

การพัฒนาระบบกังหันลมร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้า สำหรับบ้านพักอาศัยในระดับครัวเรือน

DEVELOPMENT OF WIND TURBINE SYSTEM COMBINED WITH SOLAR ENERGY TO GENERATE ELECTRICITY FOR RESIDENTIAL HOUSES AT THE HOUSEHOLD LEVEL

ศรายุทธ์ จิตรพัฒนากุล^{1,*}, วายากร อุดมโภชน¹, กฤษณะ จันทสิทธิ์² และ ปัญญา วงศ์ต่าย²
Sarayut Chitphutthanakul^{1,*}, Wayakorn Udompoch¹, Kritsana Chantasit²
and Panya Wongtai²

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

² สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

¹ Energy Technology, Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University

² Logistics Engineering, Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University

Received: 5 July 2024

Revised: 29 August 2024

Accepted: 29 August 2024

บทคัดย่อ

การทำวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาและพัฒนาระบบกังหันลมร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้า สำหรับบ้านพักอาศัยในระดับครัวเรือน และ 2) วิเคราะห์เปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลม พลังงานแสงอาทิตย์ และกังหันลมร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ อุปกรณ์ประกอบด้วยกังหันลมขนาด 12 โวลต์ 100 วัตต์ ทำงานร่วมกับแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 120 วัตต์ ติดตั้งบนโครงสร้างขนาดความกว้าง 85 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร ด้านหน้าสูง 135 เซนติเมตร และด้านหลังสูง 145 เซนติเมตร ด้านหลังของโครงสร้างติดตั้งเสาสำหรับยึดกังหันลม สามารถปรับระดับความสูงรวม 320 เซนติเมตร ภายในกล่องควบคุมติดตั้งเครื่องแปลงไฟฟ้ากระแสตรง แบตเตอรี่ขนาด 65 แอมแปร์ ทดสอบผลิตกระแสไฟฟ้าจากกังหันลมด้วยความเร็วลมคงที่ 5-7 เมตรต่อวินาที รับพลังงานแสงอาทิตย์ผ่านแผงโซลาร์เซลล์ในช่วงเวลา 08.00 น. ถึง 17.00 น. เฉลี่ย 6 ครั้งใน 1 ชั่วโมง ผลการทดสอบ

* Corresponding author: ศรายุทธ์ จิตรพัฒนากุล

E-mail: sarayut.c@rbru.ac.th

พบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณของแบตเตอรี่ที่เพิ่มขึ้นทั้ง 3 รูปแบบ วัดจากปริมาณแบตเตอรี่ภายในร้อยละ 40 มีค่าเท่ากับร้อยละ 5, 10 และ 15 (ตามลำดับ) โดยระบบกังหันลมทำงานร่วมกับแผงโซลาร์เซลล์จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เร็วสุดภายในระยะเวลา 4 ชั่วโมง เหมาะสมต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าใน 1 วัน

คำสำคัญ: กังหันลม, พลังงานแสงอาทิตย์, กระแสไฟฟ้า, คริวเรือน

Abstract

The purpose of this research was 1) to study and develop a wind turbine system combined with solar energy for electricity production at household level and 2) to do comparative analysis of electricity production generated from wind turbine solar energy and wind turbine combined with solar energy. The instrument consisted of wind turbine size of 12 Volt with 100-Watt, working with 120-watt of solar panels and installed on 85 cm width, 120 cm length, 135 cm height of front and 145 cm height of back. The pole for wind turbine installation was built and it can be adjusted to 320 cm height. The internal control cabinet was equipped with a DC power converter, 65-amp battery. The experiment was carried out by testing the electricity production from wind turbine at speed of 5-7 m/sec, constantly and receiving solar energy through solar panels from 8:00 a.m. to 5:00 p.m. with average of 6 times/hr. The results showed that the average percentage increased in battery volume for all 3 types by measuring internal battery volume at 40% which equaled to 5, 10 and 15%, respectively. It can be concluded that wind turbine system combined with solar energy can produce electricity as quickly as possible within 4 hrs. which is suitable for electricity production in 1 day.

Keywords: Wind Turbine, Solar Energy, Electric Current, Household

บทนำ

พลังงานลมเป็นพลังงานจากธรรมชาติที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น เรือใบ ขนส่งสินค้าระหว่างประเทศ การหมุนของกังหันวิดน้ำ เครื่องโม่หินบดเมล็ดพืชให้เป็นแป้ง เป็นต้น มนุษย์จึงได้ให้ความสำคัญ และนำพลังงานลมมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า เนื่องจากพลังงานลมสามารถพบได้ทั่วไป “กังหันลม” จึงเป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ถูกนำมาใช้สกัดพลังงานจลน์ของกระแสลม และเปลี่ยนให้เป็นพลังงานกล กล่าวคือเมื่อกระแสลมพัดผ่านใบกังหันจะเกิดการถ่ายเทพลังงานจลน์ไปสู่ใบกังหันทำให้กังหันหมุนรอบแกน ผลิตกระแสไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า (Electric Generator) ที่ประกอบด้วยอุปกรณ์แม่เหล็ก (ขั้วเหนือและขั้วใต้) และขดลวดระหว่างขั้วของแม่เหล็ก โดยเมื่อขดลวดหมุนระหว่างขั้วแม่เหล็ก สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นในขดลวดนั่นเอง

ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงปัญหาในอนาคตจะมีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นจนอาจเกิดปัญหาการขาดแคลนพลังงานด้านไฟฟ้า และในบางพื้นที่อาจมีกระแสไฟฟ้าไม่เพียงพอต่อความต้องการ เช่น ตามเกาะต่าง ๆ หมู่บ้านพักอาศัยที่อยู่ห่างไกล ทางผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้าง และพัฒนาระบบกังหันลมร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ เนื่องจากพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่สะอาดและบริสุทธิ์ สำหรับประเทศไทยมีความเร็วอยู่ที่ระหว่าง 3-5 เมตรต่อวินาที (จอมภพ แววศักดิ์, 2558) ส่วนพลังงานจากแสงอาทิตย์จะสร้างกระแสไฟฟ้าเมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์ เกิดการสร้างพาหะนำไฟฟ้าประจุลบ และประจุบวก (อิเล็กตรอน และโฮล) ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าแบบกระแสตรงขึ้น สำหรับประเทศไทยความเข้มของรังสีของดวงอาทิตย์เฉลี่ยรายวันต่อปีของพื้นที่ทั่วประเทศเท่ากับ 18.0 เมกกะจูลต่อตารางเมตรต่อวันหรือ 5.0 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อวัน (กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2558) จึงได้มีแนวคิดที่จะสร้างเป็นชุดสาธิตระบบกังหันลมร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์สอดคล้องกับศรายุทธ์ จิตรพัฒนากุล และ กฤษณะ จันทสิทธิ์ (2564) สร้างระบบสาธิตผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากระดับครัวเรือน ติดตั้งอุปกรณ์สาธิตการทำงาน ลงบนแผ่นไวท์บอร์ดขนาดความกว้าง 82 เซนติเมตร ยาว 110 เซนติเมตร และหนา 22 เซนติเมตร โดยทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้ง 3 รูปแบบ (กังหันลม พลังงานแสงอาทิตย์ และกังหันลมร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์) ทั้งนี้สามารถนำผลงานวิจัยเป็นสื่อการเรียนรู้การทำเกษตรของชาวสวนผลไม้ และยังสอดคล้องกับนโยบายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) ประกอบด้วยการลดการปล่อยก๊าซเรือน

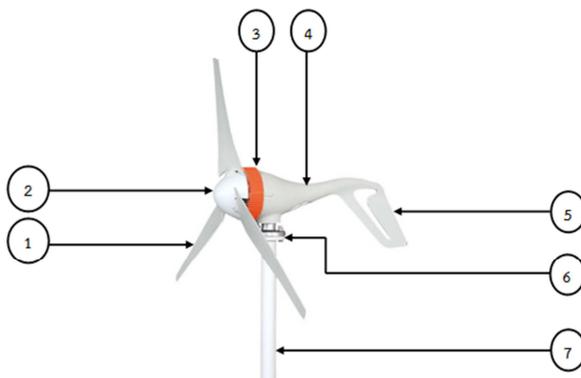
กระจก การดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากชั้นบรรยากาศ และการชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยการซื้อคาร์บอนเครดิต (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2564)

วิธีดำเนินการวิจัย

ส่วนที่ 1 ศึกษาข้อมูลอุปกรณ์ในการจัดสร้างระบบกังหันลมร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้า

1. กังหันลมที่ใช้สำหรับโครงการวิจัย

กังหันลมที่นำมาใช้ในโครงการวิจัยเป็นกังหันลมกังหันลมแนวแกนนอน (Horizontal Axis Wind Turbine) ขนาด 3 ใบพัด ดังรูปที่ 1 รุ่น NE-100S3 ขนาดแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ 100 วัตต์ (1) กังหันลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 120 เซนติเมตร วัสดุทำจากเส้นใยจากไคนอลอน (2) เพลากลมหุ่น ซึ่งรับแรงจากแกนหมุนใบพัด และส่งผ่านระบบกำลัง (3) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า (4) ภายในห้องเครื่องติดตั้งระบบต่าง ๆ ของกังหันลม เช่น ระบบเกียร์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เบรก และระบบควบคุม (5) การควบคุมกังหันให้หันไปตามทิศทางของกระแสลม เรียกว่า “หางเสือ” (6) แกนคอหมุนรับทิศทางลม เป็นตัวควบคุมการหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (7) เสากังหันลม เป็นตัวแบกรับส่วนที่เป็นตัวเครื่องที่อยู่ด้านบน ซึ่งเป็นกังหันลมแนวแกนนอนขนาดเล็กเหมาะสำหรับใช้ในครัวเรือน ปริมาณน้ำหนักรวมประมาณ 10 กิโลกรัม ปริมาณลมในช่วงการทำงานที่ 2 ถึง 10 เมตรต่อวินาที และที่ระดับความเร็วลมปลอดภัยที่ 55 เมตรต่อวินาที



รูปที่ 1 กังหันลมขนาด 3 ใบพัด

2. แผงโซลาร์เซลล์ (Solar Cells)

