รถสามล้ออเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์

Multipurpose Three-Wheel Solar Mini Truck

ธนิท เรืองรุ่งชัยกุล* และสุนันต์ อ่วมกระทุ่ม

สาขาวิชาเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนายั่งยืน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Tanit Ruangrungchaikul* and Sunan Aumkratum

Department of Sustainable Development Technology, Faculty of Science and Technology,

Thammasat University, Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

Received: September 3, 2018; Accepted: October 14, 2018

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้ประดิษฐ์รถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งสามารถใช้งานได้หลากหลายวัตถุประสงค์ ทั้งการขับเคลื่อนบรรทุกขนย้ายสิ่งของและใช้เป็นแหล่งพลังงานให้กับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ตัวรถปรับปรุงดัดแปลงจากรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าเดิม โดยติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้ในการขับเคลื่อนเป็น 3,000 วัตต์ 48 โวลต์ ทดแทนของเดิมซึ่งมีขนาด 1,500 วัตต์ 60 โวลต์ มีแผงเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งเป็นหลังคาที่ด้านบนของกระบะบรรทุก ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นไฟฟ้า เพื่อประจุเก็บสะสมไว้ในแบตเตอรี่สำหรับใช้งาน มีเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าเพื่อเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรง 48 โวลต์ จากแบตเตอรี่ให้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ เพื่อใช้งานสำหรับอุปกรณ์/เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ การทดสอบการใช้งานพบว่ารถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้เป็นที่น่าพึงพอใจ โดยการขับเคลื่อนบนทางราบในขณะที่ไม่มีภาระน้ำหนักบรรทุก สามารถทำความเร็วเฉลี่ยได้ประมาณ 25 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในขณะที่เมื่อมีภาระน้ำหนักบรรทุก 350 กิโลกรัม สามารถทำความเร็วเฉลี่ยได้ประมาณ 23 กิโลเมตรต่อชั่วโมง การทดสอบขับเคลื่อนขึ้นทางลาดชันพบว่าสามารถขับเคลื่อนขึ้นทางลาดชัน 9.5 องศา (ร้อยละ 16.67) ได้ทั้งกรณีที่ไม่มีภาระน้ำหนักบรรทุกและที่มีภาระน้ำหนักบรรทุก 350 กิโลกรัม

คำสำคัญ : รถบรรทุกสามล้อไฟฟ้า; เซลล์แสงอาทิตย์

Abstract

In this research, electric three-wheel mini truck using solar energy as an energy source was fabricated. The invented multipurpose three-wheel solar mini truck is multipurpose vehicle that can be used for carriage and delivery of items/goods and also used as energy source for other electric appliances. Its structure was modified from the original electric three-wheel mini truck by installing 3,000 watts (48 volts) DC motor instead of the original 1,500 watts (60 volts). Solar panels were

**Corresponding author: tutanit@hotmail.com*

installed on the top in order to convert solar energy into electricity which stored in the battery bank for later use. A hybrid inverter is used to convert 48 volts DC into 220 volts AC supply for general electric appliances/equipments. The driving test showed that the invented multipurpose three-wheel solar mini truck can be used satisfactorily. Driving test on flat surface showed that it has average speed about 25 km/h without load and 23 km/h with 350 kg loaded. The driving test on slope found that it could climb up 9.5 degrees slope (about 16.67 percent) for both cases (with and without load).

Keywords: electric three-wheel mini truck; photovoltaic cell; solar cell

1. คำนำ

รถบรรทุกสามล้อหรือรถมอเตอร์ไซค์สามล้อสำหรับบรรทุกประดิษฐ์ขึ้น เพื่อใช้ขนส่งสิ่งของหรือสินค้าที่มีน้ำหนักไม่มากและมีระยะทางการขนส่งไม่ไกลนัก โดยนำรถมอเตอร์ไซค์สองล้อมาดัดแปลงติดกระบะด้านท้าย อย่างไรก็ตาม รถบรรทุกสามล้อต้องใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการขับเคลื่อน ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายค่าน้ำมันเชื้อเพลิง และยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ มีการปลดปล่อยไอเสียหรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศ

ปัจจุบันมีการประดิษฐ์รถจักรยานไฟฟ้า รถจักรยานยนต์ไฟฟ้า และรถซาเล้งไฟฟ้า ออกมาใช้งานกันในหลายประเทศ รวมถึงในประเทศไทยก็ได้มีการนำรถดังกล่าวมาใช้งานแพร่หลายมากขึ้น (มานัส และคณะ, 2545; กิติศักดิ์ และอดิศักดิ์, 2557; ธนิท, 2559) ซึ่งการใช้งานรถมอเตอร์ไซค์ไฟฟ้าไม่ต้องใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการขับเคลื่อน จึงช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายเรื่องน้ำมันเชื้อเพลิงจากการใช้งาน (ชนะ, 2555; ประทีป, ม.ป.ป.)

