สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
272 ม. 9 ต.ขุนทะเล อ.เมือง จ.สุราษฎร์ธานี 84100
Tel. 077-913-340 Fax. 077-913-341 Mobile : 08-1370-9696
http://research.sru.ac.th
http://www.conference.sru.ac.th/sruconference2018/

พิมพ์ที่ : หจก.เค.ที.กราฟฟิค การพิมพ์ และบรรจุภัณฑ์ โทร. 077-216236

การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ "ราชภัฏสุราษฎร์ธานีวิจัย ครั้งที่ 14" นวัตกรรมการวิจัยแบบสหวิทยาการ (Innovations in Interdisciplinary Research) 13 - 14 ธันวาคม 2561

13 – 14 ธันวาคม 2561

Proceedings Poster

การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ

"ราชภัฏสุราษฎร์ธานีวิจัย ครั้งที่ 14"

นวัตกรรมการวิจัยแบบสหวิทยาการ

(Innovations in Interdisciplinary Research)

13 - 14 ธันวาคม 2561

ณ อาคารเรียนรวมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

กังหันน้ำปรับความยาวแขน

Water Turbine with Adjustable Hands of Buckets

วิรยา หลังหลี[1] และ อภินทร์รัตน์ ขันแกล้ว[2]
[1]นักศึกษาสาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280
โทรศัพท์: 094-0123448 อีเมล์: nongsawdei@gmail.com
[2]อาจารย์สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280
โทรศัพท์: 084-1913075 อีเมล์: apinrat3103@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าที่สามารถปรับความยาวแขนได้ 3 ขนาด คือ 48 62 และ 76 เซนติเมตร และเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบการหมุนของกังหันและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้กับความยาวแขนของกังหัน โดยการนำเอาพลังงานการไหลของน้ำจากรางน้ำฝนจำลองมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า การทดลองนี้ได้วัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าของกังหันน้ำเพื่อนำมาคำนวณหากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้ ที่ขนาดความยาวแขนของกังหัน (R) 48 62 และ 76 เซนติเมตร กังหันน้ำมีความเร็วรอบในการหมุน (f) เท่ากับ 0.33 0.35 และ 0.37 รอบต่อวินาที ตามลำดับ และได้กำลังการผลิตเฉลี่ย (P) เท่ากับ 4.45 5.75 และ 6.20 มิลลิวัตต์ ตามลำดับ สามารถสรุปได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบการหมุนกับความยาวแขนของกังหันเป็นไปตามสมการ $f = 0.0014R + 0.2614,\ R^2 = 1$ และความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยกับความยาวแขนของกังหันเป็นไปตามสมการ $P = 0.0625R + 1.5917$

สำคัญ: กังหันน้ำผลิตไฟฟ้า พลังงานน้ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

Abstract

The objectives of this research were to design and build a water turbine to produce natural power. The turbine arms could be adjusted in three lengths: 48, 62 and 72 centimeter (cm). The effect of relationship between the length and speed of water turbine would be examined in term of the ability in order to produce electric power. The electric current (I) and electric potential (V) were measured. The electric power was calculated by the multiple of I and V. The results showed the length of turbine arms (R) with speed (f): 48 cm & 0.33 round per second (rps), 62 cm & 0.35 rps, and 76 cm & 0.37 rps, had ability to produce water power (P) that was 4.45, 5.75 and 6.20 milliwatt (mW), respectively. It can be concluded that the relationship between rotation speed and turbine arm length is in accordance with the equation $f = 0.0014R + 0.2614,\ R^2 = 1$ and the relationship between the average electric power and turbine arm length is in accordance with the equation $P = 0.0625R + 1.5917$

