



รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การประยุกต์ใช้พลังงานหมุนเวียนแบบระบบผสมผสานเพื่อการเกษตรกรรม
Application of Integrated Renewable Energy for Agriculture

โดย

นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ

กุลยศ สุวันทโรจน์

ภควัต เกอะประสิทธิ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

เดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2566

งบประมาณสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566

จากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม



รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การประยุกต์ใช้พลังงานหมุนเวียนแบบระบบผสมผสานเพื่อการเกษตรกรรม
Application of Integrated Renewable Energy for Agriculture

โดย

นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ
กุลยศ สุวันทโรจน์
ภควัต เกอะประสิทธิ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

เดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2566

งบประมาณสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566

จากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้พลังงานหมุนเวียนแบบระบบผสมผสานเพื่อการเกษตรกรรม วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อใช้พลังงานหมุนเวียนชนิดพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการจ่ายไฟฟ้าให้กับปั๊มน้ำ หอยโข่งเพื่อการเกษตรในพื้นที่ห่างไกลแทนการใช้น้ำมัน ในพื้นที่ชนบท สวน ไร่ ของเกษตรกรเมื่อต้องการสูบน้ำเพื่อนำมาใช้ในการเกษตรจะต้องใช้น้ำมันเพื่อใช้งานเครื่องสูบน้ำหรือปั๊มน้ำซึ่งเป็นการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ดังนั้นบทความนี้มีการประยุกต์ใช้พลังงานทางเลือกชนิดแสงอาทิตย์ที่มีความสะอาด ไม่มีมลภาวะ ในบทความนี้มีการประเมินพลังงานไฟฟ้าที่ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตได้ และเปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพ และกำลังการผลิตของเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อวิเคราะห์ช่วงเวลาที่สามารถผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สามารถขับเคลื่อนปั๊มน้ำ กรณีศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ตำแหน่งในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว ปั๊มน้ำ 2 ชนิด ได้แก่ ปั๊มหอยโข่ง และปั๊มซับเมอร์ส ผลลัพธ์พบว่ากำลังการผลิตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์อยู่ในช่วงที่สามารถขับเคลื่อนปั๊มหอยโข่งได้รวมทั้งสิ้น 4 ชั่วโมง และกำลังการผลิตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์อยู่ในช่วงที่สามารถขับเคลื่อนปั๊มซับเมอร์สได้รวมทั้งสิ้น 6 ชั่วโมง ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้พลังงานหมุนเวียนชนิดเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการเกษตรในพื้นที่ห่างไกลเพื่อทดแทนการใช้น้ำมัน และลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

คำสำคัญ: พลังงานหมุนเวียน, ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์, เกษตรกรรม, ปั๊มหอยโข่ง, ปั๊มซับเมอร์ส



Abstract

This research presents application of integrated renewable energy for agriculture. The objective of this research uses renewable energy type solar energy to supply electricity to centrifugal pumps for agriculture in far areas instead of using oil. In rural areas farmers gardens and farms, when they want to pump water for use in agriculture. They must use oil to run a water pump or water pump, which uses energy from fossil fuels. Therefore, this article there is an application of solar alternative energy that is clean and has no pollution. In this paper, there is assess of the electrical energy that a photovoltaic system can produce. Comparison between performance and the capacity of the photovoltaic to analyze the period during which photovoltaic system can drive the centrifugal water pump. The case study is divided into 3 locations in Sa Kaeo Province. There are two types of water pumps viz centrifugal pumps and submersible pumps. The results showed that the production capacity of the solar panels was within the range of being able to drive a centrifugal pump for a total of 4 hours, and the production capacity of the solar panels was within the range of being able to drive a submersible pump for a total of 6 hours. This is the application of renewable energy like solar cells for agriculture in remote areas to replace the use of oil and reduce the use of fossil fuels.

Keywords: Renewable Energy, Photovoltaic System, Agriculture, Centrifugal Pump, Submersible Pump

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำงานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างดี ความกรุณาจากบุคคลหลายท่าน ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ นายอำนาจ พิพิธกุล และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับโครงการในอำเภอดาหล่งใน อำเภอลองน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว นายภวิทร์ชาติ รัตนธรรม และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับโครงการในอำเภอยะนิงมหาเจริญ อำเภอลองน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว นางคำมาย โนนก้า และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับโครงการในอำเภอลองหินปูน อำเภอลองน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว ในด้านการช่วยเหลือสำหรับการติดตั้งระบบจนเสร็จสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร งบประมาณสนับสนุนงานมูลฐาน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 ที่ให้การสนับสนุนจนเสร็จสมบูรณ์ล่วง

นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ
กุลยศ สุวันทโรจน์
ภควัต เกอะประสิทธิ์



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพประกอบ	ช
สารบัญตาราง	ฉ
1. บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย	2
1.5 คำสำคัญของการวิจัย	4
1.6 ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์	5
2.1.1 เซลล์แสงอาทิตย์	5
2.1.2 ลักษณะกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์	6
2.1.3 ปัจจัยที่ลดทอนประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์	8
2.1.4 ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออฟกริด	11
2.2 เครื่องสูบน้ำ	13
2.2.1 ชนิดของเครื่องสูบน้ำที่นิยมใช้งาน	14
2.2.2 เหนด	15

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.2.3 ประสิทธิภาพของปั๊ม	18
3. วิธีดำเนินการวิจัย	19
3.1 ระเบียบวิธีวิจัยและวิธีดำเนินการวิจัย	19
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน	20
3.3 การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์	20
3.3.1 การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขับเคลื่อนปั๊มหอยโข่ง	20
3.3.2 การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขับเคลื่อนปั๊มซับเมอร์ส	22
3.4 ขั้นตอนการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์	25
3.4.1 งานสำรวจพื้นที่	25
3.4.2 งานติดตั้งโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์	25
3.4.3 งานติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์	26
3.4.4 งานติดตั้งปั๊มน้ำ	27
3.4.5 งานติดตั้งตู้คอนโทรล	27
4. ผลการวิจัย	28
4.1 โครงการวิจัยย่อยที่ 1 การประยุกต์การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อบูรณาการกับภาคเกษตรกรรม ตำบลตาหลังใน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	28
4.1.1 การประเมินพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ณ ตำบลตาหลังใน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	28
4.1.2 การวิเคราะห์การขับเคลื่อนปั๊มซับเมอร์ส ตำบลตาหลังในอำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	30

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.2 โครงการวิจัยย่อยที่ 2 การประยุกต์การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อบูรณาการกับภาคเกษตรกรรม ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	32
4.2.1 การประเมินพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ณ ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	32
4.2.2 การวิเคราะห์การขับเคลื่อนปั๊มซับเมอร์ส ณ ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	35
4.3 โครงการวิจัยย่อยที่ 3 การประยุกต์การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อบูรณาการกับภาคเกษตรกรรม ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	36
4.3.1 การประเมินพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ณ ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	36
4.3.2 การวิเคราะห์การขับเคลื่อนปั๊มหอยโข่ง ณ ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	39
5. สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	41
5.1 สรุปผล และอภิปรายผล	41
5.2 ข้อเสนอแนะ	41
บรรณานุกรม	42
ภาคผนวก ก	44
การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ตำบลตาหลังใน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	44
การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	47
การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	50

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3.6	ไดอะแกรมเส้นเดียวระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขับเคลื่อนปั๊มซับเมอร์ส	23
3.7	ประสิทธิภาพของปั๊มซับเมอร์ส	25
3.8	พื้นที่การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์	25
3.9	งานติดตั้งโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์	26
3.10	งานติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์	26
3.11	งานติดตั้งปั๊มน้ำ	27
3.12	งานติดตั้งตู้คอนโทรล	27
4.1	ผลลัพธ์พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงตามประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1,230 วัตต์ ตำบลตาหล้งใน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	30
4.2	ผลลัพธ์การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ และกำลังการผลิตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1,230 วัตต์ แต่ละช่วงเวลา ตำบลตาหล้งใน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	32
4.3	ผลลัพธ์พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงตามประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1,230 วัตต์ ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	34
4.4	ผลลัพธ์การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ และกำลังการผลิตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1,230 วัตต์ แต่ละช่วงเวลา ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	36
4.5	ผลลัพธ์พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงตามประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 900 วัตต์ ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	38
4.6	ผลลัพธ์การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ และกำลังการผลิตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 900 วัตต์ แต่ละช่วงเวลา ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	40
ก.1	การปรับปรุงพื้นที่ก่อนการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ณ ตำบลตาหล้งใน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	44

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ก.2	การเตรียมพื้นที่ก่อนการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ณ ตำบลตาหลังใน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	44
ก.3	การเตรียมอุปกรณ์ก่อนการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ณ ตำบลตาหลังใน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	45
ก.4	งานติดตั้งโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ณ ตำบลตาหลังใน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	45
ก.5	การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ณ ตำบลตาหลังใน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	46
ก.6	การติดตั้งปั๊มซับเมอร์ส ณ ตำบลตาหลังใน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	46
ก.7	การปรับพื้นที่ก่อนการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ณ ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	47
ก.8	การเตรียมพื้นที่ก่อนการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ณ ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	47
ก.9	การเตรียมอุปกรณ์ก่อนการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ณ ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	48
ก.10	งานติดตั้งโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ณ ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	48
ก.11	การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ณ ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	49
ก.12	การติดตั้งปั๊มซับเมอร์ส ณ ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	49
ก.13	การเตรียมอุปกรณ์ก่อนการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	50
ก.14	งานติดตั้งโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	50
ก.15	การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ณ ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	51

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ก.16	การติดตั้งปั้มน้ำหอยโข่ง ณ ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	51



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ข้อมูลทางเทคนิคของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 450 วัตต์	21
3.2 ข้อมูลทางเทคนิคของปั๊มหอยโข่ง	22
3.3 ข้อมูลทางเทคนิคของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 410 วัตต์	24
3.4 ข้อมูลทางเทคนิคของปั๊มซับเมอร์ส	24
4.1 ผลลัพธ์การประเมินพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 1,230 วัตต์ ตำบลตาหลังใน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	28
4.2 ผลลัพธ์การวิเคราะห์การขับเคลื่อนปั๊มน้ำซับเมอร์สของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1,230 วัตต์ แต่ละช่วงเวลา ตำบลตาหลังใน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	31
4.3 ผลลัพธ์การประเมินพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 1,230 วัตต์ ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	33
4.4 ผลลัพธ์การวิเคราะห์การขับเคลื่อนปั๊มน้ำซับเมอร์สของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1,230 วัตต์ แต่ละช่วงเวลา ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	35
4.5 ผลลัพธ์การประเมินพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 900 วัตต์ ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	37
4.6 ผลลัพธ์การวิเคราะห์การขับเคลื่อนปั๊มหอยโข่งของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 900 วัตต์ แต่ละช่วงเวลา ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว	39

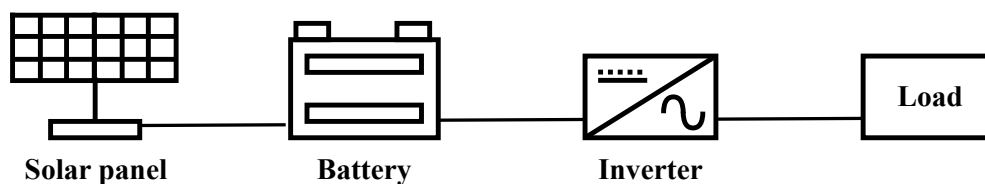
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากในปัจจุบันประเทศไทยได้มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้นเรื่อย ๆ ส่งผลให้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโรงไฟฟ้าในประเทศไทยไม่เพียงพอต่อการใช้งานในปัจจุบัน วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้านั้นก็ลดลงเรื่อย ๆ เช่น ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ ดังนั้นจึงได้มีการรณรงค์ให้มีการใช้พลังงานทดแทนในการช่วยผลิตพลังงานไฟฟ้า ในปัจจุบันพลังงานทดแทนที่นำมาช่วยผลิตกระแสไฟฟ้าที่เห็นได้ชัดที่สุด คือ พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์ โดยในที่นี่จะกล่าวถึงอุปกรณ์ที่ใช้แสงอาทิตย์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าซึ่งมีชื่อเรียกว่าโซลาร์เซลล์ อุปกรณ์ชนิดนี้ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์ให้กลายเป็นพลังงานไฟฟ้า และในปัจจุบันมีการนำเอาโซลาร์เซลล์มาใช้ประโยชน์ในการช่วยผลิตพลังงานไฟฟ้ากันอย่างแพร่หลาย โซลาร์เซลล์หรือเซลล์แสงอาทิตย์นั้น เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นจากสารกึ่งตัวนำชนิดหนึ่ง โดยสารกึ่งตัวนำ ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานจากพลังงานแสงอาทิตย์โดยเมื่อมีแสงมาตกกระทบที่แผงโซลาร์เซลล์นั้นจะเกิดกระบวนการที่เรียกว่า “กระบวนการโฟโตโวลตาอิก” เป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้า ซึ่งสิ่งที่เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดกระบวนการผลิตไฟฟ้า คือ ปริมาณแสง ความเข้มของแสง และความสม่ำเสมอของแสง

การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบออฟกริดเป็นระบบที่เรียกว่าระบบแยกเดี่ยว คือ ไม่เชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าหลักเพื่อใช้งานได้ ระบบโซลาร์เซลล์แบบนี้เหมาะกับการนำไปติดตั้งใช้งานสำหรับพื้นที่ทุรกันดารที่อาจยังไม่มีไฟฟ้าเข้าถึง เช่น บ้านสวน บ้านพักผ่อนตากอากาศของครอบครัว รีสอร์ท พื้นที่บนเกาะต่างๆที่ไม่มีไฟฟ้าเข้าถึง ก็เกิดประโยชน์สูงมากเพราะทำให้มีไฟฟ้าได้ใช้งาน ระบบออฟกริดยังสามารถออกแบบประยุกต์ใช้งานสำหรับพื้นที่ที่อาจมีไฟฟ้าหลักเข้าถึงอยู่แล้ว แต่ระบบไฟฟ้าหลักขาดความเสถียร มีไฟฟ้ามดับ หรือดับบ่อยๆ และดับเป็นเวลานาน ก็สามารถนำระบบโซลาร์เซลล์แบบออฟกริดมาใช้โดยการเลือกแยกชุดโหลดของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จำเป็นบางส่วนออกมาให้ยังคงสามารถใช้งานได้เมื่อไฟฟ้ามดับได้อีกด้วย เช่น ออกซิเจนปลา เครื่องช่วยหายใจ ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบออฟกริด ดังแสดงในภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบออฟกริด

โครงการวิจัยการประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการเกษตรเป็นการประยุกต์ใช้พลังงานหมุนเวียนเพื่อลดการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิล

