

การทดสอบประสิทธิภาพของชุดหัวลากไฟฟ้าสำหรับรถเข็นคนพิการ Performance testing of the electric tow truck for wheelchairs

อำพล พิชัยเชิด¹, ทักษณัย สุภารส¹, พนัสชัย ศรีบำรุง², วิโรจน์ เลิศธีระชาญชัย², สุระศักดิ์ ศรีปาน³, เกียรติศักดิ์ ใจโต^{3*}
Aumpol Pichaicherd¹, Takdanai Suparos¹, Panuschai Sribumrung², Wirote Lerttheerachanchai², Surasak Sripan³,
Kiattisak Jaito^{3*},

¹สาขาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

²สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

³สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

¹Department of Mechanical Technology Faculty of Technical Education Rajamangala University of
Technology Krungthep Bangkok Thailand

²Department of Modern Automotive Technology Faculty of Technical Education Rajamangala University of
Technology Krungthep Bangkok Thailand

³Department of Mechanical Engineering Faculty of Technical Education Rajamangala University of
Technology Krungthep Bangkok Thailand

*Corresponding author. Email: kiattisak.j@mail.rmuk.ac.th

Received: 27-10-2024 Revised: 25-05-2024 Accepted: 30-06-2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานชุดหัวลากไฟฟ้าสำหรับรถเข็นคนพิการที่พัฒนาขึ้น ซึ่งประกอบไปด้วยรถเข็นคนพิการ ระบบขับเคลื่อนชุดหัวลากไฟฟ้ามอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 350 วัตต์ ชุดแบตเตอรี่ 48 โวลต์ 30 แอมแปร์-ชั่วโมง ทดสอบประสิทธิภาพของชุดหัวลากไฟฟ้าสำหรับรถเข็นคนพิการโดยทดสอบความเร็วการเคลื่อนที่ 3 ระดับ ทดสอบระยะเบรก ทดสอบการใช้งานของพลังงานต่อการชาร์จแบตเตอรี่ และสำรวจการใช้งานจริงของผู้พิการ ผลการทดสอบพบว่า ชุดหัวลากไฟฟ้าสามารถลากน้ำหนักบรรทุกได้ไม่เกิน 100 กิโลกรัม มีความเร็วที่ 4.96 5.40 และ 6.04 เมตรต่อวินาที ระยะเบรก 2.1 เมตร อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของระยะเบรก สามารถเคลื่อนที่ได้ระยะทางเฉลี่ยที่ 64.11 กิโลเมตร ใช้เวลาในการเคลื่อนที่เฉลี่ยอยู่ที่ 310 นาที ความเร็วเฉลี่ยของการใช้งานต่อเนื่องอยู่ที่ 3.49 เมตรต่อวินาที ผลสำรวจการใช้งานชุดหัวลากไฟฟ้าสำหรับรถเข็นคนพิการของผู้พิการความเร็วใช้งานอยู่ที่ 1-4 เมตรต่อวินาที ผลสำรวจความพึงพอใจของผู้พิการจำนวน 3 ท่าน ผลประเมินอยู่ในเกณฑ์ดี ความพอใจโดยรวมเป็นที่น่าพอใจ ผู้พิการสามารถนำชุดหัวลากไฟฟ้าไปใช้ในชีวิตรประจำวันได้ เป็นอุปกรณ์ช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้พิการและเพิ่มประสิทธิภาพการเดินทางได้มากขึ้น ช่วยประหยัดเวลาเพิ่มระยะทางในการเดินทางและลดการใช้แรงหรือคนเข็นรถเข็นได้

คำสำคัญ : ชุดหัวลากไฟฟ้า, การทดสอบประสิทธิภาพ

ABSTRACT

This research aims to evaluate the performance of a newly developed electric tow truck for wheelchairs. The wheelchair consists of a manual wheelchair, an electric tow truck with a 350 watt motor, and a 48 volt 30 ampere-hour battery. Performance tests were conducted, including speed tests at three different levels, braking distance tests, battery life tests, and a user survey. Results The electric tow truck for wheelchairs can carry a load of up to 100 kg and achieve speeds of 4.96, 5.40 and 6.04 m/s. The braking distance of 2.1 meters meets the standard requirements. The electric tow truck for wheelchairs can travel an average distance of 64.11 kilometers with an average speed of 3.49 meters per second and an average usage time of 310 minutes. A user survey of three individuals revealed a preferred speed range of 1-4 meters per second and a high level of satisfaction with the device. Conclusion the electric tow truck for wheelchairs has proven to be an effective tool for individuals with disabilities. It offers increased mobility, speed, and range, while reducing the need for physical exertion. The device can significantly improve the quality of life for wheelchair users.

