



การพัฒนาสถานีอัดประจุสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ แบบอิสระ คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์  
Development of Stand-Alone Solar Charge Station Faculty of Engineering  
Princess of Naradhiwas University

พลากร แพทย์<sup>1\*</sup>, สุวินันท์ จันทอไร<sup>1</sup>, สัตรี สมนอ<sup>1</sup> และสมาน วิวรรณโรจน์<sup>1</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

\*palakorn.ep@hotmail.com, 081-542-6986

**บทคัดย่อ**

บทความนี้ นำเสนอการพัฒนาสถานีอัดประจุสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบอิสระ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ เพื่อใช้เป็นสถานีอัดประจุแบตเตอรี่สำหรับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ โดยประยุกต์ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 90 วัตต์ จำนวน 4 แผง ทำหน้าที่แปลงผันพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ร่วมกับแบตเตอรี่ ขนาด 12 โวลต์ 45 แอมแปร์/ชั่วโมง ทำหน้าที่กักเก็บพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 1 ลูก และอินเวอร์เตอร์ ขนาด 500 วัตต์ 220 โวลต์ สำหรับแปลงผันพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงไปเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ เพื่อใช้กับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น หลอดไฟให้ความสว่าง คอมพิวเตอร์แบบพกพา โทรศัพท์เคลื่อนที่ เป็นต้น ในการสร้างสถานีอัดประจุสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบอิสระ ไว้ในพื้นที่กลางแจ้ง และเปิดโล่งโดยไม่มีสิ่งบดบังเพื่อให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ผลการทดสอบโดยการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ จำนวน 5 เครื่อง ร่วมกับคอมพิวเตอร์แบบพกพา จำนวน 1 เครื่อง ในสภาวะแบตเตอรี่ลดลงเหลือใกล้ 0 เปอร์เซ็นต์ ทุกเครื่อง จะใช้เวลาในการอัดประจุให้เต็มได้ทั้งหมด ใช้เวลาเฉลี่ย 3 ชั่วโมง ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาวะอากาศในระหว่างวันว่ามีแสงอาทิตย์มากน้อยเพียงไร เนื่องจากเป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาประสิทธิภาพการทำงานของสถานีอัดประจุด้วยเช่นกัน

**คำหลัก:** สถานีอัดประจุ, แผงเซลล์แสงอาทิตย์

**Abstract**

This paper is presents the development of a stand-alone solar charge station, in Faculty of Engineering Princess of Naradhiwas University. To use as a battery charging station for electrical and electronic appliances, by using four 90 watt solar panels converts solar energy into electricity, cooperated a 12 volt battery 45 ampere per hour, it stored electrical energy in a direct current (DC) system, and a 500 watt inverter with 220 volt of power to convert DC power into AC power. For used with electrical appliances such as light bulbs, laptop, mobile phones etc., to build outdoor and open up a stand-alone solar charge station, want to work at full capacity. The experimental results are use of 5 mobile phones with 1 laptop, in battery condition lowed near to 0 percent all of them, will take up to 3 hours to fully charge. Which depends on the weather conditions during the day how much sun light, as it is important to consider the performance of the charging station.

**Keywords:** Solar Charge Station, Solar Cell Panel.



## 1. บทนำ

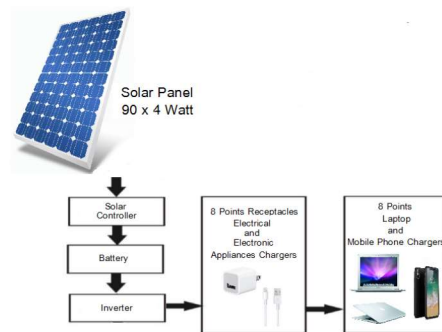
พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ และเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตของประชาชน การเสริมสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานให้แก่ประเทศมีพลังงานใช้อย่างเพียงพอ และมีประสิทธิภาพ ภายใต้สถานการณ์ทางด้านพลังงานที่นับวันจะมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่อง และมีความผันผวนทางด้านราคาของเชื้อเพลิง โดยกำหนดแนวทางการส่งเสริมให้มีการคิดค้นแหล่งพลังงานใหม่ที่สะอาด ราคาถูก และไม่มีวันหมดสิ้น พลังงานบางชนิดถูกนำมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ชีวมวล น้ำขึ้น - น้ำลง คลื่นทะเล แสงอาทิตย์ ลม และความร้อนใต้พิภพ ซึ่งเป็นงานพื้นฐานหลักในการพัฒนาพลังงานของประเทศ และมีความสอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์ด้านพลังงานทดแทน [1] ในปี พ.ศ. 2553 ประเทศไทย มีความต้องการใช้พลังงานรวมในภาคที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2552 ถึงร้อยละ 9.2 [2] ส่งผลให้มีการนำเข้ามาของพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2552 ถึงร้อยละ 220.0 จากสถานการณ์ดังกล่าว บ่งชี้ได้ว่าประเทศไทยเผชิญหน้ากับปัญหาวิกฤตการณ์พลังงานครั้งสำคัญ ตามแผนพลังงานทดแทน 15 ปี ได้กำหนดให้ในปี พ.ศ. 2565 ประเทศไทยต้องเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนจากร้อยละ 9.2 ของการใช้พลังงานรวมทั้งประเทศเป็นร้อยละ 20.3 [3] โดยภาครัฐได้กำหนดเป้าหมายการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนในปี พ.ศ. 2565 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 30 ของอัตราการผลิตในปี พ.ศ. 2551 แต่ในปี พ.ศ. 2553 พบว่า มีการใช้กระแสไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานทดแทนเพียงร้อยละ 4.3 ของอัตราการผลิตพลังงานทดแทนในปีเดียวกัน

