การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์แผงเซลล์แสงอาทิตย์จากโครงการระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนชนบท**

Alternative Utilization of Photovoltaic Panels from the Solar Home System Project for Rural Community**

กันต์ ปานประยูร*
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

Gunn Panprayun*
Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีแนวคิดเพื่อหาทางออกให้กับอุปสรรคต่อความยั่งยืนของระบบโครงการระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์โดยเฉพาะการละทิ้งการใช้งานระบบเนื่องจากอุปกรณ์ประกอบระบบชำรุด เสียหาย เช่น แบตเตอรี่ เครื่องประจุแบตเตอรี่ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า แม้แต่การเข้าถึงของสายส่งไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม แผงเซลล์แสงอาทิตย์จากระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่นได้ โดยในการวิจัยได้ทำการสำรวจสถานะของระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อประเมินศักยภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ พบว่ามีแผงเซลล์ร้อยละ 93.5 อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน สามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อการเรียนการสอนทางไกล หรือสาธารณสุขชุมชน ในรูปแบบของระบบ Stand-alone System with Battery หรือ PV-Diesel Engine Hybrid System เมื่อต้องการเสถียรภาพมากขึ้น รวมถึงการปรับเปลี่ยนเป็น Grid Connected System ในกรณีที่สายส่งไฟฟ้าเข้าถึงแล้ว โดยระบบมีขนาด 5.6 กิโลวัตต์สูงสุด สำหรับความต้องการใช้ไฟฟ้า 20 หน่วยต่อวัน จะมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเท่ากับ 11.32 7.05 และ 1.36 บาท ต่อหน่วยตามลำดับ

คำสำคัญ: แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ระบบไฟฟ้าพลังแสงอาทิตย์ ระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์

* ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding Author)
e-mail: gunn.pan@mahidol.edu

** ขอขอบคุณคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และ อบต. ศรีมงคล อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี ที่ให้การสนับสนุนการวิจัย

49-68.indd 49 9/11/17 10:54:18 AM

Abstract

The concept of this research was to find out sustainable solutions for the Solar Home System (SHS) project; especially for abandoned systems due to malfunction of system components including battery, charge controller, inverter, and even access to the grid utility. However, photovoltaic panels are able to be applied for alternative utilizations. The results of the Solar Home System (SHS) potential evaluation showed that 93.5% of photovoltaic panels, were working normally. The photovoltaic panels could be applied to generate electricity for remote learning or community health facilities. The alternative systems include a stand-alone system with a battery or a PV-diesel engine hybrid system for tasks that need more reliability and a grid-connected system in case of grid utility access. The designed system produced 5.6 kWp that could support an electricity demand of about 20 kWh per day. The costs of energy were about 11.32, 7.05, 1.36 Baht/kWh, respectively.

Keywords: Solar Panel, Solar Powered System, Solar Home System

บทนำ

ไฟฟ้าจัดเป็นแหล่งพลังงานพื้นฐานของมนุษย์ที่ควบคู่ไปกับความเจริญทางด้านเศรษฐกิจและความเป็นอยู่ในสังคม การจัดให้มีทุกครัวเรือนในประเทศไทยมีไฟฟ้าใช้เป็นภารกิจที่สำคัญอย่างหนึ่งของรัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง แต่ในปัจจุบันยังมีพื้นที่ชนบทห่างไกลบางส่วนในประเทศ มีข้อจำกัดไม่สามารถทำการส่งกระแสไฟฟ้าไปได้อย่างทั่วถึง เนื่องมาจากหลายปัจจัย เช่น การกระจายตัวของพื้นที่อยู่อาศัย ทำให้มีต้นทุนในการติดตั้งระบบปักเสาพาดสายสูงมาก หรือเป็นพื้นที่ทับซ้อนกับประกาศของอุทยานที่จะดำเนินการติดตั้งระบบปักเสาพาดสายในพื้นที่ ต้องได้รับการอนุญาตจากทางกรมป่าไม้ จึงจะสามารถดำเนินการติดตั้งได้ แต่กรมป่าไม้ยังไม่ได้อนุญาตให้ดำเนินการ ในปัจจุบันรัฐบาล และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้จัดหาระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Home System, SHS) เข้าไปทดแทนการปักเสาพาดสาย โดยเริ่มดำเนินการติดตั้งตั้งตามบ้านเรือนตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2546 ติดตั้งแล้วเสร็จรวมทั้งสิ้น 2.7 เมกกะวัตต์ ในปี พ.ศ. 2549 และได้มอบกรรมสิทธิ์ในระบบให้องค์การบริหารส่วนตำบล อย่างไรก็ตามพบว่าในหลายพื้นที่มีระบบประมาณ 20% ที่ใช้งานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ เนื่องจากเกิดความเสียหายกับอุปกรณ์บางส่วนได้แก่ อินเวอร์เตอร์ ประมาณ 10% และแบตเตอรี่ประมาณ 9% ในขณะที่เกิดความเสียหายกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพียงประมาณ 1% เท่านั้น (Panprayun et al., 2011) การซ่อมแซมบำรุงรักษาระบบผู้ใช้งานยังไม่สามารถทำได้ด้วยตัวเอง การใช้งบประมาณขององค์การบริหารส่วนตำบลมาซ่อมแซมก็มี

49-68.indd 50 9/11/17 10:54:18 AM

ข้อจำกัด นอกจากนั้นประสิทธิภาพการใช้งานระบบยังมีแนวโน้มที่จะลดลงเนื่องจากการเสื่อมสภาพของแบตเตอรี่ทุก 3 ปี และอินเวอร์เตอร์ทุก 5 ปี อีกด้วย ในขณะที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์นอกจากมีความเสียหายเกิดขึ้นน้อยที่สุดแล้ว ยังมีอายุการใช้งานที่ยาวนานถึง 20-25 ปี

การนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์จากระบบที่เสียหายนี้กลับมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบของสาธารณะประโยชน์อื่นที่ดำเนินการโดยองค์การบริหารส่วนตำบล เช่น โทรทัศน์ผ่านดาวเทียมหรือบริการอินเตอร์เน็ตเพื่อการศึกษาในโรงเรียน หรือ ระบบทำความเย็นสำหรับยาและวัคซีนในจุดบริการสาธารณสุขของชุมชน นอกจากจะเป็นการนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ซึ่งเป็นส่วนที่มีมูลค่าสูงที่สุดของระบบกลับมาใช้ประโยชน์แล้ว ยังเป็นการพัฒนาคุณภาพชีวิตของชุมชนในชนบทที่ห่างไกลอีกด้วย ซึ่งงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาสถานภาพของระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ในพื้นที่บางส่วนของอำเภอศรีสวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี เพื่อทำการประเมินศักยภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และทำการออกแบบระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมกับพื้นที่โดยคำนึงถึงการมีส่วนร่วมของชุมชน แล้วทำการประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิค และเศรษฐศาสตร์ของระบบดังกล่าวเพื่อใช้เป็นตัวแบบสำหรับการจัดการระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ในพื้นที่อื่นของประเทศต่อไป

ความเป็นมาของระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Home System) (Panprayun & Ketjoy, 2008)

