การพัฒนาและสร้างชุดขับเคลื่อนขนาดพกพาด้วยพลังงานไฟฟ้าชนิดขับเคลื่อนล้อหน้าด้วยฮับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับผู้พิการและงานลาก

The developments and creation of portable power drives with electric power Front wheel drive type with direct current electric motor hub for disabled and towing

สุขใจ พรมประสานสุข[1] , ปรัชญาพร ดวงคำ[1] , ธนบดี ราชปุม[1] , สิมิรัญก์ เบ้าทอง[1] และ ปิติ พรมประสานสุข[1]

[1] สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยปทุมธานี 140 หมู่ 4 ถนน ติวานนท์ ตำบล บ้านกลาง อำเภอเมือง ปทุมธานี12000 *โทรศัพท์: +6629756967 หรือ E-mail: psookjai@ptu.ac.th

บทคัดย่อ

รถเข็นผู้พิการเป็นสิ่งสำคัญสำหรับผู้ที่บกพร่องทางร่างกาย หรือแม้แต่การเดินทางที่ต้องการการขนย้าย สิ่งของไปยังที่ต่างๆ โดยรถเข็นหรือรถลาก ในบางครั้งทำให้ร่างกายต้องรับภาระในการยกแบกซึ่งอาจส่งผลต่อทางกายภาพให้เกิดความล้า งานวิจัยนี้จึงได้ทำการพัฒนาและสร้างชุดขับเคลื่อนขนาดพกพาด้วยพลังงานไฟฟ้าอเนกประสงค์ ที่สามารถพับเก็บและติดตั้งได้ง่าย อาศัยการขับเคลื่อนล้อหน้าด้วยฮับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 8 นิ้ว กำลัง 500 วัตต์ 24 โวลต์ และใช้แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนขนาด 24 โวลต์ 10 Ah ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ โครงสร้างทำด้วยอลูมิเนียม 7075 ความแข็งแรงสูง น้ำหนักเบาและทนต่อการกัดกร่อน จากผลการทดสอบรับน้ำหนักผู้ขี่สูงสุดได้ถึง 120 กิโลกรัม รวมน้ำหนักรถไม่เกิน 150 กิโลกรัม ขับเคลื่อนได้ อัตราเร็ว 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แบตเตอรี่ชาร์จเต็มที่วิ่งได้ประมาณ 1-2 ชั่วโมง (ขึ้นกับน้ำหนักผู้ใช้งาน) และติดตั้งเซนเซอร์วัดระยะเพื่อตัดวงจรการทำงานป้องกันการชน เหมาะสำหรับผู้พิการและผู้ที่ต้องการลดภาระของร่างกาย และได้ถูกนำไปใช้งานจริง และมุ่งเน้นประโยชน์ กับผู้ที่ใช้รถเข็นคนพิการ หรือผู้ที่ต้องการขนย้ายสิ่งของได้โดยง่าย

คำหลัก: รถเข็นคนพิการ, ฮับมอเตอร์, รถเข็นผู้ป่วยแบบพกพา, สกูตเตอร์, แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

Abstract

Wheelchairs are important for those with physical disabilities or even traveling that requires moving for go to various places. Sometimes causing the body to bear the burden of lifting, which may affect physical fatigue. This research develops and builds a portable power drive with versatile electric power can be folded and easily installed relying on the front wheel drive with an 8-inch DC motor power 500 watts 24 volts and using a 24 volt lithium-ion battery with 10 amps controlled by a microcontroller (MCU). 7075 high strength aluminum alloy Lightweight and resistant to corrosion from the test results, the maximum riding weight can be up to 120 kilograms. The total weight of the car is not more than 150 kilograms. It can drive 20 kilometers per hour Fully charged batteries can run for about 1-2 hours (depending on user weight) and install distance sensors to break the anti-collision circuit. Suitable for the disabled and those who want to reduce the burden of the body and was actually used and focus on benefits with people who use wheelchairs or those who want to move things easily

Keywords: wheelchair, hub motor, portable patient trolley, scooter, microcontroller, lithium ion battery