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อการประยุกต์การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบระบบผสมผสานเพื่อการเกษตร 3 ตำบลในจังหวัดสระแก้ว (ตำบลตาหลังใน ตำบลทุ่งมหาเจริญ ตำบลคลองหินปูน)

1.2.2 เพื่อศึกษาวิจัยแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานทดแทนเพื่อการเกษตร

1.2.3 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการใช้พลังงานในภาคเกษตรกรรมเพื่อให้เกิดความยั่งยืน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ขนาดพิกัดอุปกรณ์ไฟฟ้า ขนาดไม่เกิน 1,000 วัตต์

1.3.2 การออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบระบบผสมผสานเพื่อการเกษตร

1.3.3 เปรียบเทียบและวิเคราะห์ประสิทธิภาพในใช้พลังงานทดแทนเพื่อการเกษตร

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินงานวิจัย ดังแสดงในภาพที่ 1.2



ภาพที่ 1.2 วิธีดำเนินงานวิจัย

1.5 คำสำคัญของการวิจัย

พลังงานหมุนเวียน, ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์, เกษตรกรรม, ปื้มหอยโข่ง, ปื้มซั้มเมอร์ส

1.6 ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 การประยุกต์การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบระบบผสมผสานเพื่อการเกษตร 3 ตำบลในจังหวัดสระแก้ว (ตำบลตาหลังใน ตำบลทุ่งมหาเจริญ ตำบลคลองหินปูน)

1.6.2 ได้แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานทดแทนเพื่อการเกษตร

1.6.3 ได้แนวทางในการพัฒนาการใช้พลังงานในภาคเกษตรกรรมเพื่อให้เกิดความยั่งยืน

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

คำศัพท์	ความหมาย
พลังงานหมุนเวียน	พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) คือ พลังงานที่ใช้ไม่หมด สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้มีแหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ เช่น แสงอาทิตย์ ลม น้ำ ความร้อนใต้พิภพ ชีวมวล และก๊าซชีวภาพ รวมถึงผลผลิตและวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร เช่น แกลบ ชานอ้อย กากมันสำปะหลัง หรือมูลสัตว์ ปัจจุบันพลังงานหมุนเวียนเป็นพลังงานทางเลือกที่นำมาใช้ทดแทนพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลหรือพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป
ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์	การผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaic: PV) ใช้พลังงานหมุนเวียนที่เป็นธรรมชาติสะอาด ปลอดภัย และยั่งยืน โซลาร์เซลล์เป็นอุปกรณ์ที่แปลงแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ความเข้มของแสงอาทิตย์ ระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย แผงโซลาร์เซลล์ อินเวอร์เตอร์ที่ทำหน้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ

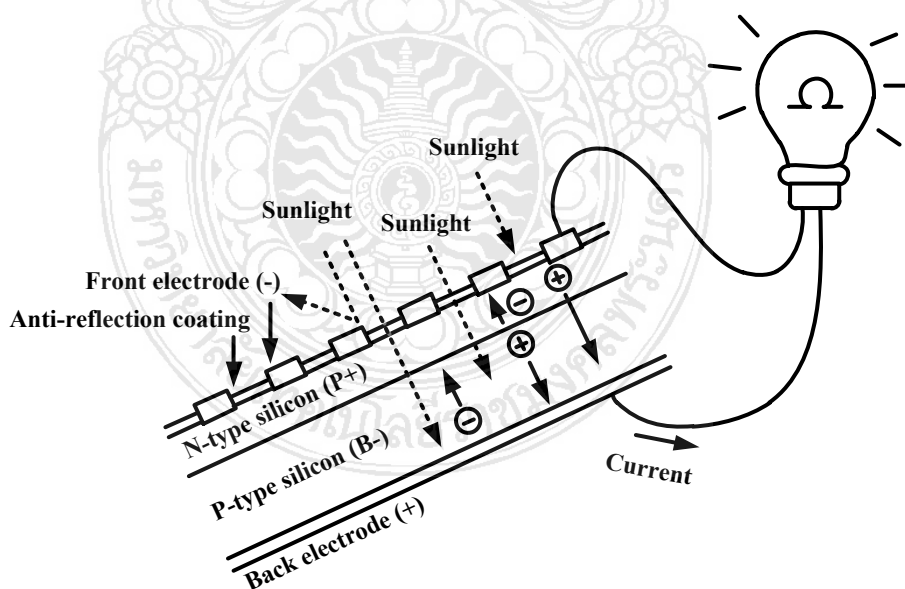
บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

2.1.1 เซลล์แสงอาทิตย์

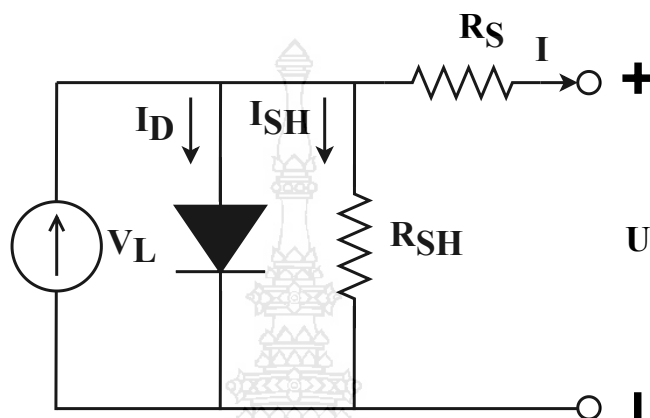
เซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaic: PV) เป็นพลังงานทดแทนประเภทไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีความสะอาดและเป็นธรรมชาติ พลังงานไฟฟ้าถูกแปลงจากแสงอาทิตย์โดยความเข้มแสงอาทิตย์จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตจากสารกึ่งตัวนำซิลิกอนผ่านกระบวนการทำให้ซิลิกอนบริสุทธิ์ผลิตเป็นแผ่นซิลิกอน เมื่อมีแสงตกกระทบบนแผ่นเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Panel) กระบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า รังสีของแสงอาทิตย์มีอนุภาคของโฟตอนถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอนจนอิเล็กตรอนกระโดดออกจากแรงดึงดูดของอะตอมส่งผลให้เคลื่อนที่อย่างอิสระ เมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ครบวงจรส่งผลให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current: DC) หลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ ดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 หลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

2.1.2 ลักษณะกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์

สมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์แสดงในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า วงจรสมมูลของเซลล์แสงอาทิตย์ดังแสดงในภาพที่ 2.2



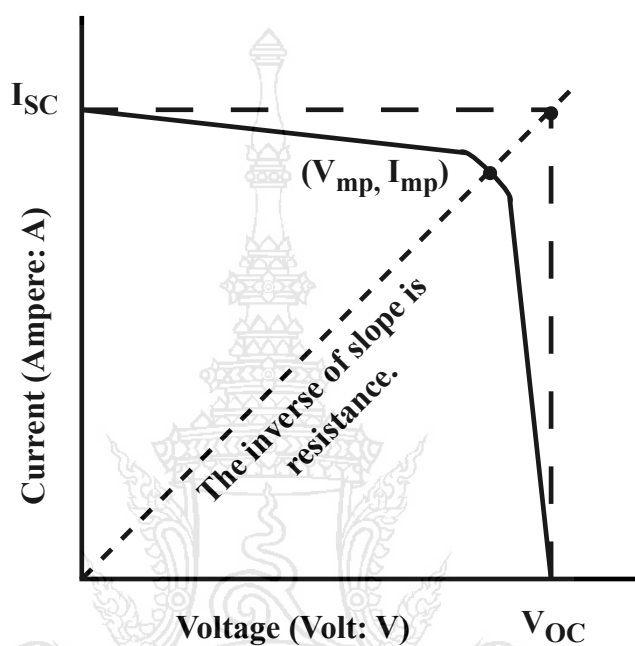
ภาพที่ 2.2 วงจรสมมูลของเซลล์แสงอาทิตย์ [8]

จากภาพที่ 2.2 เป็นการต่อขนานระหว่างแหล่งกำเนิดแสงอาทิตย์ ไดโอด และความต้านทานแบบขนาน และต่ออนุกรมกับความต้านทานอนุกรมตามลำดับ ผลลัพธ์ของกระแสไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์เกิดจากแหล่งพลังงานแสงอาทิตย์หักลบด้วยกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านไดโอดและผ่านความต้านทานแบบขนานขณะกระแสไฟฟ้าไหลผ่านทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าในแต่ละจุด ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันเอาต์พุต และกระแสไหลสามารถกำหนดได้ดังนี้

$$I = I_L - I_D = I_L - I_o \left[\exp \left(\frac{U + RI_S}{\alpha} \right) - 1 \right] \quad (2.1)$$

จากสมการที่ 2.1 I_L คือ กระแสจากเซลล์แสงอาทิตย์ I_o คือ กระแสความอิ่มตัว I คือ กระแสของโหลด U คือ แรงดันไฟฟ้าขาออก R_S คือ ตัวต้านทานแบบอนุกรม α คือ ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิแรงดันไฟฟ้า

กระแสลัดวงจร (I_{sc}) แรงดันวงจรเปิด (V_{oc}) และฟิลด์แฟกเตอร์ (Fill Factor: FF) คือ องค์ประกอบพารามิเตอร์ของประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ ลักษณะกระแสและแรงดันไฟฟ้าของ เซลล์แสงอาทิตย์ (IV-Curve) ดังแสดงในภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ลักษณะกระแสและแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ (IV-Curve)

ฟิลด์แฟกเตอร์เป็นสัดส่วนระหว่างผลคูณแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้าที่จุดทำงานสูงสุดและ ผลคูณของกระแสลัดวงจรกับแรงดันวงจรเปิดซึ่งมีค่าน้อยกว่าหนึ่ง ดังแสดงในสมการที่ 2.2

$$FF = \frac{(V_{mp})(I_{mp})}{(V_{oc})(I_{sc})} \quad (2.2)$$

ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ (η) คือ อัตราส่วนของกำลังไฟฟ้าด้านออกต่อกำลัง แสงอาทิตย์ด้านเข้าสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 2.3

$$\eta = \frac{V_{oc} I_{sc} FF}{P_{in}} \quad (2.3)$$

เมื่อ P_{in} คือ พลังงานแสงอาทิตย์ที่แผงเซลล์ได้รับต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (W/m^2)

2.1.3 ปัจจัยที่ลดทอนประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์

ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์มีปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1.3.1 ประเภทแผงเซลล์แสงอาทิตย์

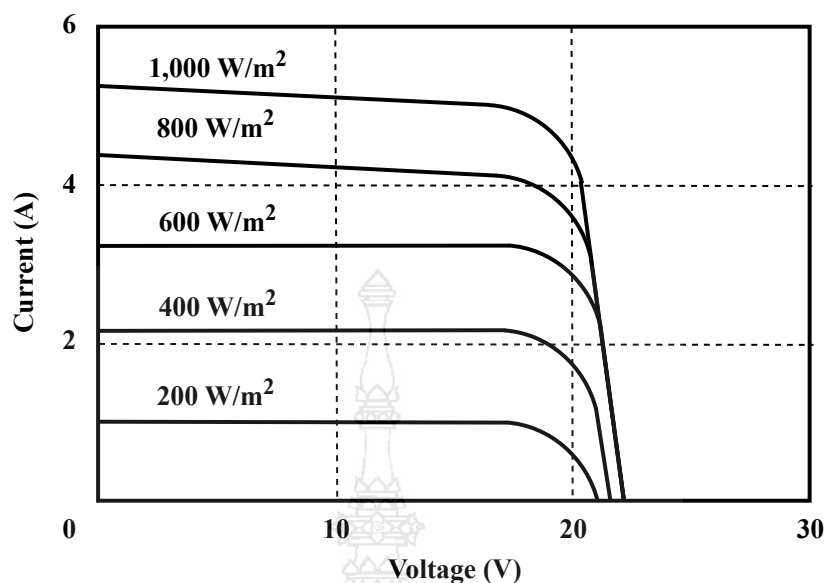
แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบโมโนคริสตัลไลน์ทำจากซิลิคอนที่มีความบริสุทธิ์สูงสุด ส่งผลให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบโพลีคริสตัลไลน์ประสิทธิภาพต่ำกว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบโมโนคริสตัลไลน์แต่มีความแตกต่างไม่มากและแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบฟิล์มบางค่อนข้างมีประสิทธิภาพต่ำ

2.1.3.2 การยึดและติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ความชันและความลาดเอียงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะสมที่สุดของประเทศไทยควรหันไปทางทิศใต้ และความชัน 15 องศาจากพื้นดิน

2.1.3.3 ความเข้มของแสงอาทิตย์

ความเข้มของแสงอาทิตย์เป็นสัดส่วนโดยตรงกับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อความเข้มของแสงอาทิตย์ยิ่งสูงกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะสูงขึ้นความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของแสงอาทิตย์และกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ดังแสดงในภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของแสงอาทิตย์และกำลังไฟฟ้า
ที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์

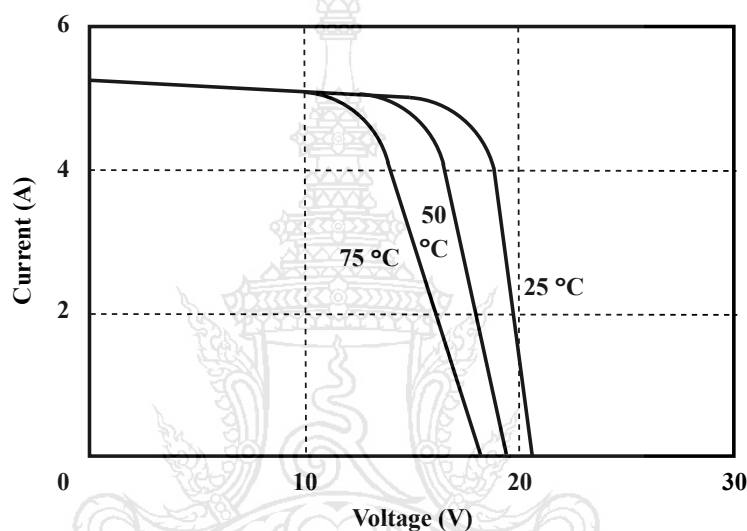
จากภาพที่ 2.4 อุณหภูมิของเซลล์ คือ 25 องศาเซลเซียส ความเข้มของแสงที่ใช้วัดเป็นมาตรฐานในขณะที่รับแสงจากดวงอาทิตย์ 1.5 AM และความเข้มแสงจะมีค่า 1,000 W/m² ความสัมพันธ์ของกระแสกับความเข้มแสงอาทิตย์สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (2.4)

$$I_{ph} = [I_{SC} + K_J(T - T_{ref})] \cdot \frac{\lambda}{1000} \quad (2.4)$$

จากสมการที่ 2.4 I_{SC} คือ กระแสไฟฟ้าลัดวงจรของเซลล์ที่ 25 องศาเซลเซียส (A) K_J คือ สัมประสิทธิ์อุณหภูมิของกระแสไฟฟ้าลัดวงจร (A/°C) T_{ref} คือ อุณหภูมิอ้างอิงของเซลล์ (°K) λ คือ ความเข้มแสงอาทิตย์ (kW/m²)

