

การวิเคราะห์เชิงเทคนิคและความคุ้มค่าในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงาน แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาระดับครัวเรือน

Technical Analysis and Cost-Effectiveness of Installation of Residential Rooftop PV Generation Systems

พัชรินทร์ อินทมาส¹ มณีนรัตน์ ชัยสกุลนิยม² พเนตร สุขสิงห์³ อีระพงษ์ บุญรักษา⁴

และ พรหมพัคตร์ บุญรักษา^{5*}

¹สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

² สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

³ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

⁴สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

^{5*}สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

สุวรรณภูมิ

*E-mail: Promphak.dawan@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการวิเคราะห์เชิงเทคนิคและความคุ้มค่าในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาระดับครัวเรือน กรณีศึกษา: ครัวเรือนในเขตพื้นที่ อ.สามพราน จ.นครปฐม โดยแบ่งกรอบหัวข้อการวิจัยเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วยศักยภาพเชิงกายภาพ ศักยภาพเชิงเทคนิค และศักยภาพเชิงเศรษฐศาสตร์ โดยทำการคัดเลือกกรณีประเภทที่อยู่อาศัยที่มีศักยภาพเชิงภูมิศาสตร์ จำนวน 3 หลังคาเรือน เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจลงทุนติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในส่วนของการไฟฟ้าในอนาคตได้ ในการศึกษานี้ใช้สมมุติฐานทางการเงินที่อัตราคิดลด 6.5% ตลอดอายุการใช้งานระยะเวลาโครงการการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์อยู่ที่ 25 ปี และการเปลี่ยนอินเวอร์เตอร์ทุก 10 ปี ผลการวิเคราะห์พบว่าหากติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาจะสามารถลดค่าไฟฟ้าของทั้ง 3 หลังคาเรือนรวมได้ 302 kWh/month คิดเป็น 20.606 เพอร์เซ็นต์ และระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 4.85 ปี ผลการวิเคราะห์

* Corresponding author, e-mail: Promphak.dawan@gmail.com

การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาในระดับครัวเรือนพบว่าสามารถลดค่าไฟฟ้าได้จริง

คำสำคัญ: ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ โปรแกรม PVsyst

Abstract

This article presents a technical analysis and cost-effectiveness of installing a household-level solar rooftop power generating system—case study: Households in Sampran District, Nakhon Pathom Province. This paper divides the research topic framework into three areas, consisting of physical potential technical potential, and economic potential. Three houses with geographical potential were selected as a guideline for investing in a solar cell power generation system. and reducing the cost of electricity in the future. In this study, the financial assumption is applied at the discount rate of 6.5% over the lifetime. The duration of the solar panel installation project is 25 years, and the inverter is replaced every ten years. The analysis results show that if the solar cell system is installed on the back, it can reduce the electricity cost of all three houses in total by 302 kWh/month, representing 20.606 percent, and the payback period is 4.85 years. The results of the analysis of the installation of solar power generation systems on the roof at the household level found that it can reduce the electricity bill.

Keywords: Rooftop Solar System, Economic Analysis, PVsyst Program

1. ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันกระแสการรักษ์โลกและปัญหาจากภาวะโลกร้อน ทำให้ผู้คนหันมาสนใจเรื่องพลังงานสะอาด กันมากขึ้น [1-2] ในส่วนของรัฐบาลไทยได้มีนโยบายให้ประชาชนหันมาสนใจการใช้พลังงานทดแทน ด้วยการรับซื้อไฟฟ้าจากระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ [3] รวมทั้งต้นทุนในการติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องร้อยละ 80 ในช่วงที่ผ่านมา [4] จึงทำให้มีการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ กันอย่างแพร่หลายมากกว่าเมื่อก่อน โดยเฉพาะการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา [5] ได้มีการติดตั้งตั้งแต่ในระดับครัวเรือนอยู่อาศัย ในอาคารโรงงานอุตสาหกรรม รวมไปถึงอาคาร ในสถานศึกษา [6]