Key words: Water turbine, Water power, DC Generator

บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันได้มีการใช้ไฟฟ้าในชีวิตประจำวันเพิ่มมากขึ้นและพลังงานที่ใช้เป็นพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้แล้วหมดไปซึ่งหน่วยงานต่างๆทั้งในประเทศและต่างประเทศได้มีแนวคิดแสวงหาพลังงานทดแทนอื่น ๆ ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์และลดภาระค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น พลังงานชีวมวล ชีวภาพ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม และพลังงานน้ำ เป็นต้น ผู้ทำวิจัยพบว่าลักษณะภูมิอากาศของภาคใต้เป็นแบบมรสุมเมืองร้อนมีฝนตกชุกตลอดทั้งปีและเป็นภูมิภาคที่มีฝนตกมากที่สุดจึงสามารถนำพลังงานการไหลของน้ำมาทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้าได้ พลังงานน้ำเป็นหนึ่งในพลังงานสะอาดที่สามารถนำมาใช้โดยไม่ก่อให้เกิดมลพิษแต่ในปัจจุบันพลังงานที่ได้จากน้ำส่วนมากมาจากการสร้างเขื่อนขนาดใหญ่ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พื้นที่ป่า และชุมชนที่อยู่ท้ายเขื่อน

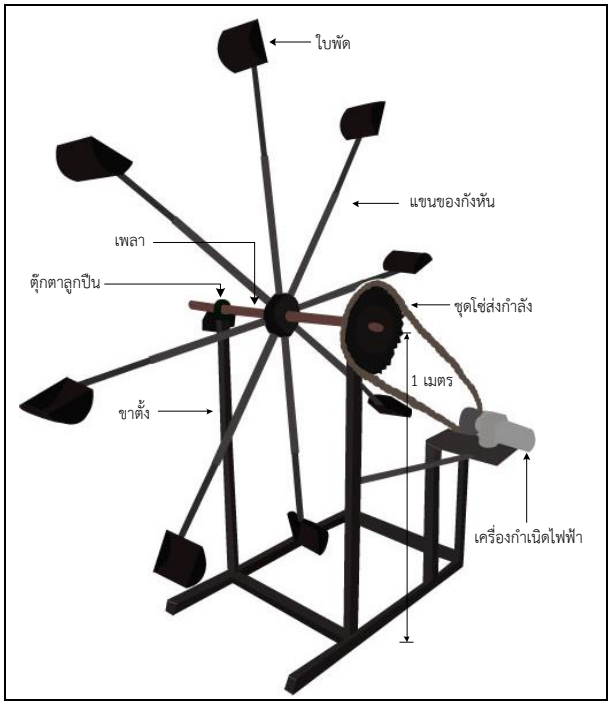
ผู้ทำวิจัยจึงสนใจพลังงานที่ได้จากการไหลของน้ำจากรางน้ำฝนซึ่งเป็นพลังงานใกล้ตัวที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์มากนัก งานวิจัยนี้จึงได้มีการออกแบบและสร้างกังหันน้ำผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็กโดยการนำเอาพลังงานที่ได้จากการไหลของน้ำจากรางน้ำฝนมาเปลี่ยนเป็นพลังงานกลจากการหมุนของเพลากังหันไปขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าโดยที่กังหันสามารถปรับความยาวแขนได้ 3 ขนาด เพื่อปรับความเร็วรอบในการหมุนของกังหัน จนทำให้สามารถปรับแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับระบบจัดเก็บพลังงานเพื่อการนำไปใช้งานต่อไป

วัตถุประสงค์

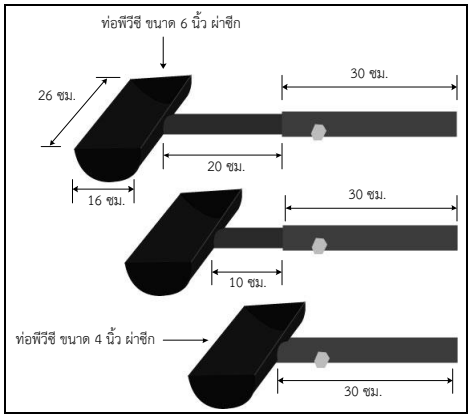
เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้กับความยาวแขนของกังหันน้ำปรับความยาวแขน

