



วารสาร

วิจัยและพัฒนาอาชีวศึกษา

Journal of Research and Vocational Education Development (JRVED)

ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม - ธันวาคม 2568 Vol.4 No.2 July - December 2025



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4

Institute of Vocational Education : Northeastern Region 4

ศึกษาและทดสอบหาสมรรถนะของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลงที่ใช้
แบตเตอรี่แบบลิเทียมไอออน
Study and Performance Testing of a Modified Lithium-Ion
Battery Electric Three-Wheeled Truck

นันทฤทธิ์ อนุพันธ์^{1*} ปิยวุฒิ ป้องเพชร² และ จิรโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข¹

¹แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

²แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคเดชอุดม

¹319 ถนนกสิกรรม ตำบลหนองครก อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000

²377 หมู่ 30 ถนนโชคชัย-เดชอุดม ตำบลเมืองเดช อำเภอเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี 34160

*ติดต่อ: nxnuphan@gmail.com เบอร์โทรศัพท์: 045 612 886, เบอร์โทรสาร: 045 612 698

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและทดสอบสมรรถนะของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลงที่ใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน โดยทำการทดสอบสมรรถนะด้านระยะทางต่อการชาร์จแบตเตอรี่ ความเร็วในการเคลื่อนที่ การออกตัวและระยะเบรก การทดลองดำเนินการโดยการทดสอบภาคสนามและทำการทดลองซ้ำจำนวน 3 ครั้งในแต่ละการทดสอบ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและประเมินสมรรถนะของระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า

ผลการทดลองพบว่ารถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลงมีการใช้พลังงานเฉลี่ย 4.67 kWh ต่อการชาร์จหนึ่งครั้ง และสามารถวิ่งได้ระยะทางเฉลี่ย 33.77 กิโลเมตร คิดเป็นอัตราการใช้พลังงานเฉลี่ย 0.138 kWh/km ในการทดสอบความเร็วที่ระยะทาง 100 เมตร รถใช้เวลาเฉลี่ย 28.87 วินาที และมีความเร็วเฉลี่ย 3.463 m/s (ประมาณ 12.47 km/h) สำหรับการทดสอบการออกตัวที่ระยะทาง 20 เมตร พบว่ารถใช้เวลาเฉลี่ย 4.83 วินาที และมีความเร็วเฉลี่ย 4.138 m/s (ประมาณ 14.90 km/h) นอกจากนี้การทดสอบระยะเบรกที่ความเร็วเริ่มต้น 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พบว่ารถมีระยะเบรกเฉลี่ย 1.83 เมตร

ผลการศึกษาสรุปได้ว่า รถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลงที่ใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนมีสมรรถนะด้านการใช้พลังงาน การเร่งความเร็วและการเบรกอยู่ในระดับที่เหมาะสม สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการขนส่งระยะใกล้และการทำงานในระดับชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: รถบรรทุกสามล้อไฟฟ้า, แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน, สมรรถนะรถไฟฟ้า, การใช้พลังงาน

Abstract

This study aimed to evaluate the performance of a modified electric three-wheeled truck powered by a lithium-ion battery. The performance tests focused on driving range per charge, vehicle speed, acceleration capability, and braking distance. Field experiments were conducted, and each test was repeated three times to obtain reliable average values for performance evaluation.

The experimental results indicated that the modified electric three-wheeled truck consumed an average electrical energy of 4.67 kWh per charge and achieved an average driving range of 33.77 km, resulting in an average energy consumption of 0.138 kWh/km. In the speed test over a distance of 100 meters, the vehicle required an average time of 28.87 seconds, corresponding to an average speed of 3.463 m/s (approximately 12.47 km/h). For the acceleration test over 20 meters, the vehicle required an average time of 4.83 seconds, with an average speed of 4.138 m/s (approximately 14.90 km/h). Additionally, the braking test conducted at an initial speed of 30 km/h resulted in an average braking distance of 1.83 meters.

The results demonstrate that the modified electric three-wheeled truck powered by a lithium-ion battery provides satisfactory performance in terms of energy efficiency, acceleration, and braking capability. Therefore, the vehicle is suitable for short-distance transportation and community-level logistics applications.

Keywords: electric three-wheeled truck, lithium-ion battery, electric vehicle performance, energy efficiency

1. บทนำ/ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากสถานการณ์ปัญหาสิ่งแวดล้อม PM 2.5 ในปัจจุบัน ซึ่งส่งผลกระทบต่อปัญหาสุขภาพ โดยในปี 2564 พบว่าปัญหาค่า PM 2.5 ของประเทศไทยมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน (องค์การอนามัยโลกแนะนำอยู่ที่ 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ถึงสองเท่า โดยมีค่าเฉลี่ยในปี 2564 เท่ากับ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการใช้รถยนต์ ทำให้เกิดฝุ่นละอองปกคลุมทั่วพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ทำให้ประชาชนหันมาให้ความสนใจกับปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 หนึ่งในปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหามลพิษเกิดจากการจราจรที่หนาแน่น ซึ่งเกิดจากปริมาณไอเสียของรถยนต์ จากรายงานของกรมควบคุมมลพิษ ที่อ้างอิงในงานวิจัยปี 2560 ไอเสียของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลคิดเป็นปริมาณ

20 –30% ซึ่งเป็นแหล่งที่มาของปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งแม้จะไม่ใช่ว่าปัญหาทั้งหมดของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 แต่หากสามารถลดปริมาณไอเสียซึ่งเกิดจากรถยนต์บนท้องถนนก็จะมีส่วนช่วยลดปัญหาฝุ่นละอองและก๊าซพิษต่างๆได้มาก ด้วยปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งเกิดจากการใช้รถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (กรมควบคุมโรค, 2565) [1]