ตามที่นายกรัฐมนตรีในขณะนั้น (ทักษิณ ชินวัตร) ได้มาตรวจเยี่ยมการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เมื่อวันที่ 3 เมษายน 2546 และรับทราบว่ามีประชาชนบางส่วนยังไม่มีไฟฟ้าใช้ จึงมอบหมายให้กระทรวงมหาดไทยเชิญหน่วยงานที่เกี่ยวข้องร่วมประชุมเพื่อช่วยเหลือผู้ที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ ให้มีโอกาสได้ใช้ไฟฟ้าทุกครัวเรือนอย่างทั่วถึง อย่างน้อยมีโทรทัศน์ดู เพื่อรับรู้ข่าวสาร ถึงแม้จะเป็นการลงทุนที่ไม่คุ้มค่าก็ตาม เพราะถือว่าเป็นหน้าที่ของรัฐบาลที่ต้องให้การสนับสนุน เพื่อความเสมอภาคของประชาชน โดยตั้งเป้าหมายให้ทุกครัวเรือนมีไฟฟ้าใช้ภายในปี 2547- 2548 โดยมีหลักการว่าบ้านเรือนที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ทีสามารถปักเสาพาดสายได้ให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเร่งดำเนินการ ส่วนบ้านเรือนที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ห่างไกลในเขตป่าเขา หรือ เกาะ ฯลฯ ที่ไม่อาจปักเสาพาดสายได้ให้ใช้ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

โดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้ดำเนินการจัดหาระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์มาติดตั้งให้กับครัวเรือนที่ยังไม่มีไฟฟ้าใช้และอยู่ห่างไกลที่ไม่สามารถให้บริการไฟฟ้าโดยการปักเสาพาดสายได้ หลังจากติดตั้งแล้วเสร็จได้ส่งมอบให้องค์การบริหารส่วนตำบล พร้อมทำการฝึกอบรมประชาชนให้มีความรู้เกี่ยวกับการใช้และการบำรุงรักษาเบื้องต้น ทั้งนี้องค์การบริหารส่วนตำบลจะเป็นผู้วางหลักเกณฑ์ในการบริหารจัดการ เพื่อให้เกิดความยั่งยืนต่อไป โดยพื้นที่เป้าหมายคือครัวเรือนที่ยังไม่มีไฟฟ้าใช้และอยู่ในพื้นที่ห่างไกลที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคไม่อาจให้บริการได้ จำนวนประมาณ 290,716 ครัวเรือน โดยใช้งบประมาณดำเนินการจากเงินอุดหนุนองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีงบประมาณปี พ.ศ. 2547 ถึง 2548 รวมทั้งสิ้น 7,631,295,000 บาท (เจ็ดพันหกร้อยสามสิบเอ็ดล้านสองแสนเก้าหมื่นห้าพันบาทถ้วน) ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งครัวเรือนละ 25,000 บาท ซึ่งสามารถจ่ายไฟด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 120 วัตต์ ด้วยไฟฟ้ากระแส

49-68.indd 51 9/11/17 10:54:18 AM

สลับใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ 10 วัตต์ จำนวน 2 หลอด และโทรทัศน์สี 14 นิ้ว 1 เครื่อง มีระยะเวลาดำเนินการใช้เวลาดำเนินการ 2 ปี ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2546 - เมษายน พ.ศ. 2548 หน่วยงานดำเนินการ กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) และหน่วยงานสนับสนุน ได้แก่ กระทรวงการคลัง สำนักงบประมาณ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กระทรวงพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานคณะกรรมการการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองท้องถิ่น กรมการปกครอง กรมการพัฒนาชุมชน กรมโยธาธิการและผังเมือง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และสำนักงานปลัดกระทรวงมหาดไทย โดยคาดว่าประชาชนทุกครัวเรือนในประเทศไทยมีไฟฟ้าใช้และประชาชนมีโอกาสเข้าถึงข้อมูลข่าวสารและรับรู้ข้อมูลข่าวสารเท่าเทียมกัน สามารถทราบเหตุการณ์ ความเคลื่อนไหวต่างๆอย่างทั่วถึงและทันเหตุการณ์ทำให้วิธีการดำรงชีวิตมีคุณภาพดีขึ้นส่งเสริมนโยบายของรัฐบาลในด้านการส่งเสริมสิทธิในการรับรู้และการมีส่วนร่วมของประชาชน

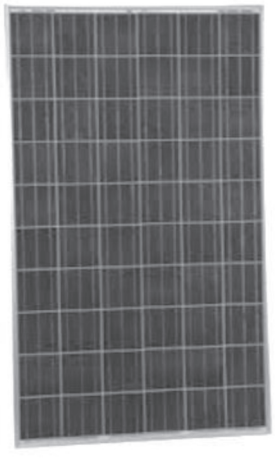
องค์ประกอบระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์

ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระได้รับการออกแบบสำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้า โดยมีหลักการทำงานแบ่งได้เป็น 2 ช่วงเวลากล่าวคือช่วงเวลากลางวัน เซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสงแดดสามารถผลิตไฟฟ้าจ่ายให้แก่อุปกรณ์ไฟฟ้าพร้อมทั้งประจุพลังงานไฟฟ้าส่วนเกินไว้ในแบตเตอรี่พร้อมๆ กันส่วนในช่วงกลางคืนเซลล์แสงอาทิตย์ไม่ได้รับแสงแดดจึงไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ ดังนั้นพลังงานจากแบตเตอรี่ที่เก็บประจุไว้ในช่วงกลางวันจะถูกจ่ายให้แก่อุปกรณ์ไฟฟ้าจึงสามารถกล่าวได้ว่าระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้อุปกรณ์ไฟฟ้าได้ทั้งกลางวันและกลางคืนอุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) และแบตเตอรี่

1) แผงเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ประกอบด้วยชิ้นสารกึ่งตัวนำ 2 ชิ้นมาประกบกัน ชิ้นบนคือ สารกึ่งตัวนำชนิด N และชิ้นล่างคือสารกึ่งตัวนำชนิด P บริเวณที่ต่อกันเรียกว่า รอยต่อ PN (P-N Junction) สารกึ่งตัวนำที่นิยมนำมาใช้ในการผลิตเซลล์รับแสงอาทิตย์คือ ซิลิกอน การทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นขบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นกระแสไฟฟ้าได้โดยตรง เมื่อแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและมีพลังงานมาตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์ เกิดการสร้างพาหะนำไฟฟ้าประจุลบและบวกขึ้น โดยโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นจะทำหน้าที่สร้างสนามไฟฟ้าภายในเซลล์ เพื่อแยกพาหะนำไฟฟ้าชนิดอิเล็คตรอนไปที่ขั้วลบกระทบกับสารกึ่งตัวนำ และพาหะนำไฟฟ้าชนิดโฮลไปที่ขั้วบวก (ปกติที่ฐานจะใช้สารกึ่งตัวนำชนิดพี ขั้วไฟฟ้าด้านหลังจึงเป็นขั้วบวก ส่วนด้านรับแสงใช้สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น ขั้วไฟฟ้าจึงเป็นขั้วลบ) จะเกิดการถ่ายทอดพลังงานระหว่างกัน พลังงานจากแสงจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า (อิเล็คตรอน) ให้ครบวงจรไฟฟ้าจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลขึ้นในสารกึ่งตัวนำ จึงสามารถต่อกระแสไฟฟ้าดังกล่าวไปใช้งานได้ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าแบบกระแสตรงที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสอง เมื่อต่อเข้าด้วยกัน สำหรับโครงการระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ กำหนดให้มีขนาดไม่น้อยกว่า 120 วัตต์

49-68.indd 52 9/11/17 10:54:18 AM



ภาพที่ 1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ยี่ห้อ Sharp รุ่น ND-L3E6ET ขนาด 123.0 W (Sharp, 2016)

2) เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า

ทำหน้าที่ประจุไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลงในแบตเตอรี่จนเต็ม และควบคุมไม่ให้ประจุไฟฟ้ามากเกินด้วยการเบี่ยงเบนไฟฟ้าออกจากแบตเตอรี่เมื่อมีการประจุจนเต็ม ถ้าไม่มีเครื่องควบคุมการประจุ แผงเซลล์แสงอาทิตย์อาจประจุไฟฟ้าลงในแบตเตอรี่มากเกินไป (Overcharge) จะทำให้แบตเตอรี่เกิดการสูญเสียน้ำอย่างรวดเร็ว ร้อนขึ้นและอาจเกิดความเสียหายได้ถ้าเป็นระบบเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดเล็กที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดประมาณ 1-5 วัตต์หรือจ่ายไฟฟ้าได้ประมาณ 1/60 ของความจุแบตเตอรี่ต่อวันหรือน้อยกว่านั้นอาจไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องควบคุมการประจุ

3) เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter)

เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ปรับเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V ถ้าหรับใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อยู่ในบ้านโดยทั่วไป เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าจะออกแบบวงจรภายในโดยใช้วงจร Switching แปลงระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับโดยมีสัญญาณความถี่ไฟฟ้า 50Hz อย่างไรก็ตามในโครงการระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เลือกใช้เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ Modified Sine Wave ซึ่งให้คลื่นกระแสไฟฟ้ามีลักษณะเป็นเหลี่ยมซึ่งไม่เหมาะที่จะใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีมอเตอร์

4) แบตเตอรี่

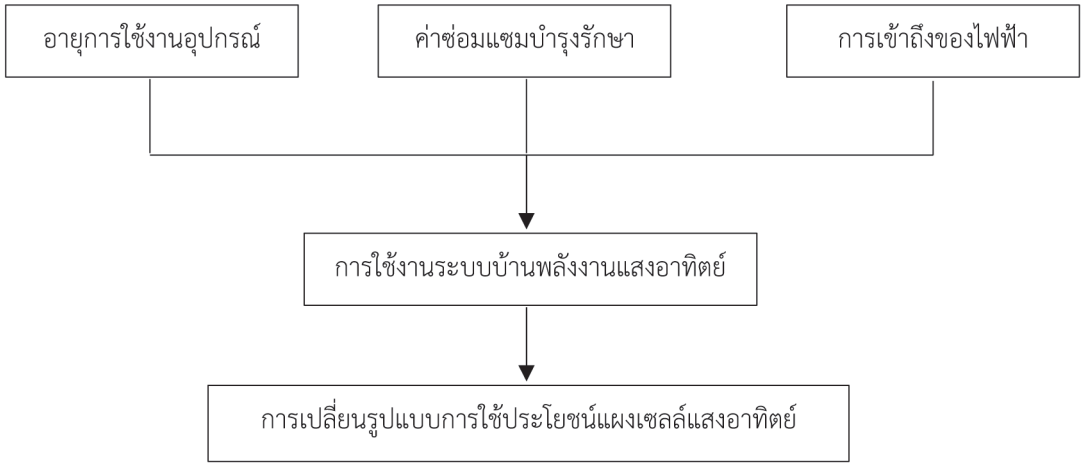
เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วย เซลล์ไฟฟ้าเคมี หนึ่งเซลล์หรือมากกว่า ที่มีการเชื่อมต่อภายนอกเพื่อให้กำลังงานกับอุปกรณ์ไฟฟ้า แบตเตอรี่มี ขั้วบวก และ ขั้วลบ โดยขั้วที่มีเครื่องหมายบวกจะมีพลังงานศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าขั้วที่มีเครื่องหมายลบ ขั้วที่มีเครื่องหมายลบคือแหล่งที่มาของอิเล็กตรอนที่เมื่อเชื่อมต่อกับวงจรภายนอกแล้วอิเล็กตรอนเหล่านี้จะไหล และส่งพลังงานให้กับอุปกรณ์ภายนอก เมื่อแบตเตอรี่เชื่อมต่อกับวงจรภายนอก สารอิเล็กโทรไลต์ มีความสามารถที่จะเคลื่อนที่โดยทำตัวเป็นไอออน ยอมให้ปฏิกิริยาทาง

49-68.indd 53 9/11/17 10:54:18 AM

เคมีทำงานแล้วเสร็จในขั้วไฟฟ้าที่อยู่ห่างกัน เป็นการส่งมอบพลังงานให้กับวงจรภายนอก การเคลื่อนไหวของไอออนเหล่านั้นที่อยู่ในแบตเตอรี่ที่ทำให้เกิดกระแสไหลออกจากแบตเตอรี่เพื่อปฏิบัติงาน ในโครงการระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เลือกใช้แบตเตอรี่แบบตะกั่ว-กรด ซึ่งมีอัตราส่วนพลังงานต่อน้ำหนักที่ต่ำมาก และอัตราส่วนพลังงานต่อปริมาณที่ต่ำ แต่มีอัตราส่วนกำลังงานต่อน้ำหนักค่อนข้างสูง (Shallow Cycle) ซึ่งไม่เหมาะสมกับลักษณะงานในระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ต้องการกำลังงานต่ำ และพลังงานที่สูง (Deep Cycle)

วัตถุประสงค์

การวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำปัจจัยที่เป็นอุปสรรคต่อความยั่งยืนของการใช้งานระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ ที่กำลังเกิดขึ้นในปัจจุบันทั้งจากการพัฒนาชุมชนชนบทไปเป็นชุมชนเมือง การเข้าถึงของสายส่งไฟฟ้า และภาระในการบำรุงรักษา ส่งผลให้ชุมชนเลิกใช้งานระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ หากหน่วยงานภาครัฐ หรือหน่วยงานบริหารส่วนท้องถิ่นยังไม่มีความพร้อมรับมือการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ย่อมเป็นการสูญเสียงบประมาณ และสิ้นเปลืองทรัพยากรไปโดยเปล่าประโยชน์



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย

49-68.indd 54 9/11/17 10:54:18 AM

การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1) ศึกษาศักยภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์จากระบบไฟฟ้าบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ในพื้นที่ ตำบลศรีมงคล อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจบุรี

2) นำเสนอรูปแบบการใช้ประโยชน์แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากสาธารณะประโยชน์ที่เกิดขึ้นต่อชุมชน

3) ประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของรูปแบบการใช้ประโยชน์แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ออกแบบไว้

ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาศักยภาพของระบบไฟฟ้าบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ที่ผ่านการใช้งานมาแล้วเป็นระยะเวลาหนึ่ง โดยประเมินจากผลการตรวจวัดพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ในระบบฯ ได้แก่ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า แบตเตอรี่ และ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า โดยอ้างอิงมาตรฐานการตรวจวัด และการประเมินสภาพของอุปกรณ์ระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ จากคู่มือการตรวจสภาพระบบไฟฟ้าบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ของ Border Team Energy Thailand (BGET) วิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดความไม่มั่นคงต่อการใช้งานระบบฯ พร้อมทั้งนำเสนอรูปแบบการใช้ประโยชน์ใหม่ที่เป็นที่ยอมรับของชุมชน สามารถใช้งานได้อย่างยั่งยืน และมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

วิธีการวิจัย

งานวิจัยเป็นการวิจัยเชิงสำรวจ เพื่อตอบคำถามวิจัยว่าปัจจุบันระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์มีสถานะอย่างไรและในอนาคตเมื่อไม่มีการใช้งานระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์แล้วควรมีวิธีการจัดการอย่างไรกับระบบ โดยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัย การใช้งานระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ส่วนประกอบและหลักการทำงานของระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ ระบบการใช้งานของระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ การใช้ประโยชน์ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ตลอดจนข้อมูลอื่นๆ เพื่อเป็นความรู้และแนวทางในการศึกษา

2) การเก็บข้อมูลภาคสนาม ศึกษาความเสียหายของระบบ ในแต่ละอุปกรณ์ จากโครงการระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ที่ทำการติดตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2546 ในตำบลศรีมงคล อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจบุรี โดยใช้แบบสำรวจสถานะของระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นเครื่องมือในการสำรวจ ทำการสำรวจ 93 ครัวเรือน ในระหว่างเดือนมกราคม 2558 ถึงมิถุนายน 2558 โดยทำการตรวจสอบพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์ (ยี่ห้อ Fluke รุ่น 179, error $Voltage_{DC}$ ±0.09%+2, $Voltage_{AC}$ ±1.0%+3, $Current_{AC}$ ±1.0%+3, $Current_{DC}$ ±1.5%+3 โดยดำเนินการดังนี้

