# การศึกษาประสิทธิภาพและพัฒนาเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำไหล บริเวณชุมชนวัดเกาะหงษ์จังหวัดนครสวรรค์

# The Efficiency and Development of Electrical Energy from Water Flow Energy at Kohhong Community Nakhonsawan Province

ถิรายุ ปิ่นทอง[1]*

Thirayu Pinthong[1]*

[1]สาขาวิศวกรรมพลังงาน ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาออกแบบสร้างและพัฒนาเครื่องผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานน้ำไหลบริเวณชุมชนวัดเกาะหงษ์จังหวัดนครสวรรค์ โดยศึกษาและพัฒนาเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำไหล โดยใช้ใบกังหันรัศมีขนาด 20, 30 และ40 เซนติเมตร ผลการทดสอบประสิทธิภาพ พบว่าใบกังหันรัศมีขนาด 20 เซนติเมตร มีประสิทธิภาพมากที่สุด คือ 36.06 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใบกังหันรัศมีขนาด 30 และ 40 เซนติเมตร มีประสิทธิภาพ 14.77 และ 12.97 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และได้นำพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มาทำการชาร์จประจุลงแบตเตอรี่ 12 โวลต์ 5 แอมแปร์ โดยที่ใบกังหันขนาด 20 เซนติเมตรใช้เวลาในการชาร์จเฉลี่ยอยู่ที่ 8 ชั่วโมง และ ใบกังหันขนาด 30 เซนติเมตร และใบกังหันขนาด 40 เซนติเมตร ใช้เวลาในการชาร์จเฉลี่ยอยู่ที่ 10 ชั่วโมง ซึ่งการชาร์จประจุจากไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ใช้เวลาในการชาร์จ 5 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในการชาร์จประจุสามารถลดการใช้พลังงานได้ 0.3 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อการชาร์จประจุต่อครั้ง เครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำไหล มีอัตราการประหยัดพลังงานเฉลี่ยอยู่ที่ 1,149.75 บาทต่อปี ใช้ระยะเวลาคืนทุน 6 ปี 11 เดือน

**คำสำคัญ**: เครื่องผลิตไฟฟ้า / พลังงานน้ำไหล

*Corresponding author. E-mail: volt-energy@hotmail.com

## Abstract

This research studied to build and develop the hydro turbine generator, generated electric energy, by hydrodynamics. We conducted the research at Kohhong community in Nakhonsawan. The hydro turbine generator had radial turbines of 20, 30, and 40 cm. This research found that radial turbine of 20 cm which had more effective than other. The efficiency showed in percentage of 36.06 % (20 cm), 14.77 % (30 cm) and 12.97 % 40 cm. The electrical energy that was generated from hydro turbine generator was charged to battery (capacity about 12 V 5 A). Duration for battery charging was about in 8 hours for radial turbine size of 20 cm and about 10 hours for radial turbine of 30 cm and 40 cm. While, the charging time for alternating current was used of 5 hours that saved energy about 0.3 kW·hr per time. The hydro turbine generator had average saving rate as 1,149.75 baht/year and payback period about 6.95 year.


**Keywords**: generator / hydrodynamics

**บทนำ**

การพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและการเพิ่มขึ้นของประชากรเป็นไปอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้มีแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าในปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้น จากการใช้พลังงานปิโตรเลียมเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าส่งผลให้เกิดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ภาวะโลกร้อน ภาวะฝนกรด พลังงานทดแทนจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะมีการนำมาใช้ทดแทนการใช้พลังงานจากปิโตรเลียม ซึ่งสาเหตุมาจากความต้องการ การใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น รวมถึงแหล่งพลังงานปิโตรเลียมซึ่งนับวันจะลดน้อยลงทุกที จึงส่งผลให้ราคาของพลังงานปิโตรเลียมมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว

จากปัญหาที่กล่าวมา มีผลกระทบพื้นฐานที่สำคัญด้านเศรษฐกิจ ดังนั้นควรต้องมีการศึกษาข้อมูลด้านพลังงานทดแทนเพื่อบรรเทาปัญหา และรับมือกับวิกฤตด้านพลังงานในอนาคต ซึ่งสอดคล้องกับ

นโยบายของภาครัฐและกระทรวงพลังงานตลอดจนแผนพัฒนาพลังงานทดแทนของประเทศไทย ในระยะเวลา 15 ปี เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการช่วยสนับสนุนให้เกิดความมั่นคงยั่งยืนด้านพลังงาน