Keywords: Electric tow truck, performance testi

1. บทนำ

ปัญหาความพิการทางร่างกายเป็นประเด็นสำคัญที่สังคมไทยให้ความสนใจ โดยเฉพาะผู้พิการทางการเคลื่อนไหวซึ่งมีจำนวนมากและต้องการอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิตประจำวัน รถเข็นผู้พิการจึงเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นอย่างยิ่งในการช่วยให้ผู้พิการกลุ่มนี้สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระและเข้าถึงโอกาสต่าง ๆ ในสังคมได้มากขึ้น จากข้อมูลของกรมส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ สถิติข้อมูลคนพิการที่มีบัตรประจำตัวคนพิการ ณ วันที่ 31 มกราคม 2567 พบว่ามีผู้พิการทางการเคลื่อนไหวหรือทางร่างกายสูงถึง 1,178,148 คน คิดเป็น 51.81% ของผู้พิการทั้งหมด [1] ดังนั้น รถเข็นคนพิการสำหรับผู้พิการทางการเคลื่อนไหวจึงได้รับความสนใจในการนำมาใช้อำนวยความสะดวกให้แก่ผู้พิการ อย่างแพร่หลาย นอกจากนี้ ผู้สูงอายุก็เป็นอีกกลุ่มหนึ่งที่มีความต้องการใช้รถเข็นผู้พิการ เช่นเดียวกัน เนื่องจากข้อจำกัดทางร่างกายที่มากขึ้นตามอายุ ทำให้การเคลื่อนไหวเป็นไปอย่างยากลำบาก รถเข็นซึ่งเป็นอุปกรณ์พื้นฐานทางการแพทย์ที่ใช้กันทั่วไป จึงมีบทบาทสำคัญในการช่วยเสริมสร้างความสามารถในการเดินทางและดำเนินกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ของทั้งผู้สูงอายุและผู้พิการ [2] จากข้อมูลกรมกิจการผู้สูงอายุ ข้อมูล ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2566 พบว่ามีผู้สูงอายุคิดเป็นร้อยละ 20.08 ของประชากร จำนวน 13,064,929 คน [3] ดังนั้นรถเข็นผู้พิการจึงมีความมีความต้องการในการใช้ประโยชน์ที่หลากหลายของผู้ใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นผู้พิการที่มีความบกพร่องทางร่างกาย หรือผู้สูงอายุที่มีความแข็งแรงไม่เท่ากัน รถเข็นผู้พิการแบบเดิมมักมีข้อจำกัดในการใช้งาน เช่น ต้องอาศัยกำลังแขนในการขับเคลื่อน ซึ่งอาจทำให้ผู้ใช้งานรู้สึกเมื่อยล้า หรือไม่สามารถใช้งานได้ในกรณีที่ผู้ใช้งานมีปัญหาที่กล้ามเนื้อแขน การพัฒนารถเข็นผู้พิการให้มีประสิทธิภาพและใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้นจึงเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อช่วยให้ผู้พิการและผู้สูงอายุสามารถใช้ชีวิตได้อย่างมีคุณภาพและมีความสุขมากขึ้น รถเข็นที่ได้รับการออกแบบมาเป็นอย่างดีควรมีน้ำหนักเบา พับเก็บได้ง่าย และสามารถใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานที่แตกต่างกัน [4] ปัจจุบันมีผู้ใช้รถเข็นเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง รถเข็นคนพิการจึงถูกเรียกตามกลุ่มผู้ใช้งาน เช่น รถเข็นคนพิการ รถเข็นผู้สูงอายุ รถเข็นผู้ป่วย หรือจำแนกตามลักษณะภายนอกและวัตถุประสงค์การใช้งาน เช่น เก้าอี้รถเข็น รถเข็นเดินทาง รถนั่งอาบน้ำ เป็นต้น ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความหลากหลายของความต้องการในการใช้งานอุปกรณ์ประเภทนี้ การออกแบบและพัฒนากระแสไฟฟ้าเสริมสำหรับรถวีลแชร์ จึงมีความสำคัญในการตอบสนองต่อรูปแบบการใช้งานที่แตกต่างกันของผู้พิการทางการเคลื่อนไหว โดยผลการประเมินพบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมากถึงมากที่สุด [5] นอกจากนี้ การใช้รถเข็นยังได้รับการอำนวยความสะดวกผ่านสัญลักษณ์รถนั่งคนพิการตามสถานที่ต่าง ๆ เช่น ห้างสรรพสินค้า สถานที่ท่องเที่ยว บิมน้ำมัน ขนส่งมวลชน และอื่น ๆ รถเข็นซึ่งมีลักษณะเป็นเก้าอี้ล้อ เป็นอุปกรณ์เคลื่อนย้ายที่ได้รับความนิยมลำดับต้น ๆ ของผู้พิการและกลุ่มผู้สูงอายุที่มีข้อจำกัดทางการ

