

การออกแบบและพัฒนารถรุกรานทางทหารโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อความคุ้มค่า
ทางด้านต้นทุนการผลิต

Design and Development of a Solar-powered Electric Utility Vehicle in Military
Purposes in order to Financial Evaluation of Cost Analysis

เชษฐากร แสนโคตร, สุวิมล เสนิงค์ ณ อยุธยา*, ธีรภัทร์ พันธุ์กล้า, อโณทัย สุขแสงพนมรุ่ง

กองวิศวกรรมเครื่องกล ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า จังหวัดนครนายก 26001

*ติดต่อ: E-mail: joysuwimon1@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ออกแบบและสร้างรถรุกรานทางทหารที่เหมาะสมใช้ในการขนส่งเอกสารโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนเพื่อความคุ้มค่าทางด้านต้นทุนการผลิตและคุ้มค่าการใช้งาน รถรุกรานทางทหารนี้มีระบบการทำงานแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ (1) การเปลี่ยนรูปแบบพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์และให้ประจุไฟฟ้าลงในแบตเตอรี่ (2) ระบบไฟฟ้าจากแบตเตอรี่เพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์แล้วส่งกำลังไปให้ล้อหมุนและ (3) ระบบตัวถังและอุปกรณ์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนรถ การออกแบบการขับเคลื่อนของมอเตอร์ ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ และระบบการเคลื่อนที่โครงสร้างตัวรถใช้การคำนวณทางทฤษฎีและโครงสร้างใช้การออกแบบด้วยโปรแกรม Solidworks ผลจากการออกแบบและสร้างได้รถรุกรานทางทหารเป็นรถสี่ล้อขับเคลื่อนด้วย 2 ล้อหลัง น้ำหนักรถและน้ำหนักบรรทุกรวม 499.68 กิโลกรัม สามารถแล่นได้ด้วยความเร็วสูงสุด 23.1 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และขับเคลื่อนทำงานได้ต่อเนื่องเกิน 1 ชั่วโมง จากนั้นจึงทำการคำนวณความคุ้มค่าทางด้านต้นทุนการผลิตพบว่ารถรุกรานทางทหารโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นมีความคุ้มค่าใช้งานเริ่มที่ 4 ปีและมีความเหมาะสมใช้งานที่ 8 -9 ปี และจากการทดสอบใช้งานพบว่ารถรุกรานทางทหารโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์มีการใช้งานง่าย ประหยัดพลังงานและยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสามารถผลิตหรือประกอบขึ้นได้เองในประเทศ อันเป็นการลดการสั่งซื้อและนำเข้าพลังงานต่อไปในอนาคต

คำหลัก: พลังงานแสงอาทิตย์ รถรุกรานทางทหาร ความคุ้มค่าทางด้านต้นทุนการผลิต

Abstract

This research aim to study, design and built of an optimization solar-powered electric utility vehicle in military purposes in order to financial evaluation of cost analysis. This solar-powered electric utility vehicle is composed of 3 systems: (1) it directly converts solar energy into electrical energy by using solar panels to charge the batteries (2) using electrical energy from batteries for transmission to the wheels of the vehicle and (3) vehicle body and operating system to move vehicle. However, the motor system, collecting solar energy by solar cells to produce electric energy and vehicle body are designed and calculated by Solidworks software. As the results on this vehicle, it has 4 wheels which only 2 back wheels are driven. Its total weight is 499.68 kilograms. The vehicle is driven by 23.1

kilometers per hour and electric charges from batteries can be used for driving motion over 1 hour. Furthermore, the powered electric utility vehicle in military purposes is financial evaluation of cost analysis for 4 years and payback period is lowest at 8 – 9 years. Finally, the solar-powered electric utility vehicle in military purposes does not use fuel energy to move and none of exhaust gases is produced to dissipate in the environment. In the future, the solar-powered electric utility vehicles are compensated the order from foreign so the initial investment is reduced and the reduced crude oil costs.

Keywords: Solar Energy, Vehicle in Military Purposes, Financial Evaluation of Cost Analysis.