49-68.indd 55 9/11/17 10:54:18 AM

(1) การตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยการปลดสายไฟฟ้าที่ต่อมาจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เชื่อมต่อกับเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าออกจากนั้นทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (Voc) ด้วย มัลติมิเตอร์ ทำการวัดโดยนำเข็มวัดทั้ง 2 เส้นที่เป็นขั้วบวก และขั้วลบ จากมัลติมิเตอร์จ่อเข้ากับสายไฟฟ้าที่ส่งตรงมาจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้ตรงตามขั้วบวกและขั้วลบ บันทึกค่าที่ได

(2) การตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าของเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าโดยการปลดสายเครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้าขั้วบวกออกจากแบตเตอรี่ ทำการวัดด้วย มัลติมิเตอร์โดยการจ่อเข็มที่เป็นขั้วบวกเข้ากับสายที่ปลดออกมาและเข็มที่เป็นขั้วลบ จ่อเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่ บันทึกค่าที่ได้

(3) การตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ หลังจากอ่านค่าที่วัดได้ของเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าแล้ว ให้นำเข็มที่เป็นขั้วบวกจากเครื่องมัลติมิเตอร์ ไปจ่อที่ขั้วบวกของแบตเตอรี่ และทำเช่นเดียวกันนั้นกับขั้วลบที่แบตเตอรี่ บันทึกค่าที่ได้

(4) การตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า หลังจากตรวจวัดอุปกรณ์ข้างต้นแล้ว ทำการต่อกลับเข้าให้เป็นระบบดังเดิม จากนั้นวัดค่า เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าโดยการนำเข็มขั้วบวกและขั้วลบ ไปจ่อที่ปลั๊กไฟ บันทึกค่าก็ จะได้ค่าของระบบไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน

3) การวิเคราะห์ข้อมูล ทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติความถี่ ร้อยละ เพื่อประเมินศักยภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แล้วนำเสนอรูปแบบการใช้ประโยชน์ใหม่ได้แก่ Stand-Alone System with Battery, PV-Diesel Engine Hybrid System และ Grid Connected System พร้อมการประเมินในเชิงเศรษฐศาสตร์ ดังนี้

$$LCC = C_{Cap,tot} + C_{ann,tot} + C_{Repl,tot} + C_{Sal} \quad (1)$$

โดย:
- LCC คือ ค่าใช้จ่ายตลอดอายุใช้งาน
- $C_{Cap,tot}$ คือ งบลงทุน
- $C_{ann,tot}$ คือ ค่าใช้จ่ายรายปี
- $C_{Repl,tot}$ คือ ค่าเปลี่ยนอุปกรณ์
- C_{Sal} คือ ค่าขายซาก

และ

$$COE = LCC/(E_{prod} \times SysLife) \quad (2)$$

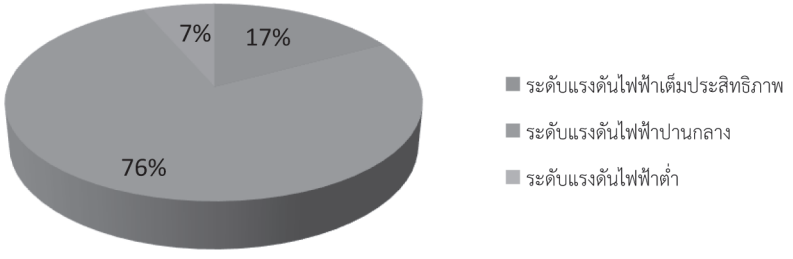
โดย:
- COE คือ ราคาพลังงานต่อหน่วยพลังงาน (บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
- E_{prod} คือ พลังงานที่ผลิตได้ต่อปี (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
- SysLife คือ อายุการใช้งานระบบ (ปี)

49-68.indd 56 9/11/17 10:54:19 AM

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

แผงเซลล์แสงอาทิตย์

พบว่ามีจำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 16 แผง คิดเป็นร้อยละ 17.2 มีระดับแรงดันไฟฟ้าเต็มประสิทธิภาพ จำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 71 แผง คิดเป็นร้อยละ76.3 มีระดับแรงดันไฟฟ้าปานกลาง จำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 6 แผง คิดเป็นร้อยละ 6.5 มีระดับแรงดันไฟฟ้าต่ำ โดยเปรียบเทียบจากค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อวัดขณะที่มีแสงแดด ถ้ามีค่าตั้งแต่ 19 โวลต์ ขึ้นไป แสดงว่ามีระดับแรงดันไฟฟ้าเต็มพิกัด ถ้ามีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง17 โวลต์ ถึง 18 โวลต์ แสดงว่ามีระดับแรงดันไฟฟ้าปานกลาง ถ้ามีค่าต่ำกว่า 16 โวลต์ มีระดับแรงดันไฟฟ้าต่ำ ดังภาพที่ 3



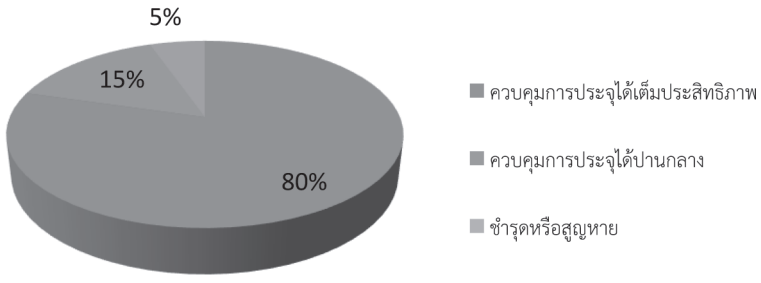
ภาพที่ 3 ระดับแรงดันไฟฟ้า

เมื่อตรวจสอบเพิ่มเติมพบว่าร้อยละ 97.8 ของแผงมีฝุ่นละอองปกคลุม มีเพียงร้อยละ 2.2 ที่เกิด Hot Spot หรือ Snail Trail ขึ้น อาจประมาณการได้ว่าแผงร้อยละ 93.5 หรือมากกว่า (ต้องทำความสะอาดและตรวจสอบเพิ่มเติม) มีศักยภาพที่ดีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่อไป

เครื่องควบคุมการประจุและเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

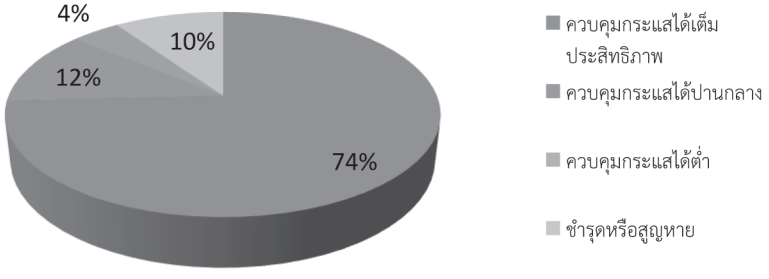
พบว่ามีเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าที่สามารถควบคุมประจุได้เต็มประสิทธิภาพ คิดเป็นร้อยละ 79.5 มีเครื่องที่สามารถควบคุมประจุได้ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 15.1 และมีเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าที่ชำรุดหรือสูญหาย คิดเป็นร้อยละ 5.4 โดยเปรียบเทียบจากค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงของเครื่องควบคุมการประจุเมื่อวัดค่าแรงดันไฟฟ้าขณะที่ต่อวงจรครบ ถ้ามีค่าตั้งแต่ 13.6 โวลต์ ขึ้นไป แสดงว่าเครื่องควบคุมการประจุสามารถควบคุมประจุได้เต็มประสิทธิภาพ และ ถ้ามีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1 โวลต์ ถึง 13.5 โวลต์ แสดงว่าเครื่องควบคุมการประจุสามารถควบคุมประจุได้ประสิทธิภาพปานกลาง ดังภาพที่ 4

