การประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์

THE APPLICATION OF ELECTRICAL SYSTEMS DESIGNED FOR ELECTRICAL CARTS FOR SURVEILLANCE.

สาระนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2558

การประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์

THE APPLICATION OF ELECTRICAL SYSTEMS DESIGNED FOR ELECTRICAL CARTS FOR SURVEILLANCE.

ณัฐวัตร ทิพสิงห์

NATTAWAT TIPSING

สาระนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พ.ศ.2558

THE APPLICATION OF ELECTRICAL SYSTEMS DESIGNED FOR ELECTRICAL CARTS FOR SURVEILLANCE.

.

NATTAWAT TIPSING

A THEMATIC PAPER SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
IN TECHNOLOGY OF INDUSTRIAL PRODUCT DESIGN
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2016
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองสาระนิพนธ์

.....

หัวข้อสาระนิพนธ์	การประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ The application of electrical systems designed for rapid Detection.
นักศึกษา	นาย ณัฐวัตร ทิพสิงห์
รหัสประจำตัว	54630808
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ.	2558
อาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์	ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา

คณะกรรมการสอบสาระนิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ ภิรมย์การ	

ค่าคะแนนรวมเป็นเอกฉันท์จากการสอบ P (PASS)

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ 23 พฤษภาคม 2559 เวลา 9:00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้อง ค 418 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงค์ มะโน)

คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

วันที่ 19 / ก.ค. / 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์
นักศึกษา	นาย ณัฐวัตร ทิพสิงห์
รหัสประจำตัว	54630808
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ.	2558
อาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์	ผศ. ดร. ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ และ ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ไฟฟ้าตรวจการสำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะในลุมพินี โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบสัมภาษณ์ แบบสอบถามเพื่อประเมินผลงานรถไฟฟ้า และรถไฟฟ้าต้นแบบเพื่อการทดสอบ เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้งหมดได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิ กลุ่มตัวอย่าง คือ พนักงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินีจำนวน 10 ท่าน โดยทำการสุ่มแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนี จำนวน 10 ท่าน โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านความปลอดภัย ด้านความสวยงาม และด้านการดูแลรักษาผล การศึกษาพบว่า ในภาพรวมของการประเมินโดยหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนี อยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ย($\overline{X}$ = 3.74) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.62) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า หน่วยงานรักษาความปลอดภัยมีความคิดเห็นในระดับเหมาะสมมากทั้ง 3 ด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	The application of electrical systems designed for electrical carts for surveillance
Researcher	Nattawat Tipsing
ID	54630808
Degree	Master of Industrial Education
Program	Industrial Product Design Technology
Academic year	2015
Advisor	Asst. Prof. Dr. Songwut Egwutvongsa

ABSTRACT

The objective of this research was to study the application of electrical systems designed for electrical carts for surveillance. The satisfaction of electricity user for the security agencies in the Lumpini Park was also assessed. The instrument used in the research consisted of interviews, questionnaires to assess electrical carts and electrical cart prototype. The tools created were tested and have passed quality inspection by a qualified person. The sample was 10 security guards at Lumpini selected by specify sampling. The satisfaction rating agencies to secure the Lumpini Park of 10 members was divided into four aspects: the utility, security, beauty, and maintenance. The study showed that the overall rating of the security agency in Lumpini Park was very reasonable ($\overline{X}$ = 3.74, S.D. = 0.62). When each aspect was considered, it was found that the security agencies rated all three areas at high level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

สาระนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ก็ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา อาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำช่วยเหลือ และช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนสาระนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบพระคุณท่านคณะกรรมการในการสอบสาระนิพนธ์ ผศ.ดร.ธเนศ ภิรมย์การ ผศ.ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตรวจสอบ พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางแก้ไขข้อผิดพลาดที่มีคุณค่าต่อการศึกษา อันส่งผลให้สาระนิพนธ์สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่สละเวลาอันมีค่าในการประเมินงานวิจัยและให้คำแนะนำ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างสูงต่องานสาระนิพนธ์ในครั้งนี้เป็นอย่างยิ่งและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกผลิตภัณฑ์ ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาและออกแบบรถจักรยานไฟฟ้าตรวจการความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนีอย่างลึกซึ้งและผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์ สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้อบรมสั่งสอนวิชาความรู้ ทักษะประสบการณ์ที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากสาระนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ บิดา มารดา ของผู้วิจัย และผู้มีอุปการคุณทุกท่านด้วยความเคารพยิ่ง ที่คอยช่วยเหลือในด้านต่างๆ และให้กำลังใจเสมอมา หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ณัฐวัตร ทิพสิงห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตการวิจัย 2

1.4 คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในงานวิจัย 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 ศึกษาข้อมูลสวนสาธารณะลุมพินี 5

2.2 ศึกษาข้อมูลรถจักรยานยนต์พลังงานไฟฟ้า 6

2.3 ศึกษาข้อมูลหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 19

2.4 ศึกษาข้อมูลวัสดุและกรรมวิธีกรรมผลิตรถจักรยานยนต์พลังงานไฟฟ้า 22

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 54

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 56

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 56

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 57

3.3 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ 57

3.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 59

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 61

4.1 ผลการศึกษาละพัฒนารถจักรยานไฟฟ้าตรวจการสำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2 ผลการออกแบบรถจักรยานไฟฟ้าตรวจการสำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี 63
4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการศึกษาละพัฒนารถจักรยานไฟฟ้าตรวจการสำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี 76

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 80
5.1 สรุปผลการวิจัย 80
5.2 อภิปรายผลการวิจัย 84
5.3 ข้อเสนอแนะ 86

บรรณานุกรม 87

ภาคผนวก 88
ภาคผนวก ก. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 89
ภาคผนวก ข. หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ 99
ภาคผนวก ค. ผลงานการออกแบบ 105

ประวัติผู้เขียน 108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 แสดงจำนวนพนักงานรักษาความปลอดภัย.....62
4.2 แสดงการวิเคราะห์จุดอ่อน-จุดแข็งและโอกาส-อุปสรรคของอุปกรณ์ก้าวข้าม.....64
4.3 แสดงแบบรถจักยานไฟฟ้า3แบบที่ได้รับเลือกมาที่สุด.....69
4.4 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการประเมินรูปแบบของผู้เชี่ยวชาญด้าน การออกแบบที่มีต่อรถจักรยานไฟฟ้าตรวจการณ์จำนวน 3 ท่าน.....73
4.5 แสดงค่าเฉลี่ยน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการประเมินความพึงพอใจของ.....77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 แผนผังสวนลุมพิน....6
2.2 จักรยานไฟฟ้า คันแรกของโลก....7
2.3 จักรยานไฟฟ้าของ Hosea W. Libbey....8
2.4 จักรยานไฟฟ้าของ John Schnepf....9
2.5 จักรยานไฟฟ้าของ G.A. Wood....10
2.6 ชุด Kit จักรยานไฟฟ้า Dc Motor....13
2.7 จักรยานไฟฟ้าที่ติดตั้งชุด Kit Dc Motor....13
2.8 ชุด Kit จักรยานไฟฟ้า Hub Motor....14
2.9 ชุด Kit จักรยานไฟฟ้า Hub Motor....14
2.11 รถจักรยานยนต์พลังงานไฟฟ้า 3 ล้อ ทรงครอบครัว....16
2.12 รถจักรยานยนต์พลังงานไฟฟ้าทรงสปอร์ต....16
2.13 รถจักรยานยนต์พลังงานไฟฟ้า ทรงครอบครัวผสม....17
2.14 รถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้า แบบธรรมดา....18
2.15 รถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้า แบบเซกเวย์....18
2.16 โครงจักรยานไทยทาเนียม (Titanium)....23
2.17 โครงจักรยานเหล็ก (Steel)....24
2.18 โครโมลี่ (Chromoly)....25
2.19 อลูมิเนียม (Aluminium....26
2.20 คาร์บอนไพเบอร์ (Carbon Fiber)....27
2.21 มอเตอร์ดีซีแบบมีแปรงถ่าน....28
2.22 มอเตอร์ดีซีแปรงถ่านแบบมีเฟืองทด....29
2.23 การติดตั้งมอเตอร์ดีซีแปรงถ่านแบบมีเฟืองทด....30
2.24 รูปของล้อดุมมอเตอร์ไร้แปรงถ่าน ด้านซ้ายและขวา....32
2.25 ขดลวดภายในเมื่อมอเตอร์หมุน....32
2.26 การจัดเรียงขดลวด ขดลวดจะอยู่กับที่ส่วนที่หมุน....32
2.27 มอเตอร์แบบไม่มีเซ็นเซอร์....33
2.28 ชุดควบคุม HubMotor (Brushless)....34
2.29 ชุดคันเร่ง....37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

2.30 ขนาดของล้อ....38
2.31 แบตเตอรี่ Battery Data Specification....39
2.32 แบตเตอรี่ Lithium ion phosphate....39
2.33 วงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้ควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรง....41
2.34 โพลีเอสเทอร์เรซิน (unsaturated Polyester....42
2.35 ใยแก้ว (Fiber Glassหรือ Glass Fiber)....42
2.36 สีเรซิน....43
2.37 น้ำยาล้าง (อะซีโทน Acetone)....43
2.38 ขี้ผึ้งถอดแบบ (Mold Release Wax)....44
2.39 ตัวทำให้แข็ง (Hardener)....45
2.40 ตัวช่วยเร่งปฏิกิริยา (Accelerator หรือ Promoter)....45
2.41 เจลโค้ต (Accelerator หรือ Promoter)....46
2.42 น้ำยาถอดแบบ พี.วี.เอ. (PVA Release Agent)....47
2.43 วัสดุและอุปกรณ์....48
2.44 ล้างทำความสะอาดแม่แบบด้วยน้ำ....48
2.45 ขัดผิวให้สะอาดเรียบเป็นมันด้วยขี้ผึ้งถอดแบบ....49
2.46 ทาน้ำยาถอดแบบ (พี.วี.เอ) 49
2.47 ทาเจลโค้ตสี 50
2.48 จัดเตรียมใยแก้ว โพลีเอสเตอร์เรซิน....50
2.49 วางใยแก้วแผ่น....51
2.50 ทาบนผิวหน้าของแม่แบบ โดยการเปิดแผ่นใยแก้ว....51
2.51 โพลีเอสเตอร์เรซินเริ่มแข็งตัว....52
2.52 ถอดชิ้นงานออกจากแม่แบบ....52
2.53 ภาพชิ้นงานที่ทำสีเสร็จเรียบร้อยแล้ว....53
3.54 ภาพขั้นตอนการดำเนินการวิจัย....60
4.55 แสดงแผนผังสวนสาธารณะลุมพีนี....63
4.56 แสดงถนนภายในสวนสาธารณะลุมพีนี....63
4.57 แสดงแบบร่างรถไฟฟ้าตรวจการณ์....65
4.58 แสดงแบบร่างรถไฟฟ้าตรวจการณ์....65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.59 แสดงแบบร่างรถไฟฟ้าตรวจการณ์....66
4.60 แสดงแบบร่างรถไฟฟ้าตรวจการณ....66
4.61 แสดงแบบร่างรถไฟฟ้าตรวจการณ์....67
4.62 แสดงแบบร่างรถไฟฟ้าตรวจการณ์....67
4.63 แสดงแบบร่างรถไฟฟ้าตรวจการณ์....68
4.64 แสดงแบบร่างรถไฟฟ้าตรวจการณ์....68
4.65 แสดงแบบร่างรถไฟฟ้าตรวจการณ์....69
4.66 แสดงแรงบันดาลใจในการศึกษาละพัฒนารถไฟฟ้าตรวจการณ์....70
4.67 แสดงประเภทรถไฟฟ้าที่มีในท้องตลาด....71
4.68 แสดงแบบที่ 1 รถไฟฟ้าตรวจการ....72
4.69 แสดงแบบที่ 2 รถไฟฟ้าตรวจการ....72
4.70 แสดงแบบที่ 3 รถไฟฟ้าตรวจการ....73
4.71 แสดงขั้นตอนการทำโครงสร้าง รถไฟฟ้าตรวจการณ์....74
4.72 แสดงขั้นตอนการร่างแบบ รถไฟฟ้าตรวจการณ์....74
4.73 แสดงการตัดโฟรมเป็นรูปร่าง รถไฟฟ้าตรวจการณ์....75
4.74 แสดงขั้นตอนการทำไฟเบอร์กาส รถไฟฟ้าตรวจการณ์....75
4.75 แสดง รถไฟฟ้าตรวจการณ์....76
ก.76 ผลงานการออกแบบ....107
ก.77 ผลงานการออกแบบ....108
ก.78 ผลงานการออกแบบ....108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

กรุงเทพมหานครเป็นเมืองใหญ่ มีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องในทุกด้าน ทั้งด้านกายภาพ เศรษฐกิจ สังคม ประชากร เป็นแหล่งงานที่ดึงดูดให้ผู้คนจากถิ่นต่างๆ ทั่วประเทศหลั่งไหลกันเข้ามาประกอบอาชีพหลากหลายประเภทในกรุงเทพมหานคร ปัญหาที่ตามมาคือ ความแออัดของที่อยู่อาศัย ประชากรหนาแน่น สาธารณูปโภค ไม่เพียงพอ อาชญากรรมเพิ่มขึ้น การจราจรติดขด มลภาวะเป็นพิษ อากาศเสีย ฝุ่นละอองกระจายแทบทุกพื้นที่ ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้อาศัยในเมืองทั้งทางตรงทางอ้อม (สร้อยสุข พงษ์พูล : 25547)

การเพิ่มพื้นที่สีเขียว หรือสวนสาธารณะ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ทั้งช่วยกรองอากาศมลพิษ และเสริมสร้างสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่แข็งแรงให้คนเมือง ปัจจุบันในเขตกรุงเทพมหานครมีสวนสาธารณะอยู่ 14 แห่งดังต่อไปนี้ 1) สวนลุมพินี จัดเป็นสวนอเนกประสงค์ 2) สวนจตุจักร จัดเป็นสวนไม้ในวรรณคดี 3) ส่วนพระนคร จัดเป็นสวนไม้ดัด 4) สวนสราญรมย์ จัดเป็นสวนศิลปวัฒนธรรม 5) สวนธนบุรีรมย์ จัดเป็นสวนสมุนไพรเมืองร้อน 6) สวนหลวง ร.9 จัดเป็นสวนพฤกษศาสตร์ 7) สวนเสรีไทย จัดเป็นสวนน้ำ 8) สวนหนองจอก จัดเป็นสวนไทรงาม 9) สวนรมณีนาถ จัดเป็นสวนสุขภาพ 10) สวนเบญจสิริ จัดเป็นสวนประติมากรรม 11) สวนสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ฯ จัดเป็นสวนพฤกษศาสตร์ 12) สวนสันติภาพ จัดเป็นอุทยานดนตรี 13) สวนรถไฟ จัดเป็นสวนแห่งครอบครัว 14) สวนเฉลิมพระเกียรติ 6 รอบ พระชนมพรรษา จัดเป็นสวนสุนทรีย์วิถีไทย เมื่อมีประชากรเข้ามาใช้บริการมากขึ้นจึงทำให้มีบุคคลหรืออาชญากรแฝงตัวเข้าไปก่อเหตุร้ายต่างๆ ขึ้น จึงทำให้สนสาธารณะต้องมีหน่วยงานรักษาคามปลอดภัยในสนสาธารณะเกิดขึ้น ในการปฏิบัติหน้าที่ของหน่วยงานรักษาความปลอดภัยภายในสวนสาธารณะ จึงต้องทำการสำรวจดูแลพื้นที่ภายในสวนที่มีระยะทางไกล และอาจจะไม่ทันเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น หน่วยงานรักษาคามปลอดภัยภายในสนสาธารณะจึงควรนำพาหนะมาใช้งาน

ในปัจจุบันภาวะโลกร้อน (Global Warming) เกิดจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซที่ปกคลุมชั้นบรรยากาศของโลก ทำให้อุณหภูมิภายในโลกสูงขึ้น เป็นเหตุให้ฤดูกาลทั่วโลกเปลี่ยนไป และก๊าซที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่เกิดจากการเผาผลาญเชื้อเพลิงฟอสซิล ภาวะโลกร้อนหรือภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง (Climate Change) เป็นปัญหาใหญ่ของโลกในปัจจุบัน สังเกตได้จากอุณหภูมิของโลกที่สูงขึ้น มีสาเหตุหลักของมาจากก๊าซเรือนกระจก ปรากฏการณ์เรือนกระจกมีความสำคัญกับโลกเพราะก๊าซจำพวกคาร์บอนไดออกไซด์ หรือมีเทนจะกักเก็บความร้อนบางส่วนไว้ในในโลกไม่ให้สะท้อนกลับสู่บรรยากาศทั้งหมด มิฉะนั้น โลกจะกลายเป็นแบบดวงจันทร์ ที่ตอนกลางคืนหนาวจัด ตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลางวันร้อนจัด เพราะไม่มีบรรยากาศกรองพลังงานจากดวงอาทิตย์ ลักษณะเช่นนี้คล้ายกับหลักการของเรือนกระจก จึงมักเรียกว่า ปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกส่งผลให้ชั้นบรรยากาศมีความสามารถในการกักเก็บรังสีความร้อนได้มากขึ้น ซึ่งก๊าซจำพวกคาร์บอนไดออกไซด์หรือมีเทนส่วนใหญ่มาจากการคมนาคม

ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะนำรถไฟฟ้าใช้ในสวนสาธารณะด้านดีของรถพลังงานไฟฟ้า คือ ประหยัดค่าใช้จ่าย เนื่องจากรถพลังงานไฟฟ้ามีประสิทธิภาพในการขับเคลื่อนคุ้มค่ากับเงินที่เสียไปโดยไม่มีส่วนที่เสียไปโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งต่างจากใช้น้ำมันที่เราเสียไปจำนวนมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพในการขับเคลื่อน และช่วยลดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

จากปัญหาที่เกิดผู้วิจัยจึงเกิดเกิดความสนใจ จึงมีแนวคิดที่จะศึกษาและพัฒนารถไฟฟ้าตรวจการณ์สำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยสวนสาธารณะในเขตกรุงเทพมหานครที่ใช้พลังงานสะอาดไม่ก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศ ลดการใช้น้ำมันที่มีราคาสูงขึ้น และเพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงานของหน่วยงานรักษาคามปลอดภัยในสนสาธารณะในเขตกรุงเทพมหานคร

1.2 วัตถุประสงค์ในงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าใช้สำหรับรถไฟฟ้าตรวจการณ์

1.2.2 เพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ในสวนสาธารณะลุมพินี

1.2.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ไฟฟ้าตรวจการณ์สำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะในลุมพินี

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative methods) ทำการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสาร (Document) และเก็บข้อมูลภาคสนาม (Field Study) เพื่อศึกษาแนวการศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ โดยมีขอบเขตในการวิจัย ดังนี้

1.3.1 ศึกษาสวนสาธารณะลุมพีนี และการใช้งานรถไฟฟ้าตรวจการสำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี

1.3.1.1 ประชากร คือ หน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินีโดยทำการสุ่มแบบเจาะจง

1.3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ พนักงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี จำนวน 10 คน โดยทำการสุ่มแบบเจาะจง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.1.3 ลักษณะของข้อมูล เป็นแบบสัมภาษณ์ประเมินความต้องการของพนักงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินีจำนวน 10 คน โดยทำการสุ่มแบบเจาะจง เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าตรวจการณ์สำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี

1.3.1.4 การิเคราะห์ข้อมูล คือการนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ประเมินความต้องการองพนักงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี นำมาวิเคราะห์โดยการใช้หลักการ (SWOT) ในการวิเคราะห์ และสรุปผลเพื่อเป็นแนวทางในศึกษาและออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี

1.3.2 พัฒนาออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์

ผู้วิจัยใช้หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และความต้องการของพนักงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินีจำนวน 10 ท่าน เกี่ยวกับรถจักรยานไฟฟ้าตรวจการสำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี มาใช้ในการพัฒนารถไฟฟ้าตรวจการสำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี โดยมีผู้เชียวชาญเป็นผู้ประเมินดังต่อไปนี้

1.3.2.1 ผู้เชียวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 3 ท่าน โดยทำการสุ่มแบบเจาะจง

1.3.2.2 ผู้เชียวชาญด้านการผลิต จำนวน 3 ท่าน โดยทำการสุ่มแบบเจาะจง

1.3.3 ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้รถไฟฟ้าตรวจการณ์สำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี

ผู้วิจัยใช้เครื่องมือแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้รถไฟฟ้าตรวจการณ์สำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี

1.3.3.1 พนักงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี จำนวน 10 คน โดยทำการสุ่มแบบเจาะจง

1.3.3.2 ตัวแปลที่ใช้ในการศึกษา

1 ตัวแปรต้น คือ รถไฟฟ้าตรวจการณ์สำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี

2 ตัวแปรตาม คือ ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อรถไฟฟ้าตรวจการสำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 นิยามศัพท์

1.4.1 รถไฟฟ้า หมายถึง รถไฟฟ้าตรวจการสำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี

1.4.2 สวนสาธารณะ หมายถึง สถานที่ใช้ทดสอบไฟฟ้าตรวจการสำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี

1.4.3 หน่วยงานรักษาความปลอดภัย หมายถึง พนักงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี

1.4.4 ความพึงพอใจ หมายถึง ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อรถไฟฟ้าตรวจการสำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.2.1 ได้ศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าใช้สำหรับรถไฟฟ้าตรวจการณ์

1.2.2 ได้ออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ในสวนสาธารณะลุมพินี

1.2.3 ได้ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ไฟฟ้าตรวจการณ์สำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะในลุมพินี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยการประยุกต์ระบบไฟฟ้าใช้ออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาข้อมูลสวนสาธารณะลุมพีนี และพฤติกรรมการทำงานของหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะ

2.2 ศึกษาข้อมูลรถจักรยานยนตร์พลังงานไฟฟ้า

2.3 ศึกษาข้อมูลหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

2.4 ศึกษาข้อมูลวัสดุ และกรรมวิธีกรรมผลิตรถจักรยานไฟฟ้า

2.5 ศึกษาข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ศึกษาข้อมูลสวนสาธารณะลุมพินี และพฤติกรรมการทำงานของหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะ

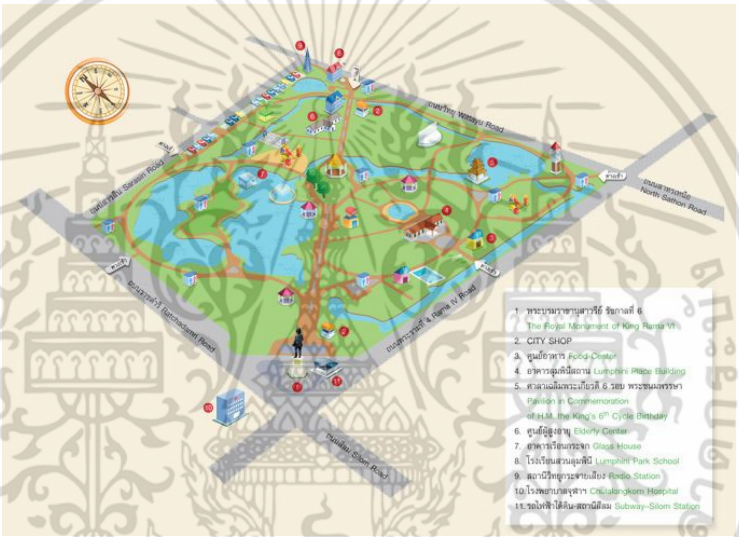
2.1.1 สวนลุมพินี

สวนลุมพินี ตั้งอยู่ ถนนพระราม 4 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน พื้นที่ 360 – 0 – 0 ไร่ เวลาเปิดให้บริการ 04.30 – 21.00 น. เป็นสวนสาธารณะแห่งแรกของกรุงเทพมหานคร และพระราชมรดกที่พระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงพระราชทานไว้แก่ชาวพระนคร โดยมีจุดเริ่มต้นในปี 2468 ซึ่งทรงครองราชสมบัติครบ 15 ปี ประกอบกับเศรษฐกิจตกต่ำหลังสงครามโลกครั้งที่ 1 จึงทรงมีพระราชดำริจะจัดงานแสดงพิพิธภัณฑ์สรรพสินค้าและทรัพยากรธรรมชาติ ดังเช่นประเทศตะวันตกทำได้ผลมาแล้ว โดยกำหนดจัดในฤดูหนาวปลายปี 2468 และมีพระราชดำริว่าเมื่อเลิกการจัดงานแล้ว สถานที่นั่นควรจัดทำเป็นสวนพฤกษชาติ เพื่อให้ประชาชนได้ศึกษาและใช้พักผ่อน ทรงเลือกบริเวณทุ่งศาลาแดงที่ดินส่วนพระองค์ที่เหลือจากแบ่งเป็นจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยไปแล้ว เป็นที่จัดงานและทรงสละพระราชทรัพย์เป็นทุนประเดิมในการเตรียมสถานที่ครั้งนั้นมีการขุดสระกว้างสร้างเกาะลอยกลางน้ำ ตัดถนน และสร้างถาวรวัตถุ เช่น หอนาฬิกา ตึกแบบกรีก ทรงพระราชทานชื่อว่าสวนลุมพินี หมายถึง สถานที่ประสูติแห่งพระพุทธเจ้า ณ ตำบลลุมพินีวัน ประเทศเนปาล แต่ด้วยทรงเสด็จสวรรคตก่อนกำหนดเปิดงานจึงต้องล้มเลิกงานไป ต่อมาในสมัยรัชกาลที่ 7 โครงการนี้จึงถูกรื้อฟื้นอีกครั้ง โดยทรงให้เช่าที่ดินด้านใต้ของสวนลุมพินี 90 ไร่ จัดเป็น “วนาเริงรมย์” คล้ายสวนสนุก และนำค่าเช่ามาปรับปรุงที่ดิน ส่วนที่เหลือเปิดเป็นสวนสาธารณะ นับแต่นั้น สวนลุมพินี จึงเป็นสถานที่ให้ความเพลิดเพลินสนุกสนานแก่ประชาชน มีทั้งการละเล่น แข่งว่าว วิ่งวัว ชิงช้า ม้าหมุน โดยทรงพระราชทานที่ดินให้รัฐบาลดูแลและมีกระแสรับสั่งให้ใช้เพื่อสวนสาธารณะเท่านั้นต่อมาสมัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สงครามโลกครั้งที่ 2 สวนลุมพินี กลายเป็นที่ตั้งค่ายทหารญี่ปุ่น สวนแห่งนี้จึงลดบทบาทลงจนสงครามสิ้นสุดในปี 2495 – 2497 จึงถูกใช้เป็นที่จัดงานฉลองรัฐธรรมนูญและมีการประกวดนางสาวสยาม