1. บทนำ

พลังงานเป็นรากฐานสำคัญที่ทำให้ชีวิตประจำวันดำเนินไปได้และค่อยหมดไป ความท้าทายในอนาคตต่อไปของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในสังคมไทยที่จะต้องพัฒนาให้ควบคู่ กับแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals : SDGs) ขององค์การสหประชาชาติให้สมดุลตามแนวทางระหว่างการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่ามากที่สุดในการใช้พลังในชีวิตประจำวัน [1] การประดิษฐ์ คิดค้นการใช้รถที่ใช้พลังงานไฟฟ้าขึ้นเพื่อจะเป็นทางเลือกของการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมแต่ด้วยปริมาณพาหนะที่มีในท้องถนนและพื้นที่ถนนที่จำกัดทำให้สิ่งประดิษฐ์ ที่เรียกว่ารถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้า [2] ได้รับความนิยมและเป็นที่ต้องการในสังคมคนเมือง เพราะสามารถอำนวยความสะดวกในการเดินทางไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม พกพาไปด้วยได้ทุกที่ ทุกเวลา ตามความต้องการ เหมาะกับคนในสังคมเมืองอย่างแท้จริง [3] ซึ่งการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า มาจากคำสองคำผสมผสานกัน คือ “การควบคุม” และ “มอเตอร์ไฟฟ้า” การควบคุมหมายถึงการกำกับดูแล สั่งการ บังคับให้ดำเนินงานให้เป็นไปตามแผนหรือแนวปฏิบัติที่วางไว้ โดยการทำงานของชุดควบคุมมอนิเตอร์เป็นตัวส่งสัญญาณไปยังกล่องควบคุม กล่องควบคุมนี้มีหน้าที่รับสัญญาณและแปลงสัญญาณนั้นเป็นคำสั่งการทำงานเพื่อสั่งงานให้ฮับมอเตอร์เคลื่อนที่ [3] ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ได้ออกแบบและสร้างชุดเคลื่อนที่แบบพกพาด้วยพลังงานไฟฟ้า

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

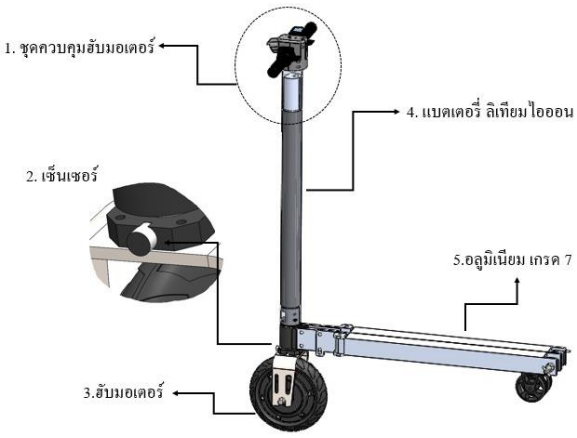
เพื่อออกแบบพัฒนาและสร้างชุดขับเคลื่อนขนาดพกพาด้วยพลังงานไฟฟ้าชนิดขับเคลื่อนล้อหน้าด้วยฮับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับผู้พิการและงานลาก

