ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2566 ISSN 2985-2161 (Online)

การศึกษาความเป็นไปได้การใช้พลังงานทดแทนด้วยระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาอาคารเรียน 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร

A Feasibility Study of Using Renewable Energy with Solar Cells Installed on the Roof of Building 7, Kamphaeng Phet Technical College

ณัฐดนัย เรือนคำ*
Nuthdanai Rueankham
คมกริช กลิ่นศรีสุข*
Komkrit Klinsresuk
เทอดพล เพชรจันทร์*
Terdpon Phetchan

Received : October 30, 2023
Revised : February 7, 2024
Accepted : March 11, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้การใช้พลังงานทดแทนด้วยระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาอาคารเรียน 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร โดยเปรียบเทียบต้นทุนในการลงทุนระหว่างระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid system) และระบบโดดเดี่ยว (Off grid system) ที่ติดตั้งบนหลังคาอาคาร 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร รวบรวมข้อมูลใบบันทึกค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดกำแพงเพชร และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ พบว่า อาคารมีพื้นที่ใช้สอย 300 ตารางเมตร จำนวน 4 ชั้น มีผู้ใช้งานมากที่สุด หลังคาโปร่งโล่งไม่มีสิ่งกีดขวางปริมาณแสงแดด มีความเป็นไปได้สูงในการติดตั้งเพื่อผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และการประมาณการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาของระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid system) ขนาด 20 kWp ใช้งบลงทุน 335,927 บาท ผลิตพลังงานไฟฟ้าออกมาได้ 80 kWh หรือ 80 หน่วย สามารถลดค่าไฟฟ้าได้เดือนละ 12,720 บาท หรือ 152,640 บาทต่อปี ระยะเวลาคืนทุน 2.20 ปี ที่อายุโครงการ 20 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าเท่ากับ 12,982,950 อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) มีค่าเท่ากับ 20.36 ระยะเวลาคืนทุน (PB) มีค่าเท่ากับ 0.25 ปี และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) มีค่าเท่ากับร้อยละ 19.98 ส่วนระบบโดดเดี่ยว (Off grid system) ขนาด 20 kWp ใช้งบลงทุน 800,330 บาท สามารถลดค่าไฟฟ้าได้เดือนละ12,720 บาท หรือ 152,640 บาทต่อปี ระยะเวลาคืนทุน 5.24 ปี ที่อายุโครงการ 20 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าเท่ากับ 12,073,411 อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) มีค่าเท่ากับ 8.04

*อาจารย์ประจำแผนกวิชาไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร
Lecturer in the Department of Ele ctrical Engineering Kamphaeng Phet Technical College
(Corresponding Author) e-mail: nuthdanai25170@gmail.com

Vol.10 No.2 July - December 2023 ISSN 2985-2161 (Online)

ระยะเวลาคืนทุน (PB) มีค่าเท่ากับ 0.61 ปี และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) มีค่าเท่ากับร้อยละ 14.53 ดังนั้น การนำพลังงานทดแทนด้วยระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาในรูปแบบระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid system) มาใช้ในพื้นที่อาคารเรียน 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร จึงมีความเป็นไปได้และมีความคุ้มทุน

คำสำคัญ : พลังงานทดแทน / ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ / ระบบสายส่งของการไฟฟ้า / ระบบโดดเดี่ยว / จุดคุ้มทุน

ABSTRACT

The purpose of this research is to study the feasibility of using renewable energy with a solar cell system installed on the roof of Building 7, Kamphaeng Phet Technical College. By comparing investment costs between the electricity transmission system (On grid system) and the isolated system (Off grid system) installed on the roof of Building 7, Kamphaeng Phet Technical College. Collect data from electricity bill records of the Provincial Electricity Authority, Kamphaeng Phet Province. and bring the data to analyze. It was found that the building has a usable area of 300 square meters, 4 floors, and has the most users. The roof is clear and there is no obstruction of the amount of sunlight. There is a high possibility of installation to produce electricity with solar energy and estimate for installing an electricity generation system with a solar cell system installed on the roof of the electricity transmission system (On grid system) size 20 kWp requires an investment budget of 335,927 baht. Produces 80 kWh or 80 units of electrical energy. Can reduce electricity costs by 12,720 baht per month or 152,640 baht per year. Payback period 2.20 years. At the project life of 20 years, the net present value (NPV) is equal to 12,982,950, the cost of return (BCR) is equal to 20.36, the payback period (PB) is equal to 0.25 years, and the internal rate of return (IRR) is equal to 19.98 percent. As for the isolated system (Off grid system), size 20 kWp, an investment budget of 800,330 baht, it can reduce electricity costs by 12,720 baht per month or 152,640 baht per year, with a payback period of 5.24 years. At the project life of 20 years, the net present value (NPV) is equal to 12,073,411, the cost of return (BCR) is equal to 8.04, the payback period (PB) is equal to 0.61 years, and the internal rate of return (IRR) is equal to 14.53 percent. Therefore, using renewable energy with a solar cell system installed on the roof in the form of a transmission system of the electricity authority (On grid system) to be used in the classroom building 7 of Kamphaeng Phet Technical College. Therefore it is possible and cost-effective.

Keywords : renewable energy / Solar cell systems / On grid system / Off grid system / Break-even point

ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2566 ISSN 2985-2161 (Online)

บทนำ

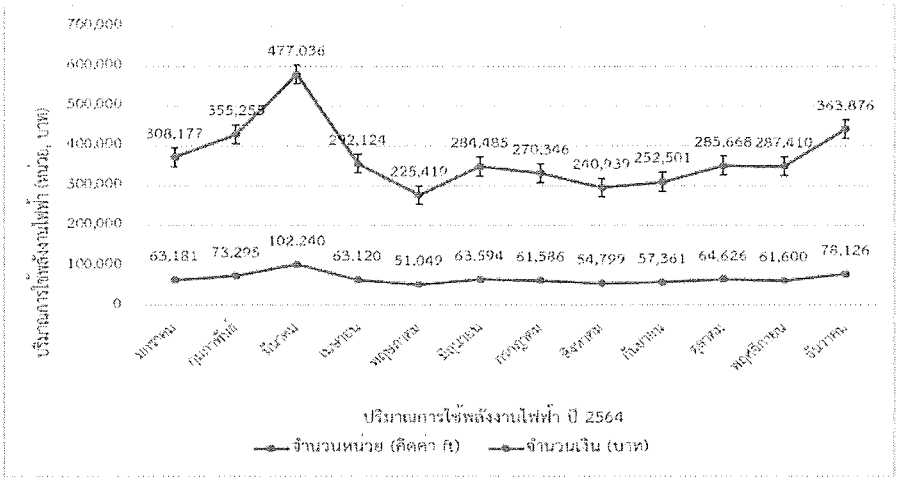
ปัจจุบันประเทศไทยมีความต้องการพลังงานรวมภายในประเทศ (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2565ก) เพื่อใช้ในการพัฒนาในด้านต่างๆ โดยเฉพาะการผลิตกระแสไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ การจัดหาแหล่งพลังงานในประเทศ เช่น ถ่านหินลิกไนต์ แก๊สธรรมชาติ พลังน้ำ ยังไม่เพียงพอและการนำเข้าแหล่งพลังงานจากต่างประเทศ เช่น น้ำมันดิบ ถ่านหิน ไฟฟ้า ทำให้ต้องสูญเสียเงินตราให้ต่างประเทศเป็นจำนวนมาก รัฐบาลได้มีการส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานทดแทน เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการใช้ในกิจกรรมการผลิตต่างๆ ได้อย่างเพียงพอในการผลิตพลังงานไฟฟ้า นอกจากนี้กระทรวงพลังงาน (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2565ข) ได้วางกรอบแผนบูรณาการพลังงานแห่งชาติที่ให้ความสำคัญใน 3 ด้านประกอบด้วย ด้านความมั่นคงทางพลังงาน (Security) ด้านเศรษฐกิจ (Economy) และด้านสิ่งแวดล้อม (Ecology) โดยทั้งหมดนั้นเป็นการดำเนินการเพื่อตอบสนองความต้องการใช้พลังงานรวมถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน และเพื่อความสอดคล้องกับอัตราการเจริญเติบโตของประชากร ทั้งนี้พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy) (นิพิฐพนธ์, ธีรศิลป์ และแขน, 2565) นับว่าเป็นพลังงานทางเลือกหรือพลังงานสะอาดที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากที่สุดอย่างหนึ่ง กลุ่มประเทศพัฒนาแล้วต่างนิยมใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์กันอย่างแพร่หลายทั้งในภาคธุรกิจและภาคครัวเรือน เพราะมีความต้องการลดภาระการนำเข้าพลังงานหลักและตระหนักถึงการลดภาวะโลกร้อนมากขึ้น ทำให้มีความต้องการใช้แผงโซล่าเซลล์ (Solar Cells Modules) เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งประเทศไทยก็เป็นประเทศหนึ่งที่มีการพัฒนาการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ในการนำมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าที่สามารถใช้ในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศได้อย่างดี โดยมีศักยภาพความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ตามบริเวณต่างๆ อยู่ในช่วง 27.2 ถึง 28.4 MJ/m^2-day โดยเฉพาะเดือนเมษายน และพฤษภาคม ซึ่งเป็นค่าความเข้มแสงที่เหมาะสมกับการติดตั้งโซล่าเซลล์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกระทรวงพลังงาน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, ม.ป.ป.) ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Photovoltaic System) เป็นการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรงด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaic: PV) เป็นระบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและมีความน่าสนใจสูงขึ้น เนื่องจากสามารถช่วยเสริมความมั่นคงในระบบสายส่งไฟฟ้า (Zeyringer, et al, 2015) ระบบโมดูลเซลล์แลงอาทิตย์แบ่งตามการใช้งานเป็น 2 ระบบ คือ ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระหรือแบบโดดเดี่ยว และระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แลงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่าย (ณัชอิสร์ และคนอื่นๆ, 2563) เสนอเหตุผลและความจำเป็นที่มหาวิทยาลัยต่างๆ ในประเทศไทยควรติดตั้งและใช้งานระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แลงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่ายเป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญสำหรับมหาวิทยาลัยในประเทศไทยที่ควรพิจารณาและ จัดสรรงบประมาณหรือขอทุนงบประมาณเพื่อติดตั้ง ที่นอกจากจะช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าของ มหาวิทยาลัยในระยะยาวแล้ว ยังส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อมและธรรมชาติในการช่วยลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ก่อให้เกิดปัญหาสภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน (ธัญญพัทธ์ และคนอื่นๆ) ได้ศึกษาการจำลองสมรรถนะของระบบผลิดไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาแบบเชื่อมต่อกับระบบสายส่งของเทศบาลตำบลแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งปีมีค่าเท่ากับ 152.12 เมกะวัตต์ชั่วโมง สมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.711ประสิทธิภาพของระบบ

