



การออกแบบและพัฒนาต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อ
บริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่อย่างคุ้มค่า
ภายใต้ชุดโครงการ การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่เหมาะสมสำหรับ
เกษตรทฤษฎีใหม่สู่การเป็น Smart farming



สมเจตน์ บุญขึ้น
สาร์ลย์ กระจง
ชัชพล เกษวิริยะกิจ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
ประจำปีงบประมาณ 2560

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ดำเนินการสำเร็จลุล่วงด้วยดี ความช่วยเหลือจากหลายฝ่าย จึงขออนุเคราะห์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ผู้ให้ทุนวิจัย ตลอดจนอธิการบดี รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและฝึกอบรม ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาและเจ้าหน้าที่ประจำสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ที่ให้คอยความช่วยเหลือ ให้ข้อมูล ตรวจสอบและสนับสนุนโครงการวิจัยมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณคณาบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และคณาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีไฟฟ้า ที่ให้การสนับสนุนทั้งครุภัณฑ์และสถานที่ในการทำโครงการวิจัย

คณะผู้วิจัย



บทคัดย่อ

การออกแบบและพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการต้นแบบที่อยู่อาศัยและเกษตรทฤษฎีใหม่ให้เกิดความคุ้มค่า ซึ่งจะออกแบบระบบการจัดเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ให้สามารถใช้กับระบบสูบน้ำเพื่อการเกษตรและสามารถนำพลังงานไฟฟ้าที่เหลือไปใช้กับบ้านพักอาศัยจากการทดลองและทำการติดตั้งต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์กลุ่มเกษตรกรชาวอินทรี ตำบลไร่ฮ้อย อำเภอฟิชัย จังหวัดอุดรธานี พบว่าใน 1 วันสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 13 หน่วยต่อวันหรือเท่ากับ 50 บาทต่อวัน(คิดค่าไฟฟ้า 3.9 บาทต่อหน่วย) และสามารถส่งพลังงานไฟฟ้ากลับเข้าไปในระบบของการไฟฟ้าประมาณ 10 หน่วยต่อวันหรือที่เรียกว่าระบบนี้ว่าระบบ on grid นอกจากนี้ระบบที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้สามารถเป็นระบบ off grid ได้โดยจะเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ใช้ตอนกลางคืนโดยการใช้แบตเตอรี่ขนาด 150 แอมป์ชั่วโมงจำนวน 4 ลูก ซึ่งสามารถเก็บพลังงานไว้ได้ประมาณ 7 หน่วยโดยไม่มีการส่งพลังงานไฟฟ้ากลับเข้าไปยังระบบของการไฟฟ้า

คำสำคัญ: ลดการสูญเสีย ระบบสูบน้ำเพื่อการเกษตร เซลล์แสงอาทิตย์



สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
บทที่ 1 บทนำ	
ที่มาและความสำคัญ	1
ปัญหาการวิจัย	2
คำถามวิจัย	2
วัตถุประสงค์	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
ขั้นตอนการวิจัย	3
บทที่ 2 งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา	
ลงพื้นที่เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการสูบน้ำเพื่อการเกษตรจาก กลุ่มเกษตรกรชาวอินทรี ตำบลไร่ฮ้อย อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์	17
นำข้อมูลพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการลงพื้นที่มาใช้ออกแบบและพัฒนาต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่อย่างคุ้มค่า	18
ลงพื้นที่คืนข้อมูลการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์กับกลุ่มเกษตรกรเพื่อวิเคราะห์ระบบและปรับปรุงให้เหมาะสมกับการใช้งานจริง	19
ทำการสร้างต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่ตามหลักวิชาการและความต้องการของเกษตรกร	19
ติดตั้งพร้อมทั้งทำการทดสอบต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่ร่วมกับกลุ่มเกษตรกร	24
เก็บข้อมูลประสิทธิภาพการใช้งานจริงของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์	24
ถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่พร้อมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลและประเมินผล	24

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการศึกษา และอภิปรายผล	
ลงพื้นที่เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการสูบน้ำเพื่อการเกษตรจาก กลุ่มเกษตรกรชาวอินทรีย์ ตำบลไร่ฮ้อย อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์	25
นำข้อมูลพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการลงพื้นที่มาใช้ออกแบบและพัฒนาต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่อย่างคุ้มค่า	27
ลงพื้นที่คืนข้อมูลการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์กับกลุ่มเกษตรกรเพื่อวิเคราะห์ระบบและปรับปรุงให้เหมาะสมกับการใช้งานจริง	28
ทำการสร้างต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่ตามหลักวิชาการและความต้องการของเกษตรกร	29
ติดตั้งพร้อมทั้งทำการทดสอบต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่ร่วมกับกลุ่มเกษตรกร	29
เก็บข้อมูลประสิทธิภาพการใช้งานจริงของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์	30
ถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่พร้อมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลและประเมินผล	31
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ	
สรุปผล	33
ข้อเสนอแนะ	33
ปัญหา ข้อเสนอแนะ และแนวทางแก้ไข	34
บรรณานุกรม	35

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 4.1 กำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้าตามช่วงเวลา	30
ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลทั่วไปความพึงพอใจจากแบบสอบถามข้อมูล	31
ตารางที่ 4.3 แสดงความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมโครงการ	32



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันพื้นที่ ต.ไร่ฮ้อย อ.พิชัย จ.อุตรดิตถ์ ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพหลัก แต่ส่วนใหญ่ยังคงเป็นเกษตรแบบวิถีเดิม คือ การปลูกพืชเชิงเดี่ยวเช่น ข้าว ข้าวโพด ฯลฯ ซึ่งทำให้เกิดปัญหาทางการเกษตรคือ ผลผลิตเหมือนกันออกสู่ตลาดพร้อมกันราคาตกต่ำ สภาพดินเสื่อมโทรม ขาดแคลนน้ำ อันเป็นบ่อเกิดของปัญหาความยากจน เมื่อมีการส่งเสริมการทำเกษตรทฤษฎีใหม่ ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ถูกคิดค้นขึ้นโดยพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ภูมิพลอดุลยเดช มหาราช รัชกาลที่ ๙ ซึ่งเป็นแนวคิดแห่งการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและการบริหารงานในการทำการเกษตร เพื่อแก้ไขปัญหาการเกษตร ให้เกษตรกรได้หลุดพ้นบ่วงแห่งความยากจน โดยมีหลักการขั้นต้นคือ การแบ่งพื้นที่การเกษตรออกเป็น 4 ส่วน ส่วนแรกนั้น ให้ขุดสระกักเก็บน้ำ เนื่องจากการเกษตรจำเป็นต้องใช้น้ำ ส่วนที่สอง ให้ปลูกข้าว สำหรับเป็นแหล่งอาหารหลัก ส่วนที่สาม ให้ปลูกไม้ผลไม้ยืนต้น พืชสวนพืชไร่ เก็บดอกผลไว้กินไว้ขาย เสริมสร้างรายได้ส่วนหนึ่งอีกทาง และส่วนที่สี่ เป็นพื้นที่สำหรับใช้สร้างสิ่งปลูกสร้างเช่น ที่อยู่อาศัย โรงเรือนเลี้ยงสัตว์ โดยสัดส่วนสามารถปรับเปลี่ยนหรือลดขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสภาพพื้นที่

เพื่อให้การทำเกษตรทฤษฎีใหม่มีความยั่งยืน จึงมีการพัฒนาไปสู่ขั้นกลาง คือ สามารถผลิตและจัดจำหน่ายเอง โดยการรวมพลังเป็นกลุ่มเครือข่าย ดังนั้นในการพัฒนาไปสู่ขั้นกลางนี้ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องได้สร้างองค์ความรู้เพื่อช่วยเสริมแนวทางการปฏิบัติให้เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น จากปัญหาการทำการเกษตรของเกษตรกรก็คือการขาดแคลนน้ำในการทำการเกษตร ซึ่งปัจจุบันเกษตรกรจึงได้ทำการเจาะบ่อบาดาลเพื่อนำน้ำมาใช้และเนื่องด้วยราคาน้ำมันที่จะนำมาใช้ในการสูบน้ำเพื่อใช้ก็มีราคาที่สูงขึ้นทำให้เกิดการขาดทุน เกษตรกรจึงได้หาพลังงานในรูปแบบอื่นที่ราคาถูกกว่าอย่างเช่นพลังงานไฟฟ้า แต่เนื่องจากพื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ไฟฟ้าเข้าไม่ถึงหรืออยู่ห่างไกล การขอขยายเขตจากการไฟฟ้าก็ใช้ทุนทรัพย์จำนวนมาก เกษตรกรส่วนใหญ่จึงหาทางเลือกทดแทนไฟฟ้าหรือแหล่งผลิตไฟฟ้ามาใช้แทนน้ำมันก็คือระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งจากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าเกษตรกรได้ทำการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้งานแค่สูบน้ำเพียงบางช่วงเวลาเท่านั้น จึงมีพลังงานไฟฟ้าที่เหลือใช้โดยเปล่าประโยชน์จำนวนมาก

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการต้นแบบที่อยู่อาศัยและเกษตรทฤษฎีใหม่ให้เกิดความคุ้มค่า ซึ่งจะ

ออกแบบระบบการจัดเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ให้สามารถใช้กับระบบสูบน้ำเพื่อการเกษตรและสามารถนำพลังงานไฟฟ้าที่เหลือไปใช้กับบ้านพักอาศัย โดยผู้วิจัยได้พิจารณาจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จำเป็นสำหรับที่อยู่อาศัยและเกษตรทฤษฎีใหม่เพื่อสร้างเป็นต้นแบบที่สามารถนำไปใช้งานในพื้นที่อื่นได้ต่อไป

1.2 ปัญหาการวิจัย

การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้สำหรับการสูบน้ำเพื่อการเกษตรมีการใช้งานอย่างไม่เต็มประสิทธิภาพต่อการลงทุน

1.3 คำถามวิจัย

ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่อย่างคุ้มค่าควรเป็นอย่างไร

1.4 วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบ สร้าง และพัฒนาต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่อย่างคุ้มค่า
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ในการบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่อย่างคุ้มค่า

1.5 ขอบเขตการวิจัย (พื้นที่วิจัย ระยะเวลา ตัวแปร)

1. ขอบเขตด้านเครื่องมือ ประกอบด้วย
 - 1.1. ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ไม่เกิน 2.4 กิโลวัตต์
 - 1.2. ระบบจัดเก็บพลังงานไฟฟ้าโดยใช้แบตเตอรี่
 - 1.3. รองรับภาระโหลดทางไฟฟ้าของที่อยู่อาศัยและเกษตรทฤษฎีใหม่ เช่น หม้อหุงข้าว พัดลม โทรทัศน์ ระบบส่องสว่าง ปั๊มน้ำเพื่อการเกษตร เป็นต้น รวมไม่เกิน 2.4 กิโลวัตต์
2. ขอบเขตด้านพื้นที่ ประกอบด้วย

กลุ่มเกษตรกรชาวอินทรีย์ ตำบลไร่อ้อย อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์
3. ขอบเขตด้านระยะเวลาที่ทำการวิจัย

ระยะเวลาที่ทำการวิจัย มีนาคม 2560 – เมษายน 2561

1.6 ขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research & Development) เพื่อออกแบบและสร้างระบบให้เหมาะสมกับการใช้งานและมีประสิทธิภาพด้านการใช้งานสูงสุด โดยได้ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ลงพื้นที่เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการสูบน้ำเพื่อการเกษตรจาก กลุ่มเกษตรกรชาวอินทรี ตำบลไร่ฮ้อย อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์
2. นำข้อมูลพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการลงพื้นที่มาใช้ออกแบบและพัฒนาต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่อย่างคุ้มค่า
3. ลงพื้นที่คืนข้อมูลการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์กับกลุ่มเกษตรกรเพื่อวิเคราะห์ระบบและปรับปรุงให้เหมาะสมกับการใช้งานจริง
4. ทำการสร้างต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่ตามหลักวิชาการและความต้องการของเกษตรกร



บทที่ 2

งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เช่น ระบบออฟกริด ระบบออนกริด ระบบไฮบริดส์ เป็นต้น รวมไปถึงอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ โซล่าเซลล์ แบตเตอรี่ชาร์จเจอร์ นอกจากนี้มีการอธิบายคุณสมบัติและการใช้งานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นพดล รุ่งสวาท กล่าวถึงชนิดของโซล่าเซลล์ที่มีการผลิตจำหน่ายในปัจจุบัน และการนำแผงโซล่าเซลล์หรือ PV Module หรือ เซลล์แสงอาทิตย์ มาต่อใช้งานร่วมกันหลายๆ แผงหรือหลายๆ Module เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบระบบ ผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ การเลือกจัดหาอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้กับระบบ ให้เหมาะสมกับการใช้งาน และการจัดหาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานทดแทนมีจำหน่ายในปัจจุบัน

กัญญา ทองสีเหลือง ออกแบบโครงงานระบบผลิตไฟฟ้าจากแสงสุริยะสำหรับตะเกียงไฟฟ้าในหมู่บ้านที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ โดยการออกแบบนี้เป็นการออกแบบโคมตะเกียง โดยมีการนำหลอด LED มาเป็นตัวหลักที่ให้แสงสว่าง โดยให้โซลาร์เซลล์ตัวรับพลังงานแสงอาทิตย์แล้วแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยผ่านชุดชาร์จเจอร์เข้ามาไว้ในแบตเตอรี่ 12 โวลต์ ซึ่งอยู่ในรูปของแรงดันกระแสตรง ทาการปรับขนาดแรงดันกระแสตรงให้ลดลง ให้เหมาะสมกับการจ่ายหลอด LED