ดังนั้นการวิจัยนี้จึงนำแนวความคิดเรื่องรถมอเตอร์ไซค์ไฟฟ้ามาประยุกต์ใช้กับรถบรรทุกสามล้อที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง และประยุกต์นำเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ในการชาร์จแบตเตอรี่ของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้า เพื่อประดิษฐ์รถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์สำหรับขนส่งสิ่งของ และเป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งเป็นนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้เทคโนโลยีที่สะอาด เป็นมิตรกับสภาพแวดล้อม และสามารถนำไปใช้งานได้หลากหลายวัตถุประสงค์

2. วัตถุประสงค์

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประดิษฐ์รถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์สำหรับขนส่งสิ่งของ และเป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน

3. วิธีการศึกษา

การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ (1) การเก็บรวบรวมและศึกษาข้อมูลเบื้องต้น (2) สร้างรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์ และ (3) การทดสอบรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลและศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

เก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารวิจัยวิจัย หนังสือ บทความวิชาการ ข้อมูลอินเตอร์เน็ต และแหล่งอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ

รถสามล้อไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้า แบตเตอรี่ เซลล์แสงอาทิตย์ รวมถึงข้อมูลอื่นๆ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการวิจัยนี้ได้

3.2 การสร้างรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์

การสร้างรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์มีแนวทางการพัฒนาจากรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าเดิมที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในการขับเคลื่อน โดยมีการปรับปรุงดัดแปลงเพิ่มขนาดกำลังของมอเตอร์และปรับลดแรงดันไฟฟ้าที่ใช้เพื่อให้สอดคล้องกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งติดตั้งเป็นหลังคาด้านบนกระบะบรรทุก เพื่อประจุไฟฟ้าเก็บไว้ในแบตเตอรี่ และจ่ายไฟฟ้าสำหรับขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ รวมถึงเครื่องสูบน้ำ ทำให้ไม่ต้องใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ช่วยทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงและลดมลพิษทางอากาศจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง สามารถใช้งานได้หลากหลายวัตถุประสงค์ทั้งเป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าเคลื่อนที่ (220 โวลต์) และใช้สำหรับขับขี่บรรทุกขนย้ายสิ่งของทั่วไปหรือบรรทุกผู้โดยสาร อุปกรณ์/เครื่องมือการเกษตร ปัจจัยการผลิต รวมถึงขนส่งผลผลิตที่ผลิตได้ โดยมีน้ำหนักบรรทุกรวม ไม่น้อยกว่า 300 กิโลกรัม

3.3 การทดสอบรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์

การทดสอบสมรรถนะการใช้งานรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์ แบ่งการทดสอบออกได้เป็น 4 กรณี (กรณีละ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย) คือ (1) กรณีที่ 1 ไม่มีภาระน้ำหนักบรรทุกและปิดระบบการชาร์จไฟจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (2) กรณีที่ 2 ไม่มีภาระน้ำหนักบรรทุกและเปิดระบบการชาร์จไฟจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (3) กรณีที่ 3 มีภาระน้ำหนักบรรทุก 350 กิโลกรัมและปิดระบบการชาร์จไฟจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และ (4) กรณีที่ 4 มีภาระน้ำหนักบรรทุก 350 กิโลกรัมและเปิดระบบการชาร์จไฟจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยมีรายละเอียดการทดสอบดังนี้

3.3.1 การทดสอบความเร็วบนทางราบ ทดสอบบนถนนภายในมหาวิทยาลัย ธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต เพื่อวัดค่ากระแสไฟฟ้าขณะขับเคลื่อนที่ความเร็วคงที่ ที่ระดับความเร็ว 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยทดสอบที่ระยะทาง 500 เมตร และอ่านค่ากระแสไฟฟ้าจากแอมมิเตอร์ที่ติดตั้งไว้ที่แผงควบคุมที่ด้านหน้าผู้ขับขี่

3.3.2 การทดสอบขับเคลื่อนขึ้นทางลาดชัน ใช้ทางลาดขึ้นอาคารด้านหน้าอาคารบรรยายรวม 5 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ซึ่งมีความลาดชัน 6 องศา (ร้อยละ 10.50) มีระยะทาง 7 เมตร และทางขึ้นสะพานสูงด้านหลังมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ซึ่งมีความลาดชัน 9.5 องศา (ร้อยละ 16.67) มีระยะทาง 35 เมตร ซึ่งทดสอบโดยการออกตัวขณะรถหยุดนิ่งอยู่กับที่

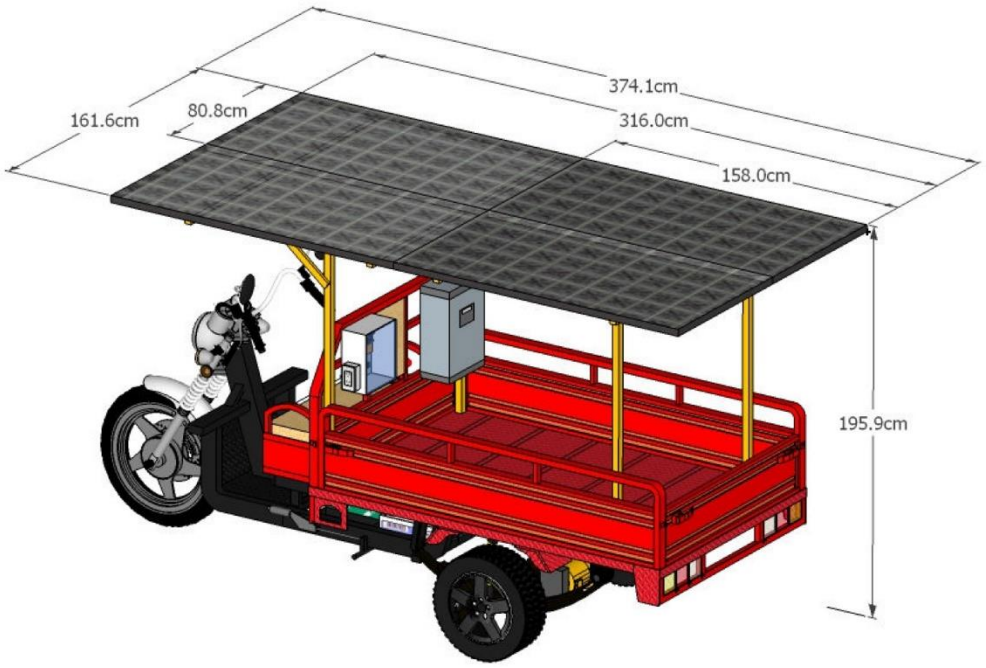
3.3.3 การทดสอบขับเคลื่อนใช้งาน ทดสอบเฉพาะทางราบบนถนนภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต เพื่อหาระยะทางที่รถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์วิ่งได้ ความเร็วเฉลี่ย และระดับแรงดันไฟฟ้าที่เหลืออยู่ในแบตเตอรี่ ซึ่งทำการวัดค่าดังกล่าวทุก ๆ 15 นาที

