การพัฒนากังหันเติมอากาศโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์

The Development of an Aeration Turbine Using Solar Energy

นรภัทร น้อยหลุบเลา,[1*] ชวิศร ปูคะภาค[2]

Norrapat Noilublao,[1*] Chawisorn Phukapak [2]

Received: 8 September 2015; Accepted: 25 December 2015

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาออกแบบระบบกลไกของกังหันเติมอากาศเพื่อใช้แหล่งพลังงานจากแสงอาทิตย์ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาดกำลังต่ำกว่า 2 แรงม้า และสามารถเพิ่มออกซิเจนได้ไม่ต่ำกว่า 1.2 กิโลกรัมของออกซิเจน/แรงม้า-ชั่วโมง หรือไม่ต่ำกว่า 4.00 มิลลิกรัม/ลิตร ผลการศึกษาพบว่า กังหันเติมอากาศสามารถทำงานได้ด้วยมอเตอร์ต้นกำลังขนาด 1 แรงม้า โดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบโซลาเซลล์ที่ประกอบด้วยแผงโซลาเซลล์แบบโพลี คริสทัลไลน์ ขนาด 280 วัตต์ จำนวน 3 แผง ใช้ร่วมกับเครื่องชาร์จประจุแบตเตอรี่ขนาด 800 วัตต์ แบตเตอรี่ขนาด 125 แอมแปร์ จำนวน 2 ลูก และอินเวอร์เตอร์ขนาด 2,000 วัตต์ กังหันหมุนด้วยความเร็วรอบ 2.5 รอบต่อนาที โดยที่น้ำสามารถไหลผ่านรูซองน้ำที่ออกแบบไว้ได้หมดพอดีที่ตำแหน่งซองน้ำสูงสุด ระบบโซลาเซลล์สามารถผลิตไฟฟ้าให้มอเตอร์ต้นกำลังของกังหันทำงานได้ 8 ชั่วโมง และกังหันเติมอากาศสามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจนเฉลี่ยที่ระดับความลึกจากผิวน้ำ 0.50 เมตร ได้ 6.21 มิลลิกรัม/ลิตร และที่ระดับความลึกจากผิวน้ำ 1.00 เมตร ได้ปริมาณออกซิเจนเฉลี่ย 3.07 มิลลิกรัม/ลิตร

คำสำคัญ : กังหันเติมอากาศ พลังงานแสงอาทิตย์ เติมออกซิเจน

Abstract

The aim of this research is to develop and design a mechanism for an aeration turbine that uses solar energy effectively. For the new design An electric motor should be less than 2 HP. Oxygen in the airated water is expected to increase for no less than 1.2 kg of oxygen/hp.–hours, or no less than 4.00 mg / liter. The results showed that the water turbine can be operated with a 1 HP motor using electricity from solar cells. The cells are poly crystalline solar panel types rated at 280 watts for 3 panels, with a charger controller of 800 watts. There are two sets of 125 Ah batteres and a power inverter of 2,000 watts. The aeration turbine can rotate at a speed of 2.5 rpm at which time water will flow through the water hole designed to fit up to the water box. The solar cell systems can produce electricity to power the motor for more than 8 hours. Moreover, the aeration turbine can increase the amount of oxygen from the surface to water at the depth of 0.50 meter (6.21 mg / liter). At the depth of 1.00 meter, the average oxygen content is 3.07 mg / liter.

Keywords: Aeration Turbine, Solar Energy, Oxygenation

[1,2] *อาจารย์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44000,*

[1,2] *Lecturer, Faculty of Engineering, Rajabhat Maha Sarakam University, Maha Sarakam, Maha Sarakam 44000,Thailand.*

* *Corresponding author; Norrapat Noilublao, Faculty of Engineering, Rajabhat Maha Sarakam University, Maha Sarakam, Maha Sarakam 44000,Thailand. E-mail: narapat_n@rmu.ac.th*

บทนำ

จากการที่สภาพแวดล้อมได้เปลี่ยนแปลงเกิดเป็นภาวะมลพิษอันเกิดจากน้ำเน่าเสียที่มีอัตราและปริมาณสูงขึ้นจนยากแก่การแก้ไขให้บรรเทาเบาบางและกลับมีแนวโน้มรุนแรงมากยิ่งขึ้นนั้น ด้วยพระอัจฉริยะภาพของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว จึงพระราชทานพระราชดำริให้ประดิษฐ์เครื่องกลเติมอากาศแบบประหยัดค่าใช้จ่าย สามารถผลิตได้เองและบรรเทาน้ำเน่าเสียอีกทางหนึ่งด้วย โดยทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้มูลนิธิชัยพัฒนาสนับสนุนงบประมาณ เพื่อศึกษาวิจัยสิ่งประดิษฐ์ใหม่นี้ร่วมกับกรมชลประทาน ซึ่งต่อมาเครื่องมือเติมอากาศนี้เป็นที่รู้จักกันแพร่หลาย ในนาม “กังหันน้ำชัยพัฒนา[1]” โดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า 2 แรงม้า และสามารถเพิ่มออกซิเจนได้ 1.2 กิโลกรัมของออกซิเจน/แรงม้า-ชั่วโมง หรือ 4.00 มิลลิกรัม/ลิตรและใช้พลังงานคนหมุนในพื้นที่ที่ไม่มีไฟฟ้าเข้าถึง ในการใช้กังหันโดยทั่วไปกรณีที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นต้นกำลังได้มีการเดินสายไฟฟ้าพาดผ่านแม่น้ำลำคลองเพื่อเชื่อมต่อกับมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายได้หากมีการรั่วหรือขาดของสายไฟฟ้าและต้องใช้ไฟฟ้า ในการดำเนินการตลอดเวลาซึ่งเป็นการสิ้นเปลือง