2.1.3.4 อุณหภูมิ

อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปจะไม่ส่งผลต่อกระแสไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ กลับกันแรงดันไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (โดยเฉลี่ยถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส ที่จะทำให้แรงดันไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงร้อยละ 0.5 ดังแสดงใน ภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า
ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

25 องศาเซลเซียส คือ มาตรฐานอุณหภูมิที่กำหนดประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นแรงดันไฟฟ้าจะลดลง ส่งผลให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลง

2.1.3.5 วัสดุประกอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์

วัสดุของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เช่น กระจกที่ใช้จะต้องลดการสะท้อนของแสงให้น้อยที่สุดก่อนที่จะแสงจะผ่านไปถึงเซลล์ด้านในตัวแผงเซลล์แสงอาทิตย์

2.1.3.6 การบังเงา

เงาที่บังแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในบางส่วนส่งผลต่อประสิทธิภาพโดยรวมของทั้งระบบด้วย เมื่อมีเงาบางส่วนบังแสงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพียงแค่นึ่งแผงจะทำให้กระแสไฟฟ้าในระบบหยุดไหลได้ ดังนั้นการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องทำการวิเคราะห์ร่มเงาในสถานที่ที่จะทำการติดตั้ง

2.1.3.7 อายุการใช้งาน

ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะลดลงตามอายุการใช้งาน โดยทั่วไปแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะผลิตพลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 0.5 ในทุก ๆ ปี

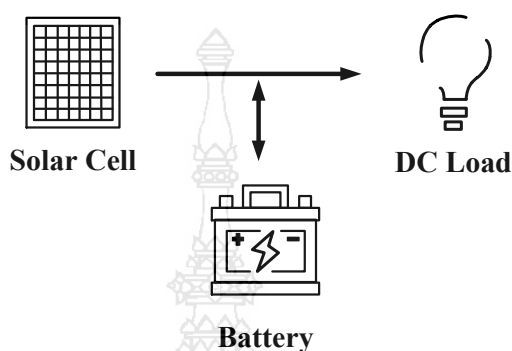
2.1.4 ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออฟกริด

ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออฟกริด จะแยกเดี่ยวออกมาโดยผู้ติดตั้งโซลาร์เซลล์สามารถผลิตไฟฟ้าใช้ได้เองเป็นระบบที่เหมาะสมสำหรับใช้งานในพื้นที่ห่างไกลที่ไม่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้า หลักการทำงานของระบบแบ่งได้เป็น 2 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงเวลากลางวันเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตไฟฟ้าเพื่อจ่ายให้แก่โหลด พลังงานส่วนเกินจะถูกประจุเก็บไว้ในแบตเตอรี่ ในช่วงเวลากลางคืนเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ ดังนั้นจึงดึงพลังงานจากแบตเตอรี่ที่ประจุไว้ในเวลากลางวันมาจ่ายให้แก่โหลด ระบบสแตนด์โวลท์ในแบบต่าง ๆ มีดังนี้ ระบบออฟกริดใช้กับโหลดกระแสตรง ดังแสดงในภาพที่ 2.6



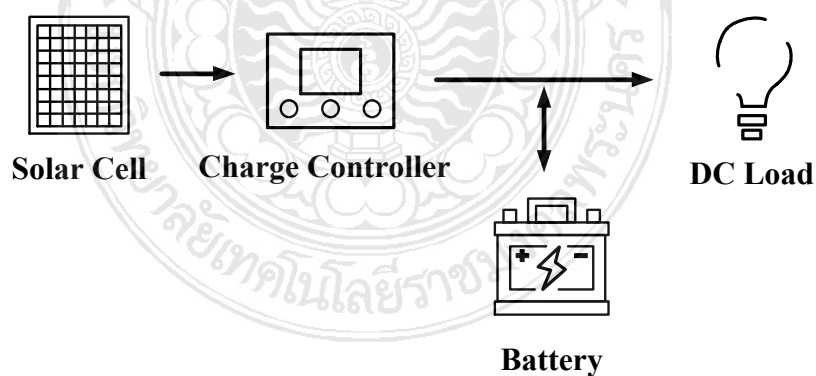
ภาพที่ 2.6 ระบบออฟกริดพื้กับโหลดกระแสตรง

จากภาพที่ 2.6 แผงโซลาร์เซลล์ต่อตรงกับโหลด ส่วนใหญ่จะใช้กับโหลดกระแสตรงอาทิตย์ บิมน้ำกระแสตรงแบบปรับความเร็วรอบได้ พบเห็นได้ทั่วไปกับระบบสูบน้ำ ระบบออฟกริดต่อพ่วงกับ แบตเตอรี่ และโหลดกระแสตรง ดังแสดงในภาพที่ 2.7



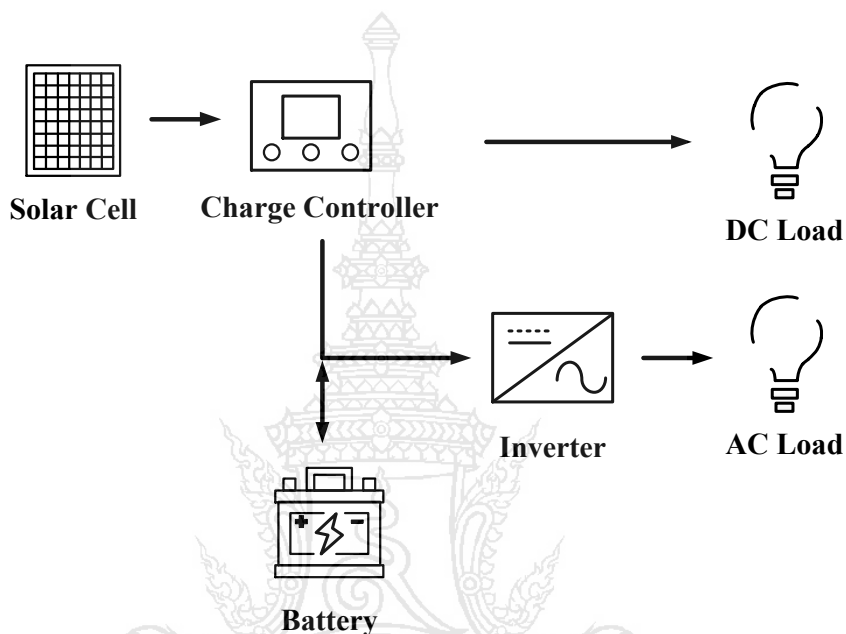
ภาพที่ 2.7 ระบบออฟกริดต่อพ่วงกับแบตเตอรี่ และโหลดกระแสตรง

จากภาพที่ 2.7 แผงโซลาร์เซลล์ต่อตรงกับโหลด ส่วนใหญ่จะใช้กับโหลดกระแสตรงอาทิตย์ บิมน้ำกระแสตรงแบบปรับความเร็วรอบได้ พบเห็นได้ทั่วไปกับระบบสูบน้ำ ระบบออฟกริดที่มีเครื่อง ควบคุมการชาร์จประจุให้กับแบตเตอรี่ซึ่งจ่ายไฟให้กับโหลดกระแสตรง ดังแสดงในภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 ระบบออฟกริดที่มีเครื่องควบคุมการชาร์จประจุให้กับแบตเตอรี่
ซึ่งจ่ายไฟให้กับโหลดกระแสตรง

จากรูปที่ 2.8 ข้อดีของการมีเครื่องควบคุมการชาร์จประจุ คือ สามารถควบคุมการไหลของประจุไฟเข้าไปเก็บในแบตเตอรี่ได้ การต่อแบบระบบนี้เป็นที่นิยมกันทั่วไปใช้กับบ้านพักอาศัยที่ห่างไกลผู้ผลิตไฟฟ้า ระบบออฟกริดต่อกับเครื่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ร่วมกับอินเวอร์เตอร์เพื่อจ่ายให้กับโหลดกระแสสลับ ดังแสดงในภาพที่ 2.9



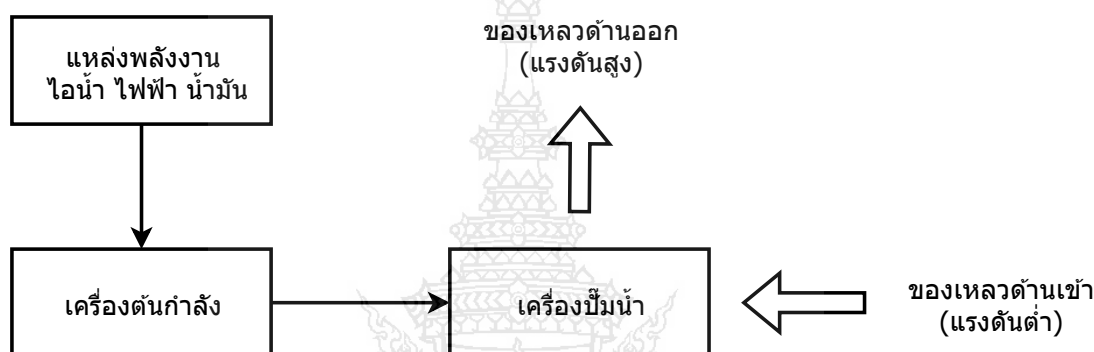
ภาพที่ 2.9 ระบบออฟกริดต่อกับเครื่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ร่วมกับอินเวอร์เตอร์ เพื่อจ่ายให้กับโหลดกระแสสลับ

จากภาพที่ 2.9 ระบบนี้มีความยืดหยุ่นในการหาเครื่องใช้ไฟฟ้ามาใช้งานเพราะโดยทั่วไปแล้วเครื่องใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่จะใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ

2.2 เครื่องสูบน้ำ

เครื่องสูบน้ำ (Water Pump) ทำหน้าที่ในการสูบของเหลวจากจุดที่มีเฮดกดดันต่ำ (Low Pressure Head) โดยส่งของเหลวออกไปตามระบบท่อด้วยเฮดความกดดันที่สูงกว่าเดิม (High Pressure Head) โดยของเหลวไหลจากจุดที่มีเฮดกดดันต่ำกว่าไปยังจุดที่มีเฮดความกดดันสูงด้วย

ใบพัดของเครื่องสูบน้ำ ซึ่งใบพัดทำหน้าที่ถ่ายทอดพลังงานกลให้แก่ของไหลนั้น ๆ เครื่องสูบน้ำจะสูบของไหลจากทางด้านดูด (Suction) และออกทางด้านส่ง (Delivery) โดยรับพลังงานจากเครื่องต้นกำลัง เช่น เครื่องยนต์มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้น ปัจจุบันเครื่องสูบน้ำที่นิยมนำมาใช้ในระบบน้ำประปา มีอยู่ 2 รูปแบบด้วยกัน ได้แก่ เครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal Pump) และเครื่องสูบน้ำซับเมอร์ส (Submersible Pump) หลักการทำงานของปั้มน้ำ ดังแสดงในภาพที่ 2.10

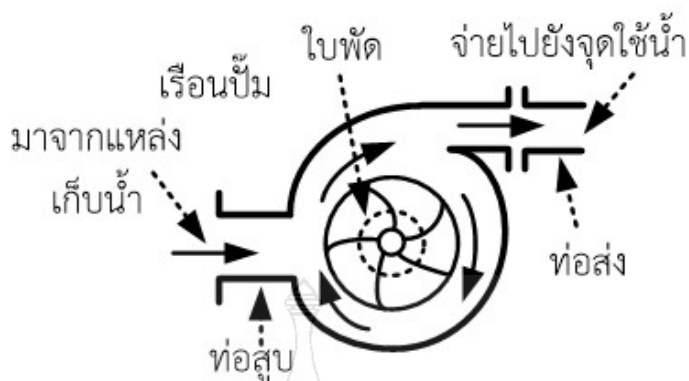


ภาพที่ 2.10 หลักการทำงานของปั้มน้ำ

2.2.1 ชนิดของเครื่องสูบน้ำที่นิยมใช้งาน

2.2.1.1 เครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยง

ปั้มหอยโข่งใช้หลักการแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางเพื่อเพิ่มพลังงานให้กับน้ำ ซึ่งใบพัดจะได้รับการถ่ายทอดกำลังจากมอเตอร์ (Motor) พลังงานจากเครื่องยนต์จะถูกถ่ายเทไปยังครีบของใบพัด (Vane) เมื่อใบพัดหมุน เมื่อมีการไหลจะเกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Force) ส่งผลให้มีการไหลออกไปสู่แนวเส้นรอบวงทุกทิศทาง (Radial Flow) ส่วนประกอบของปั้มหอยโข่ง ดังแสดงในภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 ส่วนประกอบของปั๊มเหวี่ยง

2.2.1.2 เครื่องสูบน้ำซับเมอร์ส

ปั๊มซับเมอร์ส ปั๊มจุ่ม หรือปั๊มบาดาล (Submersible Pump) เป็นปั๊มที่ใช้งานลักษณะจุ่มแช่ลงในน้ำหรือใช้งานสำหรับการปั๊มน้ำบาดาล เป็นเครื่องมือที่ช่วยดูดน้ำที่ลึกลงไปในพื้นที่ที่มีความลึกเกิน 10 เมตร โดยอุปกรณ์ที่นำมาใช้ผลิตและประกอบนั้น มีความแน่นหนาเพื่อป้องกันมอเตอร์เสียหายจากการทำงาน โดยปั๊มซับเมอร์ส จะแบ่งส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนมอเตอร์ และส่วนใบพัด ปั๊มซับเมอร์สที่มีความหลากหลายของจำนวนใบพัดก็เพื่อความสามารถในการสูบและเหมาะกับอัตราการไหลของน้ำ ยิ่งใบพัดมากยิ่งมีความยาวมาก และสามารถส่งน้ำได้สูงขึ้นเช่นกัน

2.2.2 เฮด

พลังงานของของไหลเป็นสิ่งจำเป็นในการวิเคราะห์การทำงาน และการกำหนดขนาดของปั๊ม พลังงานของของไหลประกอบด้วยพลังงานสามส่วน คือ พลังงานเนื่องจากความดันของของไหล พลังงานจลน์เนื่องจากความเร็วของของไหล และพลังงานศักย์เนื่องจากความสูง พลังงานทั้งสามส่วนนี้จะมีหน่วยในการคำนวณเป็นหน่วยจูล (J) เมื่อนำพลังงานของไหลมาคำนวณเทียบกับน้ำหนักของของไหล จะมีหน่วยเป็นความสูงของของไหล และเรียกว่าเฮด มีหน่วยเป็นเมตร (m) เฮดทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์ในระบบปั๊มน้ำประกอบด้วยพลังงานสามส่วนของของไหลของไหลที่กล่าวมาข้างต้น