Vol.10 No.2 July - December 2023 ISSN 2985-2161 (Online)

ผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาเท่ากับร้อยละ 16.81 ที่อายุโครงการ 25 ปี ระยะคืนทุน 8.3 ปี ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 91.06 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี สอดคล้องกับ (นิพิฐพนธ์, ธีรศิลป์ และแชน, 2565) ได้เสนอแนวทางการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อสนับสนุนนโยบาย (Green Office) ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด สำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้ามีความเป็นไปได้ที่จะใช้ประโยชน์โดยตรง มีค่าความเข้มแสงอาทิตย์ระหว่าง 4.19 kWh/m^2-day หรือ 15.08 MJ/m^2-day ถึง 6.25 kWh/m^2-day หรือ 22.5 MJ/m^2-day มีพื้นที่ขนาดใหญ่ โปร่งโล่ง ไม่มีอะไรปิดกั้นปริมาณแสงแดด ความคุ้มค่าในการลงทุนมีความเหมาะสมแก่การลงทุน โดยการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบระบบออนกริด จะต้องลงทุนจำนวน 7,159,035 บาท สามารถลดค่าไฟฟ้าได้เดือนละจำนวน 150,000 บาท หรือจำนวน 1,800,000 บาทต่อปี จะมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2.77 ปี ส่วนการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบระบบออฟกริด จะลงทุน 22,729,850 บาท ผลิตค่าไฟฟ้าได้จำนวน 14,400 หน่วย คิดเป็นมูลค่าไฟฟ้าจำนวน 81,320.82 บาท/เดือน หรือจำนวน 975,849.84 บาท/ปี มีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 4.58 ปี ซึ่งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบระบบออนกริดมีความคุ้มค่ามากกว่าระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบระบบออฟกริด

สถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารเรียน 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร เป็นอาคารที่ใช้ประกอบการเรียนแผนกวิชาสามัญสัมพันธ์ ช่วงเวลา 08.00 น.-17.30 น. มีปริมาณการใช้พลังงานส่วนใหญ่มาจากระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง เครื่องใช้ไฟฟ้าสำนักงาน เป็นต้น โดยสถิติการใช้พลังงานทั้งหมดในปี พ.ศ. 2564 ของวิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร เป็นดังนี้ ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคมมีแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น (จาก 63,181 kWh/เดือน เป็น 102,210 kWh/เดือน) เนื่องจากช่วงระยะเวลาดังกล่าวยังมีการจัดการเรียนการสอนในภาคเรียนที่สองอยู่ ซึ่งค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจะสูงสุดของปีในเดือนมีนาคม เพราะว่าอุณหภูมิเริ่มสูงขึ้นในช่วงฤดูร้อนจึงมีการใช้โหลดประเภทเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น จากนั้นในเดือนเมษายนซึ่งเป็นเดือนที่ร้อนที่สุดแต่ปริมาณการใช้ไฟฟ้าลดลงจากเดือนมีนาคม (จาก102,210 kWh/เดือน ลดลงเหลือ 63,120 kWh/เดือน) เพราะว่าวิทยาลัยได้ปิดภาคเรียนการใช้โหลดทางไฟฟ้าจึงลดลงส่งผลให้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงด้วย กระทั่งถึงกลางเดือนพฤษภาคม การใช้พลังงานไฟฟ้ากลับสู่เสถียรภาพเหมือนต้นปี กล่าวคืออยู่ในช่วง 51,042 kWh/เดือน ถึง 78,620 kWh/เดือน แสดงดังภาพที่ 1

ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2566 ISSN 2985-2161 (Online)



ภาพที่ 1 สถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในปี 2564 ของวิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร จากใบบันทึกค่าไฟฟ้าการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดกำแพงเพชร

สถิติปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในปี 2564 ของวิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือนมีจำนวนหน่วยการใช้ในปริมาณที่สูง ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเพิ่มขึ้นตามปริมาณการใช้ จึงมีแนวทางที่จะนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ เพื่อผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารเรียน 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร ในรูปแบบการติดตั้งระบบสายส่งไฟฟ้า (On grid system) เป็นระบบการผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ที่เชื่อมต่อเข้ากับระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคและระบบโดดเดี่ยว (Off grid system) เป็นระบบที่ผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ที่ไม่ได้เชื่อมต่อเข้ากับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีแนวโน้มสูงขึ้น จากปัญหาดังกล่าวจึงพยายามหาแนวทางที่จะแก้ไขในการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้น (จุฬารัตน์, 2558) จึงจำเป็นที่ต้องมีการศึกษาความรู้เกี่ยวกับจุดคุ้มทุน ระยะเวลาคืนทุนและต้นทุนในการลงทุนสำหรับการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคาร

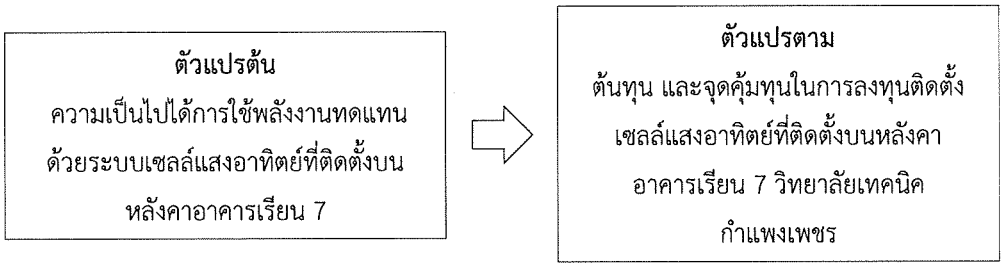
ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์จากการใช้พลังงานทดแทนด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ในการผลิตไฟฟ้าสำหรับใช้ในอาคารเรียน 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร เนื่องจากอาคารเรียน 7 เป็นอาคารของแผนกวิชาสามัญสัมพันธ์ที่มีจำนวนนักเรียนนักศึกษาทุกสาขาวิชาใช้พื้นที่อาคารมากที่สุด อาคารสูงโปร่งมีจำนวน 4 ชั้น หลังคาโล่งไม่มีสิ่งกีดขวางแสงแดด จึงเป็นอาคารที่มีความเหมาะสมที่สุดในติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคาร และสามารถนำไปเป็นต้นแบบในการใช้พลังงานทดแทนด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ในการผลิตไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารต่างๆ ของวิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชรในอนาคตต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กรอบแนวคิดในการวิจัย ความเป็นไปได้การใช้พลังงานทดแทนด้วยระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคามาใช้ประโยชน์ในการผลิตไฟฟ้า เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งทำให้ทราบถึงต้นทุน จุดคุ้มทุนของการลงทุน พร้อมเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาให้กับ

Vol.10 No.2 July - December 2023 ISSN 2985-2161 (Online)

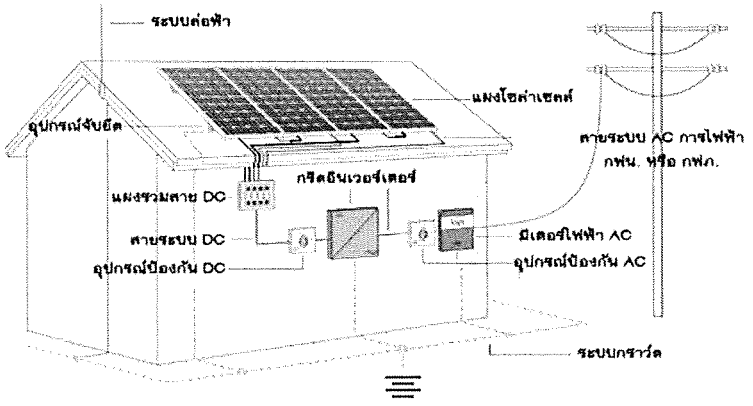
อาคารต่อไป ผู้วิจัยได้กำหนดตัวแปรที่ใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ ตัวแปรอิสระ (Independent variable) ได้แก่ การศึกษาความเป็นไปได้และการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารเรียน 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร ส่วนตัวแปรตาม (Dependent variable) ได้แก่ ต้นทุน และจุดคุ้มทุนในการลงทุนติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารเรียน 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร เมื่อนำมาเขียนกรอบแนวความคิดในการวิจัย (Conceptual frame work) เป็นดังนี้



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

2. ทฤษฎีและหลักการของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ (เฉลิมพล, 2564)

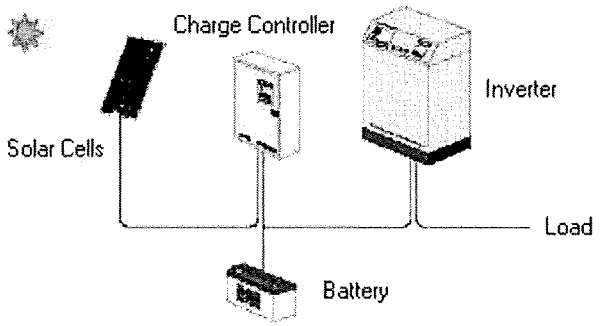
2.1 ระบบสายส่งไฟฟ้า (On grid system) หรือแบบเชื่อมตอกกับระบบโครงข่ายระบบจำหน่ายไฟฟา (Grid Connected) เป็นระบบการผลิตไฟฟาจากโซลาเซลล์ที่เชื่อมตอเขากับระบบจำหน่ายไฟ ของการไฟฟานครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค



ภาพที่ 3 ระบบสายส่งไฟฟ้า (On grid system)

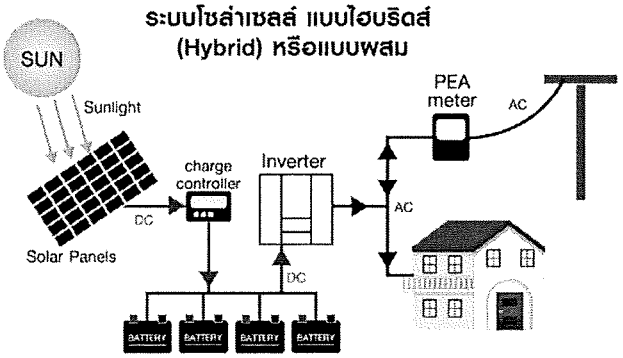
2.2 ระบบโดดเดี่ยว (Off Grid System) หรือ แบบอิสระ (Stand Alone) คือระบบที่ผลิตไฟฟาจากโซลาเซลล์แลวไม่ได้เชื่อมตอเขากับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวงหรือการฟ้าสวนภูมิภาค

ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2566 ISSN 2985-2161 (Online)



ภาพที่ 4 ระบบโดดเดี่ยว (Off Grid System)

2.3 ระบบไฮบริด (Hybrid) หรือแบบผสม เป็นระบบที่นำเอาระบบออนกริดและออฟกริดมารวมกัน โดยจะมีระบบแบตเตอรี่ มาสำรองพลังงานเพื่อใช้งานในเวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์



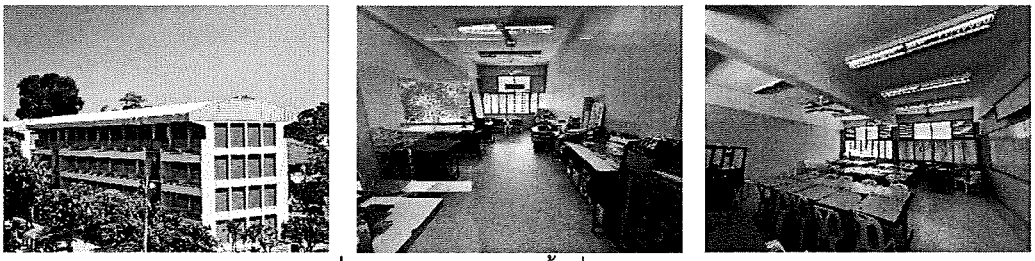
ภาพที่ 5 ระบบไฮบริด (Hybrid)

3. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 วิธีการศึกษาความเป็นไปได้การใช้พลังงานทดแทนด้วยระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาอาคารเรียน 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชรมาใช้ประโยชน์ในพื้นที่นี้

3.1.1 สถานที่เก็บข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยจะใช้พื้นที่ภายในอาคารเรียน 7 ซึ่งเป็นอาคารเรียนของแผนกวิชาสามัญสัมพันธ์ เป็นสถานที่ใช้เก็บข้อมูล ลักษณะอาคารสูง 4 ชั้น หลังคาโล่ง รับแสงแดดตลอดทั้งวัน เป็นอาคารเรียนที่ทุกสาขาวิชาใช้งานมากที่สุด มีการใช้งานประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้า 3 ระบบ ได้แก่ 1) ระบบแสงสว่าง 2) ระบบปรับอากาศ และ 3) ระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ (พัดลม คอมพิวเตอร์ โปรเจคเตอร์ เป็นต้น)

Vol.10 No.2 July - December 2023 ISSN 2985-2161 (Online)



ภาพที่ 6 แสดงลักษณะเชิงพื้นที่ของอาคารเรียน 7

3.1.2 วิธีการเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้จะเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยคิดจากปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด ค่าพลังงานที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิด และใบบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยมีระยะเวลาในการเก็บข้อมูล 12 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2565 ถึงเดือนธันวาคม 2565 แล้วนำมาคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด เพื่อนำมากำหนดขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ตัวควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ และอินเวอร์เตอร์

3.1.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้จะวิเคราะห์ข้อมูลจากการคำนวณความต้องการพลังงานไฟฟ้าของอาคารเรียน 7 นำมาวิเคราะห์โดยใช้สูตรคำนวณดังนี้ (นิพิฐพนธ์, ธีรศิลป์ และแชน, 2565)

$$\text{พลังงานไฟฟ้า} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด (วัตต์)} \times \text{เวลาที่เปิดใช้งาน (ชั่วโมง)}}{1{,}000} \quad (1)$$

มีหน่วยเป็น กิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) หรือ unit หรือ หน่วย

3.1.4 การคำนวณกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ควรติดตั้ง ควรพิจารณาว่าจะใช้เซลล์แสงอาทิตย์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าใดบ้าง เพื่อจะได้ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ได้เพียงพอกับความต้องการและไม่ติดตั้งมากจนเกินความจำเป็นซึ่งจะทำให้ระบบมีราคาแพงเกินไป โดยใช้สูตรการคำนวณดังต่อไปนี้ (พิชยดา, 2556 อ้างอิงใน นิพิฐพนธ์, ธีรศิลป์ และแชน, 2565)

$$P_{cel} = \frac{P_L \times D}{Q \times A \times B \times C} \quad (2)$$

กำหนดให้

P_L คือความต้องการพลังงานไฟฟ้าในหนึ่งวัน

Q คือพลังงานแสงอาทิตย์ในหนึ่งวัน (Wh/m^2)
(สำหรับประเทศไทยเท่ากับ 4,000 Wh/m^2 โดยประมาณ)

A คือค่าชดเชยการสูญเสียของเซลล์แสงอาทิตย์กำหนดค่าประมาณ 0.8

B คือค่าชดเชยการสูญเสียเชิงความร้อนกำหนดค่าประมาณ 0.85

C คือประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์โดยทั่วไปกำหนดค่าประมาณ 0.9

ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2566 ISSN 2985-2161 (Online)

D คือความเข้มแสงโดยปกติความเข้มแสงประมาณ 1,000 W/m^2

เมื่อนักวิจัยต้องการกำหนดขนาดกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ (P_{cell}) จะต้องทราบตัวแปรอิสระ (หรือตัวแปรต้น) ได้แก่ ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในหนึ่งวัน (P_L) ก่อน พลังงานจากแสงอาทิตย์ที่ผลิตได้ในหนึ่งวันซึ่งประเทศไทยใช้ค่าเฉลี่ยโดยประมาณเท่ากับ 4,000 Wh/m^2 (Q) อัตราส่วนของประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ (C) ซึ่งกำหนดโดยประมาณร้อยละ 90 ค่าความเข้มของแสง (D) กำหนดโดยประมาณ 1,000 W/m^2 และค่าชดเชยการสูญเสียของเซลล์แสงอาทิตย์ (A) กำหนดโดยประมาณร้อยละ 80 และค่าชดเชยการสูญเสียเชิงความร้อน (B) กำหนดค่าประมาณร้อยละ 85 เมื่อคำนวณหาค่าตามสูตรที่ (2) จะได้กำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ในหน่วยวัตต์ (W)

3.2 วิธีการศึกษาและวิเคราะห์ความคุ้มทุนการใช้พลังงานทดแทนด้วยระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาอาคารเรียน 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชรมาใช้ประโยชน์ในพื้นที่ของอาคารเรียน 7 นี้

3.2.1 วิธีการเก็บข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้จะเก็บข้อมูลจากการประมาณการจำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ ในระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid system) จากค่าความต้องการ การใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของอาคารเรียน 7 เพื่อประมาณการ การผลิตพลังงานและต้นทุนพลังงานของระบบพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งพิจารณาจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้คำนวณคือ ขนาดแผง 550 W 48 V และแบตเตอรี่ลิเธียม 5 kW 600 V ส่วนในระบบโดดเดี่ยว (Off grid system) ประมาณการจำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และอินเวอร์เตอร์ จากค่าความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของอาคารเรียน 7 เพื่อประมาณการ การผลิตพลังงานและต้นทุนพลังงานของระบบพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งพิจารณาจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้คำนวณคือ ขนาดแผง 550 W 48 V

3.2.2 การวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการด้านเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนสร้างระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาอาคารเรียน 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร ระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid system) และระบบโดดเดี่ยว (Off grid system) พิจารณาจากมูลค่าผลประโยชนที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการเปรียบเทียบกับมูลคาการลงทุนตลอดระยะเวลาในการดำเนินโครงการโดยคำนวณในรูปดัชนีหลักทางเศรษฐกิจ ได้แก่ คือ

3.2.2.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV) เป็นการเปรียบเทียบมูลค่าการลงทุนกับผลประโยชน์ดานเศรษฐกิจที่คาดว่าจะเกิดขึ้น ตลอดช่วงระยะเวลาการดำเนินโครงการ โดยใชอัตราส่วนลด (Discount rate) เป็นมูลค่าปัจจุบัน ซึ่งคำนวณได้ดังสมการ (บดินทร์ และคนอื่นๆ, 2562)

$$NPV = \sum_{t=1}^{T} \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t} - C_o \qquad (3)$$

เกณฑ์ในการตัดสินตัดใจในการลงทุนของโครงการคือ ถ้า NPV มากกว่า 0 แสดงว่าคุ้มค่าต่อการลงทุน หรือถ้า NPV น้อยกว่า 0 แสดงว่าไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน และถ้า NPV เท่ากับ 0 แสดงว่าคุ้มทุน

Vol.10 No.2 July - December 2023 ISSN 2985-2161 (Online)