แผงโซลาร์เซลล์รับพลังงานแสงและเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า ติดตั้งในลักษณะระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (Stand Alone System) คือ ระบบที่ผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์โดยที่ไม่ต้องเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย ซึ่งข้อดีของระบบ คือ เมื่อกระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้าดับ ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ ยังคงมีไฟฟ้าใช้งานได้ ข้อเสียของระบบดังกล่าวคือ ต้องใช้แบตเตอรี่เพื่อสำรองพลังงานในการใช้งานตอนกลางคืน (นครินทร์ รินผล, 2559)

3. อุปกรณ์ควบคุมการชาร์จประจุ (Solar Charge Controller)

อุปกรณ์ควบคุมการชาร์จประจุ ทำหน้าที่ควบคุมความถี่ของคลื่นไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ให้คงที่ก่อนเข้าสู่แบตเตอรี่ ทำให้แบตเตอรี่ไม่เสื่อมเร็ว สามารถแสดงสถานการณ์ทำงานระดับการเก็บประจุของแบตเตอรี่ ระบบการตัดไฟอัตโนมัติ ในกรณีไฟแบตเตอรี่ใกล้หมด เพื่อป้องกันแบตเตอรี่เสียหาย เนื่องจากการใช้ไฟเกินกำลัง (Over Charge/Over Discharge Protection) นั้นเอง

4. อินเวอร์เตอร์ (Inverter)

อินเวอร์เตอร์เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนกระแสไฟฟ้าจากกระแสตรง (DC) เป็นกระแสไฟฟ้าสลับ (AC) มีค่าแรงดันที่ระดับ 220 โวลต์ ตามกำลังวัตต์ที่ผลิตได้ ชนิดลูกคลื่นแบบ Pure Sine Wave หลักการทำงานคือ การรับพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงเข้าสู่เครื่องอินเวอร์เตอร์ที่มาจากแบตเตอรี่ แล้วส่งผ่านวงจรไฟฟ้าภายในซึ่งจะทำหน้าที่ในการแปลงแรงดันให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับตามจำนวนครั้งที่สลับไปมาเท่ากับ 50 ครั้งต่อวินาที

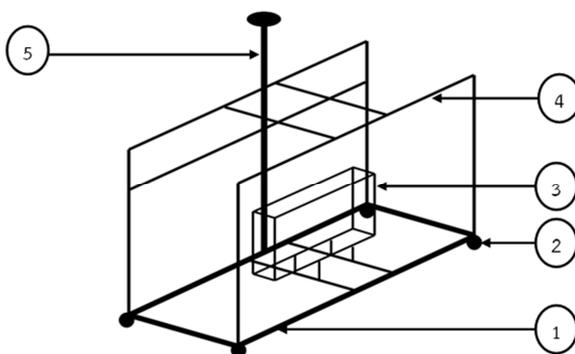
5. แบตเตอรี่ (Battery)

แบตเตอรี่ชนิด Deep Cycle เป็นแบตเตอรี่ที่มีความสามารถในการปล่อยค่าประจุไฟฟ้าได้มากถึงร้อยละ 60-80 ของประจุไฟฟ้ารวมทั้งหมด และมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าประมาณ 4-5 ปี ในขณะที่แบตเตอรี่รถยนต์ทั่วไปนั้นจะมีความสามารถในการปล่อยค่าประจุไฟฟ้าได้เพียงร้อยละ 10-20 ของประจุไฟฟ้ารวมทั้งหมดและมีอายุการใช้งานที่สั้นกว่าคือ 1-2 ปีเท่านั้น จากคุณสมบัติดังกล่าวจึงทำให้แบตเตอรี่แบบ Deep Cycle มีความเหมาะสมและนิยมนำมาใช้งานร่วมกับชุดแผงโซลาร์เซลล์ และกังหันลม

ส่วนที่ 2 การออกแบบโครงสร้าง และระบบกักเก็บพลังงานแสงอาทิตย์ ผลิตกระแสไฟฟ้า สำหรับบ้านพักอาศัยในระดับครัวเรือน

1. การออกแบบโครงสร้างสำหรับติดตั้งระบบกักเก็บพลังงานแสงอาทิตย์

โครงสร้างระบบกักเก็บพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้า แบ่งได้เป็น 2 ส่วน ประกอบด้วยโครงสร้างส่วนล่าง (1) สร้างด้วยโลหะกล่อง ชูซึ่งก็ป้องกันการกัดกร่อน มาทำเป็นฐานของโครงสร้าง และทำหน้าที่รองรับน้ำหนักดังรูปที่ 2 ความสูงจากพื้นอย่างน้อย 10 เซนติเมตร (2) ล้อสำหรับเลื่อนเคลื่อนที่ได้ติดตั้งบริเวณส่วนกลางของพื้นที่แผ่นแพลตฟอร์ม 4 มุม (3) โครงสร้างสำหรับติดตั้งกล่องควบคุมภายในติดตั้งเครื่องควบคุมการชาร์จประจุ เซอร์กิตเบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และกระแสสลับ สำหรับตัดต่อวงจรไฟฟ้าระบบการทำงาน และอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกทางไฟฟ้า (Surge Protector) เครื่องแปลงไฟฟ้ากระแสตรง (Inverter) และแบตเตอรี่ (4) พื้นที่ตั้งสำหรับติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ โดยออกแบบให้มีความเอียงให้เหมาะสม สำหรับรับพลังงานแสงอาทิตย์ (5) เสาทรงกลมจำนวน 2 ท่อน สำหรับติดตั้งชุดกักเก็บลม ทำจากโลหะกลม สามารถปรับระดับความสูงได้ ด้านบนมีแผ่นเพลตสำหรับรองรับตัวกักเก็บลม