และพลังงานที่สูญเสียไปในระหว่างการไหล กล่าวคือ เฮดความดัน เฮดความเร็ว เฮดความสูง และเฮดการสูญเสียรวม

2.2.2.1 เฮดความดัน

ค่าความดันนอกจากจะบอกเป็นแรงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ เช่น นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2) หรือปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi) ถ้าเป็นความดันของของเหลวจะนิยมบอกเป็นแท่งความสูงของของเหลวที่จะก่อให้เกิดความดันที่กำหนดบนผิวหน้าซึ่งรองรับแท่งของเหลวนั้นเรียกว่า เฮดความดัน (Pressure Head) โดยความสัมพันธ์ระหว่างความดัน P และเฮดความดัน H_p คือ

$$H_p = \frac{P}{\gamma} = \frac{P}{\rho g} \quad (2.5)$$

โดยที่ γ คือ น้ำหนักจำเพาะ (N/m^3) ρ คือ ความหนาแน่นของของเหลว (kg/m^3) g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก (m/s^2)

2.2.2.2 เฮดความเร็ว

ของเหลวที่ไหลในท่อหรือทางน้ำเปิดด้วยความเร็วใดๆ นั้นมีพลังงานจลน์อยู่พลังงานส่วนนี้ เฮดความเร็วสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 2.6

$$H_v = \frac{v^2}{2g} \quad (2.6)$$

โดยที่ V คือ ความเร็วของการไหล (m/s)

2.2.2.3 เฮดสถิตย

เฮดสถิตย คือ ระยะทางตามแนวตั้งของของเหลวที่ไหลผ่านท่อหรือทางน้ำเปิดซึ่งมีพลังงานศักย์อยู่ภายใน พลังงานศักย์ส่วนนี้สามารถเขียนในรูปเฮดความสูงได้ดังสมการที่ 2.7

$$\text{เฮดความสูง} = Z \quad (2.7)$$

2.2.2.4 เฮดการสูญเสียรวม

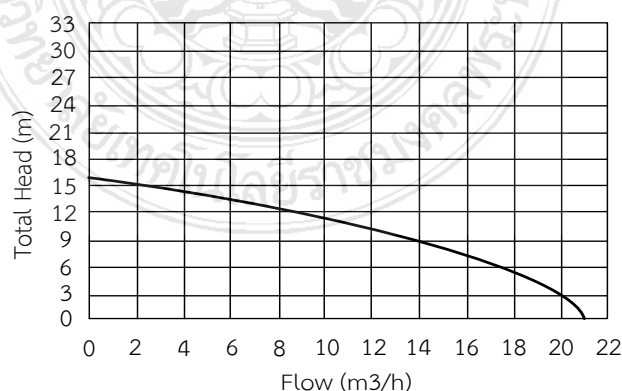
อัตราส่วนของแรงเฉื่อยกับแรงหนืดนี้ว่าค่าเรย์โนลด์ (Re) สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 2.8

$$Re = \frac{VD\rho}{\mu} = \frac{VD}{\nu} \quad (2.8)$$

โดยที่ V คือ ความเร็วการไหลในท่อ (m/s) D คือ ขนาดวัดศูนย์กลางท่อ (m) ρ คือ ความหนาแน่นของไหล (kg/m³) μ คือ ความหนืดสมบูรณ์ (N.s/m²) ν คือ ความหนืดจลน์ (m²/s)

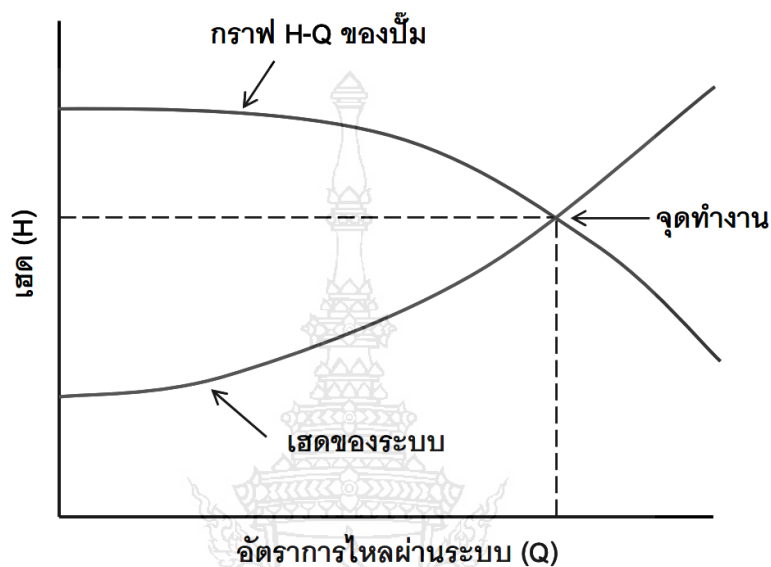
2.2.2.5 กราฟเฮดของปั๊ม

การเลือกปั๊มให้เหมาะกับสภาพการใช้งานจริง นอกจากพิจารณาถึงเฮดของระบบแล้ว ยังต้อง พิจารณากราฟเฮด (หรือกราฟ H-Q) ของปั๊มด้วย กราฟเฮดของปั๊มเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสูบของปั๊มหรืออัตราการไหลกับเฮด ตั้งแต่อัตราการไหลศูนย์ถึงอัตราการไหลสูงสุดของปั๊ม กราฟคุณลักษณะ (กราฟเฮดหรือกราฟ H-Q) ของปั๊ม ดังแสดงในภาพที่ 2.12



ภาพที่ 2.12 กราฟคุณลักษณะ (กราฟเฮดหรือกราฟ H-Q) ของปั๊ม

เมื่อนำกราฟเฮดของระบบและกราฟเฮดของปั๊มมาเขียนร่วมกันพบว่าเส้นกราฟทั้งสองตัดกันที่จุดทำงาน (Operation Point) ของปั๊ม ดังแสดงในภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 จุดทำงานของปั๊ม

2.2.3 ประสิทธิภาพของปั๊ม

ประสิทธิภาพของปั๊มหมายถึงร้อยละของกำลังที่ปั๊มผลิตได้ซึ่งหมายถึงกำลังไฮดรอลิกเทียบกับกำลังขับปั๊มซึ่งเป็นกำลังที่ปั๊มรับมาจากต้นกำลังผ่านเพลาขับ ประสิทธิภาพของปั๊มสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 2.9

$$\eta_P = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (2.9)$$

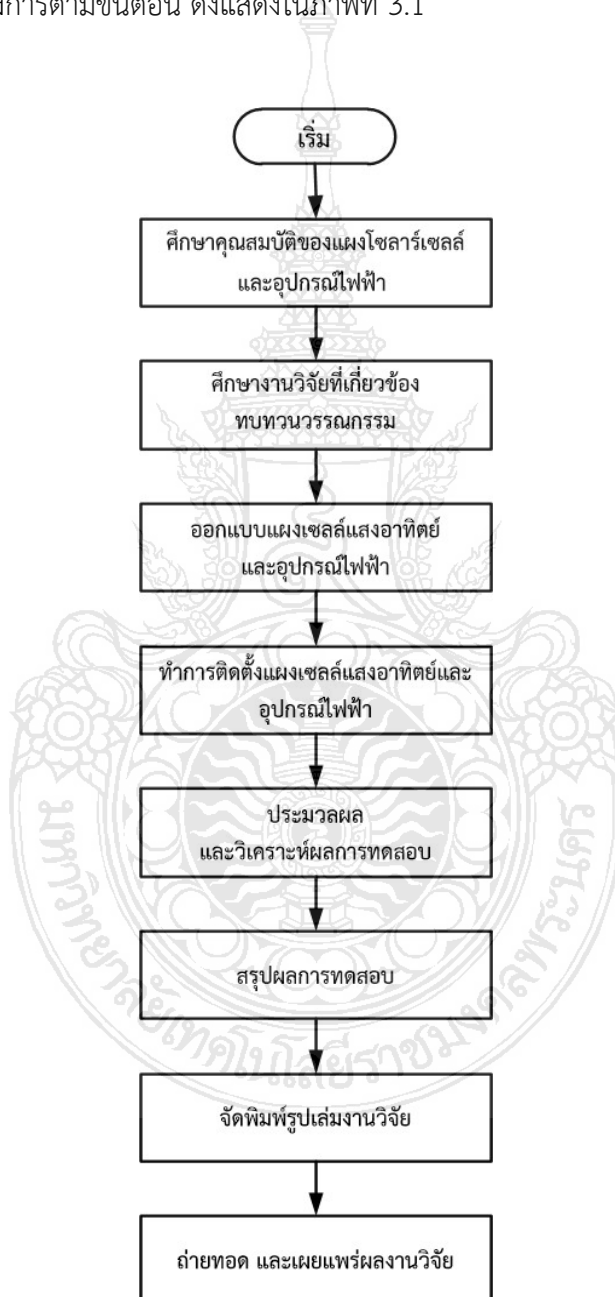
โดยที่ P_{out} คือ กำลังที่ปั๊มผลิตได้ซึ่งหมายถึงกำลังไฮดรอลิก (kW หรือแรงม้า) P_{in} คือ กำลังขับที่เพลาของปั๊ม (kW หรือแรงม้า)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ระเบียบวิธีวิจัยและวิธีดำเนินการวิจัย

ในการจัดทำโครงการการประยุกต์ใช้พลังงานหมุนเวียนแบบระบบผสมผสานเพื่อการเกษตรกรรม คณะผู้วิจัยมีวิธีดำเนินโครงการตามขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ระเบียบวิธีวิจัย และวิธีดำเนินการวิจัย

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

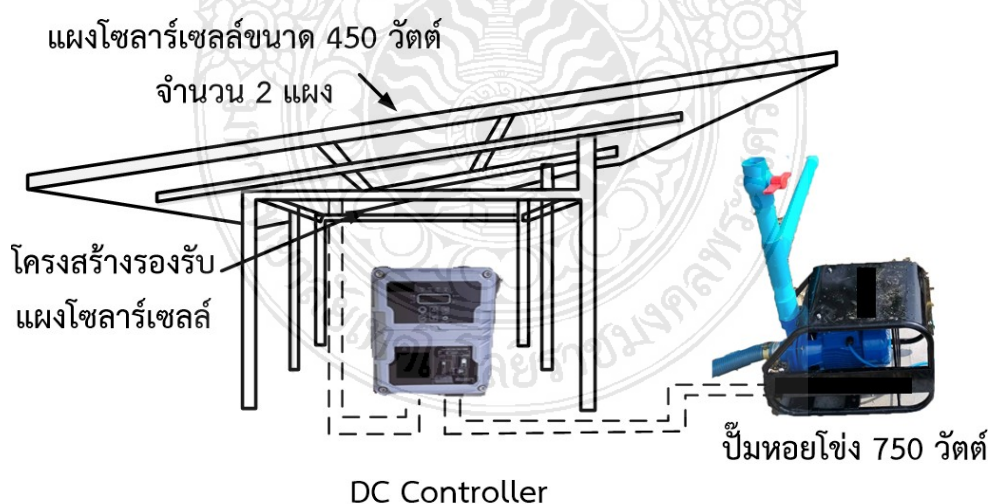
1. ศึกษาคุณสมบัติของแผงโซลาร์เซลล์ และอุปกรณ์ไฟฟ้า
2. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทบทวนวรรณกรรม
3. ออกแบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และอุปกรณ์ไฟฟ้า
4. ทำการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และอุปกรณ์ไฟฟ้า
5. ประมวลผลทดสอบ และวิเคราะห์ผล
6. สรุปผลการทดสอบ
7. จัดพิมพ์รูปเล่มงานวิจัย
8. ถ่ายทอด และเผยแพร่ผลงานวิจัย

3.3 การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

ในโครงการนี้มีการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการเกษตรเพื่อขับเคลื่อนปั๊ม 2 ชนิด ได้แก่ ปั๊มหอยโข่ง และปั๊มซับเมอร์ส

3.3.1 การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขับเคลื่อนปั๊มหอยโข่ง

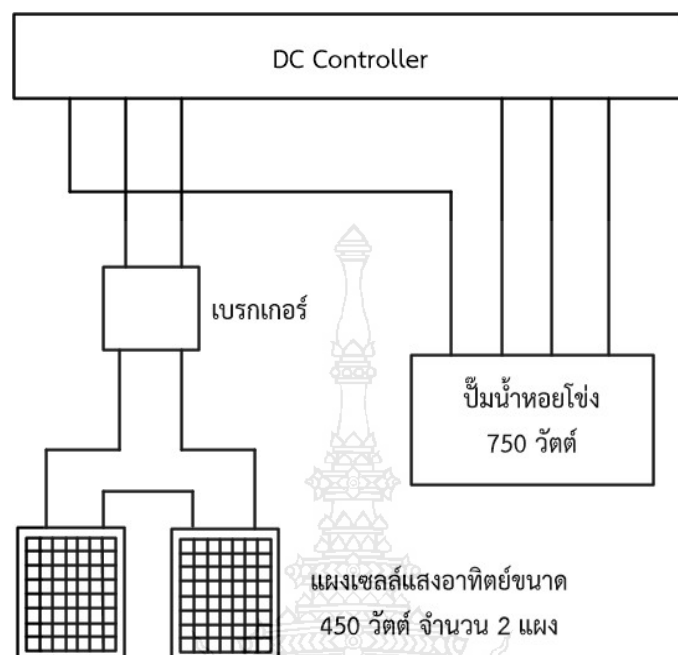
แผนภาพระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขับเคลื่อนปั๊มซับเมอร์ส ดังแสดงในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 แผนภาพระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขับเคลื่อนปั๊มหอยโข่ง

ไดอะแกรมเส้นเดียวระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขับเคลื่อนปั๊มซับเมอร์ส ดังแสดงในภาพที่

3.3



ภาพที่ 3.3 ไดอะแกรมเส้นเดียวระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขับเคลื่อนปั๊มซับเมอร์ส

ข้อมูลทางเทคนิคของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลทางเทคนิคของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 450 วัตต์