ในปี 2565 คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (สำนักงาน กกพ.) ได้มีมติเห็นชอบประกาศรับซื้อไฟฟ้า โครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา (Solar PV Rooftop) สำหรับภาคประชาชน ประเภทบ้านอยู่อาศัย พ.ศ. 2565 ที่ราคาหน่วยละ 2.20 บาท รับเป้าหมายปีละ 10 เมกะวัตต์ ระยะเวลา

รับซื้อไฟฟ้า 10 ปี ถือว่าเป็นการส่งเสริมให้ประชาชนผลิตไฟฟ้าใช้เองโดยติดตั้งโซลาร์รูฟท็อปในบ้านที่อยู่อาศัย เพื่อบรรเทาภาระค่าไฟฟ้าและสามารถนำส่วนที่เหลือมาขาย เข้าระบบได้ โดยเป็นส่วนหนึ่งในมาตรการลดการพึ่งพาการผลิตไฟฟ้า ด้วยเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ผันผวน และมีราคาสูงจากผลของภาวะวิกฤตการณ์ ราคาพลังงานโลกที่กำลังเผชิญอยู่ในขณะนี้ด้วย [7]

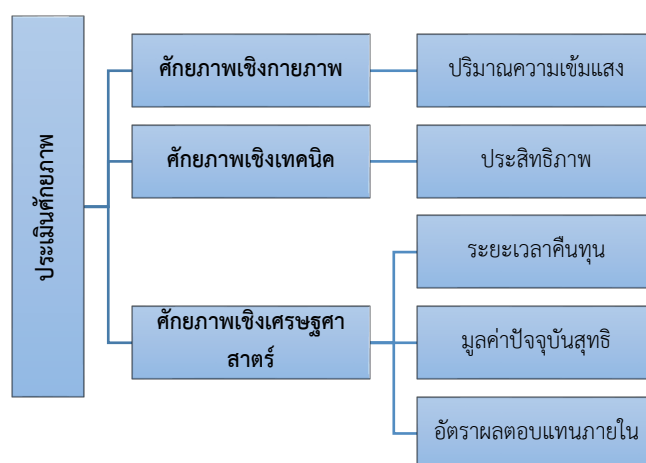
ดังนั้นบทความวิจัยนี้จึงทำการวิเคราะห์เชิงเทคนิคและความคุ้มค่าในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาในระดับครัวเรือน โดยเริ่มต้นจาก กรณีศึกษา: ระดับครัวเรือน ในเขตพื้นที่อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม จำนวน 3 ครัวเรือน เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจลงทุนติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในส่วนของคุณค่าไฟฟ้าของครัวเรือนในอนาคตได้

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์เชิงเทคนิคและความคุ้มค่าในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาในระดับครัวเรือน โดยเริ่มต้นจาก กรณีศึกษา: ระดับครัวเรือน ในเขตพื้นที่ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม จำนวน 3 ครัวเรือน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้การศึกษาประสิทธิภาพและวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา กรณีศึกษา: ระดับครัวเรือน ในเขตพื้นที่ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม จำนวน 3 ครัวเรือน โดยคณะผู้วิจัยทำการแบ่งกรอบหัวข้อการวิเคราะห์ศักยภาพออกเป็น 3 ด้าน ดังแสดงรายละเอียดการประเมินศักยภาพ ในรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบการวิจัยในการประเมินศักยภาพการติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าบนหลังคาพื้นที่กรณีศึกษา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

3.1. ประเมินศักยภาพของพื้นที่กรณีศึกษา: ประเภทที่อยู่อาศัยจำนวน 3 ครัวเรือน

ในการประเมินศักยภาพของพื้นที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ด้านหน้าอาคารหันไปทางทิศใต้ โดยด้านหน้าอาคารหันไปทางทิศใต้ ในการคำนวณพื้นที่ติดตั้งแผงเซลล์จึงคำนวณเฉพาะหลังคาหน้าอาคาร เหตุผลเนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ใกล้กับเส้นศูนย์สูตรทำให้ได้รับปริมาณแสงอาทิตย์ที่มากเกือบตลอดทั้งปี แต่เนื่องจากตำแหน่งของประเทศไทยตั้งอยู่เหนือเส้นศูนย์สูตรขึ้นมาด้านบน ทำให้การโคจรของดวงอาทิตย์จากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตกของประเทศไทยอ้อมไปทางทิศใต้ จึงส่งผลให้การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์หันหน้าไปทางทิศใต้จะผลิตไฟฟ้าได้มากกว่าทิศเหนือ[8] ทำการวัดพื้นที่หลังคาคร่าวๆ เรือนที่จะทำการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ที่สามารถติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ โดยใช้โปรแกรม Google Earth และสำรวจโครงสร้างหลังคา ทำจากเหล็กขนาดใหญ่สามารถรับน้ำหนักของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จำนวนมากได้ ในกรณีความเข้มแสงเฉลี่ยตลอดทั้งปีของพื้นที่กรณีศึกษาคือ 17.93 MJ/m²day[9]