ปัจจุบัน พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทดแทนรูปแบบหนึ่งในประเทศไทยที่มีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าสูงมาก [3] ซึ่งการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่มีความยั่งยืน และเป็นพลังงานสะอาดอย่างแท้จริง ประเทศไทยรับพลังงานจากแสงอาทิตย์สูงเกือบตลอดทั้งปี ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ประเทศไทยมีศักยภาพในการใช้แสงอาทิตย์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ สูงถึง 5,000 เมกกะวัตต์ ซึ่งกำลังการผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์จะแปรผันตาม ความเข้มแสงอาทิตย์ ที่ตกกระทบแผง และอุณหภูมิของแสงอาทิตย์ [4] ในความเป็นจริงกลับพบว่ามีการผลิตพลังงานไฟฟ้าเพียง 32 เมกกะวัตต์ ซึ่งต่ำกว่าการคาดการณ์ตามแผนพลังงานทดแทนมาก สาเหตุสำคัญส่วนหนึ่งคือ ความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ เนื่องจากเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์เป็นศาสตร์ขั้นสูงที่ต้องอาศัยวัตถุดิบ และอุปกรณ์ต่าง ๆ จากต่างประเทศเป็นหลัก ต้นทุนในการผลิตพลังงาน

ไฟฟ้าต่อหน่วยจึงสูงกว่า ส่งผลให้ระยะเวลาในการคืนทุนไม่คุ้มค่ากับการลงทุน [5] ประกอบกับระเบียบข้อบังคับในการรับซื้อพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการผลิตด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทยยังไม่มีชัดเจน ดังนั้น ในการแสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ด้านผลิตพลังงานรูปแบบอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าจ่ายให้กับระบบขนาดใหญ่ จึงเป็นการผลักดันให้เซลล์แสงอาทิตย์เป็นที่ยอมรับกับผู้ใช้จำนวนมากขึ้น ด้วยเหตุนี้ จึงเป็นมาของการพัฒนาสถานีอัดประจุสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ แบบอิสระ โดยดำเนินการติดตั้งในพื้นที่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ซึ่งออกแบบให้เป็นสถานีสำหรับนั่งพัก และนั่งทำงานทั้งช่วงเวลากลางวัน และกลางคืน เนื่องจาก มีหลอดไฟแอล.อี.ดี ขนาด 7 วัตต์ จำนวน 2 ชุด ให้แสงสว่างในช่วงกลางคืน และมีเต้าเสียบไฟฟ้า ขนาด 220 โวลต์ ไว้สำหรับใช้งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น คอมพิวเตอร์แบบพกพา โทรศัพท์เคลื่อนที่ แบตเตอรี่สำรอง เป็นต้น โดยประยุกต์ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 90 วัตต์ จำนวน 4 แผง ทำหน้าที่แปลงผันพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ร่วมกับแบตเตอรี่ ขนาด 12 โวลต์ 45 แอมแปร์/ชั่วโมง ทำหน้าที่กักเก็บพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 1 ลูก และอินเวอร์เตอร์ ขนาด 500 วัตต์ 220 โวลต์ สำหรับแปลงผันพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงไปเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ

## 2. วิธีการวิจัย

ในการออกแบบ และพัฒนาสถานีอัดประจุสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบอิสระ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ มีส่วนประกอบของระบบ ดังรูปที่ 1