รูปที่ 2 โครงสร้างระบบกักเก็บพลังงานแสงอาทิตย์

2. การออกแบบชุดควบคุมกระแสไฟฟ้ากักเก็บพลังงานแสงอาทิตย์

2.1 การหาขนาดของแบตเตอรี่ ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ที่นำมาใช้สำหรับงานวิจัยมีขนาด 120 วัตต์ ซึ่งมีแรงดันขณะเปิดวงจร (Open-Circuit Voltage: Voc) เท่ากับ 22 โวลต์ เหมาะสำหรับการใช้กับระบบชาร์จแรงดันไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ที่ระดับ 12 โวลต์ จากสภาพพลังงาน

แสงอาทิตย์สำหรับเขตภูมิภาคของประเทศไทยโดยเฉลี่ยจะได้ค่าพลังงานตลอดทั้งวัน จากค่าระยะเวลาการมีแสงที่ $1 \text{ kW/m}^2/\text{day}$ โดยพื้นที่จังหวัดจันทบุรีมีค่า Peak Sun Hour (PSH) เฉลี่ยเท่ากับ 5 ชั่วโมงต่อวัน (Gaisma, 2565) ซึ่งจะทำให้ได้กระแสไฟฟ้าที่พอดีชาร์จ ส่งผลทำให้แบตเตอรี่มีกระแสไฟฟ้าเข้ามาเก็บได้เต็มพอดี

$$\begin{aligned} \text{ขนาดของแบตเตอรี่} &= \text{ขนาดกำลังวัตต์สูงสุดของแผงโซลาร์เซลล์} * 0.6 \\ &= 120 * 0.6 \\ &= 72 \text{ แอมแปร์} \end{aligned}$$

ขนาดของแบตเตอรี่ที่จัดจำหน่ายขนาด 72 แอมแปร์ ไม่พบขนาดที่ตรงตามที่ต้องการ จึงได้นำขนาดที่ใกล้เคียงมาทำการทดลองวิจัย คือ ขนาด 65 แอมแปร์

2.2. การหาขนาดเครื่องควบคุมการชาร์จประจุ (Control Change) สามารถกำหนดได้จากค่ากระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้สูงสุดของแผงโซลาร์เซลล์ โดยจะต้องเลือกค่าที่สูงกว่าเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้ในระบบการชาร์จไฟลงแบตเตอรี่ ซึ่งในระบบที่มีขนาดเล็ก อุปกรณ์ควบคุมการชาร์จประจุจะมีขนาดแรงดัน 12/24 โวลต์ (สำหรับรองรับได้ทั้งระบบ 12 โวลต์ และ 24 โวลต์) สามารถคำนวณได้จาก

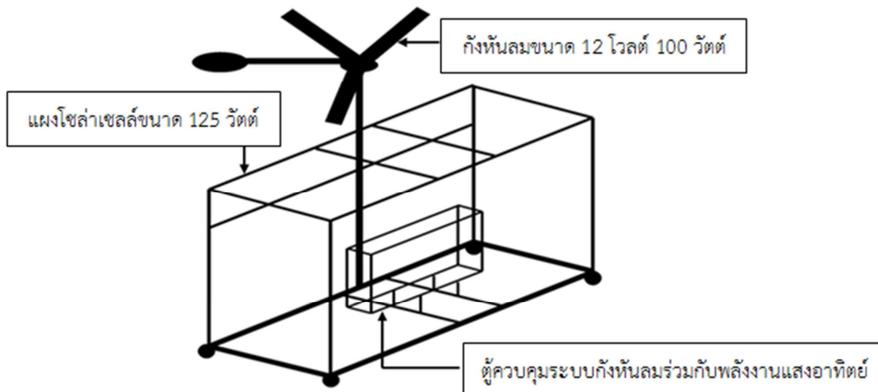
$$\begin{aligned} \text{กระแสไฟฟ้า} &= \text{กำลังวัตต์สูงสุดของแผงโซลาร์เซลล์} / \text{แรงดันไฟฟ้า} \\ &= 120 \text{ วัตต์} / 12 \text{ โวลต์} \\ &= 10 \text{ แอมแปร์} \end{aligned}$$

ดังนั้น ขนาดของเครื่องควบคุมการชาร์จประจุ (Control Change) ที่ต้องใช้ คือ 10 แอมแปร์ หรือมากกว่าสำหรับอนาคตอาจมีการเพิ่มปริมาณแผงโซลาร์เซลล์ โดยในการวิจัยใช้เครื่องควบคุมการชาร์จประจุขนาด 20 แอมแปร์

ส่วนที่ 3 การจัดสร้างระบบกักเก็บพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับบ้านพักอาศัยในระดับครัวเรือน

ดำเนินการจัดสร้างระบบกักเก็บพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับบ้านพักอาศัยในระดับครัวเรือน ขนาดกักเก็บ 100 วัตต์ ให้อยู่บนโครงสร้างร่วมกับแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 120 วัตต์ จำนวน 1 แผง ตามมุมลาดเอียง 15-20 องศา (จากรูรรมพิพัฒน์พุทธพันธ์, 2557) ตามรูปแบบดังรูปที่ 2 และเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้ง วสท. 022013-22 เรื่อง มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย : ระบบการผลิตไฟฟ้า

จากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2565) โดยติดตั้งชุดอุปกรณ์ต่างๆ ให้ครบถ้วน โดยให้สามารถตรวจสอบปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้



รูปที่ 2 แบบจำลองระบบกังหันลมร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้า
สำหรับบ้านพักอาศัยในระดับครัวเรือน

ส่วนที่ 4 สรุปผลการดำเนินงานวิจัยและประเมินผลประสิทธิภาพการใช้งาน

ทดสอบประสิทธิภาพ โดยการเก็บข้อมูลเดือนเมษายน 2567 กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากการจำลองหมุนกังหันลมด้วยความเร็วลมเฉลี่ย 5-7 เมตรต่อวินาที พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแสงอาทิตย์ตั้งแต่วันที่ 08.00 น.-17.00 น. เก็บข้อมูลเฉลี่ย 6 ครั้งใน 1 ชั่วโมง จำนวน 3 ครั้ง วิเคราะห์ข้อมูลขนาดค่าความเข้มแสง ปริมาณแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ค่ากำลังไฟฟ้า และการทำงานของกังหันลมร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทำการเปรียบเทียบการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้ง 3 ลักษณะ โดยวัดจากปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เหลือในแบตเตอรี่ที่ร้อยละ 40 เก็บค่าปริมาณร้อยละที่เพิ่มขึ้นของแบตเตอรี่ตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการจัดสร้างระบบกังหันลมร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับบ้านพักอาศัยในระดับครัวเรือน

โครงสร้างระบบกังหันลมร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้า สำหรับบ้านพักอาศัยในระดับครัวเรือน พบว่า โครงสร้างส่วนล่างทำด้วยโลหะกล่องขนาดความกว้าง x ยาว 1½ นิ้ว ขนาดความกว้าง 85 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร ด้านหน้าสูง 135 เซนติเมตร และด้านหลังสูง 145 เซนติเมตร สำหรับวางแผงโซลาร์เซลล์ด้วยมุมเอียง 15 องศา ดังรูปที่ 3 โครงสร้างเคลื่อนที่ได้ด้วยล้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว จำนวน 4 ล้อ เชื่อมติดกับมุมของโครงสร้างทั้ง 4 มุม ตำแหน่งจุดศูนย์กลางของโครงสร้าง ติดตั้งกล่องควบคุมขนาดความกว้าง 57 เซนติเมตร ยาว 69 เซนติเมตร และลึก 25 เซนติเมตร เพื่อเก็บอุปกรณ์ควบคุมการทำงาน ด้านหลังของโครงสร้าง ขัดตั้งเสาสำหรับยึดกังหันลมด้วยเหล็กกลมขนาด 2½ นิ้ว สำหรับด้านนอกสูง 180 เซนติเมตร และเสาด้านในสูง 200 เซนติเมตร สามารถยึดติดได้ ความสูงรวม 320 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน และเพิ่มความมั่นคงเวลากังหันลมทำงานด้วยเหล็กเชื่อมต่อระหว่างโครงสร้างกับเสาตั้งกังหันลม ทาสีกันสนิม และปกปิดรอยเชื่อมด้วยสีฟ้าชนิดกันน้ำ



รูปที่ 3 โครงสร้างระบบกังหันลมร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้า

โครงสร้างกึ่งหุ้มขนาด 3 ใบพัด พบว่า เสากึ่งหุ้มประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่รองรับกึ่งหุ้ม ทำจากเหล็กกลมขนาด 2 นิ้ว สูง 200 เซนติเมตร และส่วนชั้นนอก ทำจากเหล็กกลมขนาด 2½ นิ้ว ความสูง 180 เซนติเมตร ระยะความสูงรวมเมื่อต่อกัน 2 ระยะ รวม 320 เซนติเมตร เนื่องจากความสูงของกึ่งหุ้มมีปริมาณความสูงเป็นจำนวนมาก จึงกำหนดให้ปรับระดับความสูงได้เป็น 4 ระยะ ๆ ละ 35 เซนติเมตร ซึ่งกึ่งหุ้มจะมีสลักสำหรับยึดให้อยู่ในแต่ละระยะ

โครงสร้างแผงโซลาร์เซลล์เพื่อรับพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า โครงสร้างในส่วนของเสา ทั้ง 4 ต้น ทำจากเหล็กกล่องขนาด 1x1 นิ้ว สูงจากระยะโครงสร้างของฐานด้านหน้า 135 เซนติเมตร และด้านหลังสูง 145 เซนติเมตร สำหรับวางแผงโซลาร์เซลล์ด้วยมุมเอียง 15 องศา เพื่อรองรับแผงโซลาร์เซลล์ขนาดความกว้าง 76 เซนติเมตร ยาว 125 เซนติเมตร โดยยึดโครงสร้างเป็นชุดเดียวกันกับกึ่งหุ้ม