3.2.2.2 อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio : CBR) แสดงให้เห็นถึงอัตราส่วนของมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์กับมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนโครงการ โดยหากมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าโครงการจะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าที่จะลงทุน ซึ่งคำนวณได้ดังสมการ (บดินทร์ และคนอื่นๆ, 2562)

$$PB = \frac{C_O - \frac{B_i}{r)^i}}{(B_i - C_i) \quad \frac{}{(1+r)^i}} \tag{4}$$

กำหนดให้

C_O คือเงินลงทุนเริ่มแรกของโครงการ

B_i คือผลตอบแทนที่เกิดขึ้นในแต่ละปี

C_i คือต้นทุนที่เกิดขึ้นในแต่ละปี

T คือระยะเวลาหรืออายุโครงการ (20 ปี)

r คืออัตราคิดลด (Discount rate)

3.2.2.3 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period : PB) คือระยะเวลา (เป็นจำนวนปี/เดือนหรือวัน) ที่กระแสเงินสดรับจากโครงการสามารถชดเชยกระแสเงินสดจ่ายลงทุนสุทธิตอนเริ่มโครงการพอดี เนื่องจากโครงการมีลักษณะการลงทุนเพียงครั้งเดียวในปีแรก และให้ผลตอบแทนทุกปี ซึ่งคำนวณได้ดังสมการ (เขมณัฏฐ์, 2562)

$$PB = \frac{C_O}{(B_i - C_i)} \tag{5}$$

3.2.2.4 อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return : IRR) คืออัตราส่วนลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์ และอัตราส่วนนี้แสดงให้เห็นถึงผลตอบแทนที่จะได้รับจากการลงทุนมีผลตอบแทนเป็นร้อยละเท่าใด ซึ่งคำนวณได้ดังสมการ (เขมณัฏฐ์, 2562)

$$\sum_{i=1}^{T} \frac{(B_i - C_i)}{(1+IRR)^T} - C_o = 0 \tag{6}$$

3.2.2 การคำนวณหาราคาต้นทุนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และจุดคุ้มทุนในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid system) และระบบโดดเดี่ยว (Off grid system) คำนวณจากการใช้สูตรดังต่อไปนี้ (อวยชัย และคนอื่นๆ, 2563)

ราคาต้นทุนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ = จำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ x (ราคาแผง + ค่าติดตั้งอุปกรณ์) (7)

$$\text{จุดคุ้มทุนในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์} = \frac{\text{ราคาต้นทุนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์}}{\text{ค่าพลังงานที่ประหยัดได้}} \tag{8}$$

ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2566 ISSN 2985-2161 (Online)

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนและจุดคุ้มทุนของการลงทุนในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาของอาคารเรียน 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร ของระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid system) และของระบบโดดเดี่ยว (Off grid system) มาใช้ประโยชน์ในพื้นที่ของอาคารเรียน 7 มีดังนี้

1.1 ผลของการศึกษาข้อมูลทั่วไปและลักษณะของอาคาร ผู้วิจัยได้เข้าสำรวจตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารเรียน 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร ขนาดพื้นที่ใช้สอย 300 ตารางเมตร จำนวน 4 ชั้น ได้แก่ ชั้นที่ 1 ประกอบด้วยห้องเรียนวิทยาศาสตร์ และห้องพักครู ชั้นที่ 2 ประกอบด้วยห้องเรียนภาษาไทย ห้องเรียนภาษาอังกฤษ และห้องพักครู ชั้นที่ 3 ประกอบด้วยห้องเรียนสังคมศึกษา และห้องพักครู ชั้นที่ 4 ประกอบด้วยห้องเรียนภาษาไทย ห้องพลานามัย ห้องโสตทัศนศึกษา ห้องเรียนพระพุทธศาสนา และห้องพักครู ลักษณะโครงสร้างทั่วไปประกอบด้วย ผนังโดยรวมใช้ก่ออิฐฉาบปูน พื้นอาคารเป็นคอนกรีตปูกระเบื้อง หลังคาเป็นเมทัลชีส ลักษณะประตูบานเปิด หน้าต่างเป็นกระจกกรอบเหล็ก ผนังแบ่งเป็นส่วนต่างๆ พื้นที่หลังคาสำหรับติดตั้งแผง36 แผงมีเพียงพอ ทำมุมเอียง 15 องศา ในทิศทางทิศตะวันตกเฉียงใต้

ภาพที่ 7 รูปทรงอาคาร หลังคา

1.2 ลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในพื้นที่อาคารเรียน 7 ผู้วิจัยได้เข้าสำรวจ ตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าและเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ พัดลมตั้งโต๊ะ โปรเจคเตอร์ และเครื่องปริ้นเตอร์ การเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านี้ กระทำโดยการสำรวจพิกัดกำลังของเครื่องใช้ไฟฟ้าหรือโหลดแต่ละตัวที่ใช้ในอาคารเรียน 7 จากนั้นหาค่าเฉลี่ยเวลาการใช้กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์เหล่านี้ แล้วดำเนินการคำนวณการใช้พลังงานตามสูตรที่ (1) จะได้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh)

1.3 การประมาณค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด โดยการเก็บข้อมูลกำลังไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า ค่าไฟฟ้า ในพื้นที่อาคารเรียน 7 ดังตารางที่ 1

Vol.10 No.2 July - December 2023 ISSN 2985-2161 (Online)

ตารางที่ 1 ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดภายในพื้นที่อาคารเรียน 7 ที่ใช้ไฟฟ้าช่วงระยะเวลา 08.30-16.30 น.

ลำดับที่	ประเภทการใช้พลังงาน	พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
1	ระบบแสงสว่าง	8.334
2	ระบบปรับอากาศ	9.825
3	ระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ	11.822
รวม		**29.986**

ที่มา : การคำนวณความต้องการพลังงานไฟฟ้าของอาคารเรียน 7 จากสูตรการคำนวณพลังงานไฟฟ้า

จากตารางที่ 1 ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของอาคารเรียน 7 ได้แก่ ระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ รองลงมาได้แก่ระบบปรับอากาศ และระบบแสงสว่าง ตามลำดับ

1.4 ผลการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง จากใบเสร็จค่าไฟรวมทุกอาคาร และสถานที่ ระยะเวลา เดือนมกราคม 2565 ถึงเดือนธันวาคม 2565 ในวิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าไฟฟ้าที่ใช้จริงระยะเวลาเดือนมกราคม 2565 ถึงเดือนธันวาคม 2565 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร

เดือน	จำนวน (หน่วย)	ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย	จำนวนเงิน (บาท)
มกราคม	59,916	5.06	303,700
กุมภาพันธ์	74,999	4.80	360,013
มีนาคม	72,039	4.61	332,252
เมษายน	56,395	4.48	253,089
พฤษภาคม	76,976	5.03	387,919
มิถุนายน	107,393	5.10	547,742
กรกฎาคม	117,758	5.17	609,169
สิงหาคม	104,669	5.07	531,531
กันยายน	106,778	5.76	615,471
ตุลาคม	76,129	5.88	448,185
พฤศจิกายน	107,403	5.87	631,495
ธันวาคม	87,909	5.92	520,428
ค่าสูงสุด	**117,758**	**5.92**	**631,495**
ค่าต่ำสุด	**56,395**	**4.48**	**253,089**
ค่าเฉลี่ย	**87,364**	**5.23**	**461,749**

ที่มา : (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดกำแพงเพชร, 2565)

ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2566 ISSN 2985-2161 (Online)

จากตารางที่ 2 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงที่สุดอยู่ในช่วงเดือน กรกฎาคม 2565 และการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำที่สุดอยู่ในช่วงเดือนเมษายน 2565

1.5 ประมาณการคิดค่าไฟฟ้าแบบ TOU มีหลักการคิดค่าไฟฟ้า การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้แบ่งประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าเป็น 7 ประเภท ได้แก่ 1) บ้านอยู่อาศัย 2) กิจการขนาดเล็ก 3) กิจการขนาดกลาง 4) กิจการขนาดใหญ่ 5) กิจการเฉพาะอย่าง 6) ส่วนราชการ และองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร และ 7) สูบน้ำเพื่อการเกษตร โดยวิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร เป็นผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 3 และถูกแบ่งออกเป็นรูปแบบอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU) มีการแบ่งช่วงเวลาการใช้งานดังนี้ 1) เวลา 09.00-22.00 น. ของวันจันทร์ถึงวันศุกร์ เป็นช่วงเวลา On peak 2) เวลา 22.00-09.00 น. ของวันจันทร์ถึงวันศุกร์ เป็นช่วงเวลา Off peak และ 3) วันเสาร์ –วันอาทิตย์ และวันหยุด ทั้งวันเป็นช่วงเวลา Off peak โดยวิธีคิดค่าไฟฟ้าที่ปรากฏอยู่ที่ใบเสร็จค่าไฟฟ้าแต่ละเดือนประกอบด้วย (ภานุพงศ์ เครืออินทร์, 2561) 1) ค่าพลังงานไฟฟ้า คิดตามประเภทของผู้ใช้ไฟฟ้า 2) ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า คิดจากความต้องการพลังงานไฟฟ้า (kW) 3) ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ (PF) 4) ค่าบริการรายเดือน 5) อัตราช่วงเวลาการใช้ (TOU) ประกอบด้วย 5.1) ค่าไฟฟ้าฐาน คือ ค่าพลังงานไฟฟ้า ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า และค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ (PF) 5.2) ค่าไฟฟ้าแปรผัน (Ft) และ 5.3) ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม (ร้อยละ 7) การคิดค่าไฟฟ้าแบบ TOU ประเมินค่าไฟฟ้าภายในคาอาคาร 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร ทำงานตลอด 8 ชั่วโมง ทำงานตลอด 22 วัน/เดือน และทำงาน 9 เดือน/ปี เพื่อคิดที่ค่าของโหลดที่ทำงานทุกวันตามข้อมูลสรุปตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ประมาณการคิดค่าไฟฟ้าแบบ TOU ของอาคารเรียน 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร

ค่าไฟฟ้าแบบ TOU ของอาคารเรียน 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร	
ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด	29.986 kWh
พลังงานไฟฟ้า KWh	5,330.044 หน่วย
อัตราค่าไฟฟ้าแปรผัน Ft	0.9343
ค่าบริการ	312.24
1. ค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (29.986 x 132.93) (บาท)	3,986.039
2. ค่าพลังงานไฟฟ้า (5,330.044 x 4.1839) (บาท)	22,300.371
3. ค่าไฟฟ้าฐาน (บาท)	26,286.410
4. ค่า Ft (5,330.044 x 0.9343) (บาท)	4,979.860
5. ภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7 (31,266.270 x 0.07) (บาท)	2,188.638
6. ค่าไฟฟ้ารวมที่ต้องชำระ (31,266.270 + 2,188.638) (บาท)	33,454.91

ที่มา : การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ค่า Ft ของปี 2565 เดือนกันยายน-ธันวาคม เท่ากับ 0.9343 บาท/หน่วย โดยค่า Ft จะมีการปรับทุกๆ 4 เดือน

Vol.10 No.2 July - December 2023 ISSN 2985-2161 (Online)

1.5.1 การคิดค่าไฟฟ้าแบบ TOU สามารถคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าของอาคารเรียน 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร ตามข้อมูลในตารางที่ 2 มาใช้ในการคำนวณตามขั้นตอนดังนี้

1.5.1.1 ค่าพลังงานไฟฟ้า หาได้จาก (ภานุพงศ์, 2561)

$$\text{Electricity Charge} = (N_{Peak} \times \text{Rate Electricity Charge}_{Peak}) + [(N_{Off\ Peak} + N_{Holiday}) \times \text{Rate Electricity Charge}_{Off\ Peak})$$

โดยกำหนดให้

N_{Peak}	คือจำนวนหน่วยไฟฟ้าในช่วง Peak (หน่วย)
$\text{Rate Electricity Charge}_{Peak}$	คืออัตราค่าไฟฟ้าในช่วง Peak (บาท)
$N_{Off\ Peak}$	คือจำนวนหน่วยไฟฟ้าในช่วง Off Peak (หน่วย)
$N_{Holiday}$	คือจำนวนหน่วยไฟฟ้าในช่วง Holiday (หน่วย)
$\text{Rate Electricity Charge}_{Off\ Peak}$	คืออัตราค่าไฟฟ้าในช่วง Off Peak (บาท)

$$\text{Electricity Charge} = (5{,}330.04 \times 4.1839) + [(0+0) \times 2.6037)]$$

$$\text{Electricity Charge} = 22{,}300.371 \text{ บาท}$$

1.5.1.2 ค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด หาได้จาก (ภานุพงศ์, 2561)

$$\text{Peak Demand} = \text{Demand}_{Peak} \times \text{Rate Peak Demand}$$

$$\text{Peak Demand} = 29.986 \times 132.93$$

$$\text{Peak Demand} = 3{,}986.039 \text{ บาท}$$

1.5.1.3 ค่าปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์ (PF) จากใบเสร็จค่าไฟฟ้าโดยผู้ใช้ไฟฟ้ามีค่า PF ล้าหลัง หากในรอบเดือนมีความต้องการพลังงานไฟฟ้ารีแอคทีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็น kVar เกิน 61.97 เปอร์เซ็นต์ ของพลังงานไฟฟ้ารีแอคทีฟเฉลี่ยใน 15 นาที เมื่อคิดเป็น kW เฉพาะส่วนเกินจะต้องเสียค่า PF ในอัตรา กิโลวาร์ละ 56.07 บาท เนื่องจากอาคารเรียน 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร ไม่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้ารีแอคทีฟ จึงไม่เสียค่าปรับส่วนนี้

$$PF = 0 \text{ บาท}$$

1.5.1.4 ค่าไฟฟ้าฐาน หาได้จาก (ภานุพงศ์, 2561)

$$\text{Electricity Charge}_{Bass} = \text{Electricity Charge} + \text{Peak Demand} + PF + \text{Service Charge}$$

$$\text{Electricity Charge}_{Bass} = 22{,}300.371 + 3{,}986.039 + 0 + 312.24$$

$$\text{Electricity Charge}_{Bass} = 26{,}286.410 \text{ บาท}$$

1.5.1.5 ค่าไฟฟ้าแปรผัน (Ft) หาได้จาก (ภานุพงศ์, 2561)

$$Ft = N_{Peak} \times \text{Rate Ft}$$

$$Ft = 5{,}330.044 \times 0.9343$$

$$Ft = 4{,}979.860 \text{ บาท}$$

1.5.1.6 ค่าไฟฟ้ารวมที่ต้องชำระ หาได้จาก (ภานุพงศ์, 2561)

ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2566 ISSN 2985-2161 (Online)

Electricity Charge $_{Total}$ = (Electricity Charge$_{Bass}$ + Ft) x VAT

Electricity Charge $_{Total}$ = (26,286.410 + 4,979.860) x 7%

Electricity Charge $_{Total}$ = 33,454.91 บาท

1.6 ประมาณการการคำนวณต้นทุนและจุดคุ้มทุนของการลงทุนในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ ของระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid system) ซึ่งคำนวณจาก ค่าแผง ค่าอินเวอร์เตอร์ ค่าตัวป้องกันย้อนกลับ ค่าบำรุงต่อปี ค่าอุปกรณ์และติดตั้งหารด้วยค่าพลังงานที่ลดลงจากการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อคำนวณออกมาจะได้จุดคุ้มทุน (ปี) (อวยชัย และคนอื่นๆ, 2563) จากค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในพื้นที่ของอาคารเรียน 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร เพื่อประมาณการการผลิตพลังงานและต้นทุนพลังงานของระบบพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ โดยพิจารณาจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้คำนวณคือแผงขนาด 550 W 48 V ราคา 4,400 บาทต่อแผง และอินเวอร์เตอร์ 10 kW 3 ph ราคา 49,390 บาทต่อตัว ตัวป้องกันย้อนกลับ รุ่น DTUS-666H 380 V 3 ph ราคา 3,700 บาทต่อตัว ในขนาดพื้นที่หลังคาที่สามารถติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ 300 ตารางเมตร ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ประมาณการคำนวณต้นทุนและจุดคุ้มทุนของการลงทุนในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา ระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid system)

ขนาดการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา (kW)		10	20	30
ต้นทุน	(1) ขนาดแผง (W)	550	550	550
	(2) จำนวนแผง	18	36	54
	(3) ค่าแผง (บาท)	79,200	158,400	237,600
	(4) ตัวป้องกันย้อนกลับ	3,700	3,700	31,790
	(5) อินเวอร์เตอร์	49,390	62,490	91,590
	(6) ค่าซ่อมบำรุงต่อปี	15,000	15,000	20,000
	(7) ค่าอุปกรณ์และติดตั้ง	100,000	100,000	300,000
	(8) รวม (บาท)	**247,290**	**339,590**	**680,980**
(9) ค่าพลังงานที่ลดลงจากการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ (บาท/ปี)		76,320	152,640	228,960
(10) จุดคุ้มทุน (ปี) (10) = (8)/(9)		**3.24**	**2.20**	**2.97**

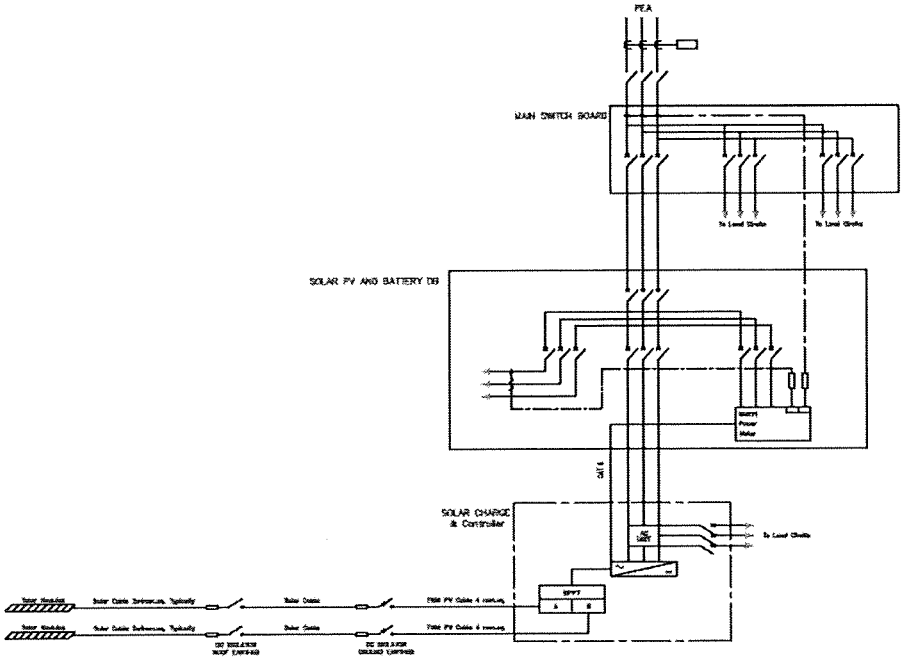
อ้างอิง : ราคาข้อมูลจาก ห้างหุ้นส่วนจำกัด ซีดีพีเอส อัลลิมิเต็ด เอ็นเนอร์จี, บริษัท โซลาร์ ดี คอร์ปอเรชัน จำกัด และบริษัท วิศวแอนด์เซอร์วิส จำกัด

ที่มา : ข้อมูลจากการประมาณการจำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อินเวอร์เตอร์ และตัวป้องกันย้อนกลับ ในระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid system)

Vol.10 No.2 July - December 2023 ISSN 2985-2161 (Online)