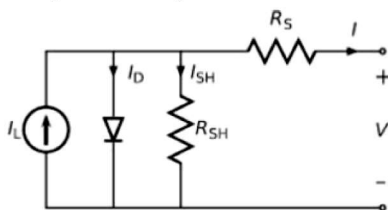


รูปที่ 1 โดอะแกรมระบบสถานีอัดประจุสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ แบบอิสระ



## 2.1 แบบจำลองระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ (Model of Photo Voltaic System)

หลักการเบื้องต้นของระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ สามารถจำลองการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ในอุดมคติด้วยวงจรสมมูล โดยเขียนแทนด้วยแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดความเข้มแสงที่ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์นั้น เชื่อมต่อกับไดโอด ร่วมกับค่าความต้านทานที่ต่อขนาน ( $R_{sh}$ ) และค่าความต้านทานต่ออนุกรม ( $R_s$ ) ดังรูปที่ 2 รูปที่ 2 วงจรสมมูลของเซลล์แสงอาทิตย์



สมการความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันทางด้านออก (V) และกระแสไฟฟ้า (I) ดังสมการที่ (1)

$$I = I_L - I_S \left[ \exp\left(\frac{q(V + I R_s)}{nkT}\right) - 1 \right] - (V + I R_s) / R_{SH} \quad (1)$$

เมื่อ  $I_L$  คือ ปริมาณกระแสไฟฟ้า ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดความเข้มแสงที่ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์นั้น;  $I_S$  คือ กระแสอิ่มตัวย้อนกลับของไดโอด;  $n$  คือ อัตราส่วนอุดมคติของไดโอด;  $q$  คือ คุณสมบัติพื้นฐานของประจุไฟฟ้า ( $1.6 \times 10^{-19}$  C);  $k$  คือ ค่าคงตัวของโบลทซ์มานน์ ( $1.38 \times 10^{-23}$  J/K);  $R_{sh}$  คือ ค่าความต้านทานต่อขนาน;  $R_s$  คือ ค่าความต้านทานต่ออนุกรม และ  $T$  คือ อุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ [6]

จากสมการที่ (1) สามารถเขียนใหม่ได้ ดังสมการที่ (2)

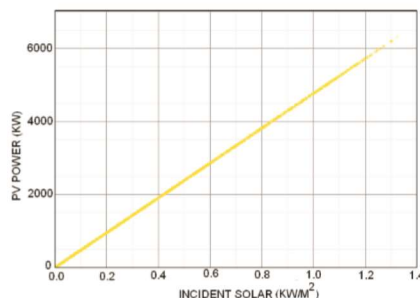
$$I = I_L - I_S \left[ \exp\left(\frac{qV}{nkT}\right) - 1 \right] \quad (2)$$

เนื่องจาก กำลังไฟฟ้าด้านออกของเซลล์แสงอาทิตย์ (P) จะขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ต่อพื้นที่ จะสามารถเขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ได้ ดังสมการที่ (3)

$$P = \gamma f \left( \frac{G_T}{G_{T,STC}} \right) \quad (3)$$

เมื่อ  $\gamma$  คือ ค่าพิกัดกำลังไฟฟ้า (kW) ของชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ภายใต้การทดสอบที่สภาวะมาตรฐาน (Under Standard Test Conditions; STC);  $f$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์การ

รับความร้อนของชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (%);  $G_T$  คือ ค่าความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ต่อพื้นที่ต่อชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ( $\text{kW}/\text{m}^2$ );  $G_{T,STC}$  คือ ค่าความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ต่อพื้นที่ในสภาวะการทดสอบมาตรฐาน ( $\text{kW}/\text{m}^2$ ) ลักษณะรูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าพิกัดกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ (kW) กับค่าความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ต่อพื้นที่ ( $\text{kW}/\text{m}^2$ ) ดังรูปที่ 3

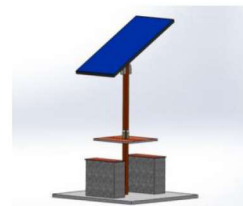


รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ค่าพิกัดกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ (kW) กับค่าความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ต่อพื้นที่ ( $\text{kW}/\text{m}^2$ )

ค่าพลังงานที่จ่ายให้กับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ นั้นคือ ค่าความเข้มแสงของรังสีดวงอาทิตย์ต่อพื้นที่ [7] ซึ่งสามารถทำการประมาณค่าได้ ดังสมการที่ (4)

$$G_T = G_b R_b + G_d R_d + (G_d + G_b) R_r \quad (4)$$

เมื่อ  $G_b$  และ  $G_d$  คือ รังสีจากดวงอาทิตย์โดยตรงมายังพื้นผิวโลก และรังสีกระจาย;  $R_b$ ,  $R_d$  และ  $R_r$  คือ ปัจจัยการเรียงของลำแสง การแพร่กระจาย และการสะท้อนของรังสีแสงอาทิตย์ ตามลำดับ

