

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพเครื่องมือวัดความเร็วลมและพลังงานแสงอาทิตย์ แบบพกพา

Development and Efficiency of Portable Wind Speed and Solar Radiation

ปัญญา เข็มมุก^{1,*}, สุรกิจ ทองสุก²

Panya Khemmook^{1,*}, Surakit Thongsuk²

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา 24000

Department of Electrical Engineering, Faculty of Industrial Technology,

Rajabhat Rajanagarindra University, Chachoengsao 24000, Thailand

*Corresponding author E-mail: panya.khe@rru.ac.th.

<https://doi.org/10.55674/snrjiti.v1i1.246570>

Received: 1 May 2022

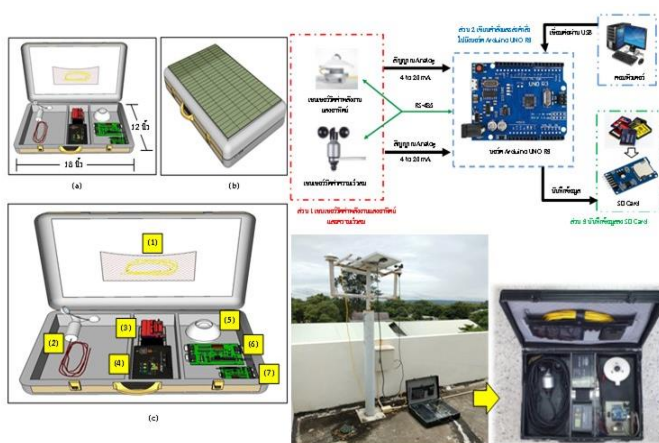
Revised: 10 June 2022

Accepted: 27 June 2022

Available online: 1 July 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาเครื่องมือวัดความเร็วลมและพลังงานแสงอาทิตย์แบบพกพา มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องมือวัดความเร็วลมและพลังงานแสงอาทิตย์แบบพกพาให้ใช้งานกรณีที่ไม่มีความเร็วลมและพลังงานแสงอาทิตย์เป็นเวลา 3 วัน เพื่อใช้เก็บข้อมูลความเร็วลมและพลังงานแสงอาทิตย์ และประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดความเร็วลมและพลังงานแสงอาทิตย์แบบพกพา โดยใช้ตัวตรวจจับความเร็วลมและตัวตรวจจับพลังงานแสงอาทิตย์เป็นตัวแปลงค่าให้อยู่ในรูปสัญญาณกระแสไฟฟ้าขนาด 4-20 มิลลิแอมป์ ผ่านบอร์ด Arduino UNO R3 เพื่อเก็บบันทึกข้อมูลความเร็วลมและความเข้มของแสงอาทิตย์ทุก ๆ 30 วินาที ลงใน SD Card ที่อยู่ภายในกระเป๋าเครื่องมือวัดความเร็วลมและพลังงานแสงอาทิตย์แบบพกพา ผลจากการวิจัย พบว่า ผลการเปรียบเทียบระหว่างค่าความเร็วลมจากเครื่องมือ Digital Anemometer และ Wind Transmitter ของวันที่ 6, 7 และ 8 เมษายน 2565 Wind Transmitter สามารถเก็บข้อมูลและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมีค่าความผิดพลาด คือ 0.12, 0.19 และ 0.11 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และผลการเปรียบเทียบระหว่างค่าพลังงานแสงอาทิตย์จากเครื่องมือ Tenmars TM-750 และ Pyranometer ของวันที่ 6, 7 และ 8 เมษายน 2565 Pyranometer สามารถเก็บข้อมูลและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นเดียวกัน ซึ่งมีค่าความผิดพลาด คือ 0.11, 0.08 และ 0.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เครื่องมือวัด



พกพา โดยใช้ตัวตรวจจับความเร็วลมและตัวตรวจจับพลังงานแสงอาทิตย์เป็นตัวแปลงค่าให้อยู่ในรูปสัญญาณกระแสไฟฟ้าขนาด 4-20 มิลลิแอมป์ ผ่านบอร์ด Arduino UNO R3 เพื่อเก็บบันทึกข้อมูลความเร็วลมและความเข้มของแสงอาทิตย์ทุก ๆ 30 วินาที ลงใน SD Card ที่อยู่ภายในกระเป๋าเครื่องมือวัดความเร็วลมและพลังงานแสงอาทิตย์แบบพกพา ผลจากการวิจัย พบว่า ผลการเปรียบเทียบระหว่างค่าความเร็วลมจากเครื่องมือ Digital Anemometer และ Wind Transmitter ของวันที่ 6, 7 และ 8 เมษายน 2565 Wind Transmitter สามารถเก็บข้อมูลและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมีค่าความผิดพลาด คือ 0.12, 0.19 และ 0.11 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และผลการเปรียบเทียบระหว่างค่าพลังงานแสงอาทิตย์จากเครื่องมือ Tenmars TM-750 และ Pyranometer ของวันที่ 6, 7 และ 8 เมษายน 2565 Pyranometer สามารถเก็บข้อมูลและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นเดียวกัน ซึ่งมีค่าความผิดพลาด คือ 0.11, 0.08 และ 0.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เครื่องมือวัด

ความเร็วลมและพลังงานแสงอาทิตย์แบบพกพาที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากความเร็วลมและเซลล์แสงอาทิตย์ในทางปฏิบัติได้จริง

คำสำคัญ: เครื่องมือวัด, ความเร็วลม, ความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ต่อพื้นที่

Abstract

This research presents the development of portable wind speed and solar radiation instruments. The objective is to design and develop a portable wind speed and solar radiation meter that can be used in the absence of sunlight for 3 days. The main research drive is to collect the wind speed and the solar radiation data then find the efficiency of the portable meters. By using wind speed sensor and solar power sensor to convert 4-20 mA power signal via Arduino UNO R3 board to save wind speed and solar Irradiation parameters every 30 seconds to the internal SD Card. Apparently, the results showed that the comparison of wind speed values from Digital Anemometer and Wind Transmitter from 6 to 8 April 2022, the Wind Transmitter can collect data and work efficiently, with the error values of 0.12, 0.19, 0.11 percent, respectively. And the comparison of solar energy values from Tenmars TM-750 and Pyranometer from 6 to 8 April 2022, the Pyranometer can collect data and work efficiently as well, with error values of 0.11, 0.08, 0.18 percentage, respectively. The designed and developed portable wind speed and solar radiation meter can be used for practical design of wind speed and solar cell generators.