ปัจจุบันแนวโน้มการใช้ยานพาหนะในการเดินทางเริ่มเปลี่ยนแปลงจากการใช้เครื่องยนต์แบบสันดาปซึ่งมีการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil Fuel) ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยการปล่อยมลพิษทางอากาศ ฝุ่น คาร์บอนและเสียง ทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน [13] มาเป็นยานพาหนะที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้น เช่น รถไฟฟ้า จักรยานยนต์ไฟฟ้า จักรยานไฟฟ้า สกู๊ตเตอร์ (Scooter) เซกเวย์ (Segway) เป็นต้น [11] ในหลายๆประเทศเริ่มมีการส่งเสริมให้มีการผลิตและใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า (Electrical Vehicle:EV) มากขึ้น ได้แก่ ฝรั่งเศส สหรัฐอเมริกา จีน อังกฤษ แคนาดา ไต้หวัน ซึ่งมีนโยบายสนับสนุน เช่น ปลอดภาษีในการซื้อรถไฟฟ้า ลดราคาค่าไฟฟ้า หรือสามารถกู้เงินเพื่อซื้อยานยนต์ไฟฟ้าในอัตราดอกเบี้ยต่ำ ตลอดจนหาสถานีชาร์จไฟฟ้าเพื่อสนับสนุนการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า เป็นต้น [8] นอกจากนั้นบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่ลงทุนจากต่างประเทศ เช่น เครือโตโยต้า เริ่มมีการปรับตัวโดยมีการวิจัยทางด้านยานยนต์ไฟฟ้าร่วมกับบริษัทภายนอกและมีการปรับบทบาทของผู้ผลิต (supplier) ตลอดจนปรับตัวเป็นผู้ให้บริการด้านยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น [4] เนื่องจากเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าจำเป็นต้องอาศัยชิ้นส่วนและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีความซับซ้อนและใช้เทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อพัฒนาองค์ความรู้และทักษะให้เกิดความก้าวหน้าที่จะสามารถพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการผลิตชิ้นส่วนเครื่องยนต์สันดาปภายใน โดยเฉพาะกลุ่มระบบส่งกำลังหรือเครื่องยนต์ เช่น หม้อน้ำ ท่อไอเสีย ระบบหัวฉีด และถังน้ำมัน ดังนั้นความชัดเจนของนโยบายการส่งเสริมของภาครัฐจึงมีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมยานยนต์ที่กำลังจะเกิดขึ้น [15]

รถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าเป็นอีกหนึ่งที่ได้รับ ความสนใจมากขึ้น ในฐานะพาหนะทางเลือกสำหรับการขนส่งระยะสั้น การส่งสินค้า และการเคลื่อนที่ภายในเมือง เดิมทีรถสามล้อไฟฟ้าส่วนใหญ่ใช้แบตเตอรี่ตะกั่วกรด เนื่องจากมีราคาต้นทุนต่ำ หาซื้อได้ง่ายและระบบการชาร์จไม่ซับซ้อน อย่างไรก็ตามแบตเตอรี่ตะกั่วกรดมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ความหนาแน่นพลังงานต่ำ อายุการใช้งานสั้น น้ำหนักมากและใช้เวลารชาร์จนาน ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อสมรรถนะของระยะทางที่วิ่งได้และประสิทธิภาพในการใช้งาน เพื่อแก้ไขข้อจำกัดดังกล่าวแบตเตอรี่ลิเทียมจึงถูกนำมาใช้แทน โดยแบตเตอรี่ลิเทียมมีข้อดีหลายประการ ได้แก่ ความหนาแน่นพลังงานสูง น้ำหนักเบา อายุการใช้งานยาวนานและสามารถชาร์จไฟได้รวดเร็ว ซึ่งช่วยเพิ่มสมรรถนะของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าให้ดียิ่งขึ้น สามารถวิ่งได้ระยะทางไกลขึ้นและลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระยะยาว ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษาและทดสอบหาสมรรถนะของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลงที่ใช้แบตเตอรี่แบบลิเทียมไอออน ซึ่งมีความสำคัญเนื่องจากจะช่วยให้ได้ข้อมูลเชิงวิชาการและเชิงปฏิบัติสำหรับการเลือกใช้แบตเตอรี่ที่เหมาะสม ตลอดจนสนับสนุนการพัฒนากระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืนในอนาคต

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อสร้างรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลงที่ใช้แบตเตอรี่แบบลิเทียมไอออน
- 2.2 เพื่อทดสอบหาสมรรถนะของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลงที่ใช้แบตเตอรี่แบบลิเทียมไอออน

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 รถบรรทุกสามล้อไฟฟ้า (Electric Three-Wheel Truck) รถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าเป็นยานยนต์ไฟฟ้าประเภทหนึ่งที่มีรูปแบบมาเพื่อการขนส่งระยะสั้นและการบรรทุกสินค้าในเขตเมือง โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นแหล่งกำลังแทนเครื่องยนต์สันดาปภายใน ข้อดีของรถสามล้อไฟฟ้าได้แก่ การปล่อยมลพิษต่ำ เสียงรบกวนต่ำ และค่าใช้จ่ายในการใช้งานที่ต่ำกว่ายานยนต์เครื่องยนต์สันดาป

3.2 ระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้า (Energy Storage System) หัวใจสำคัญของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าคือแบตเตอรี่ ซึ่งทำหน้าที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานและจ่ายพลังงานให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า สมรรถนะของยานยนต์ไฟฟ้าขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของแบตเตอรี่ เช่น ความหนาแน่นพลังงาน (Energy Density), กำลังไฟ (Power Output), อายุการใช้งาน (Cycle Life), เวลาในการชาร์จ และน้ำหนัก

3.3 แบตเตอรี่ตะกั่วกรด (Lead-acid Battery) แบตเตอรี่ตะกั่วกรดเป็นเทคโนโลยีเก่าแก่ที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายด้วยต้นทุนต่ำและการผลิตที่ง่าย ข้อดีของแบตเตอรี่ตะกั่วกรดคือราคาถูกและมีความทนทาน แต่มีข้อจำกัดคือ ความหนาแน่นพลังงานต่ำ น้ำหนักมาก การสูญเสียพลังงานสูง และอายุการใช้งานสั้นเมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ลิเทียม



รูปที่ 1 แบตเตอรี่ตะกั่วกรด (Lead-acid Battery)

3.4 แบตเตอรี่ลิเทียม (Lithium-ion Battery) แบตเตอรี่ลิเทียมเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าแบตเตอรี่ตะกั่วกรดอย่างชัดเจน จุดเด่นคือความหนาแน่นพลังงานสูง น้ำหนักเบา อายุการใช้งานยาวนานกว่า และสามารถชาร์จได้เร็วกว่า อย่างไรก็ตามต้นทุนการลงทุนเริ่มแรกสูงกว่า แต่ในระยะยาวมีความคุ้มค่าเนื่องจากลดค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาและยืดอายุการใช้งาน



รูปที่ 2 แบตเตอรี่ลิเทียม ไอออน (Lithium-Ion Battery)

3.5 การเปรียบเทียบสมรรถนะ (Performance Comparison) เมื่อเปลี่ยนจากแบตเตอรี่ตะกั่วกรดมาเป็นแบตเตอรี่ลิเทียม จะช่วยเพิ่มระยะทางที่วิ่งได้ต่อการชาร์จหนึ่งครั้ง (driving range) เพิ่มอัตราการใช้พลังงาน ความทนทาน และลดค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งาน ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนารถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพและความยั่งยืน