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนากังหันเติมอากาศโดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานให้กับกังหันเติมอากาศ เพื่อนำไปใช้ในพื้นที่ที่ไฟฟ้าเข้าไม่ถึงตามถิ่นทุรกันดาร โดยหลักการในการดำเนินงานนั้น จะทำการพัฒนาออกแบบระบบกลไกของกังหันเติมอากาศให้ใช้พลังงานน้อยลงแต่ยังคงไว้ซึ่งสมรรถนะในการเติมออกซิเจนในน้ำโดยการออกแบบโทโปโลยี รูปร่างและขนาดของรูพรุนซองน้ำที่เหมาะสมสุดเพื่อสาดกระจายน้ำให้เป็นฝอยให้มากที่สุด เพื่อเพิ่มพื้นที่สัมผัสระหว่างน้ำกับอากาศกว้างขวางมากขึ้นที่สุด ซึ่งจะเป็นผลทำให้ออกซิเจนในอากาศละลายเข้าไปในน้ำอย่างรวดเร็วมากขึ้น ในขณะเดียวกัน การออกแบบดังกล่าวต้องลดพลังงานที่ใช้ในการขับเคลื่อนกังหัน ซึ่งจะส่งผลทำให้ขนาดกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้าที่รับพลังงานจากแผงโซล่าเซลล์ลดลงไปด้วย และทำให้ขนาดแผงโซล่าเซลล์เล็กลงไม่เทอะทะและประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนของอุปกรณ์การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ แต่ยังคงไว้ซึ่งประสิทธิภาพของการเติมอากาศ และเป็นไปตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจแบบพอเพียงคือ 1) ความพอประมาณ สามารถที่จะพึ่งพาตัวเองได้ โดยไม่ต้องอาศัยไฟฟ้า 2) มีเหตุผล เนื่องจากพัฒนาออกแบบกังหันที่มีขนาดและรูปร่างที่เหมาะสมสุด เพื่อให้เกิดความประหยัดพลังงานและลดค่าใช้จ่าย 3) อาศัยองค์ความรู้ทางด้านเทคโนโลยีที่เหมาะสมเป็นภูมิคุ้มกัน เนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานมหาศาล สามารถนำมาใช้ได้อย่างไม่จำกัด สะอาดและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ไม่เกิดมลภาวะทั้งทางเสียงและทางอากาศ

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาออกแบบระบบกลไกของกังหันเติมอากาศเพื่อใช้แหล่งพลังงานจากแสงอาทิตย์ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาดกำลังต่ำกว่า 2 แรงม้า และมีกำลังเพียงพอที่จะขับเคลื่อนกังหันให้ทำงานได้ไม่ต่ำกว่า 6 ชั่วโมงต่อวัน และสามารถเพิ่มออกซิเจนในน้ำได้ไม่ต่ำกว่า 1.2 กิโลกรัมของออกซิเจน/แรงม้า-ชั่วโมง หรือไม่ต่ำกว่า 4.00 มิลลิกรัม/ลิตร พร้อมสร้างและทดสอบประสิทธิภาพของกังหันเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้มีขั้นตอนหลักๆ อยู่ 5 ขั้นตอน คือ

1) ศึกษาโครงสร้างและหลักการทำงานของกังหันน้ำชัยพัฒนา ดังแสดงใน (Figure 1)

กังหันน้ำชัยพัฒนา มีโครงกันหันเป็นรูป 12 เหลี่ยม มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 2.00 เมตร กว้าง 1.00 เมตร ซองวิดน้ำมีขนาดความจุน้ำได้ 110 ลิตร มีทั้งหมด 6 ซอง และมีการเจาะรูพรุนเพื่อกระจายน้ำให้สัมผัสอากาศมากที่สุด มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2 แรงม้าหมุนด้วยความเร็ว 1,450 รอบ/นาที ใช้ส่งกำลังขับผ่านระบบเฟืองจานโซ่ไปยังซองตักวิดน้ำให้หมุนเคลื่อนตัวโดยรอบด้วยความเร็วที่ช้าลงเหลือ 5-6 รอบ/นาที สามารถวิดตักน้ำลึกลงไปจากใต้ผิวน้ำ 0.50 เมตร ยกขึ้นไปสาดกระจายเป็นฝอยเหนือผิวน้ำด้วยความสูง 1.00 เมตร เพื่อให้น้ำสัมผัสอากาศให้มากที่สุดและนานที่สุดซึ่งเป็นการละลายออกซิเจนในน้ำ

2) การออกแบบรูพรุนซองน้ำ ออกแบบระบบกลไกต้นกำลังของกังหัน ออกแบบหาขนาดแผงโซลาเซลล์และสร้างแบบจำลอง

การออกแบบรูพรุนซองน้ำ

ออกแบบการเจาะรูซองน้ำ เพื่อให้น้ำแตกกระจายสัมผัสอากาศมากที่สุด นั่นคือการทำให้น้ำที่ไหลผ่านรูซองน้ำมีเวลาอยู่ในอากาศมากที่สุด และขณะเดียวกันน้ำในแต่ละซองต้องไหลออกหมดเมื่ออยู่ในตำแหน่งสูงสุด