วิธีการวิจัย

3.1 ออกแบบกังหันน้ำปรับความยาวแขน

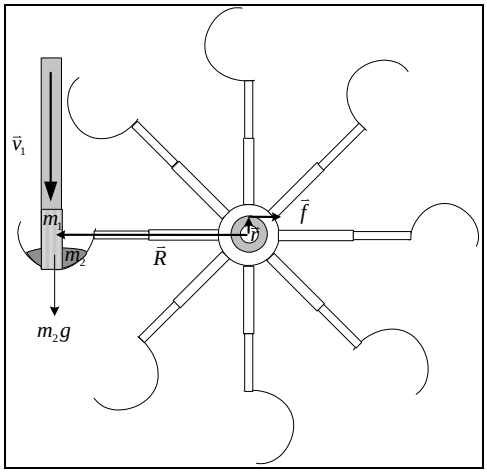


รูปที่ 1 แบบโครงสร้างกังหันน้ำปรับความยาวแขน



รูปที่ 2 แบบโครงสร้างของแขนและใบพัดของกังหันน้ำปรับความยาวแขน

เมื่อน้ำมวล m_1 เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v_1 ไหลลงมาปะทะกับกังหันน้ำทำมุม 90 องศา แรงปะทะซึ่งเป็นแรงดลและน้ำหนักของมวลน้ำ m_2 ในใบพัดของกังหันจะทำให้เกิดทอร์ก τ กังหันจึงหมุน ในขณะที่หมุนมีแรงต้าน f ที่ตลับลูกปืนตุ๊กตาทำให้เกิดทอร์กต้านการหมุนเช่นเดียวกันดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งสามารถพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่าง f กับ R ได้ดังนี้



รูปที่ 3 แรง $\vec{F}$ ที่กระทำกับใบพัดกังหันน้ำมีแนวแรงห่างจากแกนหมุนเป็นระยะ $\vec{R}$

จาก $\vec{\tau} = \vec{R} \times \vec{F}$ และ $\vec{\tau} = I\vec{\alpha}$ เขียนความสัมพันธ์จะได้ว่า

$$\vec{R} \times \vec{F} = I\vec{\alpha} \tag{1}$$

$$\vec{R} \times \left[m_1 \left(\frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t} \right) + m_2 \vec{g} \right] - \vec{r} \times \vec{f} = I\vec{\alpha} \tag{2}$$

$$R\left[m_1 \left(\frac{v_2 - v_1}{\Delta t} \right) + m_2 g \right] - rf = I\alpha \tag{3}$$

$$R\left[m_1\left(\frac{v_2-v_1}{\Delta t}\right)+m_2 g\right]-rf = I\frac{d\omega}{dt} \qquad \text{เมื่อ} \quad \alpha = d\omega/dt \qquad (4)$$

$$\int_0^t \left\{R\left[m_1\left(\frac{v_2-v_1}{\Delta t}\right)+m_2 g\right]-rf\right\}dt = \int_0^{\omega} I\,d\omega \qquad (5)$$

$$\omega = \frac{\left[m_1\left(\frac{v_2-v_1}{\Delta t}\right)+m_2 g\right]t}{I}R-\frac{rft}{I} \qquad (6)$$

$$f = \frac{\left[m_1\left(\frac{v_2-v_1}{\Delta t}\right)+m_2 g\right]t}{2\pi I}R-\frac{rft}{2\pi I} \qquad (7)$$

จากสมการที่ (7) พบว่า ความเร็วรอบการหมุนมีความสัมพันธ์กับความยาวแขนของกังหันเป็นเชิงเส้นโดยความยาวแขนเพิ่มขึ้นความเร็วรอบการหมุนจะเพิ่มขึ้นด้วย