Keywords: Measuring tool, Wind speed, Solar Irradiation

© 2022 Faculty of Industrial Technology reserved

1. บทนำ

พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาต่อประเทศ จึงจำเป็นต้องผลิตพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอความต้องการใช้งาน ซึ่งการผลิตพลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่จะใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน เป็นแหล่งเชื้อเพลิงหลักในการผลิตพลังงานไฟฟ้า เนื่องจากแหล่งพลังงานเหล่านี้จะให้พลังงานที่คงที่ในการผลิตกระแสไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม ข้อเสียของการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตพลังงานไฟฟ้า คือ การปล่อยมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้เกิดสภาวะโลกร้อน ทำให้ภาครัฐตระหนักถึงปัญหาและชะลอการสร้างโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงดังกล่าวเป็นแหล่งพลังงานในการผลิตพลังงานไฟฟ้า

แหล่งพลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลม จึงเป็นอีกทางเลือกสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า เนื่องจากเป็นแหล่งพลังงานที่สะอาดและไม่มีการปล่อยมลพิษทางอากาศ ถึงแม้พลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานจะไม่มีประสิทธิภาพก็ตาม จากแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้า (PDP) ปี 2553-2573 และแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (AEDP) ปี 2555-2564 ของกระทรวงพลังงาน ได้กำหนดให้มีสัดส่วนการทดแทนเพิ่มขึ้นเป็น 25 เปอร์เซ็นต์ ของการใช้พลังงานทั้งหมด ในปี 2564

เพื่อทดแทนการนำเข้าของพลังงานหลัก แม้ว่าต้นทุนกำหนดการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนในปัจจุบันที่สูงกว่าต้นทุนของเชื้อเพลิงจากแหล่งพลังงานหลัก [1] ทำให้เกิดการตื่นตัวด้านเกี่ยวกับการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกในประเทศไทยเพิ่มมากขึ้น [2] ซึ่งการนำพลังงานจากแสงอาทิตย์และพลังงานลมที่มีความไม่แน่นอนมาใช้งานจำเป็นต้องมีการออกแบบและติดตั้งให้มีความเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ นอกจากนี้ยังมีการลงทุนที่สูงกว่าการติดตั้งโรงไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล [3] การออกแบบและการติดตั้งจึงจำเป็นต้องมีข้อมูลด้านพลังงานในแต่ละพื้นที่ เช่น บางพื้นที่มีปริมาณความเข้มแสงอาทิตย์น้อยหรือมีความเร็วลมน้อย หากมีการติดตั้งหรือออกแบบระบบที่ไม่เหมาะสมจะทำให้ได้พลังงานไฟฟ้าที่ไม่คุ้มค่ากับการลงทุน

ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนากระเป๋าเครื่องมือวัดความเร็วลมและพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นเพื่อใช้สำรวจและเก็บข้อมูลค่าความเร็วลมและพลังงานแสงอาทิตย์ก่อนจะติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจริง โดยทำการออกแบบและสร้างกระเป๋าเครื่องมือวัดความเร็วลมและพลังงานแสงอาทิตย์ที่สามารถวัดทั้งความเร็วลมและพลังงานแสงอาทิตย์ได้ในกระเป๋าใบเดียวกันเพื่อความสะดวกสบายในการพกพาและใช้งาน มีการใช้งานที่ง่ายเพียงแค่เปิดกระเป๋าเครื่องมือออกมาและเสียบสายไฟต่อกับเครื่องมือวัดความเร็วลมและพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถใช้งานได้ตามต้องการโดยใช้การประจุไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่เพื่อใช้ในเวลากลางคืน มีบอร์ด Arduino UNO R3 สำหรับแปลงสัญญาณทางไฟฟ้าจากตัวตรวจจับ (Sensor) และบันทึกข้อมูลลงใน SD Card

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 2.1 เพื่อพัฒนาออกแบบและสร้างกระเป๋าเครื่องมือวัดความเร็วลมและพลังงานแสงอาทิตย์แบบพกพา
- 2.2 เพื่อใช้เก็บข้อมูลความเร็วลมและพลังงานแสงอาทิตย์
- 2.3 เพื่อหาประสิทธิภาพการวัดความเร็วลมและพลังงานแสงอาทิตย์

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

เนื้อหาในส่วนนี้จะอธิบายหลักการและทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการงานวิจัย ขั้นตอนการดำเนินงาน และวิธีการทดลอง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