บริเวณเกาะลอย มีลักษณะเป็น “สวนอเนกประสงค์” โดยเป็นสวนสาธารณะที่รวมไว้ด้วยประโยชน์ใช้สอย เพื่อกิจกรรมนันทนาการหลากหลายจัดเตรียมไว้บริการประชาชน โดยเป็นที่ตั้งของศูนย์นันทนาการ สมาคม ชมรมต่าง ๆ ภายใต้ภาพรวมของการเป็นพื้นที่สีเขียวซึ่งมีเอกลักษณ์ที่ความร่มรื่น ด้วยต้นไม้ขนาดใหญ่เก่าแก่ ปลูกรายล้อมอยู่มาก และกระจายอยู่ท่ามกลางธรรมชาติที่จัดแต่งด้วยสระน้ำกว้างใหญ่ กลุ่มพรรณไม้ดอกไม้ประดับใบต่างสีสันไม่ว่าจะเป็นสวนป่าเขียวชอุ่ม สวนปาล์มที่สง่างาม หรือสวนไผ่ซึ่งให้ความรู้สึกนุ่มนวล พลิ้วไหว และด้วยเหตุที่เป็นพื้นที่สีเขียวกว้างใหญ่ท่ามกลางตึกอาคาร จึงมีหน้าที่ต่อระบบนิเวศน์โดยเป็นที่พักพิงและแหล่งอาหารของสรรพชีวิต



ภาพที่ 2.1 แผนผังสวนลุมพินี
ที่มา : Website http://www.bangkok.go.th//.
สืบค้นเมื่อ 20 มีนาคม 255

2.2 ศึกษาข้อมูลรถจักรยานยนต์พลังงานไฟฟ้า

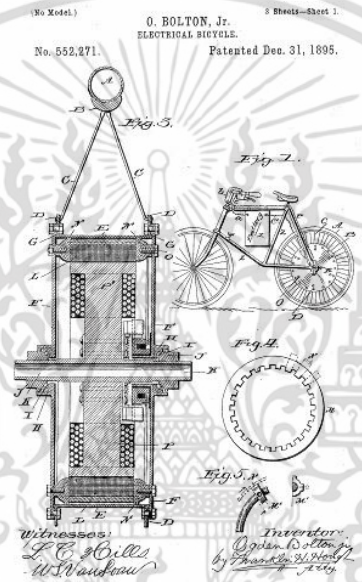
2.2.1 ความเป็นมายานยนต์ไฟฟ้าประวัติของเทคโนโลยี

จักรยานไฟฟ้าหรือเรียกอีกอย่างว่า e-bike คือจักรยานที่ใช้มอเตอร์เป็นกำลังในการขับเคลื่อน จักรยานไฟฟ้าสามารถวิ่งทำความเร็วได้ถึง 24 to 40 กม/ชม ขึ้นอยู่กับกฎหมายที่กำหนดในแต่ละประเทศ และจักรยานไฟฟ้ามาแทนที่ตลาดของจักรยานแบบทั่วไปและมอเตอร์ไซค์อย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้จักรยานไฟฟ้าเติบโตขึ้นในปี 1998 และประมาณการว่ามี e-bike ในจีนประมาณ 120 ล้านคัน ในต้นปี 2010 ยอดขายนี้เติบโตทั้งในอินเดีย อเมริกา เนเธอแลนด์ และสวิสเซอแลนด์ ส่วนในยุโรปมีจักรยานไฟฟ้าที่ขายไปแล้วในปี 2010 กว่า 700,000 คัน เพิ่มขึ้นมาจาก ในปี 2007 กว่า 200,000 คัน และปี 2009 กว่า 500,000 คัน

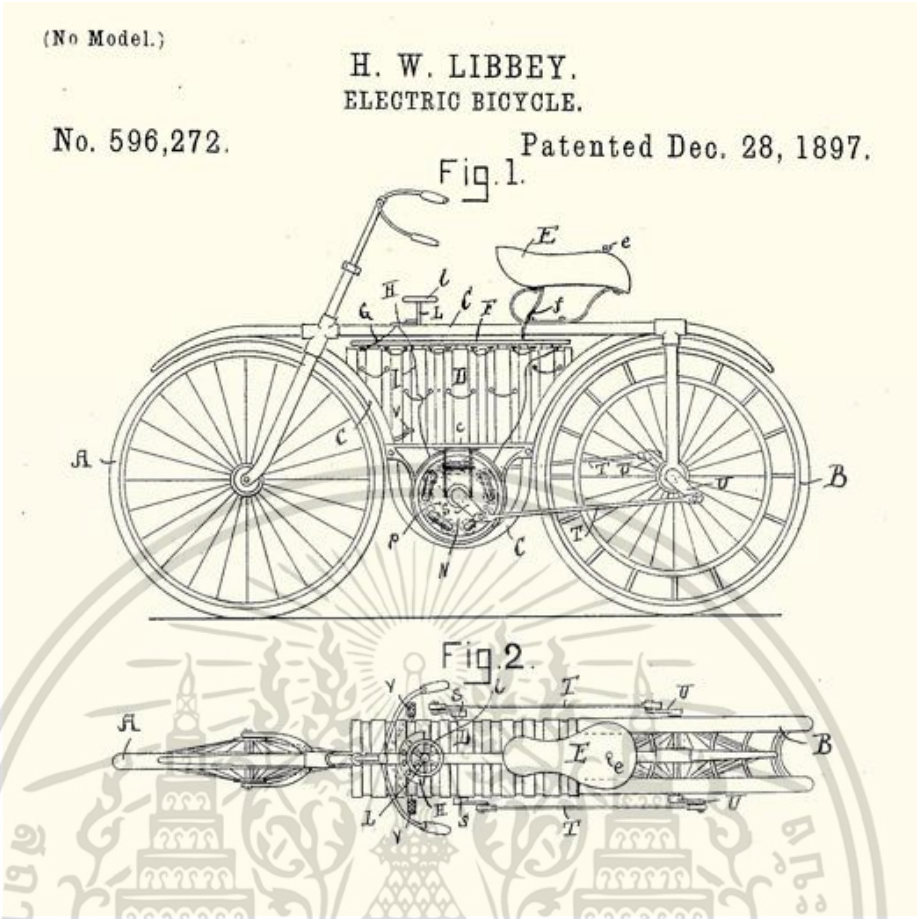
ในปี 1890 จักรยานไฟฟ้าได้เริ่มเข้าจดสิทธิบัตรของประเทศอเมริกา เช่น วันที่ 31 ธันวาคม 1895 Ogden Bolton Jr ได้จดสิทธิบัตร U.S Patent 552,271 สำหรับจักรยานที่ขับเคลื่อนด้วยแบตเตอร์รี่ โดยใช้ชื่อว่า “ฮับมอเตอร์ไฟฟ้าดีซีแบบแปรงถ่านหกโพลและคอมมิวเตเตอร์ยึดที่ล้อหลัง” ไม่มีเกียร์และกินกระแส 100 แอมแปร์แรงดันไฟฟ้า 10 โวลท์



ภาพที่ 2.2 จักรยานไฟฟ้า คันแรกของโลก U.S Patent 552,271
ที่มา : Website https:// th.wikipedia.org//).
สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2558

สองปีต่อมา ในปี 1897, Hosea W. Libbey จากบอสตันประดิษฐ์จักรยานไฟฟ้า (U.S. Patent 596,272) โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าสองตัว มอเตอร์ถูกออกแบบให้อยู่ในดุมแกนเพลา รูปแบบนี้ได้ถูกดัดแปลงใหม่ในปี 1990 โดยจักรยานไฟฟ้า Giant Lafree

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



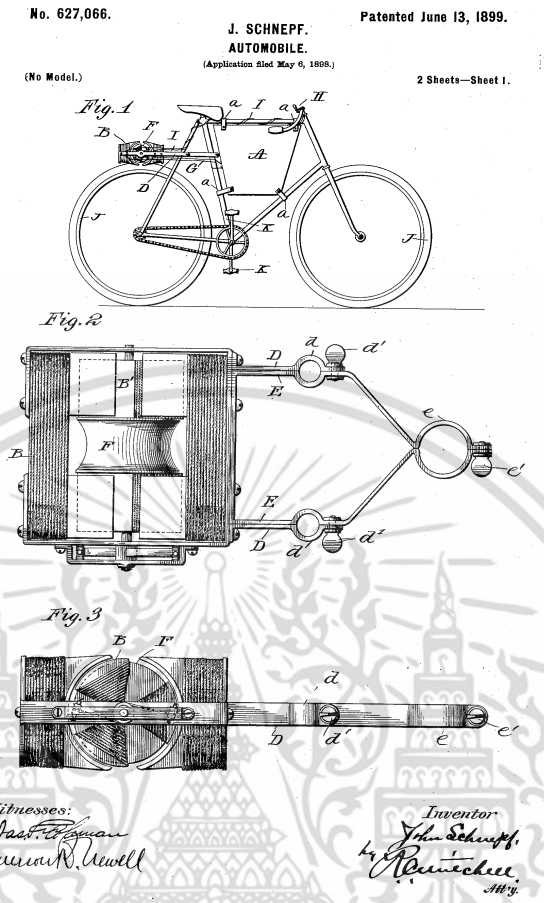
ภาพที่ 2.3 จักรยานไฟฟ้าของ Hosea W. Libbey

ที่มา : Website https:// th.wikipedia.org//).

สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2558

ในปี 1898 จักรยานไฟฟ้าขับเคลื่อนล้อหลัง ที่ขับโดยใช้สายพานจากด้านข้างของล้อ ถูกจดสิทธิบัตรโดย Mathew J. Steffens และในปี 1899 John Schnepf ได้วาดภาพล้อหลังที่หลังที่ขับเคลื่อนด้วยล้อลูกกลิ้งโดยอาศัยแรงเสียดทาน และได้จดสิทธิบัตร US Patent 627,066

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


No. 627,066. Patented June 13, 1899.

J. SCHNEPF.

AUTOMOBILE.

(Application filed May 6, 1898.)

(No Model.) 2 Sheets—Sheet 1.

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Witnesses:

Inventor

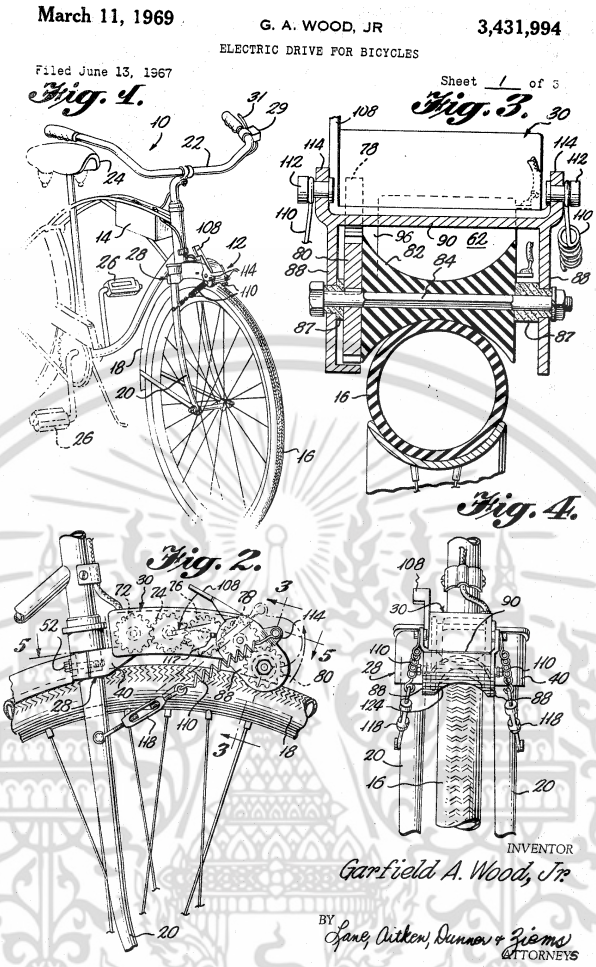
ภาพที่ 2.4 จักรยานไฟฟ้าของ John Schnepf

ที่มา : Website https:// th.wikipedia.org//).

สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2558

สิ่งประดิษฐ์ของ Schnepf ได้ถูกนำมาปรับปรุงในปี 1969 โดย G.A. Wood Jr. สิทธิบัตร US Patent 3,431,994สิ่งประดิษฐ์ของ Wood ใช้มอเตอร์ขนาด มอเตอร์สี่ตัว แต่ละตัว ½ แรงม้า เชื่อมผ่านชุดเกียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 จักรยานไฟฟ้าของ G.A. Wood Jr

ที่มา : Website https:// th.wikipedia.org//).
สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2558

ในช่วงหลังปี 1990 เซนเซอร์แรงบิดและควบคุมกำลังของมอเตอร์ได้ถูกพัฒนาขึ้น เช่น Takada Yutky จากประเทศญี่ปุ่น ได้จดสิทธิบัตรในปี 1997 เกี่ยวกับเครื่องมือดังกล่าว ในปี 1992 บริษัท Vector Service Limited ได้จำหน่ายจักรยานไฟฟ้า Zike ซึ่งใช้แบตเตอร์รี่นิคเกิลแคดเมียมฝังเข้าไปในเฟรมจักรยาน และใช้มอเตอร์แม่เหล็กถาวรขนาด 850g ในปี 1992 นอกจากจักรยานของ Zike ก็ยากที่จะมีคู่แข่งจักรยานไฟฟ้าเชิงพาณิชย์อื่นในท้องตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปี 1998 มีจักรยานไฟฟ้าอย่างน้อย 49 แบบ มีปริมาณการผลิตเพิ่มขึ้นจากปี 1993 ถึงปี 2004 ประมาณ 35% ในทางตรงข้ามตามข้อมูลจาก Gardner ในปี 1995 กำลังการผลิตจักรยานปกติ ลดลงจากจุดสูงสุดกว่า 107 ล้านคัน จักรยานไฟฟ้าราคาถูก ใช้แบตเตอร์รี่แบบตะกั่วกรด แต่จักรยานไฟฟ้าสมัยใหม่มักใช้แบตเตอร์รี่แบบลิเทียมไอร่อนโพลิเมอร์ ทำให้มีน้ำหนักเบาลง ขนาดเล็กลง แบตเตอร์รี่มีความหนาแน่นมากขึ้น ทำให้ระยะทางและความเร็วเพิ่มมากขึ้น

ในปี 2001 จักรยานไฟฟ้ามีการใช้ชุดถีบไฟฟ้า (pedelec) เป็นตัวช่วยกำลังและจักรยานแบบใช้ตัวช่วยกำลัง มีการใช้คำอธิบายนี้กับจักรยานไฟฟ้าอย่างแพร่หลาย ในช่วงนั้นคำว่าจักรยานไฟฟ้ามีความนิยมเพิ่มมากขึ้นจากในเวบไซต์ google คำนี้ก็ยังใช้กับจักรยานไฟฟ้าแบบมีคันเร่ง คำว่ามอเตอร์ไซค์ฟ้าหรือ E-motobike ใช้อธิบายถึงแบบที่วิ่งได้ความเร็วถึง 80 กม/ชม

ในขณะที่จักรยานที่พันธ์ผสมกับมอเตอร์ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วก่อนนี้ ในปี 1897 ถูกประดิษฐ์โดย Hosea W. Libbey แรงคนถีบและมอเตอร์ให้แรงเชื่อมโยงทางกลผ่านดุมล้อด้านล่างของล้อหลังหรือล้อหน้า ชุดวงล้อกับมอเตอร์(ในทางกล)จะผ่านเชื่อมโยงผ่านชุดเกียร์ดิฟเฟอร์เรนเชียล ชุดวงล้อกับมอเตอร์(ในทางไฟฟ้า)จะเปลี่ยนแรงคนไปเป็นแรงไฟฟ้าจากแรงถีบจักรยานป้อนเข้าไปยังมอเตอร์เพื่อสร้างไฟฟ้าร่วมกับกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอร์รี่อีกด้วย

2.2.2 ข้อดีของรถพลังงานไฟฟ้า

2.2.2.1 ข้อดีของรถพลังงานไฟฟ้าที่เหนือกว่าเครื่องยนต์สันดาปภายในรวมถึงการลดการใช้มลพิษทางอากาศ เพราะมันไม่ปล่อยไอเสียมาจากท่อไอเสียในหลายกรณี การลดแก๊สเรือนกระจกโดยรวมเป็นจำนวนมากและการปล่อยควัน (ขึ้นกับเชื้อเพลิงที่ใช้ผลิตไฟฟ้า) และใช้น้ำมันน้อยลง ซึ่งเป็นสาเหตุให้คำนึงถึงราคาน้ำมันอ่อนตัวและอุปทาน หยุดชะงักในหลายประเทศแต่การประยุกต์ใช้รถพลังงานไฟฟ้าอย่างแพร่หลายต้องประสบกับ

2.2.2.2 ข้อเสียและข้อจำกัดมากมาย เช่น ราคาที่สูงกว่า ขาดโครงสร้างพื้นฐานสำหรับชาร์จพลังงาน (นอกจากการชาร์จตามที่อยู่อาศัย) และความกังวลพิสัย (ความกลัวที่เกิดในคนขับว่าพลังงานไฟฟ้าที่เก็บในแบตเตอรี่จะหมดก่อนจะถึงที่หมาย เนื่องจากพิสัยที่มีจำกัดในรถพลังงานไฟฟ้า)

2.2.3 ค่าใช้จ่าย และการดูแลรักษา

ค่าใช้จ่ายของการใช้งานรถพลังงานไฟฟ้าคือค่าการดูแลรักษาแบตเตอรี่ รวมไปถึงการเปลี่ยนแบตเตอรี่เมื่อจำเป็น เนื่องจากมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในรถพลังงานไฟฟ้านั้นมีราวๆ 5 ชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวเปรียบเทียบกับเป็นร้อยชิ้นส่วนของเครื่องยนต์สันดาปภายใน แต่ในทางกลับกันรถพลังงานไฟฟ้าก็ต้องใช้แบตเตอรี่ซึ่งมีราคาแพงและจำเป็นต้องเปลี่ยนเมื่อถึงเวลา แต่หากไม่นับค่าดูแลรักษาแบตเตอรี่แล้วก็ถือได้ว่ารถพลังงานไฟฟ้า (แบบใช้แบตเตอรี่ลิเทียม) มีค่าดูแลรักษาที่ต่ำมาก

การคำนวณค่าใช้จ่ายต่อกิโลเมตรของรถพลังงานไฟฟ้านั้นมีความจำเป็นที่จะต้องรวมส่วนของค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาแบตเตอรี่เข้าไปด้วย ซึ่งทำให้การคำนวณยากและซับซ้อนขึ้นมาก เนื่องจากแบตเตอรี่นั้นจะมีความจุน้อยลงเล็กน้อยทุกครั้งที่ได้รับการชาร์จไฟเข้าไปใหม่ และอายุของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบตเตอรี่ก็ขึ้นอยู่กับผู้ใช้ว่าจะรับไม่ได้กับความจุที่น้อยลงของแบตเตอรี่ได้เมื่อไหร่ แต่ถึงอย่างไรแบตเตอรี่ที่หมดอายุแล้วก็ไม่ได้ไร้ค่าเสียทีเดียวเพราะว่ายังสามารถนำมารีไซเคิล หรือนำมาเป็นแบตเตอรี่สำรองได้

2.2.4 ระยะวิ่ง และเวลาในการชาร์จไฟ

ส่วนนี้รอเพิ่มเติมข้อมูล คุณสามารถช่วยเพิ่มเติมข้อมูลในส่วนนี้ได้ รถยนต์ที่ใช้น้ำมันแม้น้ำมันหมดก็สามารถหาเติมได้ไม่ยากประกอบกับใช้เวลาเติมไม่มากดังนั้นขนาดของถังน้ำมันและระยะการวิ่งของรถยนต์ต่อน้ำมันหนึ่งถังนั้นไม่ได้มีความสำคัญมากนัก แต่ต่างกับรถพลังงานไฟฟ้าที่เสียเวลาในการชาร์จไฟนานและสถานีชาร์จไฟก็ไม่ทั่วถึงไม่ครอบคลุมอย่างปั๊มน้ำมันดังนั้นกลุ่มเป้าหมายของรถพลังงานไฟฟ้าจะไปจับอยู่ที่คนเมืองที่ขับรถวันต่อวันมากกว่าเพราะว่าสามารถนำรถกลับมาชาร์จไฟที่บ้านได้วันต่อวัน

วิธีที่จะทำแบตเตอรี่ให้เต็ม รวดเร็วกว่าการชาร์จปกติก็คือ การสับเปลี่ยนแบตเตอรี่ วิธีการก็คือเปลี่ยนแบตเตอรี่ที่อยู่ในรถกับแบตเตอรี่ที่ถูกชาร์จให้เต็มไว้ก่อนแล้วที่สถานีสับเปลี่ยนแบตเตอรี่ โดยขั้นตอนดังกล่าวใช้เวลาเพียง 59.1 วินาทีเท่านั้น[ต้องการอ้างอิง] เร็วกว่าปลอดภัยกว่าการเติมน้ำมันจากปั๊มน้ำมันเสียอีก แต่สถานีลักษณะนี้จะต้องมีการลงทุนมหาศาลเนื่องจากต้องมีแบตเตอรี่สำรองไว้จำนวนมาก

อีกวิธีหนึ่งก็คือการติดตั้งระบบชาร์จไฟกระแสตรงแบบเร็วซึ่งอาศัยไฟฟ้าสามเฟส ซึ่งสามารถชาร์จแบตเตอรี่สำหรับการวิ่ง 100 ไมล์ถึง 80% ในเวลาเพียง 30 นาทีโดยที่ระบบดังกล่าวกำลังจะถูกติดตั้งให้ครอบคลุมทั้งสหรัฐอเมริกาในปี 2013

2.2.5 ประเภทของรถจักรยานไฟฟ้าที่มีในท้องตลาด

2.2.5.1 รถจักรยานพลังงานไฟฟ้าที่มี 2 ระบบ คือ ระบบปั่นด้เท้า และระบบมอเตอร์ไฟฟ้าที่มีชุด Kit จักรยานไฟฟ้าติดตั้งโดยมีการทำงานอยู่ 3 ส่วน คือ มอเตอร์ กล่องคบคุม และคันเร่ง โดยชนิดของมอเตอร์ชุด Kit จักรยานไฟฟ้าจะแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

2.2.5.1.1 ชุด Kit จักรยานไฟฟ้า Dc Motor จะติดตั้งที่ล้อหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.6 ชุด Kit จักรยานไฟฟ้า Dc Motor
ที่มา : Website https:// th.aliexpress.com/popular/24v-motor.html.สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2558

ภาพที่ 2.7 จักรยานไฟฟ้าที่ติดตั้งชุด Kit Dc Motor
ที่มา : Website https:// http://www.ebikethaikit.com/
สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5.1.2 ชุด Kit จักรยานไฟฟ้า Hub Motor จะติดตั้งที่ทั้งล้อหน้าและล้อหลัง

ภาพที่ 2.8 ชุด Kit จักรยานไฟฟ้า Hub Motor

ที่มา : Website https:// http://www.ebikethaikit.com/

สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2558

ภาพที่ 2.9 ชุด Kit จักรยานไฟฟ้า Hub Motor

ที่มา : Website https:// pantip.com/topic/31657616/

สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5.2 รถจักรยานยนตร์พลังงานไฟฟ้า เป็นรถที่มีรูปทรงเหมือนกับจักรยานยนตร์แต่ใช้พลังงานไฟฟ้า มีความเร็ว 20-35 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยแบ่งตามลักษณะดังนี้

2.2.5.2.1 รถจักรยานยนตร์พลังงานไฟฟ้า ทรงครอบครัว เป็นรถที่เหมาะกับผู้หญิง ผู้ชาย และผู้สูงอายุ มี 2 แบบ คือ

1. รถจักรยานยนตร์พลังงานไฟฟ้า 2 ล้อ เหมาะกับผู้หญิง ผู้ชาย

ภาพที่ 2.10 รถจักรยานยนตร์พลังงานไฟฟ้า 2 ล้อ ทรงครอบครัว

ที่มา : Website https:// th.wikipedia.org//).

สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. รถจักรยานยนตร์พลังงานไฟฟ้า 3 ล้อ เหมาะกับผู้สูงอายุ

ภาพที่ 2.11 รถจักรยานยนตร์พลังงานไฟฟ้า 3 ล้อ ทรงครอบครัว
ที่มา : http://gpsiam.weloveshopping.com/.
สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2558

2.2.5.2.2 รถจักรยานยนตร์พลังงานไฟฟ้าทรงสปอร์ตเหมาะกับผู้หญิง ผู้ชาย แลมีความเร็วกว่า 80-120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ภาพที่ 2.12 รถจักรยานยนตร์พลังงานไฟฟ้าทรงสปอร์ต
ที่มา : Website https:// th.wikipedia.org//).
สืบค้นเมื่อ 12 เมษายน 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5.2.3 รถจักรยานยนตร์พลังงานไฟฟ้า ทรงครอบครัวผสมสปอร์ต เหมาะกับผู้หญิงและผู้ชาย จะเป็นรถจักรยานยนตร์พลังงานไฟฟ้า ทรงครอบครัวผสมสปอร์ต มีจะมีพลังงานสามารถิ่งได้ระยะทางไกลก่วารถจักรยานยนตร์พลังงานไฟฟ้า ทรงครอบครัวและทรงสปอร์ต มีความเร็วกว่า 80-100กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ภาพที่ 2.13 รถจักรยานยนตร์พลังงานไฟฟ้า ทรงครอบครัวผสมสปอร์ต
ที่มา : Website https:// th.wikipedia.org//).
สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2558

2.2.5.2.4 รถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้า (Scooter หรือ Motor Scooter) คือ รถจักรยานยนต์ขนาดเบา มีล้อขนาดเล็ก เป็นยานพาหนะที่เป็นที่นิยมอย่างมาก เนื่องจากมีราคาถูก และสวยงาม ในปัจจุบันก็ยังมีกลุ่มคนบางกลุ่มที่ยังนิยมใช้อยู่แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 รถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้า ที่ไม่มีระบบทรงตัวแบบธรรมดา

ภาพที่ 2.14 รถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้า แบบธรรมดา
ที่มา : Website https:// th.wikipedia.org//).
สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2558

.2 รถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้า ที่มีระบบทรงตัวเรียกว่าเซกเวย์

ภาพที่ 2.15 รถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้า แบบเซกเวย์
ที่มา : Website https:// th.wikipedia.org//)
. สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ศึกษาข้อมูลหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

2.3.1 ความหมายและปัจจัยของการออกแบบผลิตภัณฑ์

การออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Design) คือ การออกแบบสิ่งของ เครื่องใช้ เพื่อนำมาใช้สอยในชีวิตประจำวัน โดยเน้นการผลิตเป็นจำนวนมาก ในรูปสินค้าเพื่อให้ผ่านไปยังผู้ซื้อหรือผู้บริโภค (Consimer) ในวงกว้าง โดยที่รูปแบบและคุณภาพของผลิตภัณฑ์จะเป็นปัจจัยสำคัญ ชักจูงผู้บริโภคให้เกิดความกระหายที่จะจ่ายเงินซื้อผลิตภัณฑ์นั้น

จากข้อสรุปข้างต้น การออกแบบผลิตภัณฑ์จึงเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายด้าน ซึ่งควรจะได้พิจารณา (วิรุณ ตั้งเจริญ. 2526 : 111-114) คือ

2.3.1.1. การออกแบบที่สัมพันธ์กับคุณภาพของผลิตภัณฑ์

การออกแบบผลิตภัณฑ์ ควรจะพิจารณาถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นประการแรก เพื่อจะได้ออกแบบให้ได้ความคงทนถาวรมากน้อย หรือออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งานเพียงชั่วคราวของผลิตภัณฑ์นั้น เพราะการออกแบบจะต้องคำนึงถึงวัสดุและเวลาการผลิตไปพร้อมกัน ถ้าออกแบบโดยไม่ได้ศึกษาถึงคุณภาพตามเป้าหมายของการผลิตแล้ว ก็ไม่สามารถออกแบบที่เหมาะสมได้ เช่น การออกแบบที่ทิ้งเศษกระดาษขนาดเล็กสำหรับตั้งข้างโต๊ะทำงาน โดยมีเป้าหมายจะจำหน่ายในราคาถูก ประกอบกับที่ทิ้งเศษกระดาษไม่ต้องใช้งานหนัก ทำให้คุณภาพของที่ทิ้งเศษกระดาษมีคุณภาพอยู่ในระดับหนึ่ง เมื่อทราบถึงเป้าหมายคุณภาพเช่นนี้ การออกแบบก็ต้องคำนึงถึงการประหยัด รูปทรงที่สัมพันธ์กับคุณภาพของวัสดุและการใช้งาน

2.3.1.2. การออกแบบที่สัมพันธ์กับวัสดุและกระบวนการผลิต

การออกแบบที่สัมพันธ์กับวัสดุและกระบวนการผลิต ในที่นี้ใคร่ขอย้ำทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยตรง ด้วยการผลิตสิ่งของเครื่องใช้หรือผลิตภัณฑ์ในรูปสินค้าปัจจุบันนี้ กำลังการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์จำนวนมาก มีความจำเป็นยิ่ง เครื่องมือที่ใช้ในการผลิต เช่น เครื่องจักรกล หรือเครื่องทุ่นแรงอื่นๆ ย่อมเหมาะสมกับวัสดุอย่างหนึ่ง ทำให้การออกแบบผลิตภัณฑ์ต้องพิจารณาถึงวัสดุและกระบวนการผลิตไปพร้อมกัน เช่น การออกแบบโคมไฟฟ้า ซึ่งผลิตด้วยเครื่องจักรที่ต้องใช้พลาสติกเป็นวัสดุในการผลิต โคมไฟฟ้าควรจะต้องมีรูปทรงง่ายๆ ไม่ต้องมีโครงสร้างยื่นไปมาเหมือนโคมไฟฟ้าที่ผลิตด้วยมือและวัสดุไม้ไผ่ เป็นต้น

2.3.1.3. การออกแบบที่สัมพันธ์กับความต้องการของผู้บริโภค

หน้าที่ใช้สอยของผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้น เป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้ออกแบบจะต้องพิจารณา แม้การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องกลไกซับซ้อน ผู้ออกแบบจะไม่รู้ระบบการทำงานผลิตภัณฑ์นั้นทั้งหมดก็ควรจะรู้การทำงานของในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ เช่น การออกแบบวิทยุทรานซิสเตอร์ ผู้ออกแบบจะต้องรู้ถึงหน้าที่ใช้สอยของวิทยุในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ เช่น หน้าปัดจะต้องมีคลื่น AM หรือ FM อย่างไร มีปุ่ม Tuning, Volume, Tone หรือปุ่มอื่นใดอีก มีเสาอากาศหรือไม่ เป็นต้น หรือแม้แต่การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับเครื่องกลไก ผู้ออกแบบก็ต้องทำความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าใจกับหน้าที่ใช้สอยเป็นประการสำคัญด้วย เช่น การออกแบบชุดกาแฟ ควรจะรู้ปริมาณความจุของถ้วยกาแฟที่ไม่มากไม่น้อย ที่จับที่ถนัดมือ ไม่ลื่นหรือตกได้ง่าย จานรองที่กระชับก้นถ้วย ไม่ลื่นไปมาได้ง่าย ความหนาบางที่ควรจะเก็บความร้อนได้ระยะหนึ่ง เป็นต้น

2.3.1.4. การออกแบบที่มีคุณค่าทางความงาม

การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่สัมพันธ์กับความต้องการของผู้บริโภค อาจจะพิจารณาได้สองแง่ คือ ความต้องการที่สอดคล้องกับชีวิตการเป็นอยู่ และความต้องการที่สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ ความต้องการที่สอดคล้องกับชีวิตการเป็นอยู่ เป็นความต้องการที่เหมาะสมกับสภาพวัฒนธรรม รสนิยม และการใช้ผลิตภัณฑ์นั้นๆ เช่น การออกแบบเตาที่มีวิธีการใช้ยุ่งยาก มีเตาอบ มีที่ย่างเนื้อสัตว์ มีเตาอุ่น เตาลักษณะนี้ อาจจะไม่สอดคล้องกับความต้องการของชีวิตการเป็นอยู่ในชนบทก็ได้ หรือการออกแบบจานให้มีลวดลายเป็นรูปเท้า ก็อาจจะไม่สอดคล้องกับวัฒนธรรมและรสนิยมของคนไทย นอกจากนั้นแล้ว ความต้องการของผู้บริโภคยังเกี่ยวข้องกับสภาพเศรษฐกิจโดยตรงอีกด้วย ถ้าสภาพสังคมที่มีกำลังเศรษฐกิจต่ำการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูง ราคาสูง สินค้าฟุ่มเฟือย หรือเน้นความงามทางการออกแบบมากจนผลิตภัณฑ์นั้นราคาสูง การออกแบบเช่นนี้ อาจจะไม่สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคก็ได้

2.3.2 หลักการออกแบบอุตสาหกรรม

การออกแบบทั่วๆ ไป โดยเฉพาะทางด้านผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นักออกแบบต้องพิจารณาด้านต่างๆ ดังนี้ (อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2549 : 10-12)

2.3.1.1 หน้าที่ใช้สอย (Function) การออกแบบที่ดีต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับการใช้งาน ต้องสามารถทำหน้าที่ได้ตามวัตถุประสงค์ ต้องเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอยและการใช้งาน เช่น โทรศัพท์มือถือ จะต้องสะดวกพกและมีเสียงที่ชัดเจน เพราะหน้าที่ของโทรศัพท์ คือ ติดต่อสื่อสารด้วยเสียง

2.3.1.2 ความปลอดภัย (Safety) การออกแบบต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้และผู้ที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นความปลอดภัยขณะใช้งานหรือหลังใช้งาน ไม่สร้างมลพิษให้กับสิ่งแวดล้อมและสังคม จึงต้องเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมและไม่ก่อให้เกิดปัญหาโดยรวม

2.3.1.3 ความแข็งแรง ทนทาน (Durability) การออกแบบต้องตอบสนองการใช้งานได้เป็นเวลานานตามที่กำหนดไว้ในคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้นๆ

2.3.1.4 ความประหยัด (Economic) การออกแบบต้องใช้วัสดุอย่างประหยัดและเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับงาน โดยที่ราคาจะต้องไม่แพง

2.3.1.5 วัสดุ (Material) การออกแบบควรเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับงาน มีความทนทานและประหยัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.6 โครงสร้าง (Construction) การออกแบบโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ควรทำให้เหมาะสมกับงาน มีความทนทาน ประหยัด และใช้วัสดุที่เหมาะสม กรรมวิธีการผลิตต้องเหมาะสมกับวัสดุนั้นๆ ด้วย

2.3.1.7 ความสะดวกสบาย (Egonimic) การออกแบบต้องคำนึงถึงความสะดวกสบายของผู้ใช้ มีขนาด สัดส่วน ความสูง น้ำหนัก ที่เหมาะสมกับผู้ใช้

2.3.1.8 ความสวยงาม (Aesthetic) การออกแบบต้องมีองค์ประกอบที่สวยงาม สามารถดึงดูดความสนใจของกลุ่มเป้าหมายได้

2.3.1.9 มีลักษณะเฉพาะ (Personality) การออกแบบต้องดึงเอาความโดดเด่นของสิ้นค้าออกมาให้กลุ่มเป้าหมายเห็น และต้องมีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์อื่นทั่วๆ ไป

2.3.1.10 กรรมวิธีการผลิต (Production) การออกแบบต้องคำนึงถึงขั้นตอนในการผลิตด้วยว่าสามารถทำได้จริง สะดวก และง่าย ไม่ยุ่งยาก เพื่อลดความเสียหายในการผลิต

2.3.1.11 การซ่อมบำรุงรักษา (Easy of Maintenance) เมื่อใช้งานผลิตภัณฑ์ไประยะหนึ่งแล่วเกิดความเสียหาย แล้วสามารถซ่อมแซมได้ง่ายๆ ด้วยตัวเอง ไม่ยุ่งยาก หรือเสียค่าบำรุงรักษามากเกินไป

2.3.1.12 การขนส่ง (Transportation) การออกแบบต้องถึงการบรรจุสินค้า การขนส่งสินค้าด้วย ต้องทำให้การขนส่งทำได้ง่าย สะดวกรวดเร็วในทุกรูปแบบของการขนส่ง และต้องสามรถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้ปลอดภัยระหว่างการขนส่งด้วย

2.3.3 คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ดี

สิ่งที่จะเป็นตัวนำทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมานั้น เป็นผิตภัณฑ์ที่ดี มีคุณสมบัติครบถ้วนตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ ก็คงจะต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ที่ผลิตภัณฑ์ควรมี (ธีระชัย สุขสด, 2544 : 93-94) ดังนี้

2.3.3.1 ความแปลกใหม่ (Innovative) ความแปลกใหม่ของผลิตภัณฑ์ควรเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ซ้ำซาก มีการนำเสนอความแปลกในด้านต่างๆ เช่น ประโยชน์ใช้สอย รูปแบบ วัสดุ เป็นต้น

2.3.3.2 มีที่มา (Story) ผลิตภัณฑ์ที่มีประวัติหรือมีที่มาเล่าเรื่องได้ ไม่ว่าจะเป็นต้นกำเนิดความคิดรวบยอด (Concept) ของการออกแบบให้ผู้บริโภคทราบถึงเรื่องราวเหล่านี้ เช่น นาฬิกาของประเทศสวิตเซอร์แลนด์ยี่ห้อหนึ่ง ที่กล่าวถึงต้นกำเนิดมาจากงานช่างฝีมือในหมู่บ้านทีเก่าแก่หมู่บ้านหนึ่ง ที่มีการทำสืบทอดกันต่อๆ มาจนถึงปัจจุบัน เป็นต้น

2.3.3.3 ระยะเวลาเหมาะสม (Timing) มีระยะเวลาที่นำผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาดนั้นเหมาะสมตามฤดูกาล หรือตามความจำเป็น หรือเหมาะสมกับความต้องการของผู้บริโภค ในช่วงเวลานั้นๆ เช่น ผลิตภัณฑ์เสื้อกันฝนหรือร่ม ก็ควรจะออกสู่ตลาดฤดูฝน หรือผลิตภัณฑ์เสื้อผ้าชุดนักเรียนก็ออกสู่ตลาดช่วงฤดูกาลก่อนเปิดภาคเรียน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.4 ราคาพอสมควร (Price) ราคาพอสมควร หมายถึง ราคาขายเหมาะสมกับกำลังซื้อของผู้บริโภคในตลาดที่ผลิตภัณฑ์นี่ส่งไปขาย ซึ่งคงจะต้องอาศัยการศึกษาวิจัยกลุ่มผู้บริโภคให้ได้ข้อมูลออกมาก่อนที่จะเริ่มทำการออกแบบและผลิต

2.3.3.5 มีข้อมูลข่าวสาร (Information) ข้อมูลข่าวสารของตัวผลิตภัณฑ์ควรจะสื่อให้ผู้บริโภคได้ทราบและเข้าใจอย่างถูกต้องในด้านการใช้งานประโยชน์ใช้สอย ผู้ที่เกี่ยวข้องในส่วนของการเสนอขายผลิตภัณฑ์ทุกระดับต้องมีความรู้เรื่องผลิตภัณฑ์นั้นอย่างละเอียด เพื่อการถ่ายทอดข้อมูลผลิตภัณฑ์ไปยังผู้ซื้อได้อย่างถูกต้อง จะบังเกิดความเข้าใจและสร้างภาพลักษณ์ที่ดีแก่ผลิตภัณฑ์นั้น

2.3.3.6 เป็นที่ยอมรับ (Regional Acceptance) ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของสังคมหรือหมู่ชนทุกชั้นทุกระดับที่เป็นกลุ่มเป้าหมายของผลิตภัณฑ์ ไม่เป็นสิ่งที่ทำให้เสื่อมเสียหรือขัดต่อขนบธรรมเนียม วัฒนธรรม หรือศาสนา

2.3.3.7 อายุการใช้งานเหมาะสม (Life cycle) อายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ มีความแข็งแรง คงทนต่อสภาพของการใช้งาน เหมาะสมกับระยะเวลา หรือมีอายุการใช้งานที่เหมาะสมกับลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือราคาที่จำหน่าย

2.4 ศึกษาข้อมูลวัสดุ และกรรมวิธีกรรมผลิตรถจักรยานยนต์พลังงานไฟฟ้าขอบคุณข้อมูลอ้างอิงจาก

2.4.1 ประเภทของวัสดุที่ใช้ทำโครงจักรยาน

2.4.1.1ไทยทาเนียม (Titanium)

ไททาเนียม นักนักจักรยานน้อยคนนักที่ไม่รู้จักคำนี้ เพราะเฟรมจักรยานที่ผลิตขึ้นมาจากวัสดุประเภทนี้ย่อมเป็นที่ปรารถนาของบรรดา นักนักจักรยานทุกคน จะเป็นเพราะเหตุใดที่หลาย ๆ คนเพ่งสายตาและความรู้สึกมาที่ ไททาเนียม หากจะมองด้วยสายตามันก็ไม่ได้วิเศษไปกว่าเฟรมที่ใช้วัสดุอื่น ๆ ผลิตขึ้นมามากมายนัก ไททาเนียม (Titanium) เป็นธาตุในโลหะที่ถูกค้นพบในปี ค.ศ.1797 โดย William Gregor เป็นโลหะที่มีแสงเป็นประกายขาวคล้ายเงิน มีความทนทานต่อการสุกร่อนเป็นเยี่ยม ดัดโค้งงอได้ตามต้องการ เมื่อทำให้ร้อน มีน้ำหนักเบา เมื่อทำให้เป็นวัตถุผสม มีความแข็งแรงทนต่อการบิดดึงได้ดีมาก แต่ขึ้นรูปหรือเชื่อมต่อให้สวยงามได้ยากต้องใช้ผู้ชำนาญและอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อชนิดพิเศษ ส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้ในการทำชิ้นส่วนของเครื่องบิน ยานอวกาศ เรือดำน้ำ ดาวเทียม รวมถึงรากฟันเทียม และบางส่วนของขีปนาวุธ นอกจากค้นพบได้ในโลกเราแล้ว ยังพบว่ามีอยู่ในดวงอาทิตย์ และดวงดาวต่าง ๆ อีกด้วย ไททาเนียม เป็นวัตถุต้องห้าม ที่ต้องมีใบอนุญาตในการซื้อขาย มีราคาแพง ไม่มีขายตามร้านค้าวัสดุทั่วไป เหมือนกับเหล็กหรืออลูมิเนียม เฟรมไททาเนียมนั้นมีอยู่สองเกรดด้วยกัน คือ ท่อที่ผลิตในอเมริกา กับท่อที่ผลิตในประเทศจีนและรัสเซีย ข้อแตกต่างกันที่ต้นทุนการผลิตและคุณภาพ ราจึงแตกต่างกันมาก โดยปกติไททาเนียมจะมีส่วนผสมของโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สองชนิตามอัตราส่วนดังนี้ คือ3AL/2.5V = (Aluminium = 3 % / Vanadium = 2.5 %) ส่วนที่เหลือเป็น Titanium4AL/6V = (Aluminium = 4 % / Vanadium = 4 %) ส่วนที่เหลือเป็น Titaniuam ท่อไททาเนียมที่ทำจากรัสเซีย มีทั้งสองชนิดเหมือนกัน แต่เมื่อทดสอบคุณภาพแล้วพบว่าท่อของรัสเซียมีคุณภาพด้วยกว่าที่ทำในอเริกาถึง 40 % ในด้านความทนทานต่อแรงบิดดึง ส่วนท่อไททาเนียมที่ผลิตในประเทศจีนนั้น ใช้สวนผสม 3AL/2.5V ถึงแม้จะมีส่วนผสมทางเคมีอยู่ในระดับเดียวกัน กับมาตรฐานทั่วไป แต่พบว่าของจีนยังมีส่วนผสมอื่น ๆ ปนอยู่ ทำให้ความแข็งแรงด้อยไปกว่าที่ผลิตในรัสเซียเสียอีก จึงลงความเห็นว่า ท่อไททาเนียมทั้งที่ผลิตในรัสเซียและผลิตในประเทศจีนยังมีคุณภาพและน้ำหนักไม่ดีเท่ากับที่ผลิตในอเมริกา ผู้ผลิตเฟรมจักรยานหลายรายที่ใช้ท่อไททาเนียมที่ทำในประเทศรัสเซียและจีน ต้องใช้กลยุทธ์ในการขายสินค้าของตนโดย "รับประกันคุณภาพตลอดอายุการใช้งาน" แต่ถ้าผู้ซื้อมีปัญหาได้รับการเปลี่ยนเฟรมไปแล้ว ปัญเดิมก็จะตามาอีก ในสหรัฐอเมริกา Sandvik คือผู้ผลิตท่อไททาเนียม ที่มีชื่อเสียงที่สุดรายหนึ่ง และเป็นที่นิยมสำหรับการนำมาทำเฟรมจักรยาน จึงมีการประมูลสิทธิ์ในการซื้อท่อ เพื่อไปใช้ในการทำจักรยานของตนแต่เพียงผู้เดียว อย่างไรก็ตาม Sandvik ไม่ใช่ผู้ผลิตท่อไททาเนียมรายเดียวในอเมริกา เช่น เฟรมชั้นยอดของ Merlin กลับไปใช้ท่อไททาเนียมของ Haynes ที่ผลิตในเมือง Arcadia รัฐ Louisiana ซึ่งเป็นแหล่งผลิตท่อไททาเนียมระดับท๊อป ราคาแพง คุณภาพเยี่ยมอีกยี่ห้อหนึ่ง

ภาพที่ 2.16 โครงจักรยานไทยทาเนียม (Titanium)
ที่มา : Website https:// th.wikipedia.org//
สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.2 เหล็ก (Steel)

เหล็กเป็นวัสดุดั้งเดิมในการใช้ทำตัวถังจักรยาน ให้ความรู้สึกที่ดีในการขับขี่ ควบคุมง่าย ขี่สนุก ให้ตัวดี ไม่แข็งกระด้าง แข็งแรง ทนทาน รับน้ำหนักได้ดีแต่ข้อเสียคือ มีน้ำหนักมาก ลำบากในการดูแลรักษา เพราะเป็นสนิมง่าย แต่ก็ยังมีผู้ผลิตที่ใช้เหล็กคุณภาพดี ทำรถจักรยานออกมาวางจำหน่ายไปไม่น้อยดีเดียว เช่น Breezer และ Voodoo และมีนักแข่ง และผู้ที่นิยมจักรยานไม่น้อยทีเดียวที่นิยมชมชอบ กับตัวถังจักรยานที่ผลิตจากเหล็ก แต่ด้วยคุณสมบัติของเหล็กตามที่ได้กล่าวไว้ว่ามีน้ำหนักมาก จึงไม่ค่อยมีนักแข่งนิยมใช้กันมากนัก เพราะยังมีวัสดุประเภทอื่นที่มีคุณภาพใกล้เคียงหรือดีกว่า ใช้ในการทำตัวถังจักรยานประกอบกับข้อได้เปรียบที่มีน้ำหนักน้อยกว่าตัวถังที่ทำด้วยเหล็กด้วยเหตุผลนี้ เหล็กจึงไม่ค่อยจะเป็นที่นิยมนำมาใช้เป็นวัสดุสำหรับผลิตจักรยานในเชิงการกีฬา เหล็กจึงเป็นที่นิยมในการผลิตตัวถังจักรยานในเชิงพาณิชย์โดยทั่วไปเสียมากกว่า ด้วยคุณสมบัติที่แข็งแกร่งของมัน เหล็กจึงยังสามารถครองตลาดจักรยาน ได้มาตั้งแแต่อดีตกาลจนถึงปัจจุบัน

ภาพที่ 2.17 โครงจักรยานเหล็ก (Steel)
ที่มา : Website https:// th.wikipedia.org//).
สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.3 โครโมลี่ (Chromoly)

เป็นโลหะผสมระหว่างเหล็กกับโมลิบดีนั่ม (Molybdenum) มีน้ำหนักเบากว่าเหล็ก ท่อโครโมลี่ดี ๆ บางยีห้อมีน้ำหนักไม่ต่างจากไททาเนี่ยมเท่าไหร่นัก จุดเด็นของโครโมลี่ก็ให้ตัวดี ขี่สนุก แต่ข้อเสียคือ ดูแลรักษาค่อนข้างยากพอสมควร เป็นสนิมง่ายเหมือนเหล็กทั่ว ๆ ไป ถึงอย่างไรก็ยังเป็นที่นิยมของบรรดานักจักรยานที่แท้จริง หรือนักแข่งมากพอสมควร ท่อโครโมลี่ที่มีชื่อเสียงได้แก่ Ritchey / Reynolds และ Columbus เฟรมโครโมลี่ ราคาไม่แพงนัก ที่นิยมใช้กัน เห็นจะเป็นรถของ KHS โดยใช้ท่อของ True Temper

ภาพที่ 2.18 โครโมลี่ (Chromoly)

ที่มา : Website https:// th.wikipedia.org//).

สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2558

2.4.1.4 อลูมิเนียม (Aluminium)

เป็นเฟรมยอดนิยมของบรรดานักจักรยานทั้งหลายแหล่ เพราะมีน้ำหนักเบา ดูแลรักษาง่าย ไม่เป็นสนิม (แต่เกิดการผุกร่อนได้ อันเกิดจากอลูมิเนียมอ๊อกไซด์) มีให้เลือกหลายเกรด เช่น 6061 / 7005 / หรือ Elan3. / Elite สูตรผสมของท่อ Easton รถเฟรมอลูมิเนียมขี่ไม่ค่อยนิ่มนวลเหมือนเฟรมชนิดอื่น ค่อนข้างแข็งกระด้างเมื่อขับขี่ในทางวิบาก แต่กลับตรงกันข้ามขี่ได้ดีในทางเรียบและทางสูงชัน ราคาไม่แพง มีให้เลือกมากมายในท้องตลาด รูปร่างและสีสรรคสวยงามสะดุดตาผู้พบเห็น *** ข้อควรพึงระวังในการดูแลรักษา สำหรับผู้ใช้เฟรมที่ผลิตด้วยอลูมิเนียม เนื่องจากอลูมิเนียมสามารถเกิดการผุกร่อนได้ด้วยหลาย ๆ สาเหตุ แต่สาเหตุที่สำคัญที่สุดมักจะพบบ่อย ๆ คือไอน้ำจากน้ำเค็ม สำหรับผู้ที่อยู่ติดทะเล ควรหมั่นรักษาเช็ดทำความสะอาดด้วยทุกครั้งหลังจากการใช้งาน และที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้คือ เหงื่อจากตัวเราในระหว่างการขับขี่ หยดเหงื่อที่ไปโดยเฟรมอลูมิเนียมนั้น หากเราละเลยก็อาจจะทำให้เฟรมของเราเกิดการผุกร่อนได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.19 อลูมิเนียม (Aluminium)
ที่มา : Website https:// th.wikipedia.org//).
สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2558

2.4.1.5 คาร์บอนไพเบอร์ (Carbon Fiber)

เป็นอีกเทคโนโลยี่หนึ่ง ที่คิดค้นมาเพื่อทำเฟรมจักรยาน และประสบความสำเร็จมานานแล้ว และเป็นที่นิยมชื่นชอบของบรรดานักจักรยานโดยทั่วไปเช่นกัน เพราะมีข้อดีของวัสดุชนิดนี้คือ มันสามารถทำให้แข็งกระด้างมากหรือน้อย ทำให้เบามาก หรือนำไปเสริมในบางจุดที่ต้องรับแรงกระแทกมาก ๆ ได้ นอกจากนั้น ยังทนต่อการกัดกร่อนสูง ส่วนข้อเสียก็คือ มีราคาแพง เชื่อมต่อยาก ดังนั้นตามข้อต่อที่รับแรงกระแทกสูง ๆ จะเกิดปัญหาได้ง่าย เขาจึงเลือกที่จะนำคาร์บอนไฟเบอร์ไปทำตัวถังประเภท โมโนค็อด (monocogne) หรือเฟรมชิ้นเดียวแทน ดังที่เห็นกันมากในรถฟูลซัสเพนชั่นโดยทั่ว ๆ ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.20 คาร์บอนไพเบอร์ (Carbon Fiber)
ที่มา : Website https:// th.wikipedia.org//.
สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2558

2.4.2 ชนิดของมอเตอร์จักรยานไฟฟ้า

ชนิดของมอเตอร์จักรยานไฟฟ้ามอเตอร์จักรยานไฟฟ้าเป็นส่วนที่สำคัญเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นแรงกลในการหมุน มอเตอร์ไฟฟ้ามีหลายชนิด ประสิทธิภาพแตกต่างกันราคาก็แตกต่างกัน ทำให้ราคาของจักรยานไฟฟ้าแตกต่างกันด้วย มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีราคาค่อนข้างถูกแต่ประสิทธิภาพยังไม่ดีนัก มอเตอร์ไร้แปรงถ่านประสิทธิภาพจะสูงกว่ามากถึง 90% การดูแลรักษาต่ำ ประสิทธิภาพคืออัตราส่วนระหว่างกำลังที่ได้กับพลังงานไฟฟ้าที่ใส่เข้าไปให้มอเตอร์