กังหันน้ำปรับความยาวแขนนี้จะใช้ชุดโซ่ส่งกำลังซึ่งอัตราทดของการขับจะขึ้นอยู่กับขนาดของเฟืองโซ่ทั้งสอง คำนวณหาอัตราการทดรอบได้ดังสมการที่ (8)

$$\text{อัตราทดรอบ} = \frac{Z_2}{Z_1} \qquad (8)$$

กำหนดให้ Z_2 คือ จำนวนฟันเฟืองของเฟืองตาม

Z_1 คือ จำนวนฟันเฟืองของเฟืองขับ

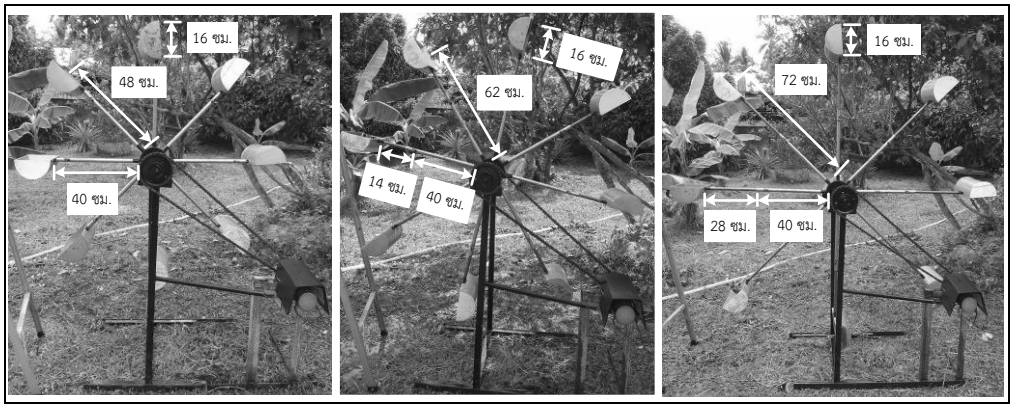
งานวิจัยนี้ใช้เฟืองตาม 34 ฟัน เฟืองขับ 14 ฟัน คำนวณตามสมการที่ (8) จะได้อัตราการทดรอบ 1 : 2.43

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เลือกนำมาใช้งานในงานวิจัยนี้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงผลิตไฟฟ้า 24 โวลต์ 7.5 แอมแปร์ เพลา 12 มิลลิเมตร แสดงได้ดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า DC GEAR MOTOR รุ่น TD3150G-24F-9K24F TOKUSHU DENSO JAPAN

3.2 สร้างกังหันน้ำปรับความยาวแขน

ผู้วิจัยได้สร้างกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าที่ใช้พลังงานการไหลของน้ำจากรางน้ำฝนจำลองมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยที่กังหันน้ำสามารถปรับความยาวแขนได้ 3 ขนาด คือ 48 62 และ 76 เซนติเมตร ตามที่ออกแบบไว้ในหัวข้อที่ 3.1 ดังแสดงในรูปที่ 5



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 5 (ก) กังหันน้ำผลิตไฟฟ้าที่มีความยาวแขน 48 เซนติเมตร
(ข) กังหันน้ำผลิตไฟฟ้าที่มีความยาวแขน 62 เซนติเมตร
(ค) กังหันน้ำผลิตไฟฟ้าที่มีความยาวแขน 76 เซนติเมตร

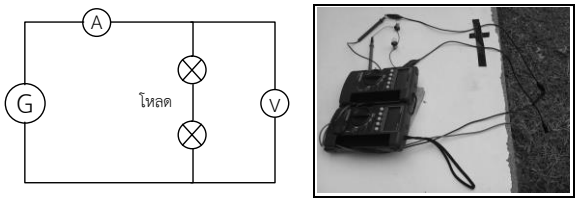
3.3 ทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้กับความยาวแขนของกังหันน้ำปรับความยาวแขน

การทดลองกังหันน้ำที่สามารถปรับความยาวแขนโดยใช้พลังงานการไหลของน้ำจากรางน้ำฝนจำลองมาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าจะใช้ปั๊มน้ำในการปล่อยน้ำโดยควบคุมอัตราการไหลของน้ำให้คงที่และควบคุมระดับความสูงของน้ำที่ปล่อยให้คงที่ ซึ่งมีรายละเอียดการทดลองดังต่อไปนี้