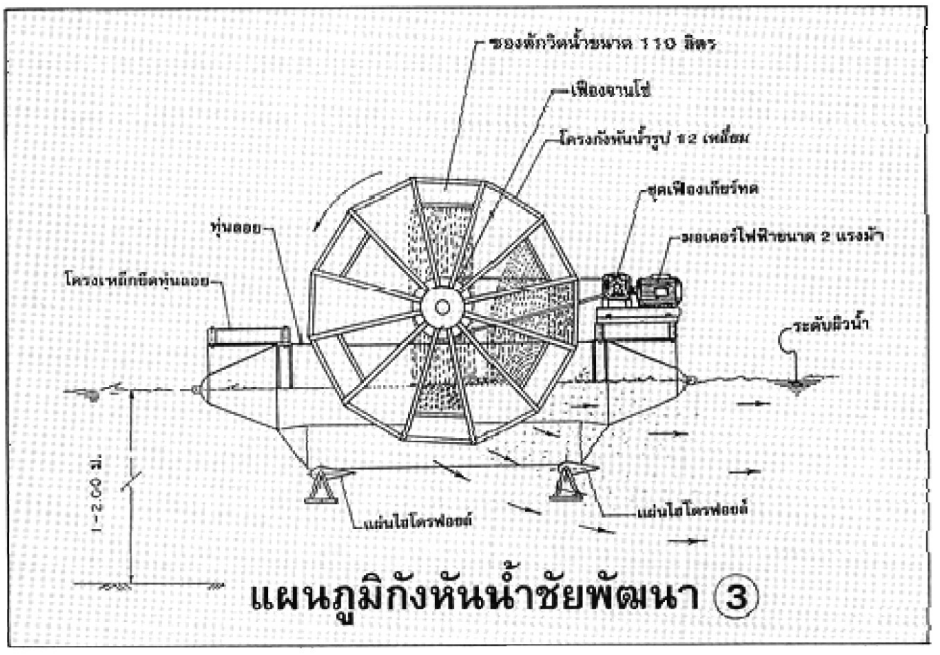

Figure 1 The mechanism Chart of Chaipattana turbine prototype[1]

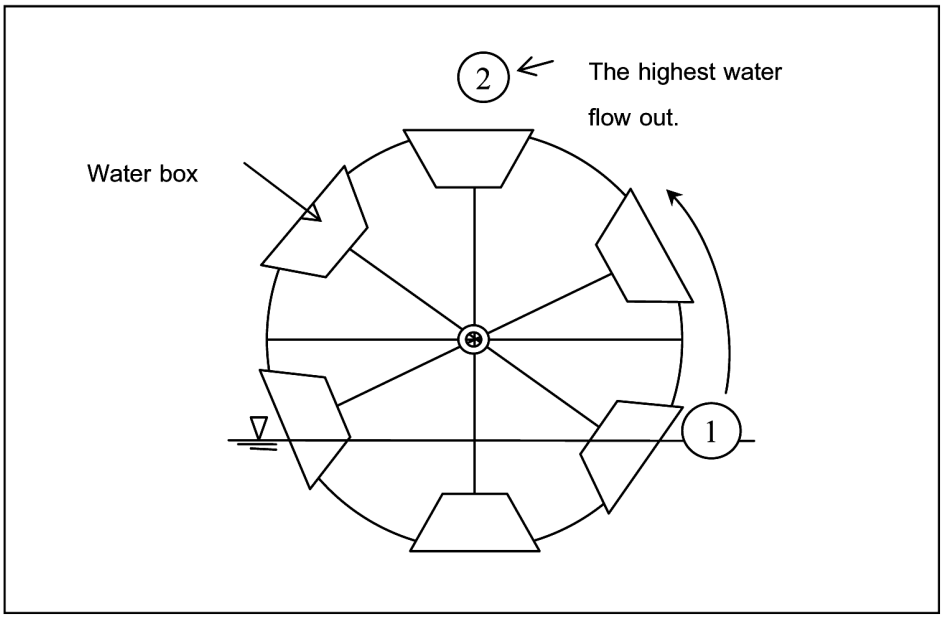

Figure 2 The position of water flow out

กำหนดให้กังหันหมุนด้วยความเร็วรอบไม่เกิน 5 รอบต่อนาที (ความเร็วรอบของกังหันน้ำชัยพัฒนา)

การคำนวณหาระยะเวลาที่ซองน้ำเคลื่อนที่จากตำแหน่งที่ 1 ไปยังตำแหน่งที่ 2 สามารถหาได้จากกังหันหมุน 1 รอบใช้เวลาเท่ากับ (60 วินาที) / (5 รอบ) เท่ากับ 12 วินาที/รอบ จำนวนรอบที่ซองน้ำเคลื่อนที่จากตำแหน่งที่ 1 ไป 2 เท่ากับ 1/4 + 1/8 = 3/8 รอบ

ดังนั้น ใช้เวลา เท่ากับ 12x(3/8) = 4.5 วินาที น้ำในแต่ละซองจึงจะหมดจากสมการการไหล[3]

$$Q = VA \qquad (1.1)$$

โดยที่ Q = flow rate (cu.m/s)

V = flow velocity (m/s)

A = flow section area (sq.m)