4. ผลการวิจัยและวิจารณ์

4.1 รถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์

รถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์ดัดแปลงมาจากรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าเดิม โดยเปลี่ยนมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนจากเดิมขนาดกำลังไฟฟ้า 1,500 วัตต์ (60 โวลต์) เป็นขนาด 3,000 วัตต์ และใช้แรงดันไฟฟ้า

48 โวลต์ เพื่อให้เหมาะต่อการประจุไฟฟ้าด้วยระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ตัวรถมีความกว้าง ความยาว และความสูง เท่ากับ 161.6 เซนติเมตร 374.1 เซนติเมตร และ 195.9 เซนติเมตร ตามลำดับ (รูปที่ 1) มีน้ำหนักตัวรถรวม 555 กิโลกรัม น้ำหนักตกที่ล้อหน้า 135 กิโลกรัม ล้อหลังด้านซ้าย 205 กิโลกรัม และ ล้อหลังด้านขวา 215 กิโลกรัม



รูปที่ 1 แบบแสดงมิติของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์

รูปที่ 2 ส่วนประกอบของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์

รถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้น (รูปที่ 2) มีส่วนประกอบสำคัญ คือ (1) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอน (mono-crystalline silicon) ขนาด 200 วัตต์ (V_{mp} 36 โวลต์ I_{mp} 5.27 แอมแปร์) จำนวน 4 แผง (อนุกรมกัน 2 แผง และนำมาต่อขนานกัน 2 ชุด) ติดตั้งเป็นหลังคาบนโครงสร้างเหล็ก เป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อประจุไฟฟ้าเก็บไว้ในแบตเตอรี่สำหรับไว้ใช้งานต่อไป (2) แบตเตอรี่ เป็นแหล่งเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าและจ่ายไฟฟ้าไปใช้งาน โดยใช้แบตเตอรี่แบบรอบลึก (deep cycle) ขนาด 120 แอมป์-ชั่วโมง 12 โวลต์ จำนวน 4 ลูก ติดตั้งอยู่บนคานใต้กระบะบรรทุกของรถ (3) มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนรถฯ ซึ่งใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 3,000 วัตต์ 48 โวลต์ ติดตั้งเข้ากับเพลาล้อหลังของรถ และติดตั้งชุดควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไว้ใต้เบาะที่นั่งของผู้ขับขี่ และ (4) เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าพร้อมชุดควบคุมการชาร์จ (solar hybrid inverter with charger) เป็นอุปกรณ์แปลงไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ที่มีชุดควบคุมการประจุไฟฟ้าลงแบตเตอรี่ในตัว เพื่อป้องกันมิให้เกิดการชาร์จไฟฟ้าลงแบตเตอรี่มากเกินไป (over charged) ซึ่งจะทำให้แบตเตอรี่เสื่อมสภาพเร็วเกินกว่าอายุการใช้งาน

รถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์สามารถใช้งานได้หลากหลาย ทั้งการขับเคลื่อนบรรทุกขนย้ายสิ่งของและใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าได้ (รูปที่ 3) ซึ่งได้แสดงรายละเอียดอุปกรณ์และการต่อวงจรสำหรับการประจุไฟฟ้าและนำไฟฟ้าไปใช้งาน

การขับเคลื่อนใช้งานเพื่อบรรทุกขนย้ายสิ่งของ ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่ 48 โวลต์ (12 โวลต์ อนุกรม 4 ลูก) เพื่อขับมอเตอร์ และไฟฟ้าส่วนหนึ่งต่อผ่านตัวลดแรงดันไฟฟ้า (step-down converter) เพื่อลดแรงดันไฟฟ้าจาก 48 โวลต์ เป็น 12 โวลต์ สำหรับใช้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์ ได้แก่ ไฟหน้า ไฟท้าย ไฟสัญญาณ แตร

