

การพัฒนาเรือพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อตรวจวัดคุณภาพน้ำ*

Development of solar powered boats for water quality monitoring

ปิยนุช ใจแก้ว^{1*} สุธิดา ทีปรัชพันธ์²

¹ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร

²ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Piyanuch Jaikaw^{1*} Suthida Theeparaksapan²

Civil and Environmental Engineering, Faculty of Science and Engineering, Province Campus
Kasetsart University, Sakon Nakhon 47000, Thailand

²Department of Civil and Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Srinakharinwirot
University, Nakorn Nayok 26120, Thailand

*Corresponding author Email: Piyanuch.jai@ku.th

(Received: May 19, 2019; Accepted: August 20, 2019)

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาาระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้เรือที่ใช้พลังงานทดแทน เรือต้นแบบพลังงานแสงอาทิตย์ได้รับการออกแบบและใช้งานสำหรับการตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยการวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของตัวอย่างน้ำในแหล่งน้ำ ข้อมูลถูกเก็บรวบรวมโดยเซ็นเซอร์ชนิดต่างๆเช่น pH อุณหภูมิ ของแข็งที่ละลาย และปริมาณออกซิเจนในน้ำ ทั้งหมดถูกเก็บรวบรวมไว้ในระดับความลึกที่แตกต่างกันของน้ำ เรือพลังงานแสงอาทิตย์นี้มีน้ำหนักทั้งหมดประมาณ 8 กิโลกรัม ความเร็วสูงสุด 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แผงเซลล์แสงอาทิตย์บนเรือสามารถสร้างกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 54.24 วัตต์ หลักการทำงานสูงสุดที่ 10 ซม. ระบบดังกล่าวมีข้อดี เช่น การปล่อยคาร์บอนต่ำ การใช้พลังงานต่ำ มีความยืดหยุ่นในการปรับใช้งาน

คำสำคัญ: เรือพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานทดแทน การตรวจสอบคุณภาพน้ำ เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ABSTRACT

This paper presents the development of a water quality monitoring system using boats powered by renewable energy. To monitor the quality of water by measuring various parameters for a water sample in water resources, a prototype boat using powered by solar cell was designed and implemented. Data collected by various sensors such as pH, temperature, total dissolved solids, and oxygen density was collected in different depth of water. The solar-powered boat's weight around 8 kg. The average speed on the water surface was 5-10 km/hr. The solar panels on the boat can create

* บทความนี้ได้ถูกนำเสนอบางส่วนในการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 23

electricity as around 54.24 Wh. The principle of maximum work was around 10 hr. Our system has advantages such as low carbon emission, low power consumption, more flexible to deploy.

Keyword: Solar powered boats, Renewable energy, Water quality monitoring, Environmental friendly

1. บทนำ

น้ำเป็นทรัพยากรที่มีค่าและมีความสำคัญที่สุดอย่างหนึ่งของโลก น้ำเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับชีวิตทุกชีวิต ไม่ว่าจะเป็นพืช สัตว์ และมนุษย์ โดยเฉพาะมนุษย์ที่ได้มีการนำน้ำมาใช้ อุปโภค บริโภค การเกษตร อุตสาหกรรม กระประมง และการคมนาคม [1] ปัจจุบันปัญหาน้ำเสียกำลังเป็นปัญหาใหญ่ที่เพิ่มมากขึ้นตามอัตราการขยายตัวของชุมชน โดยน้ำเสียจะถูกระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ หากไม่ได้รับการจัดการที่เหมาะสมจะส่งผลถึงแหล่งน้ำธรรมชาติเกิดการเน่าเสีย และเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตต่างๆ การตรวจสอบคุณภาพน้ำและการเก็บตัวอย่างน้ำให้ถูกต้องและได้ประสิทธิภาพมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ในการเก็บตัวอย่างน้ำ ถ้าสามารถปฏิบัติงาน ณ จุดเก็บตัวอย่างน้ำได้อย่างปลอดภัย (มือเอี่ยมถึง) ให้ทำการตรวจวัด ณ จุดเก็บตัวอย่างได้เลย แต่บางพื้นที่ไม่สามารถเก็บตัวอย่างน้ำได้อย่างปลอดภัย และการตรวจสอบคุณภาพน้ำ ต้องเสียเวลาในการเก็บตัวอย่างและเกิดผลกระทบต่อเจ้าหน้าที่เก็บตัวอย่างน้ำอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุระหว่างการปฏิบัติหน้าที่ ซึ่งจะให้เกิดการสูญเสียตามมาที่เป็นอันตรายทั้งทางตรงและทางอ้อมที่จะเกิดขึ้นในปัจจุบัน งานวิจัยนี้ได้นำแนวคิดการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ มาออกแบบใช้กับเครื่องตรวจสอบคุณภาพน้ำ [2-3] ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งในการลดการใช้พลังงาน พร้อมทั้งช่วยส่งเสริมให้เกิดการนำพลังงานทดแทนที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้ร่วมกับอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่มีอยู่แล้ว และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บและตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยเทคโนโลยีที่มีอยู่ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