1. บทนำ

น้ำมันดิบ (Crude oil) หรือน้ำมันปิโตรเลียมเป็นทรัพยากรที่เกิดขึ้นเองทางธรรมชาติ เกิดจากซากพืชซากสัตว์ทับถมกันด้วยความกดดันสูงภายใต้พื้นพิภพเป็นเวลาล้านๆ ปี การได้มาของปิโตรเลียมได้จากการศึกษาโครงสร้างธรณีวิทยา และลักษณะหิน กักเก็บปิโตรเลียม หลังขุดเจาะขึ้นมาแล้วปิโตรเลียมจะถูกกลั่นและแยกเป็นผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีหลายชนิด สามารถนำไปใช้ประโยชน์มากมาย ซึ่งปิโตรเลียมส่วนใหญ่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์และรถยนต์ จากเว็บไซต์ข่าวยูเอสเอทูเดย์รายงานว่าบีพี (BP) บริษัทผลิตและสำรวจปิโตรเลียมรายใหญ่ของโลกเปิดเผยข้อมูลถึงจำนวนน้ำมันที่ยังคงเหลืออยู่บนโลก แต่ด้วยการใช้งานในระดับนี้ก็มีโอกาสที่น้ำมันจะหมดโลกภายใน 53.3 ปี [1] แต่ นักวิชาการบางส่วนคาดการณ์ว่าน้ำมันจะไม่หมดโลก แต่จะหายากขึ้นและไม่สามารถขยายการผลิตจนนำไปสู่การไม่คุ้มค่าในการใช้งาน ดังนั้นพลังงานทางเลือกจึงเป็นเรื่องน่าสนใจของนักวิชาการในปัจจุบันเพื่อทดแทนการใช้พลังงานจากน้ำมัน

พลังงานทางเลือก (Alternative energy) หมายถึงพลังงานที่สามารถทดแทนพลังงานเดิมที่ใช้เชื้อเพลิงจากซากพืชซากสัตว์โดยไม่มีผลกระทบอื่นเกิดขึ้น [2] ในช่วงนี้มีพลังงานทดแทนหรือพลังงานทางเลือกประเภทหนึ่งที่กำลังได้รับความนิยมขึ้นอย่างมาก นั่นคือ พลังงานหมุนเวียน (Renewal energy) คือ พลังงานที่มีให้ใช้ได้

ตลอดเวลาไม่หมดหรือสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้หรือสามารถที่จะสร้างขึ้นมาใช้ใหม่ในเวลาที่ไม่นาน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานไฮโดรเจน และพลังงานชีวมวล เป็นต้น ซึ่งพลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานทางเลือกที่ใหญ่ที่สุดและเป็นพลังงานที่สะอาด แต่การเก็บพลังงานจากแสงอาทิตย์มาใช้งานต้องอาศัยแผงเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่เก็บพลังงานก่อนนำไปใช้ต่อไป

หน่วยงานทหารเป็นหน่วยงานราชการหนึ่งที่ใช้พลังงานจากน้ำมันปิโตรเลียมเป็นจำนวนมากกับยานยนต์ทางทหาร ในการปฏิบัติการซ้อมและการปฏิบัติงานจริงในทางยุทธวิธีจำเป็นต้องมีการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วและคล่องตัว ไม่สามารถหลีกเลี่ยงการใช้พลังงานทางเลือกอื่นได้นอกจากพลังงานจากน้ำมันปิโตรเลียมเท่านั้น ดังนั้นการจะลดใช้พลังงานดังกล่าวนำไปสู่การทดแทนด้วยพลังงานทางเลือกควรเริ่มจากยานยนต์ทางทหารที่ไม่เกี่ยวข้องกับทางยุทธวิธี ในทศวรรษที่ผ่านมา มีนักวิจัยจำนวนมากศึกษา ออกแบบและสร้างรถไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้ในงานด้านต่างๆ [3-5] ชิติ สรรค์ วิชีโต และคณะ (2549) [3] ออกแบบสร้างรถไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสองที่นั่งเพื่องานส่งเอกสารภายในคณะวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ผลการทดสอบพบว่าความเร็วสูงสุดของรถเท่ากับ 20 km/h สามารถรับน้ำหนักบรรทุก 100 kg ศิริชัย แดงแอม (2554) [5] ออกแบบและสร้างรถไฟฟ้า

