

รูปแบบแนวทางการพัฒนาชุมชนที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ด้วยระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์

แสงอาทิตย์แบบรวมศูนย์

กรณีศึกษา: ชุมชนบ้านร่มเกล้า จังหวัดพิษณุโลก

NON-ELECTRICITY COMMUNITY DEVELOPMENT MODEL WITH CENTRALIZED PHOTOVOLTAIC-BASED POWER GENERATION SYSTEM: A CASE STUDY OF BAAN ROM KLAO COMMUNITY, PHITSANULOK PROVINCE

จิราภรณ์ น้อยพันธ์, ภาสกร นันทเดชสีกุล, สุชาติ หิรัญงาม,

สุรเชษฐ์ มิตสานนท์, กันตภณ โล้นพันธ์*

Jiraporn Noiphan, Pasakorn Nanthatechaseesakul, Suchat Hirunngam,

Surachet Mitsanon, Kantaphon Lonphan*

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อ.เมือง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย 65000

Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang, Phitsanulok, Thailand, 65000

*Corresponding author e-mail: kantaphon_engineer@hotmail.com

วันที่เข้าระบบ 5 ตุลาคม 2568

วันที่แก้ไขบทความ 20 ธันวาคม 2568

วันที่ตอบรับบทความ 23 ธันวาคม 2568

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและสร้างรูปแบบแนวทางการพัฒนาชุมชนที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบรวมศูนย์ กรณีศึกษา : ชุมชนบ้านร่มเกล้า ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก โดยพิจารณาจากบริบทชุมชน ลักษณะทางกายภาพของที่ตั้งชุมชน จำนวนครัวเรือน ความต้องการการใช้พลังงานในครัวเรือนที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ จากแหล่งข้อมูลที่ได้ลงพื้นที่จริงเพื่อสอบถามในชุมชนบ้านร่มเกล้าที่มีประชากรจำนวน 183 คน จำนวนครัวเรือน 60 ครัวเรือน ด้วยความต้องการใช้พลังงานประมาณ 4 – 4.5 หน่วยต่อวันต่อครัวเรือน จากนั้นใช้โปรแกรม PVsyst ในการจำลองระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบออฟกริดจึงใช้กำลังการติดตั้งที่ขนาด 74.8 กิโลวัตต์ มีระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าขนาด 299 กิโลวัตต์ชั่วโมง อินเวอร์เตอร์ขนาด 50 กิโลวัตต์ โดยผลการจำลองระบบการผลิตมีประสิทธิภาพ 74.81%

คำสำคัญ: เซลล์แสงอาทิตย์, ระบบผลิตไฟฟ้า, ระบบเก็บพลังงาน, ระบบออฟกริด, ชุมชนที่ไม่มีไฟฟ้าใช้

Abstract

This research aims to study and develop a community development model for areas without access to electricity using a centralized photovoltaic-based power generation system. A case study was conducted in Baan Rom Klao community, Chompoo sub-district, Noen Maprang district, Phitsanulok province, Thailand. The study considers community context, physical characteristics of the settlement, number of households, and energy demand of households without electricity. Data were collected through field surveys and interviews in Baan Rom Klao Community, which has a population of 183 people and 60 households. The average electricity demand was approximately 4–4.5 kWh per day per household. The PVsyst software was used to simulate an off-grid photovoltaic system. The simulation results indicate that the system requires an installed capacity of 74.8 kW, supported by an energy storage system with a capacity of 299 kWh and a 50 kW inverter. The overall system performance ratio obtained from the simulation was 74.81%.