3.2. ศักยภาพเชิงเทคนิค

การประเมินศักยภาพเชิงเทคนิค ใช้ค่าประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์และประสิทธิภาพระบบต่อ ศักยภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้า ในกรณีศึกษาใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 250 Wp ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ เนื่องจากเป็นแผงเซลล์ที่มีประสิทธิภาพในการใช้งานในที่มีอุณหภูมิสูงกว่าชนิดโมโนคริสตัลไลน์เล็กน้อย และราคาถูกกว่าชนิดโมโนคริสตัลไลน์ โดยประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้มีค่า 15.3 % ในการวางมุมแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้รับแสงได้ปริมาณมากตลอดทั้งวันเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญ พื้นที่ อาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี มุมที่เหมาะสมในการติดตั้งคือ 15 องศา[10] สมรรถนะของระบบตาม IEA 2020 ให้ค่าสมรรถนะของระบบอยู่ที่ 80-90% เนื่องจากในทางปฏิบัติในระบบเกิดการสูญเสียจากหลายปัจจัย เช่น ความไม่เข้ากันของระบบ ความไม่แน่นอนของความเข้มแสงอาทิตย์ ผุน ความต้านทานสายไฟฟ้า การสูญเสียจากอินเวอร์เตอร์ ปัจจัยเหล่านี้ก่อให้เกิดการสูญเสียในระบบทั้งสิ้น[11]

3.3. การประเมินทางเศรษฐศาสตร์

การประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์(Economic Potential) เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ของการลงทุน ติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาที่นิยมใช้ในปัจจุบัน จากดัชนีชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจว่าการจัดทำโครงการนั้นคุ้มค่ากับการลงทุนหรือไม่[12-14] โดยทั่วไปเทคนิคที่นิยมใช้มี 3 วิธีดังนี้

3.3.1 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) คือ ระยะเวลาที่กระแสเงินรับจากโครงการสามารถ ชดเชย กระแสเงินสดจ่ายลงทุนสุทธิตอนเริ่มโครงการพอดี เทคนิคนี้เป็นวิธีที่สามารถบอกความเสี่ยงของ โครงการระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาได้ โครงการที่มีระยะเวลาคืนทุนสั้น จะมีสภาพคล่องสูง และความเสี่ยงต่ำ สามารถคำนวณระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) ได้ดังสมการที่ 1

$$Payback = \frac{Total\ Investment}{Unit\ per\ year * FiT} \quad (1)$$

เมื่อ Payback คือ ระยะเวลาคืนทุน, Total Investment คือ เงินลงทุนทั้งหมดก่อนเริ่มโครงการ, Unit per year คือ หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี และ FiT คือ มาตรการส่งเสริมการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนประเภทหนึ่ง

ระยะเวลาคืนทุนจะมีความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ก็ต่อเมื่อมีระยะเวลาน้อยกว่าอายุของโครงการ (20 ปี)

3.3.2 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) คือ ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันรวมของกระแสเงินสดรับสุทธิตลอดอายุโครงการกับมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนเริ่มแรก ณ อัตราผลตอบแทนที่ต้องการหรือต้นทุนเงินลงทุนของโครงการ สามารถคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิได้ดังสมการที่ 2

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ES_t}{(1+i)^t} - I_0 \quad (2)$$

โดยที่ NPV คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ(บาท), ES_t คือ กระแสเงินสดได้รับสุทธิในแต่ละปี(บาท), n คือ อายุโครงการ (ปี), i คือ อัตราคิดลด (Discount rate), t คือ Time of cash flow

