

การออกแบบและทดสอบสมรรถนะรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า
ขนาดมอเตอร์ 2 กิโลวัตต์
Design and performance testing of electric motorcycles
motor size 2 kW

สมชาติ บุญศรี¹ สิทธิพล ศรีวิเศษ²และ อภิสิต ภูผิวงษา³
Somchat Boonsri¹ Sitthiphon Sriwiset²and Aphisit Phupiewpha³

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและพัฒนาจักรยานยนต์ไฟฟ้าขนาดมอเตอร์ 2 กิโลวัตต์ 2) ทดสอบสมรรถนะรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าขนาดมอเตอร์ 2 กิโลวัตต์ การวิจัยแบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาออกแบบและพัฒนาจักรยานยนต์ไฟฟ้าขนาดมอเตอร์ 2 กิโลวัตต์ ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบสมรรถนะรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า โดยทำการทดสอบ 5 ครั้ง ผลการวิจัยขั้นตอนที่ 1 การออกแบบและพัฒนาจักรยานยนต์ไฟฟ้า โดยใช้รถจักรยานยนต์ 2 ล้อ ติดตั้งฮับมอเตอร์ขนาด 2 กิโลวัตต์ ขนาดแบตเตอรี่ 72 โวลท์ ความจุ 20 แอมป์-ชั่วโมง ขั้นตอนที่ 2 พบว่าการทดสอบระยะเบรกที่ความเร็ว 20-40 กิโลเมตร/ชั่วโมง มีระยะเบรกตั้งแต่ 2.08-6.02 เมตร ตามลำดับ ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน จากแบตเตอรี่ชาร์จเต็ม 100 % ขับให้แบตเตอรี่หมดถึง 0 % ที่ความเร็ว 30-50 กิโลเมตร/ชั่วโมง พบว่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานอยู่ที่ 0.039-0.051 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/กิโลเมตร คิดเป็นอัตราค่าพลังงาน 0.17-0.23 บาท/กิโลเมตร การทดสอบขึ้นทางลาดชันเอียง 20 องศา เพื่อทดสอบการกินกระแส โดยน้ำหนักคนขับ 55-160 กิโลกรัม พบว่ามีการกินกระแสตั้งแต่ 10.68 - 23.87 แอมป์ และผลการทดสอบระยะทางที่สูงสุดที่ทำได้ จากแบตเตอรี่ชาร์จเต็ม 100% ขับให้แบตเตอรี่หมดถึง 0% ที่ความเร็ว 30- 50 กิโลเมตร/ชั่วโมง มีระยะทางสูงสุดที่ทำได้ตั้งแต่ 26.58- 35.22 กิโลเมตร

คำสำคัญ : มอเตอร์ไฟฟ้า รถจักรยานยนต์ไฟฟ้า แบตเตอรี่

¹⁻³ วิทยาลัยเทคนิคอุตสาหกรรมยานยนต์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 1

Abstract

The purposes of this research were 1) to design and develop a 2-kW electric motorcycle, 2) to test the performance of a 2-kW electric motorcycle. The research was divided into 2 steps: Step 1: Study, design and develop an electric motorcycle with a 2-kW motor; Step 2: Test the performance of the electric motorcycle. The test was conducted 5 times. The research results of step 1, design, and development of electric motorcycles. By using a 2-wheel motorcycle equipped with a 2-kW hub motor, battery size 72 volts, capacity 20 amp-hours. Step 2 found that the braking distance test is at a speed of 20-40 km/h The braking distance is from 2.08-6.02 meters, respectively. The test results for the energy consumption rate from a 100% fully charged battery, drive the battery to 0% at a speed of 30-50 km/h. It was found that the rate of energy consumption was 0.039-0.051 kWh/km. Representing the energy rate of 0.17-0.23 baht/km, testing up the steep slope at a 20-degree incline to test the current consumption. With the weight of the driver 55-160 kilograms, it was found that the current consumption ranged from 10.68 - 23.87 amperes and the maximum possible distance test result. From a 100% fully charged battery, drive the battery to 0% at a speed of 30-50 km/h. There is a maximum distance that can be done from 26.58- 35.22 kilometers.