พลังงานแสงอาทิตย์ขนาดหนึ่งที่นั่งโดยใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่ที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไปยกระดับแรงดันไฟฟ้าให้สูงเพียงพอกับแรงดันไฟฟ้าในบัสของอินเวอร์เตอร์แบบควบคุมด้วยเวกเตอร์ที่ต้องการ เพื่อจ่ายให้มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำสามเฟสขนาด 5.5 kV นำไปใช้ขับเคลื่อนรถไฟฟ้าและเมื่อพลังงานใกล้จะหมดก็สามารถบรรจุแรงดันไฟฟ้าให้แก่แบตเตอรี่ได้ด้วยการชาร์จประจุไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จากการทดสอบพบว่าสามารถทำความเร็วสูงสุด 25 km/h

ปัจจุบันหน่วยงานทหารใช้รถจักรยานยนต์เป็นรถจักรยานทางทหารในการนำเอกสารหรือเรียกว่าเอกสารเวียนทราบจากหน่วยงานหนึ่งไปยังหน่วยงานหนึ่งภายในหน่วยชั้นตรงเดียวกัน รวมทั้งยังมีการขนย้ายสิ่งของอื่นๆ ที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งทำให้เกิดการใช้พลังงานจากน้ำมันเป็นจำนวนมาก ทำให้การใช้รถจักรยานยนต์แบบเดิมมาเป็นรถจักรยานทางทหารเกิดความไม่สะดวก คณะผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะใช้รถจักรยานทางทหารโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ทดแทนรถจักรยานยนต์แบบเดิม แต่การเก็บพลังงานทางเลือกชนิดพลังงานแสงอาทิตย์ต้องใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ รวมทั้งยังต้องศึกษาระบบการทำงานของรถดังกล่าวเพื่อให้เกิดการใช้งานที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้นงานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่การออกแบบและสร้างรถจักรยานทางทหารโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ รวมทั้งศึกษาควบคุมเกี่ยวกับความคุ้มค่าทางด้านต้นทุนการผลิตเพื่อสามารถใช้ในทางทหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันเป็นการลดการสั่งซื้อและนำเข้าพลังงานน้ำมันต่อไป

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ระบบการทำงานของรถไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วย 3 ระบบ คือ ระบบพลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อนของมอเตอร์ ระบบเซลล์แสงอาทิตย์และระบบการเคลื่อนที่โครงสร้างตัวรถ

2.1 ระบบพลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อนของมอเตอร์

มอเตอร์เป็นเครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่เปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ระบบการขับเคลื่อนรถจักรยานทางทหารโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในงานวิจัยนี้ใช้ HUB Motor, Brushless DC Motor (มอเตอร์ที่ศูนย์กลางล้อ) ซึ่งฮับมอเตอร์นี้ใช้เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไม่แปลงถ่าน ค่ามวลแรงต้านรวม (F) จากสมการที่ 1 กำลังมอเตอร์ (P_m) จากสมการที่ 2 และแรงบิดมอเตอร์ (T_m) จากสมการที่ 3

$$F = W + R_r + R_a + R_g \quad (1)$$

$$P_m = fFV \quad (2)$$

$$T_m = fFR = \frac{P_m}{2\pi RN} \quad (3)$$

โดย W คือ น้ำหนักรถ (N) R_r คือ แรงต้านจากการหมุน (N) R_a คือ แรงต้านจากอากาศ (N) R_g คือ แรงต้านความชัน (N) f คือ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานล้อกับคอนกรีต V คือ ความเร็วมอเตอร์ (m/s) R คือ รัศมีล้อ และ N คือ อัตราทดเฟืองในการหมุน (rps)

2.2 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaic cell) เป็นสารกึ่งตัวนำเมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบต่อเซลล์แสงอาทิตย์ทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระระหว่างศักย์ที่ผิวทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อมีการเชื่อมต่อระหว่างผิวทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์จะเกิดการไหลของอิเล็กตรอนเพื่อให้เกิดสมดุลระหว่างผิวทั้งสองด้านของเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งการไหลของอิเล็กตรอนทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้า โดยเซลล์แสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงหรือโฟตอนเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง สูตรคำนวณกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ (P_{cell}) ที่ควรติดตั้งที่ต่อวันมีแสงอาทิตย์ 4 ชั่วโมงแสดงดังสมการที่ 4 สูตรกำลังไฟฟ้า (P) แสดงดังสมการที่ 5 และความจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่แสดงดังสมการที่ 6

$$P_{cell} = \frac{P_{load}}{4} \quad (4)$$

$$P = IV \quad (5)$$

$$\frac{CV\eta_{bat}}{P_{load}} = t \quad (6)$$

โดย P_{load} คือ ความต้องการพลังงานไฟฟ้า (W) I คือ กระแสไฟฟ้า (A) V คือ แรงดันไฟฟ้า (V) C คือ ความจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่ (Ah) η_{bat} คือ ประสิทธิภาพแบตเตอรี่และ t คือ เวลา (s)