นายณราธิป ศรีละโคตรและคณะออกแบบเครื่องควบคุมแผงโซลาร์เซลล์ตามทิศทางแสงอาทิตย์โดย ทำการออกแบบให้แผงโซลาร์เซลล์สามารถหมุนหาทิศทางของแสงอาทิตย์ได้โดยอัตโนมัติ โดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของมอเตอร์เพื่อหมุนปรับทิศทางของแผงโซลาร์เซลล์ ตามทิศทางของแสงอาทิตย์เพื่อให้รับพลังงานได้อย่างเต็มที่และคุ้มค่าที่สุด เครื่องควบคุมแผง โซลาร์เซลล์ตามทิศทางแสงอาทิตย์ประกอบด้วยวงจรที่สำคัญ ได้แก่ วงจรชาร์จแบตเตอรี่วงจรแปลงแรงดันกระแสตรง วงจรเปรียบเทียบแรงดัน และวงจรขับสเต็ปมอเตอร์ โดยที่วงจรเปรียบเทียบแรงดันจะทำหน้าที่เปรียบเทียบแรงดันที่รับมาจากเซนเซอร์แสงแต่ละตำแหน่งที่ติดตั้งไว้ โดยที่เอาต์พุตจากวงจรเปรียบเทียบแรงดันจะมีสถานะเป็น ON และ OFF ซึ่ง ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะทำการประมวลผลจากเอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบแรงดันนี้เพื่อทำการ ขับสเต็ปมอเตอร์ให้หมุนแผงโซลาร์เซลล์ไปตามทิศทางของแสงอาทิตย์

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1 ระบบการผลิตไฟฟ้าด้วย โซลาร์เซลล์

เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าด้วย โซลาร์เซลล์ มีวิธีการผลิต การใช้งาน วัตถุประสงค์ การเชื่อมต่อ ฯลฯ ที่ค่อนข้างหลากหลาย จึงอาจทำให้เกิดความสับสนให้กับผู้ที่เริ่มศึกษา จึงอธิบายในภาพรวม การผลิตไฟฟ้าด้วย โซลาร์เซลล์ เป็น 3 ประเภทหลัก และแบ่งเป็นประเภทการนำไปใช้งานเป็นข้อ ๆ ตามเนื้อหาต่อไปนี้

1. ระบบออฟกริด (Off Grid) หรือ แบบอิสระ (Stand Alone)
2. ระบบออนกริด (On Grid) หรือ แบบเชื่อมต่อกับระบบโครงข่ายระบบจำหน่ายไฟฟ้า (Grid Connected)
3. ระบบไฮบริดส์ (Hybrid) หรือแบบผสม

1.1 ระบบออฟกริด (Off Grid) หรือแบบอิสระ (Stand Alone)

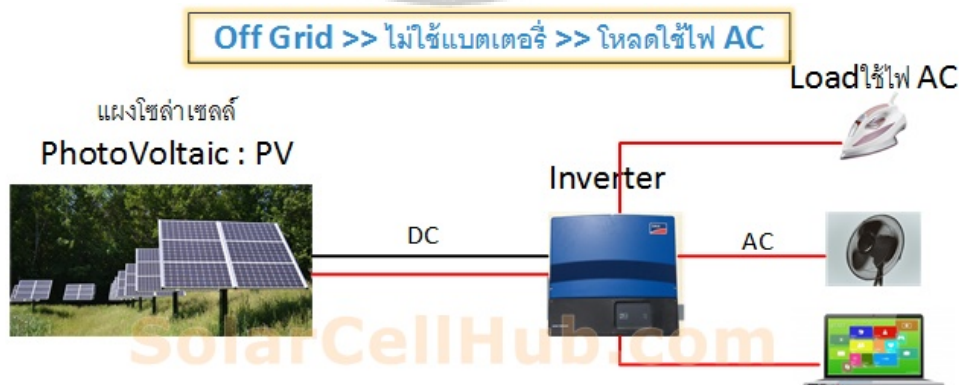
ระบบออฟกริดคือระบบที่ผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ แล้วไม่ได้เชื่อมต่อเข้ากับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวง หรือ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ระบบนี้เหมาะกับสถานที่ที่ไม่มีไฟฟ้า หรือที่ไฟเข้าไม่ถึง ไม่คุ้มที่จะเดินลากสายไฟยาวๆเข้ามาใช้เนื่องจากต้นทุนสูง โดยเพื่อให้่ายในการทำ ความเข้าขอ จำแนกประเภท จากการนำไปต่อเพื่อใช้งานดังนี้

1 แบบต่อใช้งานโดยไม่ใช้แบตเตอรี่

กล่าวคือเมื่อได้กระแสไฟฟ้าจากแผง Solar Cell หรือ Photo Voltaic (PV) แล้ว ก็ต่อไปยังอุปกรณ์เพื่อใช้งานเลย ดังนั้นก็จะใช้ได้เฉพาะเวลาที่มีแสงอาทิตย์เท่านั้น และไม่มีเก็บประจุไฟฟ้ามาใช้งาน ทั้งนี้การนำมาต่อใช้งานก็อาจแยกตามอุปกรณ์ที่ใช้งาน ได้เป็น 2 ชนิด

1.1 อุปกรณ์ที่ใช้งาน (Load) ใช้ไฟ AC

เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งานภายในบ้านเราเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ AC (Alternating Current) แต่ไฟฟ้าที่ได้จากแผง Solar Cell หรือ Photo Voltaic (PV) เป็นไฟฟ้ากระแสตรง DC (Direct Current) ดังนั้น ก่อนนำไปใช้งานจึงต้องนำมาแปลงมาเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเสียก่อน โดยนำมาต่อเข้ากับอุปกรณ์ที่เรียกว่า อินเวอร์เตอร์ (Inverter) ซึ่งกำลังไฟฟ้าที่ได้ก็จะมี การสูญเสียจากการแปลงฯ ทำให้ลดทอนประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าลงไป



รูปที่ 2.1 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบออฟกริดใช้อินเวอร์เตอร์ไม่ใช้แบตเตอรี่

1.2 อุปกรณ์ที่ใช้งาน (Load) ใช้ไฟ DC

นำกระแสไฟฟ้า DC ที่ได้จาก แผง Solar Cell หรือ Photo Voltaic (PV) มาต่อใช้งานกับ อุปกรณ์ของเราใช้งานเลย โดยไม่ต้อง ต่อผ่าน Inverter ซึ่งวิธีการนี้ข้อดีคือการนำไฟฟ้าที่ได้มาใช้งาน ได้อย่างคุ้มค่าที่สุด เนื่องจากการสูญเสียกำลังไฟฟ้าต่ำมาก แต่ข้อเสียคือ อุปกรณ์ ที่ใช้งานส่วนใหญ่ จะใช้ไฟ AC ดังนั้นจึงต้องเลือกใช้งานอุปกรณ์ให้เหมาะสม เช่น มอเตอร์ปั๊มน้ำที่ใช้ไฟ DC , มอเตอร์ บำบัดน้ำเสียที่ใช้ไฟ DC เป็นต้น ซึ่งระบบนี้ก็จะได้ต้นทุนที่ต่ำและประหยัดสุด (เพราะไม่ต้องใช้ อินเวอร์เตอร์ (Inverter) และ แบตเตอรี่ ที่ราคาค่อนข้างสูง และอายุการใช้งานสั้น หากบำรุงรักษาไม่ดี)

ทั้งนี้อุปกรณ์ที่ใช้ไฟ DC บางอย่าง ก็ไม่สามารถต่อกับไฟ DC ที่ได้จากแผง Solar Cell ได้ โดยตรง ต้องต่อผ่าน Inverter ก่อนเนื่องจากต้องปรับแรงดัน หรือค่าเพคเตอร์อื่นๆ ให้เหมาะสมกับ อุปกรณ์นั้นๆ ก่อน



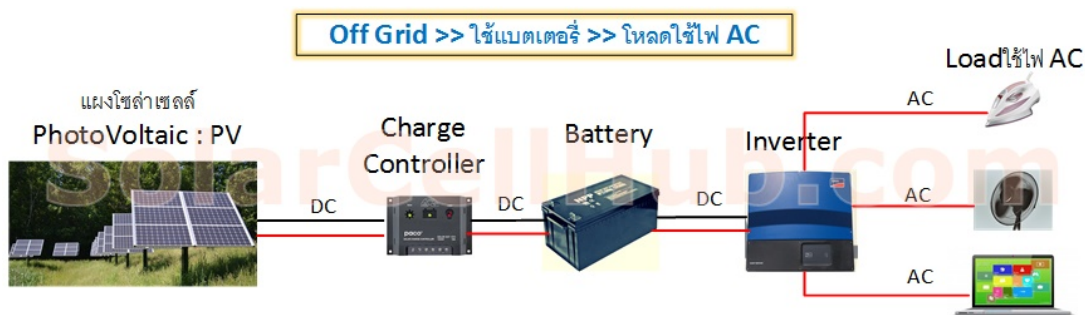
รูปที่ 2.2 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบออฟกริดไม่ใช้อินเวอร์เตอร์ไม่ใช้แบตเตอรี่

2 แบบต่อใช้งานโดยใช้แบตเตอรี่

วิธีนี้คือการนำกระแสไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ มาชาร์จเข้าแบตเตอรี่ แล้วจึงนำไฟฟ้าที่ได้มาใช้งาน ซึ่งก็สามารถเลือกที่จะนำจ่ายไฟ ให้กับอุปกรณ์ ที่ใช้ไฟ AC หรือ อุปกรณ์ที่ใช้ไฟ DC ทั้งนี้ข้อดีของการที่มีแบตเตอรี่คือสามารถเก็บประจุไฟฟ้าไว้ใช้งานได้กรณีที่ไม่มีแสงอาทิตย์ หรือ สามารถใช้ไฟฟ้าในเวลากลางคืนได้ โดยอาจแยกตามอุปกรณ์ที่ใช้งาน ได้เป็น 2 ชนิด

2.1 นำกระแสไฟที่ได้จากแผง Solar Cell หรือ Photo Voltaic (PV) มาชาร์จ แบตเตอรี่ แล้วนำไฟจากแบตเตอรี่ แปลงเป็นไฟ AC ต่อไปยังอุปกรณ์ที่ใช้งาน (Load) ใช้ไฟ AC

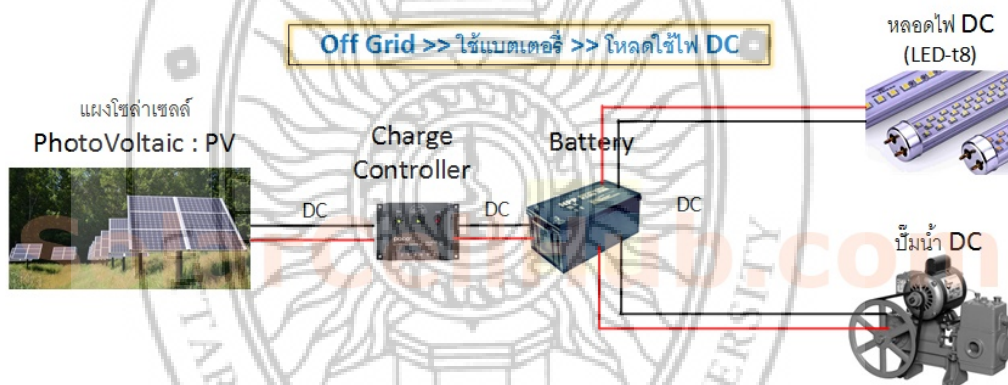
เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งานภายในบ้านเราเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ AC (Alternating Current) แต่ไฟฟ้าที่ได้จากแผง Solar Cell หรือ Photo Voltaic (PV) เป็นไฟฟ้ากระแสตรง DC (Direct Current) ดังนั้น ก่อนนำไปใช้งานจึงต้องนำมาแปลงมาเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเสียก่อน โดย นำมาต่อเข้ากับอุปกรณ์ที่เรียกว่า อินเวอร์เตอร์ (Inverter) ซึ่งกำลังไฟฟ้าที่ได้ก็จะมีการสูญเสียจากการแปลงฯ ทำให้ลดทอนประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าลงไป



รูปที่ 2.3 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบออฟกริดใช้อินเวอร์เตอร์และใช้แบตเตอรี่

2.2 นำกระแสไฟที่ได้จากแผง Solar Cell หรือ Photo Voltaic (PV) มาชาร์จแบตเตอรี่ แล้วนำไฟจากแบตเตอรี่ ต่อไปยังอุปกรณ์ที่ใช้งาน (Load) ใช้ไฟ DC

ซึ่งวิธีการนี้ข้อดี การนำไฟฟ้าที่ได้มาใช้งานได้อย่างคุ้มค่าที่สุด เนื่องจากการสูญเสียกำลังไฟฟ้าต่ำมาก แต่ข้อเสียคือ อุปกรณ์ ที่ใช้งานส่วนใหญ่จะใช้ไฟ AC ดังนั้นจึงต้องเลือกใช้งานอุปกรณ์ให้เหมาะสม เช่น หลอดไฟ LED แบบ DC ,มอเตอร์ , ปั้มน้ำ เป็นต้น