Keywords: Electric motor, Electric Motorcycle, Battery

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทย และทั่วโลกกำลังประสบปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากรโลก การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมอย่างรวดเร็ว จะเห็นได้ว่ามีปริมาณรถยนต์เพิ่มมากขึ้น ทำให้มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจะมีการเผาไหม้ ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เกิดภาวะเรือนกระจก ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้โลกเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และเกิดปัญหาโลกร้อน จากปัญหาวิกฤตการณ์ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงโลกแปรปรวนอย่างรวดเร็ว และมีราคาแพงมากขึ้น จึงมีการหันมาใช้พลังงานทดแทน แทนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเพราะเป็นพลังงานที่หาได้ง่าย มีราคาถูก ได้แก่ พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีราคาต่อหน่วยต่ำกว่ามาก ไม่มีปัญหาในเรื่องของมลพิษที่จะเกิดขึ้น อีกทั้งการหาแหล่งการเติมพลังงานยังหาได้ง่ายกว่าน้ำมันเชื้อเพลิง

จากปัญหาดังกล่าว ประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับปัญหาดังกล่าวจึงมีนโยบายและมาตรการเกี่ยวกับการนำพลังงานทดแทนมาใช้เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และลดปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่เหลือน้อยและมีราคาสูงในปัจจุบัน เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศไทยกับต่างประเทศ ที่มีพัฒนาการในการใช้พลังงานไฟฟ้ามาประยุกต์ใช้ในยานยนต์ เพื่อทดแทนพลังงานบางส่วน ในปัจจุบันได้มีการนำเอาอุปกรณ์ชิ้นส่วนรถไฟฟ้าจากต่างประเทศเพิ่มมากขึ้น ทำให้สามารถเข้าถึงได้ง่ายและมีราคาที่ถูกลง อย่างไรก็ตามในบางประเทศ ได้นำยานพาหนะที่ใช้ไฟฟ้านำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา เป็นต้น สำหรับประเทศไทยได้มีการนำมาใช้แล้วบ้างแต่ยังเป็นส่วนน้อยเนื่องจากมีราคาสูง และยังไม่มีความรู้ ความเข้าใจ หรือข้อมูลในตัวยานพาหนะที่ใช้ไฟฟ้า

ดังนั้นคณะผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะจัดทำวิจัยการพัฒนาและทดสอบสมรรถนะรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าขนาดมอเตอร์ 2 กิโลวัตต์ ที่จะนำมาทดแทนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ก่อให้เกิดปัญหาหลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็นด้านค่าใช้จ่าย ด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยทำการสร้างรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า 2 ช้อ ติดตั้งฮับมอเตอร์ขนาด 2 กิโลวัตต์ ขนาดแบตเตอรี่ 72 โวลท์ ความจุ 20 แอมป์-ชั่วโมง เพื่อที่จะได้ยานพาหนะที่ประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ลดมลพิษทางอากาศ และยังสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดในอนาคตได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าขนาดมอเตอร์ 2 กิโลวัตต์
2. เพื่อทดสอบสมรรถนะรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าขนาดมอเตอร์ 2 กิโลวัตต์

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ชนิดของมอเตอร์รถไฟฟ้า

ฮับมอเตอร์ หรือมอเตอร์ฮับ เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนล้อโดยไม่ต้องใช้ระบบส่งกำลัง นี่คือการสำเร็จเพราะมอเตอร์ฮับถูกสร้างขึ้นโดยตรงในฮับของล้อซึ่งเป็นจุดที่ล้อหมุน สิ่งนี้ข้ามความจำเป็นในการส่งสัญญาณ ดังนั้นฮับมอเตอร์จึงมีประสิทธิภาพมากกว่า โดยเฉพาะในอัตราความเร็วสูง มอเตอร์ฮับใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่แบบแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนและนิเกิลเมทัลไฮไดรด์ เป็นแบตเตอรี่ที่สามารถชาร์จใหม่ได้เนื่องจากแบตเตอรี่มีน้ำหนักเบา ซึ่งเป็นข้อพิจารณาที่สำคัญเมื่อใช้มอเตอร์ฮับ