น้ำเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติและหมุนเวียนให้ใช้อย่างไม่มีวันหมด น้ำถือเป็นปัจจัย ที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งมนุษย์ใช้ประโยชน์จากน้ำทั้งการบริโภคและอุปโภค นอกจากนี้ยังใช้น้ำเป็นแหล่งพลังงานในการผลิตไฟฟ้าเพื่อทดแทนการใช้พลังงานปิโตรเลียม

ประเทศไทยมีพื้นที่รวม 512,000 ตารางกิโลเมตร แบ่งพื้นที่ตามสภาพภูมิประเทศซึ่งมีลุ่มน้ำสายหลัก ได้เป็น 25 ลุ่มน้ำหลัก ในปี พ.ศ. 2546 ได้รับปริมาณน้ำฝนประมาณ 728,028 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ซึ่งร้อยละ 70 ของปริมาณน้ำจำนวนนี้ จะซึมลงใต้ดินและระเหยกลับไปสู่บรรยากาศ และค้างที่อยู่ในแอ่งน้ำ หนอง และบึงธรรมชาติ ส่วนที่เหลือร้อยละ 30 เป็นน้ำท่าที่ไหลไปตามแม่น้ำ ลำคลอง ห้วย และลำธารต่างๆ โดยภาคเหนือมีปริมาณน้ำท่าประมาณ 38,567 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณน้ำท่าประมาณ 61,513 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ภาคกลางมีประมาณ 24,976 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ภาคตะวันออกประมาณ 23,882 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี และภาคใต้ประมาณ 64,486 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ในส่วนของเจ้าพระยา เป็นชื่อแม่น้ำที่สำคัญ โดยแม่น้ำเจ้าพระยาเกิดจากการรวมตัวของแม่น้ำหลักสี่สาย ได้แก่ แม่น้ำปิง แม่น้ำวัง แม่น้ำยม และแม่น้ำน่าน ไหลมาบรรจบกันที่ตำบลปากน้ำโพ ด้านหน้าเขื่อนในตัวเมือง จ.นครสวรรค์ มีความยาวประมาณ 372 กิโลเมตร เมื่อไหลมาบรรจบกันแล้วจึงค่อย ๆ รวมตัวกันกลายเป็นแม่น้ำสายใหญ่ที่สำคัญของประเทศ ไหลผ่านจังหวัดต่าง ๆ ในภาคกลางเรื่อยมาจนถึงกรุงเทพมหานคร และลงสู่ทะเลอ่าวไทยที่ อ.ปากน้ำ จังหวัดสมุทรปราการลุ่มน้ำเจ้าพระยามีพื้นที่ลุ่มน้ำ 20,125 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 11 จังหวัดในภาคกลาง ได้แก่ นครสวรรค์ ชัยนาท สิงห์บุรี ลพบุรี อ่างทอง อยุธยา สระบุรี ปทุมธานี นนทบุรี สมุทรปราการ และ กรุงเทพฯ ปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำเจ้าพระยา นอกจากได้รับน้ำจากลำน้ำสาขาตอนบน (ปิง วัง ยม น่าน) ที่จังหวัดนครสวรรค์แล้ว ยังได้รับปริมาณน้ำท่าจากลุ่มน้ำอื่นอีก ได้แก่ ลุ่มน้ำสะแกกรัง และลุ่มน้ำป่าสัก มีปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย 22,016 ล้านลูกบาศก์เมตร มีพื้นที่ชลประทานรวมทั้งสิ้น 7.5 ล้านไร่ (รวมทั้งพื้นที่ของลุ่มน้ำท่าจีนฝั่งตะวันออกและพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนใต้) จากการประเมินความต้องการใช้น้ำในปัจจุบัน พบว่าร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้ เพื่อการเกษตร ซึ่งปัจจุบันได้ส่งน้ำให้แก่พื้นที่ชลประทานเฉลี่ยปีละ 11,400 ล้านลูกบาศก์เมตร ช่วยเหลือพื้นที่นาปีได้เฉลี่ยปีละ 6.0 ล้านไร่ และนาปรังเฉลี่ยปีละ 2.5 ล้านไร่ (ที่มา: กรมชลประทาน 2546)