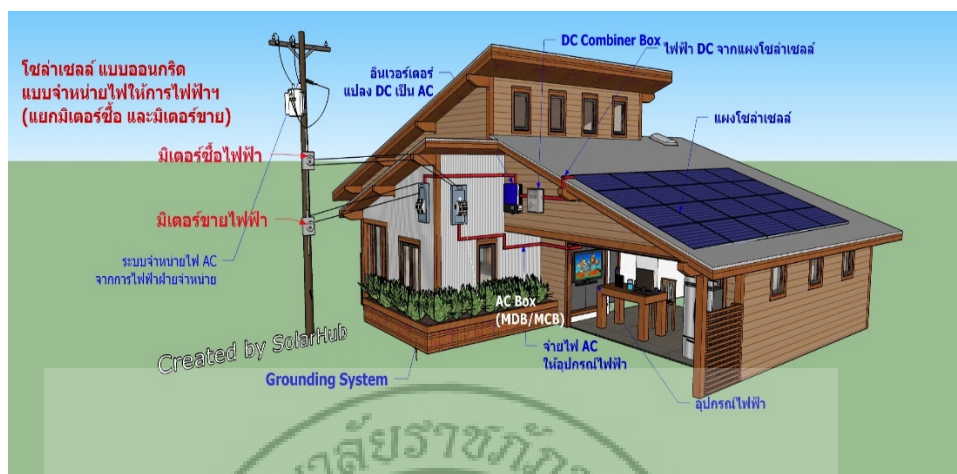
รูปที่ 2.4 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบออฟกริดไม่ใช้อินเวอร์เตอร์และใช้แบตเตอรี่

1.2 ระบบออนกริด (On Grid) หรือแบบเชื่อมต่อกับระบบโครงข่ายระบบจำหน่ายไฟฟ้า (Grid Connected)

เป็นระบบการผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ แล้วเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้ให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ด้วยอุปกรณ์ Inverter แล้วไปเชื่อมต่อเข้ากับระบบจำหน่ายไฟของ การไฟฟ้านครหลวง หรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยข้อดีคือสามารถนำกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ขายให้กับ การไฟฟ้าฯ (ทั้งนี้ ต้องได้รับอนุญาตจากหน่วยงานราชการก่อน) หรือนำไฟฟ้าที่ได้มาใช้งานเองเพื่อลดค่าไฟฟ้า หากผลิตไม่พอใช้อุปกรณ์ควบคุมก็จะนำไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายไฟของการไฟฟ้ามาใช้งานทดแทน

1 แบบผลิตเพื่อจำหน่ายไฟ ให้การไฟฟ้า

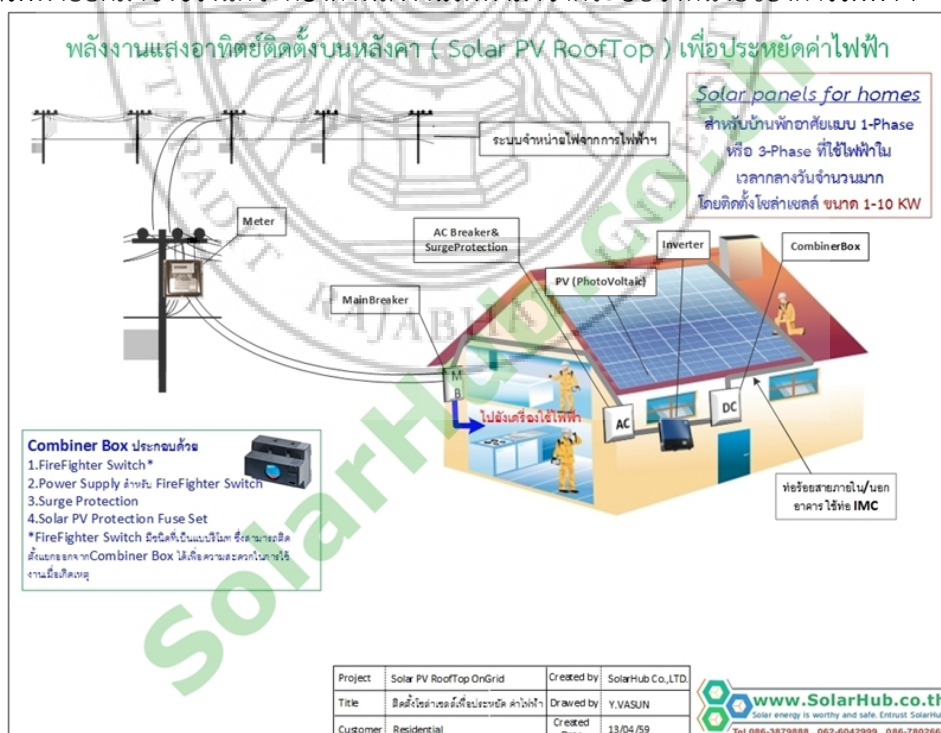
การติดตั้งแบบนี้ก็เพื่อผลิตไฟฟ้าจำหน่ายให้กับ การไฟฟ้านครหลวง หรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยต้องมีการติดตั้งมิเตอร์แยกจาก มิเตอร์ที่เราใช้ไฟจากการไฟฟ้า ทั้งนี้การรับซื้อไฟต้องขึ้นอยู่กับนโยบายของภาครัฐว่าจะเปิดให้ลงทะเบียนจำหน่ายไฟเมื่อใดและมีค่าสมทบค่าไฟฟ้าอีกเท่าใด (เรียกว่าค่าแอดเดอร์) ล่าสุดปีปรับสมัครเมื่อ เดือน มิถุนายน 2558



รูปที่ 2.5 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบออนกริดเพื่อจำหน่าย

2 แบบผลิตเพื่อใช้เองและลดค่าไฟฟ้า

การติดตั้งแบบนี้ เพื่อลดค่าไฟฟ้า โดยเมื่อมีการใช้ไฟฟ้ามากกว่าที่ผลิตเองจากโซลาร์เซลล์ ตัวอุปกรณ์ Grid Tie Inverter ที่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า ก็จะทำหน้าที่ดึงกระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้ามาใช้งานโดยอัตโนมัติ ดังนั้นก็จะทำให้ลดค่าไฟฟ้าลงได้และไม่มีข้อจำกัดเรื่องกำลังไฟไม่พอ เพราะดึงจากการไฟฟ้ามาชดเชย แต่การติดตั้งแบบนี้ต้องได้รับการอนุญาตจากการไฟฟ้าก่อน แต่ข้อเสียของระบบนี้คือช่วงที่ไม่มีแสงอาทิตย์หรือเวลากลางคืน ก็จะไม่มีการผลิตกระแสไฟฟ้าออกมาซึ่งช่วงนี้ก็ต้องพึ่งพลังงานไฟฟ้ามาจากระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า



รูปที่ 2.6 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบออนกริดเพื่อลดค่าไฟฟ้า

1.3 ระบบไฮบริดส์ (Hybrid) หรือแบบผสม

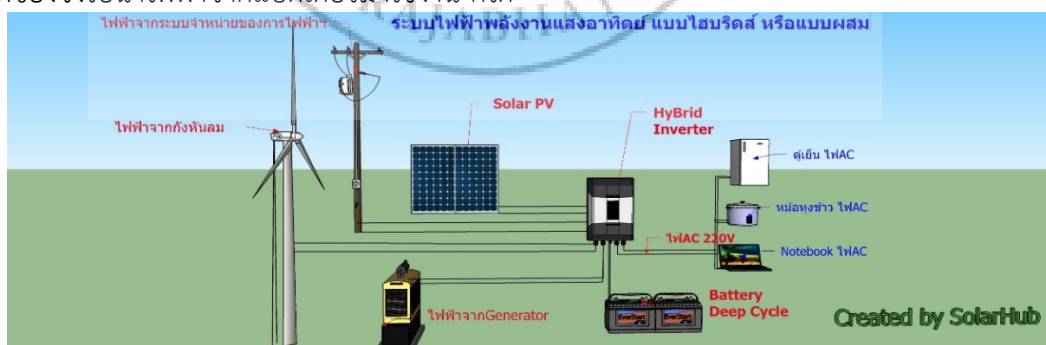
เป็นระบบที่นำเอา ระบบออนกริด และ ออฟกริด มารวมกันคือจะมีระบบแบตเตอรี่ มาสำรองพลังงาน ใช้งานในเวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์ และสำหรับกรณีที่เมื่อมีแสงอาทิตย์แล้วผลิตกระแสไฟฟ้าได้หากกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้มีมากกว่าที่นำมาใช้งาน ระบบก็นำกระแสไฟฟ้านั้นชาร์จเข้าแบตเตอรี่ เพื่อนำมาใช้งานได้ต่อไป พอถึงเวลากลางคืนที่ผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ไม่ได้ ระบบก็จะไปนำเอากระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่มาใช้ก่อน หากยังไม่เพียงพอ ระบบก็จะไปดึงไฟฟ้ามาจากระบบจำหน่ายมาชดเชยอีกทีหนึ่ง

และความหมายอีกอย่างหนึ่งของระบบไฮบริด ก็น่าจะหมายรวมถึงการนำเอาแหล่งพลังงาน อย่างอื่น มาร่วมเป็นแหล่งจ่ายพลังงานทดแทน ด้วย เช่น พลังงานลม พลังงานชีวมวล และ เครื่องยนต์ปั่นไฟ เป็นต้น เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ในกรณีที่ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ได้ ดังรูปที่แสดงด้านบน

หลักการทำงานคือเมื่อแผงโซล่าเซลล์ได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ ก็แปลงเป็นพลังงานไฟฟ้า กระแสตรง (DC) แล้วส่งต่อมายัง ไฮบริดส์ อินเวอร์เตอร์ ซึ่งไฮบริดส์ อินเวอร์เตอร์ก็แปลงเป็นไฟฟ้า กระแสสลับ (AC) ซึ่งก็จะเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟของการไฟฟ้าฯ และอีกขั้วหนึ่งก็ต่อเข้ากับ แบตเตอรี่ และอีกขั้วหนึ่งก็ต่อไฟฟ้าไปใช้งานต่างๆ

ในเวลากลางวันเมื่อผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ ระบบก็จะนำไฟฟ้าที่ผลิตได้มาจ่ายให้กับอุปกรณ์ ไฟฟ้าของเรา แต่หากกระแสไฟฟ้าที่เราผลิตได้ไม่เพียงพอ ก็จะไปดึงไฟจากแบตเตอรี่ หรือการไฟฟ้าฯ มาใช้งานได้ โดยอัตโนมัติ (ซึ่งเราสามารถตั้งค่าได้ที่ตัว ไฮบริดส์ อินเวอร์เตอร์) หรือหากเราผลิตไฟฟ้า จากโซล่าเซลล์มากกว่าที่เราใช้งานระบบก็นำกระแสไฟฟ้านี้ไปชาร์จแบตเตอรี่เพื่อสำรองไฟฟ้าใช้ งานต่อไป

ในเวลากลางคืนที่เราไม่สามารถผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ได้ ที่ตัวไฮบริดส์ อินเวอร์เตอร์ สามารถตั้งค่าได้ว่าเราจะเอาไฟจากแบตเตอรี่มาใช้งานก่อนจนหมดแล้วค่อยนำไฟฟ้าจากระบบของการ ไฟฟ้ามาใช้งาน ซึ่งทำให้เราประหยัดค่าไฟฟ้าลงได้ และหรือบางท่านอาจกลัวว่าแบตเตอรี่จะเสื่อมเร็ว เกินไป ก็สามารถตั้งค่าให้ใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าเป็นอันดับแรกก่อน หากระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้า ขัดข้องจึงไปนำไฟฟ้าจากแบตเตอรี่มาใช้งาน ก็ได้



รูปที่ 2.7 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบไฮบริดส์

2 เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell หรือ PV)

Solar Cell หรือ PV มีชื่อเรียกกันไปหลายอย่าง เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์สุริยะ หรือเซลล์ photovoltaic ซึ่งต่างก็มีที่มาจากคำว่า Photovoltaic โดยแยกออกเป็น photo หมายถึง แสง และ volt หมายถึง แรงดันไฟฟ้า เมื่อรวมคำแล้วหมายถึง กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากการตกกระทบของแสงบนวัตถุที่มีความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง แนวความคิดนี้ได้ถูกค้นพบมาตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1839 แต่เซลล์แสงอาทิตย์ก็ยังไม่ถูกสร้างขึ้นมา จนกระทั่งใน ปี ค.ศ. 1954 จึงมีการประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์ และได้ถูกนำไปใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับดาวเทียมในอวกาศ เมื่อ ปี ค.ศ. 1959 ดังนั้น สรุปได้ว่า

เซลล์แสงอาทิตย์ คือ สิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน (Silicon), แกลเลียมอาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide), อินเดียม ฟอสไฟด์ (Indium Phosphide), แคดเมียม เทลลูไรด์ (Cadmium Telluride) และคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ (Copper Indium Diselenide) เป็นต้น ซึ่งเมื่อได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงก็จะเปลี่ยนเป็นพาหะนำไฟฟ้า และจะถูกแยกเป็นประจุไฟฟ้าบวกและลบเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อนำขั้วไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าสู่อุปกรณ์เหล่านั้น ทำให้สามารถทำงานได้

ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์แบ่งตามวัสดุที่ใช้เป็น 3 ชนิดหลักๆ คือ Single Crystalline Silicon Solar Cell, Polycrystalline Silicon Solar Cell, Amorphous Silicon Solar Cell



รูปที่ 2.8 เซลล์แสงอาทิตย์ประเภทต่างๆ

1. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอน ชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline Silicon Solar Cell) หรือที่รู้จักกันในชื่อ Monocrystalline Silicon Solar Cell และชนิดผลึกรวม (Polycrystalline Silicon Solar Cell) ลักษณะเป็นแผ่นซิลิคอนแข็งและบางมากสังเกตุดูค่อนข้างง่ายกว่าชนิดอื่น เพราะจะเห็นแต่ละเซลล์ลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมตัดมุมทั้งสี่มุม และมีสีเข้ม

แผงโซลาร์เซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ นั้น เป็นชนิดที่ทำมาจากซิลิคอนที่มีความบริสุทธิ์สูง โดยเริ่มมาจากแท่งซิลิคอนทรงกระบอก อันเนื่องมาจาก เกิดจากกระบวนการ กวนให้ผลึกเกาะกันที่แกนกลาง ที่เรียกว่า Czochralski process จึงทำให้เกิดแท่งทรงกระบอก จากนั้นจึงนำมาตัดให้เป็นสี่เหลี่ยม และลบมุมทั้งสี่ออก เพื่อที่จะทำให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด และลดการใช้วัตถุดิบโมโนซิลิคอนลง ก่อนที่จะนำมาตัดเป็นแผ่นอีกที จึงทำให้เซลล์แต่ละเซลล์หน้าตาเป็นอย่างที่เราเห็นในแผงโซลาร์เซลล์

แผงโซลาร์เซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline Silicon Solar Cells)



รูปที่ 2.9 แผงโซล่าเซลล์ โมโนคริสตัลไลน์ (mono-Si)

ข้อดีของแผงโซล่าเซลล์ ชนิดโมโนคริสตัลไลน์

1. แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะผลิตมาจาก ซิลิคอนเกรดดี ที่สุด โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 15-20%
2. แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่สูงสุด เพราะว่าให้กำลังสูงจึง ต้องการพื้นที่น้อยที่สุดในการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ชนิดนี้ โมโนคริสตัลไลน์ สามารถผลิต กระแสไฟฟ้าได้เกือบ 4 เท่า ของชนิด ฟิล์มบางหรือ thin film
3. แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีอายุการใช้งานยาวนานที่สุด โดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 25 ปีขึ้นไป
4. แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ ผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าชนิด โพลีคริสตัลไลน์ เมื่อ อยู่ในภาวะแสงน้อย

ข้อเสีย ของ แผงโซล่าเซลล์ ชนิด โมโนคริสตัลไลน์

1. แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ เป็นชนิดที่มีราคาแพงที่สุด ในบางครั้งการติดตั้งด้วย แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ หรือชนิด thin film อาจมีความคุ้มค่ามากกว่า
2. ถ้าหาก แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีความสกปรกหรือถูกบังแสงในบางส่วนของ แผง อาจทำให้วงจรหรือ inverter ไหม้ได้ เพราะอาจจะทำให้เกิดโวลต์สูงเกินไป

2. แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ เป็นแผงโซล่าเซลล์ชนิดแรก ที่ทำมาจากผลึกซิลิคอน โดยทั่วไปเรียกว่า โพลีคริสตัลไลน์ (polycrystalline,p-Si) แต่บางครั้งก็เรียกว่า มัลติ-คริสตัลไลน์ (multi-crystalline,mc-Si) โดยในกระบวนการผลิต สามารถที่จะนำเอา ซิลิคอนเหลว มาเทใส่โมลด์ ที่เป็นสี่เหลี่ยมลักษณะเป็นฟิล์มบางเพียง 0.5 ไมครอน (0.0005 มม.) น้ำหนักเบา และ ประสิทธิภาพเพียง 5-10% ก่อนที่จะนำมาตัดเป็นแผ่นบางอีกที จึงทำให้เซลล์แต่ละเซลล์เป็นรูป สี่เหลี่ยมจัตุรัส ไม่มีการตัดมุม สีของแผงจะออก น้ำเงิน ไม่เข้มมาก



รูปที่ 2.10 แผงโซล่าเซลล์ โพลีคริสตัลไลน์ (p-Si)

ข้อดี ของ แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์

1. แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีขั้นตอนกระบวนการผลิตที่ง่าย ไม่ซับซ้อน จึง ใช้ปริมาณซิลิคอน ในการผลิตน้อยกว่า เมื่อเทียบกับ ชนิด โมโนคริสตัลไลน์
2. แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพในการใช้งาน ในที่อุณหภูมิสูง ดีกว่า ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ เล็กน้อย
3. แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีราคาถูกกว่าเมื่อเทียบกับ ชนิด โมโนคริสตัลไลน์

ข้อเสีย ของ แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์

1. แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 13-16% ซึ่งต่ำกว่า เมื่อเทียบกับชนิด โมโนคริสตัลไลน์
2. แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่ต่ำกว่า ชนิด โมโนคริสตัลไลน์
3. แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีสีน้ำเงิน ทำให้บางครั้งอาจดูไม่สวยงาม เมื่อเทียบกับ ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ และชนิด thin film ที่มีสีเข้ม เข้ากับสิ่งแวดล้อม เช่น หลังคาบ้านได้ ดีกว่า

3. หลักการโดยทั่วไปของการผลิต โซล่าเซลล์ ชนิดฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cell, TFSC) คือ การนำเอาสารที่สามารถแปลงพลังงานจากแสงเป็นกระแสไฟฟ้า มาฉาบเป็นฟิล์มหรือชั้นบางๆ ซ้อนกันหลายๆชั้น จึงเรียก โซล่าเซลล์ชนิดนี้ว่า ฟิล์มบาง หรือ thin film ซึ่งสารฉาบที่ว่านี้ก็มีด้วยกัน หลายชนิด ชื่อเรียกของ แผงโซล่าเซลล์ ชนิดฟิล์มบางจึงแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับชนิดวัสดุที่นำมาใช้ ได้แก่ อะมอร์ฟัส Amorphous silicon (a-Si), Cadmium telluride (CdTe), Copper indium gallium selenide (CIS/CIGS) และ Organic photovoltaic cells (OPC)

ด้านประสิทธิภาพของ แผงโซลาร์เซลล์ ชนิดฟิล์มบางนั้น มีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 7-13% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาทำเป็นฟิล์มฉาบ แต่สำหรับบ้านเรือนโดยทั่วไปแล้ว มีเพียงประมาณ 5% เท่านั้น ที่ใช้ แผงโซลาร์เซลล์ ที่เป็นแบบชนิดฟิล์มบาง



รูปที่ 2.11 แผงโซลาร์เซลล์ชนิด ฟิล์มบาง

ข้อดี ของ แผงโซลาร์เซลล์ ชนิดฟิล์มบาง

1. แผงโซลาร์เซลล์ ชนิดฟิล์มบาง มีราคาถูกกว่า เพราะสามารถผลิตจำนวนมากได้ง่ายกว่า ชนิดผลึกซิลิคอน
2. ในที่อากาศร้อนมากๆ แผงโซลาร์เซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง มีผลกระทบน้อยกว่า
3. ไม่มีปัญหาเรื่อง เมื่อแผงสกปรกแล้วจะทำให้วงจรไหม้
4. ถ้าคุณมีที่เหลือเพื่อ แผงโซลาร์เซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง ก็เป็นทางเลือกที่ดี

ข้อเสีย ของ แผงโซลาร์เซลล์ ชนิดฟิล์มบาง

1. แผงโซลาร์เซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง มีประสิทธิภาพต่ำ
2. แผงโซลาร์เซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่ต่ำ
3. สิ้นเปลืองค่าโครงสร้างและอุปกรณ์อื่นๆ เช่น สายไฟ
4. ไม่เหมาะนำมาใช้ตามหลังคาบ้าน เพราะมีพื้นที่จำกัด
5. การรับประกันสั้นกว่าชนิด ผลึกซิลิคอน

3 เครื่องควบคุมการประจุ (Charge Controller)

ทำหน้าที่ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์เพื่อประจุให้กับแบตเตอรี่ และทำหน้าที่ตัดต่อวงจรการจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่ให้กับโหลด หากแบตเตอรี่มีระดับแรงดันไฟฟ้าต่ำ เครื่องจะตัดวงจรโหลดออก และจะต้องวงจรการประจุ

ชาร์จคอนโทรลเลอร์ จะต่อวงจรระหว่างแผงโซลาร์เซลล์กับแบตเตอรี่และโหลด หากแรงดันไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่ต่ำกว่าที่ตั้งไว้ เครื่องจะทำการปลดโหลดออกจากระบบโดยทันที (Load

disconnect) เพื่อป้องกันแบตเตอรี่เสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น ปกติจะตั้งค่าแรงดันการปลดโหลดไว้ที่ประมาณ 11.5 โวลต์(สำหรับแรงดันระบบที่ 12 โวลต์) เครื่องควบคุมการชาร์จก็จะต่อการทำงานของโหลดใหม่ (Load reconnect) ถ้าแบตเตอรี่มีค่าแรงดันที่เพิ่มขึ้นตามที่ตั้งไว้ ปกติจะตั้งไว้ที่ 12.6 โวลต์ (สำหรับแรงดันระบบ 12 โวลต์) ส่วนแรงดันควบคุมในการประจุแบตเตอรี่ (Regulation Voltage) ปกติจะมีค่า 14.3 โวลต์(สำหรับระบบ 12 โวลต์) เมื่อแบตเตอรี่ประจุจนเต็ม

ชาร์จคอนโทรลเลอร์ มี 2 ประเภท คือ PWM (Pulse Width Modulation) และ MPPT (Maximum Power Point Tracking) มีตั้งแต่ขนาดกระแส 10A – 60A และ แรงดัน 12V 24V 48V หรือ 96V มีราคาตั้งแต่ 300-30,000 บาท



รูปที่ 2.12 เครื่องควบคุมการประจุ

ข้อควรระวังในการเลือกซื้อคอนโทรลชาร์จโซล่าเซลล์

แรงดันตรงกับระบบที่เลือกใช้ เช่น 12 V หรือ 24 V

ขนาดกระแสของชาร์จคอนโทรลเลอร์ต้องเหมาะสมกับขนาดรวมของแผงโซล่าเซลล์ มิฉะนั้นอาจทำให้เครื่องควบคุมการชาร์จหรือแบตเตอรี่เสียหายได้ เช่น ชาร์จคอนโทรลเลอร์ ขนาด 12V./10A. จะสามารถใช้ประจุไฟฟ้าให้แบตเตอรี่ 12V. ส่วน 10A. เป็นขนาดของแผงโซล่าเซลล์ที่ใช้ได้โดยสังเกตจากค่า Imp ของแผง โซล่าเซลล์

4 แบตเตอรี่ (Battery)

แบตเตอรี่ที่ใช้เก็บสำรองไฟฟ้าในระบบโซล่าเซลล์ จะต้องเป็นแบบที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถเก็บประจุไฟฟ้าได้มาก สามารถจ่ายไฟฟ้าออกได้เป็นเวลานาน มีความทนทาน แบตเตอรี่ที่เหมาะสมคือแบบ Deep-Cycle Battery ซึ่งแบตเตอรี่ที่ออกแบบมา ให้สามารถปล่อยประจุไฟฟ้าได้มาก ประมาณ 60-80 เปอร์เซ็นต์ ของประจุไฟฟ้าทั้งหมด ก่อนจะทำการชาร์จประจุใหม่ ส่วนใหญ่จะนำมาใช้กับ ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าในบ้านพักอาศัย แบตเตอรี่ชนิดนี้ จะมีราคาที่สูงกว่าแบตเตอรี่ที่ใช้ในรถยนต์ทั่วไป มีอายุการใช้งาน 4- 5 ปี



รูปที่ 2.13 แบตเตอรี่

แบตเตอรี่ deep cycle แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ชนิดน้ำ หรือ Flooded type deep cycle battery เป็นชนิดมีใช้งานมากที่สุด ในระบบโซลาร์เซลล์ คำนวณค่าต่อการลงทุน แต่ก็ยังเป็นชนิดที่ต้องการการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ เช่น การเติมน้ำกลั่นหรือ การทำความสะอาดขั้วแบตเตอรี่

2. ชนิดแห้ง หรือชนิดมีวาล์วปรับแรงดันภายใน (Valve Regulated Lead Acid : VRLA) เป็นแบตเตอรี่ที่มีโครงสร้างเป็นระบบปิด ไม่ต้องการการบำรุงรักษา (Free Maintenance) ควบคุมแรงดันของสารละลายด้วยวาล์วปรับแรงดันที่อยู่ภายใน ค่าของแบตเตอรี่ที่ต้องนำมาคำนวณ