Keyword: Solar cell, Power generation system, Energy storage system, Off-grid system, Non-electricity community

1. บทนำ

จากการศึกษาข้อมูลจำนวนครัวเรือนที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ของประเทศไทย พบว่า ในปี พ.ศ. 2563 ประเทศไทยมีจำนวนครัวเรือนที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ จำนวน 59,250 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 0.3 ของจำนวนครัวเรือนทั้งประเทศ โดยพบว่าภาคเหนือมีจำนวนครัวเรือนที่ไม่มีไฟฟ้าใช้มากที่สุดร้อยละ 40.89 รองลงมาคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ร้อยละ 31.9 (Ministry of Energy, 2020) ชุมชนที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่อยู่ห่างไกล บนภูเขาสูงและเป็นพื้นที่เขตอุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ทำให้ระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าไม่สามารถดำเนินการได้ทำให้การดำรงชีวิตของชุมชนมีการพัฒนาที่ล่าช้าและยากลำบาก การนำระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบรวมศูนย์มาใช้กับชุมชนที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ (Joshi & Yenneti, 2020; Pikkhunthod & Bokhunthod, 2016; Piriyasatta, 2016; Pholchusakulwong *et al.*, 2014; Tantisattayakul *et al.*, 2017) มาเป็นพลังงานทดแทนหลักด้วยเทคโนโลยีที่สะอาดและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นส่วนสนับสนุนการพัฒนาสู่ความยั่งยืนของชุมชน ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาชุมชนให้มีไฟฟ้าอย่างมีข้อจำกัดซึ่งอยู่ในพื้นที่ที่การไฟฟ้าเขาไปไม่ถึง



กรณีศึกษา : ชุมชนบ้านร่มเกล้า ตำบลชมพู อำเภอนิคมบ่งพร จังหวัดพิษณุโลก มีพื้นที่ทั้งหมด 335 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 209,745 ไร่ ตำบลชมพูมีจำนวนประชากร 13,194 คน จำนวนครัวเรือนทั้งหมด 4,373 ครัวเรือน ชุมชนบ้านร่มเกล้า มีจำนวนประชากร 391 คน จำนวนครัวเรือน 194 ครัวเรือน โดยพบว่ามีจำนวนครัวเรือนที่ไม่มีไฟฟ้าใช้จำนวน 60 หลัง ประชากรจำนวน 183 คน และประชากรส่วนใหญ่เป็นคนไทยพื้นเมือง พบว่าชุมชนบ้านร่มเกล้าตั้งอยู่ภูมิศาสตร์ที่ราบเขาและบนภูเขาสูง เป็นเขตติดกับอุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า และบางส่วนของพื้นที่ป่าในชุมชนบางส่วนจึงไม่มีไฟฟ้าใช้และขาดแคลนระบบน้ำประปา ลักษณะการประกอบอาชีพของชุมชนบ้านร่มเกล้า ส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพหลักด้านเกษตรกรรมได้แก่ ข้าว มันสำปะหลัง ถั่วเขียว ข้าวโพด เลี้ยงสัตว์ มะม่วง ลำไย เงาะ ทุเรียน เป็นต้น และอาชีพเสริมในการทอผ้าไหม ทอผ้าไหม ประรูปอาหารเป็นต้น ส่วนนอกฤดูการเกษตรประชากรบางส่วนจะไปรับจ้างนอกพื้นที่

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและสร้างรูปแบบแนวทางการพัฒนาชุมชนที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ด้วยระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบรวมศูนย์ให้เหมาะสมกับชุมชน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ให้กับชุมชนบ้านร่มเกล้า และคณะผู้จัดทำจึงเห็นควรว่าระบบจำหน่ายของการไฟฟ้ายังไม่สามารถดำเนินการได้ การนำระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบรวมศูนย์ร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานพร้อมโครงข่ายไฟฟ้ามาใช้กับชุมชนบ้านร่มเกล้าที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ที่เป็นชุมชน ห่างไกล และขาดแคลนไฟฟ้าให้สามารถมีไฟฟ้าใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อชุมชน

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาชุมชนที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ด้วยระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์รวมศูนย์

2.2 เพื่อสร้างรูปแบบการพัฒนาชุมชนที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ด้วยระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์รวมศูนย์

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาและสร้างรูปแบบแนวทางการพัฒนาชุมชนที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ด้วยระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์รวมศูนย์ กรณีศึกษา : ชุมชนบ้านร่มเกล้า ตำบลชมพู อำเภอนิคมบ่งพร จังหวัดพิษณุโลก และประเมินความเป็นไปได้ของการนำระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบรวมศูนย์มาใช้กับชุมชน โดยมีการวิเคราะห์ทางด้านเทคนิค และด้านเงินหมุนเวียนของชุมชน โดยมีรายละเอียดและวิธีการดำเนินงานวิจัย ดังนี้