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ขอบเขตด้านอุปกรณ์

- 4.1.1 มอเตอร์กระแสขนาด 72 V 4,000 W จำนวน 1 ตัว
- 4.1.2 แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนขนาดความจุ 72 V 100 A
- 4.1.3 กล่องคอนโทรลเลอร์มอเตอร์กระแส 100.8 V จำนวน 1 ตัว
- 4.1.4 ระบบจัดการแบตเตอรี่ (BMS) 150 ถึง 300 A จำนวน 1 ตัว
- 4.1.5 เครื่องเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้า (DC to DC Converter) จำนวน 2 ตัว

4.2 ตัวแปรต้น

- 4.2.1 ทดสอบหาสมรรถนะของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลงที่ใช้แบตเตอรี่แบบลิเทียมไอออน

4.3 ตัวแปรตาม

- 4.3.1 ทดสอบหาระยะทางต่อการชาร์จแบตเตอรี่ของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้า (kWh/km)
- 4.3.2 ทดสอบหาความเร็วสูงสุดที่ระยะทาง 100 เมตร (m/s)
- 4.3.3 ทดสอบหาระยะเบรกที่ระยะทาง 50 เมตร โดยใช้ความเร็วที่ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (m)
- 4.3.4 ทดสอบหาความเร็วในการออกตัวของรถที่ระยะทาง 20 เมตร (m/s)

4.4 เงื่อนไขการทดสอบ

- 4.4.1 ผู้ขับขี่มีน้ำหนักตัว 50 kg
- 4.4.2 น้ำหนักของที่บรรทุก 100 kg
- 4.4.3 โดยใช้ความเร็วที่ 30 km/h ในการทดสอบหาระยะทางต่อการชาร์จแบตเตอรี่

และการทดสอบหาระยะเบรก

- 4.4.4. การทดสอบจะทำจำนวน 3 ครั้ง ทุกการทดสอบ
- 4.4.5. การทดสอบวิ่งเส้นทางที่เรียบเป็นทางลาดยางหรือทางคอนกรีต

5. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

จักรมาส เลหาวิช (2566) งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและพัฒนารถสามล้อสกายแลปเป็นรถสามล้อดัดแปลงติดตั้งเครื่องยนต์ของรถมอเตอร์ไซด์ รถประเภทนี้มีใช้งานทั่วไปในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ใช้สำหรับการขนส่งผลผลิตทางการเกษตรจากฟาร์มไปจำหน่ายที่ตลาด นอกไปจากนั้นยังใช้ในการรับจ้างทั่วไปในระยะทางที่ใกล้ๆ การดำเนินนี้เป็นการพัฒนาให้เป็นรถไฟฟ้าต้นแบบที่มีมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังแทนการใช้เครื่องยนต์ รถไฟฟ้าต้นแบบที่ได้ออกแบบมีขนาดความกว้าง 1.25 เมตร ความยาว 3.00 เมตร และความสูง 1.94 เมตร มุมแคสเตอร์ล้อหน้าเท่ากับ 20 องศา ระบบต้นกำลังประกอบไปด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 4 กิโลวัตต์ 48 โวลต์ จำนวน 2 ตัว แบตเตอรี่ขนาด 80 แอมป์ชั่วโมง แรงดัน 12 โวลต์ แบ่งออกเป็น 2 ชุด ชุดละ 4 ลูก ต่ออนุกรมขนาด 48 โวลต์ สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้าแต่ละตัว มอเตอร์ไฟฟ้าทั้ง 2 ตัว สามารถสลับการทำงานและทำงานร่วมกันได้ขึ้นอยู่กับภาระโหลดใช้งาน ระบบส่งกำลังมีอัตราทดเท่ากับ 6.5 : 1 จากการทดสอบสมรรถนะ พบว่าในสภาวะบรรทุกน้ำหนัก สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้สูงสุด 500 กิโลกรัม ระยะทางสูงสุดต่อการชาร์จแบตเตอรี่ 1 ครั้ง คือ 40 กิโลเมตร ความเร็วสูงสุดเท่ากับ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมงและสามารถออกตัวบนทางชันได้ 15 องศา โดยมีอัตราสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าประมาณ 1.03 บาทต่อกิโลเมตรเมื่อบรรทุกเต็มพิกัด [6]

ดุสิต อุทิศสุนทร (2567) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบสร้างรถสามล้อไฟฟ้าด้วยมอเตอร์ไร้แปรงถ่านและศึกษาการทำงานของระบบขับเคลื่อนรถสามล้อไฟฟ้า การออกแบบใช้มอเตอร์ไร้แปรงถ่านขนาด 24 โวลต์ 350 วัตต์ ควบคุมความเร็วรอบด้วยไอซีสำเร็จรูป MC33035 ด้านบนมีแผงโซลาร์เซลล์แบบโมโนคริสตัลไลน์ (Mono crystalline) ขนาด 250 วัตต์ แรงดัน 31.2 โวลต์ กระแส 8.02 แอมป์ จำนวน 2 แผงต่อ ขนานผ่านวงจรอัดประจุเพื่อเก็บสะสมพลังงานเข้าแบตเตอรี่ จากการทดลองพบว่าที่ระยะทาง 100 เมตร รับน้ำหนักสูงสุดที่ 100 กิโลกรัม มีความเร็ว 7.16 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ใช้เวลา 91.60 นาที จากนั้นทดสอบวงจรอัดประจุกระแสไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ผ่านแผงเซลล์แสงอาทิตย์เต็มที่แรงดัน 24.90 โวลต์ ใช้เวลา 6 ชั่วโมง เมื่อแบตเตอรี่อัดประจุเต็มแล้วทดสอบการขับเคลื่อนต่อเนื่องรวมระยะทางทั้งสิ้น 4,000 เมตร แรงดันลดลงเหลือ 21.60 โวลต์ ใช้เวลา 29.20 นาที จึงหยุดการเคลื่อนที่ [8]