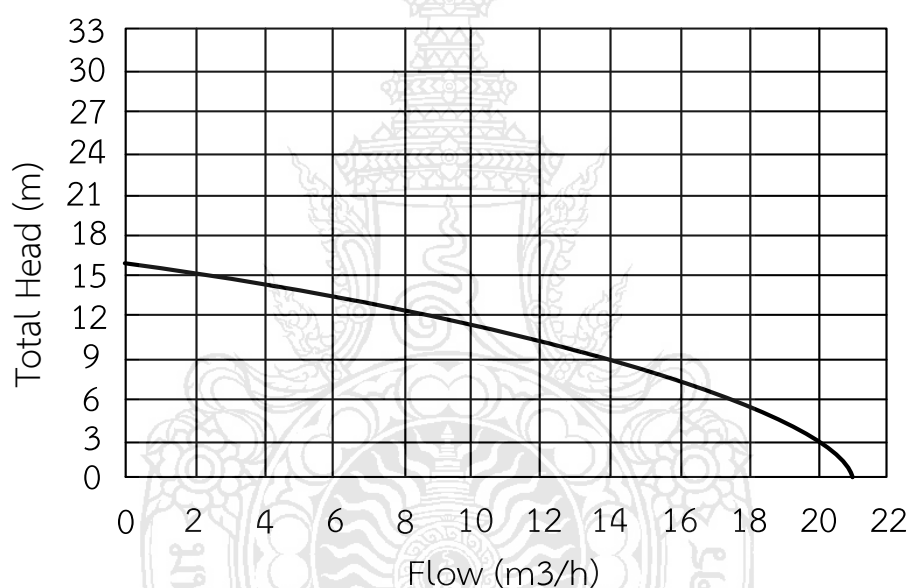
ตัวแปรทางเทคนิค	
Nominal power (P_{max})	450 W
Voltage at P_{max} (V_{mp})	42.78 V
Current at P_{max} (I_{mp})	10.52 A
Open Circuit Voltage (V_{oc})	52.19 V
Short Circuit Current (I_{sc})	11.05 A
Nominal operating cell temp. (NOCT)	45 °C
Maximum system voltage	1,500 V
Weight	25 kg

ข้อมูลทางเทคนิคของปั๊มหอยโข่ง ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลทางเทคนิคของปั๊มหอยโข่ง

อุปกรณ์	ขนาด
แรงดันไฟฟ้า	72 โวลต์
กำลังไฟฟ้า	0.75 กิโลวัตต์
แรงม้า	1 แรงม้า
Max. Flow	21 m ³ /h
Max. Head	16 เมตร
Outlet	2 นิ้ว

ประสิทธิภาพของปั๊มหอยโข่ง ดังแสดงในภาพที่ 3.4

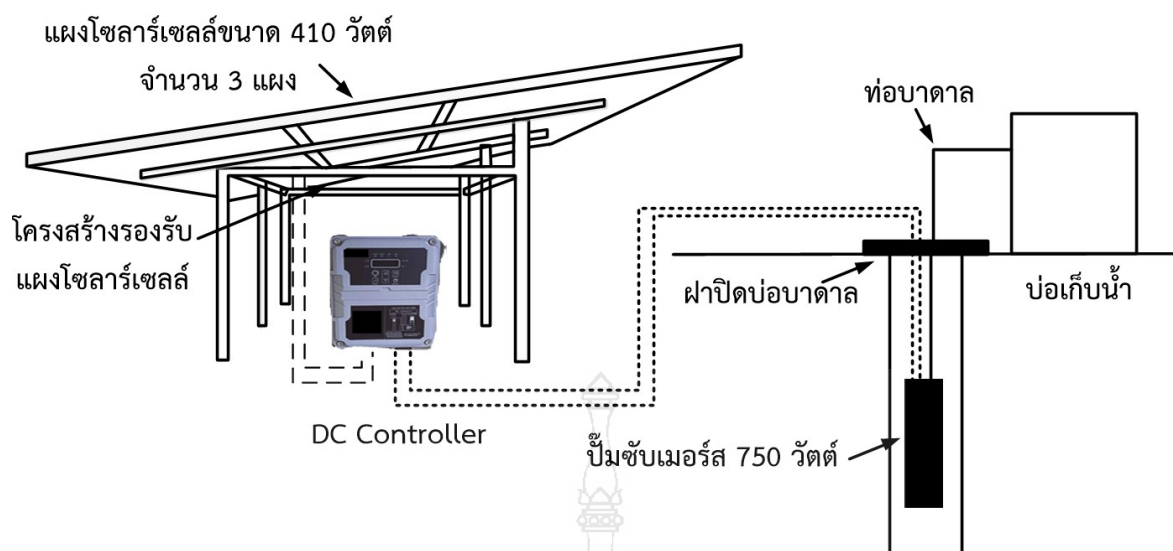


ภาพที่ 3.4 ประสิทธิภาพของปั๊มหอยโข่ง

จากรูปที่ 3.4 พบว่า Max. Flow มีค่า 21 m³/h และ Max. Head มีค่า 16 เมตร

3.3.2 การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขับเคลื่อนปั๊มซับเมอร์ส

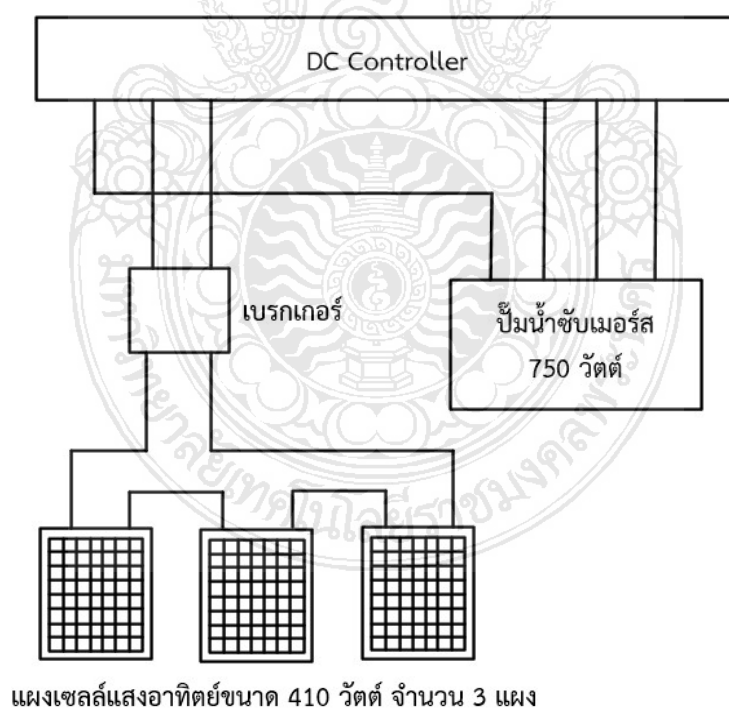
แผนภาพระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขับเคลื่อนปั๊มซับเมอร์ส ดังแสดงในภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 แผนภาพระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขับเคลื่อนปั๊มซับเมอร์ส

ไดอะแกรมเส้นเดียวระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขับเคลื่อนปั๊มซับเมอร์ส ดังแสดงในภาพที่

3.6



ภาพที่ 3.6 ไดอะแกรมเส้นเดียวระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขับเคลื่อนปั๊มซับเมอร์ส

ข้อมูลทางเทคนิคของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลทางเทคนิคของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 410 วัตต์

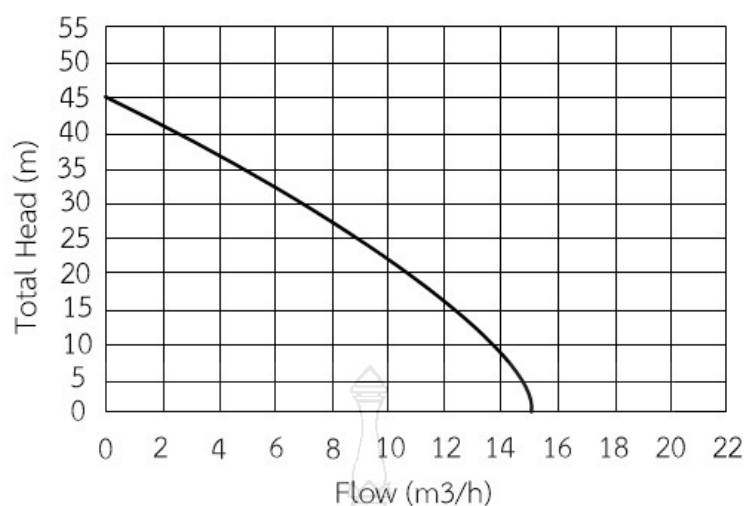
ตัวแปรทางเทคนิค	
Nominal power (Pmax)	410 W
Voltage at Pmax (Vmp)	30.62 V
Current at Pmax (Imp)	13.39 A
Open Circuit Voltage (Voc)	37.14 V
Short Circuit Current (Isc)	13.92 A
Maximum system voltage	1,500 V DC
Number of cells	108 cells

ข้อมูลทางเทคนิคของปั๊มซับเมอร์สดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลทางเทคนิคของปั๊มซับเมอร์ส

อุปกรณ์	ขนาด
แรงดันไฟฟ้า	96 โวลต์
กำลังไฟฟ้า	0.75 กิโลวัตต์
แรงม้า	1 แรงม้า
Max. Flow	15 m ³ /h
Max. Head	45 เมตร
Outlet	2 นิ้ว

ประสิทธิภาพของปั๊มซับเมอร์ส ดังแสดงในภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 ประสิทธิภาพของปั๊มซับเมอร์ส

จากรูปที่ 3.7 พบว่า Max. Flow มีค่า 15 m³/h และ Max. Head มีค่า 45 เมตร

3.4 ขั้นตอนการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

3.4.1 งานสำรวจพื้นที่

พื้นที่ที่ทำการติดตั้งระบบติดกับแหล่งน้ำตามธรรมชาติเพื่อนำมาใช้ในการเกษตร ดังแสดงในภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 พื้นที่การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

3.4.2 งานติดตั้งโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์

งานติดตั้งโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำจากเหล็ก ดังแสดงในภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 งานติดตั้งโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์

3.4.3 งานติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำการติดตั้งมีขนาด 450 วัตต์ จำนวน 2 แผง กำลังการผลิตรวม 900 วัตต์ และขนาด 410 วัตต์ จำนวน 3 แผง กำลังการผลิตรวม 1,230 วัตต์ ดังแสดงในภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 งานติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

3.4.4 งานติดตั้งปั้มน้ำ

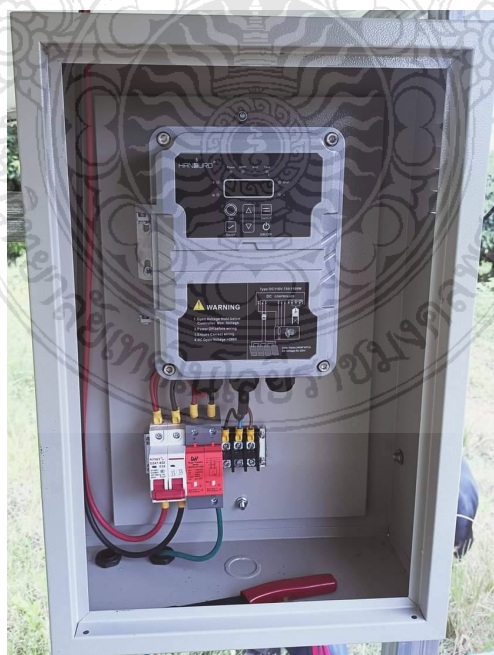
ปั้มน้ำแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ปั้มหอยโข่ง และปั้มซับเมอร์ส งานติดตั้งปั้มน้ำ ดังแสดงในภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 งานติดตั้งปั้มน้ำ

3.4.5 งานติดตั้งตู้คอนโทรล

งานติดตั้งตู้คอนโทรล (DC Controller) ดังแสดงในภาพที่ 3.12



ภาพที่ 3.12 งานติดตั้งตู้คอนโทรล

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการดำเนินงานวิจัยของโครงการ “การประยุกต์ใช้พลังงานหมุนเวียนแบบระบบผสมผสานเพื่อการเกษตรกรรม” แบ่งออกเป็น 3 โครงการย่อย สามารถสรุปได้ดังนี้

4.1 โครงการวิจัยย่อยที่ 1 การประยุกต์การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อบูรณาการกับภาคเกษตรกรรม ตำบลตาหลังใน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

4.1.1 การประเมินพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ณ ตำบลตาหลังใน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

ในบทความนี้มีการประเมินพลังงานไฟฟ้าที่ระบบผลิตได้ ผลลัพธ์การประเมินพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 1,230 วัตต์ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

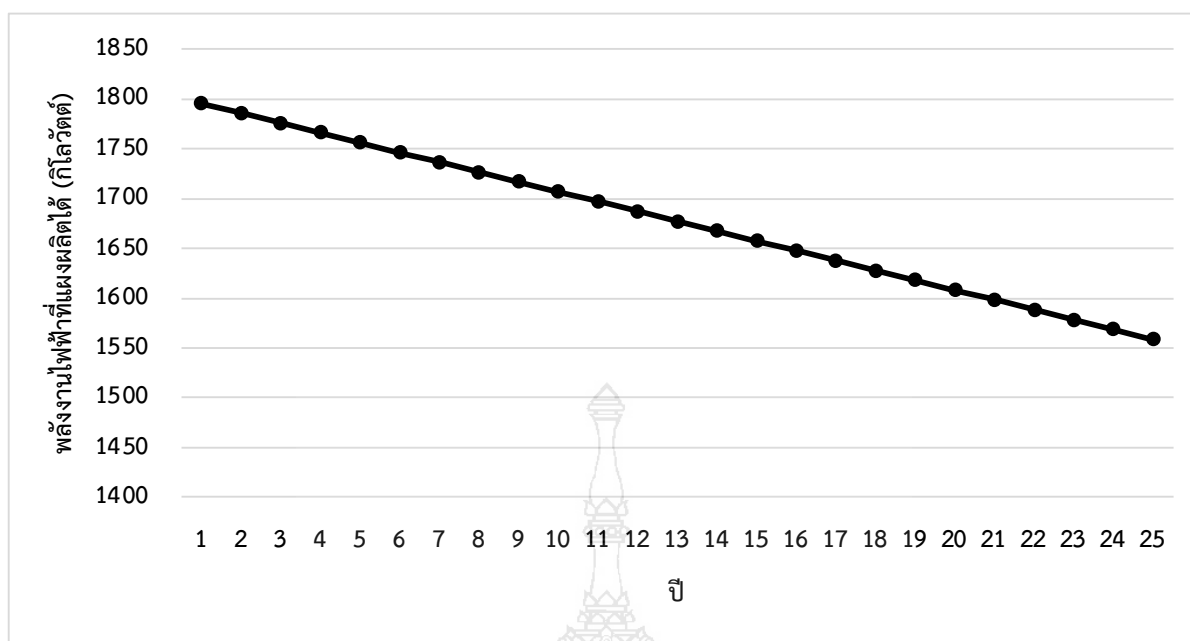
ตารางที่ 4.1 ผลลัพธ์การประเมินพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 1,230 วัตต์ ตำบลตาหลังใน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

ปี	การลดลงของประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (ร้อยละ)	พลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้จาก
		แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (กิโลวัตต์)
1	0.00	1,795.80
2	0.55	1,785.92
3	1.10	1,776.04
4	1.65	1,766.16
5	2.20	1,756.29
6	2.75	1,746.41
7	3.30	1,736.53
8	3.85	1,726.66
9	4.40	1,716.78
10	4.95	1,706.90
11	5.50	1,697.03
12	6.05	1,687.15