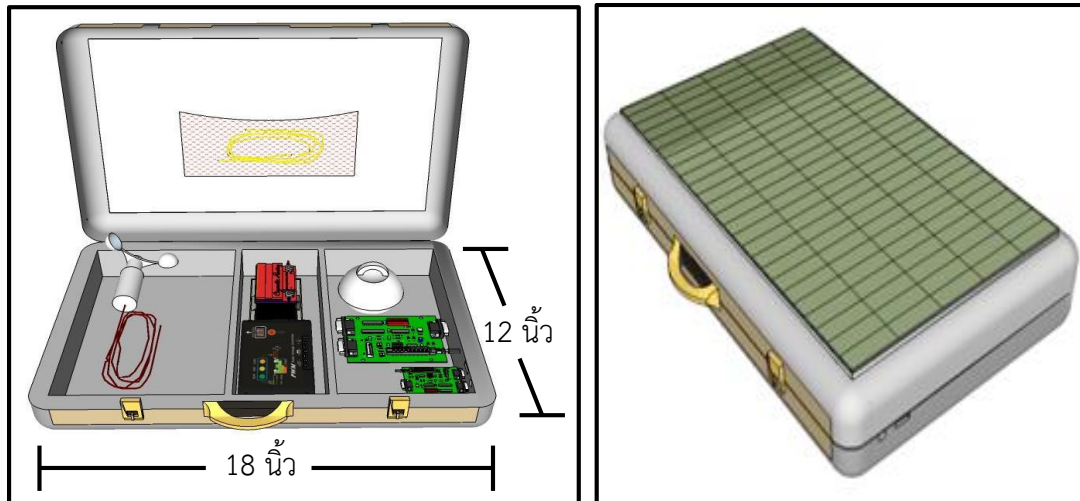
3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 บอร์ด Arduino UNO R3

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ใช้งาน บอร์ด Arduino UNO R3 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้สำหรับควบคุมหรืออ่านค่าต่าง ๆ จากตัวตรวจจับ โดยงานวิจัยนี้จะเลือกใช้รุ่น Arduino UNO ซึ่งมีจุดเด่น คือ มีราคาถูก มีช่องสัญญาณที่สามารถเสียบใช้งานง่าย ง่ายต่อการพัฒนา มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐานที่ไม่ซับซ้อน เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นพัฒนาโปรแกรม และที่สำคัญบอร์ดนี้มีลักษณะเป็นแบบ Open Hardware ทำให้ผู้พัฒนาสามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลากหลายด้าน

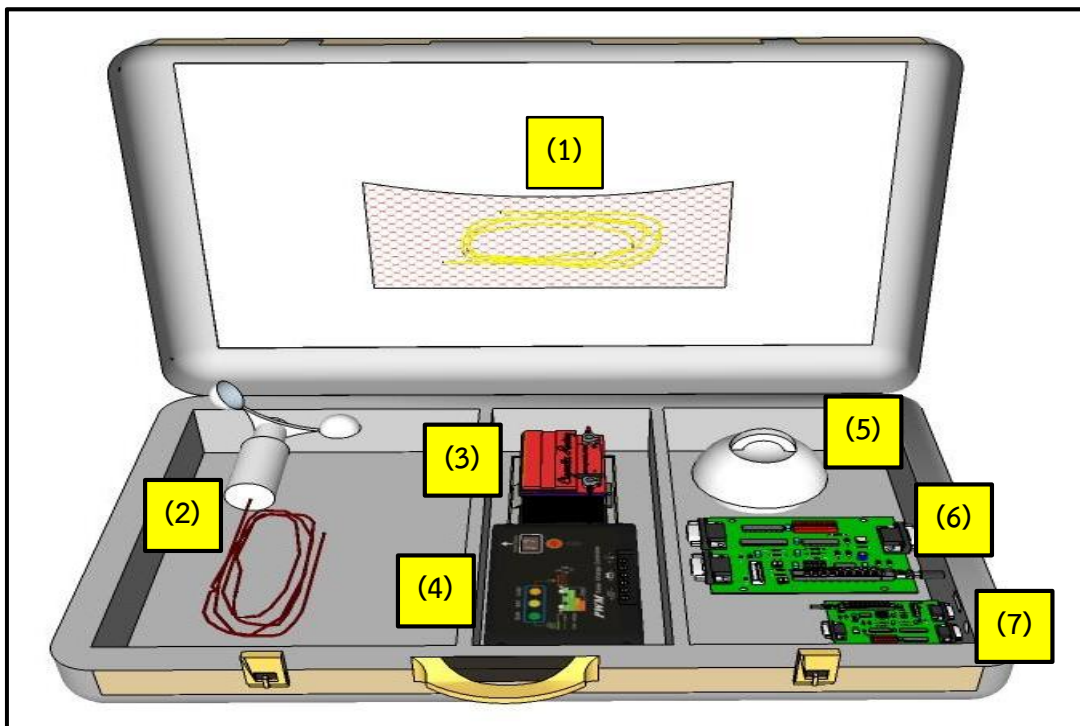
3.2 วิธีการออกแบบและสร้างกระเป๋าใส่เครื่องมือวัดแบบพกพา

ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและสร้างกระเป๋ใส่เครื่องมือวัดแบบพกพา มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ในภาพที่ 1 แสดงให้เห็นการออกแบบโครงสร้างกระเป๋ใส่แผงโซลาร์เซลล์ ประกอบด้วย ภาพ (a) เป็นการกำหนดขนาดกระเป๋ใส่เครื่องมือวัดแบบพกพาง่าย มีความหนา 18 นิ้ว มีความยาว 12 นิ้ว และมีความลึก 4 นิ้ว สามารถรับน้ำหนักได้ถึง 3 กิโลกรัม โครงสร้างภายนอกกระเป๋เป็นอลูมิเนียม มีขนาดกว้างพอเหมาะที่จะจัดเก็บและจัดระเบียบเครื่องมือวัด และสามารถแบ่งช่องในการใส่อุปกรณ์ที่เราจะนำมาใช้งานในกระเป๋ได้อย่างสะดวก ภาพที่ (b) การออกแบบโครงสร้างกระเป๋ให้สามารถยึดเก็บแผงโซลาร์เซลล์เมื่อใช้งานเสร็จ โดยใช้กาวอย่างดีเป็นตัวยึด ซึ่งคณะผู้วิจัยเลือกใช้แผงโซลาร์เซลล์ 30 วัตต์ จำนวน 1 แผง ขนาดประมาณ $57.6 \times 35.7 \times 2$ เซนติเมตร (กว้าง $\times$ ยาว $\times$ หนา) เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานและสะดวกต่อการพกพา และภาพ (c) เป็นการจัดวางอุปกรณ์ภายในกระเป๋ใส่เครื่องมือวัด ประกอบไปด้วย (1) สายตัวตรวจจับค่าแสง (2) ตัวตรวจจับค่าความเร็วลมขนาด 0.48 วัตต์ (3) แบตเตอรี่ 3 ลูก ขนาด 12 โวลต์ 7.5 แอมแปร์ (4) ตัวอัดประจุ (5) ตัวตรวจจับค่าแสงอาทิตย์ขนาด 0.48 วัตต์ (6) บอร์ด Arduino UNO R3 ขนาด 0.8 วัตต์ (7) โมดูล SD Card สำหรับบันทึกข้อมูลค่าความเร็วลมและพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้แผ่นอะคริลิกกันเป็นช่องใส่เครื่องมือจัดเรียงเป็นระเบียบเหมาะกับการนำไปใช้งานและป้องกันการลัดวงจร



(a)

(b)

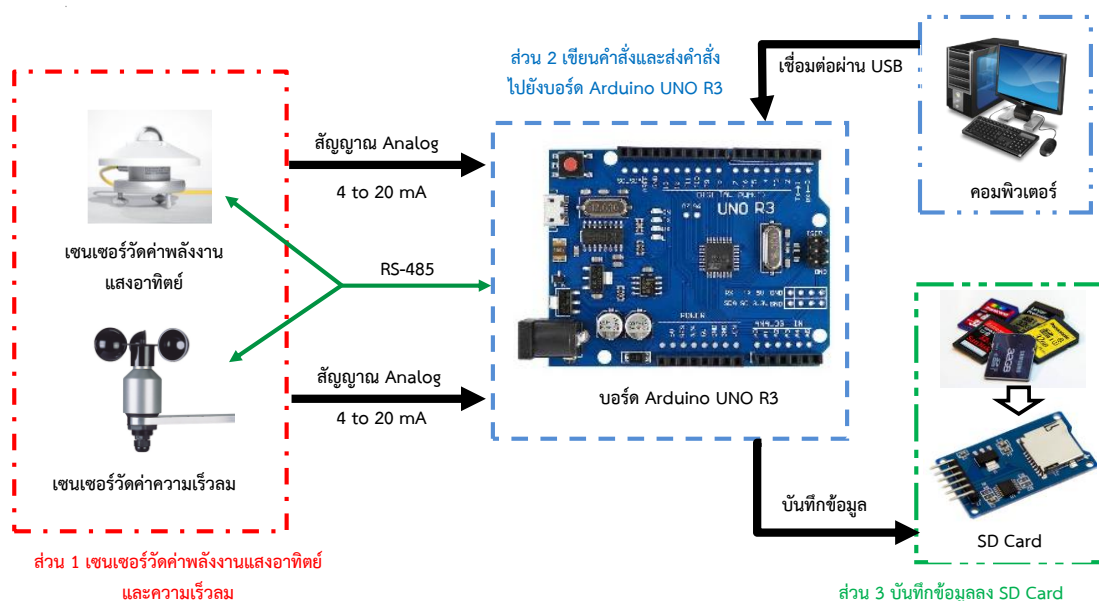


(c)

ภาพที่ 1 การออกแบบโครงสร้างกระเป๋าใส่แผงโซลาร์เซลล์

ภาพที่ 2 เป็นไดอะแกรมการทำงานเครื่องมือวัดความเข้มแสงอาทิตย์และความเร็วลม ประกอบด้วย ส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1) การวัดความเข้มแสงอาทิตย์และความเร็วลมเพื่อส่งสัญญาณแบบอนาล็อก ขนาด 4-20 มิลลิแอมป์ ผ่านสาย RS-485 ไปยังบอร์ด Arduino UNO R3 เพื่อแปลงค่าสัญญาณ ส่วนที่ 2) การเขียนคำสั่งและส่งคำสั่งไปยังบอร์ด Arduino UNO R3 โดยการเขียนโปรแกรมควบคุมบนคอมพิวเตอร์ผ่าน ทางโปรแกรม Arduino IDE เพื่อแปลงสัญญาณอนาล็อกในรูปกระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงให้เป็นสัญญาณ

ดิจิทัล และส่วนที่ 3) การบันทึกข้อมูลลง SD Card โดยให้ Arduino UNO R3 อ่านค่าจากเซนเซอร์แล้วนำมาเก็บลง SD Card เป็นฐานข้อมูล



ภาพที่ 2 ไดอะแกรมการทำงานของเครื่องมือวัดความเร็วลมและพลังงานแสงอาทิตย์

3.3 วิธีการออกแบบขนาดของแผงโซลาร์เซลล์และแบตเตอรี่

ในหัวข้อนี้เป็นการนำเสนอวิธีการคำนวณหาขนาดของแผงโซลาร์เซลล์และแบตเตอรี่เพื่อใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงสำหรับวงจรควบคุมการวัดความเร็วลมและพลังงานแสงอาทิตย์แบบพกพา ซึ่งมีรายละเอียดการคำนวณดังต่อไปนี้

3.3.1 การคำนวณขนาดของแผงโซลาร์เซลล์ [4-6]

การคำนวณขนาดของแผงโซลาร์เซลล์คำนวณได้จาก (ตัวอย่างดังสมการที่ (1))

$$\text{ขนาดของแผง} = \frac{P_{Total}}{5 \text{ ชั่วโมง}} \quad (1)$$

เมื่อ P_{Total} คือ ค่ากำลังไฟรวมของแบตเตอรี่ (วัตต์)