เคลื่อนไหว กล่าวได้ว่า มีบุคคลทั่วไป เด็ก ผู้ใหญ่ และผู้สูงอายุ ที่มีข้อจำกัดในการเดินทางและได้รับประโยชน์จากการใช้งานรถนั่งคนพิการ ซึ่งมีกลุ่มผู้ใช้งานหลากหลาย ทั้งนี้ การใช้งานรถเข็นยังคงต้องอาศัยกำลังจากแขนทั้งสองข้าง หรือการช่วยเหลือจากบุคคลอื่นในการขับเคลื่อนการช่วยเข็นเพื่อเคลื่อนที่ ซึ่งส่งผลให้เกิดความเมื่อยล้าและปวดแขน และยังเป็นข้อจำกัดของผู้พิการหรือผู้ป่วยที่มีปัญหาลำตัวส่วนบนไม่แข็งแรง จึงไม่สามารถใช้งานรถเข็นแบบใช้กำลังแขนทั้งสองข้างได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดความไม่สะดวกต่อการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว จึงมีการพัฒนารถสามล้อไฟฟ้าสำหรับผู้พิการทางขา โดยจากการทดสอบวิ่งต่อการประจวบเตอรืหนึ่งครั้งบนถนนลาดยางพบว่าสามารถวิ่งได้ระยะทางเฉลี่ย 20.05 กิโลเมตร ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่ารถต้นแบบดังกล่าวมีศักยภาพในการตอบสนองต่อการใช้งานในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม [6] ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดพัฒนารถเข็นผู้พิการที่มีการใช้งานสะดวกสบายมากขึ้น สามารถถอดประกอบชิ้นส่วนที่ขับเคลื่อนได้ และใช้งานได้หลากหลายโอกาส หลายกลุ่มผู้ใช้งาน รถเข็นผู้พิการเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในการช่วยให้ผู้พิการและผู้สูงอายุสามารถดำเนินชีวิตได้อย่างอิสระและมีคุณภาพ การพัฒนารถเข็นให้มีประสิทธิภาพและใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้นจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อสร้างสังคมที่เอื้อต่อการอยู่อาศัยของทุกคน

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 วัสดุและอุปกรณ์

ในงานวิจัยนี้ใช้รถเข็น (Wheelchair) (ภาพที่ 1) เป็นรถเข็นยี่ห้อ SOMA รุ่น 105 น้ำหนักตัวรถเข็น 14.5 กิโลกรัม สามารถบรรทุกน้ำหนัก 100 กิโลกรัม วัสดุทำจากอลูมิเนียมสามารถพับได้



ภาพที่ 1 รถเข็น (Wheelchair)

หาต้นกำลังของมอเตอร์สำหรับรถเข็นไฟฟ้าเพื่อคนพิการทางการเดินทางจากสมการ [7]

$$P = T \times \omega \quad (1)$$

โดยที่ P คือกำลังไฟฟ้า วัตต์ (W)

T คือแรงบิด นิวตัน เมตร (N-m)

ω คืออัตราเร็วเชิงมุม เรเดียนต่อวินาที (rad/s)

จากการหาขนาดกำลังของมอเตอร์ในการขับเคลื่อนที่น้ำหนักรวม 120 กิโลกรัม ได้กำลังของมอเตอร์ 267.62 วัตต์ นำไปเลือกขนาดฮับมอเตอร์เพื่อเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อน โดยเลือกใช้ขนาดฮับมอเตอร์ 350 วัตต์ 48 โวลต์ จากนั้นนำไปเลือกขนาดของแบตเตอรี่ โดยคำนวณจากสมการ

$$E = Pt \quad (2)$$

$$P = IV$$

$$\text{ดังนั้น } E = IVt \quad (3)$$

โดยที่ E คือพลังงานไฟฟ้า วัตต์-ชั่วโมง (Wh)

P คือกำลังไฟฟ้า วัตต์ (W)

I คือกระแสไฟฟ้า แอมแปร์ (A)