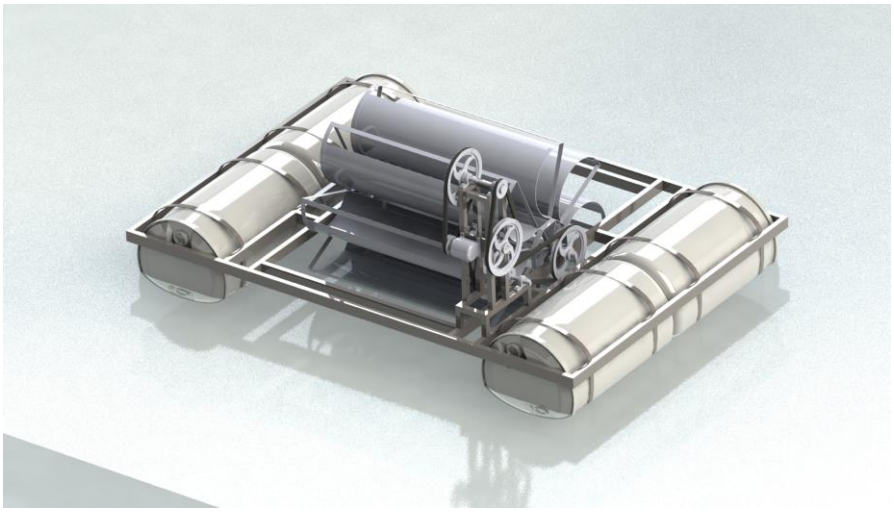
จังหวัดนครสวรรค์เป็นจังหวัดหนึ่งที่อยู่ในเขตภาคเหนือของประเทศไทยซึ่งเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำเจ้าพระยา คือ การรวมตัวของแม่น้ำสายหลักทางภาคเหนือ 2 สาย คือแม่น้ำปิงและแม่น้ำน่าน ที่ตำบลปากน้ำโพ อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ จากนั้นไหลลงไปทางทิศใต้ ผ่านจังหวัดอุทัยธานี ชัยนาท สิงห์บุรี อ่างทอง พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี นนทบุรี และกรุงเทพมหานคร ก่อนออกสู่อ่าวไทย เมื่อจังหวัดนครสวรรค์เป็นสถานที่รวมตัวของแม่น้ำ 2 สายทำให้แม่น้ำเจ้าพระยาในจังหวัดนครสวรรค์มีปริมาณน้ำไหลผ่านจังหวัดนครสวรรค์มากที่สุดในประเทศ บริเวณเกาะยม ตำบลปากน้ำโพ อ.เมือง จ.นครสวรรค์ เป็นพื้นที่หน้าเกาะ บริเวณที่แม่น้ำปิง วัง ยม น่าน มาบรรจบกันเป็นแม่น้ำเจ้าพระยาหรือเป็นจุดบรรจบกับของแม่น้ำสองสี มีเนื้อที่ประมาณ 3 ไร่ 48 ตารางวา (ที่มา: กรมชลประทาน 2555)

ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและพัฒนา รวมถึงวิเคราะห์ประสิทธิภาพเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำไหลบริเวณชุมชนวัดเกาะหงษ์ จังหวัดนครสวรรค์ ถือเป็นงานวิจัยที่ส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีด้านพลังงานทดแทนเพื่อประยุกต์ใช้สำหรับชุมชน อีกทั้งความเร็วและอัตราการไหลของระดับน้ำพื้นที่ชุมชนนี้ระดับคงที่และมีศักยภาพสูง สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานน้ำไหลได้ตลอดทั้งปี ยังช่วยสนับสนุนให้ชุมชนสามารถใช้พลังงานทดแทนที่มีในพื้นที่มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด อีกทั้งเพื่อเพิ่มทางเลือกในการเลือกใช้พลังงานทดแทนให้กลับกลุ่มชุมชนวัดเกาะหงษ์ในเขตอำเภอเมืองจังหวัดนครสวรรค์มากยิ่งขึ้น

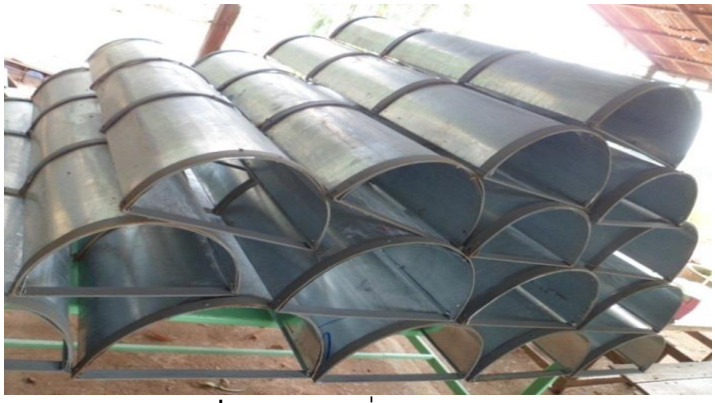
## วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