3. ขอบเขตและเงื่อนไขของการวิจัย

โครงรถทำจากวัสดุอลูมิเนียม 7075 ขนาดความสูงประมาณ 1.05 เมตร ความยาวไม่เกิน 0.73 เมตร ความกว้างไม่เกิน 0.09 เมตร ล้อขนาด 8 นิ้ว แบตเตอรี่ลิเธียม-ไอออนขนาด 24 โวลต์ 10 Ah ทดสอบที่น้ำหนัก 50, 60, 70, 80, 90 กิโลกรัม ตามลำดับ และทำการทดสอบระยะหยุดรถที่ความเร็ว 15-20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 การออกแบบและสร้างชุดขับเคลื่อนขนาดพกพาด้วยพลังงานไฟฟ้า ประกอบด้วยชุดควบคุมฮับมอเตอร์ (Hub Motor) กำลัง 500 วัตต์ 24 โวลต์ โดยการทำงานของชุดควบคุมมอนิเตอร์เป็นตัวส่งสัญญาณไปยังกล่องควบคุม กล่องควบคุมนี้มีหน้าที่รับสัญญาณและแปลงสัญญาณนั้นเป็นคำสั่งการทำงานเพื่อสั่งงานให้ฮับมอเตอร์เคลื่อนที่, แบตเตอรี่ลิเธียม-ไอออน 24 โวลต์ 10 Ah-hr อลูมิเนียม7075 เป็นโลหะที่มีความหนาแน่นน้อย น้ำหนักเบา รับภาระน้ำหนักได้สูง สามารถขึ้นรูปได้ง่าย ไม่เสี่ยงต่อรอยร้าว และการแตกหัก ไม่เป็นสนิม ทนต่อการกัดกร่อน, ฮับมอเตอร์ขนาด 8 นิ้ว กำลัง 500 วัตต์ 24 โวลต์ ดังแสดงรูปที่ 1



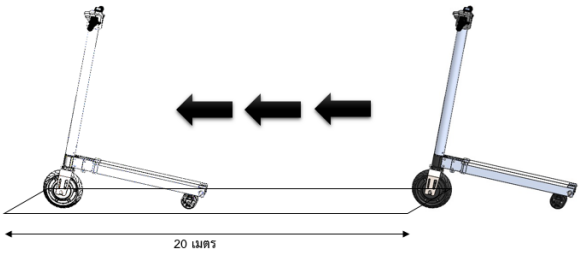
รูปที่ 1 การออกแบบและสร้างชุดเคลื่อนที่ขนาดเล็กแบบพกพาสำหรับผู้พิการและงานลาก

4.2 การทดสอบแรงบิดของมอเตอร์เพื่อหาแรงที่ล้อขับเคลื่อน และการทดสอบความเร็วของชุดขับเคลื่อนไฟฟ้าขนาดเล็ก สามารถคำนวณหาแรงบิดของมอเตอร์ได้จากสมการคำนวณดังนี้

$$P_{m=}\ 2\pi N T_m \qquad (1)$$

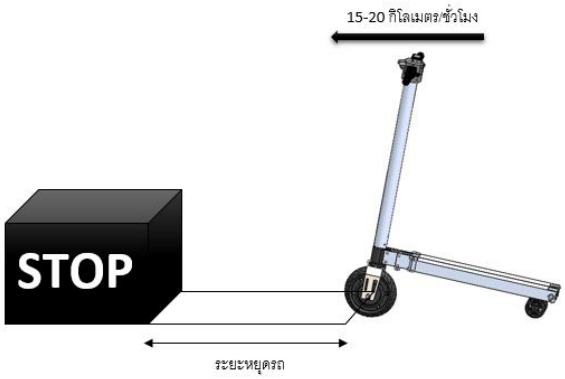
เมื่อ P_m คือ กำลังมอเตอร์ (วัตต์)
N คือความเร็วรอบมอเตอร์ (รอบ/นาที)
T_m คือแรงบิดของมอเตอร์ (นิวตัน·เมตร)

ทดสอบที่น้ำหนัก 50, 60, 70, 80, 90 กิโลกรัม ตามลำดับ ที่ระยะทาง 20 เมตร



รูปที่ 2 แสดงการทดสอบความเร็วที่ระยะทาง 20 เมตร

4.3 การทดสอบระยะหยุดรถ เตรียมอุปกรณ์การจับเวลาที่ระยะทาง 20 เมตร ทดสอบที่น้ำหนัก 50, 60, 70, 80, 90 กิโลกรัม ตามลำดับ