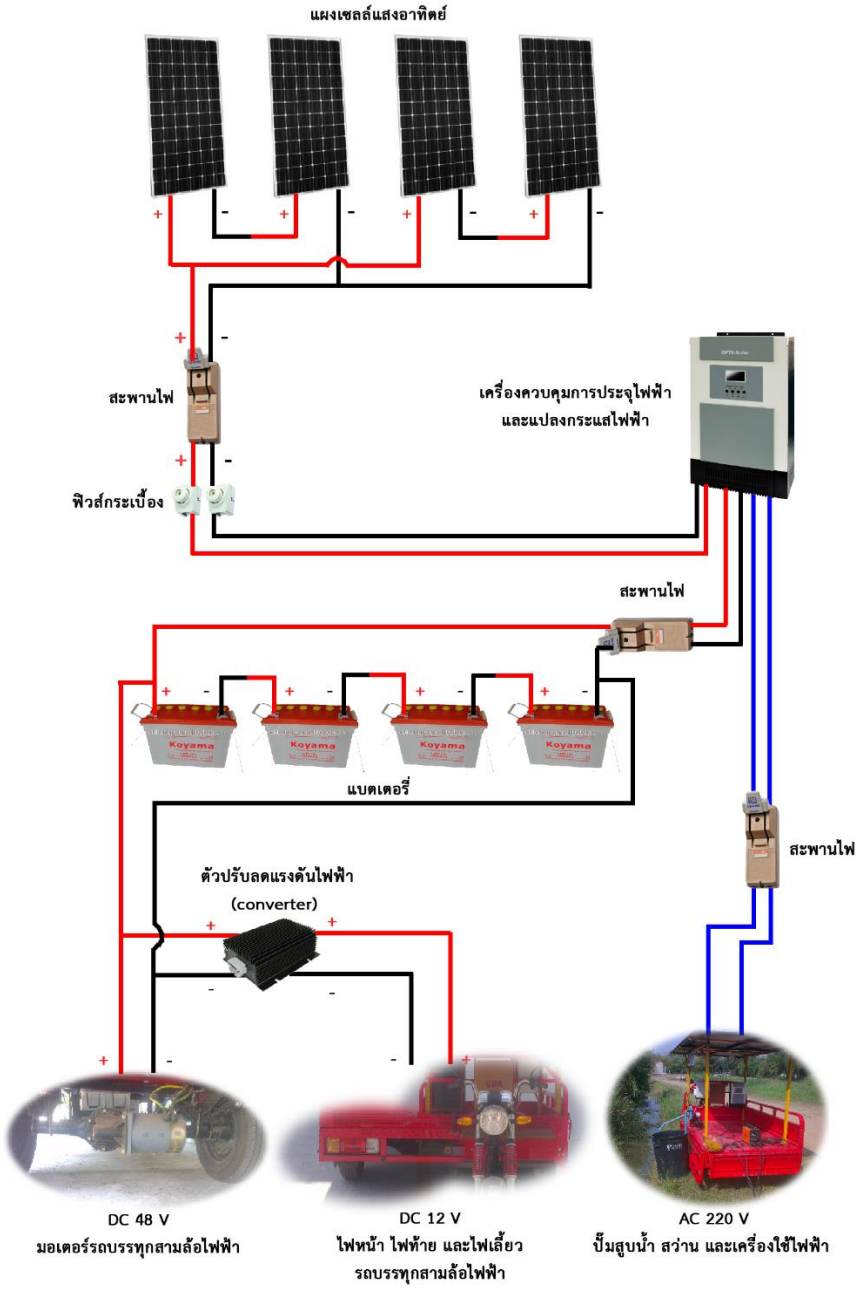
การใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าเคลื่อนที่ (solar PV powered mobile unit) ใช้เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าพร้อมชุดควบคุมการชาร์จ (solar hybrid inverter with charger) ทำหน้าที่ควบคุมการประจุไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลงเก็บสำรองไว้ในแบตเตอรี่และแปลงไฟฟ้ากระแสตรง 48 โวลต์ เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ (50 เฮิร์ท) ซึ่งสามารถใช้ขับเครื่องสูบน้ำขนาด 1 แรงม้า และอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น สว่าน หลอดไฟแสงสว่าง

4.2 การทดสอบรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์

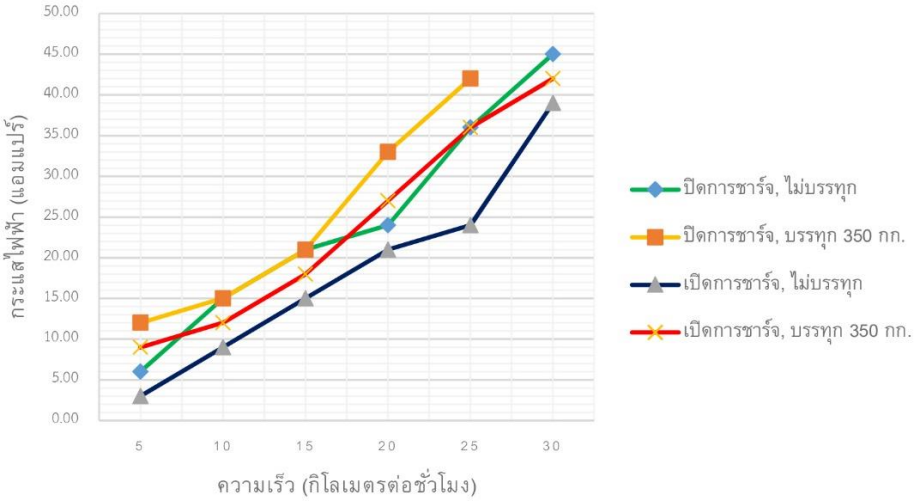
การทดสอบรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์ โดยทดสอบขับเคลื่อนทั้งบนทางราบและขึ้นทางลาดชัน ซึ่งทดลองจำนวน 3 ซ้ำ ผู้ขับขี่มีน้ำหนักตัวประมาณ 70 กิโลกรัม ผลการทดสอบมีดังต่อไปนี้

4.2.1 การทดสอบความเร็วบนทางราบ โดยทดสอบการออกตัวโดยปิดระบบการประจุไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ กรณีที่ไม่มีภาระน้ำหนักบรรทุก ใช้กระแสไฟฟ้าในการออกตัวที่ 60 แอมแปร์ ส่วนกรณีที่มีภาระน้ำหนักบรรทุก 350 กิโลกรัม ใช้กระแสไฟฟ้าในการออกตัวที่ 87 แอมแปร์ ค่ากระแสไฟฟ้าขณะขับเคลื่อนที่ความเร็วคงที่ ที่ระดับความเร็ว 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แสดงดังกราฟในรูปที่ 4 ซึ่งจะเห็นได้ว่าภาระน้ำหนักบรรทุกและความเร็วในการขับเคลื่อนมีผลโดยตรงต่อกระแสไฟฟ้าที่ใช้ กรณีที่มีภาระน้ำหนักบรรทุกจะต้องใช้กระแสไฟฟ้าในการขับเคลื่อนรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์ฯ มากกว่ากรณีที่ไม่มีภาระน้ำหนักบรรทุก และเมื่อเปิดระบบ