เกณฑ์การตัดสินใจสำหรับวิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ คือ ถ้ามูลค่าปัจจุบันสุทธิที่คำนวณได้ของโครงการมีค่ามากกว่า 0 ก็ตัดสินใจลงทุนหรือยอมรับโครงการนั้น หากมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าน้อยกว่า 0 หรือ มีค่าเป็นลบก็ไม่ลงทุนในโครงการดังกล่าวเนื่องจากไม่คุ้มค่าที่จะลงทุน

3.3.3 อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) คือ อัตราคิดลด (discount rate) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับสุทธิตลอดอายุโครงการเท่ากับเงินสดจ่ายลงทุนสุทธิพอดี หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ อัตราคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเท่ากับศูนย์ เป็นอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปีที่ผู้ลงทุนจะได้รับจากการลงทุนตลอดอายุโครงการ สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 3

$$I_0 = \sum_{t=1}^n \frac{ES_t}{(1+IRR)^t} = 0 \quad (3)$$

เมื่อ IRR คือ อัตราผลตอบแทนภายใน, ES_t คือ กระแสเงินสดได้รับสุทธิในแต่ละปี(บาท), I_0 คือเงินลงทุนตอนเริ่มโครงการ(บาท)

สำหรับเกณฑ์ตัดสินใจว่าจะลงทุนหรือไม่นั้นจะพิจารณา ดังนี้

- หาก $IRR >$ ต้นทุนเงินทุน (cost of capital) ของโครงการ ก็ตัดสินใจลงทุน
- หาก $IRR <$ ต้นทุนเงินทุน (cost of capital) ของโครงการ ก็ตัดสินใจไม่ลงทุน

4.ผลการวิจัยและวิเคราะห์ผล

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพและวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา กรณีศึกษาประเภทที่อยู่อาศัย จำนวน 3 หลังคาเรือน เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจลงทุนติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในส่วนของคุณค่าไฟฟ้าในอนาคต ซึ่งแบ่งผลการดำเนินงานออกเป็น 5 หัวข้อ ดังนี้

4.1 ผลการประเมินศักยภาพเชิงกายภาพและเชิงภูมิศาสตร์

4.1.1 ผลการคัดเลือกครัวเรือนพื้นที่ติดตั้ง

ผลการคัดเลือกครัวเรือนตามเกณฑ์การประเมิน เพื่อให้ได้ครัวเรือนที่เหมาะสมจำนวน 3 ครัวเรือน โดยใช้เกณฑ์ความเหมาะสมประกอบไปด้วย โครงสร้างอาคารมีความแข็งแรง หลังคาสามารถรองรับน้ำหนักแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ ตัวบ้านหันไปทางทิศใต้ และการเข้าถึงการใช้พลังงานไฟฟ้า ผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินครัวเรือนที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ลำดับ ที่	ชื่อครัวเรือน	ตัวบ้านหันไป ทางทิศใต้	โครงสร้าง อาคารแข็งแรง	โครงสร้างหลังคา แข็งแรง	การเข้าถึงข้อมูล การใช้พลังงานไฟฟ้า
1	บ้านหลังที่ 1	✓	✓	✓	✓
2	บ้านหลังที่ 2	✓	✓	✓	✓
3	บ้านหลังที่ 3	✓	✓	✓	✓

4.1.2 ผลการคำนวณพื้นที่ติดตั้ง

ทำการวัดพื้นที่หลังคาครัวเรือนที่จะทำการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ที่สามารถติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ โดยใช้โปรแกรม Google Earth แสดงผลการคำนวณพื้นที่ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการคำนวณพื้นที่พื้นที่ติดตั้ง

ลำดับที่	ชื่อครัวเรือน	พื้นที่ (ตารางเมตร)
1	บ้านหลังที่ 1	39.35
2	บ้านหลังที่ 2	83.05
3	บ้านหลังที่ 3	96.54

4.1.3 ผลการศึกษาค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ตลอดทั้งปีของพื้นที่ติดตั้ง