3.1 ประชากรกลุ่มตัวอย่างชุมชนบ้านร่มเกล้า ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานชุมชนและความต้องการการใช้พลังงานของชุมชน

3.2.2 โปรแกรม PVsyst เพื่อประเมินผลการผลิตพลังงาน

3.3 วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของชุมชน โดยใช้แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานของชุมชนและข้อมูลความต้องการการใช้พลังงานของชุมชน ประกอบด้วยข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะภูมิอากาศ จำนวนประชากรจำนวนครัวเรือน ข้อมูลลักษณะการประกอบอาชีพ ข้อมูลความต้องการการใช้พลังงานของชุมชน

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของชุมชนจากแบบสอบถาม โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ลักษณะบริบทของชุมชนและลักษณะความต้องการการใช้พลังงานของชุมชน

3.4.2 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิค การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์รวมศูนย์กับระบบกักเก็บพลังงานที่เหมาะสมกับชุมชน เพื่อช่วยในการประเมินและวิเคราะห์ต้นทุนของระบบฯ

3.4.3 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ ประกอบด้วยต้นทุนและเงินหมุนเวียนภายในชุมชน โดยการนำข้อมูลทางด้านเทคนิคของโครงข่ายไฟฟ้าของชุมชนมาประเมินต้นทุน

4. ผลการวิจัย

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของชุมชนจากแบบสอบถาม โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ลักษณะบริบทของชุมชนและลักษณะความต้องการการใช้พลังงานของชุมชนบ้านร่มเกล้า มีประชากรจำนวน 183 คน จำนวนครัวเรือน 60 ครัวเรือน (เฉลี่ยจำนวนประชากร 3 คนต่อครัวเรือน) รายได้ 180,000 บาทต่อปีต่อครัวเรือน (ประมาณ 12,000 บาทต่อเดือน) ความต้องการใช้พลังงานโดยประมาณ 4 – 4.5 หน่วยต่อวันต่อครัวเรือน และความต้องการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นหลัก ประกอบด้วยระบบไฟแสงสว่าง โทรทัศน์ พัดลม หม้อหุงข้าว เครื่องซักผ้า เป็นต้น

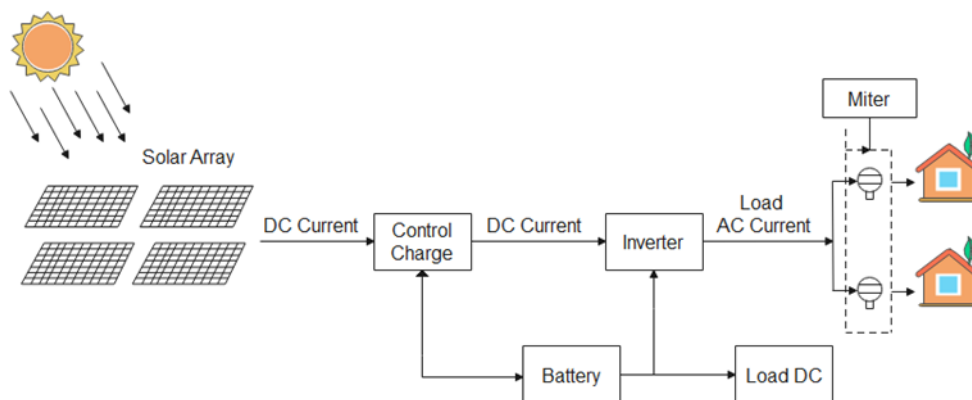
ลักษณะการตั้งบ้านเรือนของชุมชนบ้านร่มเกล้า บ้านเรือนแบ่งเป็นกลุ่มๆ และสันโดษ ซึ่งการวางโครงข่ายไฟฟ้าชุมชนนั้นค่อนข้างยากและไกล และพื้นที่ของชุมชนตั้งอยู่ภูมิศาสตร์ที่ราบเขาและบนภูเขาสูง เป็นเขตติดกับอุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า และในพื้นที่เหมาะสมในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์รวมศูนย์ ควรติดตั้งในพื้นที่เนินกประสงค์หรือพื้นที่ส่วนกลางของชุมชน โดยมีรัศมีโดยรอบไม่เกิน 1,500 เมตร เพื่อลดปัญหาแรงดันตกในปลายสาย ดังแสดงใน