5 ชั่วโมง คือ ปริมาณแสงอาทิตย์ที่นำจะได้ใน 1 วัน

จากสมการที่ (1) จะสามารถหาขนาดของแผงโซลาร์เซลล์ที่ต้องใช้ในการดำเนินการวิจัย ในระยะเวลา 3 วัน คือ แผงโซลาร์เซลล์ขนาดประมาณ 30 วัตต์

3.3.2 การคำนวณหาขนาดของแบตเตอรี่

จากการคำนวณหาขนาดของแบตเตอรี่คำนวณได้จาก (ตัวอย่างดังสมการที่ (2))

$$Ah = \frac{P_{Total}}{V_{Battery} \times 0.6} \quad (2)$$

เมื่อ Ah คือ ความจุของแบตเตอรี่ในการบรรจพลังงาน (แอมแปร์ต่อชั่วโมง)

$V_{Battery}$ คือ แรงดันไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่ (โวลต์)

0.6 คือ เปอร์เซ็นต์การใช้งานกระแสไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่

จากสมการที่ (2) สามารถหาขนาดของแบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับการใช้งานในระยะเวลา 3 วัน คือ แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 7.5 แอมป์ต่อชั่วโมง จำนวน 3 ลูก

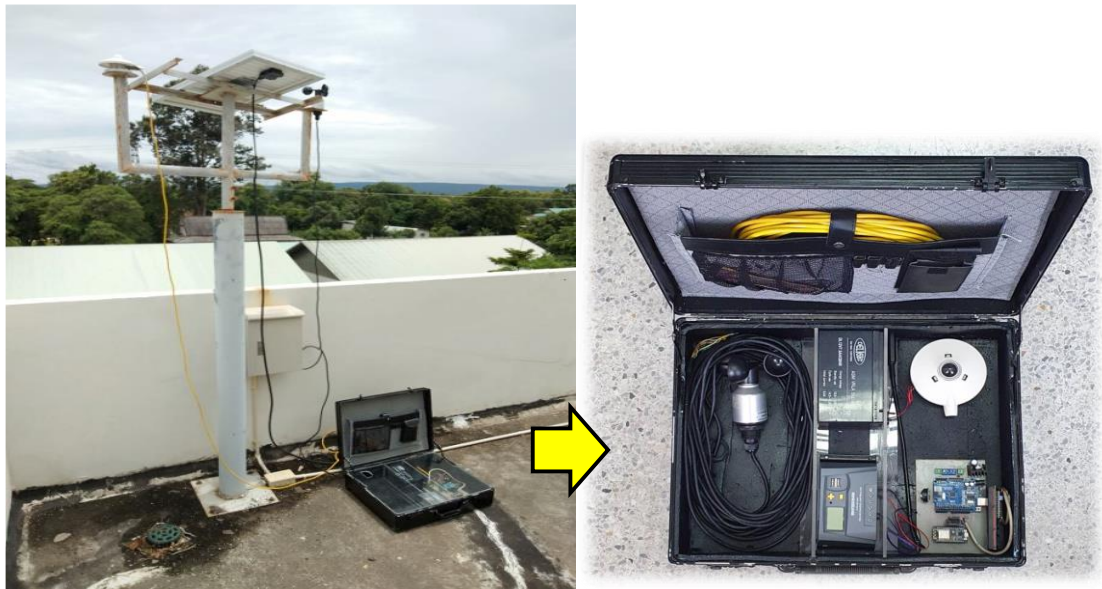
4. ผลการวิจัย

ในการวิจัย คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์และทดสอบเครื่องมือวัดความเร็วลมและพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นในเขตพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทราที่ละติจูด 13.787409 ($13^{\circ} 47' 1.0052''$) และลองจิจูด 101.235968 ($101^{\circ} 14' 1.0113''$) โดยเริ่มจากการติดตั้งชุดบอร์ด Arduino เชื่อมต่อกับชุดตัวตรวจจับค่าความเร็วลมและพลังงานแสงอาทิตย์ และติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 30 วัตต์ ต่อเข้ากับเครื่องอัดประจุและแบตเตอรี่ขนาดแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 7.5 แอมป์ต่อชั่วโมง จำนวน 3 ลูก ที่ต่อแบบขนานกัน เพื่อใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงเข้าระบบควบคุมการทำงานของบอร์ด Arduino เพื่อทำการหาประสิทธิภาพในการวัดความเร็วลมและพลังงานแสงอาทิตย์ของแต่ละวันดังแสดงในภาพที่ 3 จากนั้นทำการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดความเร็วลมและพลังงานแสงอาทิตย์ โดยเริ่มดำเนินการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 8:00 น. จนถึงเวลา 17:00 น. ลงใน SD Card ที่มีความจุ 32 GB ทุก ๆ 30 วินาที เป็นเวลา 3 วัน

