การพัฒนาจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติเพื่อชุมชนบ้านท่าศาลา อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี

Development of Semi - Automatic Electric Bike for Ban Thasala Community Thamai Chanthaburi

กฤษณะ จันทสิทธิ์ สนั่น เถาชารี คมสัน มุ่ยสี
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ เพื่อสร้างทางเลือกใหม่ในการเดินทางให้กับกลุ่มชุมชน บ้านท่าศาลา อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี

ผู้วิจัยเลือกใช้จักรยานทรงวินเทจที่มีขนาดวงล้อ 24 นิ้ว ซึ่งจักรยานที่ใช้พัฒนามีระบบเกียร์ทดรอบแบบ 6 speed เพื่อใช้ช่วยผ่อนแรงขณะปั่นและมีระบบเบรกเพื่อความปลอดภัย ในส่วนของชุดส่งกำลังทางกลใช้มอเตอร์แบบไม่มีแปรงถ่าน ขนาด 36 V ส่วนในระบบไฟฟ้าใช้แบตเตอรี่จำนวน 3 ก้อนขนาด 12 V 7 A ต่ออนุกรมเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงาน โดยการทดสอบจะแบ่งออกเป็น 3 ช่วงระดับความเร็วของการใช้งานคือ 15-20 km/h, 20-25 km/h และ 25-30 km/h ทดสอบก่อนติดตั้งชุดชาร์จกลับขณะปั่นสามารถทำระยะทางได้ 25 กิโลเมตร, 17.24 กิโลเมตร และ 12.61 กิโลเมตรตามลำดับ ต่อการชาร์จประจุ 1 ครั้ง มีอัตราการใช้กระแสไฟฟ้า 3-4 A, 5-6 A และ 8-10 A ตามลำดับ โดยใช้เวลาในการเดินทาง 1.25 ชั่วโมง, 54.27 นาที และ 37.16 นาทีตามลำดับ ทำการทดสอบเมื่อติดตั้งชุดชาร์จกลับขณะปั่นทดสอบ 3 ช่วงระดับความเร็วเหมือนกัน วัดค่าแรงดันไฟฟ้าใช้งานขณะปั่นได้ 38-39 V ในทุกระดับความเร็ว วัดค่ากระแสไฟฟ้าชาร์จกลับขณะปั่นได้ 3.5 A, 4.0 A และ 4.5 A ตามลำดับ ค่าความเร็วที่เหมาะสมในการชาร์จกลับขณะปั่นและไม่ทำให้เหนื่อยง่ายจะอยู่ที่ประมาณ 15-20 km/h ซึ่งให้กระแสไฟฟ้าชาร์จกลับที่เพียงพอ จักรยานมีน้ำหนักรวม 31.5 กิโลกรัม รับน้ำหนักผู้ขับขี่สูงสุด 80 กิโลกรัม สามารถไต่ระดับความลาดชันได้สูงสุด 35 องศา ใช้เวลาชาร์จประจุจากแรงดันไฟฟ้า 220 V 50 Hz 3-4 ชั่วโมงและเสียค่าไฟฟ้าจากการชาร์จประจุ 2 บาท/การชาร์จ 1 ครั้ง ในส่วนของเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมใช้เงินลงทุนในการพัฒนาทั้งสิ้น 18,670 บาท และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับรถจักรยานยนต์สามารถประหยัดต้นทุนในการเดินทางได้ 16,200 บาท/ปี (ระยะทาง 50 กิโลเมตร) โดยมีระยะเวลาคืนทุน 1.15 ปี จักรยานไฟฟ้ามีอายุการใช้งาน 7 ปี และมีค่าเสื่อมราคาในแต่ละปี 2,524 บาท/ปี

คำสำคัญ : จักรยานไฟฟ้า, กรีนโลจิสติกส์, กึ่งอัตโนมัติ

Abstract

This research aimed to develop the semi automatic electrical bicycle for the new way travelling of Baan Tha Sara community in Tamai, Chanthaburi province

The vintage bicycle, in this research, is 24 inches in diameter. The bicycle used for development have a reduction gear system 6 speed levels for helping labor saving while riding and braking system for safety. For the mechanical transmission, the brushless motor with 36 voltages battery was employed. Three sequence batteries size 12 V 7 A were used in the electricity system for the energy source. The practical test of the utilization was divided into 3 speed levels consist of 15-20 km/h, 20-25 km/h and 25-30 km/h before connecting to the charging system while riding. By using those speed levels, the bicycle could make long distances as 25, 17.24 and 12.61 km, respectively per one time charging. The utilization rates of electricity were 3-4 A, 5-6 A and 8-10 A, respectively. Time to ride the bicycle using those speed levels were 1.25 h, 54.27 and 37.16 min. The practical test of the utilization after connecting to the charging system while riding was also divided into 3 speed levels same as the previous test. The electricity voltage while riding was 38-39 V in every speed level. The electric current while riding were 3.5 A, 4.0 A and 4.5 A, respectively. The suitable speed of bicycle while riding and to be comfortable for user was 15-20 km/h. Total weight of the bicycle was 31.5 kg for highest weight of user, 80 kg. The highest slope way that the bicycle could ride to was 35° by using electricity voltage 220 V 50 Hz and charging time around 3-4 h. Charging cost around 2 baht per one time charging. For the engineering economy, developing investment was around 18,670 baht. By using this bicycle, the travelling cost will be safe for 16,200 baht per year (50 kilometers) when comparing with a motorcycle. A payback period is 1.15 year, The life of the bicycle is 7 years and the depreciation is around 2,524 baht per year.

Keywords : Electric Bike, Green Logistic, Semi - Automatic

บทนำ

ปัจจุบันปัญหาพลังงานและสิ่งแวดล้อม ถือเป็นปัญหาหลักของประเทศชาติและของโลกเนื่องจากพลังงานและสิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์หากพลังงานหมดไปจากโลกและสิ่งแวดล้อมถูกทำลายก็จะส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เช่น การไม่มีพลังงานให้ใช้สำหรับขับเคลื่อนยานพาหนะ การใช้พลังงานสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าและกิจกรรมอื่นๆ ตลอดจนการเกิดปัญหาภาวะโลกร้อนที่ทำให้สภาพอากาศเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและมีความรุนแรง เช่น หากพื้นที่ใดมีความแห้งแล้งก็จะแห้งแล้งอย่างรุนแรงทำให้ขาดน้ำสะอาดที่จะใช้บริโภคและปริมาณน้ำในการทำเกษตรกรรมไม่เพียงพอ ในขณะเดียวกันเมื่อถึงช่วงฤดูฝนปริมาณของน้ำฝนก็จะมากเกินความต้องการเช่นกัน ส่งผลทำให้เกิดอุทกภัยอย่างหนัก ผลผลิตทางการเกษตรเสียหาย พืชผลที่ผลิตได้จะมีจำนวนน้อยลง ส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ

การช่วยกันหาแนวทางในการลดใช้พลังงานและสร้างจิตสำนึกที่ดีในการรักษาสิ่งแวดล้อมเป็นแนวทางหนึ่งที่สำคัญซึ่งจะสามารถช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ โดยแนวทางที่จะสามารถกระทำได้และเกี่ยวเนื่องกับการลดใช้พลังงานและสิ่งแวดล้อมที่มองเห็นได้อย่างชัดเจน นั่นก็คือการลดใช้พลังงานในกิจกรรมการขนส่งหรือการเดินทาง เพราะเนื่องจากกิจกรรมการขนส่งนั้นเป็นกิจกรรมที่เผาผลาญพลังงานและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด โดยจากข้อมูลของกรมการขนส่งทางบกระบุว่าในช่วงปลายปี พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2555 มียานพาหนะที่จดทะเบียนแล้วทั่วประเทศ จำนวนกว่า 28 ล้านคัน ซึ่งเป็นรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ จำนวนกว่า 27 ล้านคัน และอีกประมาณ 1 ล้านคันนั้นจะเป็นรถตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก (กรมการขนส่งทางบก. ออนไลน์. 2556)

จากข้อมูลดังกล่าวซึ่งเป็นข้อมูลเฉพาะการขนส่งทางบกเท่านั้นยังไม่รวมการขนส่งทางน้ำและทางอากาศ ซึ่งอาจประมาณการได้ว่าการใช้พลังงานในแต่ละวันได้เผาผลาญพลังงานไปเป็นจำนวนมากและได้ปล่อยก๊าซที่ก่อให้เกิดมลพิษเป็นจำนวนมากเช่นเดียวกัน จากการสืบค้นข้อมูลเอกสารของค่ายรถยนต์ทั่วไปซึ่งมีการแสดงรายละเอียดจำนวนการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลเมตรที่รถยนต์วิ่งไป พบว่ารถยนต์ขนาดเล็กที่ประหยัดน้ำมันยังปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่ชั้นบรรยากาศถึง 120 กรัมต่อกิโลเมตร หากเป็นรถยนต์ขนาดใหญ่หรือรถบรรทุกและรถประจำทางก็จะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่ชั้นบรรยากาศมากกว่ารถยนต์ขนาดเล็กหนึ่งคัน และอีกปัญหาหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของประชาชนโดยตรงเช่นกัน คือ ค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนในการเดินทางในแต่ละวัน ที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นนั่นก็คือน้ำมัน และเมื่อราคาน้ำมันสูงขึ้นก็จะส่งผลทำให้ราคาสินค้าสูงขึ้นด้วยการใช้จ่ายเงินจึงอยู่ในวงจำกัดทำให้เศรษฐกิจมีการเจริญเติบโตน้อยขาดสภาพคล่องในระบบเศรษฐกิจ

ในส่วนของกลุ่มชุมชนบ้านท่าศาลา อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรีนั้น เป็นกลุ่มชุมชนที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลักโดยเน้นการทำสวนผลไม้และสวนยางพาราซึ่งกิจกรรมการเดินทางในระยะใกล้ของผู้คนในชุมชน จะใช้รถจักรยานยนต์หรือมอเตอร์ไซด์เป็นพาหนะหลักจะมีใช้จักรยานแบบธรรมดาบ้างแต่เป็นส่วนน้อย เพราะเนื่องจากเป็นระบบปั่นอย่างเดียวและไม่ผ่อนแรงขณะปั่น ส่วนการเดินทางระยะไกลจะนิยมใช้รถยนต์เป็นพาหนะหลัก ซึ่งพื้นที่หรือภูมิประเทศของกลุ่มชุมชนดังกล่าวค่อนข้างห่างไกลจากสถานีบริการน้ำมัน สภาพแวดล้อมเป็นป่าและท้องทุ่งโล่งเหมาะสำหรับทำสวน ทำไร่ ทำนา การเติมน้ำมันเชื้อเพลิงของยานพาหนะหรือรถจักรยานยนต์จะนิยมเติมในร้านขายของชำทั่วไปพบปัญหาน้ำมันเชื้อเพลิงมีราคาค่อนข้างสูงและมีชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิงให้เลือกน้อยกว่าสถานีบริการน้ำมันเนื่องจากน้ำมันเชื้อเพลิงที่จำหน่ายมีอัตราของการระเหยค่อนข้างสูง ทางร้านค้าจึงเน้นเฉพาะน้ำมันชนิดหลักๆ เท่านั้น จากการสอบถามราคาน้ำมันเบนซินของร้านค้าในพื้นที่กลุ่มชุมชนบ้านท่าศาลาพบว่ามีราคาอยู่ที่ 52-53 บาท/ลิตร และมีราคาสูงกว่าสถานีบริการน้ำมันในเขตเมือง ซึ่งถือว่าเป็นค่าใช้จ่ายที่สูงมากเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายเดือนหรือรายปี ทำให้ประชาชนต้องแบกรับภาระค่าใช้จ่ายดังกล่าว ส่วนในเรื่องขององค์ความรู้ในการพัฒนาจักรยานไฟฟ้าก็ยังไม่กระจายออกสู่กลุ่มชุมชนมากนัก กลุ่มชุมชนยังขาดโอกาสเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ว่ายังมียานพาหนะที่สามารถช่วยในการเดินทาง และลดต้นทุนค่าใช้จ่ายได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังสามารถพัฒนาได้ง่ายมีค่าบำรุงรักษาน้อยมีความคล่องตัวและมีปลอดภัยสูง ราคาไม่แพง ช่วยลดมลพิษและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