49-68.indd 57 9/11/17 10:54:19 AM



ภาพที่ 4 การทำงานของเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า

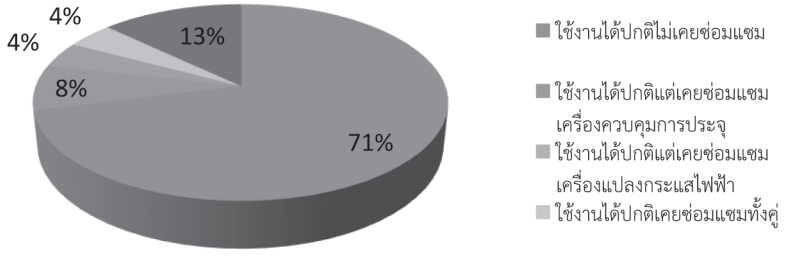
สำหรับเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าพบว่าสามารถควบคุมกระแสได้เต็มประสิทธิภาพ คิดเป็นร้อยละ 74.2 มีเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าที่สามารถควบคุมกระแสได้ปานกลางคิดเป็นร้อยละ 11.8 มีเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าที่สามารถควบคุมกระแสได้ต่ำ คิดเป็นร้อยละ 4.3 และมีเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าที่ชำรุดหรือสูญหาย คิดเป็นร้อยละ9.7 โดยเปรียบเทียบจากค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า เมื่อวัดค่าแรงดันไฟฟ้าขณะที่ต่อวงจรครบ ถ้ามีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 170 ถึง 270 โวลต์ แสดงว่าเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า สามารถแปลงกระแสไฟฟ้าได้เต็มประสิทธิภาพ ถ้ามีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 70 โวลต์ ถึง 169 โวลต์ แสดงว่าเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าสามารถแปลงกระแสไฟฟ้าได้ประสิทธิภาพปานกลาง และถ้ามีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1 โวลต์ ถึง 69 โวลต์ แสดงว่าเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าสามารถแปลงกระแสไฟฟ้าได้ประสิทธิภาพต่ำ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การทำงานของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

49-68.indd 58 9/11/17 10:54:19 AM

ในส่วนของความคงทน และเสถียรภาพของอุปกรณ์พบว่ามีระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ที่เครื่องควบคุมการประจุและเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าทำงานได้เป็นปกติและไม่เคยซ่อมแซมเลย คิดเป็นร้อยละ 71.0 มีเครื่องควบคุมการประจุและเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าที่ทำงานได้ปกติแต่เคยซ่อมแซมเครื่องควบคุมการประจุมาแล้ว คิดเป็นร้อยละ 7.5 มีเครื่องควบคุมการประจุและเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าที่ทำงานได้ปกติแต่เคยซ่อมแซมเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้ามาแล้ว คิดเป็นร้อยละ 4.3 มีเครื่องควบคุมการประจุและเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าที่ใช้งานได้ปกติแต่เคยซ่อมแซมเครื่องควบคุมการประจุและเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้ามาแล้ว คิดเป็นร้อยละ 4.3 และไม่สามารถใช้งานเครื่องควบคุมการประจุและเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าคิดเป็นร้อยละ 12.9 ดังภาพที่ 6

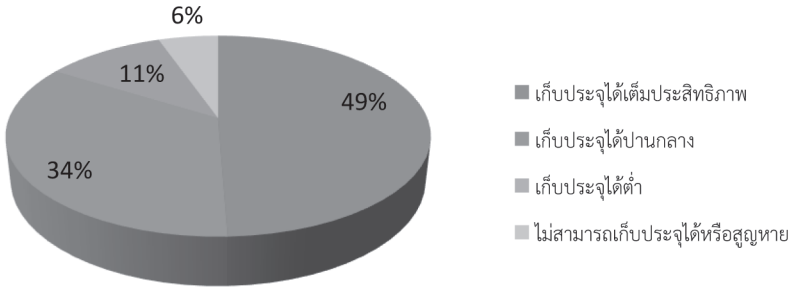


ภาพที่ 6 การใช้งานเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

แบตเตอรี่

มีแบตเตอรี่ที่สามารถเก็บประจุได้เต็มประสิทธิภาพ คิดเป็นร้อยละ 49.4 มีแบตเตอรี่ที่สามารถเก็บประจุได้ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 34.4 มีแบตเตอรี่ที่สามารถเก็บประจุได้ต่ำ คิดเป็นร้อยละ 10.8 และมีแบตเตอรี่ที่ไม่สามารถเก็บประจุได้หรือสูญหาย คิดเป็นร้อยละ 5.4 โดยเปรียบเทียบจากค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงของแบตเตอรี่เมื่อวัดขณะที่ตัดวงจร ถ้ามีค่าตั้งแต่ 12.6 โวลต์ขึ้นไปแสดงว่าสามารถเก็บประจุได้เต็มประสิทธิภาพ ถ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 12 โวลต์ ถึง 12.6 โวลต์ แสดงว่าสามารถเก็บประจุได้ปานกลาง ถ้ามีค่าต่ำกว่า 12 โวลต์แสดงว่าสามารถเก็บประจุได้ต่ำ ดังภาพที่ 7

49-68.indd 59 9/11/17 10:54:19 AM



ภาพที่ 7 การทำงานของแบตเตอรี่

หากพิจารณาปัจจัยด้านอายุการใช้งาน และระยะเวลาการรับประกันอุปกรณ์ พบว่าแบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ที่มีอายุการใช้งานสั้น โดยมีเครื่องควบคุมการประจุและเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าตามมาดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบระยะเวลาในการรับประกันอุปกรณ์ในระบบกับอายุการใช้งานโดยเฉลี่ย

ชนิดของอุปกรณ์	แผงเซลล์แสงอาทิตย์	เครื่องควบคุมการประจุ	เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า	แบตเตอรี่
ระยะเวลาการรับประกัน (ปี)	5	3	3	2
อายุเฉลี่ยของแต่ละอุปกรณ์ที่ชำรุด (ปี)	-	3.75	4.25	3.35

หมายเหตุ: คำนวณจากระยะเวลาการเริ่มใช้งานระบบถึงการชำรุดครั้งแรก โดยไม่รวมอุปกรณ์ที่ยังใช้งานได้ปกติ

เมื่อหมดระยะเวลารับประกันแล้วแม้ว่าระบบจะเป็นขององค์กรบริหารส่วนท้องถิ่น แต่พบว่าไม่ได้ตั้งงบประมาณในส่วนนี้ไว้ให้ภาระค่าใช้จ่ายหลักของการบำรุงรักษา และการจัดหาอุปกรณ์ทดแทนจึงเป็นภาระของผู้ใช้งาน ซึ่งส่วนใหญ่มีรายได้น้อย มีโอกาสที่จะละทิ้งการใช้งาน หรือดัดแปลงระบบจนเกิดความเสียหายกับอุปกรณ์อื่นตามมา ในขณะที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นส่วนที่มีอายุการใช้งานได้นานถึง 20-25 ปี และเกิดความเสียหายน้อยที่สุดยังมีศักยภาพที่สูงสำหรับการใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่น

การออกแบบระบบพลังงานแสงอาทิตย์

จากข้อมูลทั้งหมดพบว่าระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์มีจุดแข็งที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ซึ่งมีความเสียหายต่ำและมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ในขณะที่ระบบมีจุดอ่อนอยู่ที่ส่วนประกอบของระบบได้แก่ แบตเตอรี่ และเครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่และแปลงกระแสไฟฟ้า ที่มีอายุการใช้งานที่จำกัด และ