V คือแรงดันไฟฟ้า โวลต์ (V)

t คือระยะเวลา ชั่วโมง (h)

มอเตอร์ ขนาด 350 วัตต์ ออกแบบให้ใช้งานต่อเนื่องได้ 4 ชั่วโมง

$$E = 350 \times 4$$

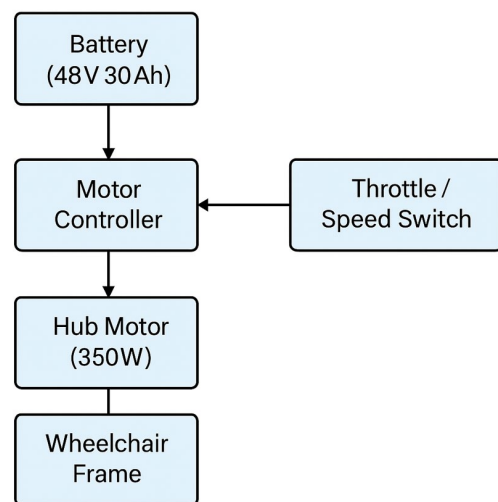
พลังงานที่ได้ 1400 วัตต์-ชั่วโมง เลือกแบตเตอรี่ 48 โวลต์

$$I = \frac{1400}{48} = 29.16 \text{ แอมแปร์}$$

ดังนั้นเลือกใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนขนาด 48 โวลต์ 30 แอมแปร์-ชั่วโมง [8] พร้อมเครื่องประจุและตัวควบคุมความเร็ว สามารถปรับความเร็วได้ 3 ระดับ พร้อมฟังก์ชันถอยหลัง ระบบช่วงล่างและเบรกติดตั้งใช้คอปู่เพื่อลดแรงสั่นสะเทือนขณะใช้งาน ระบบเบรกดิสก์เดี่ยวเพื่อความปลอดภัยในการหยุดรถ ระบบไฟส่องสว่างติดตั้งไฟหน้าและไฟท้ายเพื่อเพิ่มทัศนวิสัยในการใช้งาน ในเวลากลางคืน การออกแบบเน้นความสะดวกในการใช้งานและบำรุงรักษา โดยสามารถถอดประกอบชุดหัวลากออกจากรถเข็นได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงส่วนประกอบชุดหัวลากไฟฟ้า



ภาพที่ 3 แสดงแผนผังโครงสร้างการทำงานโดยรวมของระบบชุดหัวลากไฟฟ้าสำหรับรถเข็นคนพิการ

กระบวนการทำงานเริ่มต้นจากแบตเตอรี่ซึ่งทำหน้าที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าไปยังชุดควบคุมมอเตอร์ โดยชุดควบคุมมอเตอร์จะทำหน้าที่ควบคุมการจ่ายพลังงานไปยังฮับมอเตอร์ที่ติดตั้งอยู่กับล้อของชุดหัวลาก ระบบควบคุมความเร็วสามารถปรับได้จำนวน 3 ระดับผ่านทางสวิตช์ควบคุม และสามารถเพิ่มความเร็วของชุดหัวลากได้โดยการกดคันเร่ง เพื่อให้ชุดหัวลากรถเข็นสามารถเคลื่อนที่ได้ตามต้องการ

2.2 ทดสอบและประเมินประสิทธิภาพชุดหัวลากไฟฟ้าสำหรับคนพิการ

ทดสอบเพื่อวัดหาความเร็วเฉลี่ยของชุดหัวลากไฟฟ้าในแต่ละระดับความเร็วภายใต้สภาวะการใช้งานจริงโดยพิจารณาจากน้ำหนักของผู้ขับขี่ที่แตกต่างกันทดสอบที่ระยะทาง 100 เมตร โดยผู้ทดสอบจำนวน 3 คน น้ำหนัก 55, 70 และ 85 กิโลกรัม เลือกระดับความเร็วชุดหัวลากไฟฟ้าไปที่ระดับความเร็วที่ต้องการสามารถปรับความเร็วได้ 3 ระดับทำการทดสอบ ซ้ำ 3 ครั้งบันทึกเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่แต่ละครั้งนำข้อมูลเวลาที่ได้จากการทดสอบทั้งหมดมาคำนวณหาความเร็วเฉลี่ย

ทดสอบประเมินความเร็วใช้งานของผู้พิการทางการเคลื่อนไหวจำนวน 3 ท่านที่ใช้ในชีวิตประจำวัน บันทึกผล