การชาร์จไฟจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะทำให้การใช้กระแสไฟฟ้าเพื่อขับเคลื่อนรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์ลดต่ำลง อันเป็นผลเนื่องมาจากเมื่อเปิดระบบการชาร์จจะมีแรงดันไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาเสริมแรงดันไฟฟ้าภายในแบตเตอรี่ ทำให้ระดับแรงดันไฟฟ้าของระบบสูงขึ้น ส่งผลให้ใช้กระแสไฟฟ้าในการขับเคลื่อนลดลง ซึ่งจะมีส่วนช่วยให้ระยะเวลาการขับเคลื่อนใช้งานยาวนานขึ้นและได้ระยะทางมากขึ้นด้วย



รูปที่ 3 การเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์



รูปที่ 4 กราฟค่ากระแสไฟฟ้าขณะขับเคลื่อนรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์ที่ความเร็วคงที่

สังเกตได้ว่าหากไม่ได้เปิดระบบการชาร์จ เมื่อมีภาระน้ำหนักบรรทุก 350 กิโลกรัม จะไม่สามารถทำความเร็วได้ถึง 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และเมื่อเปิดระบบการชาร์จจะช่วยทำให้สามารถทำความเร็วได้สูงขึ้นถึงระดับ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมงได้

กรณีที่ขับเคลื่อนที่ความเร็วไม่เกิน 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยไม่มีภาระน้ำหนักบรรทุก และมีการเปิดระบบการชาร์จไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะใช้กระแสไฟฟ้าไม่ถึง 10 แอมแปร์ ซึ่งน้อยกว่ากระแสไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (ประมาณ 10.54 แอมแปร์ หากได้รับแสงอาทิตย์ 1,000 วัตต์ต่อตารางเมตร) ในกรณีนี้กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียวเพียงพอสำหรับการขับเคลื่อนโดยไม่ต้องใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ อย่างไรก็ตาม ในสภาวะการใช้งานจริงความเข้มแสงอาทิตย์อาจไม่สูงถึงระดับดังกล่าวหรือไม่มีความสม่ำเสมอซึ่งมีผลต่อการประจุไฟฟ้ากลับลงสู่แบตเตอรี่

4.2.2 การทดสอบขับเคลื่อนขึ้นทางลาดชัน ผลการทดสอบขับเคลื่อนขึ้นทางลาดชันโดยการออกตัวขณะรถหยุดนิ่งอยู่กับที่แสดงดังตารางที่ 1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าความลาดชันและภาระน้ำหนักบรรทุกมีผลต่อกระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการขับเคลื่อน โดยในกรณีที่มีภาระน้ำหนักบรรทุก 350 กิโลกรัม ที่ความลาดชันทั้ง 2 กรณี ต้องการกำลังในการขับเคลื่อนสูงกว่ากำลังของมอเตอร์เดิม (1,500 วัตต์) ซึ่งหากไม่เปลี่ยนมอเตอร์เป็นขนาด 3,000 วัตต์ จะไม่มีกำลังพอสำหรับการขับเคลื่อนขึ้นทางลาดชันนี้ได้ และจากมาตรฐานงานสะพานทางแยกต่างระดับของกรมทางหลวง กำหนดให้มีความลาดชันร้อยละ 4-6 ซึ่งน้อยกว่าความลาดชันที่ทำการทดสอบในการศึกษานี้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่ารถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์สามารถขับเคลื่อนขึ้นทางลาดชันดังกล่าวได้ นอกจากนี้การนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่แปลงเกษตรกรรมซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความขรุขระไม่ราบเรียบสม่ำเสมอ จำเป็นต้องใช้กำลังในการขับเคลื่อนที่สูงขึ้น ซึ่งการออกแบบให้ใช้มอเตอร์ที่มีกำลังสูงขึ้นจึงเหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่ดังกล่าว

4.2.3 การทดสอบขับเคลื่อนใช้งาน โดย

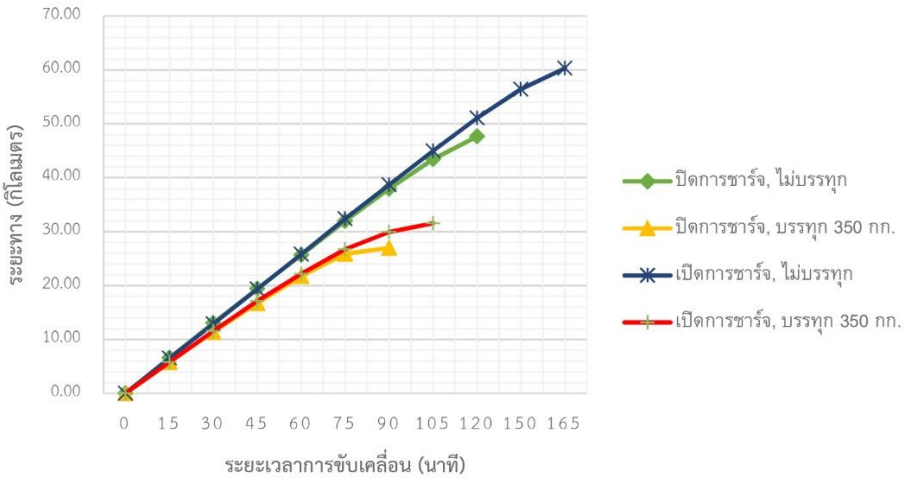
ตารางที่ 1 กระแสไฟฟ้าในการขับเคลื่อนรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นทางลาดชัน