1. ขนาดความจุของแบตเตอรี่ เรียกว่าแอมแปร์อว (Ampere minute/hour : Ah) ซึ่งผู้ผลิตแจ้งไว้เป็นค่าที่วัดการคายประจุ ที่ในอัตราการคายกระแสเป็นเวลาชั่วโมง เช่น แบตเตอรี่ 12V 100Ah หมายถึง แบตเตอรี่ลูกนี้ สามารถจ่ายไฟที่อัตรา 10 A ได้นาน 10 ชั่วโมง (เป็นการคำนวณแบบง่ายๆ อัตราที่แน่นอนต้องพิจารณาที่กราฟคุณสมบัติ) ค่าแอมแปร์อวที่บริษัทแจ้งจะเป็นค่าที่คิดจากการประจุที่ 20 ชั่วโมง

2. ค่าในการนำเอาความจุที่มีอยู่ออกมาใช้งาน (Depth Of Discharge : DOD) ค่าที่บอกถึงความสามารถของแบตเตอรี่ คือ อาจจะบอกเป็นเปอร์เซ็นต์ หรือ Ah ก็ได้ ยกตัวอย่าง เช่น แบตเตอรี่เต็มความจุคือ 100% แต่สามารถนำเอาออกมาใช้งานได้เพียง 35% ที่เหลือ 65% เก็บสำรองไว้เพื่อรักษาแบตเตอรี่เอาไว้ นั่นคือแบตเตอรี่ลูกนี้มี DOD 35% ค่านี้มีการกำหนดได้ถึง 60 % เพื่อให้ได้ขนาดของแบตเตอรี่น้อย แต่จะมีผลกับอายุการใช้งานของแบตเตอรี่

5 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter)

อินเวอร์เตอร์ในที่นี้จะกล่าวถึงเป็นชนิดที่แปลงกระแสไฟฟ้าตรงจากแผงโซลาร์เซลล์หรือไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่ ให้เป็นไฟกระแสสลับที่มีลักษณะเช่นเดียวกับของการไฟฟ้า คือไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ตส (Hz) เพราะต้องการจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เราใช้งาน ราคาของอินเวอร์เตอร์จะขึ้นอยู่กับความสามารถ ถ้าสามารถต่อจากแผงโซลาร์เซลล์ได้โดยตรงโดยจะมีราคาสูง จะแบ่งได้ 2 ระบบ ดังนี้

1. ระบบสแตนด์อโลน (Stand-Alone System) หรือระบบอิสระที่ไม่ต่อเข้ากับการไฟฟ้า อินเวอร์เตอร์แบบนี้รับพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์ในตอนกลางวัน และรับไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่ในเวลากลางคืนจากพลังงานที่ชาร์จไว้โดยแผงโซลาร์เซลล์ในตอนกลางวัน แล้วแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ จ่ายให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสสลับต่อไป

2. ระบบออนกริด (On-grid System) หรือระบบที่สามารถต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้า มีชื่อเรียกอินเวอร์เตอร์ชนิดนี้โดยทั่วไปว่า กริดไทน์อินเวอร์เตอร์ (Grid-Tied Inverter) ลักษณะการทำงานของอินเวอร์เตอร์ระบบนี้จะเหมือนกับอินเวอร์เตอร์โดยปกติทั่วไปแต่จะต้องมีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจากการไฟฟ้าป้อนให้กับอินเวอร์เตอร์อีกทางหนึ่งด้วย ตัวอินเวอร์เตอร์แบบนี้ถึงจะทำงาน ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์จะถูกใช้ไปกับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ภายในบ้าน (สำหรับระบบออนกริดแบบลดภาระค่าไฟฟ้า) หรืออาจจะแปลงไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์ป้อนตรงให้กับสายส่งเพื่อขายไฟให้การไฟฟ้าตามโครงการ VSPP ได้ กริดไทน์อินเวอร์เตอร์ในปัจจุบันจะตัดการทำงานตัวมันเองทันทีที่ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าดับเพื่อป้องกันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์ผ่านไปยังสายไฟของการไฟฟ้าซึ่งจะเป็นอันตรายต่อช่างไฟฟ้าที่จะมาซ่อมได้



รูปที่ 2.14 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

บทที่ 3

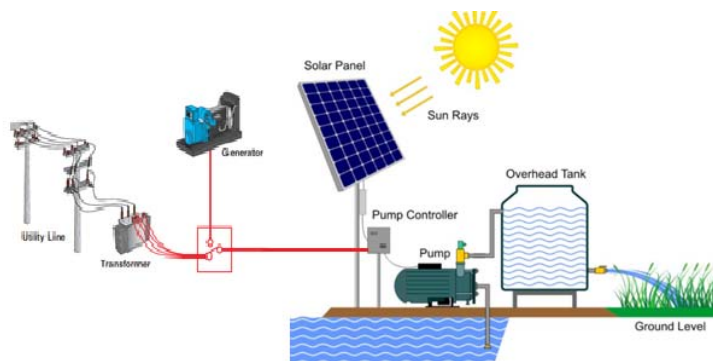
วิธีดำเนินการ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research & Development) เพื่อออกแบบและสร้างระบบให้เหมาะสมกับการใช้งานและมีประสิทธิภาพด้านการใช้งานสูงสุด โดยได้ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ลงพื้นที่เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการสูบน้ำเพื่อการเกษตรจาก กลุ่มเกษตรกรชาวอินทรี ตำบลไร่อ้อย อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์

จากการลงพื้นที่กลุ่มเกษตรกรชาวอินทรี ตำบลไร่อ้อย อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่าการทำการเกษตรของเกษตรกรมีการขาดแคลนน้ำในการทำการเกษตร ซึ่งปัจจุบันเกษตรกรจึงได้ทำการเจาะบ่อบาดาลเพื่อนำน้ำมาใช้และเนื่องด้วยราคาน้ำมันที่จะนำมาใช้ในการสูบน้ำเพื่อใช้ก็มีราคาที่สูงขึ้นทำให้เกิดการขาดทุน เกษตรกรจึงได้หาพลังงานในรูปแบบอื่นที่ราคาถูกกว่าอย่างเช่น พลังงานไฟฟ้า แต่เนื่องจากพื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ไฟฟ้าอาจเข้าไม่ถึงหรืออยู่ห่างไกล การขอขยายเขตจากการไฟฟ้าก็ใช้ทุนทรัพย์จำนวนมาก เกษตรกรส่วนใหญ่จึงหาทางเลือกทดแทนไฟฟ้าหรือแหล่งผลิตไฟฟ้ามาใช้แทนน้ำมันก็คือระบบเซลล์แสงอาทิตย์

ซึ่งจากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าเกษตรกรได้ทำการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้งานแค่สูบน้ำเพียงบางช่วงเวลาเท่านั้น จึงมีพลังงานไฟฟ้าที่เหลือใช้โดยเปล่าประโยชน์จำนวนมาก รวมถึงเงินลงทุนระบบพลังงานทดแทนไฟฟ้ามีค่าสูง โดยระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่เกษตรกรติดตั้งเป็นแบบระบบออนกริด (On Grid) เพื่อลดค่าไฟฟ้า โดยเมื่อมีการใช้ไฟฟ้ามากกว่าที่ผลิตเองจากโซลาร์เซลล์ ตัวอุปกรณ์ Grid Tie Inverter ที่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ ก็จะทำหน้าที่ดึงกระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้ามาใช้งานโดยอัตโนมัติ ดังนั้นก็จะทำให้ลดค่าไฟฟ้าลงได้และไม่มีข้อจำกัดเรื่องกำลังไฟไม่พอ เพราะดึงจากการไฟฟ้ามาชดเชย แต่การติดตั้งแบบนี้ต้องได้รับการอนุญาตจาก การไฟฟ้าฯ ก่อน แต่ข้อเสียของระบบนี้คือช่วงที่ไม่มีแสงอาทิตย์หรือเวลากลางคืน ก็จะไม่มีการผลิตกระแสไฟฟ้าออกมาซึ่งช่วงนี้ก็ต้องดึงพลังงานไฟฟ้ามาจากระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ

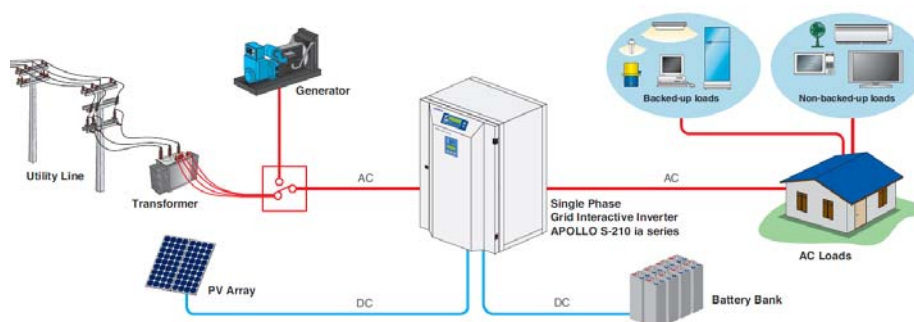


รูปที่ 3.1 เซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการสูบน้ำเพื่อการเกษตรจาก กลุ่มเกษตรกรข้าวอินทรีย์

2. นำข้อมูลพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการลงพื้นที่มาใช้ออกแบบและพัฒนาต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่อย่างคุ้มค่า

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการต้นแบบที่อยู่อาศัยและเกษตรทฤษฎีใหม่ให้เกิดความคุ้มค่า ซึ่งจะออกแบบระบบการจัดเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ให้สามารถใช้กับระบบสูบน้ำเพื่อการเกษตรและสามารถนำพลังงานไฟฟ้าที่เหลือไปใช้กับบ้านพักอาศัย โดยผู้วิจัยได้พิจารณาจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จำเป็นสำหรับที่อยู่อาศัยและเกษตรทฤษฎีใหม่เพื่อสร้างเป็นต้นแบบที่สามารถนำไปใช้งานในพื้นที่อื่นได้ต่อไป

โดยระบบที่ได้ออกแบบและพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เป็นระบบไฮบริดส์ (Hybrid) หรือแบบผสมเป็นระบบที่นำเอา ระบบออนกริดและออฟกริด มารวมกันคือจะมีระบบแบตเตอรี่ มาสำรองพลังงาน ใช้งานในเวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์ และสำหรับกรณีที่เมื่อมีแสงอาทิตย์แล้วผลิตกระแสไฟฟ้าได้หากกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้มีมากกว่าที่นำมาใช้งาน ระบบก็นำกระแสไฟฟ้านั้นชาร์จเข้าแบตเตอรี่ เพื่อนำมาใช้งานได้ต่อไป พอถึงเวลากลางคืนที่ผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ไม่ได้ระบบก็จะไปนำเอากระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่มาใช้ก่อน หากยังไม่เพียงพอ ระบบก็จะไปดึงไฟฟ้ามาจากระบบจำหน่ายมาชดเชยอีกทีหนึ่ง



รูปที่ 3.2 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการต้นแบบที่อยู่อาศัยและเกษตรทฤษฎีใหม่ให้เกิดความคุ้มค่า

3. ลงพื้นที่สืบข้อมูลการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์กับกลุ่มเกษตรกรเพื่อวิเคราะห์ระบบและปรับปรุงให้เหมาะสมกับการใช้งานจริง

จากการลงพื้นที่กลุ่มเกษตรกรชาวอินทรี ตำบลไร่อ้อย อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่า การทำการเกษตรของเกษตรกรมีการขาดแคลนน้ำในการทำการเกษตร ซึ่งปัจจุบันเกษตรกรจึงได้ทำการเจาะบ่อบาดาลเพื่อนำน้ำมาใช้แต่เนื่องจากพื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ไฟฟ้าอาจเข้าไม่ถึงหรืออยู่ห่างไกล เกษตรกรส่วนใหญ่จึงหาทางเลือกทดแทนไฟฟ้าหรือแหล่งผลิตไฟฟ้ามาใช้แทนน้ำมัน ก็คือระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งจากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าเกษตรกรได้ทำการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้แกนคู่สูบน้ำเพียงบางช่วงเวลาเท่านั้น จึงมีพลังงานไฟฟ้าที่เหลือใช้โดยเปล่าประโยชน์จำนวนมากผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลดังกล่าวคืนไปยังกลุ่มเกษตรกรเพื่อให้เกษตรกรมีความเข้าใจและสามารถนำไปต่อยอดยังกลุ่มเกษตรกรอื่นๆต่อไป

4. ทำการสร้างต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่ตามหลักวิชาการและความต้องการของเกษตรกร

การนำระบบโซล่าเซลล์ มาใช้เป็นพลังงานหลัก จึงต้องเข้าใจถึงข้อจำกัดก่อนว่า พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานทดแทน ซึ่งไม่สามารถผลิตใช้งานได้ตลอดเวลา เหมือนกับโรงไฟฟ้าที่ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ(เขื่อน) หรือพลังงานไอน้ำ(จากถ่านหิน หรือก๊าซธรรมชาติ) ที่สามารถผลิตได้ตลอด 24 ชั่วโมง หากนำระบบไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์มาใช้เป็นพลังงานหลักแล้ว ก็ต้องคำนึงถึงการเก็บพลังงานไฟฟ้า มาใช้งานในช่วงที่ไม่สามารถผลิตมาใช้งานได้ซึ่งก็คือช่วงกลางคืนหรือช่วงไม่มีแสงแดด ซึ่งอุปกรณ์ที่จะเก็บพลังงานไฟฟ้าก็คือแบตเตอรี่ นั่นเอง