2. ชนิดของแบตเตอรี่

แบตเตอรี่ที่นิยมใช้ทั้งสิ้น 3 ประเภท คือ แบตเตอรี่ตะกั่ว แบตเตอรี่นิเกิล และแบตเตอรี่ ลิเทียม โดยแบตเตอรี่ลิเทียมมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการนำมาใช้งานในยานยนต์ไฟฟ้ามากที่สุด เนื่องจากคุณสมบัติด้านความหนาแน่นพลังงานที่สูง ซึ่งแบตเตอรี่ลิเทียมมีขนาดและน้ำหนักน้อยกว่า แบตเตอรี่ตะกั่ว และแบตเตอรี่นิเกิล ที่มีความจุเท่ากัน

ข้อดีของ แบตเตอรี่ลิเทียม ไอออน ฟอสเฟต Lithium Iron Phosphate (LFP) มีเสถียรภาพ และเซลล์แบตเตอรี่มีความแข็งแรงทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ดี แม้กระทั่งหากมีการทำลายจะไม่ลุกไหม้แต่จะเกิดเพียงควัน เท่านั้น ราคาประหยัด การอัดประจุที่รวดเร็ว ให้พลังงานมาก และไม่มีค่าบำรุงรักษา จึงทำให้ แบตเตอรี่ LFP เหมาะกับอุปกรณ์ขนย้ายขนาดใหญ่ เช่น รถฟอร์คลิฟลิเทียมของเรา และอุปกรณ์ขนย้ายอื่นๆ

ข้อเสียของ แบตเตอรี่ลิเทียม ไอออน ฟอสเฟต Lithium Iron Phosphate (LFP) การกักเก็บ พลังงานได้น้อยไม่สามารถใช้งานได้กับอุปกรณ์ที่ต้องการ พลังงานสูงที่ต้องเก็บไว้ในพื้นที่จำกัดและที่น้ำหนักขั้นต่ำที่จำกัด ในอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งพลังงานมหาศาลจะต้องถูกกักเก็บไว้ในพื้นที่ที่จำกัด และน้ำหนักก็เป็นปัจจัยสำคัญ

3. ระบบชาร์จไฟ

สำหรับการอัดประจุรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าผ่าน DC หรือกระแสตรงนั้น ส่วนมากจะมาจากการอัดประจุผ่าน เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าจาก AC เป็น DC เพื่อชาร์จเข้าสู่แบตเตอรี่รถจักรยานยนต์ไฟฟ้าโดยไม่ต้องผ่าน On Board Charger นั้นหมายความว่าสามารถชาร์จเข้าสู่ตัวรถได้อย่างรวดเร็ว แกมเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้ามีขนาดที่หลากหลายเพื่อรองรับการใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ

รถจักรยานยนต์ไฟฟ้า 2 ล้อ ขนาดมอเตอร์ 2 กิโลวัตต์ มีแบตเตอรี่ 72 โวลต์ ขนาดความจุ 20 แอมป์-ชั่วโมง แต่เครื่องแปลงไฟฟ้าสามารถชาร์จสูงสุด 5 แอมป์-ชั่วโมง จะใช้เวลาชาร์จ 4 ชั่วโมง

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชานนท์ กอแก้ว และธรรมรัฐ ออกแบบยานยนต์ไฟฟ้า 4 ล้อ ขับเคลื่อนด้วยล้อหลัง โดยมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างสำหรับการรับน้ำหนักที่ดีขึ้นและปรับปรุงขนาดให้มีความสอดคล้องกับลักษณะการใช้งาน ตัวยานยนต์ไฟฟ้ามีขนาดความกว้าง 900 มิลลิเมตร ความยาว 2640 มิลลิเมตร และมีความสูง 1500 มิลลิเมตร มีน้ำหนักโครงสร้าง 200 กิโลกรัมสามารถบรรทุกน้ำหนักสูงสุดได้ 290 กิโลกรัม โดยมีต้นกำลังจากมอเตอร์ขนาด 48 โวลต์ 1000 วัตต์ จำนวนสองตัว ส่งกำลังไปที่เพลาท้ายด้วยระบบเฟืองโซ่ และมีแหล่งจ่ายพลังงานจากแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนฟอสเฟตขนาด 48 โวลต์ 100 แอมป์เป็นตัวจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า[1]