2.3 ระบบการเคลื่อนที่โครงสร้างตัวรถ ประกอบด้วยระบบย่อยจำนวน 5 ระบบ คือ โครงสร้างตัวถัง (Body) ระบบส่งกำลัง (Transmission system) ระบบบังคับเลี้ยว (Steering linkage) ระบบเบรก (Braking system) และระบบกันสะเทือน (Suspension system)

2.4 ระยะเวลาคืนทุน (Payback period) คือ ระยะเวลาที่ผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงานมีค่าเท่ากับค่าเงินลงทุนของระบบ ระยะเวลาคืนทุนพิจารณาถึงจำนวนปีที่ได้รับผลตอบแทนคุ้มกับเงินลงทุนได้จากสมการที่ 7

$$n = \frac{TS}{Y_i} \quad (7)$$

โดยที่ n คือ ระยะเวลาคืนทุน (ปี) TS คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (บาท) Y_i คือ ผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยต่อปี (บาท/ปี) ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการลงทุนหาได้จากสมการที่ 8

$$TS = T_{II} + T_{MC} + T_{EC} \quad (8)$$

เมื่อ T_{II} คือ เงินลงทุนเริ่มต้น (บาท) T_{MC} คือ ค่าบำรุงรักษาทั้งหมด (บาท) และ T_{EC} คือ ค่าไฟฟ้าหรือค่าน้ำมัน (บาท)

3. การออกแบบรถจักรยานทางทหารโดยใช้

พลังงานแสงอาทิตย์

การศึกษาระบบการทำงานรถจักรยานทางทหารโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เริ่มต้นด้วยการชาร์จพลังงานเข้าสู่แบตเตอรี่เพื่อให้แบตเตอรี่มีประจุไฟฟ้าเต็มด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แบตเตอรี่จะส่งพลังงานไฟฟ้าไปยังระบบมอเตอร์ขับเคลื่อนล้อหลังของรถไฟฟ้า และระบบอื่นๆ ที่ใช้ไฟฟ้า ระบบมอเตอร์รับกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จะ

ผ่านไปยังเครื่องควบคุมมอเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานและแปลงพลังงานไฟฟ้าให้สามารถใช้งานกับมอเตอร์ได้ เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลเคลื่อนเข้าสู่มอเตอร์ มอเตอร์จะแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลแล้วทำการขับเคลื่อนล้อหลัง ระบบอื่นๆ ของรถที่ใช้ไฟฟ้าจะทำหน้าที่ให้พลังงานไฟฟ้าตามส่วนประกอบอื่นๆ เช่น ระบบไฟหน้า ระบบไฟท้าย เป็นต้น เมื่อต้องการเร่งความเร็วมอเตอร์จะมีเครื่องส่งสัญญาณในการเพิ่มหรือลดความเร็วของรถไฟฟ้า รถไฟฟ้าจะมีระบบดิสเบรกในการควบคุมการหยุดรถไฟฟ้า

ตารางที่ 1 น้ำหนักระบบโครงสร้างรถและราคา

วัสดุ	จำนวน	น้ำหนัก (kg)	ราคา (บาท)
เหล็กฉาก	1 แผ่น	31.00	4,000
เหล็กแป๊บโปร่ง	1 แผ่น	35.00	4,000
เหล็กแผ่น	1 แผ่น	6.00	15,000
เหล็กแป๊บแบน	1 แผ่น	7.00	5,000
ชุดพวงมาลัย	1 ชุด	35.00	3,000
ชุดควบคุมคันชักคันส่ง	1 ชุด	10.00	3,000
โซ่ครีบแรงกระแทก	4 ตัว	18.00	3,000
เพลาล้อรถ	2 ชุด	35.00	4,000
ชุดล้อรถ	4 ล้อ	24.00	5,000
เรซิน	-	80.00	2,000