การติดตั้งกล่องควบคุมระบบกึ่งหุ้มร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า กล่องควบคุมที่นำมาติดตั้งบนฐานวางมีขนาดความกว้าง 57 เซนติเมตร ยาว 69 เซนติเมตร และลึก 25 เซนติเมตร ภายในติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการชาร์จกึ่งหุ้มขนาด 12 โวลต์ 100 วัตต์ และอุปกรณ์ควบคุมการชาร์จพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาด 12/24 โวลต์ 20 แอมป์เปร์ ตัดต่อระบบการทำงานด้วยเบรกเกอร์สวิตซ์ทั้ง 2 ระบบด้วยเบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 500 โวลต์ 20 แอมป์เปร์ พร้อมกับอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกทางไฟฟ้า (Sure Protector) ขนาด 20 กิโลแอมป์เปร์ 1000 โวลต์ โดยกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จะบรรจุลงแบตเตอรี่ขนาด 65 แอมป์เปร์ ก่อนผ่านอุปกรณ์อินเวอร์เตอร์ขนาด 500 วัตต์ เพื่อแปลงไฟฟ้ากระแสตรง เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

2. ผลการวิเคราะห์ระบบกึ่งหุ้มร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้า สำหรับบ้านพักอาศัยในระดับครัวเรือน

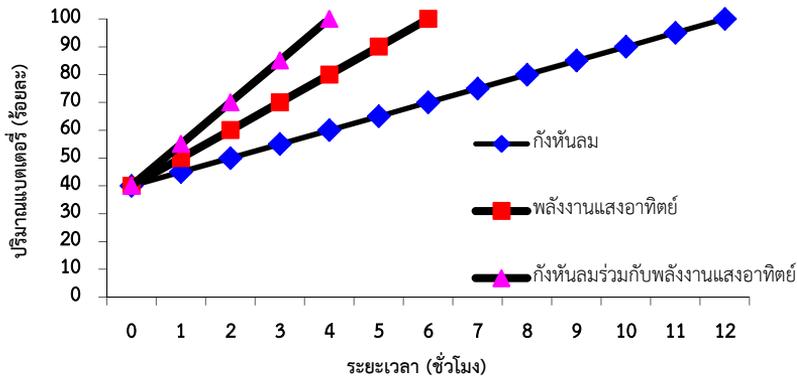
การทดสอบระบบกึ่งหุ้มร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้า โดยทำการทดสอบผลิตกระแสไฟฟ้าชาร์จลงแบตเตอรี่ขนาด 65 แอมป์เปร์ ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบระบบกักกันลมร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้า

ลักษณะการผลิตกระแสไฟฟ้า	เวลา (1 ชั่วโมง)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1. กักกันลม (ร้อยละ)	5	6	5
2. พลังงานจากแสงอาทิตย์ (ร้อยละ)	10	10	10
3. กักกันลมร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ (ร้อยละ)	15	15	15

ผลการทดสอบกักกันลมผลิตกระแสไฟฟ้า พบว่า กักกันลมหมุนด้วยความเร็วลมจากการวัดด้วยเครื่องวัดความเร็วลมยี่ห้อ Peak Meter รุ่น PM6252B โดยเฉลี่ย 5-7 เมตรต่อวินาทีจากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง รวมกำลังวัตต์สูงสุดเท่ากับ 100 วัตต์ หมุนด้วยความเร็วรอบโดยเฉลี่ยเท่ากับ 566.68 รอบต่อนาที สามารถอ่านค่าโวลต์มิเตอร์ได้เท่ากับ 12.75 โวลต์ จำนวนกระแสไฟฟ้าที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์เท่ากับ 1.72 แอมแปร์ และกำลังวัตต์ที่ได้จากวัตต์มิเตอร์มีค่าเท่ากับ 21.70 วัตต์ จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยเฉลี่ยใน 1 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับร้อยละ 5, 6 และ 5 ของปริมาณแบตเตอรี่ 65 แอมแปร์ ซึ่งค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ครั้ง มีค่าเท่ากับร้อยละ 5 และเมื่อทดสอบการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อบรรจุลงในแบตเตอรี่ให้เต็มจำนวนร้อยละ 100 โดยวัดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เหลือในแบตเตอรี่ที่ร้อยละ 40 ดังรูปที่ 8 จะใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง

ผลการทดสอบพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ พบว่า ช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 120 วัตต์ อยู่ในช่วงเวลา 08.00-17.00 น. ปริมาณความเข้มแสงอยู่ในช่วง 46,066 ถึง 56,079 ลักซ์ สามารถอ่านค่าโวลต์มิเตอร์ได้เท่ากับ 12.72 โวลต์ จำนวนกระแสไฟฟ้าที่อ่านจากแอมมิเตอร์ได้เท่ากับ 6.26 แอมแปร์ และกำลังวัตต์ที่ได้จากวัตต์มิเตอร์มีค่าเท่ากับ 79.63 วัตต์ จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยเฉลี่ยใน 1 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับร้อยละ 10 ของปริมาณแบตเตอรี่ 65 แอมแปร์ ซึ่งค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ครั้ง มีค่าเท่ากับร้อยละ 10 และเมื่อทดสอบการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อบรรจุลงในแบตเตอรี่ให้เต็มจำนวนร้อยละ 100 ดังรูปที่ 8 โดยวัดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เหลือในแบตเตอรี่ที่ร้อยละ 40 จะใช้เวลาทั้งหมด 6 ชั่วโมง