49-68.indd 60 9/11/17 10:54:19 AM

มีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา และเปลี่ยนใหม่เมื่ออุปกรณ์เสียหายหลังจากหมดประกันไปแล้ว การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์แผงเซลล์แสงอาทิตย์จึงเป็นแนวทางที่จะทำให้เกิดการนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด อย่างไรก็ตามอุปสรรคในการดำเนินโครงการคือการเปรียบเทียบราคาพลังงาน (COE) กับไฟฟ้าจากสายส่งในกรณีที่พื้นที่ได้มีการพัฒนาสายส่งไฟฟ้าขึ้นแล้ว

จากการศึกษาของ Sarlim et al. (2013) พบว่า ร้อยละ 84 ของสมาชิกชุมชนให้การยอมรับกับการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ของเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อสาธารณประโยชน์ของชุมชน และตลอดการใช้งานหน่วยงานของรัฐเป็นผู้ดูแลรับผิดชอบทั้งหมด ส่วนรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่เห็นด้วย มีรายละเอียดดังตารางที่ 2 ส่วนรูปแบบที่ได้รับการยอมรับน้อยเพียงร้อยละ 7 คือ Battery Charging Station เนื่องจากความกังวลในระยะทางของสถานี และการสูญหายของแบตเตอรี่

ตารางที่ 2 แนวทางการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์แผงเซลล์แสงอาทิตย์

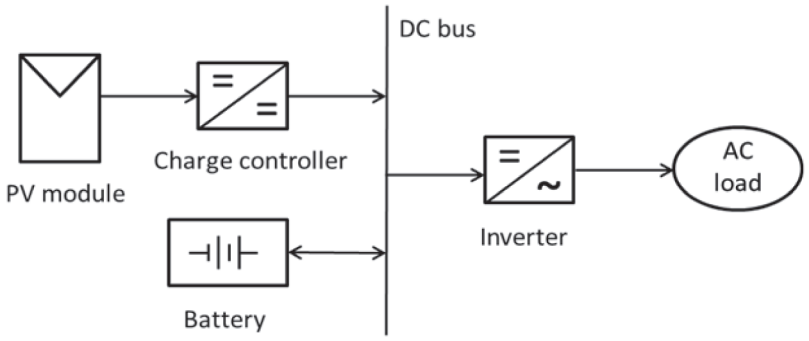
ข้อ	สาธารณะประโยชน์ที่จะมอบให้	ผลรวม	ร้อยละ(%)
1.	เพื่อใช้ในสถานีส่งเสริมสุขภาพตำบล เช่น การจ่ายไฟให้ตู้ทำความเย็นในการเก็บรักษายารักษาโรค	77	15.65
2.	เพื่อใช้ในสถานีสูบน้ำของชุมชน	60	12.20
3.	เพื่อใช้ในสถานีกรองน้ำของชุมชน	41	8.34
4.	เพื่อใช้ในโรงเรียน เช่น การจ่ายไฟให้แก่อุปกรณ์เพื่อการศึกษา	129	26.22
5.	เพื่อใช้ในการเพิ่มแสงสว่าง บริเวณริมถนนในเวลากลางคืน	33	6.71
6.	เพื่อใช้ในการประยุกต์เป็นBattery charging station ภายในชุมชน	32	6.50
7.	เพื่อใช้ในการกระจายข่าวสาร เสียงตามสายภายในชุมชน	42	8.53
8.	ยินดีมอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์คืน ให้แก่องค์กรบริหารส่วนตำบล	78	15.85
	รวม	492	100

ที่มา: Sarlim et al. (2013)

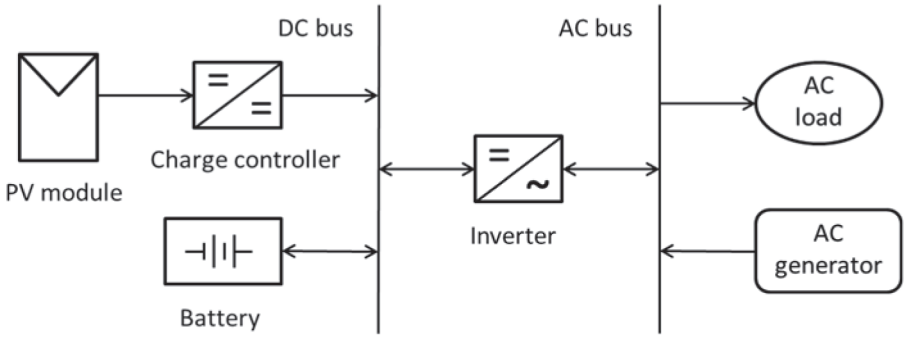
รูปแบบระบบพลังงานแสงอาทิตย์

ตามข้อมูลข้างต้น รูปแบบของระบบที่เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ของชุมชน เพื่อใช้ในโรงเรียนหรือเพื่อใช้ในสถานีส่งเสริมสุขภาพตำบลได้แก่ ระบบ Stand-Alone with Battery และเพิ่มเสถียรภาพได้ด้วยระบบ PV-Diesel Engine Hybrid System ในกรณีที่สายส่งเข้าไม่ถึง และระบบ Grid Connected ในกรณีที่มีการพัฒนาสายส่งไฟฟ้า ดังต่อไปนี้

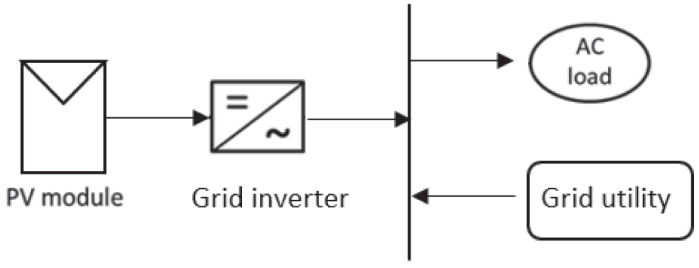
49-68.indd 61 9/11/17 10:54:20 AM



ภาพที่ 8 ระบบ Stand-Alone System with Battery



ภาพที่ 9 ระบบ PV-Diesel Engine Hybrid System



ภาพที่ 10 ระบบ Grid Connected System

49-68.indd 62 9/11/17 10:54:20 AM

การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบ

กำหนดให้ความต้องการใช้ไฟฟ้าของโรงเรียน หรือสาธารณสุขชุมชน มีขนาด 20 kWh/day อายุการใช้งานระบบ 15 ปี ผลิต ความเข้มแสงเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษา 18MJ/m2-day หรือ 5kWh/m2-day แผงเซลล์ Sharp รุ่น ND-L3E6ET ขนาด 123 Wp ประสิทธิภาพแผง 12.3% จะพบว่าระบบทั้ง 3 ให้ผลดังต่อไปนี้

1) ระบบ Stand-Alone System with Battery

ออกแบบให้ระบบสามารถจ่ายไฟฟ้าได้วันละ 20 kWh แบตเตอรี่สามารถจ่ายไฟได้ต่อเนื่องเพียงพอสำหรับการใช้งาน 3 วัน เมื่อสภาพอากาศแปรปรวน แบตเตอรี่มีค่าประสิทธิภาพ 0.8 DOD เท่ากับ 0.5 และ Inverter มีประสิทธิภาพ 0.9

ตารางที่ 3 ระบบ Stand-Alone System with Battery อายุการใช้งาน 15-5 ปี

รายการ	ขนาด	เงินลงทุน (a)	อายุการใช้งาน (b)	ค่าบำรุง/ปี (c)	15 ปี		10 ปี		5 ปี	
					ค่าเปลี่ยนอุปกรณ์ (d)=((15/b)-1).a	ค่าใช้จ่าย LCC (e)=(a)+15.(c)+(d)	ค่าเปลี่ยนอุปกรณ์ (d)=((10/b)-1).a	ค่าใช้จ่าย LCC (e)=(a)+10.(c)+(d)	ค่าเปลี่ยนอุปกรณ์ (d)=((5/b)-1).a	ค่าใช้จ่าย LCC (e)=(a)+5.(c)+(d)
แผงเซลล์แสงอาทิตย์	5.6 kw	0	15 ปี	0	0	0	0	0	0	0
แบตเตอรี่ deep cycle 12V	50 kWh	300,000	5 ปี	12,000	600,000	1,080,000	300,000	780,000	0	480,000
Charge controller/ inverter unit	2 kW	20,000	5 ปี	0	40,000	60,000	20,000	40,000	0	20,000
ส่วนประกอบอื่นๆ		100,000	15 ปี	0	0	100,000	0	100,000	0	100,000
LCC (บาท)					1,240,000		920,000		600,000	
COE (บาท/กิโลวัตต์.ชั่วโมง)					11.32		12.60		16.44	