ภาพที่ 1 ตำแหน่งที่ตั้ง ละติจูด $16^{\circ}45'20.44''\text{N}$ ลองจิจูด $100^{\circ}42'39.65''\text{E}$ สูงกว่าระดับน้ำทะเล 498 เมตร



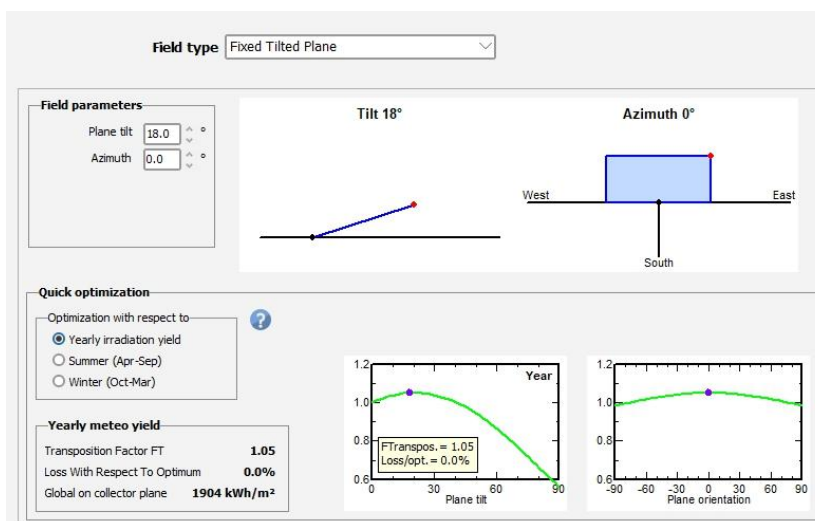
ภาพที่ 1 สถานที่ติดตั้งและระยะโครงข่ายไฟฟ้า

4.2 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเทคนิค พบว่า แนวทางในการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบรวมศูนย์ระบบ Stand Alone (Off grid) แสดงในภาพที่ 2 ที่เหมาะสมสำหรับชุมชนบ้านร่มเกล้า ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก



ภาพที่ 2 ระบบ Stand Alone (Off Grid)

ซึ่งการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบรวมศูนย์ ได้ขนาดกำลังติดตั้ง 74.8 กิโลวัตต์พร้อมระบบกักเก็บพลังงาน ใช้โปรแกรม PVsyst (Irwan *et al.*, 2015) เพื่อหาดำเนินการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อให้การรับแสงอาทิตย์เหมาะสมที่สุด พบว่ามุมที่เหมาะสมในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำมุม 18 องศา ตามแนวหลังคาในทางทิศใต้ ซึ่งสามารถผลิตพลังงานได้ $1,904 \text{ kWh/m}^2$ แสดงในภาพที่ 3