รูปที่ 8 ปริมาณระยะเวลาผลิตกระแสไฟฟ้าตามลักษณะที่แตกต่างกัน

ผลการทดสอบกังหันลมร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้า พบว่า เมื่อทั้ง 2 ระบบทำงานร่วมกันสามารถอ่านค่าโวลต์มิเตอร์ได้เท่ากับ 12.76 โวลต์ จำนวนกระแสไฟฟ้าที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์เท่ากับ 8.35 แอมแปร์ และกำลังวัตต์ที่ได้จากวัตต์มิเตอร์มีค่าเท่ากับ 103.95 วัตต์ จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยเฉลี่ยใน 1 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับร้อยละ 15 ของปริมาณแบตเตอรี่ 65 แอมแปร์ ซึ่งค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ครั้ง มีค่าเท่ากับร้อยละ 15 และเมื่อทดสอบการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อบรรจุลงในแบตเตอรี่ให้เต็มจำนวนร้อยละ 100 ดังรูปที่ 8 โดยวัดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เหลือในแบตเตอรี่ที่ร้อยละ 40 ของความจุแบตเตอรี่ที่เหลือจะใช้เวลาทั้งหมด 4 ชั่วโมง

สมรรถนะระบบกังหันลมร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้า พบว่า ปริมาณกระแสไฟฟ้าในแบตเตอรี่จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น โดยการหมุนกังหันลมที่ความเร็วลม 5-7 เมตรต่อวินาที กระแสไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ของปริมาณกระแสไฟฟ้าในแบตเตอรี่ พลังงานแสงอาทิตย์กระแสไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และปริมาณกระแสไฟฟ้าในแบตเตอรี่ของกังหันลมร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 15 ซึ่งจะสามารถเพิ่มจำนวนกระแสไฟฟ้าลงในแบตเตอรี่ขนาด 65 แอมแปร์ ได้เร็วสุดภายใน 4 ชั่วโมง สอดคล้องกับงานวิจัยของทวีศักดิ์ ต้นธอรัม (2559) ทำการศึกษาประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมระหว่างกังหันลมความเร็วต่ำขนาด 12 โวลต์ 600 วัตต์ ที่ความเร็วลม 3 เมตรต่อวินาที ติดตั้งที่ความสูง 20 เมตร และพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 600 วัตต์ ทำการเปลี่ยนจากไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับโดยใช้อินเวอร์เตอร์ขนาด 200 วัตต์ เพื่อจ่ายให้กับภาระทางไฟฟ้าโดยจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับภาระทางไฟฟ้าขนาด 1000 วัตต์ ผลการทดสอบประสิทธิภาพของกังหันลมความเร็วต่ำ

สามารถจ่ายพลังงานให้กับระบบร้อยละ 22 และประสิทธิภาพของพลังงานแสงอาทิตย์สามารถจ่ายพลังงานให้กับระบบร้อยละ 78

3. ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะระบบกักเก็บพลังงานร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้า สำหรับบ้านพักอาศัยในระดับครัวเรือน

ทำการทดสอบสมรรถนะด้วยการใช้งาน เพื่อดูการเก็บกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแบตเตอรี่ขนาด 65 แอมแปร์ โดยการเปรียบเทียบสมรรถนะการผลิตกระแสไฟฟ้าที่ได้จากกังหันลมขนาดกำลังการผลิตสูงสุด 100 วัตต์ กระแสไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 120 วัตต์ และกักเก็บร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ ดังแสดงผลในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะระบบกักเก็บพลังงานร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้า

ปัจจัยที่ใช้ในการเปรียบเทียบ	กังหันลม	พลังงานแสงอาทิตย์	กักเก็บร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์
1. ด้านพลังงาน			
1.1 กำลังงานไฟฟ้ารวม (วัตต์)	100	120	220
1.2 ค่าแรงดันไฟฟ้า (โวลต์)	12.75	12.72	12.76
1.3 ค่ากระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)	1.72	6.26	8.35
2. ด้านสมรรถนะของระบบ ฯ			
2.1 จำนวนร้อยละกระแสไฟฟ้าที่ได้ต่อชั่วโมง	5	10	15
2.2 เวลาในการเก็บกระแสไฟฟ้า (ชั่วโมง)	12	6	4
2.3 ช่วงเวลาผลิตกระแสไฟฟ้า	ทุกช่วงเวลา	08.00-17.00 น.	08.00-17.00 น.
3. ลักษณะการใช้งานชุดสาธิต ฯ			
3.1 แหล่งกำเนิดพลังงาน	มอเตอร์	แผงโซลาร์เซลล์	มอเตอร์และแผงโซลาร์เซลล์
3.2 ลักษณะการใช้งาน	ความเร็วลม	แสงแดด	ความเร็วลมและแสงแดด
3.3 การควบคุมกระแสไฟฟ้า		Control Chang	
3.4 มอนิเตอร์แสดงผล		โวลต์(V) แอมป์(A) วัตต์(W) มิเตอร์	
3.5 การแปลงแรงดันไฟฟ้า		Inverter	
4. ต้นทุนที่ใช้สร้าง (ส่วนกำเนิดกระแสไฟฟ้า)	3,790 บาท	2,500 บาท	6,290
5. สมรรถนะในภาพรวม	น้อย	ปานกลาง	ดีมาก