2.4.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบมีแปรงถ่าน (Brushed DC Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงประเภทนี้เป็นมอเตอร์แบบง่ายที่สุด มีใช้งานมากว่า 100 ปี กำลังที่เกิดขึ้นได้มาจากแบตเตอรี่ไปสู่มอเตอร์โดยผ่านสายไฟ โดยกระแสไฟฟ้าจะผ่านแปรงถ่านไปสู่ คอมมิวเตเตอร์ ที่ทำจากทองแดง และจะผ่านไปยังชุดขดลวดทองแดง และกลับมายังแปรงถ่านอีกด้านหนึ่งแล้วย้อนกลับมายังแบตเตอรี่ มอเตอร์จะทำงานตรงกันข้ามกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือเจนเนอเรเตอร์ที่ถูกคิดค้นมาตั้งแต่ ศตวรรษที่ 19 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะสร้างกระแสไฟฟ้าเมื่อมีแรงมากระทำให้เพลาหมุนได้เร็วกว่าเมื่อเป็นมอเตอร์ และมีสภาพเป็นเจนเนอเรเตอร์ขดลวดที่ยึดติดกับเพลามอเตอร์ทำหน้าที่เป็นแม่เหล็กที่จะผลักกับแม่เหล็กถาวรที่ถูกยึดกับตัวเคสมอเตอร์ โดยปกติจะมีขดลวดสองชุด เมื่อมีแรงเกิดขึ้นจากขดลวดหนึ่ง แรงผลักของแม่เหล็ก จะพยายามหมุนเพลาให้ห่างจากแม่เหล็กที่ยึดติดไว้ ถ้าปราศจากคอมมิวเตเตอร์มอเตอร์จะหมุนไปได้เล็กน้อยแล้วหยุด แต่คอมมิวเตเตอร์ทำหน้าที่เหมือนสวิทช์ความเร็วสูง ดังนั้นเมื่อขดลวดหมุนผ่านแม่เหล็ก กำลังจะถูกส่งขดต่อไป ทำให้เกิดการหมุนต่อเนื่อง ที่ความเร็วต่ำการหมุนแต่ละครั้งรู้สึกได้ แต่เมื่อหมุนที่ความเร็วสูงขึ้นหลายพันรอบต่อนาทีการหมุนจะนิ่มนวลต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อธิบายรูป ดีซีมอเตอร์ ไฟฟ้าไหผ่านจากแบตเตอรี่เข้ายังแปรงถ่านและกระแสจะไปไปยังคอมมิวเตเตอร์ผ่านขดลวด เมื่อมอเตอร์หมุนกระแสไฟยังผ่านไปยังขดลวดอีกชุดด้วย กระแสไฟฟ้าจะไหลกลับผ่านแปรงถ่านอีกด้าน และกลับเข้าสู่แบตเตอรี่ กระแสที่ไหลผ่านขดลวดจะทำให้เกิดแม่เหล็กไฟฟ้าผลักกับแม่เหล็กถาวรที่ยึดติดกับโครงมอเตอร์ ทำให้ขดลวด คอมมิวเตเตอร์ และเพลาหมุน

ภาพที่ 2.21 มอเตอร์ดีซีแบบมีแปรงถ่าน
ที่มา : http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_motor.
สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2558

มีข้อเสียสำหรับมอเตอร์ชนิดนี้สองสามข้อ แปรงถ่านจะยืดตัวได้น้อยลงเมื่อคอมมิวเตเตอร์สึกกร่อนไปเรื่อยๆ จำเป็นต้องมีการซ่อม ยิ่งไปกว่านั้นแปรงถ่านเมื่อเสียดสีกับคอมมิวเตเตอร์ยังทำให้ลดทอนกำลังที่เกิดขึ้น ดังนั้นระบบการสวิทช์แบบง่ายๆที่คอมมิวเตเตอร์ทำให้ระบบมีประสิทธิภาพต่ำ

ข้อดีของมอเตอร์ชนิดนี้ มอเตอร์ชนิดนี้มีโครงสร้างที่ง่าย แข็งแรงและเชื่อถือได้ สามารถใช้งานโดยต่อกับแบตเตอรี่ ต่อหมุนกลับทางโดยการกลับขั้วได้ ใช้ในที่สั่นสะเทือนได้ ใช้ในที่ชื้นได้ โดยไม่มีปัญหามากนัก แต่ปัจจุบันใช้กันน้อยลง ข้อดีอีกอย่างคือ มีสายเพียงแค่สองเส้นที่เข้ามอเตอร์ ทำให้ง่ายต่อการจัดสายบางบริษัทผู้ผลิตใช้มอเตอร์ประเภทนี้เพื่อให้ถอดล้อออกได้เร็วและเปลี่ยนชุดควบคุม

มอเตอร์บางชนิดใช้แม่เหล็กไฟฟ้าแทนที่แม่เหล็กถาวรแต่ก็ไม่ได้มีการใช้งานอย่างกว้างขวางกับจักรยานไฟฟ้าวิธีการง่ายที่สุดในการควบคุมความเร็วดีซีมอเตอร์ คือการใส่ตัวต้านทานระหว่างแบตเตอรี่กับมอเตอร์ ตัวต้านทานอาจเป็นโลหะหรือวัสดุอื่นใดที่สามารถต้านทานการไหลของอีเล็กตรอน อาจกล่าวว่าต้องสามารถทนต่อธารกระแสอีเล็กตรอนได้ แต่ตัวต้านทานมีขนาดเทอะทะ เป็นอุปกรณ์ไร้ประสิทธิภาพ และจำเป็นต้องมีการระบายความร้อนที่ดี เนื่องจากผลของความเร็วของรถที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิ่งและการเร่งคันเร่งจะทำให้พลังงานจากแบตเตอรี่ที่มีค่าส่วนหนึ่งสูญเสียในรูปความร้อน ในทางปฏิบัติมีแค่เพียงจักรยานไฟฟ้ายุคแรกๆที่ใช้ความต้านทานในการปรับความเร็ว จักรยานไฟฟ้าของโลกเพิ่งถูกพัฒนาในเชิงอุตสาหกรรมในช่วงปี 2523 ในช่วงดังกล่าวเริ่มมีการนำทรานซิสเตอร์มาใช้ในการควบคุมความเร็วในตอนแรกทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เหมือนตัวต้านทานแบบดั้งเดิมที่ใช้ในการปรับความเร็วมอเตอร์ทำให้มีการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าเมื่อวิ่งที่รอบต่ำระบบที่ดีกว่าที่ใช้ในการปรับกระแสไฟฟ้าด้วยการเปิดและปิดสวิทช์อย่างเร็วมากเรียกว่า PWM (Pulse Width Modulation) ถ้าปล่อยอีเล็กตรอนให้ไหล 10% ในช่วงเวลาหนึ่ง ระดับแรงดันเอาท์พุทจะเป็น 10% ของแรงดันสูงสุด ถ้าปล่อยอีเล็กตรอนให้ไหล 50% ในช่วงเวลาหนึ่ง ระดับแรงดันเอาท์พุทจะเป็น 50% ของแรงดันสูงสุด ความเร็วในการสวิทช์นี้ปกติจะเร็วมาก (เศษหนึ่งส่วนพันวินาที) ทำให้เป็นไปไม่ได้ที่จะรู้สึกได้ว่ามีการเปิดปิดสวิทช์ความเร็วสูงแต่อาจมีการสั่นหรือเสียงดังหอนมาจากตัวมอเตอร์เมื่อคันเร่งบิด

ตัวควบคุมอีเล็กทรอนิกส์มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบ PWM ดังกล่าว มีประสิทธิภาพสูงมากถึง 90% (หรือบางรุ่นอาจมากกว่า) ในอดีตชุดควบคุมมีขนาดใหญ่และหนัก แต่ปัจจุบันมีชุดควบคุมมีขนาดเล็กราคาถูกสำหรับเครื่องบินบังคับวิทยุ ยังไม่สามารถนำมาใช้ควบคุมจักรยานไฟฟ้าได้ เนื่องจากว่าชุดควบคุมขนาดเล็กเหล่านี้ยังไม่สามารถนำมาควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้

ภาพที่ 2.22 มอเตอร์ดีซีแปรงถ่านแบบมีเฟืองทด
ที่มา : http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_motor.
สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.23 การติดตั้งมอเตอร์ดีซีแปรงถ่านแบบมีเฟืองทด
ที่มา : http://www.gngebike.com/250w
สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2558

2.4.2.2 มอเตอร์แบบไร้แปรงถ่านไฟกระแสตรง (Brushless DC (BLDC) Motor)

มอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน คล้ายๆกับมอเตอร์ดีซี แต่แม่เหล็กภายในมอเตอร์จะเป็นตัวหมุน ขดลวดภายในมอเตอร์จะได้รับกำลังจากแบตเตอรี่ถูกวางในตัวเคสมอเตอร์หรือภายในแม่เหล็กที่หมุน ด้วยการจัดเรียงแบบนี้ทำให้มีข้อดีคือไม่มีแปรงถ่านที่จะถ่ายทอดกำลังผ่านส่วนที่หมุนของมอเตอร์

มอเตอร์ที่ใช้ในบ้าน เช่นเครื่องซักผ้า และมอเตอร์อื่นๆที่ใช้กันในครัวเรือน ส่วนใหญ่จะเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) จากสายไฟฟ้าตามบ้าน ซึ่งสามารถแทนที่หน้าที่การสวิทช์คอมมิวเตเตอร์ในดีซีมอเตอร์ ไฟฟ้ากระแสสลับอีเล็กตรอนจะวิ่งกลับไปกลับมาอย่างรวดเร็วโดยปกติเป็น 50 ครั้งต่อวินาทีสิ่งที่น่าสนใจคืออีเล็กตรอนไม่ได้วิ่งเป็นระยะทางไกลๆ จริงๆแต่เป็นการเคลื่อนที่ต่อเนื่องจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนสามารถนับได้ถึงแม้นอีเล็กตรอนจะเปลี่ยนทิศทางเคลื่อนที่กลับไปกลับมาก็ตามเราอาจได้เห็นการใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับกับจักรยานไฟฟ้าในอนาคต แต่ในปัจจุบันยังไม่มีการใช้งานมากนักเนื่องจากว่าการใช้งานเป็นไปได้ยากโชคดีที่จักรยานไฟฟ้าส่วนใหญ่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสตรงมีวงจรอีเล็กทรอนิกส์จะทำการสวิทช์จ่ายไฟเข้าขดลวดมอเตอร์แต่ละชุดและสร้างสนามแม่เหล็กที่หมุนได้อย่างรวดเร็วเพื่อให้พลักกับแม่เหล็กถาวร และทำให้เพลาของมอเตอร์หมุนความยากลำบากคือการระบุว่าควรจะสวิทช์จ่ายไฟฟ้าไปยังขดลวชุดไหนดีปัญหานี้สามารถแก้ได้โดยการใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่งขนาดเล็กที่อยู่ในมอเตอร์เชื่อมโยงด้วยสายไฟฟ้าไปยังชุดควบคุมเซ็นเซอร์นี้เรียกว่าฮอลล์เซ็นเซอร์ฮอลล์เซ็นเซอร์จะเป็นตัวบอกตัควบคุมว่าตำแหน่งเพลาของมอเตอร์อยู่ที่ใด มอเตอร์จะส่งพัลซ์ปิดสวิทช์ขดลวด A (ปกติมีขดลวดสามชุด) เมื่อมอเตอร์หมุนไปเล็กน้อย เซ็นเซอร์จะอัพเดทตำแหน่งใหม่ของเพลาให้กับชุดควบคุม ขดลวดชุด B ทำงานและต่อเนื่องเช่นนี้ไปเมื่อเทียบกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเมื่อหมุนกระตุกเมื่อวิ่งด้วยความเร็วรอบต่ำเมื่อหมุนเร็วมอเตอร์จะเงียบและวิ่งราบเรียบขึ้นจุดสัมผัสของมอเตอร์BLDCคือตลับลูกปืนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รองรับเพลากับตัวเฟรมมอเตอร์คุณลักษณะที่ดีของมอเตอร์ชนิดนี้คือการสลับการทำงานของชุดขดลวดได้อย่างแม่นยำทำให้มอเตอร์ชนิดนี้มีช่วงการใช้งานที่มีประสิทธิภาพดีกว่า มอเตอร์ดีซีมาก ซึ่งสามารถทำให้จักรยานไฟฟ้าวิ่งได้ตั้งแต่ช่วง 3 mi/hr ถึง 15 3 mi/hr เป็นมอเตอร์ที่มีช่วงการทำงานที่น่าประทับใจมาก บ่อยครั้งก็นำไปเป็นมอเตอร์ความเร็วขอบคงที่เช่นมอเตอร์ปั๊มน้ำที่ต่อกับโซล่า

ข้อเสียของมอเตอร์ชนิดนี้คือ ต้องมีชุดควบคุมอีเล็กทรอนิกส์เพื่อให้มอเตอร์ทำงานได้ หากไม่มีชุดควบคุมมอเตอร์จะไม่สามารถทำงานได้เลย ในอดีตชุดควบคุมมีขนาดใหญ่มาก แต่ปัจจุบันชุดควบคุมก็มีขนาดเล็กลง และชุดควบคุมต้องสามารถกันน้ำ ความร้อนและแรงสั่นสะเทือนได้ ถ้าหากเป็นชุดควบคุมภายนอกก็สามารถติดตั้งยกสูง เพื่อไม่ให้โดนน้ำได้ง่าย สายไฟหลักที่เข้าสู่มอเตอร์จะมีสามสายและมีสายสำหรับชุดเซ็นเซอร์สามชุด โดยปกติแล้วสายสำหรับเซ็นเซอร์จะมีห้าเส้น ถ้ามอเตอร์ติดตั้งล้อหน้า ต้องเลือกชุดติดตั้งคุณภาพดี จะมีการเก็บสายที่เรียบร้อยไม่ลุ่มล่าม จะทำให้จักรยานมีปัญหาการเกินสายไฟน้อย การบังคับเลี้ยวทำได้ง่าย หากชุดควบคุมมีการเดินสายไฟไม่เรียบร้อย ไฟฟ้าอาจช็อตได้ และทำให้อุปกรณ์ต่างๆเสียหายได้มอเตอร์ไร้แปรงถ่านแบบมีเซ็นเซอร์นี้จะทำให้เสียงเงียบมาก ไม่มีการต้องเปลี่ยนแปรงถ่าน แต่จำเป็นต้องมีชุดควบคุมอีเล็กทรอนิกส์ที่มีประสิทธิภาพ หากเซ็นเซอร์ชุดใดชุดหนึ่งชำรุด มอเตอร์ก็จะทำงานผิดปกติ หากสายไฟหลักของมอเตอร์ช็อต ก็จะทำให้ชุดควบคุมเสียหายเช่นกัน หากเดินสายไฟเก็บสายไม่ดี

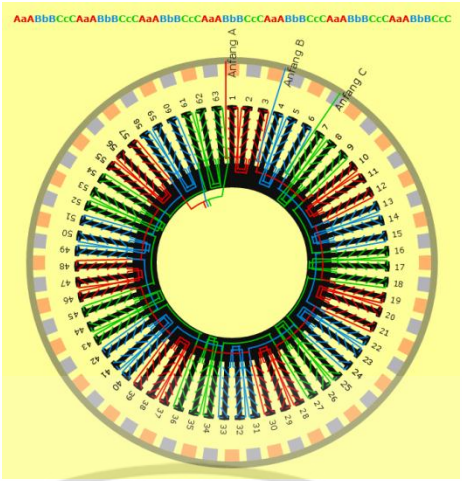
ในเรื่องของการซ่อมบำรุงรักษา ปัจจุบัน ชุดติดตั้งจักรยานไฟฟ้าจากจีน มีราคาที่ถูกกว่าชุดติดตั้งจักรยานไฟฟ้าจากยุโรป อเมริกา และแคนาดามากกว่าสามเท่า หากเป็นชุดติดตั้งจักรยานไฟฟ้าที่มีชื่อและมีตัวแทนจำหน่ายและศูนย์บริการ เช่น ebikr.com จะมีชุดอะไหล่สำรองไว้สำหรับการซ่อมแซม หากชุดติดตั้งที่คุณภาพไม่ดีชื่อเสียง คุณภาพของงานจะต่ำ หาอะไหล่ที่จะมาซ่อมภายหลังไม่มี เวลาซ่อมก็จะไม่คุ้ม ชุดมอเตอร์คุณภาพสูงมีหลายยี่ห้อและผลิตจากหลายแหล่ง เช่นจากโกลเด้นมอเตอร์ ไบออนเอ็กซ์ พานาโซนิค อาจมีการเปลี่ยนแปลงสเปคเล็กน้อยโดยไม่ได้แจ้งข้อมูลให้ทราบล่วงหน้า ผู้ผลิตเหล่านี้อาจมีการผลิตจำหน่ายเป็น OEM ให้ยี่ห้ออื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.24 รูปของล้อดุมมอเตอร์ไร้แปรงถ่าน ด้านซ้ายและขวา
ที่มา : http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_motor.
สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2558

ภาพที่ 2.25 ขดลวดภายในเมื่อมอเตอร์หมุน ขดลวดนี้จะนิ่งอยู่กับที่
ที่มา : http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_motor.
สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.26 การจัดเรียงขดลวด ขดลวดจะอยู่กับที่ส่วนที่หมุน

ที่มา : http://www.birdmanev.com/tech.htm.

สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2558

2.4.2.3 มอเตอร์แบบไร้แปรงถ่านไฟกระแสตรงแบบไม่มีเซ็นเซอร์

แนวคิดของนักออกแบบมอเตอร์ชนิดนี้คือมอเตอร์จะมีแรงดันป้อนกลับเล็กน้อยเข้าสู่ชุดควบคุมเมื่อขดลวดตัดผ่านแม่เหล็กขดลวดสองชุดจะถูกป้อนไฟฟ้าเข้าไปและมีขดลวดอีกหนึ่งชุดจะส่งข้อมูลตำแหน่งของชุดโรเตอร์ไปสู่ชุดควบคุมทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้เซ็นเซอร์ในการตรวจจับตำแหน่ง แต่เมื่อมอเตอร์หยุดนิ่งอยู่กับที่การตรวจจับตำแหน่งก็ทำไม่ได้เลยเปรียบเสมือนตาบอดชุดควบคุมไม่รู้ตำแหน่งของโรเตอร์ เมื่อมอเตอร์เริ่มหมุน จะมีแรงดันไฟฟ้าป้อนกลับไปยังชุดควบคุม ทำให้วิ่งได้เรียบเหมือนมอเตอร์แบบมีเซ็นเซอร์แต่มอเตอร์ชนิดนี้มีข้อเสียคือเมื่อตอนเริ่มหมุนอาจเริ่มหมุนผิดทิศทางเล็กน้อย ดังนั้นการหมุนอาจไม่ราบเรียบเสมอไป แต่ชุดควบคุมที่ฉลาดๆ สามารถแก้ปัญหานี้ได้

ข้อดีของมอเตอร์แบบนี้คือ ขนาดเบา ง่าย กว่ามอเตอร์ชนิดอื่นๆ แต่การควบคุมมีความซับซ้อน สายไฟที่เข้ามอเตอร์มีเพียงแค่สามเส้นดังนั้นการต่อเข้ากับคอนเน็คเตอร์ง่าย มีสายเข้ามอเตอร์ยิ่งน้อยอุปกรณ์ก็ยิ่งเล็กยิ่งเบากว่ามอเตอร์ไร้แปรงถ่านแบบมีเซ็นเซอร์

ข้อเสียของมอเตอร์ชนิดนี้คือจำเป็นต้องมีการทำให้มอเตอร์เริ่มหมุนในตอนเริ่มสตาร์ท ถ้าเป็นจักรยานแบบที่ใช้ตัวช่วยปั่นไฟฟ้า pedelec จะไม่มีปัญหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมอเตอร์ทำงานแล้วไม่ตัดการทำงาน แต่ถ้ามอเตอร์ถูกสั่งให้หมุนหนักขึ้นจากจุดสตาร์ท อาจทำให้มอเตอร์หมุนกระตุก และหยุดหมุน เนื่องจากแรงไม่พอ เหมือนเครื่องยนต์รถที่ออกตัวที่เกียร์สูงแล้วแรงไม่พอ ต้องออกตัวใช้เกียร์ต่ำ การออกแบบเลือกมอเตอร์ที่เหมาะสมเป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะต้องพิจารณาการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ชนิดนี้ ก็เหมือนมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน คือจะเลือกใช้คันเร่งแบบบิดหรือจะใช้เท้าเป็นตัวช่วยออกแรงในตอนเริ่มสตาร์ท(โดยส่วนใหญ่เป็นแบบมอเตอร์ขับกลาง) หรือจะใช้คันเร่งควบคุมความเร็วก็ได้ ในปัจจุบันนี้มอเตอร์ชนิดนี้กำลังอยู่ในช่วงฟัฒนา แต่ก็เริ่มมีใช้บ้างแล้ว สิ่งหนึ่งที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างอย่างชัดเจนคือไม่มีตัวฮอลเซ็นเซอร์ ที่อาจเกิดการเสียหายจากการใช้งานได้ ทำให้มอเตอร์มีอายุการใช้งานที่ยืนยาว

ภาพที่ 2.27 มอเตอร์แบบไม่มีเซ็นเซอร์
ที่มา : http://www.birdmanev.com/tech.htm.
สืบค้นเมื่อ 21 เมษายน 2558

ปัจจุบันมอเตอร์ที่นิยมใช้กับจักรยานไฟฟ้าราคาถูกจะเป็นมอเตอร์ดีซีแบบมีแปรงถ่านธรรมดา ราคาจักรยานรวมจะประมาณหมื่นกว่าบาท หากเป็นมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น จะเป็นมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน จักรยานไฟฟ้าจะมีราคาสองหมื่นกว่าบาทขึ้นไป

2.4.3 ชุดควบคุม

2.4.3.1 ชุดควบคุม DC Motor (Brush)

ชุดควบคุมมอเตอร์แบบดีซี สร้างไม่ยากเท่าไรนัก โดยส่วนใหญ่จะนิยมกันคือ วงจรแบบ PWM (Plus witdth Modulation) วงจรลักษณะนี้จะดีกว่าวงจรควบคุมมอเตอร์แบบลิเนียร์ทั่วไป ตรงที่ สุญเสียพลังงานต่ำ ความร้อนน้อย ทั้งนี้เนื่องจากการทำงานจะเป็นลักษณะพัลส์ คลื่นสี่เหลี่ยมดังรูป ปรับช่วง On-Off ได้ซึ่งเรียกว่า Duty Cycle เช่นถ้า Duty Cycle 100% สัญญาณช่วง Ton จะเป็นเส้นตรงเสมือนกับเราป้อนไฟให้มอเตอร์ตรงๆ นั่นเอง หาก Duty Cycle]ลดเหลือ 50% สัญญาณช่วง Ton จะเป็น 1/2 ของสัณญาณทั้งหมดใน 1 คาบเวลาส่งผลให้แรงดันออก 50% ของแหล่งจ่ายเป็นต้น การทำงานลักษณะนี้กำลังงานสูญเสียจึงน้อย เพราะภาค Output ไม่ต้องทำงานตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่แตกต่างกันออกไป คือหากมอเตอร์มีกำลังวัตต์ที่สูงขึ้นส่วนภาค Power จะต้องใช้อุปกรณ์กำลังจำพวก Mosfet IGBT หรือ Transistor ที่มีกำลังสูงขึ้นหรือจะต่อขนานหลายตัวมากขึ้นเพื่อให้สามารถรองรับกระแส ตามที่มอเตอร์ต้องการได้

กล่าวคือชุดควบคุมจะมี 2 ภาคการทำงานหลักๆ คือภาค Drive และภาค Power ดังที่กล่าวไปในเบื้องต้น ภาค Driver จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณ PWM

เพื่อส่งต่อไปยังภาค Power เพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์อีกทีหนึ่ง

ภาค Driver ที่เห็นๆ กันอยู่มักใช้

Opamp เพื่อกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อย และใช้ Opamp อีกตัวมาทำการ Compare แรงดันกันเพื่อให้ได้ สัญญาณ PWM ดังวงจรทางขวามือ

IC PWM สำเร็จรูป วิธีนี้ค่อนข้างสะดวกและง่าย อุปกรณ์น้อยดีครับ

ไมโครคอลโทรลเลอร์ แบบนี้ค่อนข้างจะพิเศษมาก เนื่องจากต้องมีการเขียนโปรแกรมเพื่อใส่เข้าไปอาจจะเป็นภาษา Assembly หรือภาษาซี การใช้ IC ไมโครคอลโทรลเลอร์มาทำ PWM นี้นิยมไปทางแนวทำหุ่นยนต์ หรือการควบคุมมอเตอร์แบบเฉพาะทางที่ต้องการ ควบคุมแบบมีเงื่อนไขหลายๆอย่าง

ภาค Power คือส่วนที่ต่อกับมอเตอร์และรับแรงดันไฟหลักโดยตรง เพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์ให้ทำงานได้ ภาคนี้เองอาจจะมีการต่อชุด Feedback กลับไปยังภาคคอลโทรลเพื่อสามารถควบคุมการทำงานให้เสถียรขึ้นได้ ส่วนใหญ่ภาคนี้จะใช้ Power Mosfet เนื่องจากไม่ต้องการกระแสจากภาค Driver สูงซึ่งต่างจาก Transistor ที่ต้องการกระแสเพื่อขับเบสที่มากทีเดียว ความร้อนก็สูงตามมาด้วยเช่นกัน

2.4.3.2 ชุดควบคุม HubMotor (Brushless)

IC เบอร์ MC33033 เป็นไอซีสำเร็จรูปถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานกับมอเตอร์ไม่ใช้แปรงถ่าน (Brushless DC Motor) หรือ ที่เราเรียกกันว่า HubMotor การใช้งานหลักๆ ก็ดู DataSheet ก็จะเข้าใจดียิ่งขึ้นครับ หากกล่าวโดยสรุป

ขา 4,5,6 เป็นขา Hall Sensor Encoder เข้า (สายเส้นเล็ก สีเหลือง เขียว และน้ำเงิน ที่ตัวมอเตอร์นั่นล่ะ)

ขา 2,1,20 เป็นขาขับเกทชุด" บน" ของภาค Power Output

ขา 15,16,17 เป็นขาขับเกทชุด "ล่าง" ของภาค Power Output

ขา 9 เป็นขาต่อกับคั่นเร่ง

ขา 14 เป็นไฟบวก 30V

ขา 13 เป็นกราวด์

ขา 13,18 เป็น Option (เดินหน้า/ถอยหลัง,เลือก Phase Encoder)

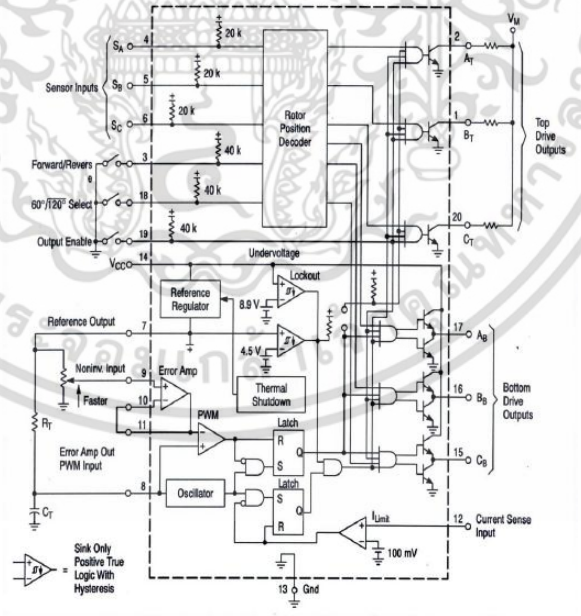
ขา 19 เป็น Output Enable Active Low ต้องต่อลงกราวด์

ภาคขับ Gate Power Mosfet และ ภาค Power Output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากแรงดันจากไอซี MC33033 ไม่สามารถขับเกทเพาเวอร์มอสเฟตทั้ง 6 ตัวได้ จึงต้องใช้ IC TLP250 ทำหน้าที่ขับขาเกทของเพาว์เวอร์มอสเฟท ทั้งหมดจำนวน 6 ตัวอย่างดังรูปด้านล่าง (ต้องสร้างวงจร IC TLP250 จำนวน 6 ชุดเพื่อขับเกทของเพาว์เวอร์มอสเฟท แต่ละตัวคือ Bottom Drive 3 ตัวและ Top Drive 3 ตัว สรุปได้ว่าไม่ว่าจะออกแบบวงจรเอง (ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์) หรือจะใช้ IC สำเร็จรูปเราต้องดูว่ามอเตอร์เรานั้นออกแบบระบบ Sensor encoder มา 60 หรือ 120 องศา จากนั้นจึงมากำหนดการรับข้อมูลเข้าเงื่อนไขของแต่ละ State ให้สอดคล้องกับเอ้าพุทที่จะไปขับ Mosfet ทั้งชุดบนและชุดล่าง เพื่อที่จะจ่ายไฟให้ขดลวดเป็นจังหวะเป็น State และเหนี่ยวนำผลักดันกับแม่เหล็ก เพื่อให้มอเตอร์หมุนไปได้อย่าง ราบเรียบและเป็นจังหวะไม่สะดุด กล่าวคือ Hall Sensor ในมอเตอร์จะเป็นตัวกำพหนดบอกตำแหน่งให้กล่องรับรู้และจ่ายสัญญาณขับ Mosfet ไปในแต่ละขดทั้ง 3 ชุดของมอเตอร์อย่างเป็นระบบ ส่วนความเร็วช้าของมอเตอร์ก็จะใช้หลักการ PWM เช่นเดียวกับมอเตอร์ดีซีธรรมดา

หมายเหตุ : หากเรานำ HubMotor ที่มีคนละองศาเฟส กับกล่องควบคุมมาใช้ด้วยกัน (เช่น มอเตอร์เป็นแบบ 120 องศา และกล่องควบคุมเป็นแบบ 60 องศา) ถึงจะกลับสายสลับกันไปมาอย่างไรมอเตอร์ก็จะหมุนเดินหน้า-ถอยหลัง สดุดไม่ราบเรียบค้องแก้ปัญหาด้วยการแปลงองศาเฟสให้ตรงกันด้วย วงจรแปลงองศา 60/120 หรือไม่ก็ใช้มอเตอร์กับกล่องที่มีองศาเฟสเดียวกัน ซึ่งในบางกล่องจะสะดวกหน่อย จะมีจั้มเปอร์ให้เลือกได้ว่า 60/120



ภาพที่ 2.28 ชุดควบคุม HubMotor (Brushless)

ที่มา : Website https:// ebikethaikit.com//).

สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 ชุดคันเร่ง

หลักการทำงานของคันเร่งก็เหมือนวอลลุ่มทั่วไปคือสามารถเร่งหรี่ปรับแรงดันขาออกได้ 1-4 โวลท์โดยประมาณ แต่ภายในจะไม่ใช้วอลลุ่มแต่จะใช่ Hall Sensor (เซนเซอร์สนามแม่เหล็ก) แทน เนื่องจากคงทนและแม่นยำกว่าวอลลุ่มที่เราพบเห็น HallSensor มีลักษณะเหมือนทรานซิสเตอร์มี 3 ขาคือ ขาไฟเลี้ยง 5 โวลท์ ขากราวด์ และขาไฟออก ซึ่งภายในคันเร่งจะมีแม่เหล็กลักษณะทรงโค้งฝังอยู่ในตัวบิด (บางตัวก็วางแม่เหล็กเป็น 2 ชิ้นโดยมีเซนเซอร์วิ่งรับ สนามแม่เหล็กอยู่ตรงกลาง เมื่อเราบิดคันเร่งก็จะเกิดสนามแม่เหล็กเหนือ ใต้ที่ต่างกันออกไป ให้ Hallsensor แปรผันเป็นแรงดันไฟส่งไปให้ชุดควบคุมรับรู้อีกทีหนึ่ง (ส่งเป็นไฟธรรมดาไปนี่ล่ะ ไม่ใช่พัลส์อะไรทั้งนั้นใช้มิเตอร์เข็มวัดได้เลย) ชุดคันเร่งบางรุ่นพิเศษหน่อย มีวงจรตรวจระดับแรงดันแบตติดมาให้ด้วย... (หากจะประหยัดต้นทุน บางท่านอาจจะใช้ วอลลุ่มค่าสัก 10k ต่อกับ ขาด้านหนึ่งต่อไฟ 5 โวลท์ อีกด้านหนึ่งลงกราวด์ ส่วนขากลางก็เป็นแรงดันเอ้าพุท ส่งไปภาคคอลโทรล เท่านี้ก็สามารถใช้เป็นคันเร่งได้แล้ว เท่ไปอีกแบบ)

ไฟ LED ตรงคันเร่งบิด จะบอกไฟต่างๆ ดังนี้

- สีเขียว ด้านบนแสดงสถานะ แบตเตอรี่เต็มพร้อมใช้งาน
- สีเหลือง แสดงสถานะ เตรียมตัวชาร์จแบตเตอร์รี่ได้แล้ว พลังงานกำลังจะหมดแล้ว
- สีแดง ด้านล่างแสดงสถานะ ให้ชาจ์ทไฟได้แล้ว

ภาพที่ 2.29 ชุดคันเร่ง

ที่มา : Website https:// ebikethaikit.com//).

สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 ล้อที่นำมาใช้

คำนวณหาความเร็วสูงสุดของชุดติดตั้ง MB2425R/L

จากข้อมูลและสเปคของ มอเตอร์ 24V250W สภาวะที่ Rate Load มีความเร็วรอบ 361 รอบ/นาที หากใช้ล้อขนาด 24" จะมีเส้นรอบวง เท่ากับ 75.36 นิ้วหรือ 1.914 เมตร และอัตราส่วนทดเกียร์มอเตอร์และฟรีสเตอจักรยาน 9:18 หรือ 1:2 (มอเตอร์หมุน 2 รอบ ล้อหมุน 1 รอบ) ฉะนั้นใน 1 นาที ล้อจะหมุนเท่ากับ 361/2 = 180.5 รอบ จะได้ระยะทาง 345.47 เมตร/นาที ในเวลา 1 ชั่วโมง รถจะวิ่งได้ระยะทางเท่ากับ 345.47 * 60 = 20,728.62 เมตร (20.728 กม/ชม)

หากต้องการความเร็วที่สูงขึ้นสำหรับรุ่น 24V250W นี้ วิธีง่ายๆ คือเปลี่ยนกล่องควบคุมเป็น 36V และเพิ่มแบตอนุกรมไปอีก 1 ลูกเป็น 36V จะทำให้รถมีความเร็วเพิ่มขึ้นอีก 50% หรือ 30กม/ชม เลยทีเดียว (แต่มอเตอร์จะมีเสียงที่ดังขึ้น และมีความร้อนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย กระแสกินเพิ่มจาก 5A เป็น 7A ที่ความเร็วคงที่)คำนวณหาความเร็วสูงสุดของชุดติดตั้ง HF3635

จากข้อมูลและสเปคของ ฮับมอเตอร์ 36V350W สภาวะที่ Rate Load มีความเร็วรอบ 266.1 รอบ/นาที หากใช้ล้อขนาด 24" จะมีเส้นรอบวง เท่ากับ 75.36 นิ้วหรือ 1.914 เมตร และอัตราส่วนมอเตอร์และล้อจักรยาน 1:1 (มอเตอร์หมุน 1 รอบ ล้อหมุน 1 รอบ) ฉะนั้นใน 1 นาที ล้อจะหมุนเท่ากับ 266.1 รอบ จะได้ระยะทาง 266.1 * 1.94 = 516.234 เมตร/นาที ในเวลา 1 ชั่วโมง รถจะวิ่งได้ระยะทางเท่ากับ 516.234 * 60 = 30,974.04 เมตร (30.97 กม/ชม)

ภาพที่ 2.30 ขนาดของล้อ

ที่มา : Website https:// ebikethaikit.com//).

สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากต้องการความเร็วที่สูงขึ้นสำหรับรุ่น Hub 36V350W นี้ วิธีที่ง่ายสุด คือเพิ่มแบตอนุกรมไปอีก 1 ลูกเป็น 48V จะทำให้รถมีความเร็วเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 33% หรือ 40กม/ชม จาก 30 กม/ชม เลยทีเดียว (จากการทดสอบ มีความร้อนที่กล่องควบคุมและมอเตอร์เพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยที่กระแสกินเพิ่มจาก 7A เป็น 9A ที่ความเร็วคงที่ แต่กล่องควบคุมต้องรองรับแรงดันที่เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งกล่องรุ่นหลังๆนี้ต้องเปลี่ยน C ภายในกล่อง 2 ตัว (C Filter) เพื่อรองรับแรงดันที่เพิ่มขึ้น กล่าวคือ C ต้องทนแรงดันไม่น้อยกว่า 63V)

2.4.6 แบตเตอรี่

แบตเตอรี่จักรยานยนตร์ไฟฟ้าจะมีอยู่ 2แบบคือ

2.4.6.1 Battery Data Specification

ภาพที่ 2.31 แบตเตอรี่ Battery Data Specification

ที่มา : Website https:// ebikethaikit.com//).
สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2558

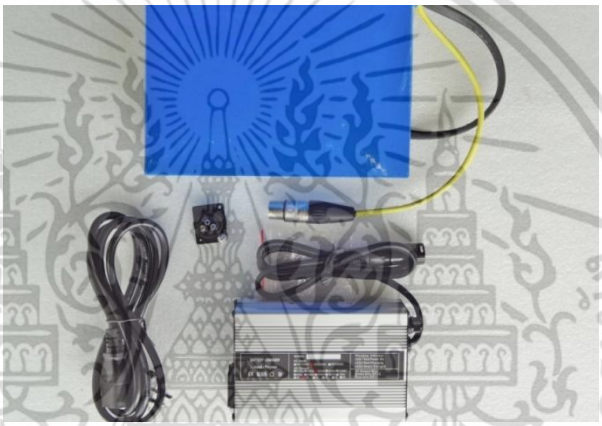
ดูข้อมูลการ Discharge จากกราฟและตารางด้านบน (load 12A จ่ายได้ 1 ชม) แล้วนำมาคำนวณ ชั่วโมงและระยะทางที่รถจะสามารถวิ่งได้ (ทางราบและความเร็วคงที่) ของแต่ละรุ่น จะได้ประมาณตามตารางด้านล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงข้อมูลกำลังไฟฟ้า

ร่นชุดติดตั้ง	กระแสการใช้งาน (a)	ระยะเวลาใช้แบตตรี่(ชม.)	ความเร็วรถ (กม/ชม.)	ระยะทางที่วิ่งได้ (กม.)
MB2425-X	5	2.4	20	48
MB3630-X	7	1.7	33	56
MB3635-X	3.5	3.4	22	74
HF3635-X	7	1.7	30	51

2.4.6.2 Lithium ion phosphate

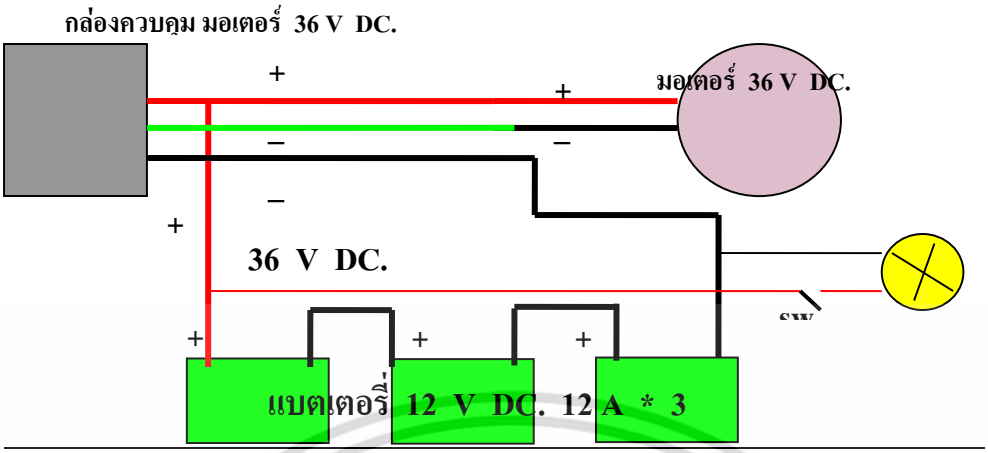


ภาพที่ 2.32 แบตเตอรี่ Lithium ion phosphate
ที่มา : Website https:// ebikethaikit.com//).
สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2558

2.4.7 หลักการประกอบ

อุปกรณ์ในจักรยานยนตร์ไฟฟ้า ประกอบด้วย มอเตอร์กระแสตรง 36 โวลต์ 250 วัตต์ ชนิดเฟืองทดรอบช้า 800 รอบ ต่อนาที ชุดควบคุมความเร็วระบบอีเล็ดทรอนิกส์ 36 โวลต์ 250 วัตต์ มีคันเร่งที่มือขวา พร้อมไฟเตือนสถานะแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ ชนิดแห้ง 12 โวลต์ 12 แอมแปร์ จำนวน 3 ลูก เครื่องประจุไฟอัตโนมัติ เอซี 240 โวลต์ Out Put 36 โวลต์ดีซี 1.5 แอมแปร์ ทำความเร็วสูงสุด 35 – 40 กม. /ชม.ระยะเวลาการใช้งานปกติ 1 – 2 ชั่วโมง วิ่งได้ระยะทางไกล 35 - 40 กม. ต่อประจุไฟ 1 ครั้ง ระยะเวลาการประจุไฟ 4 – 6 ชั่วโมง อายุแบตเตอรี่ประจุไฟได้ 300 - 500 ครั้ง ค่าใช้จ่ายในการประจุไฟ 4 – 5 บาท ต่อ ครั้ง รับน้ำหนักสุทธิได้ 150 กิโลกรัม (รวมตัวรถและผู้ขับขี่) น้ำหนักรถ 15 กิโลกรัม ขึ้นอยู่กับขนาดแบตเตอรี่วงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้ควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.33 วงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้ควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรง
ที่มา : Website https:// edu.e-tech.ac.th//).สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2558

2.4.8 วิธีการหล่อไฟเบอร์กลาส

2.4.8.1 วัสดุการหล่อไฟเบอร์กลาส

1โพลีเอสเทอร์เรซิน (unsaturated Polyester Resin) เป็นพลาสติกเหลวที่นำมาใช้เป็นเนื้อผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าส ที่นิยมมากที่สุด เนื่องจากราคาถูกกว่าอย่างอื่นและมีคุณสมบัติเหมาะที่จะนำมาใช้งาน เช่นมีความแข็งแรงเป็นพิเศษ ง่ายต่อการนำมาใช้หล่อ ชิ้นงานต่างๆ ศัพท์ที่ถูกต้องเรียกว่า โพลีเอสเทอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัว เมื่ออยู่ในสภาพที่ยัง ไม่ได้ใช้งาน (ยังเป็นวัตถุดิบอยู่) จะมีสภาพเป็นของเหลวข้นคล้ายน้ำมันเครื่อง มีกลิ่นฉุนพอสมควร และเมื่อใส่สารเคมีบางชนิดลงไป จะทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ขึ้น จะเปลี่ยนสภาพเป็นพลาสติกแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.34 โพลีเอสเทอร์เรซิน (unsaturated Polyester Resin)
ที่มา : โรงงานช่างต่อเรือไม้และใยแก้ว กรล.อรม.อร.

2. ใยแก้ว (Fiber Glassหรือ Glass Fiber) เป็นตัวเสริมความแข็งแรงให้กับโพลีเอสเทอร์เรซิน เช่นเดียวกับเหล็กเส้นเสริมในงานคอนกรีต ใยแก้วชนิดผืนเส้นสั้น(Chopped Stand Mat) เป็นใยแก้วชนิดที่นิยมใช้กับงานทั่วไป มีผืนขนาดแตกต่างกันไปแล้วแต่การใช้งาน เช่น ผืน เบอร์ 300 540 และ 600 (ตัวเลขของผืนเบอร์คือน้ำหนักเป็นกรัมต่อหนึ่งตารางเมตร)

ภาพที่ 2.35 ใยแก้ว (Fiber Glassหรือ Glass Fiber)
ที่มา : โรงงานช่างต่อเรือไม้และใยแก้ว กรล.อรม.อร.

3. สีเรซิน คือส่วนผสมที่ใช้กับโพลีเอสเทอร์เรซิน เพื่อทำให้ชิ้นงานมีสีต่าง ๆ ดูสวยงามขึ้น สีเรซินมีลักษณะข้นคล้ายจารบี มีส่วนสำคัญต่อการแข็งตัวของโพลีเอสเทอร์เรซิน สีบางสีจะเร่งให้ โพลีเอสเทอร์เรซินแข็งตัวเร็วขึ้น สีบางสีจะทำให้การแข็งตัวช้าลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.36 สีเรซิน
ที่มา : โรงงานช่างต่อเรือไม้และใยแก้ว กรล.อรม.อร.

4. น้ำยาล้าง (อะซีโทน Acetone) มีลักษณะเป็นของเหลวใสไม่มีสี กลิ่นรุนแรงกว่าทินเนอร์ มีคุณสมบัติไวไฟ สามารถนำไปใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เปื้อนโพลีเอสเทอร์เรซิน หากไม่มีอะซิโทนอาจใช้ทินเนอร์แทนก็ได้ ห้ามใช้อะซีโทน ผสมโพลิเอสเทอร์เรซิน เพราะอะซีโทนจะกัดทำลายเนื้อโพลีเอสเทอร์เรซิน ถ้าต้องการทำให้เรซินเหลวต้องใช้โมโนสไตรีนเท่าน

ภาพที่ 2.37 น้ำยาล้าง (อะซีโทน Acetone)
ที่มา : โรงงานช่างต่อเรือไม้และใยแก้ว กรล.อรม.อร.

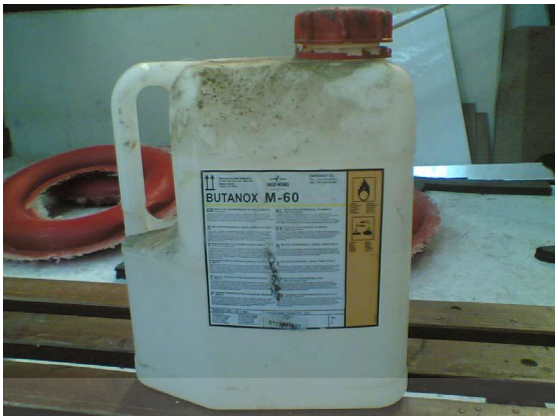
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ขี้ผึ้งถอดแบบ (Mold Release Wax) ขี้ผึ้งถอดแบบมีลักษณะคล้ายกับขี้ผึ้งขัดพื้นมีหลายชนิดเช่น สีเหลืองอ่อน สีฟ้า แต่มีส่วนผสมพิเศษลงไปเพื่อช่วยในการถอดแบบการทำงานก็เหมือนกับขี้ผึ้งขัดผิว การใช้ครั้งแรก ๆ สำหรับแม่แบบใหม่ ควรทาและขัดทิ้งหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้ขี้ผึ้งดูดซึมเข้าไปในเนื้อแม่แบบดีเสียก่อน

ภาพที่ 2.38 ขี้ผึ้งถอดแบบ (Mold Release Wax)
ที่มา :โรงงานช่างต่อเรือไม้และใยแก้ว กรล.อรม.อร.

6.ตัวทำให้แข็ง (Hardener) หรือตัวคะตะลิสต์ หรือตัวเร่งปฏิกิริยา เป็นตัวทำให้เกิดปฏิกิริยาโพลิเมอไรเซชั่น เปลี่ยนสภาพโพลีเอสเตอร์เรซิ่นจากพลาสติกเหลวให้กลายเป็นพลาสติกแข็ง ซึ่งในระหว่างเกิดปฏิกิริยาเคมีนั้น จะเกิดความร้อน สูงกว่า 100° cมีลักษณะเป็นของเหลวใสไม่มีสี มีกลิ่นคล้ายกรด เป็นอันตรายต่อเยื่อจมูกและตาเป็นอย่างมาก ควรระวังอย่างใช้มือที่จับเช็ดตาหรือให้กระเด็นเข้าตา ถูกมืออาจแสบ เมื่อเข้าตาควรล้างด้วยน้ำ
สะอาดทันที แล้วรีบไปพบแพทย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.39 ตัวทำให้แข็ง (Hardener)
ที่มา : โรงงานช่างต่อเรือไม้และใยแก้ว กรล.อรม.อร.

7.ตัวช่วยเร่งปฏิกิริยา (Accelerator หรือ Promoter) ในการทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี โดยเปลี่ยนแปลงจากรูปจากพลาสติกเหลวเป็นพลาสติกแข็งโดยตัวทำให้แข็งนั้นสามารถทำได้ โดยใช้ความร้อนช่วยแต่ช้ามาก ในทางปฏิบัติจะใช้ตัวช่วยเร่งปฏิกิริยา มาช่วยปรับให้เกิดการเข็งตัวของพลาสติกเร็วขึ้น

ภาพที่ 2.40 ตัวช่วยเร่งปฏิกิริยา (Accelerator หรือ Promoter)
ที่มา : โรงงานช่างต่อเรือไม้และใยแก้ว กรล.อรม.อร.

8.เจลโค้ต คือส่วนที่ปิดผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าส หรือสีผิวนั่นเองวัตถุดิบมีลักษณะเหลวข้นคล้ายกาวแป้งเปียก ซึ่งสามารถผสมกับสีผสมเรซิน ให้เป็นสีต่างๆ ได้ความสำคัญของเจลโค๊ต นอกจากใช้เป็นผิวที่เรียบมันและมีสีสวยแล้ว ยังใช้เป็นเครื่องปกปิดไม่ให้เห็นรอยเส้นใยแก้วและฟองอากาศในใยแก้วซึ่งยังไล่ออกไม่หมด เจลโค๊ตก็คือโพลีเอสเทอร์เรซินนั่นเอง ซึ่งผสมผงทิกโซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรอปิก หรือ ผงเบา ทำให้มีลักษณะเหนียวกว่าโพลีเอสเทอร์เรซินธรรมดา มีคุณสมบัติในการเกาะยึดเข้ากับผิวของแม่แบบดีกว่า

ภาพที่ 2.41 เจลโค้ต (Accelerator หรือ Promoter)
ที่มา : โรงงานช่างต่อเรือไม้และใยแก้ว กรล.อรม.อร.

9.น้ำยาถอดแบบ พี.วี.เอ. (PVA Release Agent) เนื่องจากผิวที่เรียบระหว่างแม่แบบและชิ้นงานทำให้เกิดแรงเกาะตัวหรือดูดผิวที่สูงมาก เพราะฉะนั้นการถอดชิ้นงานออกจากแม่แบบจะทำได้ยากมากและบางทีอาจทำไม่ได้เลย ดังนั้นเราจึงต้องใช้น้ำยาถอดแบบ ทาหรือพ่นแม่แบบหรือต้นแบบเสียก่อนก่อนที่จะลงมือทำชิ้นงานไฟเบอร์กล๊าส พี.วี.เอ.มีลักษณะเป็นของเหลวใสไม่มีสี มีกลิ่นแอลกอฮอล์ เหนียวข้นคล้ายกาวแป้งชนิดเหลวแห้งตัวเร็วซึ่งใช้ทาหรือพ่นบางๆ ซึ่งเมื่อถูกน้ำจะละลายในทันที แต่จะไม่ละลายโดยโพลีเอสเทอร์เรซิน

ภาพที่ 2.42 น้ำยาถอดแบบ พี.วี.เอ. (PVA Release Agent)
ที่มา : โรงงานช่างต่อเรือไม้และใยแก้ว กรล.อรม.อร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.8.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1.ภาชนะบรรจุ (ภาชนะผสม) ขันและถังพลาสติก (ชนิดเนื้อนิ่ม หรือทำจากโพลีเอทิลีนหรือโพลิโพรพิลีน) ที่มีจำหน่ายอยู่ทั่วไป เหมาะสำหรับใช้เป็นภาชนะบรรจุโพลิเอสเทอร์เรซิน อย่างยิ่ง เพราะราคาถูกล้างและทำความสะอาดง่าย ในโรงงานที่ทันสมัยจะใช้ภาชนะบรรจุเป็นสเตนเลส

2. ไม้กวน ควรใช้ไม้ที่มีผิวเรียบสะอาด ขนาดเหมาะสมกับภาชนะบรรจุ หรืออาจจะใช้แท่งโลหะสเตนเลสแก้วหรือไม้กวนก็ได้

3. แปรงและลูกกลิ้งแปรง ใช้ทาโพลิเอสทอร์เรซิน และกดไล่ฟองอากาศสำหรับชิ้นงานเล็ก ๆ หรือในบริเวณซอกแคบ ๆ บนชิ้นงานลูกกลิ้ง ใช้ทาโพลิเอสเทอร์เรซิน และกดไล่ฟองอากาศสำหรับชิ้นงานใหญ่ พื้นที่กว้างลูกกลิ้งมีหลายชนิด เช่น ชนิดขนนิ่ม ขนแข็ง และแบบเกลียว

4. ผ้าขัด นิยมใช้ผ้าดิบสำหรับขัดผิวแม่แบบและต้นแบบด้วยขี้ผึ้งขัดผิว (RubbingCompound) และขี้ผึ้งถอดแบบ(Mold Release Wax)

5. ผ้าทรายและกระดาษทรายน้ำ ผ้าทรายและกระดาษทรายน้ำที่ใช้สำหรับตกแต่งต้นแบบแม่แบบและชิ้นงาน ควรเตรียมไว้หลายขนาดทั้งชนิดหยาบและละเอียดผ้าทรายควรใช้เบอร์ 36 ขึ้นไป ไม่ควรใช้หยาบกว่านี้เพราะขัดแล้วจะเกิดร่องลึกผ้าทรายต้องขัดแห้งห้ามถูกน้ำเพราะกาวที่ยึดเม็ดทรายจะหลุดกระดาษทรายน้ำควรเตรียมไว้ 2 ชนิด คือชนิดหยาบ เช่น เบอร์ 120 150 ชนิดละเอียด เบอร์ 320 500 กระดาษทรายน้ำควรขัดกับน้ำคือ ทำผิวหน้าของชิ้นงานที่จะขัดให้ชุ่มน้ำตลอดเวลาการขัดควรใช้เบอร์หยาบขัดก่อนให้เรียบแล้วจึงใช้เบอร์ละเอียด

6. มีดและกรรไกร ใช้ตัดแผ่นใยแก้ว และตัดขอบของชิ้นงานที่เริ่มแข็งตัวแล้ว มีดที่ใช้ตัดต้องคมมาก อาจใช้ใบเลื่อยไฮสปีดที่เสียแล้ว ฝนให้คมแทนมีดก็ได้ ประหยัดกว่า

7.แม่แบบ (Mold) ไฟเบอร์กล๊าส

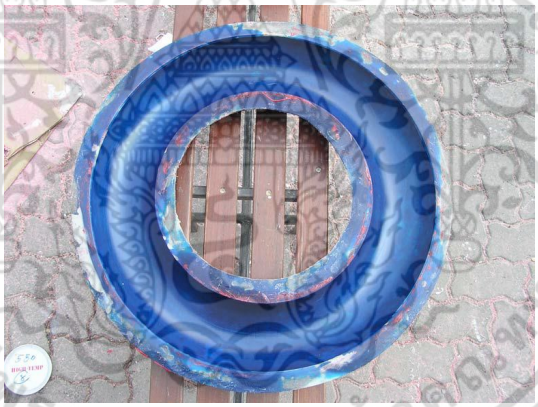
2.4.8.3 ขั้นตอนการหล่อ

1.เตรียมวัสดุและอุปกรณ์ ให้พร้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.43 วัสดุและอุปกรณ์
ที่มา : โรงงานช่างต่อเรือไม้และใยแก้ว กรล.อรม.อร.