ธนิต เรืองรุ่งชัยกุล (2562) การวิจัยนี้ได้ประดิษฐ์รถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งสามารถใช้งานได้หลากหลายวัตถุประสงค์ ทั้งการขับเคลื่อนบรรทุกขนย้ายสิ่งของและใช้เป็นแหล่งพลังงานให้กับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นด้วยรถปรับปรุงดัดแปลงจากรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าเดิม โดยติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้ในการขับเคลื่อนเป็น 3,000 วัตต์ 48 โวลต์ ทดแทนของเดิมซึ่งมีขนาด 1,500 วัตต์ 60 โวลต์ มีแผงเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งเป็นหลังคาที่ด้านบนของกระบะบรรทุก ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นไฟฟ้าเพื่อประจุเก็บสะสมไว้ในแบตเตอรี่สำหรับใช้งาน มีเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าเพื่อเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรง 48 โวลต์ จากแบตเตอรี่ให้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ เพื่อใช้งานสำหรับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ การทดสอบการใช้งานพบว่ารถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้เป็นที่น่าพึงพอใจ โดยการขับเคลื่อนบนทางราบในขณะที่ไม่มีภาระน้ำหนักบรรทุก สามารถทำความเร็วเฉลี่ยได้ประมาณ 25 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในขณะที่

ที่เมื่อมีการระน้ำหนักบรรทุก 350 กิโลกรัม สามารถทำความเร็วเฉลี่ยได้ประมาณ 23 กิโลเมตรต่อชั่วโมง การทดสอบขับเคลื่อนขึ้นทางลาดชันพบว่าสามารถขับเคลื่อนขึ้นทางลาดชัน 9.5 องศา (ร้อยละ 16.67) ได้ทั้งกรณีที่ไม่มีการระน้ำหนักบรรทุกและที่มีการระน้ำหนักบรรทุก 350 กิโลกรัม [9]

6. วิธีดำเนินการวิจัย

6.1 ศึกษาข้อมูลทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ในการสร้างรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลง ลักษณะของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Dc Motor) ชุดกล่องควบคุม คันบิด ปรับระดับความเร็ว ชนิดของแบตเตอรี่และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ตลอดจนทฤษฎีต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องที่สามารถใช้เป็นแนวทางในการสร้างรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลง

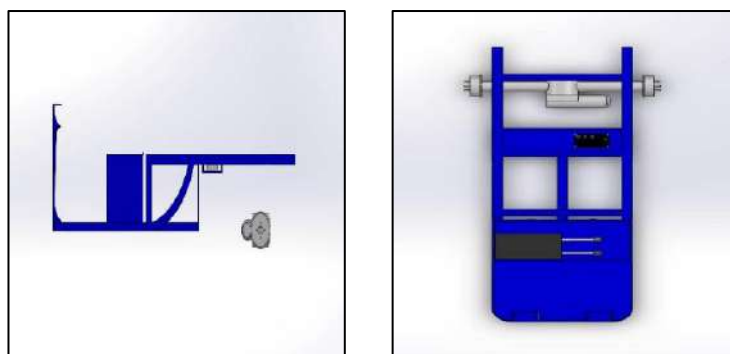
6.2 ออกแบบโครงสร้างจุดยึดอุปกรณ์ของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลง

6.2.1 เลือกรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าที่จะใช้ในการดัดแปลง โดยจะเลือกใช้รุ่น EV88SL 1,200 วัตต์



รูปที่ 3. รถบรรทุกสามล้อไฟฟ้า รุ่น EV88SL 1,200 วัตต์

6.2.2 กำหนดตำแหน่งและจุดยึดของกล่องควบคุมมอเตอร์บัสเลสขนาด แบตเตอรี่ ลิเทียมไอออน กล่องลดแรงดันไฟฟ้าและกล่องคอนโทรลเลอร์มอเตอร์บัสเลส แสดงดังภาพที่ 4



รูปที่ 4-5 การวางตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลง

6.2.3 หาค่ากระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่เพื่อเลือกใช้งานอย่างเหมาะสม โดยคำนวณจากกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้ามีกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 72 โวลต์ 4,000 วัตต์ ขนาดของแบตเตอรี่เท่ากับ 27.78 แอมป์/ชั่วโมง ชนิดของแบตเตอรี่ที่เลือกใช้เป็นแบบลิเทียมไอออนพोटเฟส แรงดันไฟฟ้า 3.7 โวลต์ 35 แอมป์/ชั่วโมง จำนวน 20 เซลล์ ต่อวงจรแบบอนุกรม จะได้แรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 74 โวลต์

6.3 ทดสอบหาระยะทางต่อการชาร์จแบตเตอรี่ของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลง โดยทำการชาร์จแบตเตอรี่ให้เต็มถึง 100% แล้ววัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการชาร์จ จากนั้นทำการขับขี่รถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลงขับจนแบตเตอรี่ลดลงตามที่กำหนด เช่น ใช้ไป 80 – 90 % หรือเกือบหมด แล้วทำการบันทึกผลระยะทางรวมที่ได้ และอ่านค่าของแบตเตอรี่ที่เหลือแล้วบันทึกผลการทดลอง โดยทำการทดสอบแบบเดียวกัน 3 ซ้ำ ซึ่งทดสอบหาระยะทางต่อการชาร์จแบตเตอรี่ของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลง ได้จากสมการ (1)

$$(1) \quad \text{พลังงานที่ใช้ (kWh)} \\ \text{kWh/km} = \frac{\text{ระยะทางที่วิ่งได้ (km)}}{\text{พลังงานที่ใช้ (kWh)}}$$



รูปที่ 6-7 ทดสอบหาระยะทางต่อการชาร์จแบตเตอรี่ของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลง

6.4 ทดสอบหาความเร็วสูงสุดที่ระยะทาง 100 เมตร โดยจะจับเวลาออกตัวที่จุดเริ่มต้น โดยใช้นาฬิกาจับเวลา เมื่อรถถึงระยะ 100 เมตรที่กำหนด ให้หยุดเวลา บันทึกผลการทดลองแล้วนำค่าระยะทางและเวลามาคำนวณความเร็ว โดยทำการทดสอบแบบเดียวกัน 3 ซ้ำ ซึ่งทดสอบหาความเร็วสูงสุดที่ระยะทาง 100 เมตรของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลง ได้จากสมการ (2)

$$V = \frac{S}{T} \quad (2)$$

เมื่อ

V = ความเร็ว (m/s)

S = ระยะทาง (m)

T = เวลา (s)