2) ระบบ PV-Diesel Engine Hybrid System

ออกแบบสำหรับหน่วยงานที่มีเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าอยู่แล้วเพื่อประหยัดเชื้อเพลิง หรือต้องการใช้งานระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีเสถียรภาพสูง การทำงานของระบบ กำหนดให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถจ่ายไฟฟ้าได้เพียงพอต่อความต้องการใช้ไฟฟ้า 20 kWh/วัน โดยลดขนาดแบตเตอรี่ให้สามารถจ่ายไฟฟ้าได้เพียง 1 วัน เดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหน้าฝน 120 วัน วันละ 10 ช.ม. ในช่วงกลางคืนพลังงานส่วนเกินชาร์ตเข้าแบตเตอรี่ เพื่อใช้งานในเวลากลางวันร่วมกับพลังงานไฟฟ้าจากแผลเซลล์แสงอาทิตย์

49-68.indd 63 9/11/17 10:54:20 AM

ตารางที่ 4 ระบบ PV-Diesel Engine Hybrid System อายุการใช้งาน 15-5 ปี

รายการ	ขนาด	เงินลงทุน (a)	อายุการใช้งาน (b)	ค่าบำรุง/ปี (c)	15 ปี		10 ปี		5 ปี	
					ค่าเปลี่ยนอุปกรณ์ (d)=((15/b)-1).a	ค่าใช้จ่าย LCC (e)=(a)+15.(c)+(d)	ค่าเปลี่ยนอุปกรณ์ (d)=((10/b)-1).a	ค่าใช้จ่าย LCC (e)=(a)+10.(c)+(d)	ค่าเปลี่ยนอุปกรณ์ (d)=((5/b)-1).a	ค่าใช้จ่าย LCC (e)=(a)+5.(c)+(d)
แผงเซลล์แสงอาทิตย์	5.6 kw	0	15 ปี	0	0	0	0	0	0	0
แบตเตอรี่ deep cycle 12V	50 kWh	100,000	5 ปี	4,000	200,000	304,000	100,000	240,000	0	120,000
Charge controller/ inverter unit	2 kW	20,000	5 ปี	0	40,000	60,000	20,000	40,000	0	20,000
เครื่องปั่นไฟ	2 kVA	20,000	5 ปี	1,500	40,000	82,500	20,000	55,000	0	27,500
น้ำมัน	600 ลิตร/ปี	-	-	15,000	-	225,000	-	150,000	-	75,000
ส่วนประกอบอื่นๆ		100,000	15 ปี	0	0	100,000	0	100,000	0	100,000
LCC (บาท)					771,500		585,000		342,500	
COE (บาท/กิโลวัตต์.ชั่วโมง)					7.05		8.01		9.38	

3) ระบบ Grid Connected System

ออกแบบสำหรับการนำเอาแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้งานในพื้นที่ที่มีสายส่งไฟฟ้าเข้าถึงแล้ว โดยใช้งานร่วมกับไฟฟ้าจากสายส่งเพื่อการประหยัดค่าไฟฟ้า โดยเชื่อมระบบกับสายส่งด้วย Grid Tie Inverter ประสิทธิภาพ 9 สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 25.46 กิโลวัตต์.ชั่วโมง/วัน

ตารางที่ 5 ระบบ Grid Connected System อายุการใช้งาน 15-5 ปี

รายการ	ขนาด	เงินลงทุน (a)	อายุการใช้งาน (b)	ค่าบำรุง/ปี (c)	15 ปี		10 ปี		5 ปี	
					ค่าเปลี่ยนอุปกรณ์ (d)=((15/b)-1).a	ค่าใช้จ่าย LCC (e)=(a)+15.(c)+(d)	ค่าเปลี่ยนอุปกรณ์ (d)=((10/b)-1).a	ค่าใช้จ่าย LCC (e)=(a)+10.(c)+(d)	ค่าเปลี่ยนอุปกรณ์ (d)=((5/b)-1).a	ค่าใช้จ่าย LCC (e)=(a)+5.(c)+(d)
แผงเซลล์แสงอาทิตย์	5.6 kw	0	15 ปี	0	0	0	0	0	0	0
Grid tie inverter	2 kW	30,000	5 ปี	0	60,000	90,000	0	60,000	0	30,000
ส่วนประกอบอื่นๆ		100,000	15 ปี	0	0	100,000	0	100,000	0	100,000
รวม					190,000		160,000		130,000	
ผลิตไฟฟ้าได้ (กิโลวัตต์.ชั่วโมง)					139,393.5		92,892.5		46,464.5	
COE (บาท/กิโลวัตต์.ชั่วโมง)					1.36		1.72		2.80	

49-68.indd 64 9/11/17 10:54:20 AM

สรุปผลการวิจัย

1) มีจำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 16 แผง คิดเป็นร้อยละ 17.2 มีระดับแรงดันไฟฟ้าเต็มประสิทธิภาพ จำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 71 แผง คิดเป็นร้อยละ 76.3 มีระดับแรงดันไฟฟ้าปานกลาง จำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 6 แผง คิดเป็นร้อยละ 6.5 มีระดับแรงดันไฟฟ้าต่ำ ดังนั้น แผงเซลล์แสงอาทิตย์ร้อยละ 93.5 อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน ในขณะแผงที่เหลือต้องตรวจว่าแรงดันไฟฟ้าตกเนื่องจากแผงมีสภาพสกปรก หรือเกิดการเสื่อมสภาพ

2) ระบบได้ถูกออกแบบ 3 ระบบ สำหรับ กรณีที่มีความเหมาะสมต่างกัน โดย Stand-Alone System with Battery เป็นระบบที่มีต้นทุนสูงที่สุดเนื่องจากแบตเตอรี่มีราคาสูง รวมถึงกำหนด ค่า DOD ที่ .5 เนื่องจากถ้ายอมให้แบตเตอรี่คายประจุมากกว่านี้จะส่งผลทำให้อายุการใช้งานแบตเตอรี่สั้นลง ระบบนี้เหมาะกับพื้นที่ห่างไกลที่การคมนาคมไม่สะดวก

ระบบ PV-Diesel Engine Hybrid System จะเหมาะสมกับบริเวณที่มีความแปรปรวนของสภาพอากาศมาก หรือใช้ในงานที่ต้องการเสถียรภาพทางไฟฟ้าสูง รวมถึงกรณีที่ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่แล้วก็จะลดเงินลงทุนในส่วนนี้ไปได้ แม้ว่าระบบนี้จะมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่ต่ำกว่าระบบ Stand Alone แต่การทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะก่อให้เกิดมลพิษอากาศ เสียงดัง เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก 2.7080 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/ลิตร (น้ำมันดีเซล)