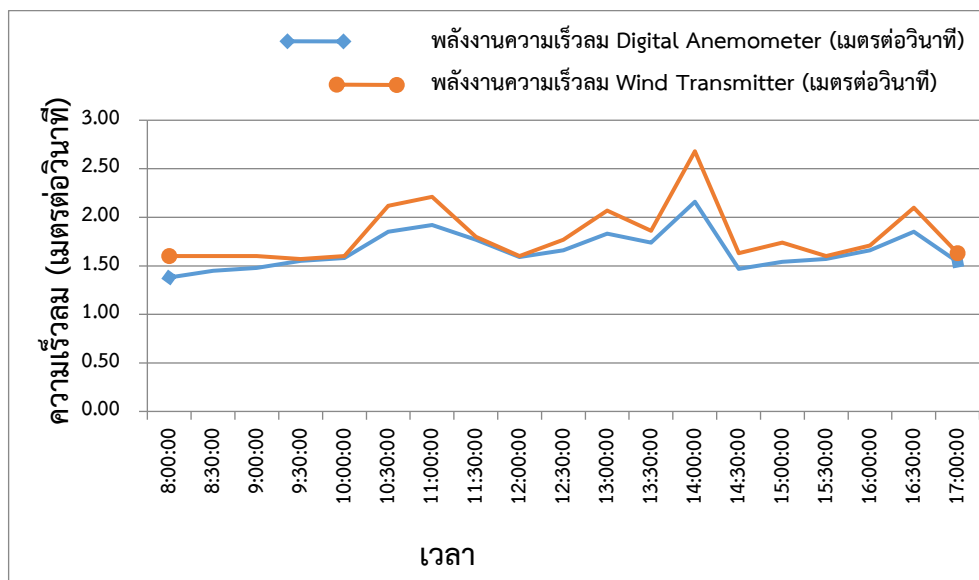
จากผลการทดลองวัดค่าความเร็วลมในแต่ละวันเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นโดยใช้ Wind Transmitter กับเครื่องมือวัดความเร็วลม Digital Anemometer ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในท้องตลาด พบว่า เครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นโดยใช้ Wind Transmitter มีค่าความเร็วลมสูงสุดอยู่ที่ 2.70, 2.96 และ 2.58 เมตรต่อวินาที ส่วนเครื่องมือวัดความเร็วลม Digital Anemometer มีค่าความเร็วลมสูงสุดอยู่ที่ 2.15, 1.98 และ 2.44 เมตรต่อวินาที และเครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นโดยใช้ Wind Transmitter มีค่าความเร็วลมต่ำสุดอยู่ที่ 1.58, 1.57 และ 1.55 เมตรต่อวินาที ส่วนเครื่องมือวัดความเร็วลม Digital Anemometer มีค่าความเร็วลมต่ำสุดอยู่ที่ 1.37, 1.25 และ 1.28 เมตรต่อวินาที โดยเครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นมีค่าความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ที่ 1.84, 1.86 และ 1.99 เมตรต่อวินาที และมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ 0.12, 0.19 และ 0.11 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าความเร็วลมมีเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ดังภาพที่ 4, 5 และ 6

จากผลการทดลองวัดค่าพลังงานแสงอาทิตย์ในแต่ละวันเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นโดยใช้ Pyranometer กับเครื่องมือวัด Tenmars TM-750 ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในท้องตลาด พบว่า เครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นโดยใช้ Pyranometer มีค่าพลังงานงานที่เกิดจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์สูงสุดอยู่ที่ 1821.42, 414.79 และ 1,402.15 วัตต์ต่อตารางเมตร ส่วนเครื่องมือวัด Tenmars TM-750 มีค่าพลังงานงานที่เกิดจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์สูงสุดอยู่ที่ 1640.37, 396.95 และ 1,151.43 วัตต์ต่อตารางเมตร และเครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นโดยใช้ Pyranometer มีค่าพลังงานงานที่เกิดจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ต่ำสุดอยู่ที่ 351.45, 352.07 และ 350.96 วัตต์ต่อตารางเมตร ส่วนเครื่องมือวัด Tenmars TM-750 มีค่าพลังงานงานที่เกิดจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ต่ำสุดอยู่ที่ 281.13, 300.04 และ 323.77 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยเครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นมีค่าพลังงานงานที่เกิดจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์เฉลี่ยอยู่ที่ 894.88, 385.02

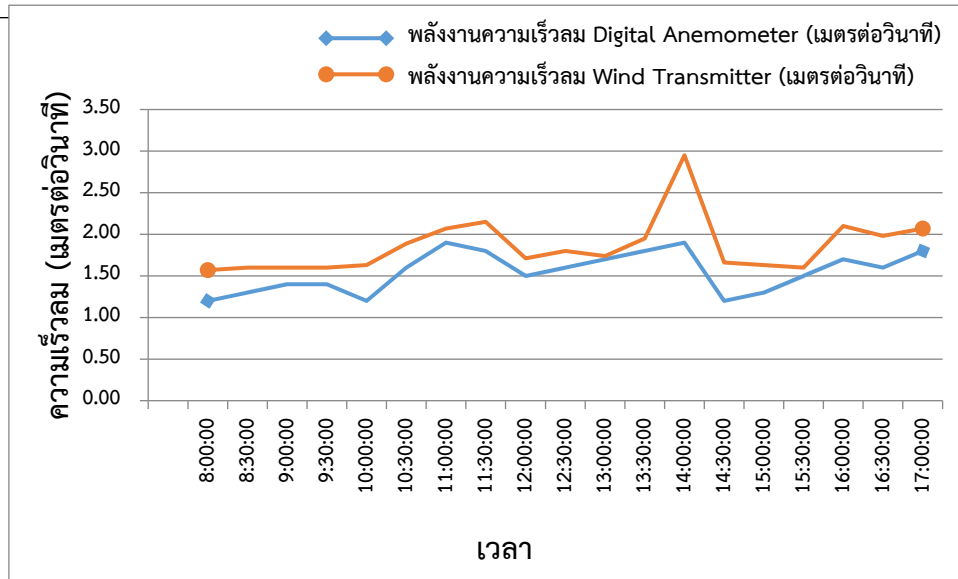
และ 922.50 วัตต์ต่อตารางเมตร และมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ 0.11, 0.08 และ 0.18 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าพลังงานงานที่เกิดจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์มีเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาจากการบังเงาของเมฆ ดังภาพที่ 7, 8 และ 9