3.3.1 อุปกรณ์การทดลอง

1) กังหันน้ำปรับความยาวแขน
2) วงจรการวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

ประกอบด้วยหลอดไฟขนาด 6 วัตต์ จำนวน 1 หลอด และหลอดไฟขนาด 3.1 วัตต์ จำนวน 1 หลอด ต่อกันแบบอนุกรม ใช้มัลติมิเตอร์ 2 เครื่อง เพื่อวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 6

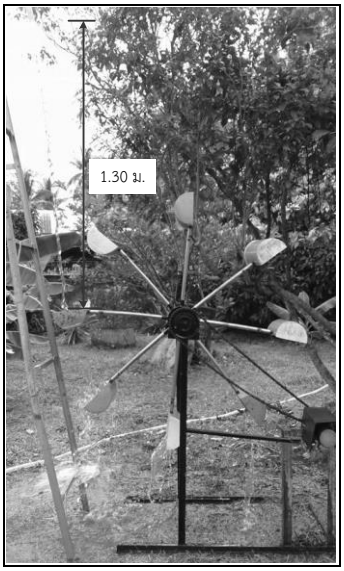


รูปที่ 6 วงจรการวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

3) นาฬิกาจับเวลา
4) สายยาง ขนาด 1 นิ้ว

3.3.2 การทดลองผลิตไฟฟ้าด้วยชุดทดลองกังหันน้ำปรับความยาวแขน

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบการหมุนของกังหันและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้กับความยาวแขนของกังหัน กังหันที่ใช้ในการทดลองมีความยาวแขน 3 ขนาด คือ 48 62 และ 76 เซนติเมตร โดยกำหนดให้ปล่อยน้ำที่ระดับความสูงคงที่ 1.30 เมตร และอัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 0.000761 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เมื่อกังหันหมุนด้วยความเร็วคงที่จะทำการวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าทุก ๆ 5 วินาที จำนวน 20 ครั้ง แล้วหาค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของแต่ละความยาวแขนของกังหัน ขณะเดียวกันก็วัดความเร็วรอบในการหมุนของกังหันควบคู่กันไปด้วย



รูปที่ 7 ระดับความสูงของน้ำที่ปล่อยที่ใช้ในการทดลองกับกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า

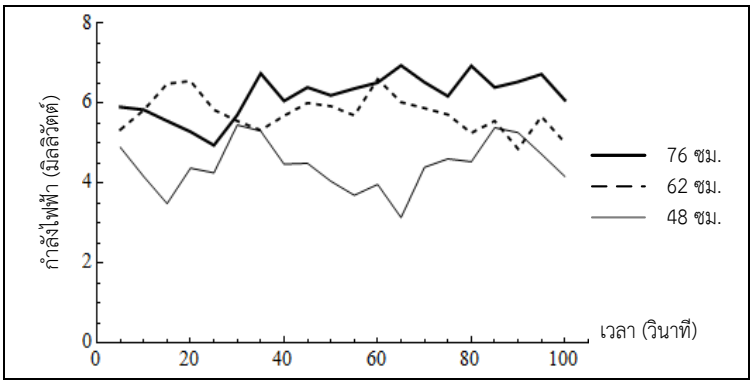
ผลการวิจัยและอภิปราย

ในการทดลองได้ทำการบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าเพื่อนำมาคำนวณหากำลังไฟฟ้าที่ได้จากกังหันน้ำผลิตกระแสไฟฟ้าเมื่อมีการปรับความยาวแขนของกังหัน โดยกำลังไฟฟ้าสามารถหาได้จากสมการ

$$P = VI \qquad (9)$$

กำหนดให้ P คือ กำลังไฟฟ้า (W)
V คือ ความต่างศักย์ไฟฟ้า (V)
I คือ กระแสไฟฟ้า (A)

เมื่อน้ำจากรางน้ำฝนจำลองไหลลงมาปะทะกับกังหันน้ำทำให้กังหันเริ่มหมุน รอจนความเร็วรอบการหมุนคงที่แล้วทำการบันทึกค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และความเร็วรอบการหมุนไปพร้อม ๆ กัน ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 1 และมีกำลังไฟฟ้าที่เปลี่ยนไปเมื่อเวลาเปลี่ยนดังแสดงในรูปที่ 8