จากการศึกษาข้อมูลที่วัดค่าความเข้มรังสีอาทิตย์จากกรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานพบว่า ค่าความเข้มรังสีเฉลี่ย มีค่า 17.93 MJ/m² ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ตลอดทั้งปีของพื้นที่ติดตั้ง

เดือน	ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์(MJ/m ²)
มกราคม	18-20
กุมภาพันธ์	19-21
มีนาคม	20-22
เมษายน	20-23

เดือน	ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์(MJ/m ²)
พฤษภาคม	16-21
มิถุนายน	15-21
กรกฎาคม	14-20
สิงหาคม	13-19
กันยายน	14-19
ตุลาคม	17-19
พฤศจิกายน	13-17
ธันวาคม	12-16

นำพื้นที่ติดตั้งคูณกับความเข้มรังสีอาทิตย์ จะได้ศักยภาพเชิงภูมิศาสตร์ของบ้านแต่ละหลัง ผลการประเมินศักยภาพเชิงภูมิศาสตร์รวมของกรณีศึกษาทั้ง 3 หลังคาเรือนได้ 1089.97 kWh/day รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการประเมินศักยภาพเชิงภูมิศาสตร์

ลำดับที่	ชื่อครัวเรือน	พื้นที่ (ตารางเมตร)	ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ (kWh/m ² -day)	ศักยภาพเชิงภูมิศาสตร์(kWh/day)
1	บ้านหลังที่ 1	39.35	4.98	195.63
2	บ้านหลังที่ 2	83.05	4.98	413.58
3	บ้านหลังที่ 3	96.54	4.98	480.76

4.2 ผลการประเมินศักยภาพเชิงเทคนิค

4.2.1 ผลการประเมินศักยภาพเชิงเทคนิควันระยะห่างระหว่างแถวของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

นำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 250 W คูณกับจำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์คูณผลิตไฟเฉลี่ยต่อวัน จะได้ศักยภาพเชิงเทคนิค ผลการประเมินศักยภาพเชิงเทคนิค วันระยะห่างระหว่างแถวของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แสงอาทิตย์ พบว่าศักยภาพรวม 3 ครัวเรือน ได้ ได้ 38.4 kWh/day รายละเอียด ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการประเมินศักยภาพเชิงเทคนิควันระยะห่างระหว่างแถวของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ลำดับที่	ชื่อครัวเรือน	ขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์(W)	จำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์(W)	ผลิตไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวัน (Hrs/day)	ศักยภาพเชิงเทคนิค (kWh/day)
1	บ้านหลังที่ 1	250	12	4.06	12.18
2	บ้านหลังที่ 2	250	12	4.98	12.18
3	บ้านหลังที่ 3	250	12	4.98	12.18
รวม					38.4

4.3 ผลการประเมินศักยภาพทางด้านเศรษฐศาสตร์

ทำการประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์ ดังสมการที่ได้เสนอไว้ในหัวข้อที่ 3 คือสมการที่ 3.1-3.3 แสดงผลการคำนวณดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการประเมินศักยภาพเชิงเศรษฐศาสตร์

ลำดับ ที่	ชื่อครัวเรือน	ขนาดระบบที่ ติดตั้ง(kW)	NPV (บาท)	IRR (%)	PB (ปี)
1	บ้านหลังที่ 1	3.0	139,623	20	4.85
2	บ้านหลังที่ 2	3.0	139,623	20	4.85
3	บ้านหลังที่ 3	3.0	139,623	20	4.85
รวม			418,869		

ผลการประเมินศักยภาพเชิงเศรษฐศาสตร์ พบว่าศักยภาพเชิงเศรษฐศาสตร์ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ(NPV) รวม 3 ครัวเรือนตลอด 25 ปี ได้ 418,869 บาท อัตราผลตอบแทนการลงทุนภายใน IRR 20% ระยะเวลาคืนทุน PB 4.85 ต่อปี