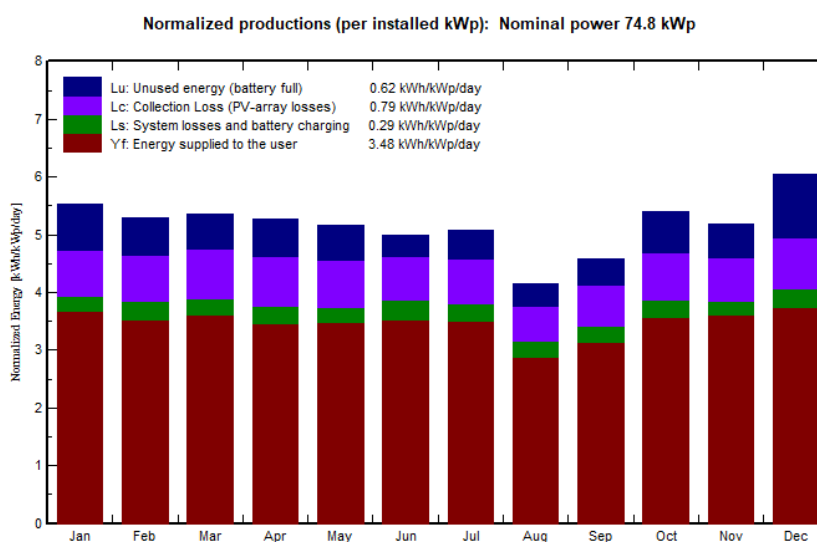
ภาพที่ 3 แสดงมุมติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์รวมศูนย์ร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานที่ออกแบบเสร็จแล้วได้ทำการวิเคราะห์การทำงานของระบบที่ออกแบบด้วยโปรแกรม PVsyst เพื่อจำลองการหาค่ากำลังการผลิตพลังงานในหนึ่งปีรวมทั้งประสิทธิภาพของระบบโดยมีข้อมูลนำเข้าดังในส่วนของการจำลองระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบรวมศูนย์ประกอบด้วย 1) ความต้องการใช้พลังงานต่อวัน 280 kWh/day ซึ่งความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าในแต่ละวันสามารถผลิตได้ประมาณ 4 ชั่วโมง/วัน 2) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Mono 440.0 Wp 35V ติดตั้งแบบจำนวน 170 แผง โดยต่อแบบอนุกรม 10 แผงต่อ 1 สตริง และต่อแบบขนานจำนวน 17 สตริง สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าอยู่ที่ 74.8 kWp/day 3) ระบบกักเก็บพลังงาน 299 kWh จำนวน 72 ลูกติดตั้งแบบอนุกรม 9 ลูกต่อ 1 ชุด และต่อแบบขนานจำนวน 8 ชุด ที่สามารถใช้พลังงานที่กักเก็บได้ถึง 26 ชั่วโมง ในกรณีที่ไม่สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 4) Inverter แรงดันด้านเข้า 300 – 650 V ขนาด 50kW ที่แปลงพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงเป็นพลังงานกระแสไฟฟ้าสลับ ให้เหมาะกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้งานดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 พื้นที่ติดตั้ง ลานส่วนกลางหรือลานอเนกประสงค์

ผลการจำลองกำลังผลิตในแต่ละเดือนใน 1 ปี แสดงในภาพที่ 5 ซึ่งในแต่ละเดือนจะให้กำลังการผลิตไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ โดยค่าเฉลี่ยในการผลิตไฟฟ้าใน 1 วัน เท่ากับ 5.17 kWh/m²/day ค่ากำลังสูญเสียเฉลี่ยที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ใน 1 วัน เท่ากับ 0.89 kWh/kWp/day และค่ากำลังการสูญเสียเฉลี่ยที่อินเวอร์เตอร์ใน 1 วัน เท่ากับ 0.32 kWh/kWp/day ทำให้การผลิตพลังงานไฟฟ้าในรอบ 1 ปี ได้พลังงาน 115 MWk/yr โดยมีระบบการผลิตมีประสิทธิภาพ 74.81%



ภาพที่ 5 กราฟแสดงประสิทธิภาพของการผลิต 1 ปี

4.3 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบรวมศูนย์ พร้อมระบบกักเก็บพลังงาน ขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 74.8 kW ร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานชนิดลิเทียม ขนาดความจุ 299kWh ระยะโครงข่ายไฟฟ้าชุมชน 7000 เมตร การวิเคราะห์ต้นทุนของระบบผลิต



ไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบรวมศูนย์ ที่ชุมชนบ้านร่มเกล้า ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก โดยทำการวิเคราะห์ต้นทุนโครงการนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) และต้นทุนผันแปร (Variable cost) โดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ต้นทุนของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