รูปที่ 3.3 ภาพจำลองระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับเกษตรกรและที่อยู่อาศัย

ในการออกแบบระบบโซลาร์เซลล์ ต้องประมาณก่อนว่าเราจะใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าอะไรบ้าง และใช้วันละกี่ชั่วโมง ซึ่งก็จะประมาณการเอาตามอุปกรณ์ไฟฟ้าพื้นฐาน รวมถึงในกรณีที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถรับแสงเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ ซึ่งต้องใช้พลังงานสำรองที่ได้จากแบตเตอรี่ว่าสามารถใช้ได้นานเท่าใด ซึ่งก็ขอเลือกใช้ Load DC ด้วยเพื่อจะได้ลดพลังงานสูญเสียได้บางส่วน (สำหรับโหลดที่เป็นปั้มน้ำ ขนาดใหญ่เกินครึ่งแรงม้าขึ้นไป ควรออกแบบแยกต่างหาก) โดยมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. คำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด

โหลด 24V DC

	กำลัง	จำนวน อุปกรณ์	เวลาใช้งาน	กำลังงาน รวม	พลังงาน รวม
อุปกรณ์ไฟฟ้า	วัตต์(W)	(ตัวหรือ เครื่อง)	ชม./วัน	วัตต์(W)	Wh/วัน
หลอด LED 24 V	9	5	10	45	450
พัดลม	20	2	3	40	80
รวม				85	530

โหลด 220V AC

	กำลัง	จำนวน อุปกรณ์	เวลาใช้งาน	กำลังงาน รวม	พลังงาน รวม
อุปกรณ์ไฟฟ้า	วัตต์(W)	(ตัวหรือ เครื่อง)	ชม./วัน	วัตต์(W)	Wh/วัน
ตู้เย็น 6 คิว (ใช้ทั้งวันแต่คิดเฉพาะตอน คอมเพรสเซอร์ทำงาน)	60	1	12	60	720
TV 20 นิ้ว	70	1	4	70	280
หม้อหุงข้าว 0.5 ลิตร	300	1	0.5	300	150
เตารีด	1000	1	0.25	1000	250
ปั้มน้ำ ครึ่งแรงม้า	350	1	1	350	350
คอมพิวเตอรื	50	1	3	50	150
รวม				1850	1900

เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า AC จะต้องมีการแปลงไฟฟ้า DC ที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ ไปเป็นไฟ AC โดยใช้อินเวอร์เตอร์เป็นตัวแปลงไฟ ซึ่งการแปลงไฟดังกล่าวก็จะมีค่าสูญเสีย ซึ่งประสิทธิภาพโดยทั่วไปของอินเวอร์เตอร์อยู่ที่ประมาณ 90% (หมายความว่าเราใส่พลังงานเข้าไป 100 ได้ output ออกมา 90)

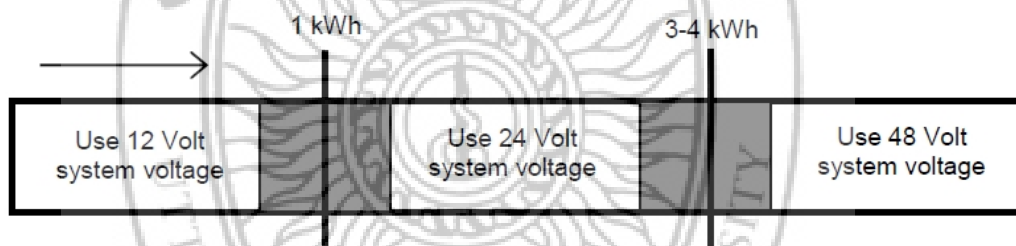
ในที่นี้เราต้องการ output ที่ใช้พลังงานไฟฟ้า LOAD AC 1,900 ดังนั้นเราต้องป้อนพลังงาน = $1900/0.9 = 2,111 \text{ Wh}$

รวม ใช้พลังงานไฟฟ้า โหลด 24V DC+ โหลด 220V AC = $530+1,900 = 2,430 \text{ Watt-Hour/วัน}$

2. หาขนาดความจุของแบตเตอรี่

ก่อนอื่นต้องหาค่าแรงดัน (Voltage) ที่เหมาะสมในระบบก่อน ตามรูปด้านล่าง

- Load น้อยกว่า 1 kWh ใช้แรงดันระบบ 12 โวลต์ (V)
- Load 1 - 4 kWh ใช้แรงดันระบบ 24 โวลต์ (V)
- Load มากกว่า 4 kWh ใช้แรงดันระบบ 48 โวลต์ (V)



ในที่นี้ ค่าพลังงานที่ต้องการคือ 2,430 Wh ดังนั้นค่าแรงดันที่เหมาะสมที่ควรใช้ในระบบ คือ 24 Volt ต้องแปลงค่าพลังงานที่โหลดต้องการ Watt-Hour (Wh) ให้เป็นค่าขนาดความจุของแบตเตอรี่ แอมป์-อาวว์ (Ah)

จากสูตร $P = E \times I$ ถ้าต้องการรู้ค่า I ก็จะได้ $I = P/E$ แทนค่า ขนาดความจุแบตเตอรี่ = $2,430/24 = 101.25 \text{ Ah}$

ตั้งสมมติฐานว่า หากไม่มีแดด 2 วัน เรายังมีไฟฟ้าใช้งาน ดังนั้นขนาดความจุของเรา ก็ต้อง = $101.25 \times 2 = 202.50 \text{ Ah}$

การจ่ายพลังงานของแบตเตอรี่ มีค่า Dept Of Discharge (DOD) คือเปอร์เซ็นต์ของพลังงานที่แบตเตอรี่เก็บไว้ได้ ส่วนใหญ่เราจะประมาณการให้ จ่ายพลังงานที่ความลึก ประมาณ 70-90 % ในที่นี้เราจะใช้ที่ 80% (ก็หมายความว่า มีพลังงานเก็บไว้ในแบตเตอรี่ 100 แต่เราจ่ายแค่ 80 พอแล้ว ถ้าจ่ายมากกว่านี้ก็จะทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ สั้นลงไปอีก บางท่านอยากให้อายุการใช้งานของ

แบตเตอรี่นานๆ อาจใช้ที่ 70% มาคำนวณก็ได้ แต่ก็อาจจะต้องเพิ่มจำนวน Ah ของแบตเตอรี่ขึ้นไปอีก ซึ่งก็หมายความว่าต้นทุนก็สูงขึ้น)

แทนค่า DOD เป็น 80% จะได้ $202.50/0.7 = 289.28 \text{ AH}$ ก็จะได้ขนาดแบตเตอรี่ ที่ขนาดความจุ 300 Ah ที่แรงดัน 24 V

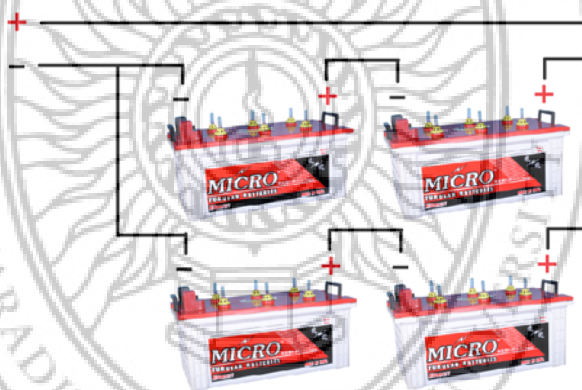
แบตเตอรี่ ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ส่วนใหญ่จะมีแรงดันที่ 12 V และที่ความจุที่หลากหลาย เช่น 32Ah,35Ah,40Ah,45Ah,60Ah,70Ah,80Ah,100Ah,120Ah,150Ah,200Ah เป็นต้น ดังนั้นเราต้องนำแบตเตอรี่ มาอนุกรมกัน เพื่อให้ได้ Volt เพิ่ม และ ต่อขนานกันเพื่อให้ได้ Amp เพิ่ม

จำนวนแบตเตอรี่ ที่ต้องอนุกรมกัน = $24/12 = 2$ ลูก

จำนวนแบตเตอรี่ ที่ต้องขนานกัน (เลือกเอาขนาดที่หารได้พอดีกับที่เราคำนวณไว้ ในที่นี้เราเลือกขนาด 150 Ah) = $300/150 = 2$ ลูก

นำทั้งอนุกรม และขนาน มาคูณกัน = $2 \times 2 = 4$ ลูก

สรุปใช้แบตเตอรี่ ขนาด 12 V 150 Ah จำนวน 4 ลูก มาอนุกรมและขนานกันตามรูป



รูปที่ 3.4 การต่อแบตเตอรี่

ซึ่งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้ออกแบบจะประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

- 1) ระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้า
- 2) เซลล์แสงอาทิตย์
- 3) เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter)
- 4) เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า (Charge Controller)
- 5) แบตเตอรี่ (Battery)
- 6) เครื่องใช้ไฟฟ้า



รูปที่ 3.5 ภาพรวมระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ออกแบบ

3. หาขนาดของอินเวอร์เตอร์

ขนาดอินเวอร์เตอร์ได้จากสูตรนี้ $1.25 \times \text{จำนวนกำลังงาน(W)รวมของโหลด AC} = 1.25 \times 1,850 = 2,312.50 \text{ W}$ ปัดขึ้นเป็นใช้อินเวอร์เตอร์ขนาด 2,400 W

4. หาขนาดและจำนวนแผง PV เนื่องจากการคำนวณขนาดแผงต้องสัมพันธ์กับประเภทของชาร์จเจอร์ ที่จะนำมาใช้งาน โดยชาร์จเจอร์มี 2 ประเภทคือ แบบ PWM (ประสิทธิภาพต่ำ ราคาถูก ใช้กับโหลดน้อยๆ) และ MPPT (ประสิทธิภาพสูง ราคาสูง ใช้กับโหลดขนาดมากๆ) ในที่นี้จะคำนวณเฉพาะแบบ MPPT เนื่องจากคุ้มค่ากว่าและโหลดที่ยกตัวอย่างนี้ก็สูงพอควร

- กำลังไฟฟ้าที่ PV ต้องการ หาได้จากสูตรนี้ $= (\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ AC และ DC} \times 1.73) \div 4.54$

แทนค่าตามสูตร จะได้ $= (2,641 \times 1.73) \div 4.54 = 1006.372 \text{ W}$ ปัดขึ้นเป็น 1,100 W

- สมมติใช้แผงขนาด 300W ก็จะได้จำนวนแผง $= 1,100/300 = 3.66$ แผง

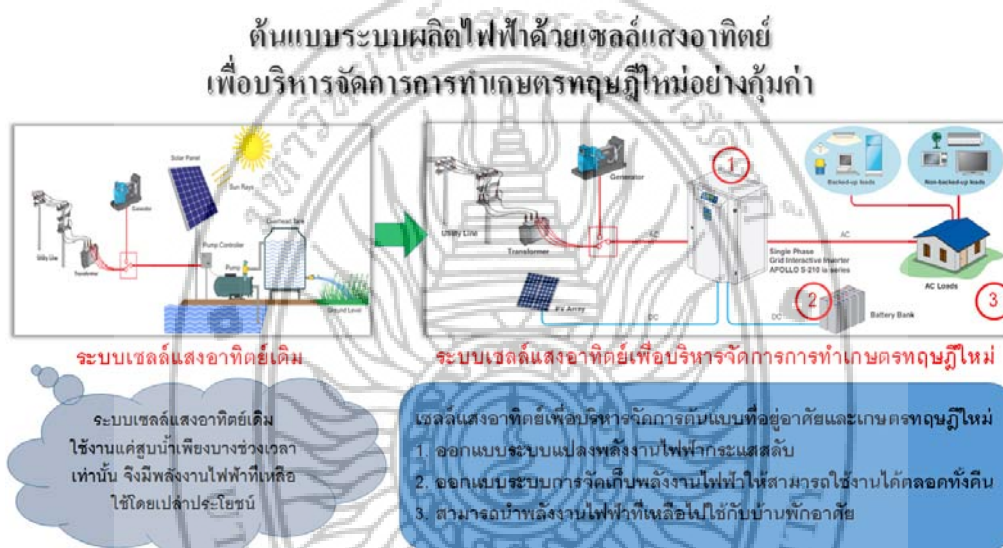
สรุปใช้แผง 300 W จำนวน 4 แผง และกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ $= 1,200 \text{ W}$

5.หาขนาดของชาร์จเจอร์ ในที่นี้เลือกใช้แบบ MPPT หาได้จากสูตรนี้ $1.25 \times \text{กำลังไฟฟ้าที่ PV ผลิตได้} = 1.25 \times 1,000 = 1,500 \text{ W}$

สรุปใช้ ชาร์จเจอร์ ขนาด 1,500 W

5. ติดตั้งพร้อมทั้งทำการทดสอบต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่ร่วมกลุ่มเกษตรกร

ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการต้นแบบที่อยู่อาศัยและเกษตรทฤษฎีใหม่ให้เกิดความคุ้มค่า จากการออกแบบระบบการจัดเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ให้สามารถใช้กับระบบสูบน้ำเพื่อการเกษตรและสามารถนำพลังงานไฟฟ้าที่เหลือไปใช้กับบ้านพักอาศัย โดยผู้วิจัยได้พิจารณาจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จำเป็นสำหรับที่อยู่อาศัยและเกษตรทฤษฎีใหม่เพื่อสร้างเป็นต้นแบบที่สามารถนำไปใช้งานในพื้นที่อื่นได้ต่อไป