งานวิจัยนี้จึงเสนอแนวทางในการลดใช้ยานพาหนะที่ก่อให้เกิดมลพิษและช่วยลดค่าใช้จ่ายให้กับชุมชนในด้านน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีราคาสูง ส่งเสริมการใช้จักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติเป็นยานพาหนะในการเดินทางซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งระบบปั่นด้วยเท้าและระบบไฟฟ้า โดยจะติดตั้งระบบชาร์จไฟกลับขณะปั่นเพื่อช่วยเพิ่มระยะทาง และนำองค์ความรู้ ลงถ่ายทอดให้กับกลุ่มชุมชนเพื่อการพัฒนาจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติแบบง่ายๆ ซึ่งอาจพัฒนาจากจักรยานเดิมที่มีอยู่แล้วหรือหาซื้อจักรยานเก่าหรือใหม่ที่ราคาไม่สูงมากนักแล้วนำมาพัฒนาเป็นจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ ซึ่งจะเหมาะสำหรับการใช้งานในแหล่งชุมชน เช่น ใช้เดินทางไปทำงานในระยะทางที่ไม่ไกลนัก ไปจ่ายตลาด ไปส่งของหรือส่งเอกสารระหว่างหน่วยงานหรือระหว่างชุมชน ใช้เดินทางท่องเที่ยวทัศนาจร รวมทั้งไม่ก่อมลพิษมีความสะดวกคล่องตัวปลอดภัยสูง ประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านน้ำมันเชื้อเพลิงและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ใช้สำหรับออกกำลังกายส่งเสริมสุขภาพ มีราคาถูกกว่ายานพาหนะชนิดอื่นๆ อะไหล่หาซื้อได้ง่ายตลอดจนช่วยลดภาวะโลกร้อนและเป็นนโยบายที่รัฐบาลให้ความสำคัญ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติต้นแบบสำหรับกลุ่มชุมชนบ้านท่าศาลา อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี

2. เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลและอุปกรณ์ในการจัดสร้างจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ ลักษณะของอุปกรณ์ต่างๆ ที่สำคัญ เช่น ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Dc Motor) ชุดกล่องควบคุม ชุดคันบิดเร่งปรับระดับความเร็ว ชนิดของแบตเตอรี่ และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ตลอดจนทฤษฎีต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องที่สามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดสร้างจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติได้

2. ศึกษาและออกแบบชุดระบบการทำงานทางกลของจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ เช่นวิเคราะห์หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดไม่มีแปรงถ่าน (Brushless DC Motor) วิธีการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนของมอเตอร์ การออกแบบให้มอเตอร์ทำงานเสมือน Generator เพื่อใช้ทำหน้าที่ชาร์จไฟกลับสู่แบตเตอรี่ขณะปั่นจักรยาน

3. ศึกษาและออกแบบชุดควบคุมทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ชุดควบคุมความเร็วของมอเตอร์ ชุดควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ ชุดควบคุมการชาร์จไฟกลับขณะปั่น ชุดอุปกรณ์ป้องกันอันตราย (Safety) การเลือกใช้แบตเตอรี่ ชนิดต่างๆ การต่อวงจรไฟฟ้าของแบตเตอรี่และการวางระบบไฟฟ้าโดยรวมทั้งหมด

4. ดำเนินการจัดสร้างจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติตามรูปแบบที่กำหนด ติดตั้งชุดอุปกรณ์ต่างๆ ให้ครบถ้วน ถ่ายภาพลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานและจดบันทึกข้อมูลที่สำคัญ เช่น ปัญหาที่พบขณะปฏิบัติงานและแนวทางแก้ไข ในเบื้องต้น

5. หลังจากดำเนินการจัดสร้างจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติต้องมีการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานและการรวบรวมจัดเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ปัญหาเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เสร็จสมบูรณ์ตลอดจนมีการแปรผลในระดับต่างๆ ที่ทำการทดสอบ

6. มีการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม การคิดระยะเวลาคืนทุนในการลงทุนพัฒนาจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ การคิดค่าเสื่อมราคาในแต่ละปี ตลอดจนมีการแสดงข้อเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติกับรถจักรยานยนต์หรือพาหนะอื่นๆ

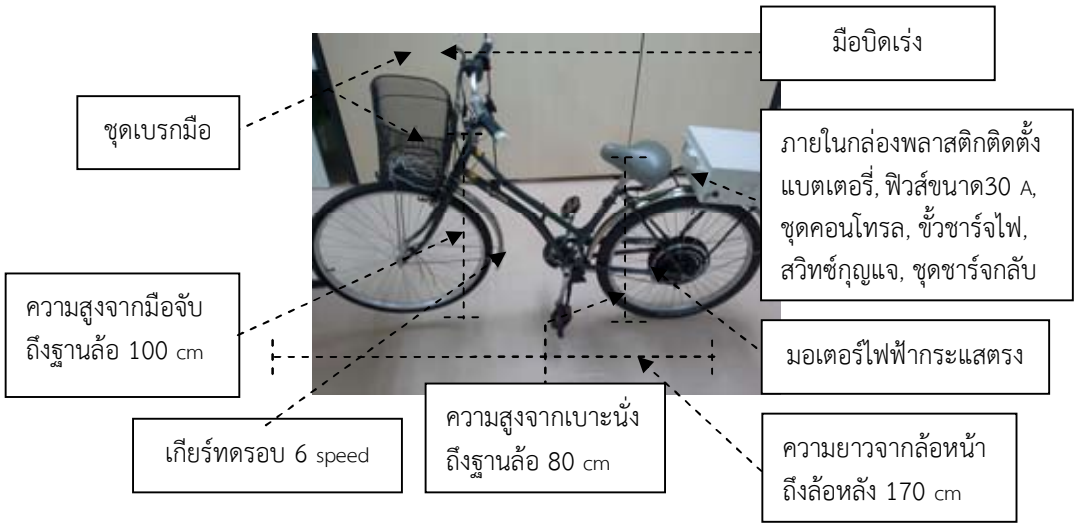
7. นำองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยถ่ายทอดลงสู่กลุ่มชุมชนเพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนลดภาระค่าใช้จ่ายด้านน้ำมันเชื้อเพลิง ช่วยลดการปล่อยมลพิษในระดับชุมชน เป็นการส่งเสริมสุขภาพร่างกายให้แข็งแรง ตลอดจนเป็นการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมสร้างความยั่งยืนให้กับชุมชน

8. จัดทำรูปเล่มรายงานการวิจัยและข้อเสนอแนะ เพื่อใช้ในการนำเสนอผลงานทางวิชาการและการตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารระดับต่างๆ

ผลการวิจัย

1. ลำดับขั้นตอนในการจัดสร้างจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ

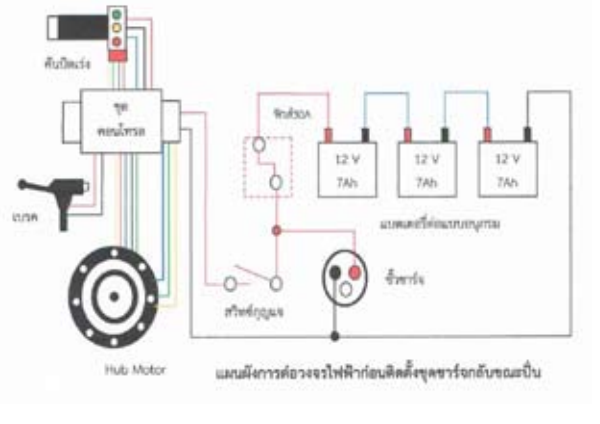
เริ่มตั้งแต่การออกแบบและติดตั้งชุดส่งกำลังทางกล โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดไม่มีแปรงถ่านเป็นชุดส่งกำลังสำหรับขับเคลื่อน ซึ่งจะติดตั้งบริเวณล้อหลังของจักรยานไฟฟ้า พร้อมด้วยชุดเกียร์ทดรอบแบบ 6 Speed เพื่อช่วยผ่อนแรงขณะปั่นอันเนื่องจากน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของมอเตอร์และแบตเตอรี่ ในส่วนระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์จะใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลท์ จำนวน 3 ก้อน ต่อแบบอนุกรมกันเพื่อให้ได้ขนาดแรงดันที่เหมาะสม ถัดมาคือการติดตั้งอุปกรณ์อื่นๆ เช่น ชุดกล่องคอนโทรลควบคุมการทำงานของจักรยานไฟฟ้า, สวิทช์กุญแจเปิด-ปิดระบบการทำงาน, ชุดฟิวส์ขนาด 30 A ป้องกันการลัดวงจร, ขั้วชาร์จและเครื่องชาร์จประจุแบตเตอรี่, ชุดมือเบรกและสายตัดวงจรควบคุมความเร็วและความปลอดภัยขณะขับขี่, ชุดมือบิดเร่งสำหรับปรับระดับความเร็วขณะขับขี่, ชุดชาร์จกลับขณะปั่น (มีความแตกต่างจากท้องตลาด) โดยอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าวจะถูกติดตั้งอยู่ในกล่องพลาสติกกันน้ำ ขั้นตอนสุดท้ายคือการวางระบบสายไฟฟ้าเพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อย และรูปแบบการจัดสร้างจะแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 1 แสดงรูปแบบของจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ

2. การทดสอบการใช้งาน (ก่อนติดตั้งชุดชาร์จกลับขณะปั่น)

การทดสอบการใช้งานของจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติที่ได้จัดสร้างขึ้นนี้ก่อนดำเนินการทดสอบจำเป็นต้องทำการตรวจสอบอุปกรณ์ทั้งหมดและตรวจสอบการต่อวงจรไฟฟ้าให้เรียบร้อยเพื่อป้องกันความเสียหายอันเกิดจากข้อผิดพลาดต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ ซึ่งจากการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าขาออก (Output) ของแบตเตอรี่แบบแห้งขนาด 12 โวลท์ 7 แอมป์ ที่ต่ออนุกรมทั้ง 3 ก้อน พบว่ามีค่าของแรงดันไฟฟ้าสำหรับใช้งานอยู่ที่ 36-38 โวลท์ ซึ่งถือเป็นค่าที่เหมาะสมกับขนาดพิกัดแรงดันของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ติดตั้งบริเวณล้อหลังของจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ ในส่วนของวงจรไฟฟ้าจะมีสวิทซ์กุญแจทำหน้าที่สำหรับเปิด-ปิด การทำงานในระบบไฟฟ้าและเสริมความปลอดภัยด้วยฟิวส์ตัดตอนขนาด 30 แอมป์ ในกรณีหากเกิดการลัดวงจร (short circuit) ซึ่งลักษณะของการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ลงกล่องพลาสติกกันน้ำและการต่อวงจรไฟฟ้าจะแสดงในภาพที่ 2 และ 3



ภาพที่ 2 และ 3 แสดงลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆลงกล่องพลาสติกกันน้ำและรูปแบบของการต่อวงจรไฟฟ้าก่อนติดตั้งชุดชาร์จกลับขณะปั่น

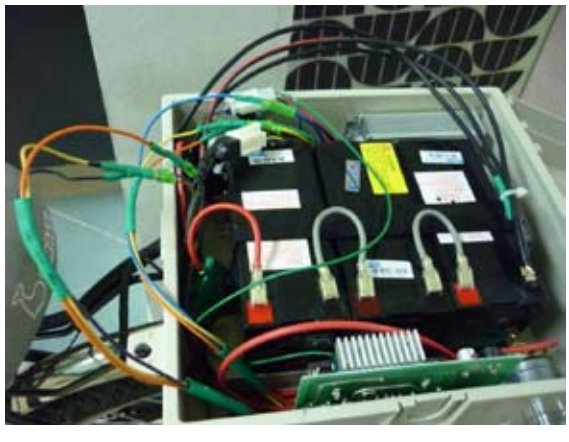
การทดสอบในลักษณะแรกนี้จะแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ช่วงของการใช้งานคือจะดำเนินการทดสอบในช่วงความเร็ว 3 ระดับ ได้แก่ ความเร็วระหว่าง 15-20 km/h, 20-25 km/h และ 25-30 km/h (ความเร็ว 30 km/h คือค่าแรงบิดสูงสุดที่จักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติทำได้) โดยสามารถแสดงรายละเอียดของการทดสอบได้ดังในตารางที่ 1

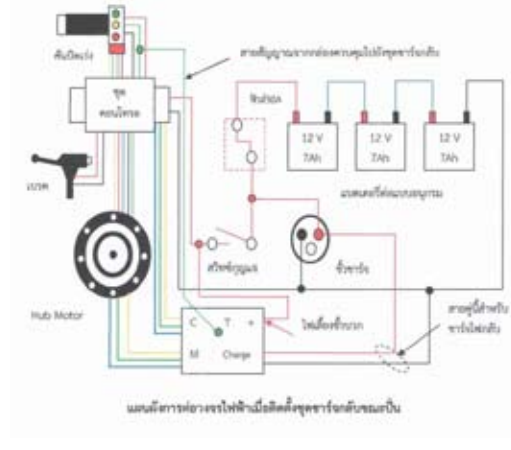
ตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบการใช้งานก่อนติดตั้งชุดชาร์จกลับขณะปั่นที่ระดับความเร็วต่างๆ

ช่วงระดับความเร็ว	ระยะทางทั้งหมดที่ทำได้	ความเร็วเฉลี่ย	ความเร็วสูงสุด	เวลาเดินทางทั้งหมด	กระแสไฟฟ้า (A)
15-20 km/h	25 km	17.0 km/h	20 km/h	1.26 hr	3-4 A
20-25 km/h	17.24 km	23.0 km/h	25 km/h	54.27 นาที	5-6 A
25-30 km/h	12.61 km	27.0 km/h	30 km/h	37.16 นาที	8-10 A