ลักษณะเฉพาะของรถจักรยานทางทหารโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ในการออกแบบได้จากผลสำรวจความต้องการของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับงานเอกสารทางธุรการของโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้าพบว่ามีความต้องการรถขนาดกว้าง 1.20 m ยาว 2.50 m สูง 1.60 m พื้นที่เก็บเอกสารกว้าง 0.30 m ยาว 0.40 m สูง 0.30 m ความเร็วรถ 20 - 30 km/h น้ำหนักคนนั่งสูงสุด 100 kg น้ำหนักเอกสาร 10 kg มีพื้นที่เก็บเอกสารเท่าลังกระดาษ A₄ หรือใหญ่กว่าเล็กน้อย สามารถบรรจุเอกสารได้ในลักษณะเป็นริมๆ จำนวนชั่วโมงในการใช้งานต่อวัน

ประมาณ 1 – 2 ชั่วโมง รถมี 4 ล้อ ขับเคลื่อน 2 ล้อหลัง บังคับเลี้ยว 2 ล้อหน้า น้ำหนักและส่วนประกอบต่างๆ ของรถรถการทางทหารโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วยน้ำหนักระบบโครงสร้างรถและราคาแสดงดังตารางที่ 1 ระบบมอเตอร์และราคาแสดงดังตารางที่ 2 และระบบเซลล์แสงอาทิตย์และราคาแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ระบบมอเตอร์และราคา

วัสดุ	จำนวน	น้ำหนัก (kg)	ราคา (บาท)
ฮับมอเตอร์ขนาด 500 W 36 v	2 ลูก	12.00	10,000
เครื่องควบคุมมอเตอร์	2 เครื่อง	5.00	2,000

ตารางที่ 3 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์และราคา

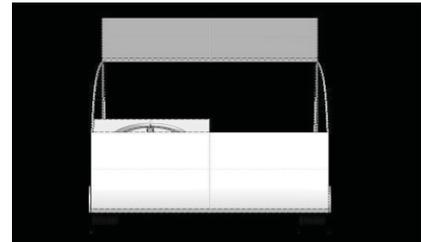
วัสดุ	จำนวน	น้ำหนัก (kg)	ราคา (บาท)
แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 250 W	1 แผง	19.00	15,000
วัตต์มิเตอร์	1 เครื่อง	0.10	2,000
เครื่องควบคุมประจุไฟฟ้า 30 A 12/24 v	1 เครื่อง	0.30	2,000
แบตเตอรี่ ความจุไฟฟ้า 60 A 12 v	4 ลูก	72.28	16,000

จากข้อมูลข้างต้นน้ำหนักส่วนประกอบรวม 389.68 kg และราคารวมเท่ากับ 95,000 บาท นอกจากนี้ยังมีน้ำหนักคนและเอกสารสูงสุดเท่ากับ 110 kg ทำให้ได้ น้ำหนักรวมของรถรถการทางทหารโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์พร้อมใช้งาน (W) เท่ากับ 4,901.86 N (499.68 kg) จากสมการที่ 1 $R_r = 127.59$ N, $R_d = 120$ N และ $R_g = 0$ N ทำให้ทราบการคำนวณหาแรงต้านรวม (F) = 5,149.45 N จากสมการที่ 2 $f = 0.023$, $V = 30$ km/h หรือ 8.33 m/s ทำให้ทราบกำลังมอเตอร์ (P_m) = 986.58 W หรือควรเลือกใช้มอเตอร์ (P_{load}) ขนาด

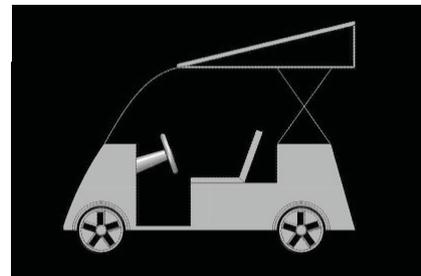
1,000 W จากสมการที่ 3 $R = 0.2$ m ทำให้ได้ $T_m = 23.68$ N-m และ $N = 33.15$ rps หรือ 2,016.32 rpm จากสมการที่ 4 ให้ $P_{load} = P_m$ ทำให้ได้ขนาดกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ (P_{cell}) เท่ากับ 250 W จากสมการที่ 5 ให้ $V = 12$ V ทำให้ได้กระแสไฟฟ้า (I) เท่ากับ 20.833 A และจากสมการที่ 6 เมื่อ $t = 1$ s ทำให้ได้ความจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่ (C) ที่มีประสิทธิภาพ 100% เท่ากับ 83.33 Ah