ดังนั้น สามารถหาพื้นที่หน้าตัดของการไหลได้ คือ

$$A = \frac{Q}{V} = 0.04667 \text{ sq.m.}$$

ในการเจาะรูพรุนซองน้ำนี้ กำหนดให้ใช้ดอกสว่านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร และ 12 มิลลิเมตร เนื่องจากเป็นขนาดที่สะดวกในการจัดแนวการเจาะและหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด โดยเจาะรูให้ได้พื้นที่ไม่เกิน 0.04667 ตารางเมตร ของแต่ละซองน้ำ (กรณีภาระแบบสถิต)

จากการออกแบบหาขนาดรูพรุนซองน้ำได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูซองน้ำที่ทำให้น้ำไหลออกหมด ณ ตำแหน่งสูงสุดของซองน้ำพรุนขนาดความจุ 110 ลิตร หมุนด้วยความเร็วรอบไม่เกิน 5 รอบต่อนาที ดังนี้

(1) ผนังด้านล่างของซองน้ำเจาะรูกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร จำนวนแถวละ 13 รู ระยะห่างแต่ละรูเท่ากับ 6.8 เซนติเมตร ระยะห่างแถว 3.4 เซนติเมตร ทั้งหมด 5 แถว และรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร จำนวนแถวละ 14 รู ระยะห่างแต่ละรูเท่ากับ 6.8 เซนติเมตร ระยะห่างแถว 3.4 เซนติเมตร ทั้งหมด 6 แถว

(2) ผนังด้านข้าง (วงใน) ของซองน้ำเจาะรูกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร จำนวนแถวละ 27 รู ระยะห่างแต่ละรูเท่ากับ 3.4 เซนติเมตร ระยะห่างแถว 3.4 เซนติเมตร ทั้งหมด 3 แถว

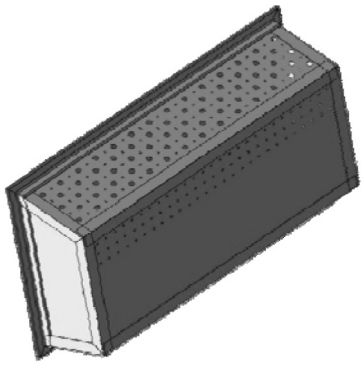

Figure 3 Porous design of water box

การออกแบบมอเตอร์ต้นกำลัง

น้ำหนักอันเนื่องมาจากโครงเหล็กกังหัน เหล็กซองวิดน้ำและปริมาณน้ำในซองวิดน้ำ จากสมการการคำนวณหาทอร์ค[7]

$$T = F \times r \text{ (N-m)} \qquad (1.2)$$

โดยที่ F = μmg (N)

μ = static friction coefficient

m = mass (kg)

g = gravity (m/s)

r = radius of wheel (m)

T = 1,618.65 N-m

ในงานวิจัยนี้ผู้ออกแบบเลือกใช้ระบบต่อติดกำลังโดยการใช้จานโซ่และโซ่ และมีระบบทดแรงและทดรอบ เพื่อลดขนาดกำลังของมอเตอร์และได้ความเร็วรอบที่ต้องการ ดังรายละเอียดการคำนวณดังนี้

ระบบทดแรง[7]ของจานโซ่กังหันกับชุดจานโซ่กลาง

$$m_G = \frac{N_G}{N_P} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{n_1}{n_2} \qquad (1.3)$$

$$m_G = \frac{Z_2}{Z_1} = 4$$

โดยที่ m_G = Gear ratio

N_G, Z_2 = Teeth on gear or following (teeth)

N_P, Z_1 = Teeth on pinion or driving (teeth)

n_1 = Gear speeds (rpm)

n_2 = Pinion speeds (rpm)

เพราะฉะนั้นกำลังลดลงเป็น 1,618.65/4 = 404.66 N-m (วัตต์) ผู้วิจัยเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาดประมาณ 1 แรงม้า (หรือ 746 วัตต์)

ออกแบบระบบการทดรอบจากมอเตอร์ไปยังจานโซ่กังหัน จากอัตราทดเท่ากับ 4.00 ได้ความเร็วรอบของจานโซ่กังหัน เท่ากับ 3 รอบต่อนาที (ไม่เกิน 5 รอบต่อนาที)

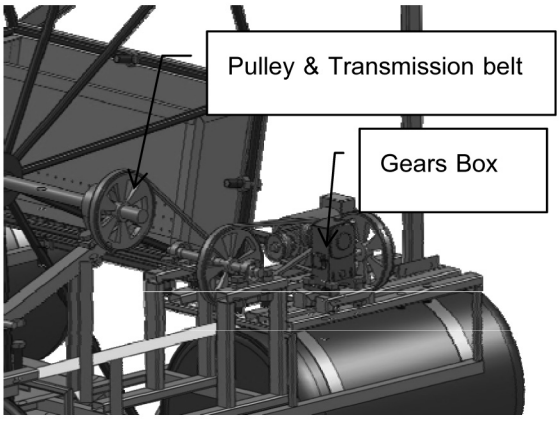

Figure 4 Transmission system of water turbine

ออกแบบหาขนาดแผงโซลาเซลล์

(1) กำลังวัตต์ที่ใช้งานจริงโดยกำหนดให้ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 746 วัตต์ (หรือ 1 แรงม้า)

(2) หาค่าอินเวอร์เตอร์อุปกรณ์ที่ใช้งานต้องไม่ต่ำกว่าค่ากำลังวัตต์รวมของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดซึ่งจากที่ใช้งานจริงเท่ากับ 746 วัตต์ ดังนั้นอินเวอร์เตอร์ขนาดที่เหมาะสมเท่ากับ 800 วัตต์ ผู้วิจัยเลือกใช้อินเวอร์เตอร์ขนาด 2,000 W. Pure sine wave Power Inverter, Input 24V, output 220