รูปที่ 8 ทดสอบความเร็วสูงสุดที่ระยะทาง 100 เมตร

6.5 ทดสอบหาระยะเบรกที่ระยะทาง 50 เมตร โดยใช้ความเร็วที่ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยจะเริ่มออกตัวที่จุดเริ่มต้น จากนั้นขับให้ถึงความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เมื่อถึงจุดที่กำหนด 50 เมตรเหยียบเบรกให้สุดแล้ววัดระยะจากเบรกจากตำแหน่งจุดสิ้นสุดไปจนถึงจุดที่ล้อรถหยุดนิ่ง วัดระยะโดยใช้เทปวัดระยะจากจุดเริ่มเบรกถึงจุดที่รถหยุดสนิท บันทึกผลการทดลอง โดยทำการทดสอบแบบเดียวกัน 3 ครั้ง ซึ่งทดสอบหาระยะเบรกที่ระยะทาง 50 เมตร ของรถบรรทุกทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลง ได้จากสมการ (3)

เมื่อ ระยะเบรก = เมตร (m)

(3)



รูปที่ 9 - 10 ทดสอบหาระยะเบรกที่ระยะทาง 50 เมตร โดยใช้ความเร็วที่ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

6.6 ทดสอบหาความเร็วในการออกตัวของรถที่ระยะทาง 20 เมตร โดยจะเริ่มจับเวลาที่จุดออกตัวเริ่มต้น โดยใช้นาฬิกาจับเวลา เมื่อรถถึงระยะที่กำหนดให้หยุดเวลา บันทึกผลการทดลองแล้วนำค่าระยะทางและเวลามาคำนวณความเร็ว โดยทำการทดสอบแบบเดียวกัน 3 ซ้ำ ซึ่งทดสอบหาความเร็วในการออกตัวของรถที่ระยะทาง 20 เมตร ของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลง ได้จากสมการ (4)

$$V = \frac{S}{T} \quad (4)$$

เมื่อ

V = ความเร็ว (m/s)

S = ระยะทาง (m)

T = เวลา (s)

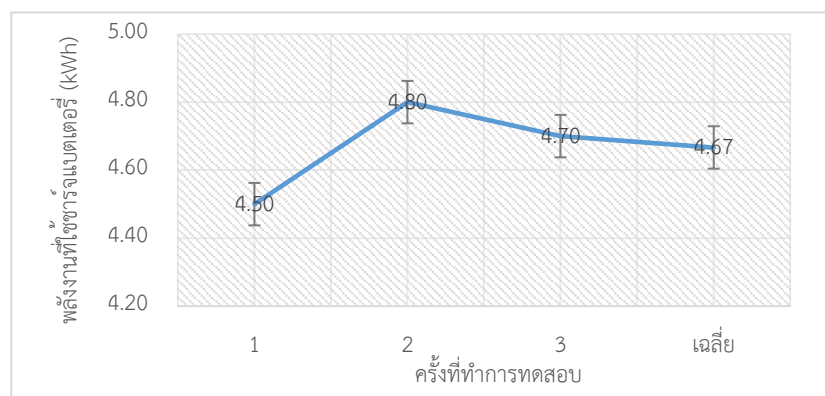


รูปที่ 11 ทดสอบหาความเร็วในการออกตัวของรถที่ระยะทาง 20 เมตร

7. ผลการวิจัย

การศึกษาและทดสอบหาสมรรถนะรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลงที่ใช้แบตเตอรี่แบบลิเทียมไอออน ซึ่งมีผลการทดสอบดังต่อไปนี้

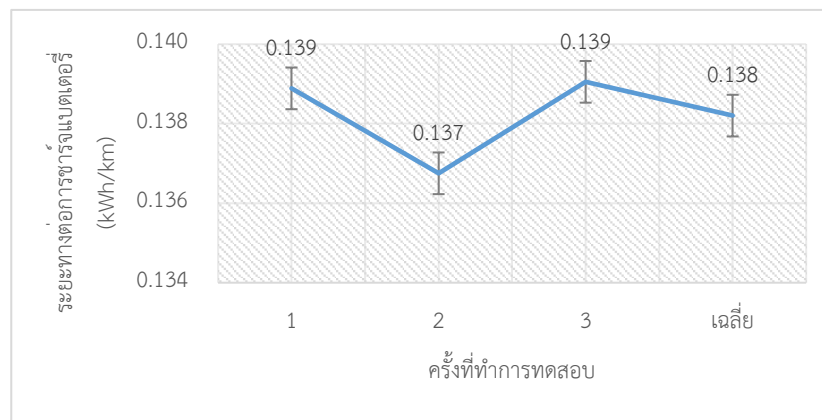
7.1 ทดสอบหาระยะทางต่อการชาร์จแบตเตอรี่ของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลง



รูปที่ 12. ผลการทดสอบการหาค่าพลังงานที่ใช้ในการชาร์จแบตเตอรี่แบบลิเทียมไอออน



รูปที่ 13. ผลการทดสอบการหาค่าระยะทางที่รถวิ่งได้



รูปที่ 14. ผลการทดสอบการหาค่าระยะทางต่อการชาร์จแบตเตอรี่แบบลิเทียมไอออน

จากการศึกษาสมรรถนะของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลงที่ใช้แบตเตอรี่แบบลิเทียมไอออน โดยทำการทดสอบจำนวน 3 ครั้ง เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานที่ใช้ในการชาร์จแบตเตอรี่ กับระยะทางที่รถสามารถวิ่งได้ พบว่ารถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลงมีค่าพลังงานที่ใช้ในการชาร์จเฉลี่ย เท่ากับ 4.67 kWh และสามารถวิ่งได้ระยะทางเฉลี่ย 33.77 km ต่อการชาร์จหนึ่งครั้ง ส่งผลให้มีอัตราการ ใช้พลังงานเฉลี่ย 0.138 kWh/km

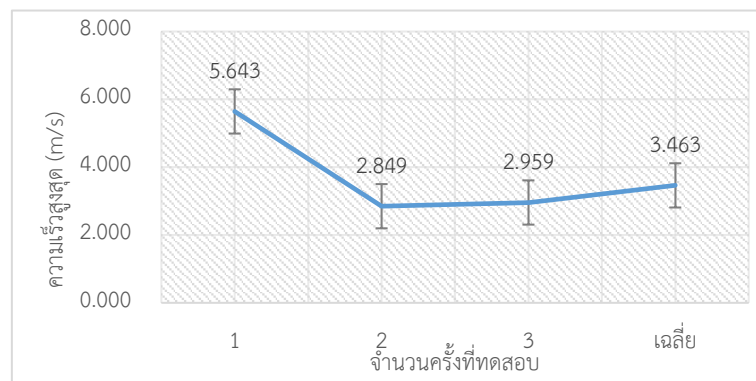
เมื่อพิจารณาผลการทดลองในแต่ละครั้ง พบว่าการทดสอบครั้งที่ 1 ใช้พลังงาน 4.50 kWh สามารถวิ่งได้ระยะทาง 32.40 km คิดเป็นอัตราการใช้พลังงาน 0.139 kWh/km ส่วนการทดสอบครั้งที่ 2 ใช้พลังงาน 4.80 kWh แต่สามารถวิ่งได้ระยะทางสูงสุด 35.10 km ส่งผลให้มีอัตราการใช้พลังงานต่ำ ที่สุดคือ 0.137 kWh/km แสดงให้เห็นว่ารถมีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานดีที่สุดในการทดสอบครั้งนี้ ขณะที่การทดสอบครั้งที่ 3 ใช้พลังงาน 4.70 kWh และวิ่งได้ระยะทาง 33.80 km มีอัตราการใช้พลังงาน 0.139 kWh/km ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการทดสอบครั้งที่ 1