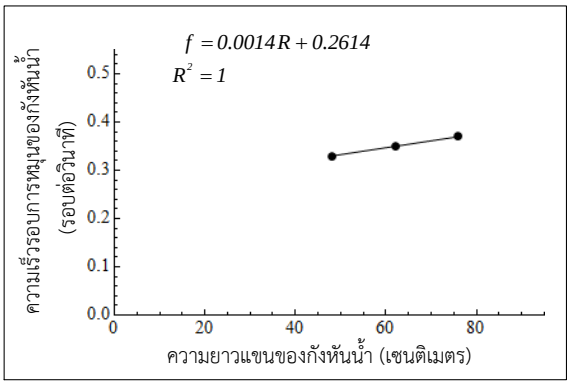


รูปที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าของแต่ละความยาวแขนของกังหันกับเวลาที่ใช้ในการทดลอง

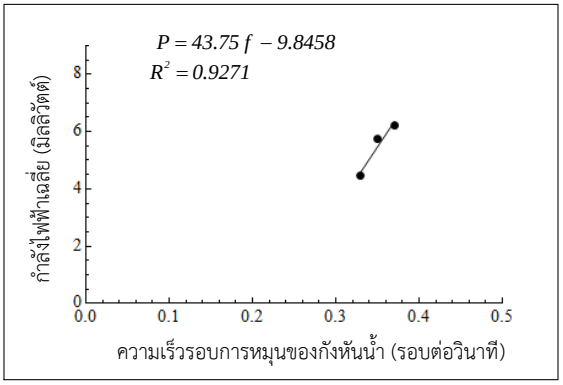
ตารางที่ 1 ผลการทดลองกังหันน้ำปรับความยาวแขน

ความยาวแขนของกังหันน้ำ (เซนติเมตร)	ความเร็วรอบการหมุนของกังหันน้ำ (รอบต่อวินาที)	แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย (โวลต์)	กระแสไฟฟ้าเฉลี่ย (มิลลิแอมแปร์)	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (มิลลิวัตต์)
48	0.33	6.52	0.67	4.45
62	0.35	7.34	0.78	5.75
76	0.37	7.63	0.81	6.20

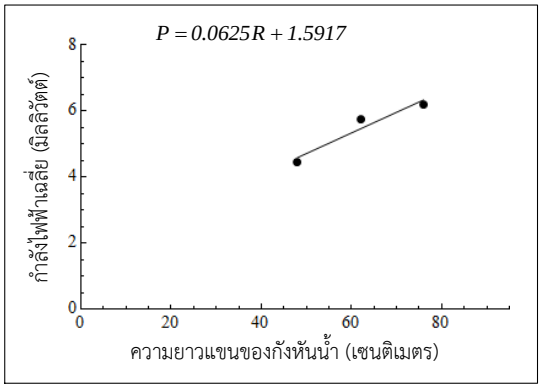
จากข้อมูลในตารางที่ 1 สามารถวาดกราฟได้ดังนี้



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 9 (ก) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบการหมุนกับความยาวแขนของกังหันน้ำ
(ข) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยกับความเร็วรอบในการหมุนของกังหันน้ำ
(ค) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยกับความยาวแขนของกังหันน้ำ

จากรูปที่ 9 (ก) (ข) และ (ค) พบว่า เมื่อเพิ่มความยาวแขนของใบพัดความเร็วรอบการหมุนของกังหันจะเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งความยาวแขนของกังหันจะสัมพันธ์กับความเร็วรอบการหมุนของกังหันแบบเชิงเส้นดังแสดงในรูปที่ 9 (ก) เนื่องจากกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยจะสัมพันธ์กับความเร็วรอบการหมุนแบบเชิงเส้นดังแสดงในรูปที่ 9 (ข) จึงส่งผลให้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่กังหันน้ำผลิตออกมามีลักษณะการเพิ่มขึ้นแบบเชิงเส้นด้วยดังแสดงในรูปที่ 9 (ค)