ภาระบรรทุก	ความลาดชัน	กระแสไฟฟ้าขณะขับเคลื่อน (แอมแปร์)	แรงดันไฟฟ้าขณะขับเคลื่อน (โวลต์)	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อน (วัตต์)
ไม่มี	6.0 องศา (10.50 %)	24	44	1,056
	9.5 องศา (16.67 %)	30	42	1,260
350 กิโลกรัม	6.0 องศา (10.50 %)	39	46	1,794
	9.5 องศา (16.67 %)	45	46	2,070

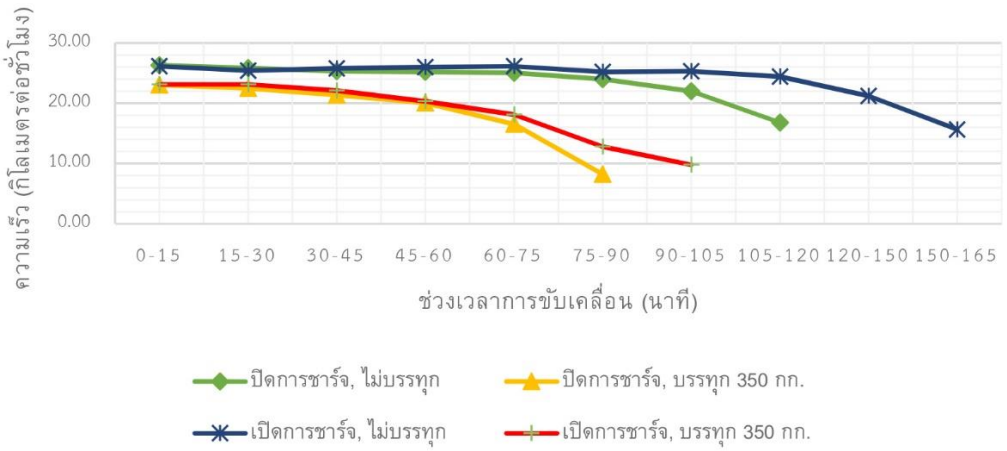
ทดสอบเพื่อหาระยะทางที่รถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าวิ่งได้ ความเร็วเฉลี่ย และระดับแรงดันไฟฟ้าที่เหลืออยู่ในแบตเตอรี่ ซึ่งวัดค่าดังกล่าวทุก ๆ 15 นาที เพื่อเปรียบเทียบการขับเคลื่อนใช้งานระหว่างการปิดและเปิดระบบการชาร์จหรือประจุไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้าแบตเตอรี่ ซึ่งผลการทดสอบมีดังต่อไปนี้

ระยะทางการขับเคลื่อน ผลจากการทดสอบเพื่อวัดระยะทางการขับเคลื่อนดังรูปที่ 5 ซึ่งในกรณีที่ปิดระบบการชาร์จและไม่มีน้ำหนักบรรทุกวิ่งได้ประมาณ 2 ชั่วโมง ได้ระยะทาง 48 กิโลเมตร สูงกว่ากรณีที่ปิดการชาร์จและมีน้ำหนักบรรทุก 350 กิโลกรัม เมื่อเปิดระบบการชาร์จไฟจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ กรณีที่ไม่มีน้ำหนักบรรทุกจะได้ระยะทางประมาณ 60 กิโลเมตร และขับเคลื่อนได้มากกว่า 2 ชั่วโมง ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเปิดระบบการชาร์จ จะมีการประจุไฟกลับลงสู่แบตเตอรี่ ประกอบกับขณะเปิดระบบการชาร์จไฟจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะส่งผลให้แรงดันไฟฟ้าในระบบสูงขึ้น ซึ่งส่งผลให้ความต้องการกระแสไฟฟ้าลดลงตามไปด้วยทำให้ระยะเวลาการใช้งานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ยาวนานขึ้น เช่นเดียวกับกรณีที่มีน้ำหนักบรรทุกเมื่อเปิดระบบการชาร์จจะทำให้ระยะทางการขับเคลื่อนสูงขึ้นกว่าการขับเคลื่อนในขณะที่ปิดระบบการชาร์จ

ความเร็วการขับเคลื่อน ผลการทดสอบความเร็วการขับเคลื่อนรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์ ดังรูปที่ 6