ฐิติกร ปันดอกไม้ และคณะ ศึกษาการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไร้แปรงถ่าน สำหรับการขับเคลื่อนรถไฟฟ้า 2 ล้อ เพื่อการเดินทางในมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร โดยเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่มีขนาดแรงดันไฟฟ้า 24/48 โวลต์ กำลังไฟฟ้าที่ 350 วัตต์ ที่มีการควบคุมความเร็วรอบด้วยไอซี MC33033 พบว่ามีการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านสามารถควบคุมได้เป็นอย่างดี โดยมีการทำงานของสวิตช์ทั้ง 6 ตัวโดยไม่เกิดการลัดวงจร ซึ่งรถจักรยานไฟฟ้าที่สร้างขึ้นสามารถรับน้ำหนักได้ไม่เกิน 120 กิโลกรัม สามารถวิ่งได้ในทางเรียบและทางลาดชัน ทั้งนี้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านมีคุณสมบัติเหมาะสม กับการนำไปใช้งานทำรถจักรยานไฟฟ้า [2]

ยุทธชัย เกี้ยวสันเทียะและคณะออกแบบ สร้าง และทดสอบสกูเตอร์ไฟฟ้า สำหรับการเดินทางระยะสั้นคนเดียว รวมถึงศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการขับเคลื่อนกับน้ำหนักรวมที่ใช้ในการเคลื่อนที่ไปบนพื้นราบทางตรงและการเคลื่อนที่ขึ้นทางลาดชัน การดำเนินงานวิจัยได้เริ่มจากการศึกษาส่วนประกอบและหลักการทำงานของสกูเตอร์ไฟฟ้า แรงต้านการเคลื่อนที่ของสกูเตอร์ไฟฟ้า จากนั้นได้คำนวณหาค่ากำลังของมอเตอร์สำหรับใช้ในการขับเคลื่อนสกูเตอร์ไฟฟ้าเพื่อนำไปสร้างและทดสอบหาความเร็วสกูเตอร์ไฟฟ้าได้ทดสอบทางตรงในแนวระดับระยะทาง 100 เมตร และขึ้นทางลาดชันที่มีมุมเอียง 5 องศา เป็นระยะทาง 10 เมตร จากการศึกษาและทดสอบสกูเตอร์ไฟฟ้าที่สร้างขึ้น

พบว่าสกุต์เตอร์ไฟฟ้าควรใช้ฮับมอเตอร์ขนาด 350 วัตต์ เป็นมอเตอร์ขับเคลื่อนเพื่อรองรับน้ำหนักของผู้ใช้งานประมาณ 90 กิโลกรัม และเพื่อให้ได้ความเร็วประมาณ 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สำหรับการเคลื่อนที่ไปบนทางลาดชันที่มีมุมเอียง 5 องศา สกุต์เตอร์ไฟฟ้าที่ได้สร้างขึ้นมีน้ำหนักประมาณ 6 กิโลกรัม ในการทดสอบความเร็วของการเคลื่อนที่พบว่าสกุต์เตอร์ไฟฟ้าทำความเร็วได้ประมาณ 22 ถึง 25 กิโลเมตรต่อชั่วโมงสำหรับบนพื้นราบทางตรง ส่วนการเคลื่อนที่ขึ้นบนพื้นเอียง สกุต์เตอร์ไฟฟ้าสามารถทำความเร็วได้ประมาณ 13 ถึง 17 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของผู้ใช้งาน[3]