ประเภท	รายการ	จำนวน (บาท)	แหล่งข้อมูลราคา
ต้นทุนคงที่	ชุดติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 74.8kW	3,740,000	ราคาตลาด
	แบตเตอรี่ลิเทียมขนาด 299kWh	8,073,000	ราคาตลาด
	ระยะโครงข่ายไฟฟ้า 7000 เมตร	7,000,000	ราคาโดยประมาณ
	อาคารควบคุมระบบเซลล์แสงอาทิตย์	800,000	ราคาโดยประมาณ
	รวมทั้งหมด	19,613,000	
ต้นทุนผันแปร	บำรุงรักษาประจำปี	130,000	ราคาโดยประมาณ
	บุคลากร (ช่างประจำ 2 ตำแหน่ง : 18000 บาท/เดือน)	210,000	ราคาโดยประมาณ
	แบตเตอรี่ชนิดลิเทียมอายุการใช้งาน 10 ปี	4,036,500	ราคาโดยประมาณ
			(เปลี่ยนทุก 8 ปี)

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

จากวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าชุมชนบ้านร่มเกล้าเป็นชุมชนที่มีที่อยู่อาศัยเป็นกลุ่ม และสันโดษ ตั้งอยู่ในพื้นที่ราบสูง เขตอุทยานแห่งชาติและเขตรักษาสัตว์ป่า จึงไม่มีไฟฟ้าใช้ระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคไม่สามารถเข้าถึงได้ ซึ่งเป็นพื้นที่เหมาะในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบรวมศูนย์ ติดตั้งภายในพื้นที่ส่วนกลางหรือลานอเนกประสงค์ของชุมชนบ้านร่มเกล้า นั้น เป็นพื้นที่ลานกว้างอเนกประสงค์ เพราะเป็นจุดเดียวที่สามารถติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบรวมศูนย์ โดยมีรัศมีโดยรอบไม่เกิน 1,500 เมตรเพื่อลดปัญหาแรงดันตกในช่วงปลายสาย มีศักยภาพในการผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์ถึง 1,904 kWh/m² วิเคราะห์ข้อมูลการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์รวมศูนย์และเทคโนโลยีการออกแบบ สำหรับชุมชนบ้านร่มเกล้า ออกแบบด้วยโปรแกรม PVsyst ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Off-Grid ที่มีระบบกักเก็บพลังงานไว้ใช้ตอนไม่มีการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งออกแบบผลิตด้วยขนาดกำลังติดตั้ง 74.8 kW สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ 115 MWh/year โดยระบบมีประสิทธิภาพ 74.81% พร้อมระบบกักเก็บพลังงานแบตเตอรี่ลิเทียม ขนาดความจุ 299 kWh ที่ใช้งานได้ถึง 24 ชั่วโมง

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบคุณชุมชนบ้านร่มเกล้า จังหวัดพิษณุโลก ที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- Irwan, Y., Amelia, A.R., Irwanto, M., Fareq, M., Leow, W. Z., & Gomesh, N. (2015). Stand-alone photovoltaic (SAPV) system assessment using PVsyst software. **Energy Procedia**, 79, 596–603.
- Joshi, G., & Yenneti, K. (2020). Community solar energy initiatives in India: A pathway for addressing energy poverty and sustainability. **Energy and Buildings**, 210, 1–14.
- Pholchusakulwong, Y., Rakkarn, S., & Seehomchi, P. (2014). Feasibility study of a solar power farm: A case study of Kutrang, Mahasarakham. **Kasem Bundit Engineering Journal**, 4(1), 41–57.
- Pikkhunthod, B., & Bokhunthod, K. (2016). Solar energy: One of the main renewable energies for Thailand. **NKRAFA Journal of Science and Technology**, 12(12), 108–119.
- Piriyasatta, P. (2016). Using a photovoltaic system on the Faculty of Architecture's building rooftop at Khon Kaen University for energy conservation. **Built Environment Inquiry Journal, Faculty of Architecture, Khon Kaen University**, 15(11), 183–200.
- Tantisattayakul, T., Rassameethammachote, P., & Ausakul, M. (2017). Energy, environmental, and economic assessment of solar rooftop systems on buildings at Thammasat University, Rangsit Center. **Thai Journal of Science and Technology**, 25(6), 1083–1099.