ทดสอบระยะเบรกของชุดหัวลากไฟฟ้าสำหรับรถเข็นคนพิการโดยที่ปรับระดับความเร็วทั้ง 3 ระดับทำการเบรกและวัดระยะที่รถหยุดของแต่ละระดับความเร็ว

ทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานต่อการประจุแบตเตอรี่หนึ่งครั้งของชุดหัวลากไฟฟ้าสำหรับรถเข็นคนพิการ เพื่อวัดระยะทางสูงสุดที่ชุดหัวลากไฟฟ้าสามารถวิ่งได้ต่อการชาร์จหนึ่งครั้ง ภายใต้สภาวะการใช้งานจริง โดยพิจารณาจากน้ำหนักของผู้ขับ 85 กิโลกรัม และความเร็วในการเคลื่อนที่ระดับ 1 2 และ 3 เริ่มต้นโดยการประจุแบตเตอรี่ของชุดหัวลากไฟฟ้าให้เต็ม 100% จากนั้นทำการปรับระดับความเร็วของชุดหัวลากไฟฟ้าไปที่ระดับ 1 2 และ 3 ตามลำดับ ผู้ทดสอบขับเคลื่อนชุดหัวลากไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง ในระหว่างการทดสอบได้มีการบันทึกแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ด้วยโวลต์มิเตอร์ และบันทึกกระแสไฟฟ้าที่ใช้งานของแบตเตอรี่ด้วยแอมป์มิเตอร์ อย่างสม่ำเสมอ จนกระทั่งแบตเตอรี่หมดและชุดหัวลากไฟฟ้าหยุดทำงาน โดยได้ทำการบันทึกระยะทางทั้งหมดที่ชุดหัวลากไฟฟ้าสามารถวิ่งได้ในการชาร์จหนึ่งครั้งการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ได้ดำเนินการให้ผู้พิการจำนวน 3 ท่านทดสอบใช้งานชุดหัวลากไฟฟ้าสำหรับรถเข็นคนพิการในการใช้งานจริง จากนั้นจึงทำแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านความคล่องตัวและขั้นตอนการใช้งาน โดยประเมินความสะดวกในการติดตั้ง ถอดประกอบ และการควบคุมขณะใช้งาน ด้านการออกแบบและรูปลักษณ์ โดยพิจารณาจากความสวยงาม ความทันสมัย ความแข็งแรงของวัสดุ และความเหมาะสมต่อกลุ่มผู้ใช้งาน

ด้านความเหมาะสมของราคาเมื่อเทียบกับประสิทธิภาพ ซึ่งรวมถึงความคิดเห็นเกี่ยวกับความคุ้มค่า และต้นทุนสำหรับการใช้งานชุดหัวลากไฟฟ้าสำหรับรถเข็นคนพิการ

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ชุดหัวลากไฟฟ้าสำหรับรถเข็นคนพิการที่ออกแบบและพัฒนา มีโครงสร้างและส่วนประกอบหลัก แสดงดังภาพที่ 4 ดังนี้ หมายเลข 1 ชุดมอเตอร์ไฟฟ้า 350 วัตต์ ติดตั้งอยู่ที่ส่วนล้อของชุดหัวลาก ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนให้รถเข็นเคลื่อนที่ได้ หมายเลข 2 แบตเตอรี่ 48 โวลต์ 30 แอมป์ชั่วโมง เป็นแหล่งพลังงานที่จ่ายไฟให้มอเตอร์ ทำให้ชุดหัวลากสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง หมายเลข 3 จุดเชื่อมต่อเป็นจุดที่เชื่อมต่อระหว่างชุดหัวลากไฟฟ้ากับรถเข็นคนพิการ ออกแบบให้สามารถถอดประกอบได้อย่างง่าย เพียงแค่โยกคันโยกไปข้างหน้า ทำให้ผู้ใช้งานสามารถติดตั้งและถอดชุดหัวลากได้ด้วยตนเอง หมายเลข 4 รถเข็นคนพิการเป็นรถเข็นมาตรฐานที่สามารถนำมาติดตั้งชุดหัวลากไฟฟ้าเพื่อเพิ่มความสะดวกในการเคลื่อนที่ แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงส่วนประกอบชุดหัวลากไฟฟ้าสำหรับรถเข็นคนพิการ