จากผลการทดลองดังกล่าวพบว่า ค่าอัตราการใช้พลังงานของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลงมีความใกล้เคียงกันในทุกการทดสอบ โดยมีค่าความแตกต่างเพียงเล็กน้อย (ประมาณ 0.002 kWh/km) แสดงให้เห็นว่าระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน เป็นแหล่งพลังงานสำหรับรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลง ซึ่งมีประสิทธิภาพที่เหมาะสมต่อการใช้งานในระยะทางระยะสั้นถึงปานกลาง เนื่องจากสามารถให้พลังงานที่เพียงพอและมีอัตราการใช้พลังงานต่อระยะทางอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการทำงานของระบบขับเคลื่อนไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าระบบเครื่องยนต์สันดาปภายใน

7.2 ทดสอบหาความเร็วสูงสุดที่ระยะทาง 100 เมตร ของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลง



รูปที่ 15. ผลการทดสอบหาเวลาที่ใช้ในระยะทาง 100 เมตร ของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลง



รูปที่ 16. ผลการทดสอบหาความเร็วสูงสุดที่ระยะทาง 100 เมตร ของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลง

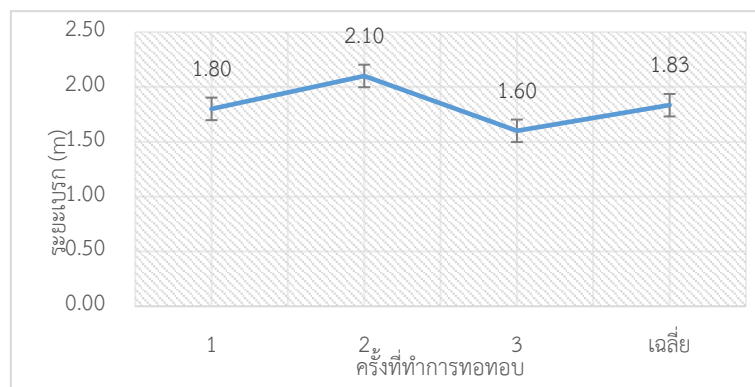
จากการทดสอบสมรรถนะของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลงที่ใช้แบตเตอรี่แบบลิเทียมไอออน โดยทำการทดลองวัดความเร็วของรถในระยะทาง 100 เมตร จำนวน 3 ครั้ง เพื่อศึกษาความสามารถในการทำความเร็วของรถ พบว่ารถใช้เวลาเฉลี่ยในการเคลื่อนที่ 28.87 วินาที และมีความเร็วเฉลี่ยที่คำนวณได้ประมาณ 3.463 m/s หรือประมาณ 12.47 km/h

เมื่อพิจารณาผลการทดลองในแต่ละครั้ง พบว่าการทดสอบครั้งที่ 1 รถใช้เวลา 17.720 วินาทีในการเคลื่อนที่ระยะทาง 100 เมตร ซึ่งให้ค่าความเร็วสูงสุด 5.643 m/s ซึ่งเป็นค่าความเร็วที่สูงที่สุดใน

การทดลองครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่ารถสามารถทำความเร็วได้ดีภายใต้สภาพการทดสอบดังกล่าว ขณะที่การทดสอบครั้งที่ 2 รถใช้เวลา 35.100 วินาที มีความเร็ว 2.849 m/s และการทดสอบครั้งที่ 3 ใช้เวลา 33.800 วินาที มีความเร็ว 2.959 m/s ซึ่งมีค่าความเร็วใกล้เคียงกันและต่ำกว่าการทดลองครั้งที่ 1 อย่างเห็นได้ชัด

จากผลการทดลองดังกล่าวพบว่า ยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนจะมีลักษณะเด่นคือ สามารถให้แรงบิดสูงตั้งแต่รอบเริ่มต้นทำให้การออกตัวทำได้รวดเร็ว อย่างไรก็ตามความเร็วสูงสุดของรถจะถูกจำกัดด้วยกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้า รวมถึงความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่และอัตราทดของระบบส่งกำลัง นอกจากนี้ความต้านทานอากาศและแรงต้านการหมุนของล้อก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความเร็วของรถเมื่อเคลื่อนที่ในระยะทางที่กำหนด

7.3 ทดสอบหาระยะเบรกที่ระยะทาง 50 เมตร โดยใช้ความเร็วที่ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



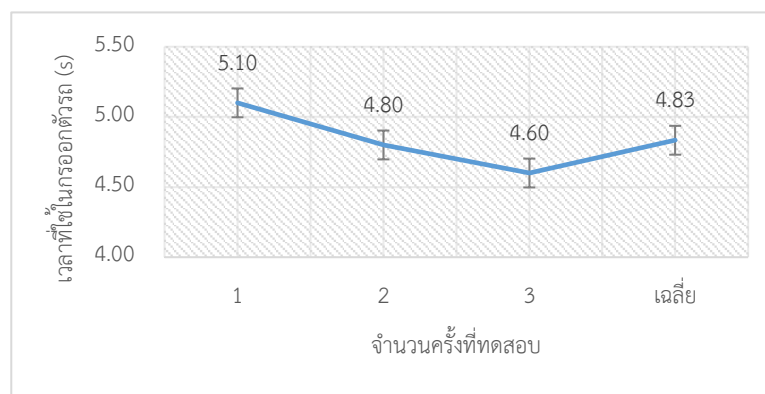
รูปที่ 17. ผลการทดสอบหาระยะเบรกที่ระยะทาง 50 เมตร โดยใช้ความเร็วที่ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

จากการทดสอบสมรรถนะของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลงที่ใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ในการทดสอบหาระยะเบรกที่ระยะทาง 50 เมตร โดยใช้ความเร็วเริ่มต้น 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมงและทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง พบว่ารถมีระยะเบรกเฉลี่ยเท่ากับ 1.83 เมตร เมื่อทำการหยุดรถที่ความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบเบรกของรถมีประสิทธิภาพเพียงพอสำหรับการใช้งานด้านการขนส่งในระยะใกล้และการใช้งานในพื้นที่ชุมชน