ตารางที่ 4.1 ผลลัพธ์การประเมินพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 1,230 วัตต์
ตำบลตาหลังใน อำเภอดงขี้เหล็ก จังหวัดสระแก้ว (ต่อ)

ปี	การลดลงของประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (ร้อยละ)	พลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้จาก แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (กิโลวัตต์)
13	6.60	1,677.27
14	7.15	1,667.40
15	7.70	1,657.52
16	8.25	1,647.64
17	8.80	1,637.76
18	9.35	1,627.89
19	9.90	1,618.01
20	10.45	1,608.13
21	11.00	1,598.26
22	11.55	1,588.38
23	12.10	1,578.50
24	12.65	1,568.63
25	13.20	1,558.75
รวม		41,931.81

จากตารางที่ 4.1 พลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในปี 1, 5, 10, 15, 20 และ 25 คือ 1,795.80 กิโลวัตต์ 1,756.29 กิโลวัตต์ 1,706.90 กิโลวัตต์ 1,657.52 กิโลวัตต์ 1,608.13 กิโลวัตต์ และ 1,558.75 กิโลวัตต์ ตามลำดับ ผลรวมพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 25 ปี คือ 41,931.81 กิโลวัตต์ ผลลัพธ์พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงตามประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1,230 วัตต์ ตำบลตาหลังใน อำเภอดงขี้เหล็ก จังหวัดสระแก้ว ดังแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ผลลัพธ์พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงตามประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1,230 วัตต์
ตำบลตาหลังใน อำเภอน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

จากภาพที่ 4.1 ผลต่างของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในปีที่ 1 และ ปีที่ 5 ต่างกัน 39.51 กิโลวัตต์ ผลต่างของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในปีที่ 1 และ ปีที่ 10 ต่างกัน 88.90 กิโลวัตต์ ผลต่างของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในปีที่ 1 และ ปีที่ 15 ต่างกัน 138.28 กิโลวัตต์ ผลต่างของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในปีที่ 1 และ ปีที่ 20 ต่างกัน 187.67 กิโลวัตต์ และผลต่างของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในปีที่ 1 และ ปีที่ 25 ต่างกัน 237.05 กิโลวัตต์

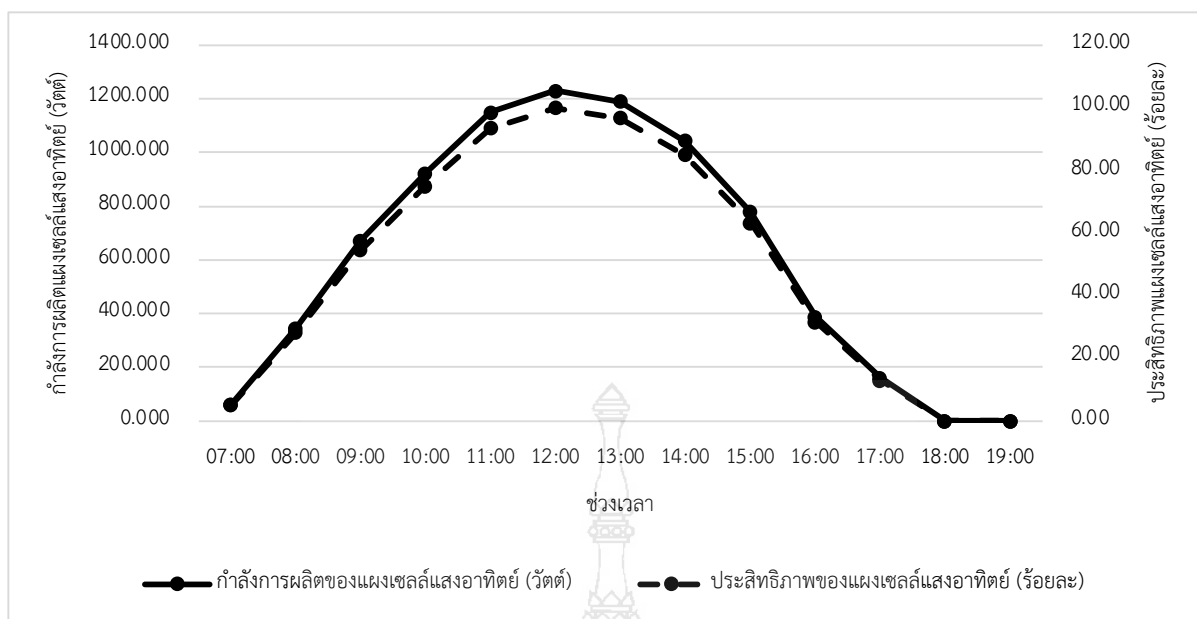
4.1.2 การวิเคราะห์การขับเคลื่อนปั๊มซับเมอร์ส ตำบลตาหลังใน อำเภอน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

ผลลัพธ์การวิเคราะห์การขับเคลื่อนปั๊มน้ำซับเมอร์สของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1,230 วัตต์ แต่ละช่วงเวลา ตำบลตาหลังใน อำเภอน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลลัพธ์การวิเคราะห์การขับเคลื่อนปั๊มน้ำซับเมอร์สของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1,230 วัตต์ แต่ละช่วงเวลา ตาบลดาลังใน อำเภอลำน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

ช่วงเวลา	ประสิทธิภาพแผง (%)	กำลังการผลิต (วัตต์)	สถานะ
07:00	5.00	61.50	Fail
08:00	28.09	345.54	Fail
09:00	54.59	671.42	Fail
10:00	75.10	923.76	Pass
11:00	93.51	1,150.11	Pass
12:00	100.00	1,230.00	Pass
13:00	96.70	1,189.42	Pass
14:00	84.90	1,044.23	Pass
15:00	63.20	777.30	Pass
16:00	31.55	388.02	Fail
17:00	12.99	159.77	Fail
18:00	0.00	0.00	Fail
19:00	0.00	0.00	Fail

จากตารางที่ 4.2 พบว่าในช่วงเวลา 7:00 น. – 9:00 น. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ยังไม่มีกำลังการผลิตเพียงพอต่อการขับเคลื่อนปั๊มน้ำซับเมอร์สได้เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์กำลังขึ้นความเข้มแสงยังมีไม่เพียงพอ ระหว่างช่วงเวลา 10:00 น. – 15:00 น. กำลังการผลิตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์อยู่ในช่วงที่สามารถขับเคลื่อนปั๊มน้ำซับเมอร์สรวมทั้งสิ้น 6 ชั่วโมง และในระหว่างช่วงเวลา 16:00 น. – 19:00 น. กำลังการผลิตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์กลับมามีค่าต่ำกว่าขีดของปั๊มน้ำซับเมอร์สส่งผลให้ไม่สามารถใช้งานได้ ผลลัพธ์การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ และกำลังการผลิตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1,230 วัตต์ แต่ละช่วงเวลา ตาบลดาลังใน อำเภอลำน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว ดังแสดงในภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 ผลลัพธ์การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ และกำลังการผลิตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1,230 วัตต์ แต่ละช่วงเวลา ตำบลตาหลังใน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

4.2 โครงการวิจัยย่อยที่ 2 การประยุกต์การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อบูรณาการกับภาคเกษตรกรรม ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

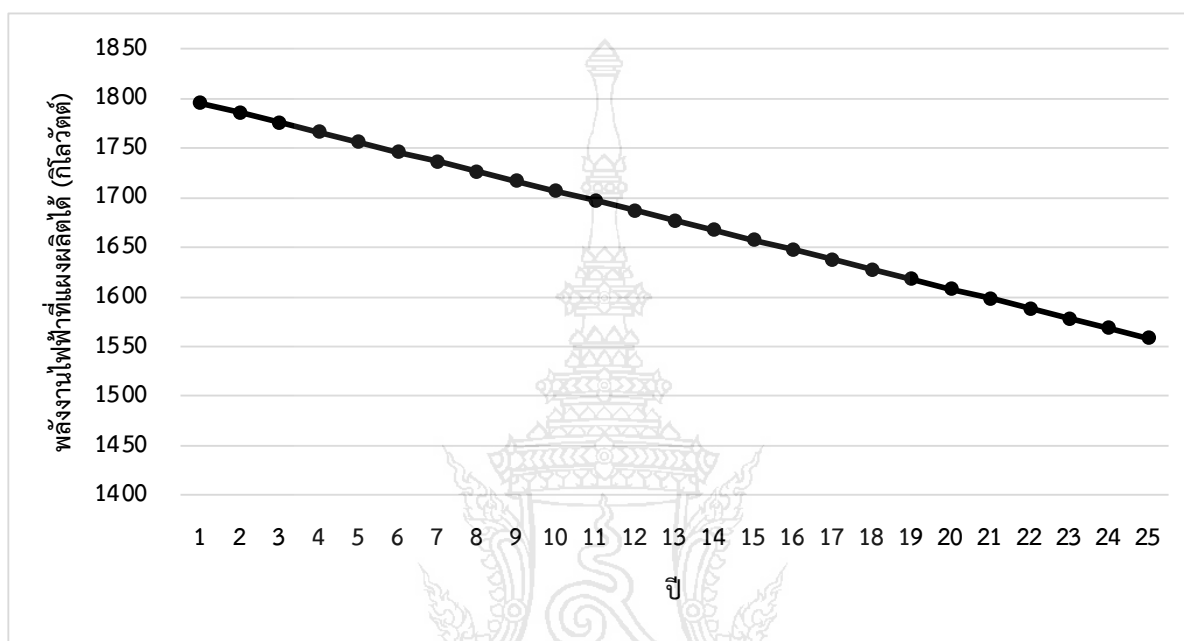
4.2.1 การประเมินพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ณ ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

ในบทความนี้มีการประเมินพลังงานไฟฟ้าที่ระบบผลิตได้ ผลลัพธ์การประเมินพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 1,230 วัตต์ ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลลัพธ์การประเมินพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 1,230 วัตต์
ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

ปี	การลดลงของประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (ร้อยละ)	พลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้จาก แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (กิโลวัตต์)
1	0.00	1,795.80
2	0.55	1,785.92
3	1.10	1,776.04
4	1.65	1,766.16
5	2.20	1,756.29
6	2.75	1,746.41
7	3.30	1,736.53
8	3.85	1,726.66
9	4.40	1,716.78
10	4.95	1,706.90
11	5.50	1,697.03
12	6.05	1,687.15
13	6.60	1,677.27
14	7.15	1,667.40
15	7.70	1,657.52
16	8.25	1,647.64
17	8.80	1,637.76
18	9.35	1,627.89
19	9.90	1,618.01
20	10.45	1,608.13
21	11.00	1,598.26
22	11.55	1,588.38
23	12.10	1,578.50
24	12.65	1,568.63
25	13.20	1,558.75
รวม		41,931.81

จากตารางที่ 4.3 พลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในปีที่ 1, 5, 10, 15, 20 และ 25 คือ 1,795.80 กิโลวัตต์ 1,756.29 กิโลวัตต์ 1,706.90 กิโลวัตต์ 1,657.52 กิโลวัตต์ 1,608.13 กิโลวัตต์ และ 1,558.75 กิโลวัตต์ ตามลำดับ ผลรวมพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 25 ปี คือ 41,931.81 กิโลวัตต์ ผลลัพธ์พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงตามประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1,230 วัตต์ ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว ดังแสดงในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ผลลัพธ์พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงตามประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1,230 วัตต์ ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

จากภาพที่ 4.3 ผลต่างของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในปีที่ 1 และ ปีที่ 5 ต่างกัน 39.51 กิโลวัตต์ ผลต่างของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในปีที่ 1 และ ปีที่ 10 ต่างกัน 88.90 กิโลวัตต์ ผลต่างของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในปีที่ 1 และ ปีที่ 15 ต่างกัน 138.28 กิโลวัตต์ ผลต่างของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในปีที่ 1 และ ปีที่ 20 ต่างกัน 187.67 กิโลวัตต์ และผลต่างของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในปีที่ 1 และ ปีที่ 25 ต่างกัน 237.05 กิโลวัตต์

4.2.2 การวิเคราะห์การขับเคลื่อนปั๊มซับเมอร์ส ณ ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัด

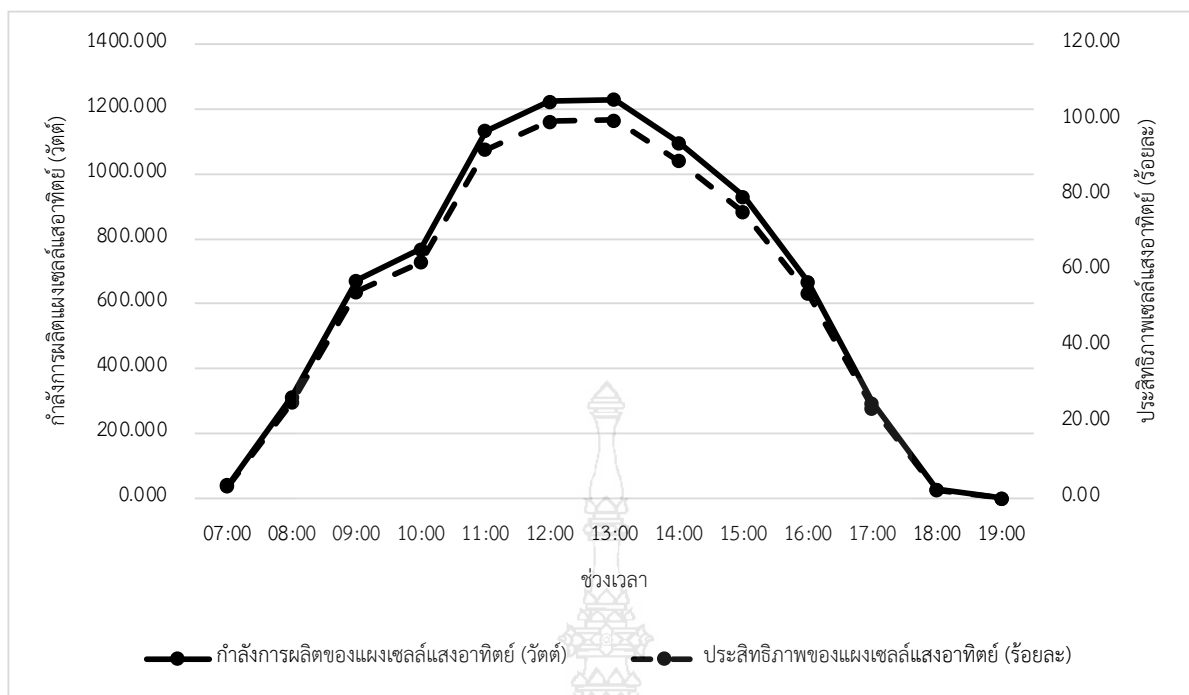
สระแก้ว

ผลลัพธ์การวิเคราะห์การขับเคลื่อนปั๊มน้ำซับเมอร์สของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1,230 วัตต์ แต่ละช่วงเวลา ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดสระแก้ว ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลลัพธ์การวิเคราะห์การขับเคลื่อนปั๊มน้ำซับเมอร์สของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1,230 วัตต์ แต่ละช่วงเวลา ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดสระแก้ว