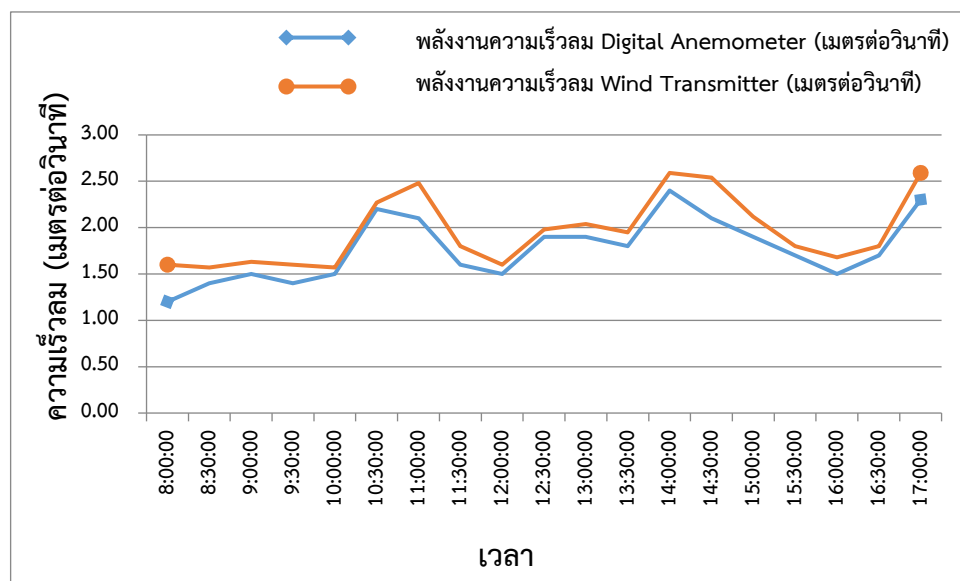
ภาพที่ 3 การดำเนินการติดตั้งและทดสอบเครื่องวัด



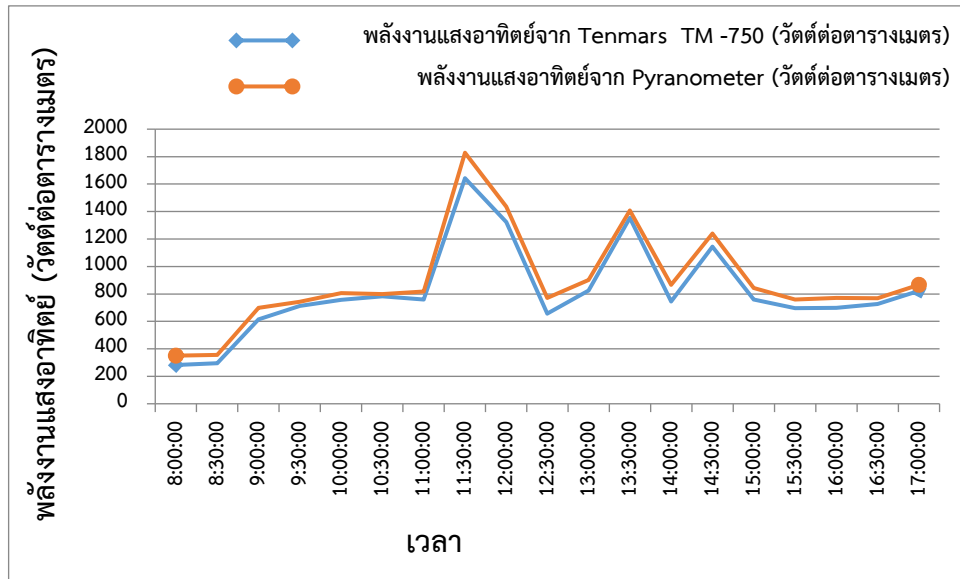
ภาพที่ 4 ความเร็วลมจาก Wind Transmitter เปรียบเทียบกับ Digital Anemometer ของวันที่ 6 เมษายน 2565



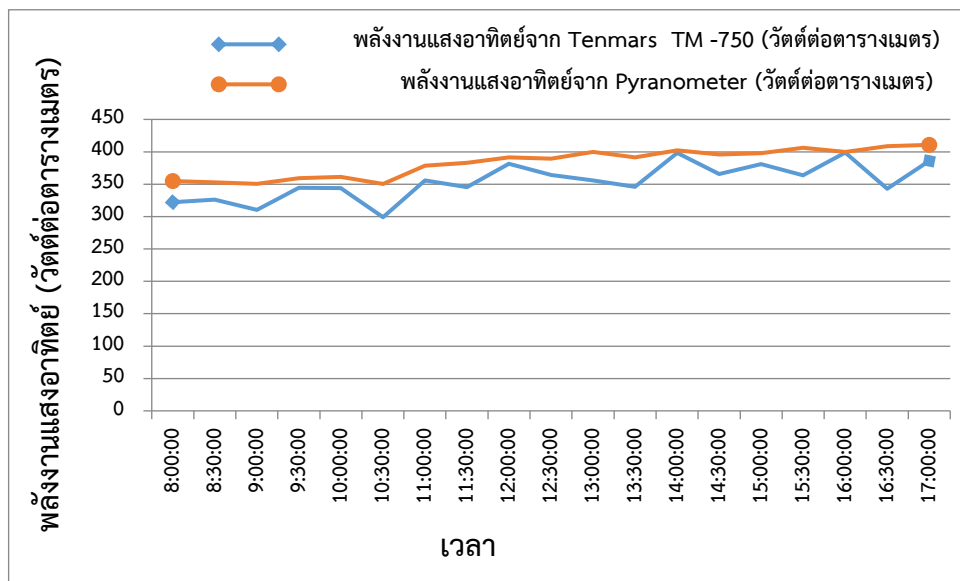
ภาพที่ 5 ความเร็วลมจาก Wind Transmitter เปรียบเทียบกับ Digital Anemometer ของวันที่ 7 เมษายน 2565