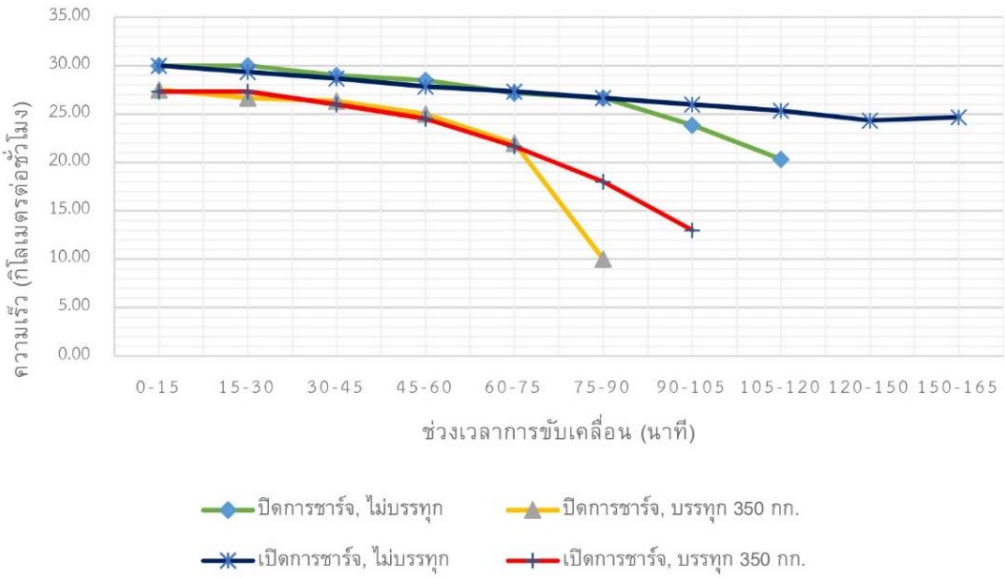


รูปที่ 5 กราฟระยะทางการขับเคลื่อนรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์



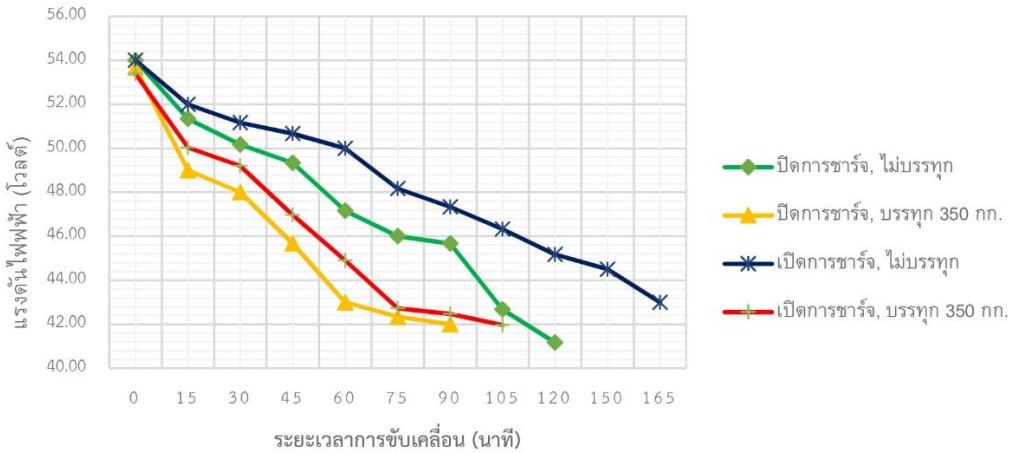
รูปที่ 6 กราฟความเร็วเฉลี่ยการขับเคลื่อนรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์

และ 7 ซึ่งแสดงความเร็วเฉลี่ยและความเร็วสูงสุดตามลำดับ โดยความเร็วเฉลี่ยขณะเริ่มต้น (แบตเตอรี่ชาร์จเต็ม) กรณีไม่มีภาระน้ำหนักบรรทุกมีความเร็วเฉลี่ยประมาณ 26 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และกรณีที่มีภาระน้ำหนักบรรทุกมีความเร็วเฉลี่ยประมาณ 23 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และจะลดลงตามระยะเวลาการใช้งาน จะเห็นได้ว่ากรณีที่ปิดระบบการชาร์จและมีน้ำหนักบรรทุก 350 กิโลกรัม ทำความเร็วได้ต่ำที่สุด และสามารถทำความเร็วได้สูงขึ้นเมื่อไม่มีภาระน้ำหนักบรรทุกและมีการเปิดระบบการชาร์จไฟจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งสอดคล้องกับระยะทางที่รถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์ฯวิ่งได้ โดยความเร็วในการขับเคลื่อนจะลดลงตามระยะเวลาการใช้งาน เนื่องจากไฟฟ้าที่เก็บสำรองไว้ในแบตเตอรี่ลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อมีการขับขี่ใช้งาน



รูปที่ 7 กราฟความเร็วสูงสุดการขับเคลื่อนรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์

ระดับแรงดันไฟฟ้าในแบตเตอรี่ เมื่อทดสอบขับเคลื่อนใช้งานรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์ไปทุก ๆ 15 นาที จะเห็นได้ว่าระดับแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลดลงอย่างต่อเนื่องดังรูปที่ 8 ทั้งนี้เมื่อเปิดระบบการชาร์จไฟจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะทำให้มีการประจุไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้าเก็บไว้ในแบตเตอรี่ตลอดเวลาที่มีแสงอาทิตย์ตกกระทบ โดยที่ขณะใช้งานรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์ก็สามารถประจุไฟลงเก็บไว้ในแบตเตอรี่ไปพร้อมกันได้ ส่งผลให้กรณีที่มีการชาร์จไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถขับเคลื่อนใช้งานได้ยาวนานกว่ากรณีที่ไม่มีระบบการชาร์จ แต่เนื่องจากความสามารถในการประจุไฟกลับลงแบตเตอรี่น้อยกว่าส่วนที่จ่ายไฟไปใช้งาน จึงทำให้ระดับแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะเห็นได้ว่ากรณีที่เปิดระบบการชาร์จและไม่มีภาระน้ำหนักบรรทุก ระดับแรงดันไฟฟ้าในแบตเตอรี่จะยังคงเหลืออยู่มากกว่ากรณีอื่น ๆ แม้ระยะเวลาการขับเคลื่อนจะยาวนานกว่า ซึ่งมีระดับแรงดันไฟฟ้าเพียงพอที่จะขับเคลื่อนใช้งานต่อได้อีกระยะหนึ่งจนกระทั่งระดับแรงดันไฟฟ้าลดลงเหลือประมาณ 42 โวลต์