วัตถุประสงค์ของการศึกษา เพื่อสร้างเรือเป็นต้นแบบพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับตรวจสอบคุณภาพน้ำ เพื่อเพิ่มความสะดวกรวดเร็วและลดความเสี่ยงที่ของเจ้าหน้าที่ในการออกปฏิบัติงานเก็บตัวอย่างน้ำในแหล่งน้ำขนาดใหญ่

โดยการสร้างระบบควบคุมการเก็บตัวอย่างน้ำตามจุดที่กำหนดแบบบังคับวิทยุ ให้มีความคลาดเคลื่อนของจุดที่กำหนดน้อยที่สุด สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วบนผิวน้ำไม่น้อยกว่า 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และสามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางบนผิวน้ำที่อยู่นิ่งได้ เรือเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำผิวดิน ภายในเรือติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพน้ำ และเมื่อเสร็จสิ้นภารกิจแล้วสามารถนำค่าข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบและวิเคราะห์ได้

2. วิธีการดำเนินงาน

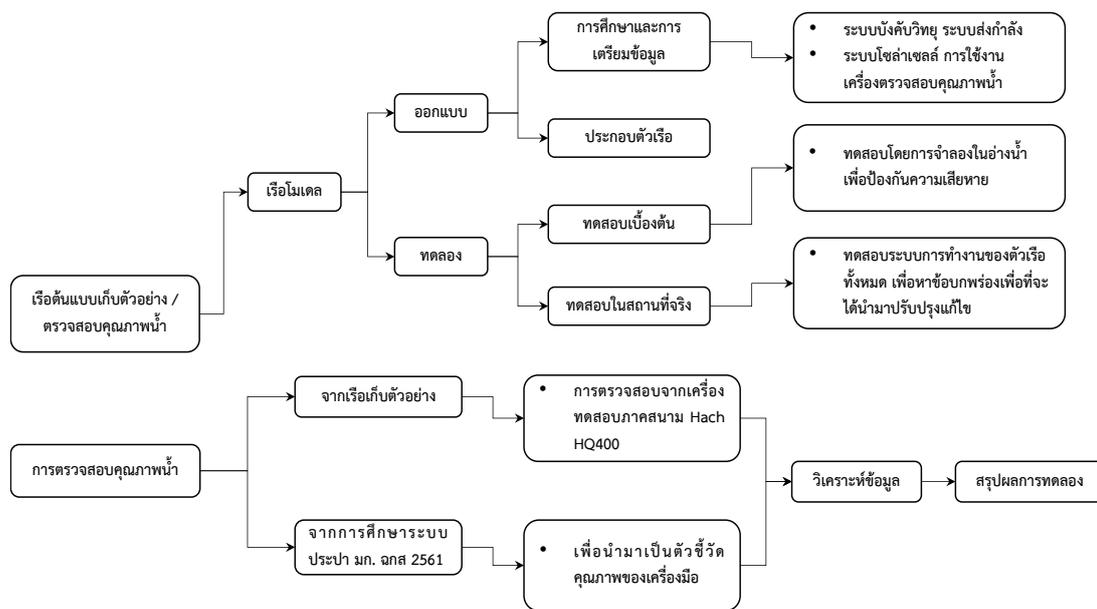
ขั้นตอนการดำเนินงานของเรือต้นแบบเก็บตัวอย่างน้ำและตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยพลังงานแสงอาทิตย์ แสดงไว้ดังรูปที่ 1 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 เก็บรวบรวมข้อมูลและศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