3. การทดสอบการใช้งาน (เมื่อติดตั้งชุดชาร์จกลับขณะปั่น)

การทดสอบในลักษณะที่สองนี้ก็จะแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ช่วงของการใช้งานเหมือนกันแต่จะมีวัตถุประสงค์เพื่อการตรวจวัดค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้าชาร์จกลับในระดับความเร็วต่างๆ เพื่อหาค่าของการชาร์จกลับในระดับความเร็วที่เหมาะสมที่สุด คือจะดำเนินการทดสอบในช่วงความเร็ว 3 ระดับ ได้แก่ ความเร็วระหว่าง 15-20 km/h, 20-25 km/h และ 25-30 km/h โดยจากการทดสอบพบว่าค่าความเร็วในการปั่นจักรยานที่เหมาะสมสำหรับผู้ขับขี่ที่ปั่นได้อย่างเบาสบายไม่เหนื่อยง่ายจะอยู่ที่ระดับความเร็ว 15-20 km/h และให้กระแสไฟฟ้าชาร์จกลับได้ที่ประมาณ 3.5 A ซึ่งก็เพียงพอต่อการชาร์จประจุกลับสู่แบตเตอรี่ ซึ่งลักษณะของการต่อวงจรไฟฟ้าของชุดชาร์จกลับขณะปั่นจะแสดง ในภาพที่ 4 และ 5 และรายละเอียดของผลการทดสอบจะแสดงในตารางที่ 2





ภาพที่ 4 และ 5 แสดงลักษณะรูปแบบของการต่อวงจรไฟฟ้าเมื่อติดตั้งชุดชาร์จกลับขณะปั่น

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบการใช้งานเมื่อติดตั้งชุดชาร์จกลับขณะปั่นที่ระดับความเร็วต่างๆ

ช่วงระดับความเร็ว	กระแสชาร์จกลับ	แรงดันชาร์จกลับ
15-20 km/h	3.5 A	38 -39 Vdc
20-25 km/h	4.0 A	38 -39 Vdc
25-30 km/h	4.5 A	38 -39 Vdc

4. สรุปการเปรียบเทียบคุณสมบัติของ 2 ลักษณะ

หลังจากได้ดำเนินการทดสอบการใช้งานของจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติทั้งสองลักษณะเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ก็จะได้นำผลของการทดสอบดังกล่าวมาสรุปเปรียบเทียบเป็นประเด็นสำคัญต่างๆ เพื่อให้เกิดความชัดเจนยิ่งขึ้น และสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาได้ต่อไปในอนาคต โดยสามารถแสดงรายละเอียดการเปรียบเทียบคุณสมบัติทั้งสองลักษณะ ได้ดังในตารางที่ 3

5. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม การวิเคราะห์ต้นทุนในการจัดสร้างจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ

การวิเคราะห์ต้นทุนในการจัดสร้างจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติในครั้งนี้จะเป็นการวิเคราะห์หาต้นทุนในครั้งแรกของการจัดสร้าง ซึ่งต้องมีค่าความผิดพลาดในการดำเนินงานในครั้งแรกอยู่บ้างทำให้ต้นทุนอาจค่อนข้างสูงเป็นธรรมดา ซึ่งสามารถสรุปต้นทุนค่าใช้จ่ายของการจัดสร้างจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติได้ดังในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทั้ง 2 ลักษณะ

ก่อนติดตั้งชุดชาร์จกลับขณะปั่น	เมื่อติดตั้งชุดชาร์จกลับขณะปั่น
1. ค่าแรงดันไฟฟ้าใช้งาน 36-38 Vdc	1. ค่าแรงดันไฟฟ้าใช้งาน 36-38 Vdc
2. น้ำหนักของตัวรถจักรยาน 31.5 kg	2. น้ำหนักของตัวรถจักรยาน 31.5 kg
3.ระยะทางที่ทำได้สูงสุด 25 km ต่อการชาร์จประจุแบตเตอรี่ 1 ครั้ง	3. ระยะทางที่ทำได้สูงสุด ได้ไม่จำกัดคือจะทำงานสลับกับการปั่นและระบบไฟฟ้าทำให้ไม่เหนื่อยง่าย
4. เวลาในการชาร์จประจุ 3 ชั่วโมง (เครื่องชาร์จ)	4. เวลาในการชาร์จประจุ 3 ชั่วโมง (เครื่องชาร์จ)
5. แรงบิดสูงสุด 30 kn.m	5. แรงบิดสูงสุด 30 kn.m
6. รับน้ำหนักของผู้ขับขี่ได้สูงสุด 80 กิโลกรัม	6. รับน้ำหนักของผู้ขับขี่ได้สูงสุด 80 กิโลกรัม
7. ไต่ระดับความลาดชันได้สูงสุด 35 องศา	7. ไต่ระดับความลาดชันได้สูงสุด 35 องศา
8. ความเร็วที่เหมาะสมในการใช้งาน 15-20 km/h	8. ความเร็วที่เหมาะสมในการชาร์จกลับขณะปั่น 15-20 km/h ได้กระแสชาร์จกลับ 3.5 A

ตารางที่ 4 สรุปต้นทุนค่าใช้จ่ายของการจัดสร้างจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ

รายการอุปกรณ์	ราคา/หน่วย	จำนวนที่ใช้	ราคารวม
1.จักรยานญี่ปุ่นทรงคลาสสิค+ชุดเกียร์	4,500 บาท	1 คัน	4,500 บาท
2.ชุดติดตั้งจักรยานไฟฟ้าประกอบด้วย		1 ชุด	9,480 บาท
- มอเตอร์ไฟฟ้าแบบไม่มีแปรงถ่าน	4,000 บาท		
- ชุดชาร์จกลับขณะปั่นและผ่อนคันเร่ง	2,200 บาท		
- ชุดกล่องคอนโทรล	1,500 บาท		
- สวิทช์กุญแจ+ขั้วชาร์จ+ฟิวส์ 30 A	380 บาท		
- เครื่องชาร์จแบตเตอรี่ขนาด 36 V	650 บาท		
- ชุดมือบิดเร่ง	450 บาท		
- ชุดเบรกมือ	300 บาท		
3.อุปกรณ์ชุดระบบไฟฟ้าประกอบด้วย		1 ชุด	4,690 บาท
- แบตเตอรี่แห้งขนาด 12 โวลท์ 3 ก้อน	2,550 บาท		
- กล่องพลาสติกกันน้ำ,	200 บาท		
- สายไฟสำหรับวางระบบ	500 บาท		
- ท่อร้อยสายไฟฟ้า	240 บาท		
- หางปลาแบบต่าง+ท่อหด	200 บาท		
- เครื่องวัดรอบความเร็ว	700 บาท		
- เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า	300 บาท		
รวมทั้งสิ้น			**18,670 บาท**