### อุปกรณ์การวิจัย

ภาพที่ 1 แสดงรายละเอียดชุดเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำไหล ที่ได้ศึกษาออกแบบและสร้างมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าโดยใช้ใบกังหันขนาด 20, 30 และ 40 เซนติเมตร ซึ่งประกอบด้วยโครงสร้างของเครื่องใช้เหล็กกล่องขนาด 1.5 นิ้ว ติดตั้งเพลาใบกังหันและถังน้ำขนาด 100 ลิตร จำนวน 4 ถัง เป็นทุ่นลอยน้ำ ใบกังหันใช้แผ่นสังกะสี เบอร์ 28 กว้าง 120 เซนติเมตร ยาว 240 เซนติเมตร นำมาตัดออกเป็น 3 ขนาด คือ ขนาด 120 เซนติเมตร x 20 เซนติเมตร จำนวน 8 แผ่น ขนาด 120 เมตร x 30 เซนติเมตร จำนวน 8 แผ่น และ ขนาด 120 เซนติเมตร x 40 เซนติเมตร จำนวน 8 แผ่น จากนั้นนำมาดัดเป็นใบกังหันลักษณะโค้งตามที่ออกแบบไว้ ใบกังหันจะติดตั้งเข้ากับเพลาของใบกังหันและติดตั้งชุดทดรอบโดยใช้ล้อสายพาน เฟืองโซ่ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 28 วัตต์ และต่อวงจรเข้ากับชุดควบคุมประจุเพื่อชาร์จประจุลงแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 5 แอมแปร์



**ภาพที่** 1 เครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำไหล



**ภาพที่** 2 ใบกังหันที่ใช้ในการทดสอบ

**ภาพที่** 3 การติดตั้งชุดทดรอบ

**ภาพที่** 4 ทดสอบความสมดุลเครื่องผลิตไฟฟ้า

**ภาพที่** 5 เครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำไหล

**วิธีการวิจัย**

เครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำไหลที่ใช้ศึกษาทดสอบประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าในงานวิจัยนี้ ได้กำหนดเงื่อนไขในการออกแบบใบกังหัน ให้รัศมีจากเพลาถึงใบกังหันยาว 22 เซนติเมตร และใช้ใบกังหัน 3 ขนาดในการทดสอบประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า โดยมีใบกังหันขนาด 120 เซนติเมตร x 20 เซนติเมตร และ ขนาด 120 เซนติเมตร x 30 เซนติเมตร และขนาด 120 เซนติเมตร x 40 เซนติเมตร ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า ขนาดละ 3 วัน เริ่ม 8:00 – 17:00 น. บริเวณริมแม่น้ำเจ้าพระยา ชุมชนวัดเกาะหงษ์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ และได้บันทึกข้อมูลความเร็วกระแสน้ำ แรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า ในระหว่างการทำการทดลองทุกๆ 20 นาที

**การวิเคราะห์ผล**

งานวิจัยนี้ ได้วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ตั้งแต่คำนวณหาแรงต้านของใบกังหันขนาด 120

เซนติเมตร x 20 เซนติเมตร และ ขนาด 120 เซนติเมตร x 30 เซนติเมตร และขนาด 120 เซนติเมตร x 40 เซนติเมตร งานวิจัยนี้ได้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์แรงต้านการไหลสำหรับวัตถุชนิด C-section (open side facing flow) มีค่าเท่ากับ 2.30 โดยแรงต้านจากใบกังหัน คำนวณจากสมการที่ (1)

$$F = 0.5C_D\rho V^2A \quad (1)$$

เมื่อ $C_D$ คือ สัมประสิทธิ์แรงต้านการไหล

F คือ แรงต้านของใบกังหัน (นิวตัน)

$\rho$ คือ ความหนาแน่นของน้ำ (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

A คือ พื้นที่ของใบกังหันที่รับแรงน้ำ (ตารางเมตร)

V คือ ความเร็วของกระแสน้ำ (เมตรต่อวินาที)

แรงบิดของใบกังหันโดยเฉลี่ย สามารถคำนวณจากสมการที่ (2)

$$T = FR \quad (2)$$

เมื่อ T คือ แรงบิดของกังหันโดยเฉลี่ย (นิวตัน.เมตร)

F คือ แรงต้านของใบกังหัน (นิวตัน)

R คือ รัศมีของใบกังหัน (เมตร)