V 50 Hz, Peak surge 4,000 W เพื่อรองรับแบตเตอรี่หลายชุด การหาค่าความจุของแบตเตอรี่ซึ่งจะคำนวณได้จากสมการ[6] 1.4

$$Q_{Batt} = \frac{P_{Load}}{V_{Batt} \times (\%DOD) \times E_{Inverter}} \times T_{Batt} \quad (1.4)$$

Q_{Batt} = 249.79 Ah

โดยที่ Q_{Batt} = battery capacity (Ah)
P_{Load} = total power (W)
V_{Batt} = battery voltage (V)
$\%DOD$ = depth of discharge (40-60%)
$E_{Inverter}$ = inverter efficiency (0.8-0.9)
T_{Batt} = charging timing (h)

ดังนั้น ผู้วิจัยเลือกใช้แบตเตอรี่ขนาด 125 Ah จำนวน 2 ลูก ค่าความจุแบตเตอรี่ที่เหมาะสมใช้งาน เท่ากับ 12 Volt 125 Ah ต่อแบบอนุกรม[2]

(4) การหาค่าขนาดของแผงโซลาเซลล์[6] สามารถทำการหาได้จากสมการ 1.5

$$PV = \frac{P_{Load} \times D}{(Q \times C \times H \times I)} \quad (1.5)$$

PV = 700.10 watts

โดยที่ PV = solar panel power (Watt)
Q = solar energy value (kW-hour/ sq.m)
C = cell loss value (0.8)
H = heat loss value (0.85)
I = inverter efficiency (0.8-0.9)
D = light intensity value (kW/sq.m)

ดังนั้น ผู้วิจัยเลือกใช้แผงโซลาเซลล์ แบบโพลี คริสทัลไลน์ (Poly crystalline) ขนาด 280 วัตต์ จำนวน 3 แผง ต่อแบบขนาน[2]

(5) การหาค่าเครื่องชาร์จประจุแบตเตอรี่เครื่องควบคุมการชาร์จต้องมีขนาดกำลังวัตต์ที่ไม่น้อยกว่าแผงโซลาเซลล์ซึ่งสามารถทำการคำนวณได้จากสมการ[6]ที่ 1.6

$$C_{Batt} = \frac{PV}{V_{Batt}} \quad (1.6)$$

C_{Batt} = 23.33 A.

โดยที่ C_{Batt} = current charge (A)
PV = solar panel power (Watt)
V_{Batt} = battery voltage (V)

ผู้วิจัยเลือกใช้เครื่องชาร์จประจุแบตเตอรี่ขนาด 30 A, 24V, 800 W.

การสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม Solid-works 2007 เพื่อใช้เป็นแบบในการสร้างและติดตั้งโครงสร้างกังหันจริง ดังแสดงใน (Figure 5)

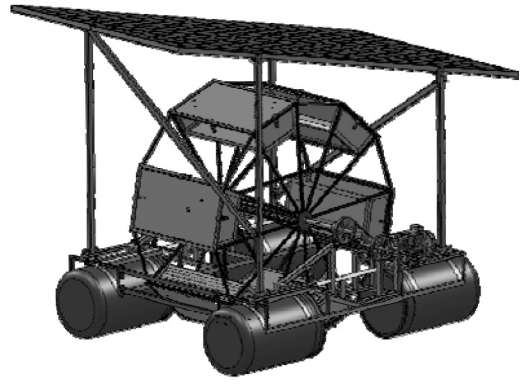

Figure 5 The aeration turbine simulation

3) การสร้างและประกอบติดตั้งโครงสร้างกังหัน ดำเนินการประกอบโครงกังหัน ซองวิดน้ำและโครงฐานทุ่นลอยตามแบบจำลอง

Figure 6 The aeration turbine prototype

4) การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของกังหัน ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพระบบกลไกของกังหัน หลังจากประกอบติดตั้งโครงสร้างกังหันทั้งหมดเรียบร้อย และทำการทดสอบดังนี้

(1) ทดสอบกำลังของมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า ของการรับภาระน้ำหนักในการหมุนกังหันน้ำ

(2) ทดสอบความเร็วรอบของกังหันตามที่ได้จากการออกแบบ

(3) ทดสอบการไหลของน้ำในซองวิดน้ำ

(4) ทดสอบการทำงานของระบบโซลาเซลล์

5) การทดสอบการเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ การทดลองในแหล่งน้ำที่ทำการเติมอากาศ ณ หนองน้ำข้างอาคาร 12 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ก่อนกังหันเติมอากาศทำงานในแหล่งน้ำ ต้องทำการวัดค่าออกซิเจน เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการละลายของออกซิเจนหลังการทดลอง โดยจะมีวิธีการทดลองและเก็บข้อมูลดังนี้

การวัดค่าออกซิเจนในน้ำขณะเดินเครื่อง จะทำการวัดด้วยเครื่องมือวัด Dissolved Oxygen Meter: DO Meter ทุกๆ 1 ชั่วโมง เป็นเวลา 4-8 ชั่วโมง/วัน ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 1-2 สัปดาห์ โดยจะทำการวัดในความลึก 0.5-1.00 เมตร มีขั้นตอนการทดลองที่แสดงใน (Figure 7) ดังนี้