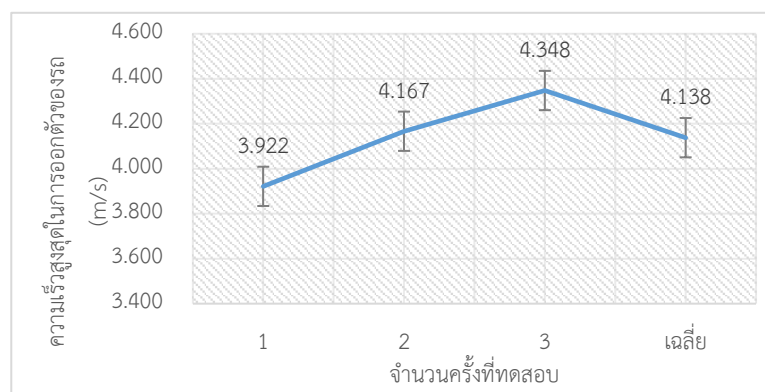
เมื่อพิจารณาผลการทดลองในแต่ละครั้ง พบว่าการทดลองครั้งที่ 1 มีระยะเบรก 1.80 เมตร การทดลองครั้งที่ 2 มีระยะเบรก 2.10 เมตร ซึ่งเป็นค่าระยะเบรกที่มากที่สุดในการทดลองครั้งนี้ ขณะที่การทดลองครั้งที่ 3 มีระยะเบรก 1.60 เมตร ซึ่งเป็นค่าที่สั้นที่สุด ผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าระยะเบรกของรถมีความแตกต่างกันเล็กน้อยในแต่ละครั้ง โดยมีความแตกต่างสูงสุดประมาณ 0.50 เมตร

จากผลการทดลองดังกล่าวพบว่า รถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลงมีระยะเบรกค่อนข้างสั้น ซึ่งสะท้อนถึง ประสิทธิภาพของระบบเบรกที่สามารถหยุดรถได้อย่างรวดเร็ว ทั้งนี้รถไฟฟ้ามักมีข้อได้เปรียบด้านการชะลอความเร็ว เนื่องจากสามารถใช้แรงต้านจากระบบมอเตอร์ไฟฟ้าหรือระบบหน่วงของมอเตอร์ ร่วมกับระบบเบรกเชิงกล ซึ่งช่วยลดระยะเบรกได้ในระดับหนึ่ง ความแตกต่างของระยะเบรกในแต่ละครั้งอาจเกิดจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น แรงกดแป้นเบรกของผู้ขับขี่ ความสม่ำเสมอของพื้นผิวถนน สภาพยางรถยนต์ และน้ำหนักบรรทุกของรถ ซึ่งล้วนมีผลต่อแรงเสียดทานระหว่างยางกับพื้นผิวถนนและส่งผลกระทบต่อระยะเบรกของรถ

7.4 ทดสอบหาความเร็วสูงสุดในการออกตัวของรถที่ระยะทาง 20 เมตร



รูปที่ 18. ผลการทดสอบหาเวลาที่ใช้ในการออกตัวของรถที่ระยะทาง 20 เมตร



รูปที่ 19. ผลการทดสอบหาความเร็วสูงสุดในการออกตัวของรถที่ระยะทาง 20 เมตร

จากการศึกษาสมรรถนะของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลงที่ใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน โดยทำการทดสอบความสามารถในการออกตัวของรถในระยะทาง 20 เมตร เพื่อวิเคราะห์สมรรถนะด้านการเร่งความเร็วของระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า ซึ่งทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง พบว่ารถใช้เวลาเฉลี่ยในการ

เคลื่อนที่ระยะทางดังกล่าว 4.83 วินาที และมีค่าความเร็วสูงสุดเฉลี่ย 4.138 m/s หรือประมาณ 14.90 km/h

เมื่อพิจารณาผลการทดลองในแต่ละครั้ง พบว่าการทดลองครั้งที่ 1 รถใช้เวลา 5.10 วินาที มีค่าความเร็ว 3.922 m/s ขณะที่การทดลองครั้งที่ 2 ใช้เวลา 4.80 วินาที มีค่าความเร็ว 4.167 m/s และการทดลองครั้งที่ 3 ใช้เวลา 4.60 วินาที ซึ่งเป็นเวลาที่น้อยที่สุดส่งผลให้มีค่าความเร็วสูงสุด 4.348 m/s ซึ่งเป็นค่าความเร็วที่สูงที่สุดในการทดลองครั้งนี้ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าค่าความเร็วมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ที่ลดลงซึ่งสอดคล้องกับหลักการคำนวณความเร็วจากความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและเวลา

จากผลการทดลองดังกล่าวพบว่า แรงบิดเริ่มต้นของมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งสามารถสร้างแรงบิดสูงได้ทันที ตั้งแต่เริ่มต้นการหมุนส่งผลให้รถสามารถออกตัวได้รวดเร็ว นอกจากนี้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนมีคุณสมบัติในการจ่ายกระแสไฟฟ้าได้สูงและมีประสิทธิภาพในการเก็บพลังงาน ทำให้สามารถส่งพลังงานไปยังมอเตอร์ไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพในช่วงการออกตัว

8. สรุปผลการวิจัย

การศึกษาและทดสอบหาสมรรถนะรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลงที่ใช้แบตเตอรี่แบบลิเทียมไอออน สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

8.1 จากการทดสอบสมรรถนะของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลงที่ใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ในการหาระยะทางต่อการชาร์จแบตเตอรี่ พบว่ารถมีการใช้พลังงานเฉลี่ย 4.67 kWh ต่อการชาร์จหนึ่งครั้งและสามารถวิ่งได้ระยะทางเฉลี่ย 33.77 กิโลเมตร คิดเป็นอัตราการใช้พลังงานเฉลี่ย 0.138 kWh/km ผลการทดลองทั้ง 3 ครั้งมีค่าการใช้พลังงานใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนมี ประสิทธิภาพและความเสถียรในการใช้พลังงาน เหมาะสมสำหรับการใช้งานรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าในระยะทางใกล้ถึงปานกลาง

8.2 จากการทดสอบสมรรถนะของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลงที่ใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ในการทดสอบความเร็วที่ระยะทาง 100 เมตร จำนวน 3 ครั้ง พบว่ารถใช้เวลาเฉลี่ย 28.87 วินาที และมีค่าความเร็วเฉลี่ยประมาณ 3.463 m/s หรือ 12.47 km/h โดยค่าความเร็วสูงสุดที่วัดได้คือ 5.643 m/s ในการทดสอบครั้งที่ 1 ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าสามารถให้แรงบิดได้ดีในช่วงเริ่มต้นการเคลื่อนที่ อย่างไรก็ตาม ความเร็วของรถยังขึ้นอยู่กับกำลังของมอเตอร์ ความสามารถในการจ่ายพลังงานของแบตเตอรี่และปัจจัยด้านแรงต้านต่าง ๆ ซึ่งส่งผลต่อสมรรถนะความเร็วของรถในการใช้งานจริง

8.3 จากการทดสอบสมรรถนะของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลงที่ใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ในการทดสอบระยะเบรกที่ความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พบว่า รถมีระยะเบรกเฉลี่ย 1.83 เมตร

โดยผลการทดลองทั้ง 3 ครั้งมีค่าระยะเบรกใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าระบบเบรกของรถมีประสิทธิภาพและความเสถียรในการหยุดรถ ในเชิงทฤษฎี ระยะเบรกขึ้นอยู่กับแรงเสียดทานระหว่างยางกับพื้นถนน ประสิทธิภาพของระบบเบรกและแรงหน่วงจากมอเตอร์ไฟฟ้า ดังนั้นผลการทดลองจึงสะท้อนให้เห็นว่ารถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลงสามารถหยุดได้อย่างมีประสิทธิภาพเหมาะสมสำหรับการใช้งานขนส่งในระยะใกล้และในพื้นที่ชุมชน

8.4 จากการทดสอบสมรรถนะของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าดัดแปลงที่ใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ในการทดสอบความสามารถในการออกตัวที่ระยะทาง 20 เมตร จำนวน 3 ครั้ง พบว่ารถใช้เวลาเฉลี่ย 4.83 วินาทีและมีความเร็วสูงสุดเฉลี่ย 4.138 m/s หรือประมาณ 14.90 km/h ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าสามารถให้แรงบิดเริ่มต้นสูง ทำให้รถสามารถออกตัวและเร่งความเร็วในระยะทางสั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนยังสามารถจ่ายพลังงานได้อย่างต่อเนื่อง จึงเหมาะสมต่อการใช้งานของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าในลักษณะการขนส่งที่ต้องมีการหยุดและออกตัวบ่อยครั้ง

9. บรรณานุกรม/เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมควบคุมโรค (2565, มีนาคม 9) กรมควบคุมโรคขอเผยแพร่“พยากรณ์โรคและภัยสุขภาพรายสัปดาห์” สืบค้นจาก <https://ddc.moph.go.th/brc/news.php?news=23860&deptcode=brc>
- [2] การไฟฟ้านครหลวง.ข้อกำหนดเกี่ยวกับอัตราค่าไฟฟ้า.กรุงเทพฯ, 2561.
- [3] กลุ่มวิจัยเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.แบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า.<https://www.enconlab.com/etuktuk/index.php/menu-news-etuktuk>, ค้นคว้าวันที่19 มกราคม2563,กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2560.
- [4] กฤตพล วิภาวิกุล. (2561). การปรับตัวของอุตสาหกรรมยานยนต์ญี่ปุ่นเนื่องจากการเปลี่ยนผ่านสู่ยานยนต์ไฟฟ้า: กรณีศึกษาบริษัทเครือโตโยต้าในญี่ปุ่น.วารสารเครือข่ายญี่ปุ่นศึกษา ฉบับพิเศษ, 8 (3), 235-239.
- [5] กองพล อารีรักษ์. การควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดแยกกระตุ่นสำหรับรถไฟฟ้า.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2556, 132-133.
- [6] จักรมาส เลหาวนิช. (2566). การออกแบบและพัฒนารถสามล้อสกายแลปพลังงานไฟฟ้า. งานวิจัย.ออกแบบและพัฒนารถสามล้อไฟฟ้าพร้อมระบบขับเคลื่อนมอเตอร์คู่, วารสารวิจัย มทร.ธ. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- [7] ชูศักดิ์ ขจรเดช.การทดสอบแรงเฉื่อยจากการหยุดเคลื่อนที่กะทันหันของรถยนต์, นครราชสีมา ,2560.

- [8] ดุสิต อุทิศสุนทร. (2567). การออกแบบและสร้างรถสามล้อไฟฟ้าด้วยมอเตอร์ไร้แปรงถ่าน. งานวิจัย. การออกแบบสร้างรถสามล้อไฟฟ้าด้วยมอเตอร์กระแสตรงแบบไร้แปรงถ่าน โดยประยุกต์ใช้การการอัด ประจุ แบตเตอรี่จากโซลาเซลล์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ (ออนไลน์)
- [9] ธนิต เรืองรุ่งชัยกุล. (2562). การประดิษฐ์รถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์. งานวิจัย. รถสามล้ออเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์, Thai Journal of Science and Technology
- [10] ธิติ ยัมสังข์. เรื่องการออกแบบแพ็คแบตเตอรี่ โดยควบคุมด้วยวงจร BMS. กรุงเทพฯ, 2562.
- [11] นภัทร วัจนเทพินทร์ และคณะ. (2559). การพัฒนารถไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ต้นแบบสำหรับการแข่งขัน. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร, 10 (2), 54-56.
- [12] บัญชา ศรีวิโรจน์. การควบคุมมอเตอร์กระแสตรงแบบกระตุ้นแยก ด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์
- [13] พูลพร แสงบางปลา. มาตรฐานและคุณภาพ รถยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบัน. กรุงเทพฯ : สถาบัน เทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 2556.
- [14] สำเริง เต็มราม. การควบคุมมอเตอร์กระแสตรงไร้แปรงถ่านในยานยนต์ไฟฟ้า. มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2556, 15-16.
- [15] สมเดช แสงสุรศักดิ์. (ผู้เชี่ยวชาญวิจัย ห้องปฏิบัติการพัฒนามาตรฐานและทดสอบศูนย์เทคโนโลยี อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค-สวทช.), มาตรฐานระบบประจุยานยนต์ไฟฟ้า. <https://www.nectec.or.th/news/news-pr-news/evstandard-nectec.html>, บทสัมภาษณ์, 2561.



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4

Institute of Vocational Education : Northeastern Region 4



สอบถามเพิ่มเติม

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4

632 หมู่ 4 ตำบลบึงไผ่ อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190

Tel : 045-210-691 Website : www.ivene4.ac.th