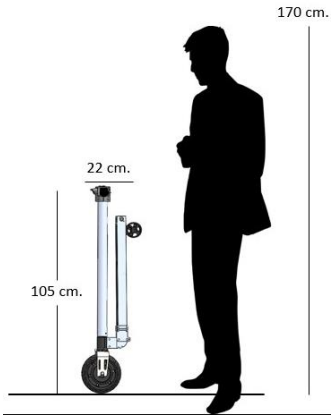
รูปที่ 3 แสดงการทดสอบระยะหยุดรถ

4.4 การทดสอบระยะเวลาการใช้งานของแบตเตอรี่ การทดสอบแบตเตอรี่จะทำการทดสอบความเร็วรถที่น้ำหนัก 70 กิโลกรัม อย่างต่อเนื่องจนแบตเตอรี่หมด

รูปที่ 4 แสดงการทดสอบระยะเวลาการใช้งานของแบตเตอรี่

5. ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผล

5.1 ผลการออกแบบและสร้างชุดขับเคลื่อนขนาดพกพาด้วยพลังงานไฟฟ้า



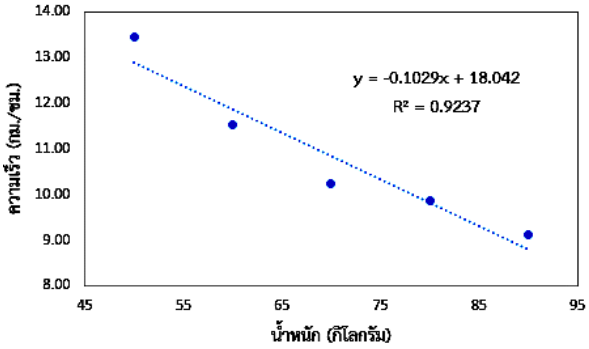
รูปที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบกับความสูงของผู้ใช้ที่ความสูง 170 เซนติเมตร

รูปที่ 6 แสดงขั้นตอนการพับเก็บของชุดเคลื่อนที่ขนาดเล็กแบบพกพาสำหรับผู้พิการและงานลาก

5.2 ผลการทดสอบแรงบิดของมอเตอร์เพื่อหาแรงที่ล้อขับเคลื่อน และการทดสอบความเร็วของชุดขับเคลื่อนไฟฟ้าขนาดเล็ก

ตารางที่ 1 แสดงความเร็วที่เปลี่ยนตามน้ำหนักของผู้ใช้

น้ำหนัก (kg)	เวลาเฉลี่ย (s)	ความเร็ว (m/s)	ความเร็ว (km/h)
50	5.36	3.73	13.43
60	6.25	3.20	11.53
70	7.03	2.84	10.24
80	7.29	2.74	9.87
90	7.90	2.53	9.11



รูปที่ 7 แสดงความเร็วที่สอบเมื่อเปลี่ยนน้ำหนัก

จากตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบการวัดความเร็วเฉลี่ยที่น้ำหนักต่างๆ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ดังรูปที่ 7 พบว่า ค่าน้ำหนักส่งผลต่อความเร็วเป็นสัดส่วนดังสมการ

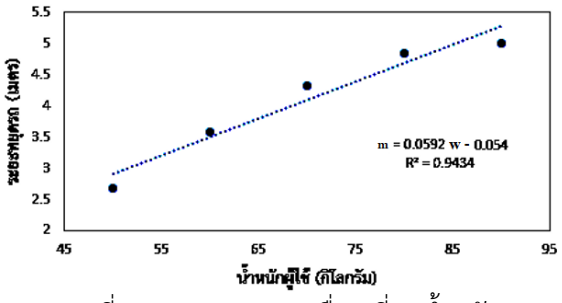
ความเร็ว(m/s) = -0.1029·(น้ำหนัก) + 18.042 (2)

ซึ่งค่าความน่าเชื่อถือมีถึงร้อยละ 92

5.3 ผลการทดสอบระยะหยุดรถ

ตารางที่ 2 แสดงระยะหยุดที่เปลี่ยนตามน้ำหนักของผู้ใช้

น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ระยะหยุดเฉลี่ย (เมตร)
50	2.68
60	3.59
70	4.32
80	4.85
90	5.01



รูปที่ 8 แสดงระยะหยุดเมื่อเปลี่ยนน้ำหนัก

จากตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบระยะหยุดที่น้ำหนักต่างๆ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ดังรูปที่ 8 พบว่า ค่าน้ำหนักส่งผลต่อความเร็วเป็นสัดส่วนดังสมการ