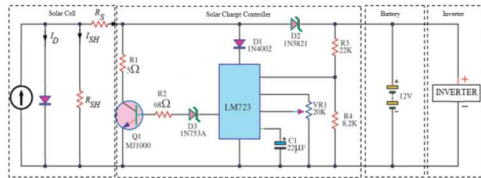


## 2.2 ระบบจัดการพลังงาน (Energy Management)

ส่วนประกอบของระบบจัดการพลังงานที่ใช้ระบบสถานีอัดประจุสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบอิสระ ประกอบด้วย โขลาคอนโทรลชาร์จเจอร์ สำหรับควบคุม



การอัดประจุให้กับแบตเตอรี่ ร่วมกับแบตเตอรี่ ขนาด 12 โวลต์ 45 แอมแปร์/ชั่วโมง ซึ่งทำหน้าที่กักเก็บพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 1 ลูก ซึ่งพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแบตเตอรี่ จะนำมาจ่ายให้กับอินเวอร์เตอร์ ขนาด 500 วัตต์ 220 โวลต์ เพื่อแปลงไฟฟ้ากระแสตรงของแบตเตอรี่ (DC System) ให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC System) เพื่อใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ส่วนประกอบภายในของระบบจัดการพลังงาน

### 3. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

การทดลองหาประสิทธิภาพ และระยะเวลาในการอัดประจุให้กับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า โดยใช้แอล.อี.ดี ขนาด 7 วัตต์ จำนวน 2 ชุด คอมพิวเตอร์แบบพกพา จำนวน 1 เครื่อง และโทรศัพท์เคลื่อนที่ จำนวน 5 เครื่อง ดังรูปที่ 5 เพื่อเป็นตัวอย่างในการใช้งานร่วมกับระบบสถานีอัดประจุสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบอิสระ ซึ่งในการทดลองหาประสิทธิภาพการอัดประจุให้กับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า จะทำการทดลอง 2 ช่วงเวลา ตั้งแต่เวลา 08.00 – 11.10 น. และ 12.00 – 15.05 น. โดยผลการตรวจสอบสถานะความจุของแบตเตอรี่ และระยะเวลาในการอัดประจุแบตเตอรี่ของคอมพิวเตอร์แบบพกพา จำนวน 1 เครื่อง และโทรศัพท์เคลื่อนที่ จำนวน 5 เครื่อง ดังตารางที่ 1

ชื่ออุปกรณ์	ขนาดของแบตเตอรี่ (มิลลิแอมแปร์)	สถานะแบตเตอรี่		ระยะเวลาชาร์จแบตเตอรี่ (1)		ระยะเวลาชาร์จแบตเตอรี่ (2)	
		ก่อน	หลัง	เริ่ม	หยุด	เริ่ม	หยุด
SAMSUNG GALAXY J5	2,600	0%	100%	08.00 น.	10.30 น.	12.00 น.	14.25 น.
SAMSUNG DUOS	1,150	0%	100%	08.00 น.	09.20 น.	12.00 น.	13.20 น.
OPPO R1 (R829)	2,410	0%	100%	08.00 น.	10.15 น.	12.00 น.	14.10 น.
OPPO R1 (R829)	2,410	0%	100%	08.00 น.	10.15 น.	12.00 น.	14.10 น.
TRUE SMART 4.0	1,350	0%	100%	08.00 น.	09.40 น.	12.00 น.	13.40 น.
ACER LAPTOP	4,700	0%	100%	08.00 น.	11.10 น.	12.00 น.	15.05 น.
L.E.D LAMP 14 W	N/A	ใช้งานตลอดช่วงเวลา					

รูปที่ 5 ลักษณะสถานีอัดประจุพลังงานแสงอาทิตย์แบบอิสระและการใช้งาน

ตารางที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพและการอัดประจุให้กับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลา

### 4. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษา เพื่อหาประสิทธิภาพ และระยะเวลาในการอัดประจุให้กับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า โดยใช้แอล.อี.ดี ขนาด 7 วัตต์ จำนวน 2 ชุด (เปิดทุกครั้งในขณะทำการทดสอบ) คอมพิวเตอร์แบบพกพา จำนวน 1 เครื่อง รุ่น ACER Aspire E15 E5 - 551G ค่าความจุแบตเตอรี่ 4,700 มิลลิแอมแปร์ และโทรศัพท์เคลื่อนที่ จำนวน 5 เครื่อง คือ SAMSUNG GALAXY J5 ค่าความจุแบตเตอรี่ 2,600 มิลลิแอมแปร์ SAMSUNG DUOS ค่าความจุแบตเตอรี่ 1,150 มิลลิแอมแปร์ OPPO R1 (R829) ค่าความจุแบตเตอรี่ 2,410 มิลลิแอมแปร์ (จำนวน 2 เครื่อง) TRUE SMART 4.0 ค่าความจุแบตเตอรี่ 1,350 มิลลิแอมแปร์ ซึ่งในการทดลองหาประสิทธิภาพการอัดประจุให้กับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า จะทำการทดลอง 2 ช่วงเวลา ตั้งแต่เวลา 08.00 – 11.10 น. และ 12.00 – 15.05 น. ดังตารางที่ 1 ซึ่งกำหนดให้สถานะของแบตเตอรี่หมดก่อนอัดประจุ อยู่ที่ 0 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อผ่านช่วงเวลาการอัดประจุแล้วเติม อยู่ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ จะใช้เวลาในการอัดประจุเต็มต้องใช้เวลาเฉลี่ยทั้งสิ้น 3 ชั่วโมง ซึ่งจะไม่พิจารณาอายุการใช้งานของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ทำการทดสอบ เนื่องจากอาจส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการอัดประจุของระบบสถานีอัดประจุสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบอิสระทำให้ผลการทดสอบเปลี่ยนแปลงได้

### 5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายดัสมีชี บินเจ๊ะอาแซ นายอนันต์ ยา และนายอับดุลเลาะ สามะ นักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏวราชนครินทร์ ที่ให้ข้อมูลในการดำเนินงานวิจัย และขอขอบคุณสถานที่ในการทำวิจัย ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวราชนครินทร์

### 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] วรพงศ์ พวงแก้ว และคณะ (2553). การประเมินศักยภาพของแหล่งพลังงานลมและความเป็นไปได้ในการติดตั้งโรงไฟฟ้าพลังงานลมขนาด 0.225 - 0.75 เมกะวัตต์ ตามแนวชายฝั่งทะเล ของจังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดสงขลา, *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ*, ปีที่ 12, ฉบับที่ 3 ตุลาคม 2552 – มกราคม 2553, 129 - 137.
- [2] Department of Alternative Energy Development and Efficiency [DEDE] (2010). *รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย (เบื้องต้น) 2553 [Thailand Energy Statistics 2010]*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา



[http://www.dede.go.th/dede/images/stories/stat\\_dede/Th\\_En\\_St\\_2010\\_p.pdf](http://www.dede.go.th/dede/images/stories/stat_dede/Th_En_St_2010_p.pdf), เข้าดูเมื่อวันที่ 10/08/2553.

[3] Department of Alternative Energy Development and Efficiency [DEDE] (2008). แผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (พ.ศ. 2551 - 2565) [Renewable Energy Development Plan], [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา [http://www.dede.go.th/dede/images/stories/stat\\_dede/Th\\_En\\_St\\_2010\\_p.pdf](http://www.dede.go.th/dede/images/stories/stat_dede/Th_En_St_2010_p.pdf), เข้าดูเมื่อวันที่ 10/08/2553.

[4] สรรพพล คุ่มทรัพย์ (2555). สถานีอัดประจุแบตเตอรี่สำหรับรถไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์, วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ปีที่ 7, ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2555, 100 - 108.

[5] พิมพ์มาศ วรรณคณาพล และคณะ (2555). ประโยชน์ของการใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา: กรณีศึกษาอาคารที่พักอาศัยต้นทุนต่ำ, วารสารวิจัยและสาระสถาปัตยกรรม/ผังเมือง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต, ปีที่ 9, ฉบับที่ 2 ธันวาคม 2555, 49 - 61.

[6] Satya, P.M. and Dubey, S.P. (2016). Analysis of Effects on Hybrid Power System's Costs and Pollutant Emissions due to Replacement of Petroleum Diesel with Natural Gas, Fuel Oil and Biodiesel, paper presented in *Electrical Energy Systems (ICESS 2016) 3<sup>rd</sup> International Conference*, Chennai, India.

[7] Oner, O.C., Uzunoglu, M. and Alan, M.S. (2006). Dynamic modeling, Design and Simulation of a Wind/Fuel Cell/Ultra-Capacitor-Base Hybrid Power Generator System, *Journal of Power Sources*, Vol. 161, May 2006, pp. 707 - 722.