รูปที่ 3.6 ภาพรวมระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่นำไปติดตั้ง

6. เก็บข้อมูลประสิทธิภาพการใช้งานจริงของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

หลังจากทำการติดตั้งต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์กลุ่มเกษตรกรชาวอินทรี ตำบลไร่ฮ้อย อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ ทำการเก็บข้อมูลประสิทธิภาพการใช้งานจริงของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์โดยจะทำการเก็บค่าพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้เพื่อนำไปใช้คำนวณผลการประหยัดพลังงานต่อไป

7. ถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่พร้อมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลและประเมินผล

ถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่กลุ่มเกษตรกรชาวอินทรี ตำบลไร่ฮ้อย อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ ที่ใช้กับระบบสูบน้ำเพื่อการเกษตรและสามารถนำพลังงานไฟฟ้าที่เหลือไปใช้กับบ้านพักอาศัยเพื่อสร้างเป็นต้นแบบที่สามารถนำไปใช้งานในพื้นที่อื่นได้และทำการวิเคราะห์ความพึงพอใจและการนำไปใช้ประโยชน์

บทที่ 4

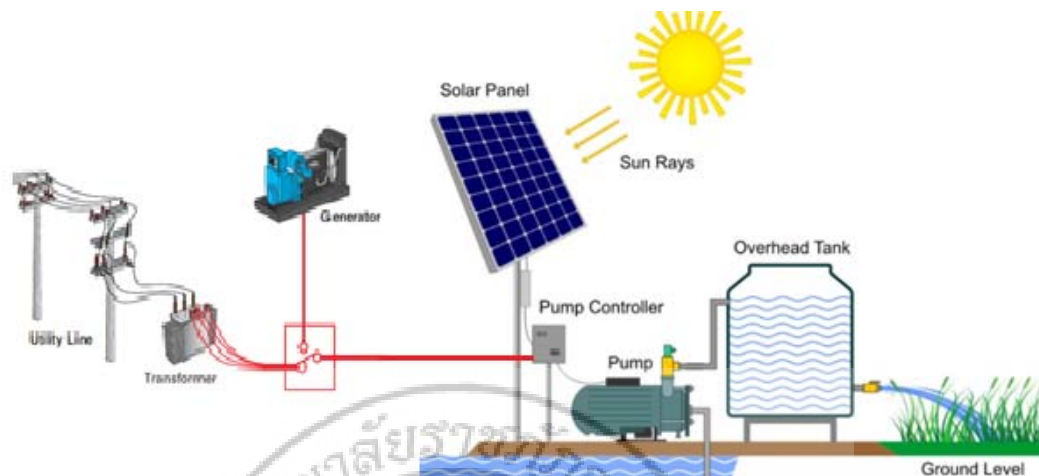
การวิเคราะห์ผล

ในบทนี้ได้กล่าวถึงวิธีการสำรวจระบบโซลาเซลล์แสงอาทิตย์ พารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อเก็บค่าและทำตารางการเปรียบเทียบเพื่อใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการต้นแบบที่อยู่อาศัยและเกษตรทฤษฎีใหม่ให้เกิดความคุ้มค่า ซึ่งจะออกแบบระบบการจัดเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ให้สามารถใช้กับระบบสูบน้ำเพื่อการเกษตรและสามารถนำพลังงานไฟฟ้าที่เหลือไปใช้กับบ้านพักอาศัย ซึ่งทั้งหมดจะใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research & Development) เพื่อออกแบบและสร้างระบบให้เหมาะสมกับการใช้งานและมีประสิทธิภาพด้านการใช้งานสูงสุดโดยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

4.1 ลงพื้นที่เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการสูบน้ำเพื่อการเกษตรจาก กลุ่มเกษตรกรชาวอินทรี ตำบลไร่ฮ้อย อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์

จากการลงพื้นที่กลุ่มเกษตรกรชาวอินทรี ตำบลไร่ฮ้อย อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่าการทำการเกษตรของเกษตรกรมีการขาดแคลนน้ำในการทำการเกษตร ซึ่งปัจจุบันเกษตรกรจึงได้ทำการเจาะบ่อบาดาลเพื่อนำน้ำมาใช้และเนื่องด้วยราคาน้ำมันที่จะนำมาใช้ในการสูบน้ำเพื่อใช้ก็มีราคาที่สูงขึ้นทำให้เกิดการขาดทุน เกษตรกรจึงได้หาพลังงานในรูปแบบอื่นที่ราคาถูกกว่าอย่างเช่น พลังงานไฟฟ้า แต่เนื่องจากพื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่ไฟฟ้าอาจเข้าไม่ถึงหรืออยู่ห่างไกล การขอขยายเขตจากการไฟฟ้าก็ใช้ทุนทรัพย์จำนวนมาก เกษตรกรส่วนใหญ่จึงหาทางเลือกทดแทนไฟฟ้าหรือแหล่งผลิตไฟฟ้ามาใช้แทนน้ำมันก็คือระบบเซลล์แสงอาทิตย์

ซึ่งจากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าเกษตรกรได้ทำการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้งานแค่สูบน้ำเพียงบางช่วงเวลาเท่านั้น จึงมีพลังงานไฟฟ้าที่เหลือใช้โดยเปล่าประโยชน์จำนวนมาก รวมถึงเงินลงทุนระบบพลังงานทดแทนไฟฟ้ามีค่าสูง โดยระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่เกษตรกรติดตั้งเป็นแบบระบบออนกริด (On Grid) เพื่อลดค่าไฟฟ้า โดยเมื่อมีการใช้ไฟฟ้ามากกว่าที่ผลิตเองจากโซลาเซลล์ ตัวอุปกรณ์ Grid Tie Inverter ที่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ ก็จะทำให้หน้าที่ตั้งกระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้ามาใช้งานโดยอัตโนมัติ ดังนั้นก็จะทำให้ลดค่าไฟฟ้าลงได้และไม่มีข้อจำกัดเรื่องกำลังไฟไม่พอ เพราะดึงจากการไฟฟ้ามาชดเชย แต่การติดตั้งแบบนี้ต้องได้รับการอนุญาตจากการไฟฟ้าก่อน แต่ข้อเสียของระบบนี้คือช่วงที่ไม่มีแสงอาทิตย์หรือเวลากลางคืน ก็จะไม่มีการผลิตกระแสไฟฟ้าออกมาซึ่งช่วงนี้ก็จะต้องดึงพลังงานไฟฟ้ามาจากระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ



รูปที่ 4.1 เซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการสูบน้ำเพื่อการเกษตรจาก กลุ่มเกษตรกรข้าวอินทรีย์



รูปที่ 4.2 ลงพื้นที่เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการสูบน้ำเพื่อการเกษตร

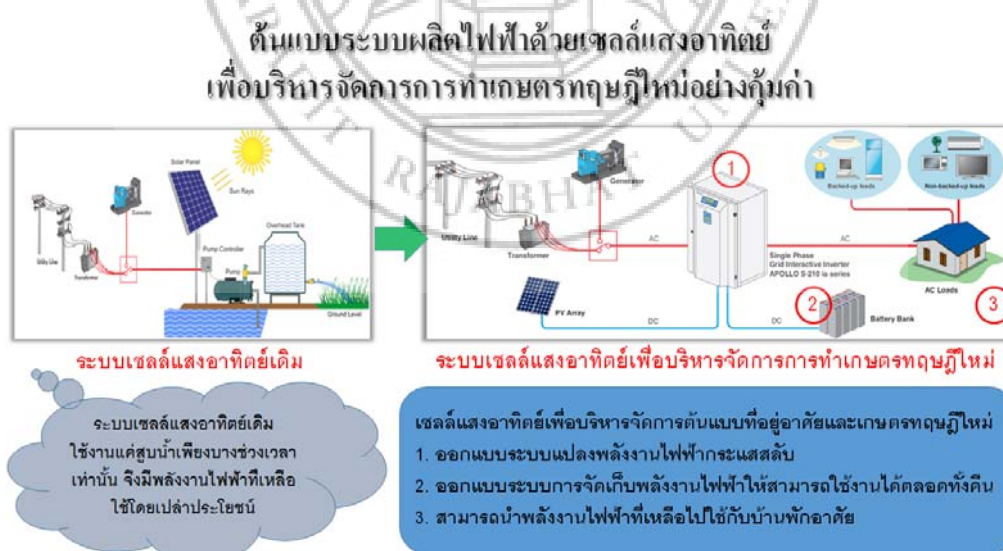
จากผลสำรวจและวัดค่าก่อนการออกแบบและพัฒนาต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่อย่างคุ้มค่า พบว่าระบบเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับสูบน้ำเพื่อการเกษตรของกลุ่มเกษตรกรข้าวอินทรีย์ ตำบลไร่ฮ้อย อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์

ส่วนใหญ่เป็นระบบสูบน้ำขนาดกำลัง 3 แรงม้าหรือประมาณ 2,238 วัตต์ ซึ่งใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์จำนวน 10 แผง ต่อแบบอนุกรมจึงมีแรงดันขนาด 360VDC ซึ่งต้อง

2. นำข้อมูลพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการลงพื้นที่มาใช้ออกแบบและพัฒนาต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่อย่างคุ้มค่า

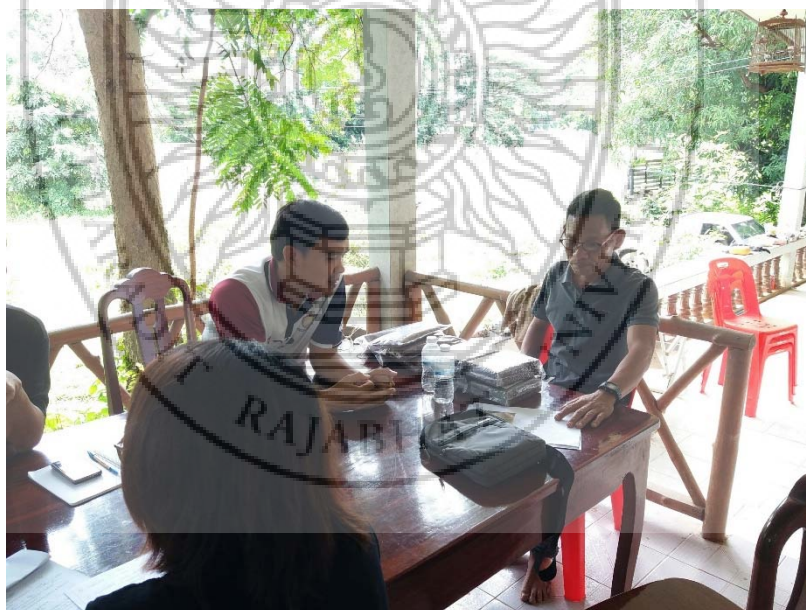
ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการต้นแบบที่อยู่อาศัยและเกษตรทฤษฎีใหม่ให้เกิดความคุ้มค่า ซึ่งจะออกแบบระบบการจัดเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ให้สามารถใช้กับระบบสูบน้ำเพื่อการเกษตรและสามารถนำพลังงานไฟฟ้าที่เหลือไปใช้กับบ้านพักอาศัย โดยผู้วิจัยได้พิจารณาจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จำเป็นสำหรับที่อยู่อาศัยและเกษตรทฤษฎีใหม่เพื่อสร้างเป็นต้นแบบที่สามารถนำไปใช้งานในพื้นที่อื่นได้ต่อไป

โดยระบบที่ได้ออกแบบและพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เป็นระบบไฮบริดส์ (Hybrid) หรือแบบผสมเป็นระบบที่นำเอา ระบบออนกริดและออฟกริด มารวมกันคือจะมีระบบแบตเตอรี่ มาสำรองพลังงาน ใช้งานในเวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์ และสำหรับกรณีที่มีแสงอาทิตย์แล้วผลิตกระแสไฟฟ้าได้หากกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้มีมากกว่าที่นำมาใช้งาน ระบบก็นำกระแสไฟฟ้านั้นชาร์จเข้าแบตเตอรี่ เพื่อนำมาใช้งานต่อไป พอถึงเวลากลางคืนที่ผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ไม่ได้ ระบบก็จะไปนำเอากระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่มาใช้ก่อน หากยังไม่เพียงพอ ระบบก็จะไปดึงไฟฟ้ามาจากระบบจำหน่ายมาชดเชยอีกทีหนึ่ง



รูปที่ 4.3 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่อย่างคุ้มค่า

3. ลงพื้นที่คืนข้อมูลการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์กับกลุ่มเกษตรกรเพื่อวิเคราะห์ระบบและปรับปรุงให้เหมาะสมกับการใช้งานจริง