วิธีดำเนินการวิจัย

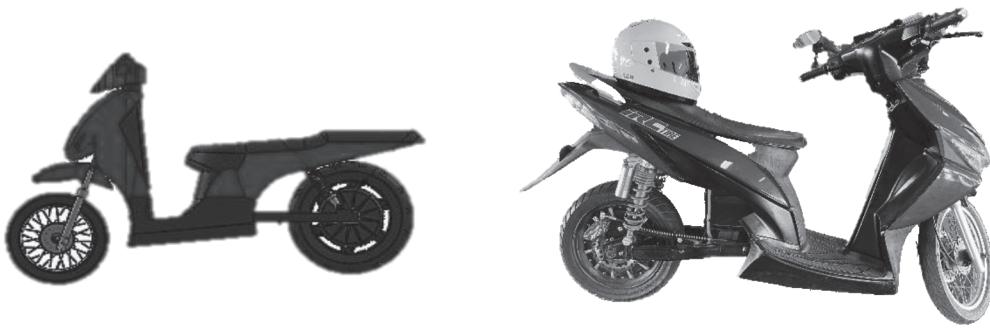
งานวิจัยนี้ มีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนารถจักรยานยนต์ไฟฟ้า ศึกษาข้อมูลชิ้นส่วนประกอบของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า เช่น มอเตอร์ แบตเตอรี่ กล่องควบคุม คันเร่ง อุปกรณ์แปลงไฟแรงสูงกระแสตรงเป็นไฟแรงต่ำกระแสตรง และจอแสดงผลข้อมูลสถานะแบตเตอรี่
2. การออกแบบและสร้างรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น นำข้อมูลที่ได้มาออกแบบและสร้างรถไฟฟ้า โดยใช้ตัวถังรถจักรยานยนต์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมาทำการพัฒนาปรับปรุง ติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้า มีแบตเตอรี่ในการกักเก็บพลังงานที่ใช้ในการขับเคลื่อน มีกล่องควบคุมและคันเร่งไฟฟ้าในการควบคุมความเร็วรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า ติดตั้งอุปกรณ์แปลงไฟแรงสูงกระแสตรงเป็นไฟแรงต่ำกระแสตรง และมีจอแสดงผลจอแสดงผลข้อมูลสถานะแบตเตอรี่
3. การทดสอบสมรรถนะรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า โดยจะแบ่งการทดสอบออกเป็นดังนี้
 - 3.1 การทดสอบระยะเบรกที่สามารถทำได้ ระยะทดสอบ 30 เมตร ที่ความเร็วคงที่ 20,25,30,35 และ 40 กิโลเมตร/ชั่วโมง เพื่อหาระยะเบรกของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า
 - 3.2 การทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน โดยใช้ระยะทางสูงสุดที่ทำได้ จากแบตเตอรี่ชาร์จเต็ม 100% ขับให้แบตเตอรี่หมดถึง 0% โดยแต่ละความเร็วคงที่เฉลี่ย 30,35,40,45 และ 50 กิโลเมตร/ชั่วโมง นำระยะทางที่ได้มาคำนวณ เพื่อหาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน
 - 3.3 การทดสอบการขึ้นทางลาดชันเอียง 20 องศาต่อน้ำหนักคนขับ โดยน้ำหนัก 55,60,70,100 และ 160 กิโลกรัม เพื่อดูการกินกระแสของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า

ผลการวิจัย

จากการดำเนินวิจัยการพัฒนาและทดสอบสมรรถนะรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าขนาดมอเตอร์ 2 กิโลวัตต์ ผลที่ได้มีดังนี้