จากข้อมูลต้นทุนข้างต้นของจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติเมื่อนำมาเปรียบเทียบเทียบกับรถจักรยานยนต์แบบที่ใช้งานกันทั่วไปก็จะทำให้ทราบข้อแตกต่างได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งการเปรียบเทียบคุณสมบัติของจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ และรถจักรยานยนต์จะแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติและรถจักรยานยนต์

คุณสมบัติ	รถจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ	รถจักรยานยนต์
1. ราคา	8,000 – 20,000 บาท	35,000 – 75,000 บาท
2. อุปกรณ์และการบำรุงรักษา	อุปกรณ์น้อยและบำรุงรักษาง่าย	อุปกรณ์มากและบำรุงรักษายาก
3. ค่าพลังงานหรือต้นทุน	ไม่เกิน 2 บาท/50km	ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง 47 บาท/50km
4. ความเร็ว	ทำความเร็วตั้งแต่ 0 - 30 km/h	ทำความเร็วตั้งแต่ 0 - 120 km/h
5. การรับน้ำหนักของผู้ขับขี่	รับน้ำหนักได้ไม่เกิน 80 กิโลกรัม	รับน้ำหนักได้มากกว่า 80 กิโลกรัม
6. ความปลอดภัย/อุบัติเหตุ	อุบัติเหตุมีน้อยกว่า	อุบัติเหตุมีมากกว่า
7. ภาษียานพาหนะ	ไม่เสียภาษี	ต้องเสียภาษีทุกปี
8. น้ำหนักโดยรวมของตัวรถ	น้ำหนักของตัวรถ 31.5 kg	น้ำหนักของตัวรถ 96 kg
9. ผลต่อสุขภาพร่างกาย	ส่งเสริมต่อสุขภาพร่างกาย	ไม่ส่งเสริมต่อสุขภาพร่างกาย
10. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	ไม่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

การคิดระยะเวลาคืนทุนของการจัดสร้างจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ

จากการสำรวจข้อมูลคุณสมบัติของอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของรถจักรยานยนต์ยี่ห้อ Honda รุ่น Scoopy i ปี 2014 พบว่ามีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 50 กิโลเมตร/ลิตร (เช็คราคาดอทคอม. ออนไลน์. 2557) และจากการสอบถามราคาน้ำมันเชื้อเพลิงของร้านค้าในพื้นที่ตำบลรำพัน อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรีช่วงเดือนธันวาคม 2557 พบว่าราคาของน้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ที่ 47 บาท/ลิตร ซึ่งมีราคาลดลงบ้างจากการสำรวจในช่วงแรกของการทำวิจัยคือ 52 บาท/ลิตร หากผู้วิจัยใช้จักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติโดยใช้เดินทางไป-กลับรวมเป็นระยะทาง 50 กิโลเมตร/วัน/การชาร์จประจุ 1 ครั้ง และนำข้อมูลมาใช้เพื่อเปรียบเทียบกับรถจักรยานยนต์ โดยสมมุติให้เดินทาง ไป-กลับรวมระยะทาง 50 กิโลเมตร/วัน/น้ำมัน 1 ลิตรเช่นเดียวกัน ก็จะสามารถวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนได้ดังนี้ (เกษร เพ็ชรราช, 2539)

กรณีที่ 1. ใช้รถจักรยานยนต์เดินทางไป-กลับ 50 กิโลเมตร/วัน/น้ำมัน 1 ลิตร

ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ไปใน 1 วัน = 47 บาท
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ไปใน 1 เดือน = 1,410 บาท
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ไปใน 1 ปี = 16,920 บาท
ดังนั้นต้นทุนค่าเดินทางด้วยรถจักรยานยนต์ = 16,920 บาท/ปี

กรณีที่ 2. ใช้จักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติเดินทางไป-กลับ 50 กิโลเมตร/วัน/การชาร์จประจุ 1 ครั้ง

ค่าไฟที่ใช้ไปของการชาร์จประจุใน 1 วัน = 2 บาท
ค่าไฟที่ใช้ไปของการชาร์จประจุใน 1 เดือน = 60 บาท
ค่าไฟที่ใช้ไปของการชาร์จประจุใน 1 ปี = 720 บาท
ดังนั้นต้นทุนค่าเดินทางด้วยจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ = 720 บาท/ปี
ต้นทุนที่ประหยัดได้ทั้งหมดของจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ = 16,920 - 720 บาท
= 16,200 บาท/ปี
เงินลงทุนในการจัดสร้างจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ 18,670 บาท/คัน
= 1 คัน x 18,670 บาท
= 18,670 บาท

$$\text{ระยะเวลาคืนทุนของการจัดสร้างจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ} = \frac{\text{เงินที่ลงทุนไปทั้งหมด}}{\text{ต้นทุนที่ประหยัดได้/ปี}}$$

$$= \frac{18{,}670 \text{ บาท}}{16{,}200 \text{ บาท}}$$

ดังนั้นระยะเวลาคืนทุน = 1.15 ปี

การคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง
(Straight Line Method)

จากการเข้าศึกษาข้อมูลถึงอายุการใช้งานของจักรยานไฟฟ้าพบว่าโดยทั่วไปมีอายุการใช้งานประมาณ 7 ปี (ไทยแลนด์เมาเทนไบค์. ออนไลน์. 2557) ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อมูลดังกล่าวมาใช้คิดค่าเสื่อมราคาของการจัดสร้างจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ โดยการคิดค่าเสื่อมราคาดังกล่าว จะเป็นการคิดค่าเสื่อมราคาโดยเฉลี่ยมูลค่าเสื่อมราคาของสินทรัพย์ให้เป็นค่าเสื่อมราคาในแต่ละปีเท่าๆ กัน ตลอดอายุการใช้งานของสินทรัพย์ถาวรนั้นๆ (โปรซอฟท์คอมเทค. ออนไลน์. 2557)