(1) ทำการวัดในจุดที่ 1 ระยะ 1 เมตร ทั้ง 4 ทิศของกังหัน วัดในความลึก 0.5-1.00 เมตร โดยจะวัดจุดละ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย แล้วนำค่าเฉลี่ยมาบันทึกลงในตารางการทดลอง

(1) ทำการวัดในจุดที่ 2 ระยะ 2 เมตร ทั้ง 4 ทิศของกังหัน วัดในความลึก 0.5-1.00 เมตร โดยจะวัดจุดละ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย แล้วนำค่าเฉลี่ยมาบันทึกลงในตารางการทดลอง

(1) ทำการวัดในจุดที่ 3 ระยะ 3 เมตร ทั้ง 4 ทิศของกังหัน วัดในความลึก 0.5-1.00 เมตร โดยจะวัดจุดละ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย แล้วนำค่าเฉลี่ยมาบันทึกลงในตารางการทดลอง

(1) ทำการวัดในจุดที่ 4 ระยะ 4 เมตร ทั้ง 4 ทิศของกังหัน วัดในความลึก 0.5-1.00 เมตร โดยจะวัดจุดละ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย แล้วนำค่าเฉลี่ยมาบันทึกลงในตารางการทดลอง

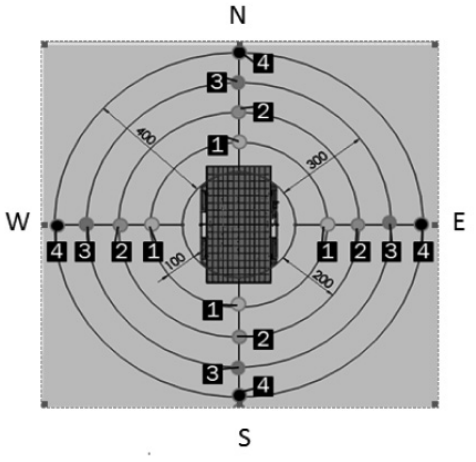

Figure 7 Dissolved Oxygen testing plan

ผลการวิจัย

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบกลไกของกังหันเติมอากาศ

การทดสอบประสิทธิภาพระบบกลไกของกังหัน หลังจากประกอบติดตั้งโครงสร้างกังหันทั้งหมดเรียบร้อย และทำการทดสอบดังนี้

(1) การทดสอบกำลังของมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า ของการรับภาระน้ำหนักในการหมุนกังหันน้ำ ผลปรากฏว่า มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้าสามารถขับเคลื่อนกังน้ำผ่านระบบกลไกการทดแรงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังแสดงใน (Figure 7)

Figure 7 Motor power testing

(2) การทดสอบความเร็วรอบของกังหันตามที่ได้จากการออกแบบประมาณ 3 รอบต่อนาที จากการทดสอบ ปรากฏว่า กังหันหมุนด้วยความเร็ว 2.5 รอบต่อนาที ซึ่งน้อยกว่าที่ออกแบบไว้ เนื่องจากแรงต้านจากน้ำในขณะที่ซองวิดน้ำเคลื่อนที่ผ่านน้ำที่ระดับความลึก 0.50 เมตร จึงทำให้กังหันหมุนช้าลง

(3) การทดสอบการไหลของน้ำผ่านรูซองวิดน้ำ จากการออกแบบ ตำแหน่งของซองวิดน้ำที่น้ำไหลออกหมด (Figure 2) จากการทดสอบพบว่า น้ำในซองวิดน้ำไหลผ่านรูซองน้ำที่ตำแหน่งที่กำหนดพอดี ด้วยความเร็วรอบของกังหัน 2.5 รอบต่อนาที ดังแสดงใน (Figure 8)

Figure 8 Water flow testing of water box porous

(4) การทดสอบการทำงานของระบบโซลาเซลล์ จากการออกแบบขนาดแผงโซลาเซลล์ เลือกใช้แผงโซลาเซลล์แบบโพลีคริสทัลไลน์ ขนาด 280 วัตต์ จำนวน 3 แผง ต่อแบบขนาน แบตเตอรี่ขนาด 125 Ah จำนวน 2 ลูก อินเวอร์เตอร์ขนาด 2,000 W. Pure sine wave Power Inverter, Input 24V, output 220V 50 Hz, Peak surge 4,000 W เครื่องชาร์จประจุแบตเตอรี่ขนาด 30 A, 24V, 800 W. จากการทดสอบพบว่าแผงโซลาเซลล์สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ผ่านชาร์จเจอร์ โดยใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ช่วงเวลา 10.00 น.ของทุกวัน (กรณีที่ไม่มีเมฆบังแดด) แผงโซลาเซลล์ติดตั้งด้วยมุมเอียง 15° หันหน้าลาดเอียงไปทางทิศใต้เพื่อรับแดดทั้งทางทิศตะวันออกและทิศตะวันตก กังหันสามารถทำงานได้จากช่วงเวลา 09.00-17.00 น. (8 ชั่วโมง) ส่วนช่วงที่ไม่มีแดดหรือกลางคืนสามารถทำงานได้ประมาณ 3 ชั่วโมง

การทดสอบการเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ

การทดลองในแหล่งน้ำที่ทำการเติมอากาศ ณ หนองน้ำข้างอาคาร 12 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ก่อนดำเนินการทดลองเติมอากาศในแหล่งน้ำต้องทำการวัดค่าออกซิเจนเพื่อเปรียบเทียบปริมาณการละลายของออกซิเจนหลังการทดลอง โดยก่อนการทดลองค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ระดับความลึก 0.50 เมตร จากผิวน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 3.96 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ระดับความลึก 1.00 เมตร จากผิวน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 1.17 มิลลิกรัมต่อลิตร