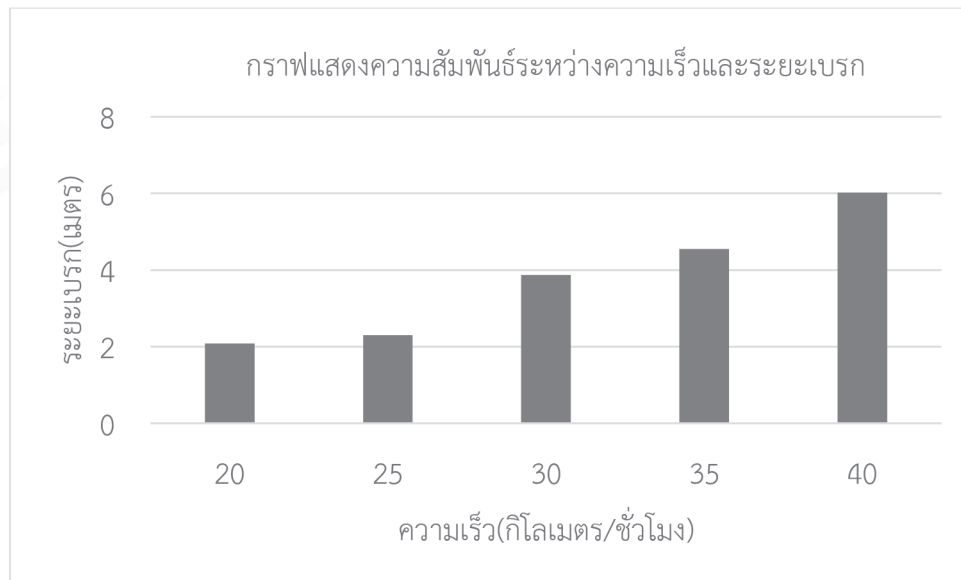
1. ผลการออกแบบและสร้างรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า โดยใช้ตัวถังรถจักรยานยนต์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมาทำการพัฒนาปรับปรุง ติดตั้งฮับมอเตอร์ขนาด 2 กิโลวัตต์ ขนาดแบตเตอรี่ 72 โวลต์ ความจุ 20 แอมป์-ชั่วโมง มีกล่องควบคุมและคันเร่งไฟฟ้าในการควบคุมความเร็วรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า ติดตั้งอุปกรณ์แปลงไฟกระแสตรง 72 โวลต์ เป็น 12 โวลต์โดยใช้หลักการออกแบบตามงานวิจัย[3][8] และมีจอแสดงผลจอแสดงผลข้อมูลสถานะแบตเตอรี่



ภาพที่ 1 การออกแบบและสร้างรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า

2. ผลการทดสอบสมรรถนะรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า ผลที่ได้มีดังนี้

2.1 ผลการทดสอบระยะเบรกที่สามารถทำได้ ระยะทดสอบ 30 เมตร ที่ความเร็วคงที่ 20,25,30,35 และ 40 กิโลเมตร/ชั่วโมง พบว่าระยะเบรกเฉลี่ยได้แก่ 2.08, 2.30, 3.87, 4.55 และ 6.02 เมตร ตามลำดับดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและระยะเบรก

2.2 ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน โดยใช้ระยะทางสูงสุดที่ได้จากแบตเตอรี่ชาร์จเต็ม 100% ขับให้แบตเตอรี่หมดถึง 0% โดยแต่ละความเร็วคงที่เฉลี่ย 30,35,40,45 และ 50 กิโลเมตร/ชั่วโมง ผลที่ได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานและระยะทางสูงสุด

ความเร็ว (Km/h)	ระยะทางที่ทำได้อัตราการสิ้นเปลือง	อัตราการสิ้นเปลือง	อัตราการสิ้นเปลือง
	(Km.)	(kWh/Km)	(บาท/กิโลเมตร)
30	35.22	0.039	0.17
35	32.23	0.042	0.19
40	32.36	0.042	0.19
45	29.78	0.046	0.21
50	26.58	0.051	0.23

2.3 ผลการทดสอบการขึ้นทางลาดชันเอียง 20 องศาต่อน้ำหนักคนขับ โดยน้ำหนัก 55,60,70,100 และ 160 กิโลกรัม พบว่ามีการกินกระแสไฟดังนี้ 10.68, 13.52, 19.11, 21.01 และ 23.87 แอมแปร์ ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบขึ้นทางลาดชัน

น้ำหนัก (Kg)	ความลาดชัน (องศา°)	การจ่ายกระแส (A)
55	20°	10.68
60	20°	13.52
70	20°	19.11
100	20°	21.01
160	20°	23.87

การอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาข้อมูลออกแบบและสร้างรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า โดยใช้ตัวถังรถจักรยานยนต์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมาทำการพัฒนาปรับปรุง ติดตั้งฮับมอเตอร์ขนาด 2 กิโลวัตต์ ขนาดแบตเตอรี่ 72 โวลต์ ความจุ 20 แอมป์-ชั่วโมง ซึ่งโครงสร้างตัวถังรถคงเดิม รวมทั้งระบบไฟสัญญาณที่จำเป็นยังคงเดิมตามรุ่นรถ และตัวรถยังมีน้ำหนักเบาขึ้นจากเดิมที่ใช้เครื่องยนต์ในการขับเคลื่อน