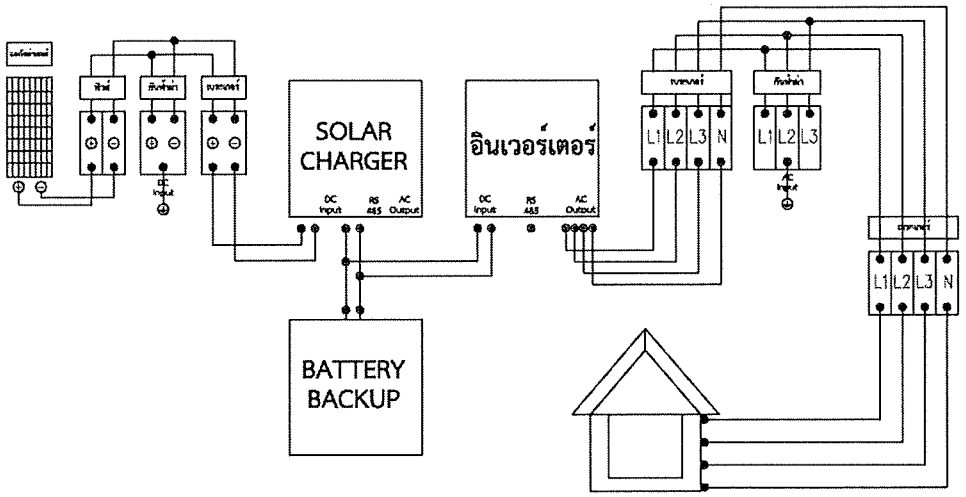
จากตารางที่ 4 การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารเรียน 7 ขนาด 10 kWp ด้วยต้นทุน 247,290 บาท มีกำลังการผลิต 40 kWh ต่อวัน โดยคิดค่าไฟฟ้าหน่วยละ 5.30 บาทต่อกิโลวัตต์ ซึ่งทำให้สามารถลดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ 76,320 บาทต่อปี จุดคุ้มทุน 3.24 ปี ส่วนขนาด 20 kWp ด้วยต้นทุน 335,927 บาท มีกำลังการผลิต 80 kWh ต่อวัน โดยคิดค่าไฟฟ้าหน่วยละ 5.30 บาทต่อกิโลวัตต์ ซึ่งทำให้สามารถลดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ 152,640 บาทต่อปี จุดคุ้มทุน 2.20 ปี และส่วนขนาด 30 kWp ด้วยต้นทุน 680,980 บาท มีกำลังการผลิต 120 kWh ต่อวัน โดยคิดค่าไฟฟ้าหน่วยละ 5.30 บาทต่อกิโลวัตต์ ซึ่งทำให้สามารถลดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ 228,960 บาทต่อปี จุดคุ้มทุน 2.97 ปี

ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ของระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid system) ประกอบด้วย แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV) ตัวป้องกันย้อนกลับ อินเวอร์เตอร์และอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า โดยรูปแบบการเชื่อมต่อของระบบสามารถเขียน single line diagram และวงจรแสดงรายละเอียดการต่อวงจรไฟฟ้า แสดงดังภาพที่ 8



(ก) แสดง single line diagram

ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2566 ISSN 2985-2161 (Online)



(ข) แสดงวงจรการต่อวงจรไฟฟ้า

ภาพที่ 8 single line diagram และวงจรแสดงรายละเอียดการต่อวงจรไฟฟ้า

1.7 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ของการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid system) เป็นการวิเคราะห์ในรอบระยะเวลา 20 ปี กำหนดอัตราคิดลดร้อยละ 6.22 (MRR ของธนาคารกรุงไทย) พบว่า ระยะเวลาคืนทุนของโครงการคือ 0.25 ปี มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (NPV มีค่าเท่ากับ 12,982,950 ซึ่งค่าที่ได้มากกว่า 0 แสดงว่าโครงการนี้มีความคุ้มค่าในการลงทุนและอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) มีค่าเท่ากับ 20.36 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าโครงการนี้มีผลประโยชน์จากการลงทุน และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) มีค่าร้อยละ 19.98 ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid system)

ปีที่	ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ (kWh)	อัตราค่าไฟฟ้าที่จำหน่าย	รวมรายได้	ต้นทุนการผลิต	$\frac{B_i}{(1+r)^T}$	$\frac{C_i}{(1+r)^T}$
1	233,600	5.66	-	339,590	-	319,704.38
2	233,600	5.66	1,322,176	33,959	1,171,862.55	30,098.32
3	233,600	5.66	1,322,176	33,959	1,103,240.96	28,335.83
4	233,600	5.66	1,322,176	33,959	1,038,637.69	26,676.55
5	233,600	5.66	1,322,176	33,959	977,817.45	25,114.43

Vol.10 No.2 July - December 2023 ISSN 2985-2161 (Online)

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ปีที่	ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ (kWh)	อัตราค่าไฟฟ้าที่จำหน่าย	รวมรายได้	ต้นทุนการผลิต	$\frac{B_i}{(1+r)^T}$	$\frac{C_i}{(1+r)^T}$
6	233,600	5.66	1,322,176	33,959	920,558.70	23,643.79
7	233,600	5.66	1,322,176	33,959	866,652.89	22,259.26
8	233,600	5.66	1,322,176	33,959	815,903.68	20,955.81
9	233,600	5.66	1,322,176	33,959	768,126.23	19,728.68
10	233,600	5.66	1,322,176	33,959	723,146.51	18,573.42
11	233,600	5.66	1,322,176	33,959	680,800.71	17,485.80
12	233,600	5.66	1,322,176	33,959	640,934.58	16,461.87
13	233,600	5.66	1,322,176	33,959	603,402.92	15,497.91
14	233,600	5.66	1,322,176	33,959	568,069.02	14,590.38
15	233,600	5.66	1,322,176	33,959	534,804.20	13,736.00
16	233,600	5.66	1,322,176	33,959	503,487.29	12,931.65
17	233,600	5.66	1,322,176	33,959	474,004.23	12,174.40
18	233,600	5.66	1,322,176	33,959	446,247.62	11,461.50
19	233,600	5.66	1,322,176	33,959	420,116.39	10,790.34
20	233,600	5.66	1,322,176	33,959	395,515.33	10,158.48
รวม	4,672,000	-	25,121,344	984,811	13,653,329	670,379
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)			12,982,950			
อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR)			20.36			
ระยะเวลาคืนทุน (PB)			0.25 ปี			
อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)			19.98 %			

ที่มา : จากการคำนวณ

1.8 ประมาณการการคำนวณต้นทุนและจุดคุ้มทุนของการลงทุนในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ ของระบบโดดเดี่ยว (Off grid system) ซึ่งคำนวณจาก ค่าแผง ค่าอินเวอร์เตอร์ ค่าตัวควบคุมการชาร์จค่าแบตเตอรี่ ค่าบำรุงต่อปี ค่าอุปกรณ์และติดตั้งหารด้วยค่าพลังงานที่ลดลงจากการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อคำนวณออกมาจะได้จุดคุ้มทุน (ปี) (อวยชัย และคนอื่นๆ, 2563) จากค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในพื้นที่ของอาคารเรียน 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร เพื่อประมาณการการผลิตพลังงานและต้นทุนพลังงานของระบบพลังงานเซลล์

ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2566 ISSN 2985-2161 (Online)

แสงอาทิตย์ โดยพิจารณาจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้คำนวณคือแผงขนาด 550 W 48 V ราคา 4,400 บาทต่อแผง ค่าตัวควบคุมการชาร์จ รุ่น LUNA Power Module 5 kW ราคา 28,990 บาทต่อเครื่อง และแบตเตอรี่ลิเธี่ยม รุ่น LUNA Battery Module 5 kW 5 kW 600 V ราคา 199,580 บาทต่อลูก อินเวอร์เตอร์ 10 kW 3 ph ราคา 49,390 บาทต่อตัว ในขนาดพื้นที่หลังคาที่สามารถติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ 300 ตารางเมตร ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ประมาณการคำนวณต้นทุนและจุดคุ้มทุนของการลงทุนในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ ระบบโดดเดี่ยว (Off grid system)

ขนาดการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา (kW)		10	20	30
ต้นทุน	(1) ขนาดแผง (W)	550	550	550
	(2) จำนวนแผง	18	36	54
	(3) ค่าแผง (บาท)	79,200	158,400	237,600
	(4) ค่าตัวควบคุมการชาร์จ	28,990	28,990	31,490
	(5) ค่าแบตเตอรี่	199,580	399,160	598,740
	(6) ค่าอินเวอร์เตอร์	49,390	98,780	148,170
	(7) ค่าซ่อมบำรุงต่อปี	15,000	15,000	20,000
	(8) ค่าอุปกรณ์และติดตั้ง	100,000	100,000	300,000
	(9) รวม (บาท)	**472,160**	**800,330**	**1,336,000**
(10) ค่าพลังงานที่ลดลงจากการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ (บาท/ปี)		**76,320**	**152,640**	**228,960**
(11) จุดคุ้มทุน (ปี) (11) = (9)/(10)		**6.18**	**5.24**	**5.83**

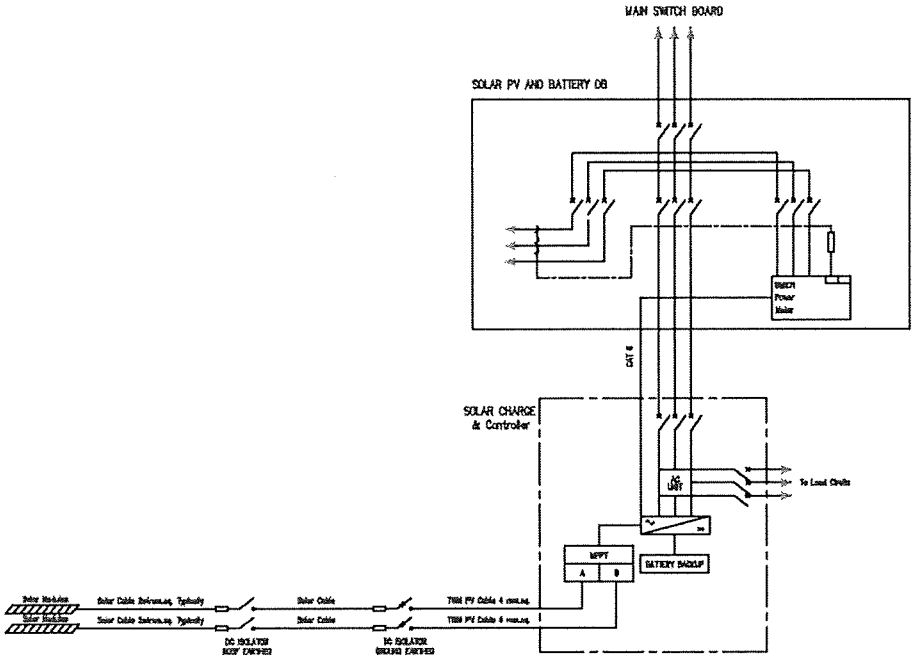
อ้างอิง : ราคาข้อมูลจาก ห้างหุ้นส่วนจำกัด ซีดีพีเอส อัลลิมิเต็ด เอ็นเนอร์จี, บริษัท โซลาร์ ดี คอร์ปอเรชัน จำกัด และบริษัท วิศวแอนด์เซอร์วิส จำกัด