รูปที่ 8 กราฟระดับแรงดันไฟฟ้าในแบตเตอรี่ของรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์

4.3 ค่าใช้จ่ายในการสร้างรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์

รถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นมีค่าใช้จ่ายสำหรับอุปกรณ์รวมประมาณ 185,050 บาท (ไม่รวมค่าแรงในการติดตั้งอุปกรณ์) ดังตารางที่ 2

อย่างไรก็ตาม แผงเซลล์แสงอาทิตย์ในปัจจุบันมีราคาถูกลงมาก โดยสามารถซื้อหาได้ในราคาประมาณ 15 บาทต่อกำลังไฟฟ้า 1 วัตต์ ในการวิจัยนี้ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีกำลังผลิตรวม 800 วัตต์ สามารถประมาณการค่าใช้จ่ายสำหรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้เท่ากับ 12,000 บาท ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้ประมาณ 9,600 บาท อีกทั้งหากสั่งทำรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าจากโรงงานโดยกำหนดขนาดมอเตอร์ที่ต้องการโดยไม่ต้องซื้อรถสามล้อไฟฟ้าเดิมมาปรับปรุง จะทำให้ค่าใช้จ่ายในส่วนของมอเตอร์ลดลงได้อีกประมาณ 30,000 บาท ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมสำหรับอุปกรณ์ในการสร้างรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์ในปัจจุบันลดลงเหลือประมาณ 145,000 บาท

ตารางที่ 2 ค่าใช้จ่ายอุปกรณ์สำหรับสร้างรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์

ลำดับที่	รายการ	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวน	ราคารวม (บาท)
1	รถบรรทุกสามล้อไฟฟ้า (ขนาด 1,500 วัตต์)	89,000	1	89,000
2	มอเตอร์ไฟฟ้า 3000 วัตต์ พร้อมชุดควบคุม	37,450	1	37,450
3	แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 200 วัตต์	5,400	4	21,600
4	เครื่องแปลงกระแสพร้อมตัวควบคุมการชาร์จ	33,000	1	33,000
5	อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ (เหล็กโครงสร้าง สายไฟ สะพานไฟ ฟิวส์ กล่องใส่อุปกรณ์)	4,000	1	4,000
			รวม	185,050

5. สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้ได้สร้างรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์ ที่สามารถใช้บรรทุกขนย้ายสิ่งของและใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น โดยมีแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้าประจุเก็บไว้ในแบตเตอรี่และจ่ายไฟไปใช้งานเพื่อขับเคลื่อนใช้งานรถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์ ซึ่งใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนขนาด 3,000 วัตต์ แรงดันไฟฟ้า 48 โวลต์ และสามารถจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ให้กับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ รวมถึงการใช้งานเพื่อสูบน้ำได้อย่างเหมาะสม

การทดสอบสมรรถนะการใช้งาน พบว่ารถบรรทุกสามล้อไฟฟ้าอเนกประสงค์พลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้เป็นที่น่าพึงพอใจ สามารถขับเคลื่อนบนทางราบและทางลาดชันได้ ทั้งกรณีไม่มีน้ำหนักบรรทุกและมีน้ำหนักบรรทุก 350 กิโลกรัม และเมื่อเปิดระบบการชาร์จจะทำให้สามารถประจุไฟฟ้าลงแบตเตอรี่ได้ไปพร้อมกับการขับเคลื่อนใช้งาน ส่งผลให้ระยะเวลาการขับเคลื่อนใช้งานยาวขึ้น โดยหากขับเคลื่อนที่ความเร็วไม่เกิน 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะเพียงพอต่อการใช้งานเพื่อการขับเคลื่อน หากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพโดยไม่มีร่มเงามาบดบัง

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ พระอาจารย์นันท์ จารุวัณโน (อาจารย์นันท์ ภักดี) ที่ให้ความรู้ คำแนะนำ ตลอดจนแรงบันดาลใจในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ ขอขอบคุณ นายกฤชนนท์ สวนจันทร์ (ผู้ช่วยวิจัย) สาขาวิชาเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนายั่งยืน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ/อุปกรณ์ และสถานที่) และที่สำคัญ คือ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

7. รายการอ้างอิง

กิติศักดิ์ หมึกแดง และอดิศักดิ์ คามพินิจ, 2557, จักรยานไฟฟ้าขับเคลื่อนด้วย Brushless DC Motor 2 ตัว (Electric Tricycle by Double Brushless DC Motor), ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ, 124 น.

ชนะ เยี่ยงกมลสิงห์, 2555, จักรยานไฟฟ้าพาหนะ

ส่วนบุคคลที่ใช้พลังงานในการขับเคลื่อนที่ถูกที่สุด, วิศวกรรมสาร 65: 80-89.

ธนิท เรืองรุ่งชัยกุล, 2559, การออกแบบและพัฒนารถซาเล้งพลังงานแสงอาทิตย์, รายงานวิจัย, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี, 53 น.

ประทีป ศิริวัฒนธานี, ม.ป.ป., โครงการจัดทำจักรยานไฟฟ้า เพื่อการประหยัดพลังงานและสุขภาพที่ดี, รายงานโครงการ, ฝ่ายปฏิบัติการภาคเหนือ, การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

มานัส สุนันท์, ระบิน ปาลี, พรหมเมศร์ ไกรวิชัย และมนเพชร เข็มเพชร, 2545, การดัดแปลงและสร้างรถมอเตอร์ไซค์ไฟฟ้า, รายงานการวิจัยและสิ่งประดิษฐ์, สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ, เชียงใหม่, 57 น.