อายุการใช้งานของสินทรัพย์ = 7 ปี
ราคาซาก (จักรยาน+อุปกรณ์ไฟฟ้า) = 1,000 บาท
ราคาทุนของสินทรัพย์ = 18,670 บาท

$$\text{ค่าเสื่อมราคาต่อปี} = \frac{\text{ราคาทุนของสินทรัพย์ - ราคาซาก}}{\text{อายุการใช้งาน}}$$

$$= \frac{18{,}670 - 1{,}000 \text{ บาท}}{7 \text{ ปี}}$$

$$= \frac{17{,}670 \text{ บาท}}{7 \text{ ปี}}$$

ดังนั้นค่าเสื่อมราคาในแต่ละปี = 2,524 บาท/ปี

สรุปและอภิปรายผล

สรุปผลการศึกษา

สรุปผลรูปแบบของจักรยานไฟฟ้าที่เหมาะสมในการจัดสร้าง

จากผลของการศึกษาวิจัยพบว่า รูปแบบของจักรยานที่เหมาะสมและควรนำมาใช้จัดสร้างจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัตินั้น ควรเป็นจักรยานที่มีลักษณะเหมาะสมกับผู้ขับขี่และจำเป็นต้องมีระบบเกียร์ทดรอบด้วย เพื่อช่วยในการผ่อนแรงขณะปั่นและชาร์จประจุกลับสู่แบตเตอรี่ ทำให้ผู้ขับขี่สามารถปั่นจักรยานได้นานยิ่งขึ้น และไม่เหนื่อยง่ายเหตุผล อันเนื่องมาจากหากไม่มีระบบเกียร์ทดรอบจะทำให้ผู้ขับขี่ขณะปั่นจักรยานต้องแบกรับภาระโหลดจากมอเตอร์ที่ติดตั้งบริเวณล้อหลังของจักรยานและชุดอุปกรณ์อื่นๆ ทำให้เวลาปั่นจักรยานจะรู้สึกหนักแรงเป็นอย่างมาก อีกประเด็นหนึ่งที่สำคัญคือเรื่องของระบบเบรกในจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัตินั้น ควรเป็นระบบเบรกชนิดดั้มเบรกหรือดิสเบรกจึงจะเหมาะสมมากกว่า เพราะเนื่องจากจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติสามารถทำความเร็วได้สูงกว่าจักรยานแบบธรรมดาทั่วไปและควรมีการติดตั้งสัญญาณไฟต่างๆ เช่น ไฟหน้าส่องสว่างและไฟท้ายด้วย

สรุปผลการทดสอบก่อนมีการติดตั้งชุดชาร์จกลับขณะปั่น

จากผลของการศึกษาวิจัยพบว่า จักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติมีน้ำหนักของตัวรถรวมทั้งสิ้น 31.5 กิโลกรัมและในส่วนของระบบไฟฟ้าซึ่งจะใช้แบตเตอรี่ต่อแบบอนุกรมจำนวน 3 ก้อน สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าขาออกได้ที่ 36-38 โวลท์ ซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับการใช้งาน จากการทดสอบที่ความเร็ว 15-20 km/h สามารถทำระยะทางได้ทั้งหมด 25 กิโลเมตร โดยใช้เวลาเดินทางอยู่ที่ 1.25 ชั่วโมงและมีอัตราการใช้กระแสไฟฟ้าอยู่ที่ประมาณ 3-4 แอมป์ ต่อมาทดสอบที่ความเร็ว 20-25 km/h สามารถทำระยะทางได้ทั้งหมด 17.24 กิโลเมตร โดยใช้เวลาเดินทางอยู่ที่ 54.27 นาที และมีอัตราการใช้กระแสไฟฟ้าอยู่ที่ประมาณ 5-6 แอมป์ ลำดับสุดท้ายทดสอบที่ความเร็ว 25-30 km/h สามารถ ทำระยะทางได้ทั้งหมด 12.61 กิโลเมตร โดยใช้เวลาเดินทางอยู่ที่ 37.16 นาที และมีอัตราการใช้กระแสไฟฟ้าอยู่ที่ประมาณ 8-10 แอมป์ โดยการทดสอบแต่ละระดับความเร็วจะต้องชาร์จแบตเตอรี่เต็มทุกครั้ง และในการชาร์จประจุแบตเตอรี่แต่ละครั้งจะใช้เวลาในการชาร์จประจุ 3-4 ชั่วโมง โดยจะเสียค่าไฟฟ้าประมาณ 2 บาท

สรุปผลการทดสอบเมื่อมีการติดตั้งชุดชาร์จกลับขณะปั่น

จากผลของการศึกษาวิจัยเมื่อมีการติดตั้งชุดชาร์จกลับขณะปั่น ในด้านน้ำหนักของตัวรถจักรยาน, ในด้านระบบไฟฟ้าที่ใช้งาน และในด้านของการชาร์จประจุแบตเตอรี่ก็จะเหมือนกับลักษณะแรกทุกประการ จะมีความแตกต่างจากกรณีแรกก็คือในระดับความเร็วต่างๆ ที่ทดสอบจะเป็นการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าชาร์จกลับขณะปั่น เนื่องจากชุดชาร์จกลับที่ติดตั้งดังกล่าวสามารถชาร์จไฟกลับได้ทันทีโดยอัตโนมัติในขณะที่ปั่นจักรยาน คือ สามารถทำงานได้ทั้งเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนและเป็น Generator เพื่อใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้ากลับเข้าสู่แบตเตอรี่ โดยจะมีระบบตัดต่อการทำงานแบบอัตโนมัติเพื่อความสะดวกของผู้ขับขี่ จากการทดสอบที่ความเร็ว 15-20 km/h สามารถ วัดค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าชาร์จกลับได้ที่ 38-39 โวลท์ และ 3.5 แอมป์ ต่อมาทดสอบที่ความเร็ว 20-25 km/h สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าชาร์จกลับได้ที่ 38-39 โวลท์ และ 4.0 แอมป์ ลำดับสุดท้ายทดสอบที่ความเร็ว 25-30 km/h สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าชาร์จกลับได้ที่ 38-39 โวลท์ และ 4.5 แอมป์ โดยจากการทดสอบพบว่าค่าความเร็วที่เหมาะสมในการชาร์จกลับขณะปั่นจะอยู่ที่ 15-20 km/h และให้ค่ากระแสไฟฟ้าที่เพียงพอ ต่อการชาร์จกลับคือประมาณ 3.5 แอมป์ ซึ่งเป็นระดับความเร็วที่เหมาะสมสำหรับผู้ขับขี่ทำให้ปั่นจักรยานได้นานและ ไม่เหนื่อยง่าย ส่วนในด้านของการทำระยะทางก็สามารถเพิ่มระยะเดินทางได้อย่างต่อเนื่องเมื่อแบตเตอรี่

พลังงานลดลง ก็สามารถปั่นจักรยานเพื่อชาร์จกลับและเมื่อผู้ขับขี่รู้สึกเหนื่อยล้าก็สามารถสลับมาใช้โหมดไฟฟ้าเพื่อผ่อนแรงได้ทุกครั้ง คือสามารถสลับโหมดไปมาได้ตลอดเวลานั่นเอง ซึ่งจักรยานไฟฟ้าส่วนใหญ่ในท้องตลาดไม่สามารถกระทำได้ต้องปั่นกลับ ที่พักอาศัยเพื่อทำการชาร์จประจุใหม่เท่านั้น

สรุปผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

จากผลของการศึกษาวิจัยพบว่า ต้นทุนในการจัดสร้างจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติจะใช้ต้นทุนในการจัดสร้างเท่ากับ 18,670 บาท ซึ่งเป็นต้นทุนที่อาจจะดูสูงไปบ้างเนื่องจากต้องใช้อุปกรณ์หลายอย่างเข้ามาใช้ในการจัดเก็บข้อมูล เช่น อุปกรณ์เครื่องมือวัดต่างๆ ตลอดจนเป็นการพัฒนาในครั้งแรกทำให้มีค่าความผิดพลาดอยู่บ้าง ในด้านของการคิดระยะเวลาคืนทุนของการจัดสร้างจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติซึ่งได้เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ กับรถจักรยานยนต์ในการเดินทางไป-กลับ 50 กิโลเมตร พบว่าจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติสามารถประหยัดต้นทุนในการเดินทางได้ที่ 16,200 บาท/ปี และมีระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 1.15 ปี ซึ่งมีความคุ้มค่ากับการลงทุนจัดสร้างเนื่องจากระยะเวลาคืนทุนเร็วนั่นเอง ในส่วนของการคิดค่าเสื่อมราคาในแต่ละปีพบว่าจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติที่พัฒนามีค่าเสื่อมราคาอยู่ที่ 2,524 บาท/ปี

ข้อเสนอแนะ

1. แบตเตอรี่ที่ใช้เป็นแบตเตอรี่ชนิดแห้งมีน้ำหนักก้อนละ 2.5 กิโลกรัม ต้องใช้จำนวน 3 ก้อน ทำให้มีน้ำหนักรวมเฉพาะแบตเตอรี่เท่ากับ 7.5 กิโลกรัม ซึ่งถ้าหากมีการพัฒนาหรือสามารถลดน้ำหนักของแบตเตอรี่ลงได้ก็จะทำให้ภาระโหลดของรถจักรยานไฟฟ้าลดลง แนวทางที่น่าจะเป็นไปได้คือการนำแบตเตอรี่ของโน๊ตบุ๊คขนาดแรงดัน 19 โวลท์ มาถอดออกจำนวน 2-3 ชุด และต่อวงจรของแบตเตอรี่นั้นใหม่จะได้แบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออนฟอสเฟสที่มีน้ำหนักเบา และประจุพลังงานได้มากขึ้น อีกทั้งราคาถูกกว่าแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนฟอสเฟสในท้องตลาดด้วย (ราคาท้องตลาดประมาณ 9,000 บาท)

2. จักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติที่จัดสร้างขึ้นสามารถใช้เป็นยานพาหนะสำหรับเดินทางได้อย่างคล่องตัวและไม่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจึงเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมผู้วิจัยจึงขอเสนอแนวทางการนำไปใช้สำหรับรับ-ส่งเอกสารหรือใช้ติดต่อระหว่างหน่วยงานต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัย ก็จะช่วยลดค่าใช้จ่ายในด้านของน้ำมันเชื้อเพลิงและค่าบำรุงรักษาได้เป็นอย่างมาก เนื่องจากจักรยานไฟฟ้าสามารถดูแลบำรุงรักษาได้ง่ายกว่ารถจักรยานยนต์

3. จักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติที่จัดสร้างขึ้นนี้สามารถลดต้นทุนของการจัดสร้างลงได้ โดยเริ่มตั้งแต่การเลือกซื้อจักรยานเพื่อนำมาจัดสร้างซึ่งปัจจุบันมีระดับราคาที่หลากหลาย ซึ่งถ้าหากผู้ขับขี่ไม่ต้องการรูปแบบที่สวยงามมากนักราคาก็จะค่อนข้างถูกลงมาก ทำให้ลดต้นทุนในด้านนี้ลงได้หรือถ้าไม่ต้องการระบบชาร์จกลับขณะปั่นเพราะต้องการใช้ในระยะทางใกล้ๆ เช่น ระหว่างหน่วยงานก็ไม่จำเป็นต้องติดตั้งระบบชาร์จกลับขณะปั่น เพราะเมื่อแบตเตอรี่หมดก็สามารถปั่นกลับมายังหน่วยงานของตนเพื่อชาร์จประจุใหม่ ทำให้ลดต้นทุนลงได้อีกประการหนึ่ง ส่วนในเรื่องของอุปกรณ์อื่นๆ ก็ขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละบุคคลที่จะดัดแปลงอุปกรณ์ต่างๆ ให้สามารถลดต้นทุนลงได้มากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

กรมการขนส่งทางบก.2557. **การเปรียบเทียบข้อมูลจำนวนของรถที่จดทะเบียนสะสม ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2554 และ 2555.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.dlt.go.th/th. 5 มกราคม 2557.

บล๊อคอีไบค์. 2555. **ติดตั้งชุดคิทจักรยานไฟฟ้าด้วยตัวเอง.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://blog.ebikr.com. 10 มกราคม 2557.

อีไบค์ไทยคิท. 2550. **เรียนรู้สร้างจักรยานไฟฟ้า.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.ebikethaikit.com/. 15 มกราคม 2557.

วิกิพีเดีย. 2556. **แบตเตอรี่แบบตะกั่ว-กรด.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://th.wikipedia.org. 20 มกราคม 2557.

บริษัทเอเอ็มเอ็นเอ็นเนอร์จี. 2554. **แบตเตอรี่แห้ง.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://amnenergy.com/. 26 มกราคม 2557.

เกียรติศักดิ์ เพชรมี. 2556. **การคำนวณแรงบิด กำลังและประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://9arduino.blogspot. com/2013/07/blog-post.html. 31 มกราคม 2557.

โปรซอฟท์คอมเทค. 2557. **วิธีคิดค่าเสื่อมราคา**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : www.prosoft.co.th/. 5 กุมภาพันธ์ 2557.

เช็คราคาดอทคอม. 2557. **อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของรถจักรยานยนต์ยี่ห้อ Honda รุ่น Scoopy i ปี 2014.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา : www.checkraka.com/price/motorcycle-15-157/?brand=134. 15 ธันวาคม 2557.

ไทยแลนด์เมาเทนไบค์. 2557. **อายุการใช้งานของเฟรมจักรยาน.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา : www.thaimtb.com/cgi-bin/viewkatoo.pl?id=29734. 15 ธันวาคม 2557.

เกสร เพ็ชราช. 2539. **การจัดการพลังงานไฟฟ้าในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.