การออกแบบโครงสร้างรถใช้การเขียนแบบ 3 มิติ ด้วยโปรแกรม Solidworks เพื่อให้เห็นรูปร่างโครงรถอย่างชัดเจนก่อนการสร้างจริงแสดงแผนภาพโครงสร้างรถรถการทางทหารโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ดังรูปที่ 1

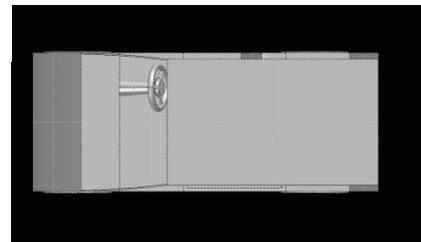
(ก)



(ข)



(ค)



รูปที่ 1 แผนภาพโครงสร้างรถรถการทางทหารโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (ก) Front view (ข) Side view (ค) Top view

4. การสร้างและการประกอบตัวถังรถรถการทางทหารโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์

ดำเนินการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องและทำการตัดเหล็กชนิดต่างๆ ตามขนาดที่กำหนด วาดแบบโครงรถและนำเหล็กที่ตัดไว้มาวางตามแบบ จากการออกแบบทำให้ได้รถจักรยานทางทหารเป็นรถสี่ล้อขับเคลื่อนด้วย 2 ล้อ มีที่นั่ง 1 ที่สำหรับคนขับ ขนาดของรถกว้าง 1.10 m ยาว 2.10 m และสูง 1.60 m และพื้นที่สำหรับการขนส่งเอกสารกว้าง 0.50 m ยาว 0.50 m สูง 1.10 m ดำเนินการเชื่อมชิ้นส่วนเหล็กที่ตัดไว้ตามแบบเพื่อขึ้นโครงรถดังรูปที่ 2 และติดตั้งแผ่นเหล็กลายตีนไก่บนโครงรถ การประกอบชุดบังคับเลี้ยวและติดตั้งระบบกันสะเทือนด้านหน้าและหลังเข้ากับระบบบังคับเลี้ยวแสดงดังรูปที่ 3 การติดตั้งฮับมอเตอร์เข้ากับล้อหลังและระบบกันสะเทือนเข้ากับเพลาทิ้งด้านหน้าและด้านหลังแสดงดังรูปที่ 4 และการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้ากับโครงรถดังรูปที่ 5 หลังจากนั้นจึงใช้เรซินประกอบด้านนอกโครงรถให้สวยงาม



รูปที่ 2 การเชื่อมชิ้นส่วนเหล็กที่ตัดไว้ตามแบบ



รูปที่ 3 การประกอบชุดบังคับเลี้ยวและติดตั้งระบบกันสะเทือน

จากการทดสอบสมรรถนะของรถจักรยานทางทหารโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์บนถนนพื้นราบบริเวณหลังกอง

วิชาวิศวกรรมเครื่องกล ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้าทำการทดสอบ 5 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ยพบว่าความเร็วเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 23.1 km/h และระยะเวลานานที่สุดในการขับเคลื่อนอย่างต่อเนื่องเมื่อแบตเตอรี่มีประจุไฟฟ้าเต็มเท่ากับ 1.37 ชั่วโมง



รูปที่ 4 การติดตั้งฮับมอเตอร์เข้ากับล้อ



รูปที่ 5 การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้ากับโครงรถ

5. ผลการศึกษาความคุ้มค่าทางด้านต้นทุนการผลิตและการใช้งานของรถจักรยานทางทหารโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์