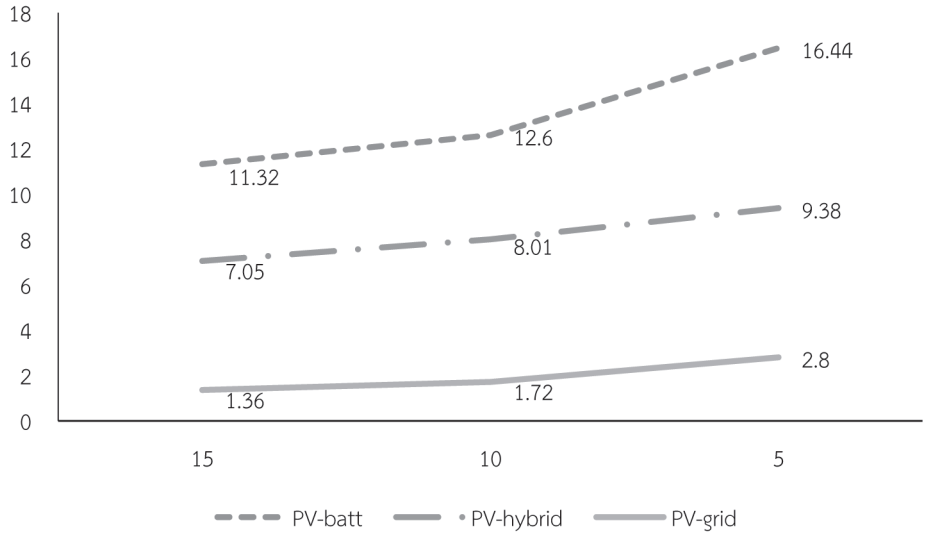
สำหรับระบบ Grid Connected System เป็นระบบที่เหมาะสมกับพื้นที่ที่มีสายไฟฟ้าเข้าถึงแล้ว โดยการคำนวณค่าพลังงานที่ผลิตได้จะคิดเฉพาะในส่วนกลางวันเท่านั้น พลังงานที่ผลิตได้จะช่วยให้เกิดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากสายส่ง ในอนาคตเมื่อมีสายส่งไฟฟ้าเข้าถึง ระบบนี้จึงเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด เนื่องจากมีการลงทุนที่ต่ำ และมี COE ที่ต่ำกว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจากสายส่ง ช่วยลดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานไฟฟ้าลง รวมถึงช่วยรักษาแรงดันไฟฟ้าในพื้นที่ห่างไกลได้

ส่วนการบริหารจัดการเก็บรวบรวมแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ไม่ได้ใช้แล้ว ตลอดจนการพัฒนาและบำรุงรักษาระบบทั้ง 3 แบบนั้น องค์การบริหารส่วนท้องถิ่นมีอำนาจดำเนินการได้เอง เนื่องจากเป็นผู้ถือกรรมสิทธิ์ในระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งได้รับมอบมาจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแล้วนั่นเอง

3) การเปรียบเทียบความยืดหยุ่น

อย่างไรก็ตามหากการดำเนินการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ประโยชน์แผงเซลล์แสงอาทิตย์ล่าช้าออกไปพบว่า ค่า COE จะสูงขึ้น ดังภาพต่อไปนี้

49-68.indd 65 9/11/17 10:54:20 AM



ภาพที่ 11 ความยืดหยุ่นของระบบพลังงานแสงอาทิตย์ 3 แบบ

จากงานวิจัยจะเห็นได้ว่าการเตรียมแผนเพื่อรองรับความไม่มั่นคงต่อระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตทั้งจากปัจจัยอายุการใช้งานอุปกรณ์ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง รวมถึงการเข้าถึงของสายส่งไฟฟ้า โดยเฉพาะจากการพัฒนาพื้นที่เชื่อมต่อจากกาญจนบุรีไปยังเขตเศรษฐกิจพิเศษทวาย จะเป็นจุดเปลี่ยนที่สำคัญของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ เนื่องจากการเข้าถึงของสายส่งไฟฟ้า องค์การบริหารส่วนท้องถิ่นหรือส่วนกลางจำเป็นต้องมีการวางแผนเพื่อให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ยังคงมีสภาพดีได้ถูกนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยเร็ว รวมถึงต้องมีการออกแบบระบบที่มีประสิทธิภาพตามความต้องการใช้ไฟฟ้าโดยละเอียดของสถานที่ติดตั้งระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ก่อน ขนาดของระบบที่เสนอในงานวิจัยนี้เป็นเพียงการออกแบบเพื่อรองรับความต้องการใช้ไฟฟ้าขนาดเล็กเท่านั้น

นอกจากนั้นต้องคำนึงถึงแนวทางการจัดการแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เสียหายไม่สามารถใช้การได้แล้วทั้งในปัจจุบันและอนาคต ทางองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นจำเป็นต้องใช้แนวทางดำเนินงานเช่นเดียวกับของเสียอิเล็กทรอนิกส์อื่น เนื่องจากในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีแนวทางการกำจัดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ชัดเจน ในขณะที่ประเทศเยอรมนีใช้กฎหมาย ElektroG ซึ่งมีรูปแบบเดียวกับ The Recast WEEE Directive และ RoHS Recast Directive ของสหภาพยุโรป ซึ่งเป็นกฎหมายที่เกี่ยวกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยตรง ส่วนญี่ปุ่นใช้ กฎหมาย Law for Promotion of Effective Utilization of Resources (LPUR) และ the Law for Recycling of Specified Home Appliance (LRHA) ซึ่งไม่ได้เจาะจงเฉพาะแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อย่างไรก็ตามทั้งหมดมีเนื้อหาเกี่ยวกับการกำหนดหน้าที่ การเรียกคืน รวบรวม และนำอุปกรณ์ที่หมดอายุจากครัวเรือนไปดำเนินการถอดแยก รีไซเคิล หรือส่งต่อไปยังโรงงานที่สามารถทำหน้าที่ดังกล่าว

49-68.indd 66 9/11/17 10:54:21 AM

ตลอดจนกำหนดให้ลด และเลิกการใช้สารอันตรายในการผลิต ซึ่งหลายหน่วยงานของประเทศไทยได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว มีข้อหารือตลอดจนตั้งโจทย์วิจัยเพื่อพัฒนาหาแนวทางที่เหมาะสมอยู่ในขณะนี้

References

Panprayun, G., & Ketjoy, N. (2008). Feasibility Study of Alternative Utilization of Photovoltaic Panel from Solar Home System. In *4th Conference on Energy Network of Thailand* (pp. 258-265). Nakhon Pathom: Silpakorn university.

Panprayun, G., Ketjoy, N., Rakwichian, W., & Thanarak, P. (2011). Alternative utilizations of photovoltaic modules from solar home system, Thailand. *Journal of International Renewable Energy.* 6(1), 57-66.

Sarlim, P., Tangkhokiattikul, W., & Supasirisombat, A. (2013). *Solar Home System Status and Alternative Utilization Options of Photovoltaic Modules for a Rural Community* (Research report). Nakhon Pathom: Mahidol University.

Sharp. (2016). *Sharp ND series flyer.* Retrieved September 22, 2016, from http://www.gehrlicher.com/fileadmin/content/downloads/Modules/Sharp_Flyer_ND_Serie_60_A5_EN.pdf

Translated Thai References

กันต์ ปานประยูร, และนิพนธ์ เกตุจ้อย. (2551). ความเป็นไปได้ของการเปลี่ยนรูปแบบการใช้ประโยชน์แผงเซลล์แสงอาทิตย์จากโครงการระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์. ใน *การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 4* (น. 258-265). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

พัชริดา แซ่ลิ้ม, วริยา ตั้งก่อเกียรติกุล, และอารีรัตน์ ศุภศิริสมบัติ. (2556). *สถานะของระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ และทางเลือกสำหรับการใช้ประโยชน์แผงเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับชุมชนชนบท* (รายงานผลวิจัย). นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล.

49-68.indd 67 9/11/17 10:54:21 AM

ผู้เขียน

ดร.กันต์ ปานประยูร

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

999 ถ.พุทธมณฑลสาย 4 ศาลายา นครปฐม 73170

email: gunn.pan@mahidol.edu

49-68.indd 68 9/11/17 10:54:21 AM