ที่มา : ข้อมูลจากการประมาณการจำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อินเวอร์เตอร์ ตัวควบคุมการชาร์จ และแบตเตอรี่ในระบบโดดเดี่ยว (Off grid system)

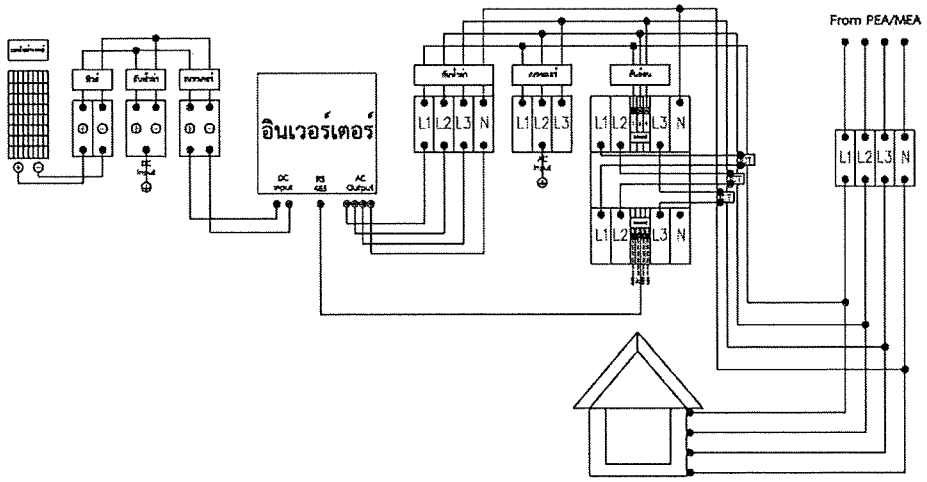
จากตารางที่ 6 การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารเรียน 7 ขนาด 10 kWp ด้วยต้นทุน 472,160 บาท มีกำลังการผลิต 40 kWh ต่อวัน โดยคิดค่าไฟฟ้าหน่วยละ 5.30 บาทต่อกิโลวัตต์ ซึ่งทำให้สามารถลดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ 76,320 บาทต่อปี จุดคุ้มทุน 6.18 ปี ส่วนขนาด 20 kWp ด้วยต้นทุน 800,330 บาท มีกำลังการผลิต 80 kWh ต่อวัน โดยคิดค่าไฟฟ้าหน่วยละ 5.30 บาทต่อกิโลวัตต์ ซึ่งทำให้สามารถลดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ 152,640 บาทต่อปี จุดคุ้มทุน 5.24 ปี และส่วนขนาด 30 kWp ด้วยต้นทุน 1,336,000 บาท มีกำลังการผลิต 120 kWh ต่อวัน โดยคิดค่าไฟฟ้าหน่วยละ 5.30 บาทต่อกิโลวัตต์ ซึ่งทำให้สามารถลดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ 228,960 บาทต่อปี จุดคุ้มทุน 5.83 ปี

Vol.10 No.2 July - December 2023 ISSN 2985-2161 (Online)

ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ของของระบบโดดเดี่ยว (Off grid system) ประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV) ตัวควบคุมการชาร์จ แบตเตอรี่ อินเวอร์เตอร์และอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับเชื่อมต่อ โดยรูปแบบการเชื่อมต่อของระบบสามารถเขียน single line diagram และวงจรแสดงรายละเอียดการต่อวงจรไฟฟ้า แสดงดังภาพที่ 9



(ก) แสดง single line diagram



(ข) แสดงวงจรการต่อวงจรไฟฟ้า

ภาพที่ 9 single line diagram และวงจรแสดงรายละเอียดการต่อวงจรไฟฟ้า

ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2566 ISSN 2985-2161 (Online)

1.9 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ของการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid system) เป็นการวิเคราะห์ในรอบระยะเวลา 20 ปี กำหนดอัตราคิดลดร้อยละ 6.22 (MRR ของธนาคารกรุงไทย) พบว่า ระยะเวลาคืนทุนของโครงการคือ 0.61 ปี มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (NPV มีค่าเท่ากับ 12,073,411 ซึ่งค่าที่ได้มากกว่า 0 แสดงว่าโครงการนี้มีความคุ้มค่าในการลงทุนและอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) มีค่าเท่ากับ 8.64 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าโครงการนี้มีผลประโยชน์จากการลงทุน และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) มีค่าร้อยละ 14.53 ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ระบบโดดเดี่ยว (Off grid system)

ปีที่	ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ (kWh)	อัตราค่าไฟฟ้าที่จำหน่าย	รวมรายได้	ต้นทุนการผลิต	$\frac{B_i}{(1+r)^T}$	$\frac{C_i}{(1+r)^T}$
1	233,600	5.66	-	800,330	-	753,464.50
2	233,600	5.66	1,322,176	80,033	1,171,862.55	70,934.33
3	233,600	5.66	1,322,176	80,033	1,103,240.96	66,780.58
4	233,600	5.66	1,322,176	80,033	1,038,637.69	62,870.06
5	233,600	5.66	1,322,176	80,033	977,817.45	59,188.53
6	233,600	5.66	1,322,176	80,033	920,558.70	55,722.59
7	233,600	5.66	1,322,176	80,033	866,652.89	52,459.60
8	233,600	5.66	1,322,176	80,033	815,903.68	49,387.69
9	233,600	5.66	1,322,176	80,033	768,126.23	46,495.66
10	233,600	5.66	1,322,176	80,033	723,146.51	43,772.98
11	233,600	5.66	1,322,176	80,033	680,800.71	41,209.73
12	233,600	5.66	1,322,176	80,033	640,934.58	38,796.58
13	233,600	5.66	1,322,176	80,033	603,402.92	36,524.74
14	233,600	5.66	1,322,176	80,033	568,069.02	34,385.94
15	233,600	5.66	1,322,176	80,033	534,804.20	32,372.38
16	233,600	5.66	1,322,176	80,033	503,487.29	30,476.72
17	233,600	5.66	1,322,176	80,033	474,004.23	28,692.08
18	233,600	5.66	1,322,176	80,033	446,247.62	27,011.93

Vol.10 No.2 July - December 2023 ISSN 2985-2161 (Online)

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ปีที่	ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ (kWh)	อัตราค่าไฟฟ้าที่จำหน่าย	รวมรายได้	ต้นทุนการผลิต	$\frac{B_i}{(1+r)^T}$	$\frac{C_i}{(1+r)^T}$
19	233,600	5.66	1,322,176	80,033	420,116.39	25,430.18
20	233,600	5.66	1,322,176	80,033	395,515.33	23,941.04
รวม	4,672,000		25,121,344	2,320,957	13,653,329	1,579,918
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)			12,073,411			
อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR)			8.64			
ระยะเวลาคืนทุน (PB)			0.61 ปี			
อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)			14.53 %			

ที่มา : จากการคำนวณ

2. ผลการศึกษาความเป็นไปได้การใช้พลังงานทดแทนด้วยระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาอาคารเรียน 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร ในการนำพลังงานแสงอาทิตย์ มาใช้ประโยชน์ในพื้นที่ของอาคารเรียน 7 ซึ่งแนวทางการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ คณะผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลแนวทางการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ แก่คณะกรรมการสถานศึกษาของวิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร โดยได้นำเสนอแนวทางการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ ดังนี้

2.1 การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ช่วยลดค่าใช้พลังงานไฟฟ้าได้จริง น่าสนใจนำมาติดตั้งใช้จริง

2.2 ความเป็นไปได้ในการใช้พื้นที่ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งบนหลังคามีความเหมาะสมและความเข้มข้นของแสงมีเพียงพอต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ตลอดปี ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ปี 2560 ตำบลในเมือง อำเภอเมืองกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร มีค่าเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 17.953 kW/m^2-day โดยมีค่าความเข้มแสงอาทิตย์มากที่สุดอยู่ในเดือนเมษายนมีค่าเท่ากับ 21.630 kW/m^2-day และค่าความเข้มแสงอาทิตย์น้อยที่สุดอยู่ในเดือนธันวาคมมีค่าเท่ากับ 15.790 kW/m^2-day

2.3 พื้นที่หลังคาของอาคารเรียน 7 มีพื้นที่ขนาดใหญ่เพียงพอสำหรับติดตั้ง โปร่งโล่ง ไม่มีสิ่งกีดขวางปิดกั้นปริมาณแสงแดดจึงทำให้ส่วนใหญ่มีแสงแดดในทุกฤดูโดยช่วงเวลาที่มีความเข้มแสงมากที่สุดในแต่ละวันคือเวลา 10.00 น ถึง 14.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตกระแสไฟฟ้ามากที่สุด

2.4 การใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid system) มีความเหมาะสมมากกว่าระบบโดดเดี่ยว (Off grid system) เมื่อเทียบกับต้นทุนในการติดตั้ง

2.5 การใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ควรเริ่มจากการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านหลอดไฟแสงสว่าง และพัดลมภายในอาคารก่อน เพราะมีประมาณการใช้ไฟฟ้าที่ไม่มากนัก ประกอบกับภายในอาคาร

ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2566 ISSN 2985-2161 (Online)

ห้องเรียนมีเครื่องปรับอากาศ เมื่อเปิดใช้พร้อมกันทำให้พลังงานจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไม่พออาจส่งผลเสียให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าชำรุดได้

2.6 อาคารเรียน 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร ควรเป็นต้นแบบในการอนุรักษ์พลังงานให้กับอาคารเรียนอื่นที่มีรูปแบบใกล้เคียงกัน และให้แก่ประชาชน โดยการประยุกต์ใช้รูปแบบการอนุรักษ์พลังงานต่างๆ จริงภายในวิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร เช่นระบบการบริหารจัดการพลังงาน การติดฟิล์มกระจก การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดประหยัดพลังงาน เป็นต้น

อภิปรายผล

1. การศึกษาความเป็นไปได้การใช้พลังงานทดแทนด้วยระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาอาคารเรียน 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร จากการศึกษาสรุปว่าการติดตั้ง ระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับลดค่าพลังงานไฟฟ้าของอาคารเรียน 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร ที่ต้องการลดค่าพลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือน จากฐานข้อมูลความเข้มแสงอาทิตย์ระดับตำบล ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ปี 2560 ตำบลในเมือง อำเภอเมืองกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร มีค่าเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 17.953 kW/m^2-day โดยมีค่าความเข้มแสงอาทิตย์มากที่สุดอยู่ในเดือนเมษายนมีค่าเท่ากับ 21.630 kW/m^2-day และค่าความเข้มแสงอาทิตย์น้อยที่สุดอยู่ในเดือนธันวาคมมีค่าเท่ากับ 15.790 kW/m^2-day ปริมาณความเข้มแสงจะมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ แสงมีความเข้มมากที่สุดในแต่ละวันคือช่วงเวลา 10.00 น. ถึง 14.00 น. ช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลาที่เซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตกระแสไฟฟ้ามากที่สุดประกอบกับที่ตั้งของอาคารเรียน 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชรมีพื้นที่หลังคาอาคารขนาดใหญ่ โปร่งโล่ง ไม่มีสิ่งกีดขวาง หรือบดบังหลังคาของอาคาร จึงส่งผลให้มีปริมาณแสงแดดมากพอในทุกฤดูที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าจากเหตุผลต่างๆ ที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าแท้จริงแล้วอาคารเรียน 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชรมีความเป็นไปได้สูงในการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ซึ่งเป็นพลังงานที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและสามารถเป็นแหล่งพลังงานทดแทนของอาคารเรียน 7 และอาคารอื่นในวิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชรได้อย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนิพิฐพนธ์, ธีรศิป์ และแซน (2565) ได้ศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อสนับสนุนนโยบาย (Green Office) ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด

2. การศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนในการลงทุนระหว่างระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid system) และระบบโดดเดี่ยว (Off grid system) ที่ติดตั้งติดตั้งบนหลังคาอาคาร 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร เพื่อวิเคราะห์ความคุ้มทุน พบว่ารูปแบบที่เหมาะสมในการลงทุนเพื่อติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid system) มีความคุ้มทุนมากกว่าระบบโดดเดี่ยว (Off grid system) และมีระยะเวลาคืนทุนเร็วกว่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนิพิฐพนธ์, ธีรศิป์ และแซน (2565) ที่ได้ศึกษาเรื่องแนวทางการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อสนับสนุนนโยบาย (Green office) ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด และสอดคล้องกับงานวิจัยของของอวยชัย และคนอื่นๆ (2563) ได้ศึกษาเรื่องการคำนวณจุดคุ้มทุนสำหรับการติดตั้งโซล่าเซลล์ให้กับอาคารที่พักอาศัยในพื้นที่ตำบลบางเขน

Vol.10 No.2 July - December 2023 ISSN 2985-2161 (Online)

อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี และงานวิจัยของชูกฤต และธีระพงษ์ (2564) เห็นว่าการใช้พลังงานจากการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุน ช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ลดค่าใช้จ่ายและส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ความเป็นไปได้ของการใช้พลังงานทดแทนด้วยระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งแสงอาทิตย์ติดตั้งบนหลังคาอาคาร 7 วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร ด้วยระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid system) มีความคุ้มทุนมากกว่าระบบโดดเดี่ยว (Off grid system) และมีระยะเวลาคืนทุนเร็วกว่า เห็นควรให้ผู้บริหารมีการส่งเสริมการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังของอาคารภายในวิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชรด้วยรูปแบบดังกล่าว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ ขอขอบคุณ ดร.ชัด อินทะสี ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับงานวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวของกับงานวิจัยนี้ทุกท่าน และขอบคุณทุกคนในทีมวิจัยที่ทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2566 ISSN 2985-2161 (Online)

เอกสารอ้างอิง

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดกำแพงเพชร. (2565). **เอกสารหนังสือแจ้งค่าไฟฟ้า**. กำแพงเพชร : การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค.

เขมณัฏฐ์ พรหมมินทร์. (2562). **การประเมินทางเศรษฐศาสตร์และประสิทธิภาพหลังการติดตั้งระบบไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา : กรณีศึกษาห้างสรรพสินค้า**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน สหสาขาวิชาทคโนโลยีและการจัดการพลังงานบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฬารัตน์ จำปีรัตน์. (2558). **การเงินของโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เฉลิมพล สัตยาวุฒิพงศ์. (2564). **โซลาร์เซลล์ 101**. กรุงเทพฯ : โปรวิชั่น.

ชูกฤต องคานนท์ และธีระพงษ์ ศรีสุข. (2564). การวิเคราะห์การใช้พลังงานจากการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซล่าเซลล์สำหรับโฮมออฟฟิต. ใน **การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 8 มหาวิทยาลัยภาคะวันออกเฉียงเหนือ วันที่ 29 พฤษภาคม 2564**(หน้า 857-864). ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยภาคะวันออกเฉียงเหนือ.

ณัชอิสร์ ศรีสุขพรชัย วัชระ วงศ์ปัญญโญ บุญวัฒน์ วิจารณ์พล และวัฒนพงษ์ รักษ์วิเชียร. (2563, มกราคม-มิถุนายน). การศึกษาสภาพการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาและเชื่อมต่อสายส่งสำหรับมหาวิทยาลัยในประเทศไทย. **สักทอง : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,** 7(1), 1-13.

ธัญญพัทธ์ ทิพย์ศุภวงศ์, วัชระ วงค์ปัญโญ, บุญวัฒน์ วิจารณ์พล, เกศนีย์ อื่นอ้ย และวราคม วงศ์ชัย. (2565, มกราคม-มิถุนายน). การจำลองสมรรถนะของระบบผลิดไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาแบบเชื่อมต่อกับระบบสายส่งของเทศบาดตำบลแม่เมาะ จังหวัดลำปาง. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น),** 17(1), 81-97.

นิพิฐพนธ์ ฤาชา, ธีรศิลป์ กันธา และแชน ต๊ะปุก. (2565, มกราคม-มิถุนายน). แนวทางการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อสนับสนุนนโยบาย (Green Office) ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด. **สักทอง : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,** 9(1), 65-83.

บดินทร์ เสนานนท, กัญญานัฐ ทองเทพ, กมล จิรเสรีอมรกุล, วันจักรี เลนวารี, เสริมสุข บัวเจริญ และยิ่งรักษ์ อรรถเวชกุล. (2562, กรกฎาคม-ธันวาคม). การวิเคราะหเศรษฐศาสตรโรงไฟฟาพลังงานแสงอาทิตย์ 8 เมกะวัตต์ระหวางการติดตั้งแบบระบบคงที่กับแบบระบบติดตามดวงอาทิตยในประเทศไทย. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น),** 14(2), 1-19.

Vol.10 No.2 July - December 2023 ISSN 2985-2161 (Online)

พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กรม. (ม.ป.ป.). **ความเข้มแสงจากดวงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ปี 2560**. [Online]. Available : https://pei.dede.go.th/dataset/7c15871b-a09e-4046-8d82-026b65d44ed8/resource/41ab6cb8-beb9-4262-ad50-ff643b418997/download/data_solar_intensity_2560.xlsx [2565, ธันวาคม 30].

ภานุพงศ์ เครืออินทร์. (2561). **การจัดการพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าสำหรับโรงสูบน้ำของการประปาส่วนภูมิภาต**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงาน. (2565ก). **โครงการส่งสริมการใช้พลังงานทดแทนเพื่อลดรายจ่าย ด้านพลังงานสำหรับชุมชน**. [Online]. Available : http://e-lib.dede.go.th/mm-data/Bib15166โครงการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนเพื่อลดรายจ่ายด้านพลังงานสำหรับชุมชน.pdf [2565, ธันวาคม 9].

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงาน. (2565ข). **สถานการณ์พลังงานรายไตรมาส มกราคม-กันยายน ปี 2565**. [Online]. Available : http://www.eppo.go.th/index.php/th/energy-information/ [2565, ธันวาคม 9].

อวยชัย วงศ์รัตน์, พิเชษฐ์ รัตนบุญทวี, สิทธัตถ์ มาดี และอดิศักดิ์ ทองช่วย. (2563, มกราคม-มิถุนายน). การคำนวณจุดคุ้มทุนสำหรับการติดตั้งโซล่าเซลล์ให้กับอาคารพักอาศัยรวมพื้นที่ตำบลบางเขน อำเภอเมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี. **วารสารวิจัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร**, 3(1), 31-38.

อังสนา พจน์ศิริ. (2559). **การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาในอาคารธุรกิจขนาดเล็ก**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการขนส่งและโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

Zeyringer, M., Pachauri, S., Schmid, E., Schmidt, J., Worrell, E. & Morawetz, U.B. (2015). Analyzing Grid Extension and Stand-alone Photovoltaic Systems for the Cost-effective Electrification of Kenya. **Energy Sustain Dev, 25**, 75-86.