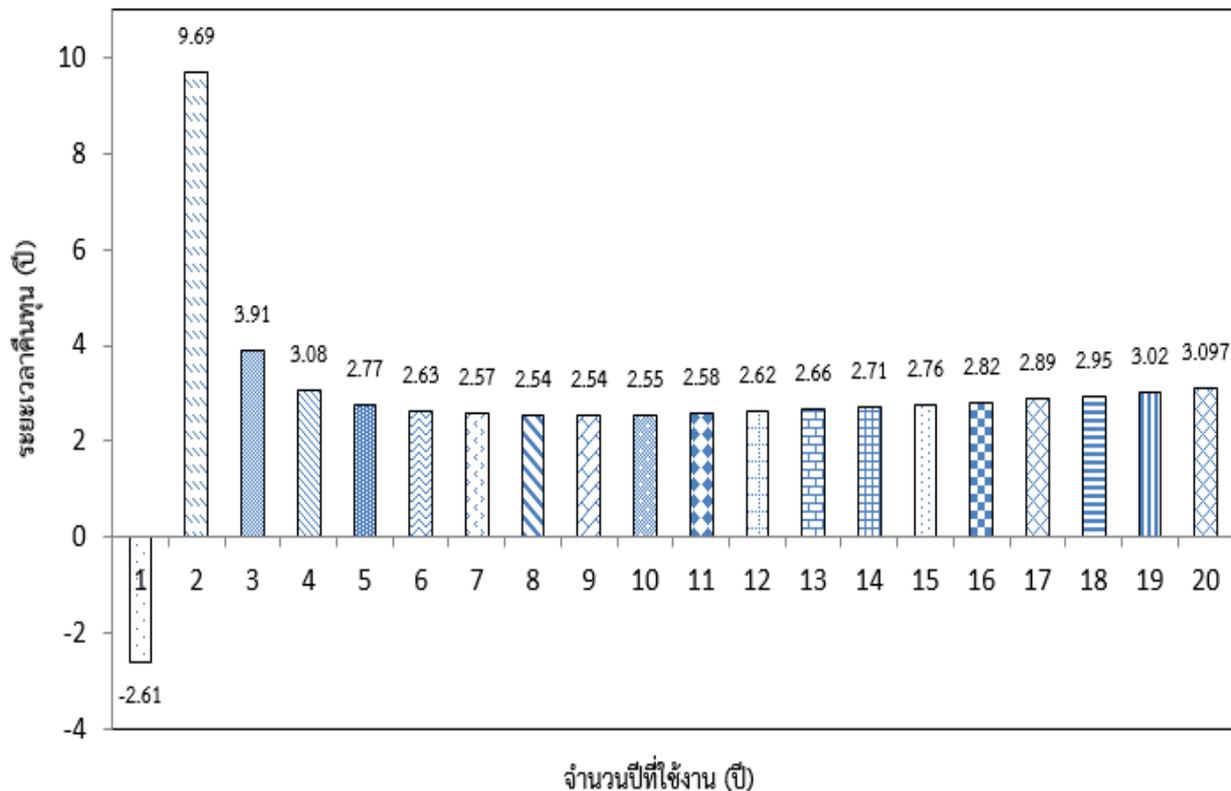
จากข้อมูลข้างต้นทำให้ทราบว่ารถจักรยานทางทหารโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์มีค่าลงทุนเริ่มต้น 95,000 บาท ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ 1 แผง แบตเตอรี่ 1 ลูก ใช้เวลาชาร์จ 1 ชั่วโมง ค่าไฟฟ้า 45 หน่วยต่อเดือน ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 2.18 บาท [6] โดยคาดการณ์ว่ารถยนต์จักรยานนี้จะใช้ไปอีก 20 ปี ซึ่งโดยปกติแล้วแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพลดลงตามจำนวนปีที่ใช้งาน ซึ่งในปีที่ 10

ประสิทธิภาพจะเหลือ 90% และปีที่ 20 ประสิทธิภาพจะเหลือ 80% [7] จากรูปที่ 6 แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้งานรถจักรยานทางทหารโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ปีแรกมีค่าลงทุนเริ่มต้นทำให้ยังไม่คุ้มค่าในการใช้งาน เมื่อใช้งานปีที่ 2 และ 3 มีระยะเวลาคืนทุนสูงกว่าจำนวนปีที่ใช้งานแสดงว่ายังไม่เกิดความคุ้มค่าในการใช้งาน แต่เมื่อใช้งานเข้าสู่ปีที่ 4 มีระยะเวลาคืนทุนค่าน้อยกว่าจำนวนปีที่ใช้งานแสดงว่าเริ่มเกิดความคุ้มค่าในการใช้งาน และระยะเวลาคืนทุนลดลงเรื่อยๆ เมื่อการใช้งานที่ 4 – 9 ปี แต่เมื่อการใช้งานเข้าสู่ปีที่ 10 ระยะเวลาคืนทุนสูงขึ้นเรื่อยๆ แสดงว่ารถจักรยานทางทหารโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์มีความคุ้มค่าเหมาะสมจะใช้งานที่ 8 -9 ปี การใช้งานที่นานกว่านี้แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะมีประสิทธิภาพในการใช้งานลดลงอันจะเกิดความไม่คุ้มค่าในการใช้งาน

6. สรุปผลงานวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษา ออกแบบ และสร้างรถจักรยานทางทหารโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์นำมาใช้ขนส่งเอกสารของกองวิศวกรรมเครื่องกล ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า รวมทั้งศึกษาความคุ้มค่าในการใช้งาน สรุปผลการศึกษาดังนี้

6.1 รถจักรยานทางทหารโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นเป็นรถสี่ล้อขับเคลื่อนด้วย 2 ล้อหลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1,000 วัตต์ แบตเตอรี่ 120 แอมแปร์ และใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 0.99 เมตร × 1.64 เมตร 250 วัตต์ติดตั้งบนหลังคา ให้ประจุไฟฟ้า 20 แอมแปร์ คนขับรถ 1 คน ขนาดของรถกว้าง 1.10 เมตร ยาว 2.10 เมตร และสูง 1.60 เมตร น้ำหนักบรรทุกของรถรวมทั้งสิ้น 499.68 กิโลกรัม สามารถแล่นได้ด้วยความเร็วสูงสุด 23.1 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และขับเคลื่อนทำงานได้ต่อเนื่องเกิน 1 ชั่วโมง



รูปที่ 6 ระยะเวลาคืนทุนของรถจักรยานทางทหารโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์

6.2 รถตุรกรทางทหารโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์มีค้ค่าการใช้งานเริ่มที่ 4 ปีและความเหมาะสมที่จะใช้งาน 8-9 ปีซึ่งเป็นระยะเวลาค้ทุนที่น้อยที่สุด

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ในการทดสอบใช้สมมติฐานว่าพื้นถนนเป็นพื้นราบ หากนำมาทดสอบกับพื้นลาดเอียงจะทำให้เพิ่มพื้นที่ใช้ของรถตุรกรมากยิ่งขึ้น

7.2 การคำนวณความค้ค่าทางด้านต้นทุนการผลิตและการใช้งานใช้จากสมมติฐานว่าค่าบำรุงรักษาเท่าเดิมทุกปี ซึ่งในความเป็นจริงแล้วรถตุรกรที่ใช้งานมานานจะมีค่าบำรุงรักษาที่สูงขึ้น

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณกองทุนพัฒนาโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า (กทพ.ร.จปร.) และกรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกลาโหม (วท.กท.) ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำงานวิจัย

9. เอกสารอ้างอิง

[1] USA Today (2014). *The world has 53.3 years of oil left*, URL: <http://www.usatoday.com>, access on 28/06/2014.

[2] สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (2542). พลังงานและทางเลือกการใช้เชื้อเพลิงของประเทศไทย, กรุงเทพฯ

[3] ชิติสรรค์ วิชีโต, ธวัชชัย จารุงศ์วิทยา และ ทนงค์ดี มากทอง. (2549). *รายงานการวิจัยเรื่องรถยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็กพลังงานแสงอาทิตย์*, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, นครราชสีมา.

[4] Yogesh, S.W. and Abhay, S. (2010). Solar - powered Vehicle, *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2010*, San Francisco, USA.

[5] ศิริชัย แดงเหม. (2554). *รายงานการวิจัยเรื่องรถไฟพลังงานแสงอาทิตย์*, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

[6] ฝ่ายจัดการธุรกิจและพลังงานไฟฟ้า การไฟฟ้านครหลวง. (2559). *อัตราค่าไฟฟ้า การไฟฟ้านครหลวง*, URL: <http://www.mea.or.th>, access on 22/01/2015.

[7] การออกแบบและการคำนวณ โซลาร์เซลล์ (2557). *วิธีการเลือกซื้อแผงโซลาร์เซลล์ (Solar cell) และอุปกรณ์*, URL: <http://solarcellthailand96.com>, access on 22/10/2014.