ช่วงเวลา	ประสิทธิภาพแผง (%)	กำลังการผลิต (วัตต์)	สถานะ
07:00	3.24	39.80	Fail
08:00	25.39	312.33	Fail
09:00	54.65	672.21	Fail
10:00	62.43	767.85	Pass
11:00	92.09	1,132.70	Pass
12:00	99.55	1,224.47	Pass
13:00	100.00	1,230.00	Pass
14:00	89.12	1,096.22	Pass
15:00	75.69	930.93	Pass
16:00	54.29	667.79	Fail
17:00	23.87	293.54	Fail
18:00	2.16	26.53	Fail
19:00	0.00	0.00	Fail

จากตารางที่ 4.4 พบว่าในช่วงเวลา 7:00 น. – 9:00 น. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ยังไม่มีกำลังการผลิตเพียงพอต่อการขับเคลื่อนปั๊มซับเมอร์สได้เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์กำลังขึ้นความเข้มแสงยังมีไม่เพียงพอ ระหว่างช่วงเวลา 10:00 น. – 15:00 น. กำลังการผลิตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์อยู่ในช่วงที่สามารถขับเคลื่อนปั๊มซับเมอร์สรวมทั้งสิ้น 6 ชั่วโมง และในระหว่างช่วงเวลา 16:00 น. – 19:00 น. กำลังการผลิตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์กลับมามีค่าต่ำกว่าปกติของปั๊มซับเมอร์สส่งผลให้ไม่สามารถใช้งานได้ ผลลัพธ์การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ และกำลังการผลิตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1,230 วัตต์ แต่ละช่วงเวลา ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดสระแก้ว ดังแสดงในภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ผลลัพธ์การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ และกำลังการผลิตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1,230 วัตต์ แต่ละช่วงเวลา ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดสระแก้ว

4.3 โครงการวิจัยย่อยที่ 3 การประยุกต์การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อบูรณาการกับภาคเกษตรกรรม ตำบลคลองหินปูน อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดสระแก้ว

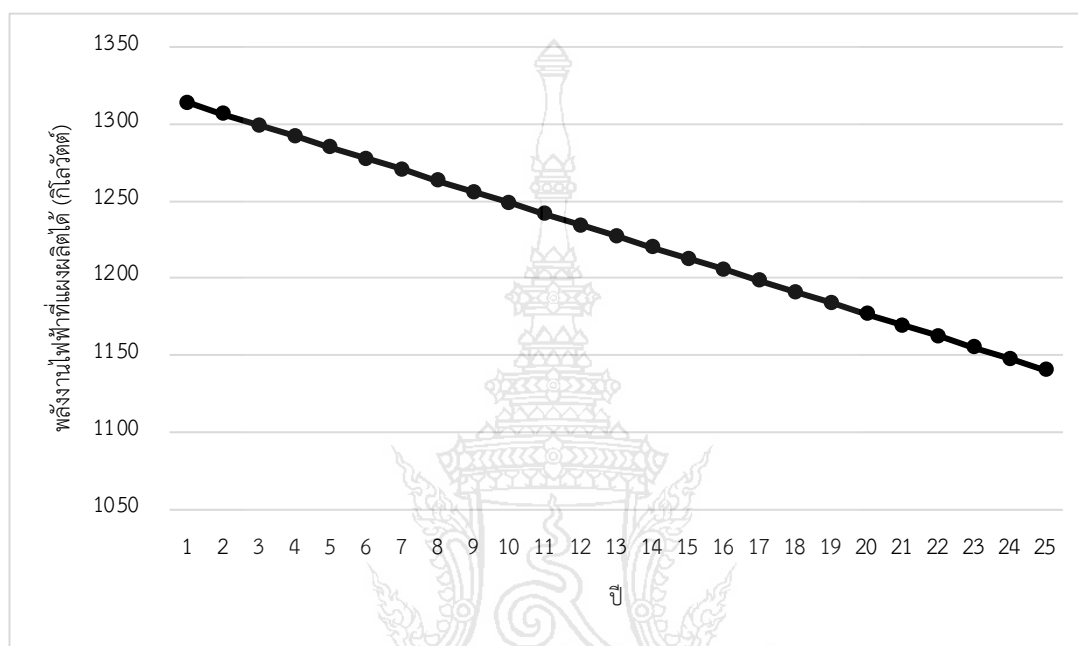
4.3.1 การประเมินพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ณ ตำบลคลองหินปูน อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดสระแก้ว

ในบทความนี้มีการประเมินพลังงานไฟฟ้าที่ระบบผลิตได้ ผลลัพธ์การประเมินพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 900 วัตต์ ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลลัพธ์การประเมินพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 900 วัตต์
ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

ปี	การลดลงของประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (ร้อยละ)	พลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้จาก แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (กิโลวัตต์)
1	0.00	1,314.00
2	0.55	1,306.77
3	1.10	1,299.54
4	1.65	1,292.31
5	2.20	1,285.09
6	2.75	1,277.86
7	3.30	1,270.63
8	3.85	1,263.41
9	4.40	1,256.18
10	4.95	1,248.95
11	5.50	1,241.73
12	6.05	1,234.50
13	6.60	1,227.27
14	7.15	1,220.04
15	7.70	1,212.82
16	8.25	1,205.59
17	8.80	1,198.36
18	9.35	1,191.14
19	9.90	1,183.91
20	10.45	1,176.68
21	11.00	1,169.46
22	11.55	1,162.23
23	12.10	1,155.00
24	12.65	1,147.77
25	13.20	1,140.55
รวม		30,681.79

จากตารางที่ 4.5 พลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในปีที่ 1, 5, 10, 15, 20 และ 25 คือ 1,314.00 กิโลวัตต์ 1,285.09 กิโลวัตต์ 1,248.95 กิโลวัตต์ 1,212.82 กิโลวัตต์ 1,176.68 กิโลวัตต์ และ 1,140.55 กิโลวัตต์ ตามลำดับ ผลรวมพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 25 ปี คือ 30,681.79 กิโลวัตต์ ผลลัพธ์พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงตามประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 900 วัตต์ ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว ดังแสดงในภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 ผลลัพธ์พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงตามประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 900 วัตต์
ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

จากภาพที่ 4.5 ผลต่างของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในปีที่ 1 และ ปีที่ 5 ต่างกัน 28.91 กิโลวัตต์ ผลต่างของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในปีที่ 1 และ ปีที่ 10 ต่างกัน 65.05 กิโลวัตต์ ผลต่างของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในปีที่ 1 และ ปีที่ 15 ต่างกัน 101.18 กิโลวัตต์ ผลต่างของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในปีที่ 1 และ ปีที่ 20 ต่างกัน 137.32 กิโลวัตต์ และผลต่างของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในปีที่ 1 และ ปีที่ 25 ต่างกัน 173.45 กิโลวัตต์

4.3.2 การวิเคราะห์การขับเคลื่อนปั๊มหอยโข่ง ณ ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัด

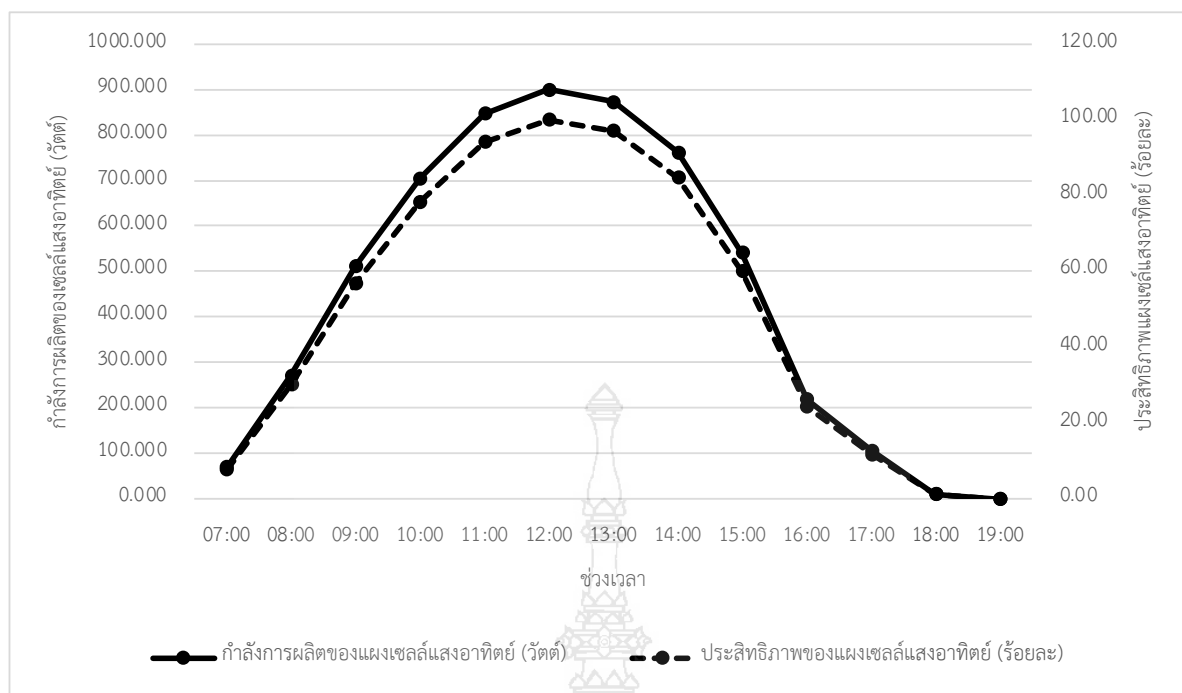
สระแก้ว

ผลลัพธ์การวิเคราะห์การขับเคลื่อนปั๊มหอยโข่งของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 900 วัตต์ แต่ละช่วงเวลา ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลลัพธ์การวิเคราะห์การขับเคลื่อนปั๊มหอยโข่งของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 900 วัตต์ แต่ละช่วงเวลา ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

ช่วงเวลา	ประสิทธิภาพแผง (%)	กำลังการผลิต (วัตต์)	สถานะ
07:00	7.73	69.54	Fail
08:00	30.21	271.85	Fail
09:00	56.75	510.73	Fail
10:00	78.37	705.36	Fail
11:00	94.13	847.16	Pass
12:00	100.00	900.00	Pass
13:00	97.04	873.35	Pass
14:00	84.70	762.26	Pass
15:00	60.06	540.54	Fail
16:00	24.34	219.01	Fail
17:00	11.84	106.57	Fail
18:00	1.20	10.83	Fail
19:00	0.00	0.00	Fail

จากตารางที่ 4.6 พบว่าในช่วงเวลา 7:00 น. – 10:00 น. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ยังไม่มีกำลังการผลิตเพียงพอต่อการขับเคลื่อนปั๊มซับเมอร์สได้เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์กำลังขึ้นความเข้มแสงยังมีไม่เพียงพอ ระหว่างช่วงเวลา 11:00 น. – 14:00 น. กำลังการผลิตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์อยู่ในช่วงที่สามารถขับเคลื่อนปั๊มหอยโข่งรวมทั้งสิ้น 4 ชั่วโมง และในระหว่างช่วงเวลา 15:00 น. – 19:00 น. กำลังการผลิตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์กลับมามีค่าต่ำกว่าพิกัดของปั๊มซับเมอร์สส่งผลให้ไม่สามารถใช้งานได้ ผลลัพธ์การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ และกำลังการผลิตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 900 วัตต์ แต่ละช่วงเวลา ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว ดังแสดงในภาพที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ผลลัพธ์การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ และกำลังการผลิตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 900 วัตต์
แต่ละช่วงเวลา ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว



บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากผลการดำเนินงานวิจัยของโครงการ “การประยุกต์ใช้พลังงานหมุนเวียนแบบระบบผสมผสานเพื่อการเกษตรกรรม” แบ่งออกเป็น 3 โครงการย่อย สามารถสรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1 สรุปผล และอภิปรายผล

จากผลการดำเนินโครงการ ณ ตำบลตาหลังใน อำเภอน้ำเยน จังหวัดสระแก้ว ติดตั้งปั๊มซับเมอร์ส และแผงกำลังการผลิต 1,230 วัตต์ สามารถสรุปได้ว่าพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในปี ที่ 1 คือ 1,795.80 กิโลวัตต์ ผลรวมพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 25 ปี คือ 41,931.81 กิโลวัตต์ และ กำลังการผลิตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพียงพอต่อการขับเคลื่อนปั๊มระหว่างช่วงเวลา 10:00 น. – 15:00 น. รวมทั้งสิ้น 6 ชั่วโมง ผลการดำเนินโครงการ ณ ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอน้ำเยน จังหวัดสระแก้ว ติดตั้งปั๊มซับเมอร์ส และแผงกำลังการผลิต 1,230 วัตต์ สามารถสรุปได้ว่าพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในปี ที่ 1 คือ 1,795.80 กิโลวัตต์ ผลรวมพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 25 ปี คือ 41,931.81 กิโลวัตต์ และ กำลังการผลิตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพียงพอต่อการขับเคลื่อนปั๊มระหว่างช่วงเวลา 10:00 น. – 15:00 น. รวมทั้งสิ้น 6 ชั่วโมง ผลการดำเนินโครงการ ณ ตำบลคลองหินปูน อำเภอน้ำเยน จังหวัดสระแก้ว ติดตั้งปั๊มหอยโข่ง และแผงกำลังการผลิต 900 วัตต์สามารถสรุปได้ว่า พลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในปี ที่ 1 คือ 1,314.00 กิโลวัตต์ ผลรวมพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 25 ปี คือ 30,681.90 กิโลวัตต์ และ กำลังการผลิตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพียงพอต่อการขับเคลื่อนปั๊มระหว่างช่วงเวลา 11:00 น. – 14:00 น. รวมทั้งสิ้น 4 ชั่วโมง

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาต่อไป ควรพัฒนาการติดตั้งเครื่องวัดความเข้มแสงเพื่อให้ได้รับข้อมูลแบบทันทีทันใด เพื่อการวิเคราะห์ ควรติดตั้งแบตเตอรี่เพื่อความเสถียรของการจ่ายพลังงานให้กับปั๊มน้ำหอยโข่ง เมื่อสภาพอากาศไม่เอื้ออำนวย

บรรณานุกรม

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. การอนุรักษ์พลังงานสำหรับเครื่องสูบน้ำ. คู่มือผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (โรงงาน) พ.ศ. 2553.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. หลักสูตรเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ โครงการพัฒนาบุคลากรด้านเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์. พิมพ์ครั้งที่ 1. ตุลาคม 2554.
- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. พลังงานหมุนเวียน, สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2566. จาก. <https://www.egat.co.th/home/renewables/>
- อนิรุทธิ์ ต่ายขาว, “พลังงานหมุนเวียน,” วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, vol. 8, no. 2, pp. 9-18.
- Boonthienthong M, Ruangsap N, Rugthaicharoencheep N, “Increasing Power Supply Performance in 85 Bus Distribution System Model with Installation Photovoltaic Distributed Generation,” UTK RESEARCH JOURNAL, vol. 16, no. 2, 2022, pp. 88-98.
- Canada, A. H. (1995, October). Solar voltaic generation power plants: 1000 MW to 10 kW photovoltaic plant design and application guide for the Pacific Northwest. In IEEE Technical Applications Conference and Workshops. Northcon/95. Conference Record (p. 189). IEEE.
- Charlansut, N., Ruangsap, N., & Rugthaicharoencheep, N. (2023, March). Adjustment Voltage Drop in Commercial with Photovoltaic and Battery Energy Storage System on Death End Distribution System. In 2023 International Electrical Engineering Congress (iEECON) (pp. 97-100). IEEE.
- Nezhad, O. Z., Zadeh, S. H., Mohammadian, M., & Gharaveisi, A. A. (2013, December). The analysis of hybrid system as DG in smart grids by the use of loss sensitivity coefficient method. In 2013 Smart Grid Conference (SGC) (pp. 246-251). IEEE.
- Ngamprasert, P., Wannakarn, P., & Rugthaicharoencheep, N. (2020, October). Enhance power loss in distribution system synergy photovoltaic power plant. In 2020

International Conference on Power, Energy and Innovations (ICPEI) (pp. 173-176). IEEE.