ผลการทดสอบชุดหัวลากไฟฟ้าสำหรับรถเข็นคนพิการ โดยทำการวัดความเร็วในการเคลื่อนที่เป็นระยะทาง 100 เมตร ภายใต้สภาวะน้ำหนักบรรทุกที่แตกต่างกัน พบว่าความเร็วเฉลี่ยของชุดหัวลากไฟฟ้า ระดับที่ 1 ความเร็ว 4.96 เมตรต่อวินาที ระดับที่ 2 ความเร็ว 5.40 เมตรต่อวินาที และที่ระดับที่ 3 ความเร็ว 6.04 เมตรต่อวินาที ผลกระทบของน้ำหนักบรรทุก จากการวิเคราะห์ข้อมูลในตารางที่ 1 พบว่า การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักบรรทุกที่ไม่เกิน 100 กิโลกรัม ไม่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ ต่อความเร็วของชุดหัวลากไฟฟ้า

ตารางที่ 1 แสดงความเร็วของชุดหัวลากไฟฟ้าสำหรับรถเข็นคนพิการกับน้ำหนักบรรทุก

Weight (kg)	Speed (m/s)		
55	4.97 ^a	5.41 ^a	6.05 ^a
70	4.98 ^a	5.41 ^a	6.04 ^a
85	4.95 ^a	5.40 ^a	6.05 ^a
เฉลี่ย	4.96	5.40	6.04

^a อักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันหมายถึง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ผลจากการสำรวจพฤติกรรมการใช้งานชุดหัวลากไฟฟ้าสำหรับรถเข็นคนพิการของผู้ใช้งานจริงจำนวน 3 ท่าน ในสถานที่ต่าง ๆ เช่น ห้างสรรพสินค้า โรงพยาบาล และสวนสาธารณะ พบว่าความเร็วในการใช้งานเฉลี่ยอยู่ที่ 1-4 เมตรต่อวินาที ซึ่งเป็นความเร็วที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานในชีวิตประจำวัน ดังนั้นชุดหัวลากไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นมีความเร็วระดับที่ 1 ที่ความเร็วเฉลี่ย 4.96 เมตรต่อวินาทีเพียงพอต่อการใช้งานชุดหัวลากไฟฟ้า ทำให้ผู้ใช้งานสามารถปรับความเร็วได้ตามต้องการ และมีความคล่องตัวในการเคลื่อนที่ที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและกิจกรรมที่ทำได้ อย่างสะดวกสบาย

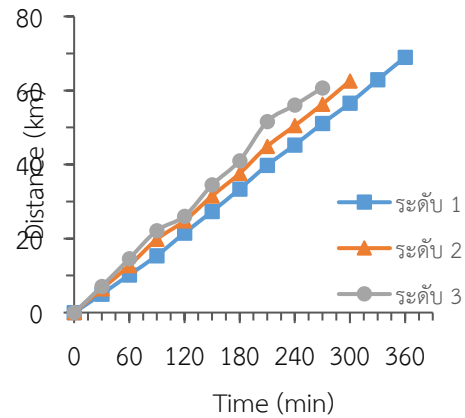
ผลการทดสอบระยะเบรกของชุดหัวลากไฟฟ้าสำหรับรถเข็นคนพิการที่ระดับความเร็วเฉลี่ย 4.96 เมตรต่อวินาที ระยะ

เบรกอยู่ที่ 1.4 เมตร ที่ระดับความเร็วเฉลี่ย 5.40 เมตรต่อวินาที ระยะเบรกอยู่ที่ 1.7 เมตร และที่ระดับความเร็วเฉลี่ย 6.04 เมตรต่อวินาที ระยะเบรกอยู่ที่ 2.1 เมตร จากผลการทดสอบระยะเบรกของชุดหัวลากไฟฟ้าสำหรับรถเข็นคนพิการอยู่ในระยะไม่เกิน 4 เมตร ซึ่งอยู่ในระยะช่วงเบรกตามมาตรฐานของระยะเบรกของรถที่ความเร็วไม่เกิน 5.56 เมตรต่อวินาที ทั้งนี้จากข้อมูลเอกสารอ้างอิงของมาตรฐานการออกแบบทางหลวงโดยกรมทางหลวง (Design Manual by Department of Highways, Thailand) ระบุว่า สำหรับถนนที่มีความเร็วออกแบบ (Design Speed) เท่ากับ 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะมี ระยะเบรก (Braking Distance) เท่ากับ 4.6 เมตร เมื่อเปรียบเทียบกับชุดหัวลากไฟฟ้าสำหรับรถเข็นคนพิการที่สามารถหยุดได้ภายในระยะ 1.4–2.1 เมตร แม้จะวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด 6.04 เมตรต่อวินาที (≈ 21.7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) ยังอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยตามมาตรฐานดังกล่าว จึงแสดงให้เห็นว่าระบบเบรกที่ออกแบบมีความปลอดภัยเพียงพอสำหรับการใช้งานในพื้นที่ชุมชนหรือบริเวณที่จำกัดความเร็ว [9-10]