การวัดค่าออกซิเจนในน้ำขณะที่กังหันทำงานจะทำการวัดด้วยเครื่องวัดออกซิเจนในน้ำ (Dissolved Oxygen Meter, DO Meter) ทุกๆ 1 ชั่วโมง เป็นเวลา 4-8 ชั่วโมง/วัน ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 1-2 สัปดาห์ โดยจะทำการวัดที่ระดับความลึก 0.50 และ1.00 เมตร พร้อมมีการวัดอุณหภูมิทุกจุดที่มีการวัดค่า DO ดังแสดงใน (Table 1, 2)

Table 1 Average amount of oxygen at a depth 0.50 m. (at the average temperature 39.61 C°)

Position / Distance,(m)	DO, (mg/l)				Average
	1.00	**2.00**	**3.00**	**4.00**	
N	6.97	7.05	6.97	6.89	6.97
E	5.35	5.43	5.35	5.27	5.35
S	6.66	6.74	6.66	6.58	6.66
W	5.91	5.94	5.79	5.78	5.86
		Total average			6.21

Table 2 Average amount of oxygen at a depth 1.00 m. (at the average temperature 38.56 C°)

Position / Distance,(m)	DO, (mg/l)				Average
	1.00	2.00	3.00	4.00	
N	4.67	4.75	4.67	4.59	4.67
E	2.18	2.26	2.18	2.10	2.18
S	2.94	3.02	2.94	2.86	2.94
W	2.50	2.58	2.50	2.42	2.50
		Total average			3.07

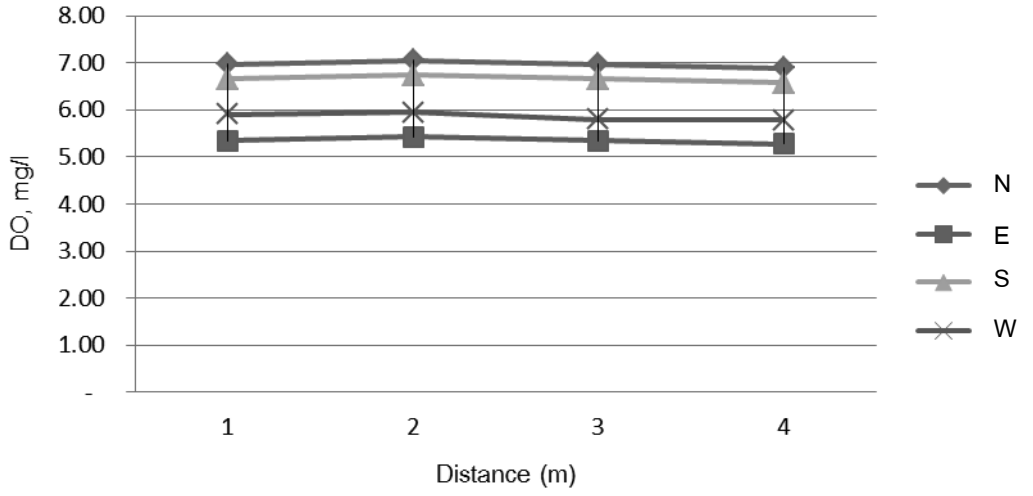

Figure 9 Comparison of average amount of oxygen between position and distance at a depth 0.50 m.

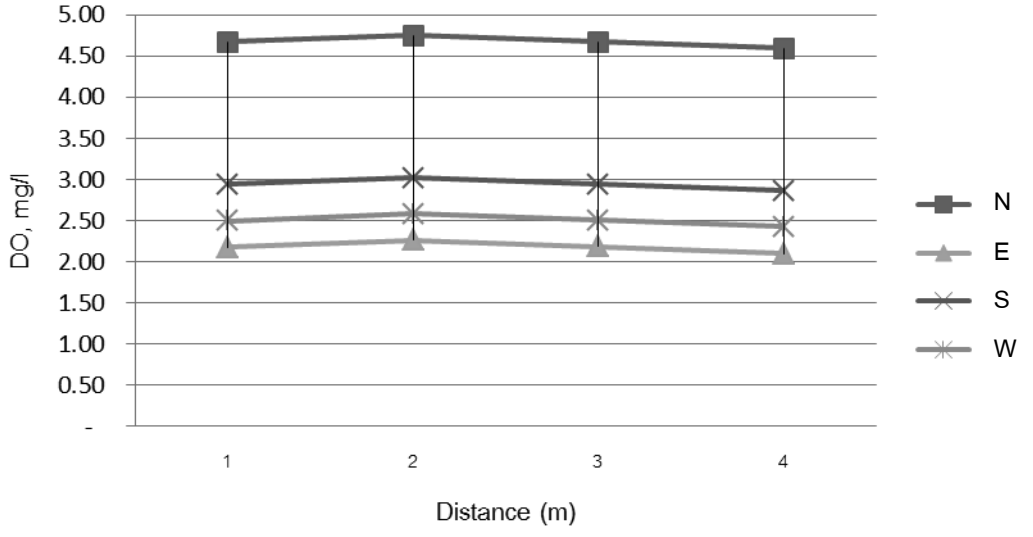

Figure 10 Comparison of average amount of oxygen between position and distance at a depth 1.00 m.