จากนั้นทำการเปรียบเทียบสัดส่วนพลังงานไฟฟ้าที่ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้กับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง ต่อเดือน คำนวณจากสมการที่ 4.1 พบว่าสามารถลดพลังงานไฟฟ้ารวม 3 หลังคาเรือน รวมได้ 302 kWh/month คิดเป็น 20.606 เปอร์เซ็นต์ แสดงผลดังตารางที่ 4.7

$$\text{สัดส่วนพลังงานที่ลดได้} = \frac{P_v - P_r}{P_r} \times 100 \quad (4.1)$$

เมื่อ P_v คือ ระบบพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ที่ผลิตได้ต่อเดือน(kWh/month)

P_r คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงต่อเดือน(kWh/month)

ตารางที่ 4.7 สัดส่วนพลังงานไฟฟ้าที่ลดได้ในแต่ละเดือน

ลำดับ ที่	ชื่อครัวเรือน	ระบบพลังงานไฟฟ้า แสงอาทิตย์ที่ผลิตได้ต่อ เดือน(kWh/month)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ จริงต่อเดือน (kWh/month)	สัดส่วนพลังงานไฟฟ้าที่ลด ได้ (%)
1	บ้านหลังที่ 1	403	443	9.02
2	บ้านหลังที่ 2	351	490	28.36
3	บ้านหลังที่ 3	398	518	23.14
รวม		1152	1451	20.60

5. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพและวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา ในตำบลไร่ขิง อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม โดยเลือกครัวเรือนในการศึกษา

3 ครั้วเรือน ที่คาดว่าจะให้ค่าศักยภาพสูงสุด ใช้เกณฑ์ ทิศทาง รูปแบบบ้านเรือน และลักษณะหลังคาในการคัดเลือก พบว่าสามารถเลือกครัวเรือนตามเกณฑ์ที่กำหนด 3 ครั้วเรือนสำหรับการประเมินศักยภาพเชิงกายภาพอาศัยข้อมูลความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ของกรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกระทรวงพลังงาน ปริมาณความเข้มรังสีดวงอาทิตย์เท่ากับ 17.93 MJ/m²-day หรือ 4.98 (kWh/m²-day)

การประเมินศักยภาพเชิงภูมิศาสตร์ คำนวณจากพื้นที่ที่เหมาะสมสามารถติดตั้งระบบได้จริง กำหนดให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ หันด้านทิศใต้ มุม 15 องศา พบว่าศักยภาพเชิงภูมิศาสตร์มีศักยภาพเท่ากับ 1089.97 kWh/day และประเมินศักยภาพเชิงเทคนิคแบบเว้นช่องว่างระหว่างแถว พบว่าศักยภาพเชิงเทคนิคมีเท่ากับ 38.4 kWh/day การประเมินศักยภาพเชิงเศรษฐศาสตร์ พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)รวม 3 หลังคาเรือน 25 ปี ได้ผลการประเมินศักยภาพเชิงเศรษฐศาสตร์ พบว่าศักยภาพเศรษฐศาสตร์มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) รวม 3 ครั้วเรือน 25 ปี ได้ 418,869 บาท อัตราผลตอบแทนการลงทุนภายใน (IRR) 20% ระยะเวลาคืนทุน (PB) 4.85 (ปี) และสัดส่วนพลังงานไฟฟ้าที่ลดได้ 20.60% (ต่อเดือน)

การติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์ มีความคุ้มค่าในการลงทุน มีค่าข้อมูลปัจจุบันสุทธิเป็นบวก อัตราค่าผลตอบแทนภายในมีค่าบวก ระยะการคืนทุนสั้น ด้วยเหตุผลนี้ เมื่อพิจารณาถึงแนวโน้มต้นทุนราคาแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับตลาดในประเทศไทยมีการขยายตัวและการแข่งขันที่เพิ่มขึ้น ทำให้การติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคามีแนวโน้มที่จะเป็นการลงทุนที่คุ้มค่าเทียบได้กับอุปกรณ์ประหยัดพลังงานในอาคาร

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี ที่ให้สนับสนุนงบประมาณการวิจัยในครั้งนี้ และอนุเคราะห์พื้นที่ศึกษาให้นักวิจัยได้ทำการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] ธนากร ปัญญาสิทธิ์. (2560). “กาจำลองสมรรถนะของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กมากที่ติดตั้งใช้งานบนพื้นที่ราบสูง อำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน”, ใน การประชุมวิชาการ เรื่องการถ่ายทอดพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการครั้งที่ 16, 16. วันที่ 23-24 กุมภาพันธ์ 2560 ณ ศูนย์ฝึกอบรมธนาคารไทยพาณิชย์ จังหวัดเชียงใหม่.
- [2] J. H. Kalicki and D. L. Goldwyn, (2013), “Energy and security: Strategies for a world in transition,”. Woodrow Wilson Center Press.
- [3] คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. (2556). การรับซื้อไฟฟ้าจากการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา. สืบค้นเมื่อ 20 กรกฎาคม 2565, จาก <http://www.erc.or.t>.