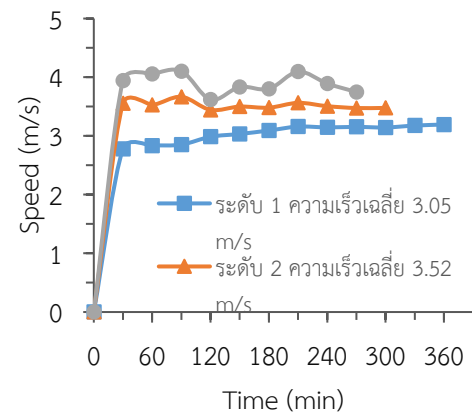
ผลการทดสอบการประจุแบตเตอรี่ 1 ครั้งสามารถใช้งานชุดหัวลากไฟฟ้าสำหรับรถเข็นคนพิการต่อเนื่อง แสดงดังภาพที่ 5 และภาพที่ 6 ที่ระดับ 1 ความเร็วเฉลี่ย 3.05 เมตรต่อวินาที สามารถเคลื่อนที่ได้ระยะทางสะสมที่ 69 กิโลเมตร ใช้เวลาในการเคลื่อนที่ 360 นาที คิดเป็น 6 ชั่วโมง ที่ระดับ 2 ความเร็วเฉลี่ย 3.52 เมตรต่อวินาที สามารถเคลื่อนที่ได้ระยะทางสะสมที่ 62.6 กิโลเมตร ใช้เวลาในการเคลื่อนที่ 300 นาที คิดเป็น 5 ชั่วโมง และที่ระดับ 3 ความเร็วเฉลี่ย 3.90 เมตรต่อวินาที สามารถเคลื่อนที่ได้ระยะทางสะสมที่ 60.72 กิโลเมตร ใช้เวลาในการเคลื่อนที่ 270 นาที คิดเป็น 4 ชั่วโมง 30 นาทีจากการออกแบบให้ใช้งานได้ 4 ชั่วโมง สามารถใช้งานได้มากกว่า ทั้งนี้ในขั้นตอนการออกแบบคิดจากพลังงานมอเตอร์ที่ 350 วัตต์ แต่จากการใช้งานจริงทำการวัดกระแสไฟฟ้าและโวลต์นำมาคำนวณกำลังเฉลี่ยมีค่า 227 วัตต์ ของแบตเตอรี่พบว่าขณะใช้งาน

$$t = \frac{48 \times 30}{227} = 6.34 \quad \text{ชั่วโมง}$$

การคำนวณพบว่าสามารถใช้งานชุดหัวลากไฟฟ้าสำหรับคนพิการได้ 394 นาที ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบที่สามารถเคลื่อนที่ได้เวลาเฉลี่ย 310 นาที [11] จากภาพที่ 5 พบว่าระยะทางเพิ่มขึ้นตามเวลาที่เพิ่มขึ้นแบบเป็นเส้นตรง และจากภาพที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาที่ชุดหัวลากเคลื่อนที่พบว่าความเร็วที่ใช้ทดสอบมีความสม่ำเสมอ นอกจากนี้ เมื่อนำผลการทดสอบมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ เจนศักดิ์ได้พัฒนารถสามล้อสำหรับคนพิการแบบถอดประกอบได้ วิ่งด้วยความเร็ว 3.19 เมตรต่อวินาที ระยะทางสะสม 20 กิโลเมตร ใช้เวลา 1.15 ชั่วโมง [12] ทั้งนี้ระยะทางและเวลาขึ้นอยู่กับแหล่งพลังงานของรถแบตเตอรี่ แหล่งพลังงานสูงราคาและขนาดจะสูงตามไปด้วย ควรออกแบบให้เหมาะสมกับลักษณะของการใช้งานแต่ละประเภท