Polhong W, Rukijkanpanich J. Predictive Maintenance for Centrifugal Pumps in Pulp Industry. *The Journal of KMUTNB*. 2017;27: 615-629.

Pongsawat Kotchapoom, Patiphankerdlap, Kittichet Nontasud, Sukanya Sommaneeadong, “Solar Power Step Pumping System: Case Study of Ban Hin lat Community, Tak Province,” *EAU HERITAGE JOURNAL Science and Technology*, vol. 14 no. 1, pp. 209-219.

Prachya Mukda, Krit Chaiwong, Tadtong Prammanee, Kwanchai Nanan, “The suitable off-grid solar energy generator system with water pump,” *Agriculture and Technology Journal*, vol.1, no.2, pp. 123-132.

Ruangsap, N., Nedphokaew, S., & Rugthaicharoencheep, N. (2022, October). Planning and Operation Enhanced Voltage Profile by Using Distributed Generators Installation in Distribution System with Feeder Reconfiguration. In *2022 International Conference on Power, Energy and Innovations (ICPEI)* (pp. 1-4). IEEE.

Rugthaicharoencheep, N., Ngamprasert, P., Ruangsap, N., & Rodrueang, N. (2022, August). Minimize the Customer Outage for Improved Reliability in Distribution System with Photovoltaic Distributed Generation. In *2022 57th International Universities Power Engineering Conference (UPEC)* (pp. 1-5). IEEE.

Thongprasri, P. (2018). การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ ระหว่าง กำลัง ไฟฟ้า ของ เซลล์ แสงอาทิตย์ และ พิกัด ของ โหลด สำหรับ ติด ตั้ง ระบบ เซลล์ แสงอาทิตย์ แบบ อิสระ. *Journal of Engineering, RMUTT*, 16(2), 95-105.

ภาคผนวก ก

1. การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ตำบลตาหลังใน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

1.1 การปรับพื้นที่



ภาพที่ ก.1 การปรับพื้นที่ก่อนการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์
ณ ตำบลตาหลังใน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว



ภาพที่ ก.2 การเตรียมพื้นที่ก่อนการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์
ณ ตำบลตาหลังใน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

1.2 การเตรียมอุปกรณ์



ภาพที่ ก.3 การเตรียมอุปกรณ์ก่อนการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์
ณ ตำบลตาหลังใน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

1.3 งานติดตั้งโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์



ภาพที่ ก.4 งานติดตั้งโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์
ณ ตำบลตาหลังใน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

1.4 การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์



ภาพที่ ก.5 การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ณ ตำบลตาหลังใน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

จากภาพที่ ก.5 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 410 วัตต์ จำนวน 3 แผง กำลังการผลิตรวม 1,230 วัตต์

1.5 การติดตั้งปั้มน้ำซับเมอร์ส



ภาพที่ ก.6 การติดตั้งปั้มน้ำซับเมอร์ส ณ ตำบลตาหลังใน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

จากภาพที่ ก.6 ปั้มน้ำซับเมอร์ส ขนาด 750 วัตต์

2. การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

2.1 การปรับพื้นที่



ภาพที่ ก.7 การปรับพื้นที่ก่อนการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์
ณ ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว



ภาพที่ ก.8 การเตรียมพื้นที่ก่อนการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์
ณ ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

2.2 การเตรียมอุปกรณ์



ภาพที่ ก.9 การเตรียมอุปกรณ์ก่อนการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์
ณ ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดสระบุรี

2.3 งานติดตั้งโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์



ภาพที่ ก.10 งานติดตั้งโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์
ณ ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดสระบุรี

2.4 การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์



ภาพที่ ก.11 การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ณ ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

จากภาพที่ ก.11 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 410 วัตต์ จำนวน 3 แผง กำลังการผลิตรวม 1,230 วัตต์

2.5 การติดตั้งปั้มน้ำ



ภาพที่ ก.12 การติดตั้งปั้มน้ำ ณ ตำบลทุ่งมหาเจริญ อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

3. การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

3.1 การเตรียมอุปกรณ์



ภาพที่ ก.13 การเตรียมอุปกรณ์ก่อนการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์
ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

3.2 งานติดตั้งโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์



ภาพที่ ก.14 งานติดตั้งโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์
ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

3.3 การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์



ภาพที่ ก.15 การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ณ ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

จากภาพที่ ก.15 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 450 วัตต์จำนวน 2 แผง กำลังการผลิตรวม 900 วัตต์

3.4 การติดตั้งปั้มน้ำ



ภาพที่ ก.16 การติดตั้งปั้มน้ำหอยโข่ง ณ ตำบลคลองหินปูน อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

จากภาพที่ ก.16 ปั้มน้ำหอยโข่ง ขนาด 750 วัตต์

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติหัวหน้าโครงการ

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย): รองศาสตราจารย์ ดร.นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ): Assoc. Prof. Dr. Nattachote Rugthaicharoencheep

2. หน่วยงาน หมายเลขโทรศัพท์มือถือ และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์

- หน่วยงาน : สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
- สถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก : คณะวิศวกรรมศาสตร์ 1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ
- หมายเลขโทรศัพท์มือถือ : 061-353-6426
- E-mail : nattachote.r@rmutp.ac.th

3. ประวัติการศึกษา

ระดับการศึกษา	คุณวุฒิและสถานศึกษา	ปีที่จบการศึกษา
ปริญญาเอก	ปร.ด.(วิศวกรรมไฟฟ้า)	2553
ปริญญาโท	วศ.ม.(วิศวกรรมไฟฟ้า)	2548
ปริญญาตรี	วศ.บ.(วิศวกรรมไฟฟ้า)	2554
ปริญญาตรี	คอ.บ.(วิศวกรรมไฟฟ้า)	2544

4. สมรรถนะด้านการวิจัย

- ผลงานตีพิมพ์

ลำดับ	ชื่อบทความ	ชื่อวารสาร	ระดับชาติ/ นานาชาติ	ปีที่ตีพิมพ์
1	รัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ การประเมินศักยภาพการผลิตกำลังไฟฟ้ากระแสตรงจากโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในระบบจำหน่ายไฟฟ้า	วารสารวิจัย มทร.กรุงเทพ ปีที่ ๑๔ ฉบับที่ 2 ธันวาคม 2563	ระดับชาติ	2020
2	นเรศ ชลิ่งสุทธิ, รัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ, ศุภวุฒิ เนตรโพธิ์แก้ว และ สาคร วุฒิพัฒน์พันธุ์. (17-19 พฤศจิกายน 2564). การปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้าและศึกษาผลกระทบทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโรงผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 44 (EECON44), น่าน, 89-92.	การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 44 (EECON 44),	ระดับชาติ	2021
3	ศุภวุฒิ เนตรโพธิ์แก้ว, ทง ลานธารทอง, พูนศรี วรรณการ และ รัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ. (28-30 เมษายน 2564). การสร้างชุดอิเล็กทรอนิกส์ทดสอบค่าความคงทนได้อิเล็กทรอนิกส์ของฉนวนน้ำมันหม้อแปลงอ้างอิงตามมาตรฐาน IEC156. การประชุมวิชาการงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 13 (ECTI-CARD 2021), นครพนม, 399-402.	การประชุมวิชาการงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 13 (ECTI-CARD 2021)	ระดับชาติ	2021
4	ปพน งามประเสริฐ นริศ ชัยธรานนท์ ทง ลานธารทอง และ รัฐโชติรักไทยเจริญชีพ. เทคนิคการวิเคราะห์การลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบจำหน่ายโดยการเชื่อมต่อกับโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งรัตนโกสินทร์ (RJST).	วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งรัตนโกสินทร์ (RJST)	ระดับชาติ	2021

	Vol. 4 No. 3 (2022): September-December. 2021. 12-21.			
5	ศุภวุฒิ เนตรโพธิ์แก้ว, พูนศรี วรรณการ และ นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ. (28-30 ตุลาคม 2563). การปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียที่มาจาก การเผาไหม้ของเหง้าทะลายปาล์มของโรงไฟฟ้าชีวมวลด้วยโอโซนที่ได้จากโครโนดิสซาร์จ. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 43 (EECON 43), พิษณุโลก, 579-582.	การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 43 (EECON 43),	ระดับชาติ	2020



ประวัติผู้ร่วมวิจัยคนที่ 1

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย): ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กุลยศ สุวันทโรจน์
 ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ): Assist. Prof. Kullayot Suwantaroj

2. หน่วยงาน หมายเลขโทรศัพท์มือถือ และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์

- หน่วยงาน: สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
- หมายเลขโทรศัพท์มือถือ: 089-523-6188
- E-mail: kullayot.s@mutp.ac.th

3. ประวัติการศึกษา

ระดับการศึกษา	คุณวุฒิและสถานศึกษา	ปีที่จบการศึกษา
ปริญญาโท	วศ.ม.วิศวกรรมเครื่องกล	2546
ปริญญาตรี	วศ.บ.วิศวกรรมเครื่องกล	2541

4. สมรรถนะด้านการวิจัย

- ผลงานตีพิมพ์

ลำดับ	ชื่อบทความ	ชื่อวารสาร	ระดับชาติ/ นานาชาติ	ปีที่ตีพิมพ์
1	การเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าสูญเสียของ รถจักรดีเซลไฟฟ้าจากการแปลงไฟฟ้า กระแสสลับเป็นกระแสตรง	งานประชุมวิชาการ ระดับชาติ นนทบุรี ครั้งที่ 7, สกลนคร, วันที่ 30 พฤศจิกายน 2562, 576-587.	ระดับชาติ	วันที่ 30 พฤศจิกายน 2562
2	การควบคุมเครื่องจัดเก็บชิ้นงาน ทรงกระบอกด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิก คอนโทรลเลอร์	การประชุมวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์และ เทคโนโลยี มทร.พระ นคร ครั้งที่ 4, กรุงเทพฯ, 31 พฤษภาคม 2562, 5- 8.	ระดับชาติ	วันที่ 31 พฤษภาคม 2562

3	การบูรณาการการมีส่วนร่วมเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตชุมชนตาม แนวทางปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงโครงการการคัดแยกเมล็ดถั่วเขียว	วารสารรับใช้สังคม มทร. ล้านนา, 2(2), 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2561, 21-26.	ระดับชาติ	วันที่ 2 กรกฎาคม- ธันวาคม 2561
4	A study of the injury mitigation of pedestrians based on head injury criterion using the lifted-up hood technique	<i>Proceedings of the 10th International Conference on Science, Technology and Innovation for Sustainable Well-Being (STISWB 2018)</i> , Vientiane, Lao PDR. July 11 th -13 th . 51-53.	ระดับนานาชาติ	July 11 th - 13 th
5	Development of remote monitoring system of locomotive engine via cloud network for the state railway of Thailand	<i>Proceedings of the 10th International Conference on Science, Technology and Innovation for Sustainable Well-Being (STISWB 2018)</i> , Vientiane, Lao PDR. July 11 th -13 th . 54-56.	ระดับนานาชาติ	July 11 th - 13 th

ประวัติผู้ร่วมวิจัยคนที่ 2

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย): ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภควัต เกอะประสิทธิ์

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ): Assist. Prof. Dr. Pakawat Kerpasit

2. หน่วยงาน หมายเลขโทรศัพท์มือถือ และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์

- หน่วยงาน: สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
- หมายเลขโทรศัพท์มือถือ: 083-4445656
- E-mail: pakawat.k@rmutp.ac.th

3. ประวัติการศึกษา

ระดับการศึกษา	คุณวุฒิและสถานศึกษา	ปีที่จบการศึกษา
ปริญญาเอก	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขา เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	2561
ปริญญาโท	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขา วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	2553
ปริญญาตรี	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขา วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2549

4. สมรรถนะด้านการวิจัย

- ผลงานตีพิมพ์

ลำดับ	ชื่อบทความ	ชื่อวารสาร	ระดับชาติ/ นานาชาติ	ปีที่ตีพิมพ์
1	การออกแบบและพัฒนาชุดการสอนไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่	วารสารวิชาการ ครุศาสตร์ อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือปีที่ 13 ฉบับที่ 3 มิถุนายน - ธันวาคม 2565, หน้า 213-223	ระดับชาติ	2565
2	การพัฒนาชุดจำลองการคัดแยกสีบนระบบสายพานลำเลียง และการจัดเก็บสินค้า	วารสารวิชาการครุศาสตร์ อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือปีที่ 13 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2565, หน้า 68-78	ระดับชาติ	2565
3	การพัฒนาแผ่นขึ้นไม้อัดเทียมจากเปลือกไม้กระถินณรงค์เพื่อใช้ในการวัสดุตกแต่ง.	วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราช มงคลธัญบุรี ปีที่ 19 ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม-มิถุนายน 2564, หน้า 125-135	ระดับชาติ	2564
4	การพัฒนาชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ	การประชุมวิชาการทาง วิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 44 วันที่ 17-19 พฤศจิกายน 2564 ณ โรงแรม ดิ อิมเพรส น่าน จังหวัดน่าน, 728-731	ระดับชาติ	2564
5	การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานรายวิชาไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ประยุกต์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ว	วารสารวิชาการมหาวิทยาลัย ปทุมธานี ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2563, หน้า 164-174	ระดับชาติ	2563