รวบรวมข้อมูลเพื่อหาแนวคิดในการออกแบบและคาดการณ์ปริมาณวัสดุที่จะต้องใช้ในการสร้างชิ้นงาน พร้อมทั้งศึกษาการหาเครื่องตรวจสอบคุณภาพน้ำที่เหมาะสม และวิธีการใช้งาน ศึกษากระบวนการเคลื่อนที่ ระบบส่งกำลัง และวัสดุสำหรับการสร้างชิ้นงาน จากนั้นทดลองประกอบชิ้นงาน และทดสอบการใช้งานในเบื้องต้น เพื่อลดความเสี่ยงการเสียหายของอุปกรณ์ หลังจากทดสอบในห้องปฏิบัติการจนมั่นใจ จึงนำอุปกรณ์ทดสอบในสถานที่จริงเพื่อศึกษาคุณภาพน้ำต่อไป

2.2 การเก็บตัวอย่างน้ำและเครื่องวัดคุณภาพน้ำ

การการสำรวจจุดเก็บตัวอย่างน้ำ สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำ โดยใช้เครื่องมือวัดพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS) สำหรับการตรวจสอบคุณภาพน้ำ ใช้เครื่องมือทดสอบคุณภาพน้ำ (Water Quality Tester) รุ่นพกพา (Hach รุ่น HQ40D) สามารถวัดได้ 6 พารามิเตอร์ในการจุ่มครั้งเดียว พารามิเตอร์ที่ตรวจวัด ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

อุณหภูมิ (temperature) ค่านำไฟฟ้า (electrical conductivity: EC) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Total dissolved solids: TDS) ความเค็ม (Salinity) ค่าของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำอยู่ในน้ำ (DO) เครื่องมือมีประวัติการสอบเทียบและตั้งค่าวิธีการเพื่อลดข้อผิดพลาดจากบริษัทผู้ผลิต [4-5] เครื่องจะทำการบันทึกค่าภาคสนามไว้ให้ผู้ใช้สามารถดึงข้อมูลมาวิเคราะห์ผลคุณภาพน้ำได้ในภายหลัง

2.3 การออกแบบระบบพลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานหมุนเวียน ที่เกิดจากแสงและพลังงานที่เกิดจากความร้อน มีการนำรูปแบบการนำพลังงานของแสงอาทิตย์มาใช้แบบอย่างกว้างขึ้นอยู่กับวิธีการในการจับพลังงานแสง และการแปรรูปให้เป็นพลังงาน ในทางทฤษฎีพื้นแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นโลกเรามีค่ามหาศาลบนพื้นที่ 1 ตารางเมตร ได้พลังงานประมาณ 1,000 วัตต์ หรือเฉลี่ย 4-5 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อวัน (Wh/m²/day) ถ้าเซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานร้อยละ 15 ของปริมาณแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบ นั้นแสดงว่าเซลล์แสงอาทิตย์พื้นที่ 1 ตารางเมตร จะสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 150 วัตต์ หรือเฉลี่ย 600-750 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อวัน

(Wh/m²/day) งานวิจัยนี้มีแนวคิดในการออกแบบ คือ การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์ พลังงานแสงที่ได้จะถูกแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์ในการเก็บตัวอย่างน้ำลงบ่อทดสอบ และการสูบน้ำเก็บไว้ในภาชนะและสั่งเครื่องตรวจสอบคุณภาพน้ำดังรูปที่ 2

การคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการใช้ทั้งหมด เนื่องจากระบบถูกออกแบบให้ต้องสามารถทำงานได้ไม่น้อยกว่า 10 ชั่วโมงต่อวัน และปั้มน้ำสามารถทำงานได้ไม่น้อยกว่า 5 ชั่วโมงต่อวัน ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการสามารถหาได้จาก สมการที่ (1) ซึ่งสามารถคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการใช้ทั้งหมดเท่ากับ 468 วัตต์-ชั่วโมง (Wh)

$$E_{el} = P \times t \quad (1)$$

การหาขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อใช้ในการรับพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2) จากการคำนวณจะได้ขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต้องการเท่ากับ 8 วัตต์ แต่เนื่องจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในท้องตลาดนั้น มีขนาดปริมาณไฟฟ้าต่อแผงขึ้นอยู่กับ

ทางผู้ผลิตแตกต่างกันไป ทางผู้ออกแบบจึงเลือกใช้แผงขนาด 10 วัตต์

$$P_{peak} = EeI_{STC} / Eg_{lobQ} \quad (2)$$

การหาขนาดของแบตเตอรี่ที่เหมาะสมของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด เลือกใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ และสามารถหาความจุของแบตเตอรี่ที่เหมาะสมได้จากสมการที่ (3) พบว่า แบตเตอรี่ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่จ่ายได้ใน 1 ชั่วโมง เท่ากับ 120 Ah