ภาพที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่



ภาพที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่

ผลการประเมินความพึงพอใจและประสิทธิภาพการใช้งานชุดหัวลากไฟฟ้าสำหรับรถเข็นคนพิการทั้ง 3 ท่าน พบว่า ผลประเมินอยู่ที่ 4.6 อยู่ในเกณฑ์ดี เนื่องจากผู้ใช้งานสามารถถอดประกอบได้แม้จะมีอุปสรรคทางด้านร่างกาย และขั้นตอนการใช้งานบำรุงรักษาไม่ยุ่งยาก ด้านการรูปลักษณ์สวยงาม ทำจากวัสดุที่เหมาะสมแข็งแรงทนทาน ผู้พิการเองประเมินราคาของชุดหัวลากไฟฟ้าสำหรับรถเข็นคนพิการราคาสูง แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบกับราคาของรถเข็นไฟฟ้า ราคาชุดหัวลากต่ำกว่าหลายเท่า ความพอใจโดยรวม เป็นที่น่าพอใจแต่รูปร่างของชุดหัวลากค่อนข้างยาว ควรปรับการออกแบบให้มีความกระชับรัดกุมขึ้นเพื่อลดพื้นที่ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ให้น้อยลง ลดการรบกวนผู้อื่นที่ใช้ชีวิตร่วมกัน

4. สรุปผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบขับเคลื่อนชุดหัวลากไฟฟ้าและความปลอดภัยในการใช้งานสำหรับรถเข็นคนพิการ พบว่ารถเข็นสามารถเคลื่อนที่ได้ระยะทางสะสมเฉลี่ย 64.11 กิโลเมตร เวลาในการเคลื่อนที่เฉลี่ย 310 นาที ต่อการชาร์จแบตเตอรี่ 1 ครั้งที่มีความเร็วเคลื่อนที่เฉลี่ย 3.49 เมตร

ต่อวินาที เกณฑ์การประเมินจากผู้พิการอยู่ในเกณฑ์ดี ชุดหัวลากที่สร้างขึ้นผู้พิการสามารถนำไปใช้งานในชีวิตประจำวันได้

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพที่ให้สถานที่ในการทดสอบ และผู้พิการทางการเคลื่อนไหว 3 ท่าน เป็นผู้ทดสอบสมรรถนะชุดหัวลากไฟฟ้า

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ, 2567. สถิติข้อมูลคนพิการที่มีบัตรประจำตัวคนพิการจำแนกตามภูมิภาคและเพศ. กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์
- [2] Cui, J., Huang, Z., Li, X., Cui, L., Shang, Y., & Tong, L., 2023. Research on intelligent wheelchair attitude-based adjustment method based on action intention recognition. *Micromachines*, 14(6), 1265.
- [3] กรมกิจการผู้สูงอายุ, 2567. ข้อมูลผู้สูงอายุทั่วไป. กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์
- [4] ศัชชญาส ดวงจันทร์, ภูริพจน์ แก้วย่อง, 2561. เทคโนโลยีสนับสนุนการใช้งานของผู้ใช้วีลแชร์. *วารสารวิทยาลัยราชสุดา*, ปีที่ 14 หน้า 104-117
- [5] ชาติรส การะเวก, นัฏศรา เข้มแน่นหมัด, ปรียานุช วิลหาวน, 2564. การพัฒนากระเป๋าเสริมรถนั่งคนพิการ. *วารสารวิจัยรำไพพรรณี* ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 หน้า 1-5
- [6] วิโรจน์ บัวงาม, ธาณิล ม่วงพูล, 2562. การพัฒนาต้นแบบระบบควบคุมรถวีลแชร์อัตโนมัติด้วยสัญญาณสมองและการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์. *วารสารโครงการงานวิชาการ*
- [7] วีรยุทธ เต็มสวัสดิ์, จักรกฤษณ์ จันทศิริ, 2562. การพัฒนารถสามล้อไฟฟ้าเพื่อคนพิการทางขา. *รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*
- [8] วรวิศ กอปรสิริพัฒน์, 2558. สารพันความรู้ด้านพลังงาน. *วารสารเทคโนโลยีวัสดุ*, ฉบับที่ 77 หน้า 51-57
- [9] Abdulhafedh, A., 2020. Highway stopping sight distance, decision sight distance, and passing sight distance based on AASHTO models. *Open Access Library Journal*, 7(3), 1-24.
- [10] Srisurin, P., and Amprayn, C., 2024. Evaluation of the Highway Capacity Manual (HCM) and Thailand's Department of Highways' approaches to estimating the capacity of a multilane highway segment via the empirical method. *Engineering and Applied Science Research*, 51(6), 747-755.
- [11] กองถ่ายถอดและเผยแพร่เทคโนโลยี กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2562. การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์. กระทรวงพลังงาน
- [12] เจนศักดิ์ เอกบุรณะวัฒน์, 2558. รถสามล้อไฟฟ้าสำหรับคนพิการแบบถอดประกอบได้. *รายงานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์*