ผลการทดสอบระยะเบรกที่สามารถทำได้ ระยะทดสอบ 30 เมตร ที่ความเร็วคงที่ 20-40 กิโลเมตร/ชั่วโมง พบว่ามีระยะเบรกเฉลี่ย 2.08-6.02 เมตร

ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน โดยใช้ระยะทางสูงสุดที่ทำได้ จากแบตเตอรี่ชาร์จเต็ม 100% ขับให้แบตเตอรี่หมดถึง 0% โดยแต่ละความเร็วคงที่เฉลี่ย 30-50 กิโลเมตร/ชั่วโมง พบว่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานอยู่ที่ 0.039-0.051 กิโลวัตต์ชั่วโมง/กิโลเมตร คิดเป็นอัตราค่าพลังงาน 0.17-0.23 บาท/กิโลเมตรสอดคล้องกับงานวิจัยของ[4]

ผลการทดสอบระยะทางที่ทำได้สูงสุด จากแบตเตอรี่ชาร์จเต็ม 100% โดยใช้ ขับให้แบตเตอรี่หมดถึง 0% โดยแต่ละความเร็วคงที่เฉลี่ย 30-50 กิโลเมตร/ชั่วโมง ระยะทางสูงสุด 35.22-26.85 กิโลเมตร

ผลการทดสอบการขึ้นทางลาดชันเอียง 20 องศาต่อน้ำหนักคนขับ โดยน้ำหนัก 55,60,70,100 และ 160 กิโลกรัม พบว่ามีการกินกระแสไฟดังนี้ 10.68-23.87 แอมแปร์ น้ำหนักบรรทุกส่งผลต่อการกินกระแสของมอเตอร์สอดคล้องกับงานวิจัย[4]-[5]

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. หากต้องการเพิ่มระยะทางในการใช้งานที่มากขึ้น ควรเพิ่มขนาดแบตเตอรี่ความจุ ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น
2. ควรมีอุปกรณ์ที่ป้องกันน้ำกระเด็นเข้ากล่องควบคุมหรือแบตเตอรี่ เพื่อป้องกันการเสียหายที่จะเกิดขึ้นผ่านเส้นทางที่มีน้ำท่วมขัง

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชานนท์ กอแก้ว และธรรมรัฐ เชื้อตาเคน. (2563). การพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็กเพื่อการเกษตร. ปริญญาโท.มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- [2] วิฑิตกร ปันดอกไม้ และคณะ.(2565). รถจักรยานไฟฟ้าขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่าน.การประชุมวิชาการระดับชาติ สำหรับนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 2.วันที่ 15 มีนาคม 2565
- [3] ยุทธชัย เกี้ยวสันเทียะ,พิสิฐพงศ์ แป้นทอง และลักษณปรีชา เกี้ยวสันเทียะ. (2565).การออกแบบและทดสอบสเกเตอร์ไฟฟ้าสำหรับเดินทางระยะสั้นคนเดียว.วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธนบุรี,6(1),90 – 99.
- [4] สมชาติ บุญศรี,นันทปรีชา สิงห์ทอง และสิทธิพล ศรีวิเศษ. (2565). การออกแบบและสร้างรถไฟฟ้า 4 ล้อ สำหรับติดตั้งปั้มน้ำยาฆ่าเชื้อโควิด-19. การประชุมวิชาการ วิจัยและนวัตกรรม ระดับชาติ ครั้งที่ 2“เทคโนโลยีและนวัตกรรมอาชีวศึกษาเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรม” สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4.วันที่ 10 มิถุนายน 2565
- [5] Mahesh S. Khande, Akshay S. Patil, Gaurav C. Andhale, and Rohan S. Shirsat. (2020). **Design and Development of Electric scooter**. International Research Journal of Engineering and Technology,7(5), 359 – 364.