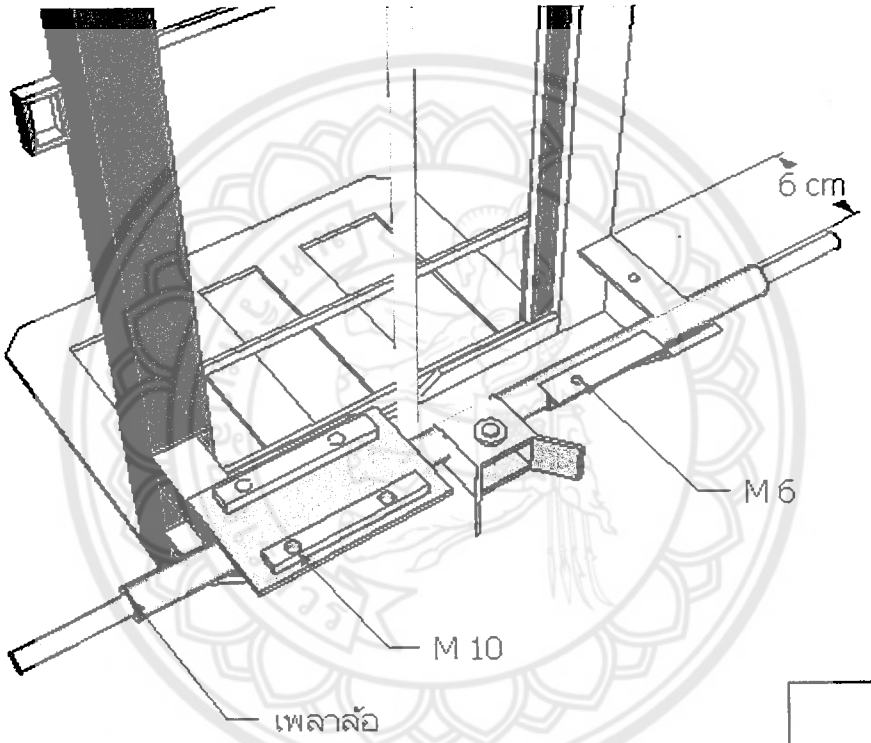


รูปที่ ค.6 โครงสร้างรองต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์



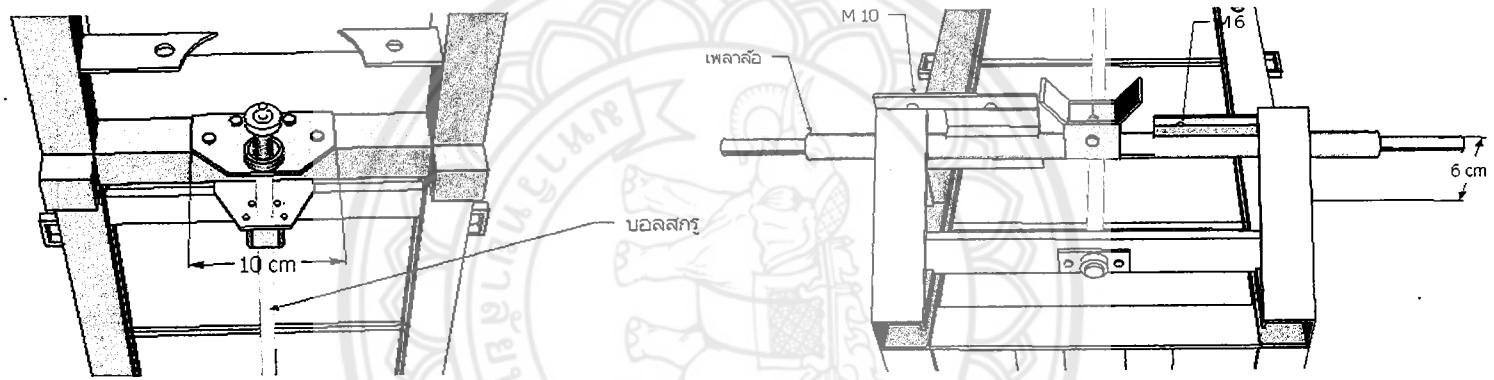
NARESUAN UNIVERSITY		
มือจับ		
By : Anan Wongyai		
SCALE 1:10	PLATE 7	6/11/2556

รูปที่ ค.7 มือจับต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์



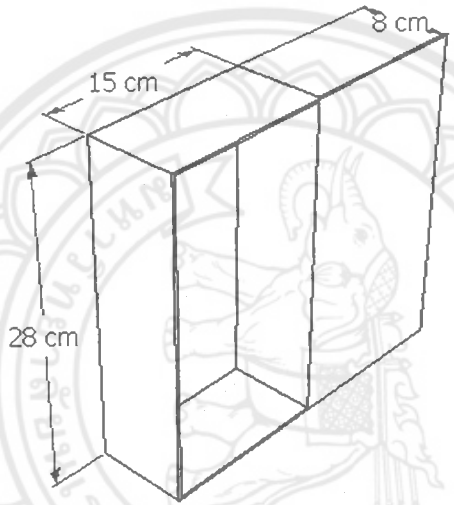
NARESUAN UNIVERSITY		
โครงสร้างระบบขับเคลื่อน		
By : Anan Wongyai		
SCALE 1:10	PLATE 8	6/11/2556

รูปที่ ค.8 โครงสร้างระบบขับเคลื่อนต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์



NARESUAN UNIVERSITY		
โครงสร้างระบบยกสิ่งของ		
By : Anan Wongyai		
SCALE 1:10	PLATE 9	6/11/2556

รูปที่ ค.9 โครงสร้างระบบยกสิ่งของต้นแบบรถเข็นอเนกประสงค์



NARESUAN UNIVERSITY		
กล่องเก็บแบตเตอรี่		
By : Anan Wongyai		
SCALE 1:10	PLATE 10	6/11/2556

รูปที่ ค.10 กล่องเก็บแบตเตอรี่

NARESUAN UNIVERSITY		
ปุ่มควบคุมต่างๆ		
By : Anan Wongyai		
SCALE 1:10	PLATE 11	6/11/2556

รูปที่ ค.11 ปุ่มควบคุมต่างๆ