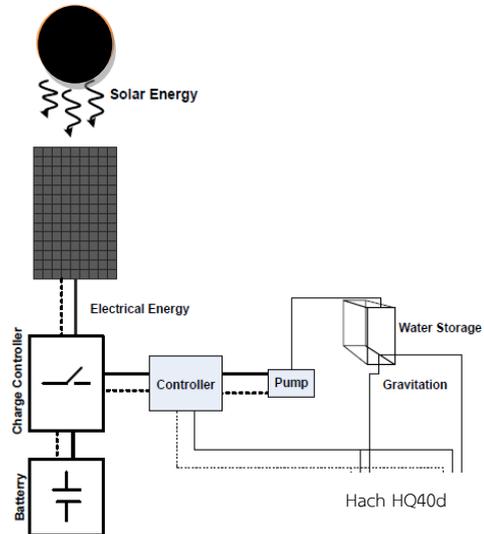
$$CB = (10) P_{peak} \quad (3)$$

การหาขนาดของเครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่คำนึงถึงกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับ การต่อขนานและต่ออนุกรมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่เลือกใช้สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (4)

$$AB = PPV / VDC \quad (4)$$

ขนาดของกระแสไฟฟ้าของเครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่มีค่าเท่ากับ 10 แอมแปร์ ดังนั้นจึงเลือกเครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่ขนาด 10 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้าปกติขนาด 12 โวลต์ เครื่องควบคุมนี้สามารถเลือกใช้แหล่งจ่ายได้สองชนิด คือสามารถเลือกได้ทั้งแหล่งจ่ายจากไฟฟ้า 220 โวลต์ และแหล่งจ่ายจากพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้สวิทช์สำหรับการควบคุมกระแสไฟฟ้า (supply selector switch) การทำงานของเครื่องจะแบ่งเป็นสองส่วนคือ ส่วนที่หนึ่ง ควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำเพื่อสูบน้ำขึ้นไปยังถังเก็บน้ำเพื่อส่งต่อไปยังเครื่องตรวจสอบคุณภาพน้ำ โดยใช้แรงโน้มถ่วงของโลก ระดับน้ำภายในถังถูกควบคุมด้วยลิมิตสวิทช์ เมื่อระดับน้ำขึ้นสูงสุด (upper limit switch) และเมื่อระดับน้ำถึงจุดต่ำสุด (lower limit switch) ลิมิตสวิทช์สองชุดนี้จะสั่งงานไปยังเครื่องสูบน้ำให้ทำงาน หรือหยุดทำงาน ส่วนที่สอง ควบคุมการทำงานของเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำให้ทำงานสลับกัน โดยใช้ชุดควบคุมเวลา (timer controller) ซึ่ง

สามารถตั้งค่าให้ทำงานสลับกันได้ ตั้งแต่ 0 - 180 นาที ในชุดควบคุมมีไฟแสดงสถานะการทำงานของแต่ละระบบ



รูปที่ 2 องค์ประกอบของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ของเครื่องเก็บตัวอย่างน้ำและตรวจสอบคุณภาพน้ำโดย

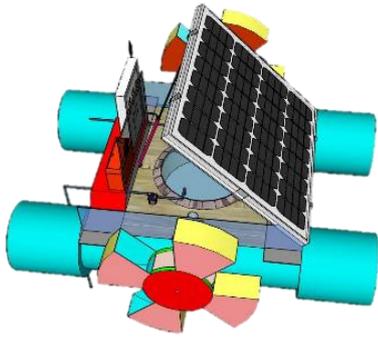
2.4 การออกแบบแรงลอยตัว

การออกแบบตัวเรือได้คำนึงถึงแรงลอยตัวเริ่มจากการคานน้ำหนักสุทธิของตัวเรือและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อนำมาคำนวณหาขนาดของทุ่นลอย จากสมการที่ (5) และทำการบวกน้ำหนักเพิ่มเข้าไปร้อยละ 20 - 25 เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการออกแบบ

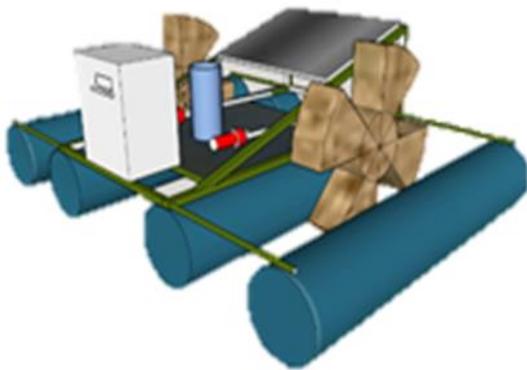
$$F_B = \rho V g \quad (5)$$

2.5 การสร้างเรือต้นแบบ

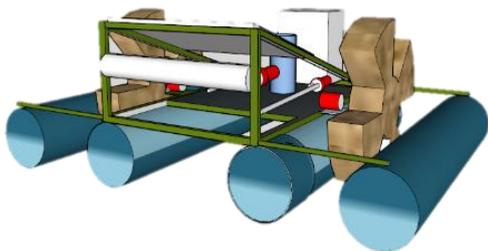
อุปกรณ์ที่สำคัญในการสร้างเรือต้นแบบประกอบด้วยภาชนะเก็บน้ำ (Water Tank) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 10 วัตต์ เครื่องควบคุมการประจุ (Charge Controller) แบตเตอรี่ ปั๊มน้ำกระแสตรงขนาด 12 โวลต์ สวิตช์วัดระดับน้ำ (Water level switch) วิทยุบังคับส่งสัญญาณระยะไกล และเครื่องมือทดสอบคุณภาพน้ำ รูปแบบของเรือต้นแบบมีลักษณะดังรูปที่ 3 รูปที่ 4 และรูปที่ 5



รูปที่ 3 เรือต้นแบบชุดที่ 1 (กว้าง 0.3 x ยาว 0.5 ม.)



รูปที่ 4 เรือต้นแบบชุดที่ 2 (กว้าง 0.35 x ยาว 0.5 ม.)



รูปที่ 5 เรือต้นแบบชุดที่ 3 (กว้าง 0.65 x ยาว 0.5 ม.)

3. ผลการทดสอบ

3.1 การทดสอบแรงลอยตัวและความเร็วบนผิวน้ำ

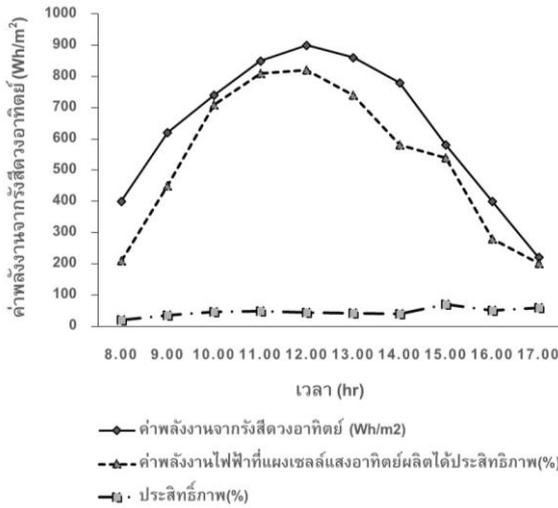
จากการทดสอบเพื่อตรวจสอบการลอยตัวและความเร็วบนผิวน้ำผลการทดสอบพบว่า เรือต้นแบบชุดที่ 1-3 มีน้ำหนักของเรือเท่ากับ 6.7 9.3 และ 8.0 กิโลกรัมตามลำดับ ค่าความเร็วบนผิวน้ำเท่ากับ 8.0 5.4 และ 10.0

กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ จากการทดสอบเปรียบเทียบค่าน้ำหนักของเรือต้นแบบและความเร็วบนผิวน้ำ เรือต้นแบบชุดที่ 3 มีการลอยตัวและความเร็วบนผิวน้ำมากที่สุด เป็นรูปแบบที่เหมาะสมและสมดุลในการทดสอบ จากการประเมินราคาของวัสดุอุปกรณ์ที่นำมาสร้างเรือต้นแบบราคาอยู่ที่ประมาณ 5,500 - 8,500 บาท ไม่รวมราคาเครื่องมือทดสอบคุณภาพน้ำ ขนาดของเรือต้นแบบขนาดกว้าง 6.5 ยาว 5.0 เมตร เพื่อให้สะดวกในพื้นที่จำกัดของระบบบำบัดในปัจจุบัน