- [4] จีรประภา กิมสุนทร. (2560). “การจำลองการติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์โดยซอฟต์แวร์ PVSYST”, ใน **การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 31**, วันที่ 4 – 7 กรกฎาคม 2560 จังหวัดนครนายก
- [5] วรณจิต จันทรเสลและ วรภัทร์ อิงค์โรจน์ฤทธิ์. (2561). “การประเมินความเป็นไปได้ของการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ แบบติดตั้งบนหลังคาอาคารประเภทสนามกีฬาในร่ม: กรณีศึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย”, **เจ-ตี : วารสารวิชาการ การออกแบบสภาพแวดล้อม**. ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2563)
- [6] ชัยฤกษ์ จักรพัฒน์จิต. (2549). การจำลองแบบระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบลอยน้ำในพื้นที่อ่างเก็บน้ำ บางพระ จังหวัดชลบุรี. **วิศวกรรมสาร มก.** 20 (2), 34-46
- [7] Green Network. กกพ. ประกาศรับซื้อไฟฟ้าจากโซลาร์ภาคประชาชน (Solar PV Rooftop) ปี 2565 หน่วยละ 2.20 บาท.สืบค้นเมื่อ 1 สิงหาคม 2565, จาก <https://www.greennetworkthailand.com/B5-2565>
- [8] สุรกิจ ทองสุก และอรรถพล เก้าพิทักษ์กุล. (2561). การศึกษาประสิทธิภาพและความคุ้มค่าของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา. **วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาศาสตร์และเทคโนโลยี)**,. ปีที่ 10 ฉบับที่ 19, 157-169.
- [9] วรณช แฉ่งสว่าง. (2553). **พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy)**. สำนักพิมพ์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [10] วาริษา วาแม ลุตฟ สือนิ และ เอกชัย สิงห์เดช. (2564). “การประเมินศักยภาพระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบลอยน้ำสำหรับโรงเรียนในพื้นที่จังหวัดชายแดนใต้ กรณีศึกษา: โรงเรียนบ้านของแมว อำเภอสายบุรี จังหวัดปัตตานี.**วารสารวิชาการพลังงานทดแทนสู่ชุมชน**,ปีที่ 4 ฉบับที่ 3 เดือน พฤษภาคม-สิงหาคม 2564, 50-57.
- [11] ณัฐวุฒิ ขาวสะอาด และศักดิ์ชัย เพชรสุวรรณ. (2564). “การศึกษาสมรรถนะของระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อเข้าสายส่งของอาคารอุบัติเหตุโรงพยาบาลยุพราชตะพานหิน จังหวัดพิจิตร. **วารสารวิชาการพลังงานทดแทนสู่ชุมชน**,ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 เดือน พฤษภาคม-สิงหาคม 2564, 35-40.
- [12] การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการ. สืบค้นเมื่อ 4 สิงหาคม 2565, จาก https://www.lifestudies.net/Article_202_08_40.html
- [13] กุณจิตรา ประทักษ์นุกูล และสุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน. (2554). การวิเคราะห์เงื่อนไขในการลงทุนสำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายเล็ก.**วารสารวิจัยพลังงาน**. 8 (2), 87-95
- [14] เกรียงศักดิ์ คูสุวรรณ. (2545). **ผลตอบแทนทางการเงินและเศรษฐศาสตร์ของโครงการผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กกรณีระบบผลิตพลังงานความร้อนและไฟฟ้าร่วมกันโดยใช้ก๊าซธรรมชาติและชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง**. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต.ปทุมธานี:มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.