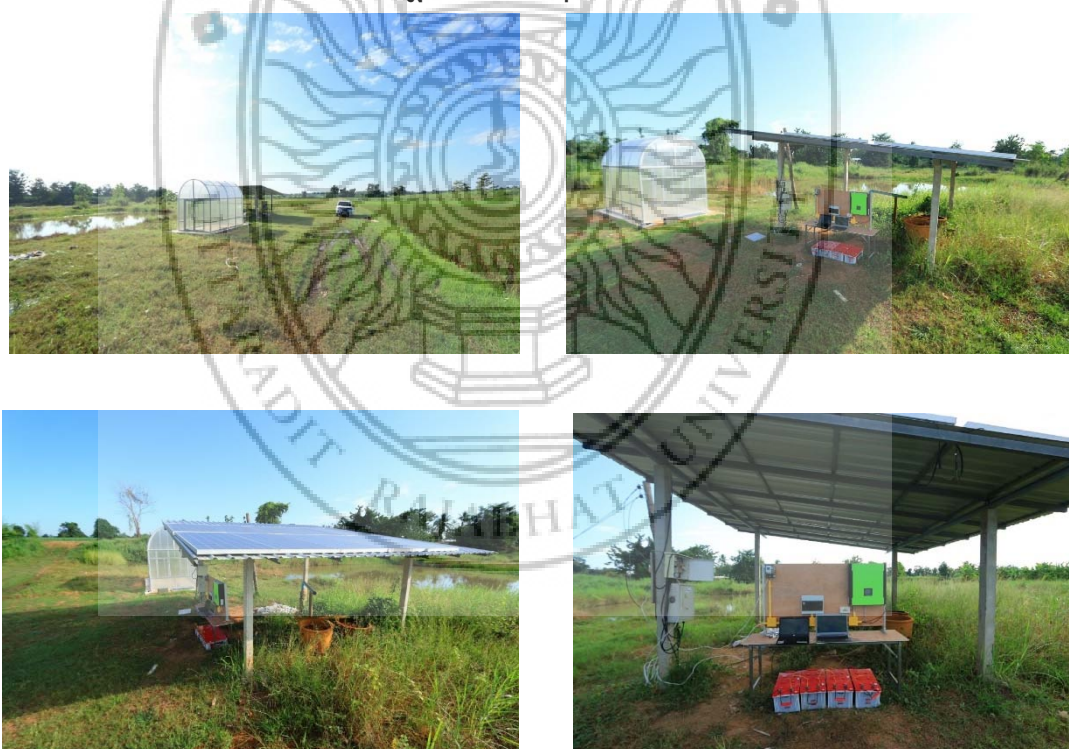
รูปที่ 4.4 ลงพื้นที่คืนข้อมูลการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์กับกลุ่มเกษตรกร

4. ทำการสร้างต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่ตามหลักวิชาการและความต้องการของเกษตรกร

ในการออกแบบระบบโซลาร์เซลล์ ต้องประมาณอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งก็จะประกอบด้วยโหลดที่ใช้พลังงานไฟฟ้าแบบกระแสตรงขนาด 530 วัตต์เพื่อจะได้ลดพลังงานสูญเสียได้บางส่วนจากการแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับและโหลดที่ใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ขนาด 1,850 วัตต์ โดยใช้คิดเป็น 1900 วัตต์ฮาวต่อวัน จากข้อมูลที่ได้จึงได้ทำการเลือกใช้อุปกรณ์ต่างๆดังต่อไปนี้

1. แบตเตอรี่แบบ deep cycle 12V ขนาด 150Ah จำนวน 4 ลูก
2. เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า (Charge Controller) เลือกใช้ขนาด 30 แอมป์
3. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) ควรเลือกใช้มากกว่า 2,400 วัตต์

5. ติดตั้งพร้อมทั้งทำการทดสอบต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่ร่วมกลุ่มเกษตรกร



รูปที่ 4.5 ลงพื้นที่ติดตั้งพร้อมทั้งทำการทดสอบต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

6. เก็บข้อมูลประสิทธิภาพการใช้งานจริงของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

จากการทดลองและทำการติดตั้งต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์กลุ่มเกษตรกร ชาวอินทรี ตำบลไร่อ้อย อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่าใน 1 วันสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ ประมาณ 13 หน่วยต่อวันหรือเท่ากับ 50 บาทต่อวัน(คิดค่าไฟฟ้า 3.9 บาทต่อหน่วย) และสามารถส่ง พลังงานไฟฟ้ากลับเข้าไปในระบบของการไฟฟ้าประมาณ 10 หน่วยต่อวัน

ตารางที่ 4.1 กำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้าตามช่วงเวลา

ช่วงเวลา	กำลังการผลิตไฟฟ้า/ชั่วโมง
7.01-8.00	0.103
8.01-9.00	0.850
9.01-10.00	1.514
10.01-11.00	1.802
11.01-12.00	1.988
12.01-13.00	2.009
13.01-14.00	1.590
14.01-15.00	1.325
15.01-16.00	1.135
16.01-17.00	0.499
17.01-18.00	0.087



รูปที่ 4.6 กำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้าตามช่วงเวลา



ก)



ข)

รูปที่ 4.7 ตัวเลข kWh มิเตอร์ในช่วงเวลา ก) 7.00 น และ ข) 18.00 น

7. ถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่พร้อมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลและประเมินผล

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจและการนำไปใช้ประโยชน์กลุ่มเป้าหมาย กลุ่มเกษตรกรชาวอินทรีย์ ตำบลไร่ฮ้อย อำเภอฟิชัย จังหวัดอุดรธานี จำนวน 40 คน ที่เข้าร่วมโครงการบริการวิชาการ โดยวิเคราะห์ผลจากแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมโครงการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจจากแบบสอบถามข้อมูลทั่วไป

ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลทั่วไปความพึงพอใจจากแบบสอบถามข้อมูล

ข้อมูล	จำนวน(คน)	ร้อยละ
1. เพศ		
1.1 เพศชาย	28	57.15
1.2 เพศหญิง	12	42.85
2. อาชีพ		
2.1 เกษตรกร	40	100
3. อายุ		
3.1 20-30 ปี	1	2.50
3.2 31-40 ปี	16	40.00
3.3 41-50 ปี	10	22.50
3.4 51-60 ปี	9	25.00

จากแบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมโครงการบริการวิชาการ คือสมาชิกกลุ่มเกษตรกร ชาวอินทรี ตำบลไร่อ้อย อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 40 คน ข้อมูลทั่วไป ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชาย 28 คน เพศหญิง 12 คนทั้งหมดทำอาชีพเกษตรกร ช่วงอายุส่วนใหญ่อายุ 31-40 ปี รองลงมาคือช่วงอายุ 41-50 ปี

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจจากแบบสอบถาม

ตารางที่ 4.3 แสดงความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมโครงการ

ด้านวิทยากร	$\bar{X}$	S.D.	ความพึงพอใจ
1.การถ่ายทอดความรู้มีความชัดเจน	4.70	0.50	มากที่สุด
2.มีความครบถ้วนของเนื้อหา	4.66	0.54	มากที่สุด
3.การใช้เวลาตามที่กำหนดไว้	4.00	0.79	มาก
4.การตอบข้อซักถามในการฝึกอบรม	4.11	0.80	มาก
รวม	4.37	0.66	มาก
ด้านความรู้ความเข้าใจ	$\bar{X}$	S.D.	ความพึงพอใจ
1. ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนี้ หลัง อบรม	4.59	0.40	มากที่สุด
รวม	4.59	0.40	มากที่สุด
ด้านการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	$\bar{X}$	S.D.	ความพึงพอใจ
1. สามารถนำความรู้ไปปฏิบัติได้	4.05	0.55	มาก
2. สามารถนำความรู้ไปเผยแพร่/ถ่ายทอดได้	4.00	0.60	มาก
รวม	4.03	0.58	มาก
ความพึงพอใจโดยรวม	4.33	0.55	มาก

จากแบบสอบถามความพึงพอใจด้านวิทยากรพบว่าโดยรวมมีความพึงพอใจมากทั้งในส่วนของการใช้เวลาตามที่กำหนดไว้และการตอบข้อซักถามและพบว่ามีความพึงพอใจในระดับดีมากคือการถ่ายทอดความรู้มีความชัดเจนและมีความครบถ้วนของเนื้อหา

แบบสอบถามความพึงพอใจด้านความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนี้ หลัง การอบรม ระดับความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด

แบบสอบถามด้านการนำความรู้ไปใช้พบว่าผู้เข้าร่วมอบรมสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปเผยแพร่/ถ่ายทอดได้ อยู่ในเกณฑ์ มาก

จากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยรวมทุกด้าน อยู่ในระดับความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์มาก

บทที่ 5

สรุปผลอภิปราย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการดำเนินการศึกษาและทำวิจัยได้ผลสรุปดังนี้

5.1.1 จากการทดลองและทำการติดตั้งต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์กลุ่มเกษตรกรชาวอินทรี ตำบลไร่ฮ้อย อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่าใน 1 วันสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 13 หน่วยต่อวันหรือเท่ากับ 50 บาทต่อวัน(คิดค่าไฟฟ้า 3.9 บาทต่อหน่วย) และสามารถส่งพลังงานไฟฟ้ากลับเข้าไปในระบบของการไฟฟ้าประมาณ 10 หน่วยต่อวันหรือที่เรียกว่าระบบนี้ว่าระบบ on grid นอกจากนี้ระบบที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้สามารถเป็นระบบ off grid ได้โดยจะเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ใช้ตอนกลางคืนโดยใช้แบตเตอรี่ขนาด 150 แอมป์ชั่วโมงจำนวน 4 ลูก ซึ่งสามารถเก็บพลังงานไว้ได้ประมาณ 7 หน่วยโดยไม่มีการส่งพลังงานไฟฟ้ากลับเข้ายังระบบของการไฟฟ้า

5.1.2 จากการถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่ โดยการใช้แบบสอบถามพบว่าข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมโครงการบริการวิชาการ คือสมาชิกกลุ่มเกษตรกรชาวอินทรี ตำบลไร่ฮ้อย อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 40 คน ข้อมูลทั่วไป ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชาย 28 คน เพศหญิง 12 คนทั้งหมดทำอาชีพเกษตรกร ช่วงอายุส่วนใหญ่อายุ 31-40 ปี รองลงมาคือช่วงอายุ 41-50 ปี

จากแบบสอบถามความพึงพอใจด้านวิทยากรพบว่าโดยรวมมีความพึงพอใจมากทั้งในส่วนของการใช้เวลาตามที่กำหนดไว้และการตอบข้อซักถามและพบว่ามีความพึงพอใจในระดับดีมากคือการถ่ายทอดความรู้มีความชัดเจนและมีความครบถ้วนของเนื้อหา

แบบสอบถามความพึงพอใจด้านความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนี้ หลัง การอบรม ระดับความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด

แบบสอบถามด้านการนำความรู้ไปใช้พบว่าผู้เข้าร่วมอบรมสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปเผยแพร่/ถ่ายทอดได้ อยู่ในเกณฑ์ มาก

จากแบบสอบถามความพึงพอใจโดยรวมทุกด้าน อยู่ในระดับความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์มาก

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการดำเนินงานโครงการ เมื่อเทียบกับวัตถุประสงค์ ได้ผลดังนี้

5.2.1 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบริหารจัดการการทำเกษตรทฤษฎีใหม่อย่างคุ้มค่าสามารถผลิตไฟฟ้าใช้กับบ้านพักอาศัยในช่วงที่ไม่มีการสูบน้ำทำการเกษตรได้

5.2.2 สามารถเป็นแหล่งเรียนรู้ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับระบบสูบน้ำเพื่อการเกษตร

5.2.3 สามารถอนุรักษ์พลังงานและลดการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์

5.3 ปัญหา ข้อเสนอแนะ และแนวทางแก้ไข

5.3.1 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ออกแบบสามารถจ่ายพลังงานย้อนกลับไปยังระบบส่งของการไฟฟ้าผู้ใช้งานจะต้องขออนุญาตจากการไฟฟ้าเสียก่อน

5.3.2 ถ้าผู้ใช้งานจะใช้ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ออกแบบออฟกริดควรใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ในช่วงกลางคือไม่เกิน 50 เปอร์เซ็นต์ของความจุแบตเตอรี่หรือประมาณ 3 หน่วยต่อวัน

5.3.3 ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มความจุแบตเตอรี่ได้เพื่อให้สามารถใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลากลางคือได้เพิ่มมากขึ้น

5.3.4 ในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ควรให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ติดตั้ง



บรรณานุกรม

- [1] นราธิป ศรีละโคตร. นายสมโชค จากรณ์ย์. วราภรณ์ พรหมมาศ. **เครื่องควบคุมแผงโซลาร์เซลล์ตามทิศทางแสงอาทิตย์**. สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- [2] นพดล รุ่งสวาท, **การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์**. ส่วนวิชาการวิศวกรรม สำนักส่งเสริมและพัฒนางานเทคนิค กปส.
- [3] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. **คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน ชุดที่ 2 พลังงานแสงอาทิตย์**.
- [4] ศุภชัย ปัญญาวิรุ. **คู่มือการลดต้นทุนผลิตด้านพลังงาน**. กรุงเทพมหานคร : สมาคม ส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2549
- [5] **ความรู้เกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์** (ออนไลน์). (2561). สืบค้นจาก : http://www.leonics.co.th/html/th/aboutpower/solar_knowledge.php [11 กุมภาพันธ์ 2561]
- [6] **รูปแบบการผลิตไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์(ออนไลน์)**. (2561). สืบค้นจาก : <http://www.solarhub.co.th/solar-information/solar-format/311-off-grid-solarcell> [11 กุมภาพันธ์ 2561]