3.2 การทดสอบความสัมพันธ์การผลิตพลังงานจากรังสีอาทิตย์และแผงเซลล์แสงอาทิตย์

จากการวิเคราะห์ขณะที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อจ่ายให้มอเตอร์และปั้มน้ำโดยผ่านชุดควบคุม ความสัมพันธ์การผลิตพลังงานจากรังสีอาทิตย์และแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในช่วงเวลาที่ทำการทดสอบ ตั้งแต่เวลา 8.00 น. ถึง 17.00 น. พบว่า ค่าพลังงานที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้จะแปรผันตามกับค่าพลังงานจากรังสีอาทิตย์ โดยช่วงเวลา 8.00 น. ถึง 9.00 น. ค่าพลังงานจากรังสีอาทิตย์มีค่า 401.56 วัตต์-ชั่วโมงต่อตารางเมตร จากนั้นค่าพลังงานจากรังสีอาทิตย์เพิ่มมากขึ้น จนมีค่าสูงสุด 919.45 วัตต์-ชั่วโมงต่อตารางเมตร ที่ช่วงเวลา 11.00 น. ถึง 12.00 น. และเริ่มลดลงเรื่อยๆ จนถึงช่วงเวลา 17.00 น. ซึ่งสิ้นสุดการทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 6 ในขณะเดียวกันค่าพลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้จะแปรผันตามกับค่าพลังงานจากรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จากผลการทดสอบตั้งแต่ 8.00 น. ถึง 17.00 น. พบว่า พลังงานจากรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบแผงเซลล์แสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดช่วงการทดสอบเท่ากับ 644.31 วัตต์-ชั่วโมงต่อตารางเมตร พลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้เฉลี่ยตลอดช่วงการทดสอบเท่ากับ 54.24 วัตต์-ชั่วโมง ประสิทธิภาพรวมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในการแปลงพลังงานจากรังสี

อาทิตย์มาจ่ายให้กับมอเตอร์และปั้มน้ำตลอดช่วงการเก็บข้อมูล มีค่าเท่ากับร้อยละ 8.42

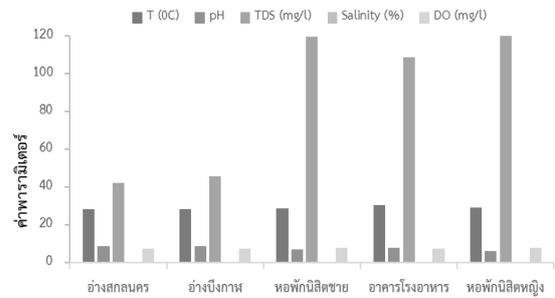


รูปที่ 6 ค่าการผลิตพลังงานจากค่ารังสีอาทิตย์และค่าพลังงานไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

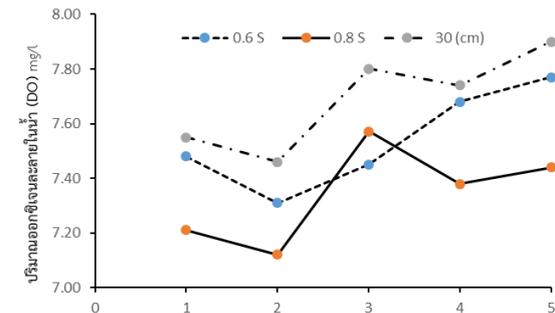
3.3 การทดสอบคุณภาพน้ำ

จากการการเก็บตัวอย่างน้ำและตรวจวัดคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำทั้ง 5 แห่ง (อ่างสกลนคร อ่างบึงกาฬ หอพักนิสิตชาย อาคารโรงอาหาร และหอพักนิสิตหญิง) โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำในแต่ละจุด 5 ครั้ง ในแต่ละพื้นที่ศึกษา ผลการทดสอบแสดงดังรูปที่ 7 พบว่าค่าอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 28 - 30 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เฉลี่ย 7.8 ± 1.0 ปริมาณของของแข็งที่แขวนลอย (TDS) เฉลี่ย 118.5 ± 7.7 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) เฉลี่ย 7.69 ± 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 5-9 ของมาตรฐานน้ำผิวดิน ค่าปริมาณของของแข็งที่แขวนลอย (TDS) มีค่าไม่เกิน 500 mg/l อยู่ใน

เกณฑ์มาตรฐาน TDS สำหรับค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) มีค่าเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินต้องไม่น้อยกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน



รูปที่ 7 ค่าตรวจสอบคุณภาพน้ำในพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 8 ค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) ที่ระยะความลึก 0.6(S) 0.8(S) และ 30 เซนติเมตร

การทดสอบได้ทดสอบค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร ผู้ทดสอบจึงทำการทดสอบที่ระยะความลึกที่แตกต่างกัน เป็น 3 ระดับจากผิวน้ำ ได้แก่ 0.6(S) จากความลึก 0.8(S) จากความลึก 30 เซนติเมตร เพื่อในการทดสอบและตรวจสอบคุณภาพน้ำอีกครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 8 จากทดสอบที่ระดับความลึกแตกต่างกันค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) ที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันค่าเฉลี่ย 7.69 ± 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ดำเนินการกับคะแนนโดยพิจารณาจากตัวอย่าง (ผลคงที่) ทำซ้ำ (ผลสุ่ม) ประเมินผล (ผลสุ่ม) ค่าความคลาดเคลื่อนของเรียดันแบบและการเก็บตัวอย่างน้ำและตรวจวัดคุณภาพน้ำในสนาม

เท่ากับร้อยละ 0.4 ซึ่งถือว่ามีค่าคลาดเคลื่อนเป็นที่ยอมรับได้ หากการศึกษาในครั้งนี้สามารถพัฒนาให้เป็นระบบอัตโนมัติโดยส่งข้อมูลไปจัดเก็บแบบดิจิทัลและใช้ในรูปแบบแอปพลิเคชันในอนาคตถือว่าจะสร้างความสะดวกและความถูกต้องได้อย่างมาก

4. สรุปผล

บทความนี้เป็นการพัฒนาเริ่มต้นแบบพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับตรวจวัดคุณภาพน้ำ เป็นการวิจัยเชิงการทดลอง (Experimental Research) เรือพลังงานแสงอาทิตย์นี้มีน้ำหนักทั้งหมดประมาณ 8 กิโลกรัม ความเร็วสูงสุด 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แผงเซลล์แสงอาทิตย์บนเรือสามารถสร้างกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 54.24 วัตต์ หลักการทำงานสูงสุดที่ 10 ชม.

เรือต้นแบบพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับตรวจสอบคุณภาพน้ำดังกล่าว สามารถตรวจสอบคุณภาพน้ำพื้นฐานได้ 6 พารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อุณหภูมิ (temperature) ค่าน้ำไฟฟ้า (electrical conductivity: EC) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Total dissolved solids: TDS) ความเค็ม (Salinity) ค่าของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำอยู่ในน้ำ (DO) มีความแม่นยำสูงโดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเพียงร้อยละ 0.4 เมื่อเทียบกับการตรวจสอบด้วยวิธีปกติ เป็นอุปกรณ์ที่มีความยืดหยุ่นสูงสามารถนำไปใช้กับการเก็บตัวอย่าง และตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำต่างๆ เช่น แม่น้ำ เขื่อน ทะเลหรือพื้นที่ที่ยากที่จะเข้าไปเก็บตัวอย่าง สามารถลดความเสี่ยงต่อเจ้าหน้าที่เก็บน้ำระหว่างการปฏิบัติหน้าที่ นอกจากนี้ถือเป็นอุปกรณ์ที่ ใช้พลังงานต่ำ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, วิศวกรรมกรรมการกำจัดน้ำเสีย เล่ม 3, กรุงเทพฯ: มิตรนภาการพิมพ์, 2537.
- [2] หน่วยงานวิจัยและพัฒนาบูรณาการเกษตรและสิ่งแวดล้อม. คณะเกษตร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยนเรศวร, “รายงานผลการ

ทดสอบ เครื่องเติมอากาศแบบ Self-Aspirating OXYMIX Model OM-200Z ขนาด 20 แรงม้า,” บริษัท อินอค์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด, กรุงเทพฯ, 2546.

- [3] ศรีสุวรรณ เกษมสวัสดิ์ และศิวพันธุ์ ชูอินทร์, “คุณภาพน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคอย่างยั่งยืนในเขตพื้นที่ อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม,” กรุงเทพฯ, 2555.
- [4] N. Usali and M.H. Ismail, “Use of remote sensing and GIS in monitoring water quality,” *J. Sustain. Dev.*, vol. 3, pp. 228 - 238, 2010.
- [5] Y. Chen and D. Han, “Water quality monitoring in smart city: A pilot project,” *Automation in Construction*, vol. 89, pp. 307-316, 2018.