ระยะหยุด (m) = 0.0592·(น้ำหนัก) + 18.042 (3)

ซึ่งค่าความน่าเชื่อถือมีถึงร้อยละ 94

5.4 ผลการทดสอบระยะเวลาการใช้งานของแบตเตอรี่จากการทดสอบการวิ่งจนแบตเตอรี่หมด ที่ความเร็ว 15-20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พบว่า ระยะทางที่ได้อยู่ที่ประมาณ 35 กิโลเมตร ใช้เวลาประมาณ 1.2 ชั่วโมง

6. สรุปผลงานวิจัย

งานวิจัยนี้จึงได้ทำการพัฒนาและสร้างชุดขับเคลื่อนขนาดพกพาด้วยพลังงานไฟฟ้าอเนกประสงค์ ที่สามารถพับเก็บและติดตั้งได้ง่าย อาศัยการขับเคลื่อนล้อหน้าด้วยฮับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 8 นิ้ว กำลัง 500 วัตต์ 24 โวลต์ และใช้แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนขนาด 24 โวลต์ 10 Ah ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ (MCU) โครงสร้างทำด้วยอลูมิเนียม 7075 ความแข็งแรงสูง น้ำหนักเบาและทนต่อการกัดกร่อน จากผลการทดสอบพบว่า น้ำหนักผู้ขี่สูงสุดได้ถึง 120 กิโลกรัม รวมน้ำหนักรถไม่เกิน 150 กิโลกรัม ขับเคลื่อนได้อัตราเร็ว 15-20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แบตเตอรี่ชาร์จเต็มที่วิ่งได้ประมาณ 1-2 ชั่วโมง (ขึ้นกับน้ำหนักผู้ใช้งาน) มุ่งเน้นประโยชน์ กับผู้ที่ใช้รถเข็นคนพิการ หรือผู้ที่ต้องการขนย้ายสิ่งของได้โดยง่าย และยังสามารถนำไปใช้งานได้อย่างอเนกประสงค์ ไม่สร้างมลภาวะให้กับสิ่งแวดล้อม

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยปทุมธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ อุปกรณ์ต่าง ๆ ทำให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

8. เอกสารอ้างอิง

[1] หทัยเทพ วงศ์สุวรรณ ศูนย์นวัตกรรมแมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ (IMERs) ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล (กำแพงแสน) คณะวิศวกรรมศาสตร์ (กำแพงแสน) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (กำแพงแสน) จ.นครปฐม
[2] อนันต์ชัย อยู่แก้ว, กิตติคุณ สุอรุณ, วัชระ เชื้อวงษ์ดี, โอฬาร วงศาโรจนะกุล ศูนย์วิจัยและพัฒนานวัตกรรมยานยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

[3] วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์, ชาญ ถนัดงาน หนังสือเรียนออกแบบเครื่องจักรกลเล่ม 1 หน้าที่ 25อ้างอิงจาก A.D. DEUTSCHMAN, W.J. MICHELS and C.E. WILSON. Machine Design Theory and Practice. Macmillan Publishing Co., Inc., 1975

[4] ขจร อินวงษ์, กิติศักดิ์ หมึกแดง, อดิศักดิ์ คามพินิจ (2553) รถจักรยานไฟฟ้าขับเคลื่อนด้วย Brushless DC Motor 2, ปริญญานิพนธ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[5] ยศพงษ์ ลออนวล, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) และศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ MTEC (2556) การศึกษาการพัฒนาของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าและผลกระทบที่เกิดขึ้นสาหรับประเทศไทย, ทุนวิจัยและพัฒนา กฟผ.-สวทช.

[7] ศุภชัย เก้าเอี้ยนและคณะ. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า. นนทบุรี: ศูนย์หนังสือ เมืองไทย, 2557

[8] R.A.Serway,Jewett, Physics for scientist and engineers, 6th Ed., Brook/Cole, Singapore, 2004.