2.ล้างทำความสะอาดแม่แบบด้วยน้ำ แล้วเช็ดให้แห้ง (หากแม่แบบขัดผิวด้วยขี้ผึ้งถอดแบบแทนการใช้ พี.วี.เอ. ไม่จำเป็นต้องล้างแต่ใช้ฟองน้ำหรือผ้าสำลีลูบขี้ผึ้งถอดแบบบริเวณขอบแล้วขัดให้ผิวเป็นมันก็ดำเนินการต่อไปคือ ทาเจลโค้ตได้เลย



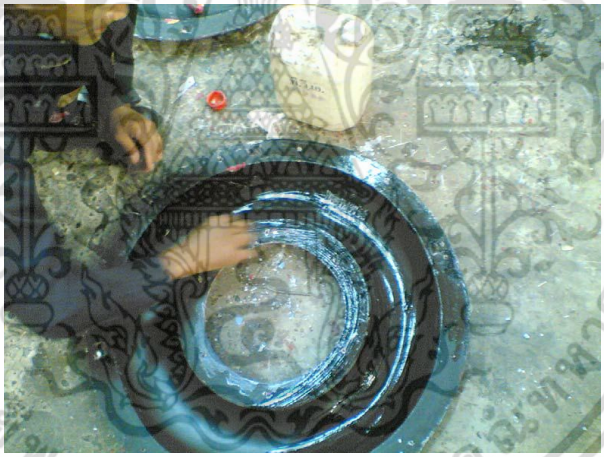
ภาพที่ 2.44 ล้างทำความสะอาดแม่แบบด้วยน้ำ
ที่มา :โรงงานช่างต่อเรือไม้และใยแก้ว กรล.อรม.อร.

3.ขัดผิวให้สะอาดเรียบเป็นมันด้วยขี้ผึ้งถอดแบบ (Mold Release Wax) โดยใช้ผ้าดิบหรือยุต พับซ้อนกันหลายๆ ชั้น ขัดแรง ๆ ผิวของแม่แบบจะขึ้นมัน จากนั้นใช้ผ้าสะอาดขัดแรง ๆ ขัดออก ทำซ้ำสัก 2-3 รอบ จะได้แม่แบบที่ขึ้นมันวาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.45 ขัดผิวให้สะอาดเรียบเป็นมันด้วยขี้ผึ้งถอดแบบ
ที่มา : โรงงานช่างต่อเรือไม้และใยแก้ว กรล.อรม.อร.

4.ทาน้ำยาถอดแบบ (พี.วี.เอ) ด้วยฟองน้ำให้ทั่วผิวหน้าสองชั้น แล้วทิ้งไว้จนแห้ง (ประมาณ 20 นาที)



ภาพที่ 2.46 ทาน้ำยาถอดแบบ (พี.วี.เอ)
ที่มา : โรงงานช่างต่อเรือไม้และใยแก้ว กรล.อรม.อร.

5.ผสมเจลโค้ตใส่กับตัวเร่งปฏิกิริยา (ชนิดความเข้มข้น 5%) จำนวน 2% และสีตามปริมาณที่คำนวณไว้ กวนให้เข้ากันแล้วจึงผสมตัวทำให้แข็ง 0.5-2% ที่เตรียมไว้ลงไป กวนให้เข้ากัน ทาเจลโค้ตสีที่ผสมไว้ให้หมด ทาให้หนาประมาณ 0.5 ม.ม. แล้วทิ้งไว้จนเจลโค๊ตสีเริ่มแข็งตัว ประมาณ 1 ชม. หรือนานกว่านี้ (แล้วแต่สภาพอากาศ ถ้าอากาศร้อนจะแห้งเร็ว แต่ถ้าอากาศเย็นจะแห้งช้า) ลองใช้นิ้วกดดู ถ้าแห้งจะไม่เหนียวติด (หากชั้นเจลโค้ตสียังไม่แข็งตัวสนิทแล้วลงมือวางใยแก้ว หากทาโพลีเอสเตอร์เรซินต่อไปอาจจะทำให้ผิวชิ้นงาน เจลโค้ตสีพองหรือย่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.47 ทาเจลโค้ตสี

ที่มา : โรงงานช่างต่อเรือไม้และใยแก้ว กรล.อรม.อร.

6.จัดเตรียมใยแก้ว โพลีเอสเตอร์เรซิน ตัวช่วยเร่งปฏิกิริยา ตัวทำให้แข็งและอุปกรณ์อื่นๆ ให้พร้อม

ภาพที่ 2.48 จัดเตรียมใยแก้ว โพลีเอสเตอร์เรซิน

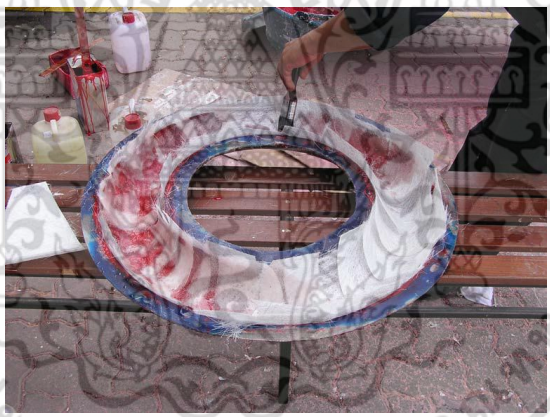
ที่มา : โรงงานช่างต่อเรือไม้และใยแก้ว กรล.อรม.อร.

7.ผสมโพลีเอสเทอร์เรซินกับตัวช่วยเร่งปฏิกิริยา (ชนิดความเข้มข้น 5%) จำนวน 2%กวนให้เข้ากัน เติมตัวทำให้แข็งลง 0.5-2% ลงไป (ปัจจุบันโพลีเอสเตอร์เรซิน ส่วนมากจะผสมตัวช่วยเร่งปฏิกิริยาไว้แล้วเมื่อใช้แล้วก็ไม่ต้องเติมตัวเร่งปฏิกิริยาลงไปอีกโพลีเอสเตอร์เรซินควรผสมในถังพลาสติกขนาดเล็ก เพราะมีน้ำหนักพอที่จะถือได้สะดวก วางใยแก้วแผ่นเล็ก ๆ ที่ฉีกเตรียมไว้ วางจนเต็มโดยจัดวางให้แผ่นใยแก้วให้ขอบทับซ้อนกันประมาณ 1”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.49 วางใยแก้วแผ่น
ที่มา : โรงงานช่างต่อเรือไม้และใยแก้ว กรล.อรม.อร.

8.ใช้ลูกกลิ้งหรือแปรงจุ่มลงในโพลีเอสเตอร์เรซินที่ผสมเรียบร้อยแล้วทาบนผิวหน้าของแม่แบบ โดยการเปิดแผ่นใยแก้วออกเป็นตอนจนทั่ว แล้วกลิ้งทาทับบนแผ่นใยแก้ว จนเส้นใยแก้วซึ่งมีสีขาวกลายเป็นเส้นใย จากนั้นใช้ลูกกลิ้งหรือแปรงไล่ฟองอากาศออกให้หมด



ภาพที่ 2.50 ทาบนผิวหน้าของแม่แบบ โดยการเปิดแผ่นใยแก้ว
ที่มา : โรงงานช่างต่อเรือไม้และใยแก้ว กรล.อรม.อร.

9.ทิ้งไว้ประมาณ 15-30 นาที จนโพลีเอสเตอร์เรซินเริ่มแข็งตัวจะมีลักษณะนิ่มแต่ไม่เหนียว ใช้มีดคมเฉือนตัดขอบให้เรียบเสมอขอบแม่แบบ (ไม่ควรใช้ตะไบขัดขอบแม่แบบเพราะตะไบจะกินลึกลงไปในขอบของแม่แบบ ถ้าใช้ตะใบทำหลายๆครั้งแม่แบบจะสึกกร่อนลงไปเรื่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.51 ทิ้งไว้ประมาณ 15-30 นาที
ที่มา : โรงงานช่างต่อเรือไม้และใยแก้ว กรล.อรม.อร.

10.ปล่อยให้ชิ้นงานแข็งตัวประมาณ 3-4 ชม.หรือนานกว่านี้ (แล้วแต่สภาพอากาศ) ข้อควรจำ: ควรรีบตัดขอบส่วนที่เกินออกขณะที่โพลีเอสเตอร์เรซินเริ่มแข็งตัว เพราะหากปล่อยให้แข็งสนิทการเฉือนด้วยมีดจำทำไม่ได้ต้องใช้เลื่อยตัด จะทำให้การตกแต่งขอบลำบากมาก ตรวจเช็คโพลีเอสเตอร์เรซินถ้าแข็งตัวดีแล้ว ค่อยๆใช้ค้อนยางเคาะรอบ ๆ ชิ้นงานให้เกิดการร่อนตัวแล้วจึงใช้ เหล็กปาดค่อยๆ แซะขอบจนทั่ว และค่อยๆงัดออก ถอดชิ้นงานออกจากแม่แบบแล้วใช้ผ้าทรายลูบขัดผิวและขอบให้เรียบ

ภาพที่ 2.52 ถอดชิ้นงานออกจากแม่แบบ
ที่มา : โรงงานช่างต่อเรือไม้และใยแก้ว กรล.อรม.อร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11.ส่งทำสี

ภาพที่ 2.53 ภาพชิ้นงานที่ทำสีเสร็จเรียบร้อยแล้ว
ที่มา : โรงงานช่างต่อเรือไม้และใยแก้ว กรล.อรม.อร.

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประภาส แก้วพิทักษ์ และไตรรัตน์ กฤษณะโลม 2551 การวิจัยเรื่อง “จักรยานไฟฟ้าแบบใช้การอัดประจุแบตเตอรี่เพิ่มจากการเบรกและการปั่นด้วยเท้า” วิทยานิพนธ์ สาขาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

จากการศึกษาพบว่า โครงงานนี้เป็นการศึกษาการทำงานและควบคุมเครื่องจักรไฟฟ้ากระแสตรง เนื่องจากเครื่องจักรไฟฟ้าตัวหนึ่ง สามารถทำงานเป็นได้ทั้งมอเตอร์ไฟฟ้าและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในตัวเดียวกัน จึงนำหลักการดังกล่าวมาประดิษฐ์อุปกรณ์ที่สามารถคืนพลังงานให้แก่จักรยานไฟฟ้า ซึ่งในส่วนของระบบควบคุมจะแบ่งเป็นสองระบบ คือระบบจ่ายพลังงานจากแบตเตอรี่ให้แก่มอเตอร์เพื่อใช้ในการขับเคลื่อนจักรยาน และระบบคืนพลังงานโดยการประจุแบตเตอรี่เพิ่มจากการปั่นด้วยเท้าและการเบรก ผลการทดสอบรถจักรยานที่สร้างขึ้นสามารถวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด 22.28 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และการประจุแบตเตอรี่เพิ่มด้วยการปั่นจักรยานด้วยเท้า จะได้ปริมาณพลังงานมากกว่าการประจุแบตเตอรี่โดยใช้การเบรก โดยผู้วิจัยได้นำเอาความรู้เกี่ยวกับระบบมอเตอร์ไฟฟ้าและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในตัวเดียวกันมาใช้ในงานวิจัย

นายกิติศักดิ์ หมึกแดง นายอดิศักดิ์ คามพินิจ 2553 การวิจัยเรื่อง “รถจักรยานไฟฟ้าขับเคลื่อนด้วย Brushless DC Motor 2 ตัว”วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้าคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

จากการศึกษาพบว่า รถจักรยานไฟฟ้า (Electric Tricycle) ที่ขับเคลื่อนล้อหน้า 2 ล้อ ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบปราศจากแปรงถ่าน (Brushless DC Motor) ขนาด 36 โวลต์ และมีกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลังไฟฟ้า 250 วัตต์ จานวน 2 ตัว ซึ่งมอเตอร์จะเป็นดุมล้อ โดยใช้มอสเฟสเป็นอุปกรณ์กาลังทาหน้าที่เป็นสวิตซ์ ที่ความถี่ 10 kHz การควบคุมมอเตอร์ใช้วงจรควบคุมชนิด 6 ควอแดรนท์ และเป็นการควบคุมแบบลูปปิด (Closed Loop) ชนิด Cascade Control การทางานของมอเตอร์ทั้ง 2 ตัว นั้นมีการควบคุมแยกออกจากกัน ในการขับเคลื่อนโดยใช้การหมุนจากคันเร่งและคาสั่งจากการเลี้ยวทางกล สาหรับการขับเคลื่อนไปข้างหน้าของรถจักรยานไฟฟ้าใช้คันเร่งเป็นอุปกรณ์ควบคุมและการชะลอความเร็วของรถจักรยานไฟฟ้าจะชะลอตัวด้วยเบรกทางกลซึ่งทางานร่วมกับการตัดสัญญาณไฟฟ้า และการควบคุมทิศทางการเลี้ยวใช้คันบังคับเป็นตัวควบคุม จากการสร้างรถจักรยานไฟฟ้าตัวรถมีน้าหนักรวมแบตเตอรี่ 80 กิโลกรัม จากผลการทดสอบการทางานของรถจักรยานไฟฟ้าที่น้าหนักของผู้ขับขี่ที่ 80 กิโลกรัม สามารถวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด 32 กิโลเมตร/ชั่วโมง และสามารถไต่ระดับได้ที่ความชัน 20 , 27 และ 32 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัย การประยุกต์ระบบไฟฟ้าใช้ออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าระบบไฟฟ้าใช้ออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ และสวนสาธารณะลุมพินี ตลอดจนได้ศึกษาแนวทางการออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ก่อนทำการออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ขั้นตอนการศึกษาข้อมูล

การศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าใช้ออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์สำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นได้ศึกษาข้อมูลเชิงลึกด้วยการใช้แบบสอบถามเพื่อหาประเภท เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ

ประชากร คือ พนักงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี

กลุ่มตัวอย่าง คือ พนักงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินีจำนวน 10 ท่าน โดยทำการสุ่มแบบเจาะจง

3.1.2 ขั้นตอนการออกแบบ

ผู้วิจัยออกแบบร่างรถไฟฟ้าตรวจการณ์จากการวิเคราะห์ผลในขั้นตอนการศึกษาข้อมูล จากนั้นนำไปขอคำแนะนำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและด้านการผลิต จำนวน 6 ท่าน ดังนี้

3.1.2.1 นาย พงษ์เดช โฉมสันเทียะ Designer Styling Design honda

3.1.2.2 อ.อาณัฏ ศิริพิชญ์ตระกูล อาจารย์ประจำสาขาวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชมงคลพระนคร

3.1.2.3 นาย มนตรี บัวบาน Designer Styling Design Carryboy

3.1.2.4 นาย บรรจง ขยันกิจ ผู้เชี่ยวชาญ โครงสร้าง และการผลิตกังหันลมไฟฟ้า

3.1.2.5 นาย กรเกียติ ชูศักดิ์ตกูล ประทานบริษัท FitBike

3.1.2.6 อาจารณ์ นรุฒิ นพศิริกุล อาจารย์ประจำ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 ขั้นตอนการประเมินความพึงพอใจ

ผู้วิจัยใช้แบบประเมินความพึงพอใจกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อรถไฟฟ้าของที่ระลึกที่ออกแบบขึ้นมาใหม่ ประกอบกับแบบจำลอง (Model) ผลิตภัณฑ์ของรถไฟฟ้ากับกลุ่มตัวอย่าง ด้วยการสุ่มแบบเจาะจง ดังนี้

3.1.3.1 พนักงานหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี จำนวน 10 ท่าน ด้วยด้วยการสุ่มแบบเจาะจง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยกำหนดเครื่องมือในการวิจัย เรื่อง ระบบไฟฟ้าใช้ออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ ดังนี้

3.2.1 แบบสัมภาณ์เพื่อหาแนวทางในศึกษาและออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ การศึกษาและพัฒนารถจักรยานไฟฟ้าตรวจการสำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนี นอกจากผู้วิจัยจะใช้การศึกษาเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้ว ยังศึกษาข้อมูลด้วยการใช้แบบสอบถามเพื่อหาแนวทางในการออกแบบรถไฟฟ้า จากกลุ่มตัวอย่าง เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนีจำนวน 10 ท่าน โดยแบบเจาะจง

3.2.2 แบบสอบถามเพื่อประเมินผลงานรถไฟฟ้าตรวจการณ์สำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนี

ผู้วิจัยออกแบบร่างผลิตภัณฑ์รถจักรยานไฟฟ้าจำนวน 3 แบบ และนำให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ และด้านการผลิต จำนวน 3 ท่าน ประเมินผลด้วยแบบสอบถามเพื่อประเมินผลงานรถจักรยานไฟฟ้า เพื่อหารูปแบบผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกที่มีความเหมาะสม 1 แบบ และนำไปผลิตเป็นแบบจำลองในการทดสอบ

3.2.3 แบบประเมินความพึงพอใจกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อรถไฟฟ้าตรวจการณ์

ผู้วิจัยสรุปรูปแบบผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก 1 แบบ จากการวิเคราะห์ผลและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นใช้ประเมินความพึงพอใจประกอบกับแบบจำลองรถพลังงานไฟฟ้า (Model) กับกลุ่มตัวอย่าง คือ เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนี จำนวน 10 ท่าน ด้วยการสุ่มอย่างแบบเจาะจง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ เป็นการนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมาตรวจสอบว่ามีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับเก็บข้อมูลในการวิจัยหรือไม่ โดยจะต้องเหมาะสมกับลักษณะตัวแปรและประชากร นอกจากนี้ ยังต้องวัดให้ตรงตามวัตถุประสงค์ และมีค่าคงที่ของการวัด ผู้วิจัยมีวิธีการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย ดังนี้

3.3.1 การตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

งานวิจัยจะต้องมีการแต่งตั้งหรือเรียนเชิญผู้ที่มีความรู้ความสามารถมาเป็นผู้เชี่ยวชาญ (ธานินทร์ ศิลป์จารุ 2551 : 92) การตรวจสอบเครื่องมือวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาความเที่ยงตรงของเครื่องมือด้วยการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม และสิ่งที่ต้องการวัด (IOC) สอดคล้องกับแนวความคิดในการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญของ พิสณุ ฟองศรี (อ้างถึงใน วัลชูรีย์ นาคสนิท. 2557 : 67) กล่าวว่า ผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือวิจัยควรมีจำนวน 3 คนขึ้นไป โดยให้ผู้มีคุณวุฒิหรือมีประสบการณ์ทางด้านการประเมินผลหรือวิจัย ในงานวิจัยครั้งนี้มีผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

3.3.1.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง อาจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.3.1.2 อาจารย์ ดร. สุธาสินีย์ บุรีคำพันธุ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.3.1.3 อาจารย์ดารณี ธนวัฒน์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การหาความเที่ยงเชิงเนื้อหา (Content Validit) วิธีที่ใช้ตรวสอบ คือ การหาดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item objective Congruence) โดยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านพิจารณาลงความเห็นและให้คะแนน ดังนี้

1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าประเด็นคำถามนั้นสอดคล้อง

0 หมายถึง เมื่อไม่แน่ใจว่าประเด็นคำถามนั้นสอดคล้อง

-1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าประเด็นคำถามนั้นไม่สอดคล้อง

ค่า IOC ที่คำนวนได้จะต้องมีค่า 0.5≥ จึงจะถือว่าประเด็นคำถามนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาซึ่งนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบสอบถามอยู่ระหว่าง 0.5-1.0 ในทุกข้อ (จิราพรนราศรี. 2550 : 138)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือ

นำเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาที่ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไข ตามข้อเสนอแนะ ทำการตรวจสอบความเหมาะสมและถูกต้องอีกครั้งจากอาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์ก่อนนำไปใช้ในกระบวนวิจัย

3.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

เพื่อให้การดำเนินงานสำเร็จลุล่วงตรงตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่วางไว้ ผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษา และค้นคว้าข้อมูลระบบไฟฟ้าประยุกต์เพื่อการออกแบบรถไฟฟ้าสวนสาธารณะลุมพินีแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สอบถามความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานภายในในสวนสาธารณะลุมพินีด้วยแบบสัมภาษณ์ข้อมูลเบื้องต้น เป็นแบบสัมภาษณ์คำถามปลายเปิด (Open-ended question) เพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบ

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบผลิตภัณฑ์รถไฟฟ้า จากการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนที่ 1 โดยวิธีการทำแบบร่าง (Sketch Design)

ขั้นตอนที่ 3 สอบถามความคิดเห็น จากพนักงานรักษาความปลอดภัยสวนสาธารณะ เพื่อคัดเลือกรูปแบบทั้ง 3 รูปแบบ

ขั้นตอนที่ 4 พัฒนา และปรับปรุงผลิตรถพลังงานไฟฟ้าตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่าน

ขั้นตอนที่ 5 ผลิตแบบจำลองผลิตภัณฑ์ รถไฟฟ้าตรวจการสำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี

ขั้นตอนที่ 6 ประเมินความพึงพอใจกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อผลิตภัณฑ์รถไฟฟ้าที่ออกแบบขึ้นมาใหม่ ด้วย ประกอบแบบจำลองซึ่งกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ เจ้าหน้าที่หน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี

ขั้นตอนที่ 7 สรุป และอภิปรายผล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 ขั้นตอนศึกษาข้อมูล

ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลด้วยการใช้แบบสอบถามเพื่อหาแนวทางในการออกแบบของที่รถไฟฟ้าตรวจการณ์สำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินีวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) พร้อมทั้งแปรผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 ขั้นตอนการออกแบบ

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 ท่าน มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) โดยพิจารณาช่วงคะแนน ดังนี้

4.51 – 5.00 หมายถึง มากที่สุด

3.51 – 4.50 หมายถึง มาก

2.51 – 3.50 หมายถึง ปานกลาง

1.51 – 2.50 หมายถึง น้อย

1.00 - 1.50 หมายถึง น้อยที่สุด

3.5.3 ประเมินความพึงพอใจกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อผลิตภัณฑ์รถไฟฟ้าตรวจการณ์สำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี

ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อผลิตภัณฑ์รถจักรยานไฟฟ้าขึ้นมาใหม่ มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) โดยพิจารณาช่วงคะแนน ดังนี้

4.51 – 5.00 หมายถึง มากที่สุด

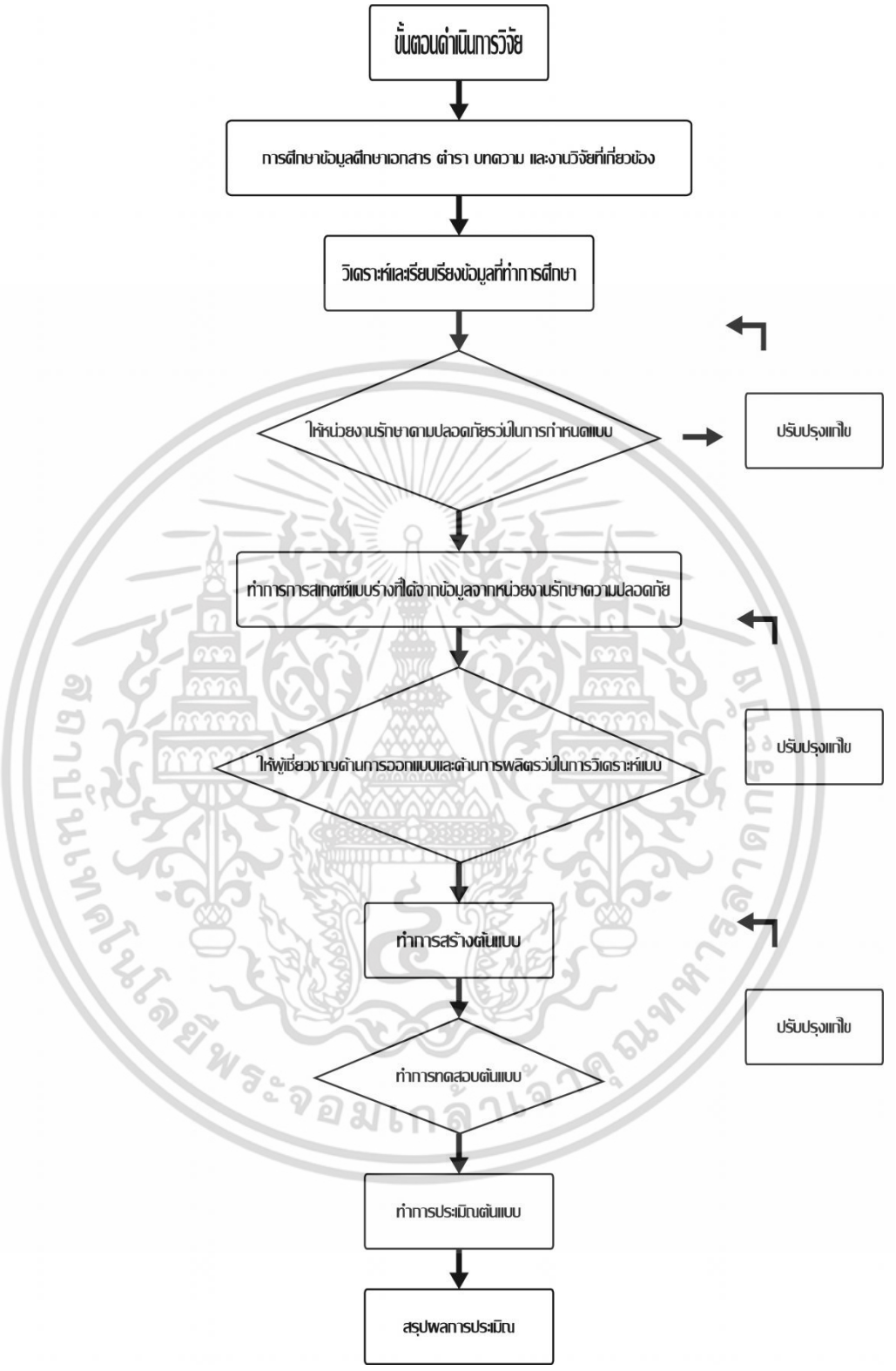
3.51 – 4.50 หมายถึง มาก

2.51 – 3.50 หมายถึง ปานกลาง

1.51 – 2.50 หมายถึง น้อย

1.00 - 1.50 หมายถึง น้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.54 ภาพขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัยเรื่อง การศึกษาละพัฒนารถจักรยานไฟฟ้าตรวจการสำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี ผู้วิจัยสามารถรายงานผลของการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ ดังนี้

4.1 ผลการศึกษาละพัฒนารถไฟฟ้าตรวจการณ์สำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี

4.2 ผลการออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์สำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของรถไฟฟ้าตรวจการณ์สำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี

4.1 ผลการศึกษาละพัฒนารถไฟฟ้าตรวจการณ์สำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยใผสวนสาธารณะลุมพินี

จากการศึกษาและการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาละพัฒนารถไฟฟ้าตรวจการณ์สำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินีผู้วิจัยได้ทำการศึกษารวบรวมข้อมูลลงภาคสนามโดยใช้วิธีการสังเกตและสัมพาษณ์ แบ่งได้ดังนี

4.1.1 ผลการศึกษาละพัฒนารถไฟฟ้าตรวจการณ์สำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาละพัฒนารถไฟฟ้าตรวจการสำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรถไฟฟ้าตรวจการณ์รวมถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการลงภาคสนามด้วยตนเอง เพื่อศึกษาแบบประเมินพัฒนาการ ศึกษาพฤติกรรมหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี ศึกษาพาหนะตรวจการสำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินีเดิม เพื่อศึกษาแก้ปัญหาของรถจักรยานไฟฟ้าตรวจการสำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำผลจากการศึกษาไปเป็นแนวทางในการการศึกษาละพัฒนารถไฟฟ้าตรวจการณ์สำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.2 ผลจากการสัมภาษณ์ หัวและพนักงานหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี สวนสาธารณะลุมพินี มีเนื้อที่พื้นที่ 360 ไร่ เวลาเปิดให้บริการ 04.30 – 21.00 น. จำนวนพนักงานมี 23 คนรวมทั้งชายและหญิง หัวหน้ามี 2คน แต่ละคนจะต้องไปประจำจุด โดยมีป้อมจำนวน 20 ป้อม แต่ละป้อมห่างกันประมาณ 20 -50 เมตรใช้ระยะเวลาในการเดินไปแต่ละป้อมประมาณ 3-7 นาทีต่อ1ป้อม ใช้เวลาโดยรวม 1-2 ชั่วโมงต่อรอบ วันหนึ่งตรวจวันละ 3 รอบ และโดยสวนใหญ่หัวหน้างานจะต้องไปตรวจป้อม โดยใช้รถจักรยาน และรถมอเตอร์ไซไฟฟ้า อุปกรณ์ที่นำไปมีวิทยุสื่อสาร กระบอง คุณแจมือ สมุดจดบันทึก ชุดประถมพยาบาลเบื้องต้น ของใช้ส่วนตัว

ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนพนักงานรักษาความปลอดภัย

พนักงานรักษาความปลอดภัย	จำนวน	อายุ	น้ำหนัก	ส่วนสูง
ชาย	13	40-50	60-80	160-180
หญิง	8			
รวม	23			

4.1.1.3 ผลการศึกษาพฤติกรรมที่ปรากฏระยะเวลาในการเดินไปตรวจในแต่ละป้อมโดยการจับเลาในการเดินทาง

ตารางที่ 4.2 แสดงพฤติกรรมที่ปรากฏระยะเวลาในการเดินไปตรวจในแต่ละป้อมโดยการจับเลาในการเดินทาง

พาหนะ	เวลาในการเดินทาง
เดิน	7นาที
จักรยาน	5นาที
จักรยานไฟฟ้า	3นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.4 ผลการศึกษาในสวนสาธารณะลุมพินี

ภาพที่ 4.55 แสดงแผนผังสวนสาธารณะลุมพินี

ภาพที่ 4.56 แสดงถนนภายในสวนสาธารณะลุมพินี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์สำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี

4.2.1 ขั้นก่อนการออกแบบ

1) ผลการศึกษาผลิตภัณฑ์เดิม ของสวนสาธารณะลุมพินี โดยผู้วิจัยวิเคราะห์จุดอ่อน - จุดแข็ง, อุปสรรค – โอกาสของผลิตภัณฑ์เดิม โดยใช้ตาราง SWOT ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงการวิเคราะห์จุดอ่อน-จุดแข็งและโอกาส-อุปสรรคของอุปกรณ์ก้าวข้าม

สวนสาธารณะลุมพินี	
จุดแข็ง (Strengths)	จุดอ่อน (Weaknesses)
1. ใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นเชื้อพลังในการขับเครื่อน 2. แข็งแรงทนทาน 3. ใช้งานง่าย 4. ไม่ต้องออกแรงปั่น	1. น้ำหนักมาก 2. ไม่มีที่เก็บของ 3. วิ่งได้ไม่รอบสวนสาธารณะ 4. ไม่มีแรงส่งเวลาวิ่งขึ้นสะพานไม่ค่อยดี
โอกาส (Opportunities)	อุปสรรค (Threats)
1. เพิ่มช่องเก็บอุปกรณ์ 2.เปรี่ยนมอเตอร์ให้สามารถขับเคลื่อนได้ดีขึ้นและสามารถวิ่งได้รอบสวน	1. แบตรี่เสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน

จากตารางวิเคราะห์รถไฟฟ้าตรวจการณ์สำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินีของเดิม คือตารางที่ 4.3 ผู้วิจัยพบว่า จุดแข็งของรถจักรยานไฟฟ้า คือ . ใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นเชื้อพลังในการขับเครื่อน แข็งแรงทนทาน ใช้งานง่ายไม่ต้องออกแรงปั่น เป็นอุปกรณ์ที่ตอบสนองต่อการใช้งาน จุดออ่อนของรถจักรยานไฟฟ้า คือ น้ำหนักมาก ไม่มีที่เก็บของ วิ่งได้ไม่รอบสวนสาธารณะ ไม่มีแรงส่งเวลาวิ่งขึ้นสะพานไม่ค่อยดี การใช้งานใช้ได้ในระยะเวลาสั้นๆ เพราะพลังงานไม่พอ โอกาสของรถจักรยานไฟฟ้า คือ เพิ่มช่องเก็บอุปกรณ์ เปลี่ยนมอเตอร์ให้สามารถขับเคลื่อนได้ดีขึ้นและสามารถวิ่งได้รอบสวนสาธารณะ อุปสรรครถจักรยานไฟฟ้า คือ แบตรี่เสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ขั้นการออกแบบ

4.2.2.1 ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบภาพร่างรถไฟฟ้าตรวจการณ์ จำนวน 10 แบบ โดยใช้ทฤษฎีการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพในการคัดเลือกรูปแบบโดยให้หน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินีจำนวน 10 ท่านเลือกมา คนละ 3 แบบที่มากที่สุด และผู้ศึกษาเลือกมา 1แบบ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนารถจักรยานไฟฟ้าตรวจการสำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี

ภาพที่ 4.57 แสดงแบบร่างรถไฟฟ้าตรวจการณ์
โดย : ณัฐวัตร ทิพสิงห์ 2558

ภาพที่ 4.58 แสดงแบบร่างรถไฟฟ้าตรวจการณ์
โดย : ณัฐวัตร ทิพสิงห์ 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.59 แสดงแบบร่างรถไฟฟ้าตรวจการณ์
โดย : ณัฐวัตร ทิพสิงห์ 2558

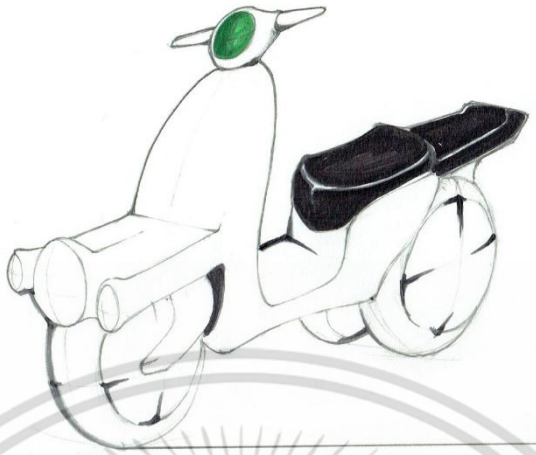
ภาพที่ 4.60 แสดงแบบร่างรถไฟฟ้าตรวจการณ์
โดย : ณัฐวัตร ทิพสิงห์ 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

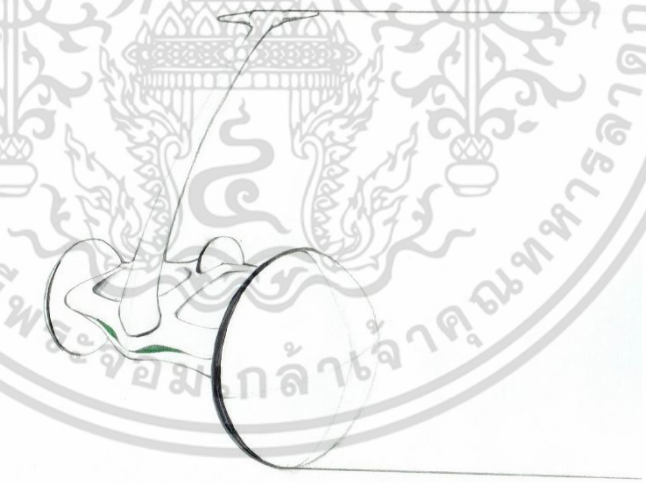
ภาพที่ 4.61 แสดงแบบร่างรถไฟฟ้าตรวจการณ์
โดย : ณัฐวัตร ทิพสิงห์ 2558

ภาพที่ 4.62 แสดงแบบร่างรถไฟฟ้าตรวจการณ์
โดย : ณัฐวัตร ทิพสิงห์ 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.63 แสดงแบบร่างรถไฟฟ้าตรวจการณ์
โดย : ณัฐวัตร ทิพสิงห์ 2558



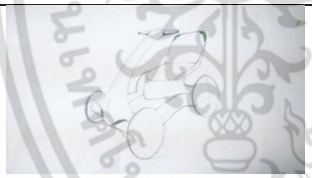
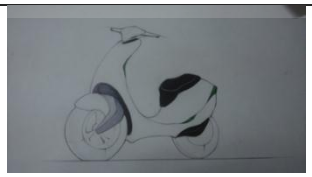
ภาพที่ 4.64 แสดงแบบร่างรถไฟฟ้าตรวจการณ์
โดย : ณัฐวัตร ทิพสิงห์ 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.65 แสดงแบบร่างรถไฟฟ้าตรวจการณ์

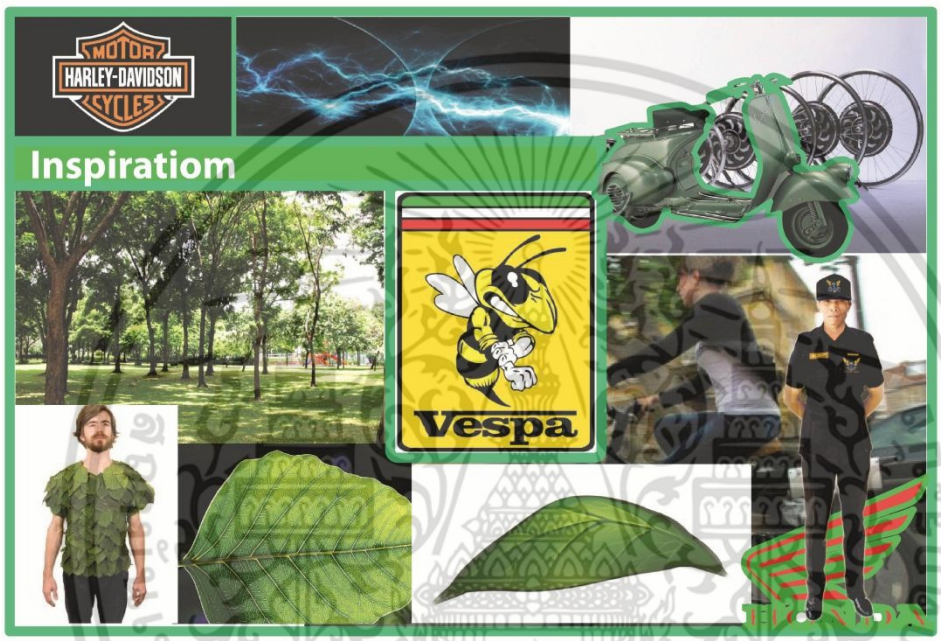
โดย : ณัฐวัตร ทิพสิงห์ 2558

ตารางที่ 4.3 แสดงแบบรถจักยานไฟฟ้า3แบบที่ได้รับเลือกมาที่สุด(หน่วยงานรักษาคามปลอดภัยจำนวน 10 ท่าน)

แบบรถจักยานไฟฟ้า3แบบที่ได้รับเลือกมาที่สุด(หน่วยงานรักษาคามปลอดภัยจำนวน10 ท่าน)	
แบบที่	จำนวนคนที่เลือก
1 	8
2	6
3 	4

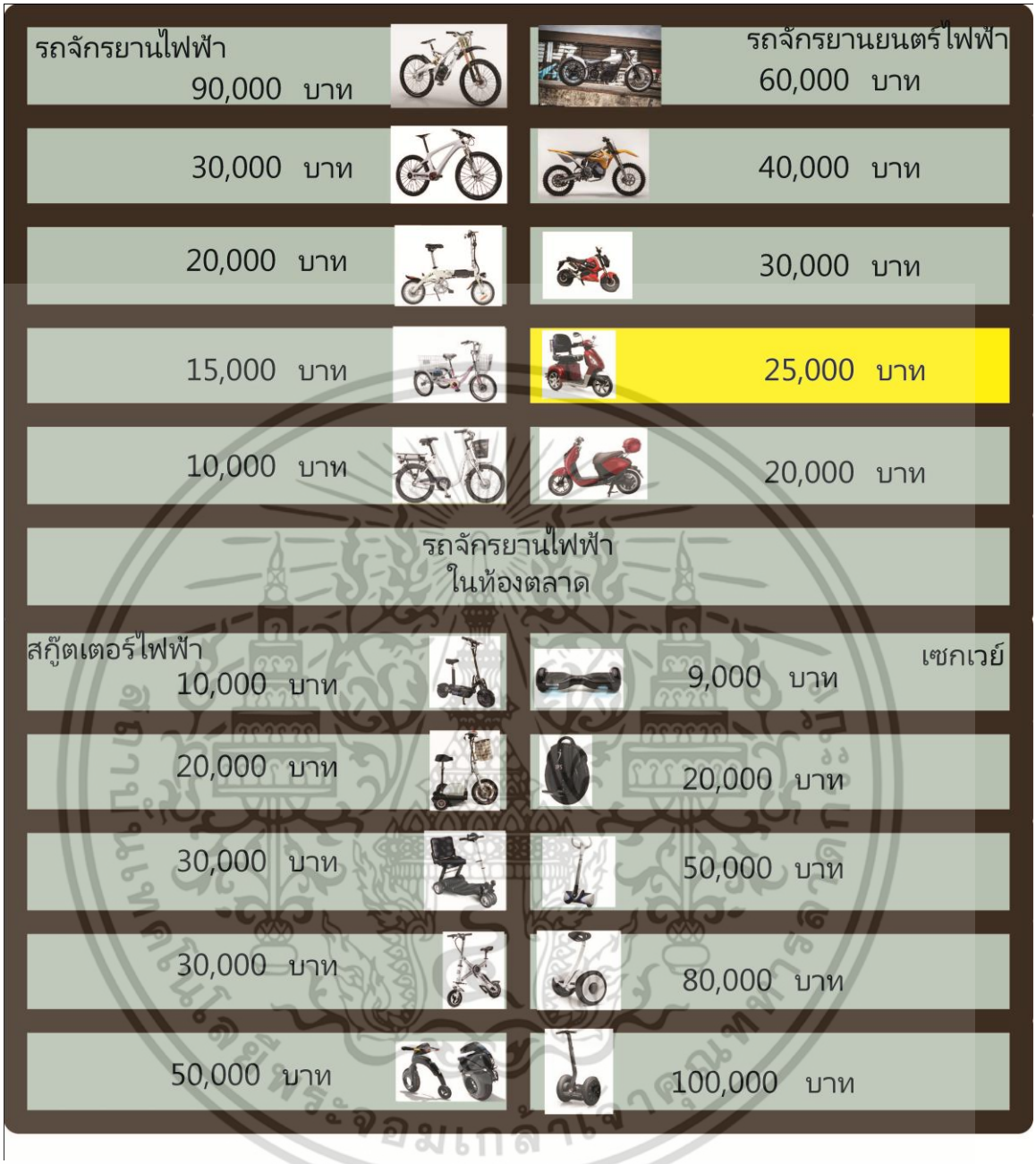
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.2 ผู้วิจัยได้รวบรวมแนวความคิดและแรงบันดาลใจในการออกแบบเกี่ยวกับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมรอบตัว แนวความคิดของ Corradino D' Ascanio นักออกแบบที่เชี่ยงชาญในด้านการวิศวกรรมการบินก็ได้มีแนวคิดดเกี่ยวกับยานยนต์แบบใหม่เรียบง่ายไม่สิ้นเปลืองและสะดวกสบายสวยงามควบคู่กันไปออกแบบตัวถังรถเพื่อปกป้องคนขี่จากความสกปรกและน่ารำคาญตำแหน่งขับขี่ของVespaถูกออกแบบ เพื่อเน้นความสะดวกสบายและปลอดภัย ด้วยสิ่งนี้จึงส่งผลให้งานออกแบบของ



ภาพที่ 4.66 แสดงแรงบันดาลใจในการศึกษาละพัฒนารถไฟฟ้าตรวจการณ์

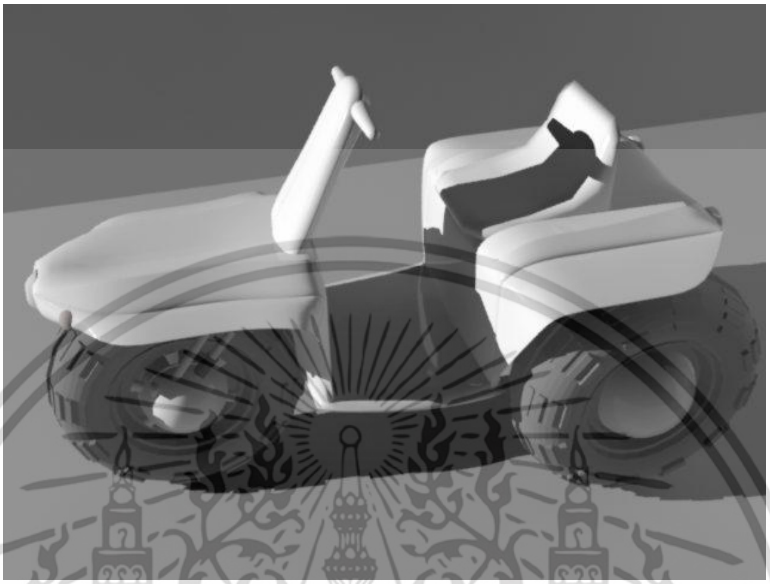
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.67 แสดงประเภทรถไฟฟ้าที่มีในท้องตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

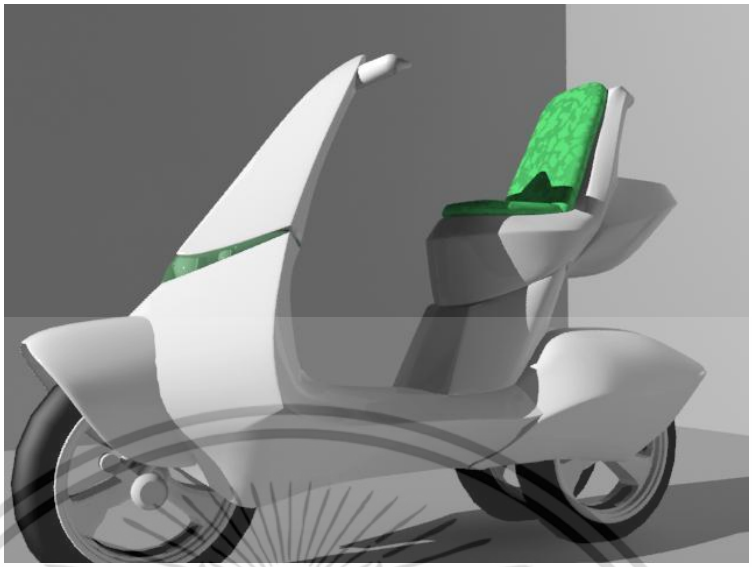
4.2.2.3 ผู้วิจัยได้เลือกแบบร่างรถจักรยานไฟฟ้าตรวจการณ์ จำนวน 3 รูปแบบ ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดดังนี้



ภาพที่ 4.68 แสดงแบบที่ 1 รถไฟฟ้าตรวจการ

ภาพที่ 4.69 แสดงแบบที่ 2 รถไฟฟ้าตรวจการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.70 แสดงแบบที่ 3 รถไฟฟ้าตรวจการณ์

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการประเมินรูปแบบของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบที่มีต่อรถจักรยานไฟฟ้าตรวจการณ์จำนวน 3 ท่าน

รายการ	**ระดับความคิดเห็น**					
	รูปแบบที่ 1		รูปแบบที่ 2		รูปแบบที่ 3	
	$\bar{X}$	**S.D.**	$\bar{X}$	**S.D.**	$\bar{X}$	**S.D.**
1. ด้านหน้าที่ใช้สอย	4.33	0.57	4.00	0.00	5.00	0.00
2. ด้านความปลอดภัย	4.33	0.57	4.33	0.57	4.33	0.57
3. ด้านความสวยงาม	4.00	0.00	4.00	0.00	5.00	0.00
4. ด้านการผลิต	4.33	0.57	4.33	0.57	4.33	0.57
ผลรวม	4.24	0.43	4.16	0.28	4.66	0.28
ระดับความคิดเห็น	**เหมาะสมมาก**		**เหมาะสมมาก**		**เหมาะสมที่สุดมาก**	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 ผลการประเมินรูปแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ ผลการสรุปเรียงตามลำดับ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อรูปแบบที่ 3 จัดอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.66) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.28) รองลงมาคือรูปแบบที่ 1 จัดอยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.24) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.43) และลำดับสุดท้ายคือ รูปแบบที่ 2 จัดอยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.16) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.28) ตามลำดับ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า จาก 3 รูปแบบ พบว่า รูปแบบที่ 3 เหมาะสมมากในการนำไปผลิตอุปกรณ์ต้นแบบ เพื่อประเมินหาประสิทธิและความพึงพอใจใจขั้นตอนต่อไป

จากรูปแบบที่ 3 ที่มีระดับความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบว่า ความเหมาะสมมากที่สุดในการนำไปผลิตเป็นอุปกรณ์ต้นแบบ ผู้วิจัยได้นำวิเคราะห์ การออกแบบที่มีต่อรถไฟฟ้าตรวจการณ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.3

4.2.2.3 แสดงขั้นตอนการผลิต รถไฟฟ้าตรวจการณ์

ภาพที่ 4.71 แสดงขั้นตอนการทำโครงสร้าง รถไฟฟ้าตรวจการณ์

ภาพที่ 4.72 แสดงขั้นตอนการร่างแบบ รถไฟฟ้าตรวจการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.73 แสดงการตัดโฟรมเป็นรูปร่าง รถไฟฟ้าตรวจการณ์

ภาพที่ 4.74 แสดงขั้นตอนการทำไฟเบอร์กาส รถไฟฟ้าตรวจการณ์

ภาพที่ 4.75 แสดงขั้นตอนการทำสี รถไฟฟ้าตรวจการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.76 แสดง รถไฟฟ้าตรวจการณ์

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการศึกษาละพัฒนารถไฟฟ้าตรวจการณ์สำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี

4.4.1) ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการศึกษาละพัฒนารถไฟฟ้าตรวจการณ์สำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี จำนวน 10 ท่าน เพื่อประเมินความพึงพอใจของหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการประเมินความพึงพอใจของรถไฟฟ้าตรวจการณ์สำหรับหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี

รายการที่ประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1 ด้านหน้าที่ใช้สอย			
1.1 รูปทรงมีความเหมาะสมสามารถแล่นบนถนนภายในสวนสาธารณะลุมพีนี	4.33	0.57	เหมาะสมมาก
1.2 รูปแบบของรถจักรยานสอดคล้องกับพฤติกรรมการนั่งขับและการทรงตัวของหน่วยงานรักษาความปลอภัย	4.33	0.57	เหมาะสมมาก
รวมเฉลี่ยด้านหน้าที่ใช้สอย	4.33	0.57	เหมาะสมมาก
2. ด้านความปลอดภัย			
2.1 โครงสร้างมีความแข็งแรงและรับน้ำหนักได้ดี	3.33	0.57	เหมาะสมปานกลาง
2.2 ขนาดความกว้าง ความสูง ของรถจักรยานไฟฟ้า	3.33	0.57	เหมาะสมปานกลาง
รวมเฉลี่ยด้านความปลอดภัย	3.66	0.57	เหมาะสมมาก
3. ด้านความสวยงาม			
3.1 รูปแบบของจักรยานสอดคล้องกับสวนสาธารณะ	3.67	0.57	เหมาะสมมาก
3.2 รูปแบบและสีสันสวยงาม สอดคล้องกับสวนสาธารณะ	3.67	0.57	เหมาะสมมาก
รวมเฉลี่ยด้านความสวยงาม	3.67	0.57	เหมาะสมมาก
4. ด้านการดูแลรักษา			
4.1 ซ่อมแซมได้ง่าย	2.33	0.57	เหมาะสมน้อย
4.2 ดูแลรักษา ทำความสะอาดได้ง่าย	4.33	0.57	เหมาะสมมาก
รวมเฉลี่ยด้านการดูแลรักษา	3.33	0.57	เหมาะสมปานกลาง
รวมเฉลี่ย	3.74	0.62	เหมาะสมมาก

จากตารางที่ 4.4ผลการประเมินความพึงพอใจหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนี จำนวน 10 ท่าน โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านความปลอดภัย ด้านความสวยงาม และด้านการดูแลรักษาผลการศึกษาพบว่า ในภาพรวมของการประเมินโดยหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนี อยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ย($\overline{X}$ = 3.74) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.62) เมื่อพิจรณาเป็นรายด้าน พบว่าหน่วยงานรักษาความปลอดภัยมีความคิดเห็นในระดับเหมาะสมมาก 3 ด้าน โดยด้านที่ 1 คือด้านหน้าที่ใช้สอย มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.33) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.57) รองลงมา คือด้านความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวยงาม มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 3.67) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.57) โดยในด้านความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 3.66) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.57) ลำดับสุดท้าย คือด้านการดูแลรักษา อยู่ในระดับที่เหมาะสมปานกลาง มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 3.33) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.57) ตามลำดับ

ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรถไฟฟ้าตรวจการณ์จากหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินีจำนวน 10 ท่าน ประเมินความพึงพอใจต่อการศึกษาละพัฒนารถไฟฟ้าตรวจการณ์ได้ผลโดยรวมว่าเหมาะสมมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเรื่อง ศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนของการวิจัยตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. ผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลการศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ หน่วยรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนี

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ พนักงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนีจำนวน 10 ท่าน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสัมภาษณ์เพื่อหาแนวทางในศึกษาและออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์เก็บข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมพนักงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนี รวมไปถึงการใช้อุปกรณ์ โดยการจดบันทึกขณะที่เหตุการณ์กำลังเกิดขึ้นจริง

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้แบ่งแหล่งที่มาของข้อมูลเพื่อใช้ในการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ประเภท คือ แหล่งข้อมูลปฐมภูมิและแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ

3.1 แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) ศึกษาพฤติกรรมพนักงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนี รวมไปถึงการใช้อุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์หน่วยงาน องค์กร และจากแหล่งข้อมูลอื่นๆ ได้แก่ ผลงานวิทยานิพนธ์ บทความ วารสาร และเว็บไซด์ต่างๆ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์พฤติกรรมพนักงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี รวมไปถึงตารางวิเคราะห์ SWOT ของผลิตภัณฑ์เดิมที่ผู้วิจัยได้ไปศึกษามา เพื่อเป็นแนวทางนำไปสู่การศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์

5. ผลการวิจัย

ผลการศึกษาข้อมูลเพื่อศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ โดยการศึกษาพฤติกรรมพนักงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี ผู้วิจัยพบว่า ปัญหาที่สำคัญที่สุดคือในพฤติกรรมที่ปรากฏระยะเวลาในการเดินไปตรวจในแต่ละป้อมโดยการจับเลาในการเดินทางจำนวน 21 ป้อม ใช้เวลาเฉลี่ย 1-2 ชั่วโมงต่อ 1 รอบ และรถไฟฟ้า ที่ใช้งานอยู่เสีย มีปัญหา คือ วิ่งได้ไม่ครบรอบการตรวจ ต้องชาตร์แบตรี่บ่อยๆๆ การใช้งานขึ้นเนินสูงๆ ไม่ดี และมี่ช่องเก็บของ

5.1.2 ผลการออกแบบประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและด้านการ

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและด้านการ จำนวน 6 ท่าน โดยใช้เทคนิคการสุ่มแบบเจาะจง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบประเมินความคิดเห็นต่อรูปแบบศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ โดย ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและด้านการ จำนวน 6 ท่าน เพื่อใช้เป็นแนวทางในศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการออกแบบศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์มีดังนี้

3.1 ขั้นตอนก่อนการออกแบบ

ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่เพื่อศึกษาผลิตภัณฑ์เดิมแล้วนำไปวิเคราะห์ โดยใช้ตาราง SWOT ในการวิเคราะห์รูปแบบผลิตภัณฑ์เดิมจำนวน 1 รูป

3.2 ขั้นตอนการออกแบบ

3.2.1 รวบรวมแนวความคิดต่างๆเพื่อหาแรงบันดาลใจในการออกแบบศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ คือ การเลียนแบบสิ่งแวดล้อมและสภาพแวดล้อมที่พนักงานหน่ยงานรักษาความปลอดภัยจะต้องเจอในชีวิตประจำวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ร่างแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ จำนวน 10แบบ เพื่อเป็นแนวทางในศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ โดยใช้หลักการประเมินผลทางการคิดเชิงมโนทัศน์ (ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา. 2557 : 153) ในการประเมินรูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อเลือกให้เหลือเพียง 3 รูปแบบ สำหรับประเมินแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

3.2.3 หลังจากการประเมินแบบร่างจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ผู้วิจัยได้นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ มาทำการออกแบบศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ จำนวน 3 รูปแบบ ด้วยแบบประเมินเพื่อหารูปแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ 1 แบบ เพื่อนำไปทำอุปกรณ์ต้นแบบในการประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การออกแบบศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ ประกอบด้วยขั้นก่อนการออกแบบและขั้นการออกแบบ โดยขั้นก่อนการออกแบบ ผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง SWOT ในการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เดิมและข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจของพนักงานรักษาคามปลอดภัยที่ข้อมูลโดยใช้ค่าสติถิและค่าร้อยละ (Percentage) จากนั้นดำเนินการร่างแบบจำนวน 10 แบบ และทำวิเคราะห์โดยใช้หลักการประเมินผลทางการคิดเชิงมโนทัศน์ (ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา. 2557 : 153) ให้เหลือเพียง 3 แบบ นำไปให้ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ, และผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิต ประเมินแล้วนำผลมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการจัดลำดับค่าคะแนน (Rating Scale) 5 ระดับ คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และเหมาะสมน้อยที่สุด แปลความหมายของข้อมูลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อให้เหลือเพียง 1 แบบ สำหรับให้ผู้วิจัยนำไปออกแบบจำนวน 3 รูปแบบ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนประเมินแล้วนำผลมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการจัดลำดับค่าคะแนน (Rating Scale) ให้เหลือรูปแบบที่เหมาะสมที่สุดเพียงรูปแบบเดียว

5. ผลการวิจัย

ผลการออกแบบศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ ประกอบไปด้วยขั้นก่อนการออกแบบและขั้นการออกแบบ

5.1 ขั้นก่อนการออกแบบ ประกอบไปด้วย

ผลการวิเคราะห์รูปแบบผลิตภัณฑ์เดิม พบว่า จากตารางวิเคราะห์รถไฟฟ้าตรวจการณ์ คือ ตารางที่ 4.3 ผู้วิจัยพบว่า จุดแข็งของรถจักรยานไฟฟ้า คือ . ใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นเชื้อพลังในการขับเครื่อน แข็งแรงทนทาน ใช้งานง่ายไม่ต้องออกแรงปั่น เป็นอุปกรณ์ที่ตอบสนองต่อการใช้งาน จุดอ่อนของรถจักรยานไฟฟ้า คือ น้ำหนักมาก ไม่มีที่เก็บของ วิ่งได้ไม่รอบสวนสาธารณะ ไม่มีแรงส่งเวลาวิ่งขึ้นสะพานไม่ค่อยดี การใช้งานใช้ได้ในระยะเวลาสั้นๆ เพราะพลังงานไม่พอ โอกาสของรถจักรยานไฟฟ้า คือ เพิ่มช่องเก็บอุปกรณ์ เปลี่ยนมอเตอร์ให้สามารถขับเคลื่อนได้ดีขึ้นและสามารถวิ่งได้รอบสวนสาธารณะ อุปสรรครถจักรยานไฟฟ้า คือ แบตรี่เสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ขั้นการออกแบบ ประกอบไปด้วย

5.2.1 นำแนวความคิดด้านสิ่งธรรมชาติและการดัดแปลงสภาพแวดล้อม โดยขนาดสัดส่วน ผู้วิจัยได้มีการอ้างอิงมาจากสถาพแวดล้อมจริง และพฤติกรรมพนักงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนี รวมไปถึงการใช้อุปกรณ์รถไฟฟ้าเดิม นำมาใช้ในการออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์

5.2.2 การออกแบบร่างรถไฟฟ้าตรวจการณ์ จำนวน 10 แบบ โดยใช้หลักการประเมินผลทางการคิดเชิงมโนทัศน์ (ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา. 2557 : 153) ในการประเมินแบบร่างผลิตภัณฑ์เพื่อเลือกให้เหลือเพียง 1 รูปแบบ โดยผู้วิจัยพบว่า แบบร่างที่ มีความเหมาะสมที่จะนำไปประเมินความคิดเห็นจากพนักงานหน่ยงานรักษาคามปลอดภัย

5.2.3 การประเมินความคิดเห็นที่มีต่อแบบร่างรถไฟฟ้าตรวจการณ์จำนวน 3 รูปแบบ ทำการสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญออกแบบ, และผู้เชี่ยวชาญด้านผลิตพบว่า จากการประเมินความคิดเห็นแบบร่างจากผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า จากตารางที่ 4.3 ผลการประเมินรูปแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ ผลการสรุปเรียงตามลำดับพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อรูปแบบที่ 3 จัดอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย (= 4.66) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.= 0.28) รองลงมาคือรูปแบบที่ 1 จัดอยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ย (= 4.24) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.43) และลำดับสุดท้ายคือ รูปแบบที่ 2 จัดอยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ย (= 4.16) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.28) ตามลำดับ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า จาก 3 รูปแบบ พบว่า รูปแบบที่ 3 เหมาะสมมากในการนำไปผลิตอุปกรณ์ต้นแบบ เพื่อประเมินหาประสิทธิและความพึงพอใจใจขั้นตอนต่อไป

จากรูปแบบที่ 3 ที่มีระดับความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบว่า ความเหมาะสมมากที่สุดในการนำไปผลิตเป็นอุปกรณ์ต้นแบบ ผู้วิจัยได้นำวิเคราะห์ การออกแบบที่มีต่อรถจักรยานตรวจการณ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.3

5.1.3 ผลการประเมินความพึ่งพอใจรถไฟฟ้าตรวจการณ์

1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ พนักงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนี

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ พนักงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนี จำนวน 10 ท่าน โดยใช้การสุ่มแบบเจาะจง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบประเมินความพึงพอใจรถไฟฟ้าตรวจการณ์

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำอุปกรณ์ต้นแบบไปประเมินความพึ่งพอใจพนักงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนี ต่อรถไฟฟ้าตรวจการณ์ จำนวน 10 ท่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินประเมินความพึงพอใจพนักงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนี ต่อรถไฟฟ้าตรวจการณ์ จำนวน 10 ท่าน มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการจัดค่าลำดับคะแนน (Rating Scale) 5 ระดับ คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และเหมาะสมน้อยที่สุด แปลความหมายของข้อมูลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

5. ผลการวิจัย

จากตารางที่ 4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนี จำนวน 10 ท่าน โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านความปลอดภัย ด้านความสวยงาม และด้านการดูแลรักษาผลการศึกษาพบว่า ในภาพรวมของการประเมินโดยหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนี อยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ย($\overline{X}$ = 3.74) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.62) เมื่อพิจรณาเป็นรายด้าน พบว่าหน่วยงานรักษาความปลอดภัยมีความคิดเห็นในระดับเหมาะสมมาก 3 ด้าน โดยด้านที่ 1 คือด้านหน้าที่ใช้สอย มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.33) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.57) รองลงมา คือด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 3.67) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.57) โดยในด้านความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 3.66) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.57) ลำดับสุดท้าย คือด้านการดูแลรักษา อยู่ในระดับที่เหมาะสมปานกลาง มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 3.33) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.57) ตามลำดับ

ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรถไฟฟ้าตรวจการณ์ จากหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินีจำนวน 10 ท่าน ประเมินความพึงพอใจต่อการศึกษาละพัฒนารถไฟฟ้าตรวจการณ์ได้ผลโดยรวมว่าเหมาะสมมาก

5.2 อภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่อง ผลการศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

5.2.1 ผลการศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์

ผลการศึกษาข้อมูลเพื่อศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ โดยการศึกษาพฤติกรรมพนักงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนี ผู้วิจัยพบว่า ปัญหาที่สำคัญที่สุดคือในพฤติกรรมที่ปรากฏระยะเวลาในการเดินไปตรวจในแต่ละป้อมโดยการจับเลาในการเดินทาง จำนวน 21 ป้อม ใช้เวลาเฉลี่ย 1-2 ชั่วโมงต่อ 1 รอบ และรถไฟฟ้า ที่ใช้งานอยู่เสีย มีปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ วิ่งได้ไม่ครบรอบการตรวจ ต้องชาตร์แบตรี่บ่อยๆๆ การใช้งานขึ้นเนินสูงๆ ไม่ดี และมี่ช่องเก็บของ

5.2.2 ผลการออกแบบประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์

ประเมินความคิดเห็นที่มีต่อแบบร่างรถไฟฟ้าตรวจการณ์จำนวน 3 รูปแบบ ทำการสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญออกแบบ, และผู้เชี่ยวชาญด้านผลิตพบว่า จากการประเมินความคิดเห็นแบบร่างจากผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า จากตารางที่ 4.3 ผลการประเมินรูปแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ผลการสรุปเรียงตามลำดับพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อรูปแบบที่ 3 จัดอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย (= 4.66) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.28) รองลงมาคือ รูปแบบที่ 1 จัดอยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ย (= 4.24) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.43) และลำดับสุดท้ายคือ รูปแบบที่ 2 จัดอยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.16) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.28) ตามลำดับ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า จาก 3 รูปแบบ พบว่า รูปแบบที่ 3 เหมาะสมมากในการนำไปผลิตอุปกรณ์ต้นแบบ เพื่อประเมินหาประสิทธิและความพึงพอใจใจขั้นตอนต่อไป

จากรูปแบบที่ 3 ที่มีระดับความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบว่า ความเหมาะสมมากที่สุดในการนำไปผลิตเป็นอุปกรณ์ต้นแบบ ผู้วิจัยได้นำวิเคราะห์ การออกแบบที่มีต่อรถจักรยานตรวจการณ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.3

5.2.3 ผลการประเมินความพึ่งพอใจรถไฟฟ้าตรวจการณ์

จากตารางที่ 4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนี จำนวน 10 ท่าน โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านความปลอดภัย ด้านความสวยงาม และด้านการดูแลรักษาผลการศึกษาพบว่า ในภาพรวมของการประเมินโดยหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนี อยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ย($\overline{X}$ = 3.74) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.62) เมื่อพิจรณาเป็นรายด้านพบว่า หน่วยงานรักษาความปลอดภัยมีความคิดเห็นในระดับเหมาะสมมาก 3 ด้าน โดยด้านที่ 1 คือ ด้านหน้าที่ใช้สอย มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.33) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.57) รองลงมา คือ ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 3.67) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.57) โดยในด้านความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 3.66) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.57) ลำดับสุดท้าย คือ ด้านการดูแลรักษา อยู่ในระดับที่เหมาะสมปานกลาง มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 3.33) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.57) ตามลำดับ

ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรถไฟฟ้าตรวจการณ์ จากหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินีจำนวน 10 ท่าน ประเมินความพึงพอใจต่อการศึกษาละพัฒนารถไฟฟ้าตรวจการณ์ได้ผลโดยรวมว่าเหมาะสมมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. การออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ ควรเพิ่มประเด็นระบบการใช้งานให้สามารถขนส่งผู้ป่วยได้

2. ควรมีการนำลวดลายกราฟฟิกมาเพิ่มเพื่อสื่อถึงรถตรวจการในสนสาธารณะ

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาวัสดุและอุปกรณ์ใหม่ๆที่นอกจากที่ใช้อยู่เพื่อลดต้นทุนในการผลิต

2. ควรมีการออกแบบรถพลังงานไฟฟ้าให้มีเรื่องเกี่ยวกับการรักษาพลังงานหรือให้มาพลังงานมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิติศักดิ์ หมึกแดง นายอดิศักดิ์ คามพินิจ 2553 การวิจัยเรื่อง **“รถจักรยานไฟฟ้าขับเคลื่อนด้วย** Brushless DC Motor 2 ตัว” สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชาญชนก ทองพรัด และวัชรินทร์ มณีฉาย. 2548. **“เก้าอี้ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร”** ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ณัฐพล ประสิทธิ์สุวรรณ์ และพิทักษ์ วงศ์คาหาร. 2549. **“รถจักรยานไฟฟ้า”** ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ประภาส แก้วพิทักษ์ และไตรรัตน์ กฤษณะโลม 2551 การวิจัยเรื่อง **“จักรยานไฟฟ้าแบบใช้การอัดประจุแบตเตอรี่เพิ่มจากการเบรกและการปั่นด้วยเท้า”** สาขาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ .มหาวิทยาลัยบูรพา.

ปัญญา ยอดโอวาท. 2546. **เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง**, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ : ศูนย์สื่อเสริม กรุงเทพ

วีระเชษฐ์ ขันเงิน และวุฒิพล ธาราธีรเศรษฐ์. 2549. **อิเล็กทรอนิกส์กำลัง.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ :วี.เจ. พริ้นติ้ง.

เอกสารประชาสัมพันธ์**. 2554. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย** (Online). Available : https:// www.egat.co.th /.

เอกสารประชาสัมพันธ์. 2555. **จักรยานไฟฟ้า,ปั่นจักรยาน, มอเตอร์,ชมรมจักรยาน.** (Online). Available : https:// www. farsai.net /.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ภาคผนวก ข. หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ

ภาคผนวก ค. ผลงานการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสัมภาษณ์ของหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะในลุมพีนี

วิจัยเรื่อง ศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์

โดย นายณัฐวัตร ทิพสิงห์ นักศึกษาปริญญาโท

สาขาวิชา เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำชี้แจง : แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้ ใช้พิจารณาประกอบกับการศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อข้อมูลให้ผู้ใช้ศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ โดยมีดังนี้

ชื่อผู้สัมภาษณ์.....

เพศ.....อายุ.....น้ำหนัก.....ส่วนสูง.....

ที่อยู่.....

ข้อมูล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความพึงพอใจของหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะในลุมพีนี

วิจัยเรื่อง ศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์

โดย นายณัฐวัตร ทิพสิงห์ นักศึกษาปริญญาโท

สาขาวิชา เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำชี้แจง : แบบประเมินความพึงพอใจฉบับนี้ ใช้พิจารณาประกอบกับรถจักรยานไฟฟ้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์ โดยแบบประเมินแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน

ตอนที่ 2 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้รถไฟฟ้าตรวจการณ์ 5 ระดับ ดังนี้

5	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	เหมาะสมมาก
3	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน

ชื่อ.....

นามสกุล.....

สถานที่

ทำงาน.....

ตำแหน่ง

งาน.....

ระดับ

การศึกษา.....

....

ประสบการณ์ทำงาน/

ผลงาน.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้รถไฟฟ้าตรวจการณ์ในลุมพินี 5 ระดับ ดังนี้ดังนี้

คำชี้แจง : หลังจากที่ท่านพิจารณารถไฟฟ้าตรวจการณ์

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ลงในช่องว่างตามระดับความคิดเห็นของท่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ด้านหน้าที่ใช้สอย					
1.1 รูปทรงมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับสวนสาธารณะลุมพีนี					
1.2 รูปแบบของอุปกรณ์สอดคล้องกับพฤติกรรมการทำงานของหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนี					
2. ด้านความปลอดภัย					
2.1 โครงสร้างมีความแข็งแรงและรับน้ำหนักได้ดี					
2.2 ขนาดความกว้าง ความสูง อิงมาจากสภาพแวดล้อมจริงและเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนของหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนี					
รายการ	**ระดับความคิดเห็น**				
	5	4	3	2	1
3. ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน					
3.1 อุปกรณ์มีน้ำหนักเหมาะสม สามารถได้เคลื่อนย้ายสะดวก					
4. ด้านความสวยงาม					
4.1 รูปแบบของอุปกรณ์เหมาะสมกับสถานที่					
4.2 สีสันสวยงาม เหมาะสมกับสถานที่					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ด้านการบำรุงรักษา					
5.1 สามารถซ่อมแซมได้ง่าย					
5.2 ดูแลรักษา ทำความสะอาดได้ง่าย					
6. ด้านการผลิต					
6.1 โครงสร้างของอุปกรณ์ไม่ซับซ้อนสามารถปรับเปลี่ยนได้					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้ประเมิน

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงของแบบประเมินความพึงพอใจของนักออกแบบ

ที่มีต่อแบบประเมินความพึงพอใจของหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะในลุมพินี

วิจัยเรื่อง ศึกษาการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์

โดย นายณัฐวัตร ทิพสิงห์ นักศึกษาปริญญาโท

สาขาวิชา เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำชี้แจง : แบบตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงของแบบประเมินความพึงพอใจด้านการออกแบบที่มีต่อรถจักรยานไฟฟ้าตรวจการความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี โดยแบบประเมินแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน

ตอนที่ 2 การประเมินตรวจสอบค่าความเที่ยงตรง ของแบบประเมินความพึงพอใจด้านรถจักรยานไฟฟ้าตรวจการความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี โดยการใช้คะแนนข้อคำถามแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญ (R)

มีค่าที่เป็นไปได้ 3 ค่า คือ

+1 = เมื่อแน่ใจว่าประเด็นคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

0 = เมื่อไม่แน่ใจว่าประเด็นคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-1 = เมื่อแน่ใจว่าประเด็นคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพา

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้ประเมิน

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน

ชื่อ.....

นามสกุล.....

สถานที่

ทำงาน.....

ตำแหน่ง

งาน.....

ระดับ

การศึกษา.....

....

ประสบการณ์ทำงาน/

ผลงาน.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 การประเมินตรวจสอบค่าความเที่ยงตรง ของแบบประเมินความพึงพอใจด้านการออกแบบ

ที่มีต่อการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำชี้แจง : หลังจากที่ท่านพิจารณาประเด็นคำถามแล้ว ให้ทำเครื่องหมาย ✓ลงในช่องว่างตามระดับความคิดเห็นของท่าน

แบบร่างการประยุกต์ระบบไฟฟ้าเพื่อออกแบบรถไฟฟ้าตรวจการณ์

รายการ	**ระดับความคิดเห็น**		
	+1	**0**	**-1**
1. ด้านหน้าที่ใช้สอย			
1.1 รูปทรงมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับสวนสาธารณะลุมพีนี			
1.2 รูปแบบของอุปกรณ์สอดคล้องกับพฤติกรรมการทำงานของหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนี			
2. ด้านความปลอดภัย			
2.1 โครงสร้างมีความแข็งแรงและรับน้ำหนักได้ดี			
2.2 ขนาดความกว้าง ความสูง อิงมาจากสภาพแวดล้อมจริงและเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนของหน่วยงานรักษาความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพีนี			
3. ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน			
3.1 อุปกรณ์มีน้ำหนักเหมาะสม สามารถได้เคลื่อนย้ายสะดวก			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการ	ระดับความคิดเห็น		
	+1	0	-1
4. ด้านความสวยงาม			
4.1 รูปแบบของอุปกรณ์เหมาะสมกับสถานที่			
4.2 สีสันสวยงาม เหมาะสมกับสถานที่			
5. ด้านการบำรุงรักษา			
5.1 สามารถซ่อมแซมได้ง่าย			
5.2 ดูแลรักษา ทำความสะอาดได้ง่าย			
6. ด้านการผลิต			
6.1 โครงสร้างของอุปกรณ์ไม่ซับซ้อนสามารถปรับเปลี่ยนได้			

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้ประเมิน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข. หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 0646

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๑๕ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๙

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ

เรียน อาจารย์ราชัน แพงประเสริฐ

ด้วย นายณัฐวัฒน์ ทิพสิงห์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและออกแบบจักรยานไฟฟ้าตรวจการความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี" โดยมี ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ นายณัฐวัฒน์ ทิพสิงห์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒
โทรสาร. ๐๒- ๓๒๙-๘๔๓๖
ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๓-๘๘๘-๘๑๒๙

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.๓๖๙๒
ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔ / 0646 วันที่ ๑๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๙

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมิน

เรียน ผศ.ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง

ด้วย นายณัฐวัฒน์ ทิพสิงห์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและออกแบบจักรยานไฟฟ้าตรวจการความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี" โดยมี ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายณัฐวัฒน์ ทิพสิงห์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 0646

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๐๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๙

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมิน

เรียน อาจารย์กีรติน สายพัทลุง

ด้วย นายณัฐวัฒน์ ทิพสิงห์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและออกแบบจักรยานไฟฟ้าตรวจการความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี" โดยมี ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายณัฐวัฒน์ ทิพสิงห์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒
โทรสาร. ๐๒- ๓๒๙-๘๔๓๖
ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๓-๘๘๘-๘๑๒๙

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.๓๖๙๒
ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 0646 วันที่ ๐๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๙

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมิน

เรียน ดร.สุธาสินีน์ บุรีคำพันธุ์

ด้วย นายณัฐวัฒน์ ทิพสิงห์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและออกแบบจักรยานไฟฟ้าตรวจการความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี" โดยมี ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายณัฐวัฒน์ ทิพสิงห์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.๓๖๙๒
ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔ / 0646 วันที่ ๑๙ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๙

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมิน

เรียน ผศ.ดร.ธเนศ ภิรมย์การ

ด้วย นายณัฐวัฒน์ ทิพสิงห์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและออกแบบจักรยานไฟฟ้าตรวจการความปลอดภัยในสวนสาธารณะลุมพินี" โดยมี ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายณัฐวัฒน์ ทิพสิงห์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

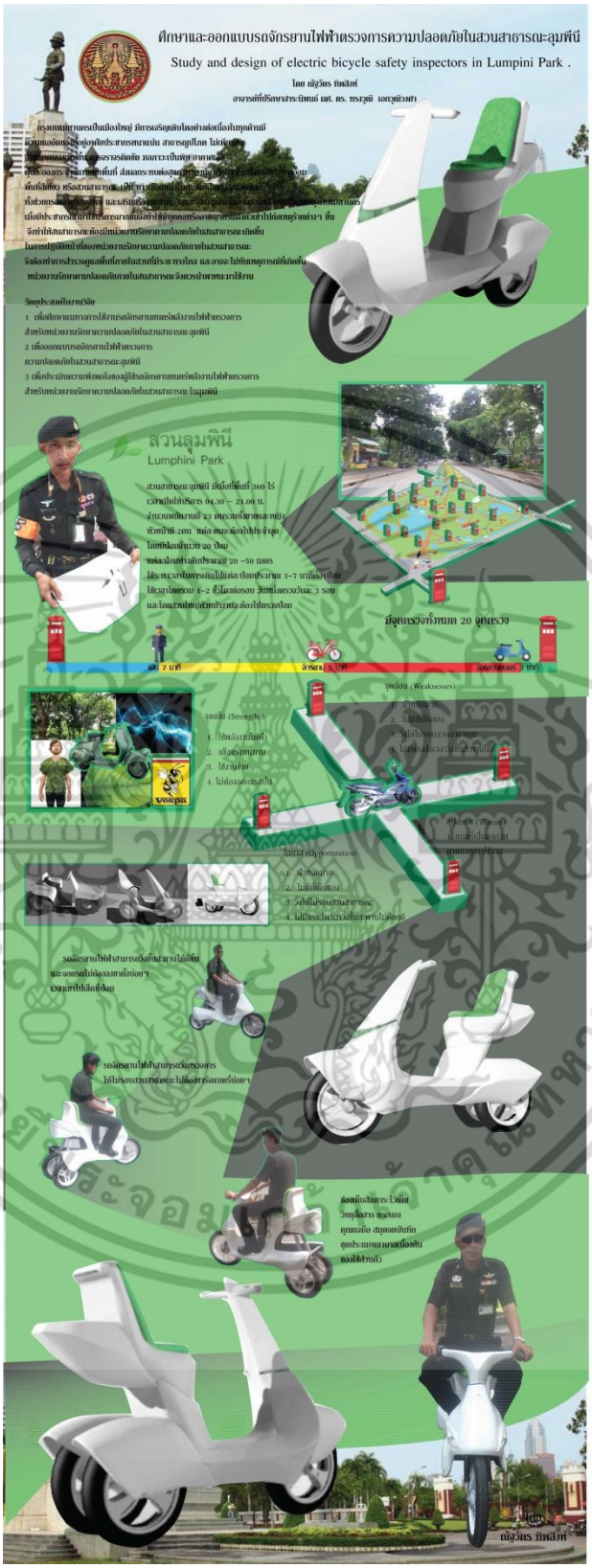
จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค. ผลงานการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค.76 ผลงานการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ค.77 ผลงานการออกแบบ

ภาพที่ ค.78 ผลงานการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นาย ณัฐวัตร ทิพสิงห์
วัน-เดือน-ปีเกิด	15 มิถุนายน 2530
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 767 แขวงทับยาว เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2553 สำเร็จการศึกษา เทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชา การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ประวัติการทำงาน	ปัจจุบัน Propman บริษัท พีน่า พร็อพเพอร์ตี้ ดีลอปเม้นท์ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้