สรุปผลการวิจัย

1. ระบบกักเก็บพลังงานร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้า สำหรับบ้านพักอาศัย ในระดับครัวเรือน ประกอบด้วยกักเก็บพลังงานขนาด 12 โวลต์ 100 วัตต์ ทำงานร่วมกับแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 120 วัตต์ ผ่านอุปกรณ์ควบคุมการชาร์จประจุ (Control Chang) ลงแบตเตอรี่ Deep Cycle ชนิด Hybrid Gel ขนาด 65 แอมแปร์ ติดตั้งบนโครงสร้างขนาดความกว้าง 85 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร ด้านหน้าสูง 135 เซนติเมตร และด้านหลังสูง 145 เซนติเมตร สำหรับวางแผงโซลาร์เซลล์ด้วยมุมเอียง 15 องศา ด้านหลังของโครงสร้าง ฯ ติดตั้งเสาสำหรับยึดกักเก็บพลังงานด้วยเหล็กกลมขนาด 2½ นิ้ว สำหรับด้านนอกสูง 180 เซนติเมตร และเสาด้านในสูง 200 เซนติเมตร ความสูงรวม 320 เซนติเมตร สามารถปรับระยะความสูงได้เป็น 4 ระยะ ระยะละ 35 เซนติเมตร โครงสร้างติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ขนาดความกว้าง 76 เซนติเมตร ยาว 125 เซนติเมตร โดยยึดโครงสร้างเป็นชุดเดียวกันกับกักเก็บ

2. ทดสอบผลิตกระแสไฟฟ้าจากการจำลองหมุนกักเก็บด้วยความเร็วลมคงที่ 5-7 เมตรต่อวินาที จากแหล่งกำเนิดลม กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์ในช่วงเวลาการทดสอบ 08.00 น. ถึง 17.00 น. เฉลี่ย 6 ครั้งใน 1 ชั่วโมง จำนวน 3 ครั้ง และกระแสไฟฟ้าที่ได้จากกักเก็บพลังงานร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อทำการชาร์จกระแสไฟฟ้าเข้ากับแบตเตอรี่ขนาด 65 แอมแปร์ วัดปริมาณร้อยละของแบตเตอรี่ที่เพิ่มขึ้นแต่ละแบบจากปริมาณแบตเตอรี่ภายในร้อยละ 40 ค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ครั้ง ของกักเก็บผลิตกระแสไฟฟ้ามีค่าเท่ากับร้อยละ 5 ใช้เวลา 12 ชั่วโมง พลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์เท่ากับร้อยละ 10 ใช้เวลา 6 ชั่วโมง และกักเก็บร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้าเท่ากับร้อยละ 15 ใช้เวลา 4 ชั่วโมง เมื่อทั้ง 2 ระบบทำงานร่วมกันจะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้น ดีกว่าการทำงานแยกระบบใดระบบหนึ่ง เนื่องจากความไม่แน่นอนของกระแสลมที่ไม่สม่ำเสมอและปริมาณแสงแดดที่ไม่แน่นอนตลอดทั้งวัน ซึ่งในบางฤดูกาลเหมาะสมกับการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยการใช้กระแสลม และในบางฤดูกาลเหมาะสมกับการใช้แสงแดด

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณนายมนี ภาวะเปลื้อง ประธานวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ทุเรียน ตำบลวังโดนด อำเภอนายายอาม จังหวัดจันทบุรี ที่อนุเคราะห์สถานที่ในการถ่ายทอดเทคโนโลยี และขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้คำแนะนำต่อการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2558). *คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทนชุดที่ 2 พลังงานแสงอาทิตย์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ธันวาคม 2566, จาก http://webkc.dede.go.th/testmax/sites/default/files/h_solar.pdf.
- จารุวรรณ พิพัฒน์พุทธพันธ์. (2557). *ตำแหน่งของทิศที่ควรติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 4 มกราคม 2567, จาก https://www.dede.go.th/ewt_dl_link.php?nid=55175.
- จอมภพ แวศักดิ์. (2558). *เทคโนโลยีพลังงานลม*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทวีศักดิ์ ต้นอร่าม. (2559). ประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมระหว่างกังหันลม และ เซลล์แสงอาทิตย์บริเวณทุ่งทะเลแก้ว. *วารสารวิจัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม*, 1(1), 1-10.
- นครินทร์ รินผล. (2559). *คู่มือการออกแบบระบบไฟฟ้าพลังแสงอาทิตย์เบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์ การพิมพ์.
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2565). *มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย : ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศรายุทธ์ จิตรพัฒนากุล และ กฤษณะ จันทสิทธิ์. (2564). ระบบสาธิตผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากระดับครัวเรือน. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 16(1), 87-102.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2564). *แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564-2573*. สืบค้นเมื่อวันที่ 4 สิงหาคม 2566, จาก <https://climate.onep.go.th/wp-content/uploads/2019/07/NDC-Roadmap-for-Printing.pdf>.
- Gaisma. (2565). *Solar Energy and Surface Meteorology*. Retrieved May 9, 2024, from <https://www.gaisma.com/en/location.chanthaburi.html>.