อภิปรายผลการทดลอง

จาก (Table 1) ที่ระดับความลึกจากผิวน้ำ 0.50 เมตร หลังจากที่กังหันน้ำเติมอากาศทำให้มีปริมาณออกซิเจนเฉลี่ย 6.21 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเทียบกับปริมาณออกซิเจนก่อนการทดลองที่มีระดับปริมาณออกซิเจน 3.96 มิลลิกรัมต่อลิตร เพราะฉะนั้นปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้น 2.25 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 56.82

จาก (Table 2) ที่ระดับความลึกจากผิวน้ำ 1.00 เมตร หลังจากที่กังหันน้ำเติมอากาศทำให้มีปริมาณออกซิเจนเฉลี่ย 3.07 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเทียบกับปริมาณออกซิเจนก่อนการทดลองที่มีระดับปริมาณออกซิเจน 1.17 มิลลิกรัมต่อลิตร เพราะฉะนั้นปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้น 1.90 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 47.98 จาก (Table 1,2) จะเห็นได้ว่าที่ระดับความลึกจากผิวน้ำเพิ่มขึ้น 0.50 เมตร ทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลงประมาณร้อยละ 50.56

จาก (Figure 9,10) จะเห็นได้ว่า ในตำแหน่งทางทิศเหนือของกังหันมีปริมาณออกซิเจนที่สูงสุด เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่ตักน้ำขึ้นของซองวิดน้ำและกระจายน้ำสู่อากาศ รองลงมาคือปริมาณออกซิเจนในทางทิศใต้ของกังหัน ส่วนด้านทิศตะวันออกและตะวันตกของกังหันมีปริมาณออกซิเจนต่ำลงมา

วิจารณ์และสรุปผล

สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของกลไกกังหันเติมอากาศ

กังหันเติมอากาศสามารถทำงานได้ด้วยมอเตอร์ต้นกำลังขนาด 1 แรงม้า ได้พลังงานไฟฟ้าจากแผงโซลาเซลล์แบบ

โพลีคริสทัลไลน์ ขนาด 280 วัตต์ จำนวน 3 แผง ใช้ร่วมกับเครื่องชาร์จประจุแบตเตอรี่ขนาด 30 A, 24 V, 800 W แบตเตอรี่ขนาด 125 Ah จำนวน 2 ลูก และอินเวอร์เตอร์ขนาด 2,000 W, Pure sine wave Power Inverter, Input 24V, output 220V 50 Hz, Peak surge 4,000 W กังหันหมุนด้วยความเร็วรอบ 2.5 รอบต่อนาที โดยที่น้ำสามารถไหลผ่านรูซองน้ำที่ออกแบบไว้ได้หมดพอดีที่ตำแหน่งซองน้ำสูงสุด ระบบแผงโซลาเซลล์สามารถผลิตไฟฟ้าให้มอเตอร์ต้นกำลังของกังหันทำงานได้ 8 ชั่วโมง

สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพการเติมอากาศให้แหล่งน้ำ

กังหันเติมอากาศสามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ระดับความลึกจากผิวน้ำ 0.50 เมตร ได้เพิ่มขึ้น 2.25 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 56.82 และที่ระดับความลึกจากผิวน้ำ 1.00 เมตร ปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้น 1.90 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 47.98 ที่ระดับความลึกลงไปจากผิวน้ำทุก 0.50 เมตร ปริมาณออกซิเจนลดลงประมาณร้อยละ 50.56

ในตำแหน่งด้านหน้าและหลังของกังหัน (ด้านที่ตักน้ำขึ้นของซองวิดน้ำ) มีปริมาณออกซิเจนที่สูงสุด ส่วนด้านข้างของกังหันมีปริมาณออกซิเจนต่ำลงมาเนื่องจากไม่มีการกระจายน้ำ

งานในอนาคต ควรมีการปรับปรุงการเพิ่มเติมอากาศให้แหล่งน้ำด้านข้างของกังหันด้วยการเพิ่มเป็นระบบปั๊มน้ำอัดอากาศใต้น้ำโดยใช้ไฟฟ้าจากโซลาเซลล์ หรือออกแบบระบบการเคลื่อนที่ของกังหันรอบบริเวณแหล่งน้ำที่ต้องการเติมอากาศ เพื่อให้สามารถเติมอากาศได้ทั่วถึง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามและสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา

เอกสารอ้างอิง

1. มูลนิธิชัยพัฒนา. ข้อมูลหลักการทำงานของกังหันน้ำชัยพัฒนา. 2531. ได้จาก : http://www.chaipat.or.th/chaipat/index.php
2. ชาญชัย ลิมปิยากร, ยุวนันท์ สันติทวีฤกษ์ และนิธิ สุวรรณเบญจกุล. พลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์. โครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อชนบทและการพัฒนาที่ยั่งยืน สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ; 2544.
3. ทวิช จิตรสมบูณ์. กลศาสตร์ของไหล. กรุงเทพฯ: คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2553.
4. วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น; 2549.
5. อนันต์ วงศ์กระจ่าง. ออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์; 2533.
6. Frank N. Laird. Solar energy technology policy and institutional values. Cambridge University. USA; 2001.
7. Hamilton H. Mabie and Charles F. Reinholtz. Mechanisms and Dynamics of Machinery. 4th ed. New York USA: John Wiley & Sons; 1986.
8. Joseph E. Shigley and Charles R. Mischke. Mechanical Engineering Design. 5th ed. New York USA: McGrew-Hill; 1989.
9. Sol Wieder. An introduction to solar energy for scientists and engineers. New York USA: John Wiley & Sons; 1982.