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยกังหันน้ำปรับความยาวแขนนี้ใช้พลังงานการไหลของน้ำจากรางน้ำฝนจำลองมาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า ได้มีการออกแบบและสร้างกังหันที่สามารถปรับความยาวแขนได้ 3 ขนาด และเมื่อทำการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบการหมุนของกังหันและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้กับความยาวแขนของกังหัน พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบการหมุนกับความยาวแขนของกังหันเป็นไปตามสมการ $f = 0.0014R + 0.2614$, $R^2 = 1$ และความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยกับความยาวแขนของกังหันเป็นไปตามสมการ $P = 0.0625R + 1.5917$

ชุดทดลองกังหันน้ำปรับความยาวแขนนี้ผลิตกระแสไฟฟ้าออกมาได้น้อยในระดับมิลลิแอมป์ทำให้กำลังการผลิตไฟฟ้านั้นมีค่าต่ำไปด้วยจึงอาจจะพัฒนากังหันน้ำให้มีกำลังการผลิตสูงขึ้นได้โดยเปลี่ยนไปใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงที่มีกำลังการผลิตสูงขึ้น เพิ่มการทดรอบของเฟืองเพื่อเพิ่มความเร็วรอบในการหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง เพิ่มจำนวนใบพัดให้มากขึ้น และเพิ่มความยาวแขนของกังหันให้ยาวขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้ได้กำลังผลิตที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์และเก็บพลังงานไฟฟ้าเข้าไปชาร์จในแบตเตอรี่เพื่อนำไปใช้งานต่อไปได้

การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

สามารถนำความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้กับความยาวแขนของกังหันไปใช้ประโยชน์ในการกำหนดความยาวแขนของกังหันให้เหมาะสมกับการไหลของน้ำที่มีอัตราไหลแตกต่างกัน เพื่อให้ได้กำลังการผลิตที่เหมาะสมในการจัดเก็บลงในแบตเตอรี่ นอกจากนั้นชุดทดลองกังหันน้ำปรับความยาวแขนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับการเรียนการสอนเรื่องการหมุนและทอร์ก และเป็นเครื่องต้นแบบให้กับนักเรียนหรือนักศึกษาได้ทราบถึงกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน อีกทั้งยังช่วยเสริมสร้างจิตสำนึกให้กับนักเรียนหรือนักศึกษาได้คำนึงถึงการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ช่วยส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาดจากธรรมชาติที่ไม่มีวันหมดสิ้น และก่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนเพื่อให้บังเกิดผลในทางปฏิบัติได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำสาขาวิชาฟิสิกส์ทุกท่านที่คอยให้ความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาที่ทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ดำรงศักดิ์ วงศ์ตา และวรพงษ์ กันทะ. **เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำครัวเรือนติดตั้งบนพื้นที่ภูเขา จ.เชียงราย.** [Online]. เข้าถึงได้จาก: www.crc.ac.th/2015/sar58/crc/2.3.2.วิศวะ.pdf. เมื่อ 15 มีนาคม 2560/2554.

พลังวัชร์ แพ่งธีระสุขมัย. **ออกแบบและสร้างเรือนแพลอยน้ำผลิตกระแสไฟฟ้ากระแสสลับจากกังหันน้ำ.** [Online]. เข้าถึงได้จาก: https://repository.rmutp.ac.th/bitstream/handle/123456789/1446/ENG_56_03.pdf?sequence=1. เมื่อ 26 มีนาคม 2560/2556.

สุรพร อนันตาภรณ์. **การพัฒนากังหันน้ำขนาดจิ๋วสำหรับผลิตไฟฟ้าจากน้ำทิ้งอาคารจำลอง**. [Online]. เข้าถึงได้จาก: http://doi.nrct.go.th**.** เมื่อ 10 มกราคม 2560/2556.