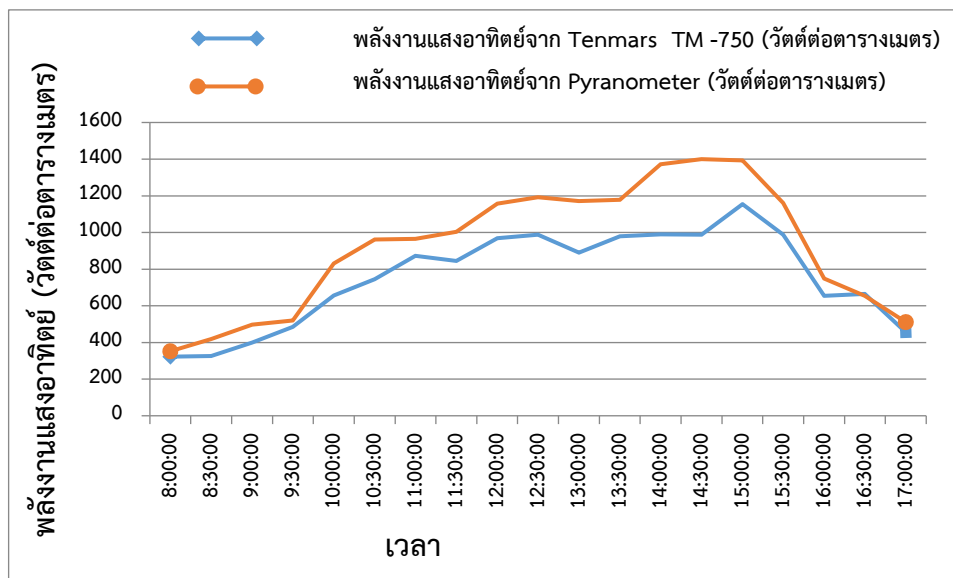
ภาพที่ 6 ความเร็วลมจาก Wind Transmitter เปรียบเทียบกับ Digital Anemometer ของวันที่ 8 เมษายน 2565



ภาพที่ 7 พลังงานแสงอาทิตย์จาก Tenmars TM-750 เปรียบเทียบกับ Pyranometer ของวันที่ 6 เมษายน 2565



ภาพที่ 8 พลังงานแสงอาทิตย์จาก Tenmars TM-750 เปรียบเทียบกับ Pyranometer ของวันที่ 7 เมษายน 2565



ภาพที่ 9 พลังงานแสงอาทิตย์จาก Tenmars TM-750 เปรียบเทียบกับ Pyranometer ของวันที่ 8 เมษายน 2565

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

จากผลการศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องมือวัดความเร็วลมและพลังงานแสงอาทิตย์แบบพกพา เครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นสามารถวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานกับเครื่องมือวัดทั่วไป การใช้บอร์ด Arduino UNO R3 เป็นตัวแปลงสัญญาณทางไฟฟ้า 4-20 มิลลิแอมป์ที่ส่งมาจากตัวตรวจจับค่าความเร็วลม Wind Transmitter และตัวตรวจจับค่าพลังงานแสงอาทิตย์ Pyranometer พบว่า ข้อมูลที่ได้มีความใกล้เคียงกับเครื่องมือวัดทั่วไป มีค่าความผิดพลาดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งเครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นนี้มีข้อดี คือ สามารถบันทึกข้อมูลลงใน SD Card และสามารถเพิ่มความจุ SD Card ได้ มีความสะดวกต่อการพกพา สามารถใช้งานได้นานเนื่องจากการใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งจ่ายพลังงาน สามารถวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้นานถึง 3 วัน ในกรณีที่ไม่มีแสงแดดหรือใช้แบตเตอรี่เพียงอย่างเดียว

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กิตติศักดิ์ ดีพันธ์. (2551). การพัฒนาชุดเครื่องมือวัดความเร็วลม ที่ระดับความสูง 10-15 เมตร พร้อมประมวลผลผ่านทางอินเทอร์เน็ตและเก็บข้อมูลผ่าน USB flash drive. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- [2] โซลาร์ (ไทยแลนด์). (2559) “คอนโทรลชาร์จเจอร์”. [ออนไลน์], แหล่งที่มา: <https://solar-thailand.com/TH/index.asp> สืบค้นเมื่อ 19 เมษายน 2565.
- [3] ดอนสัน ปงผาบ. (2550). ไมโครคอนโทรลเลอร์ (PIC) และการประยุกต์ใช้งาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

-
- [4] แบตเตอรี่มีตรภาพ. (2565). “แบตเตอรี่ สำหรับเก็บพลังงานแสงอาทิตย์ โซลาร์เซลล์ (Solar Cell)”. [ออนไลน์], แหล่งที่มา: <https://batterymittapap.com/> สืบค้นเมื่อ 19 เมษายน 2565.
- [5] สิทธิโชค พรหมน้ำฉ่ำ, กิตติ นวลพลับ, บุญยัง ปลั่งกลาง และสมชาย เปียนสูงเนิน. (2565). “ระบบวัด และแสดงผลพลังงานที่ได้จากดวงอาทิตย์”. [ออนไลน์], แหล่งที่มา: <http://www.repository.rmutt.ac.th/dspace/bitstream/123456789/1441/1/Y.05%20Vol.10%20%20p.87-92%202550.pdf> สืบค้นเมื่อ 19 เมษายน 2565.
- [6] ENERGY NEXT. (2565). “วิธีการคำนวณและออกแบบระบบโซลาร์เซลล์ สูตรคำนวณแบตเตอรี่”. [ออนไลน์], แหล่งที่มา: <https://energynext.co.th/> สืบค้นเมื่อ 19 เมษายน 2565.