การวิเคราะห์กำลังที่ได้รับจากน้ำขาเข้า จากใบกังหันขนาด 120 เซนติเมตร x 20 เซนติเมตร และ ขนาด 120 เซนติเมตร x 30 เซนติเมตร และขนาด 120 เซนติเมตร x 40 เซนติเมตร สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (3)

$$P_{in} = \frac{2\pi TN}{60} \quad (3)$$

เมื่อ $P_{in}$ คือ กำลังที่ได้จากน้ำขาเข้า (วัตต์)

T คือ แรงบิดของกังหันโดยเฉลี่ย (นิวตัน.เมตร)

N คือ ความเร็วรอบของกังหันโดยเฉลี่ย (รอบต่อนาที)

การวิเคราะห์กำลังที่ได้จากการผลิตไฟฟ้าจากใบกังหันขนาด 120 เซนติเมตร x 20 เซนติเมตร และ ขนาด 120 เซนติเมตร x 30 เซนติเมตร และขนาด 120 เซนติเมตร x 40 เซนติเมตร สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (4)

$$P_{OUT} = VI \quad (4)$$

เมื่อ $P_{OUT}$ คือ กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (วัตต์)

V คือ แรงดันไฟฟ้า (โวลต์)

I คือ กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)

ในส่วนของการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำไหลโดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (5)

$$\eta = \frac{\text{กำลังที่ได้รับจากน้ำขาเข้า}}{\text{กำลังที่ได้จากการผลิตไฟฟ้า}} \times 100 \quad (5)$$

เมื่อ $\eta$ คือ ประสิทธิภาพของเครื่อง (เปอร์เซ็นต์)

**ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล**

**ตารางที่ 1** ผลการทดสอบประสิทธิภาพเฉลี่ยทั้ง 3 ครั้ง ของเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำไหลโดยใช้ใบกังหันขนาด 20 เซนติเมตร

| ครั้งที่ | เวลา | ความเร็วกระแสน้ำ (เมตรต่อวินาที) | ความเร็วรอบกังหัน (รอบต่อนาที) | กำลังที่ได้จากน้ำขาเข้า (วัตต์) | กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์) | แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) | กำลังที่ได้จากการผลิตไฟฟ้า (วัตต์) | ประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 8:00-16.00 | 0.66 | 8.50 | 21.39 | 0.62 | 12 | 7.44 | 34.78 |
| 2 | 8:00-16.00 | 0.62 | 8.67 | 19.26 | 0.61 | 12 | 7.32 | 38.01 |
| 3 | 8:00-16.00 | 0.64 | 8.60 | 20.35 | 0.60 | 12 | 7.20 | 35.38 |
| **รวม** | | 0.64 | 8.59 | 20.33 | 0.61 | 12 | 7.32 | 36.06 |

จากตารางที่ 1 พบว่าผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำไหลบริเวณชุมชนวัดเกาะหงษ์จังหวัดนครสวรรค์ ใบกังหันขนาด 20 เซนติเมตร ใน 3 วัน วันละ 8 ชั่วโมง สามารถสรุปได้ว่าในการทดลองวันที่ 2 มีประสิทธิภาพสูงสุดที่ 38.01 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเร็วกระแสน้ำโดยเฉลี่ย 0.62 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบกังหัน 8.67 รอบต่อนาที และกำลังที่ได้จากน้ำขาเข้า 19.26 วัตต์ และกำลังที่ได้จากการผลิตไฟฟ้า 7.32 วัตต์ ค่าเฉลี่ยการทดสอบ

ประสิทธิภาพทั้ง 3 ครั้ง ของใบกังหันรัศมีขนาด 20 เซนติเมตร มีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 36.06 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำอยู่ที่ 0.64 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบกังหันอยู่ที่ 8.59 รอบต่อนาที กำลังที่ได้จากน้ำขาเข้าอยู่ที่ 20.33 วัตต์ และกำลังเฉลี่ยที่ได้จากการผลิตไฟฟ้าเท่ากับ 7.32 วัตต์

**ตารางที่** 2 การทดสอบประสิทธิภาพเฉลี่ยทั้ง 3 ครั้ง ของเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำไหลโดยใช้ใบกังหันขนาด 30 เซนติเมตร

| ครั้งที่ | เวลา | ความเร็วกระแสน้ำ (เมตรต่อวินาที) | ความเร็วรอบกังหัน (รอบต่อนาที) | กำลังที่ได้จากน้ำขาเข้า (วัตต์) | กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์) | แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) | กำลังที่ได้จากการผลิตไฟฟ้า (วัตต์) | ประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 8:00-16.00 | 0.60 | 9.50 | 44.45 | 0.63 | 12 | 7.56 | 17.01 |
| 2 | 8:00-16.00 | 0.66 | 11.00 | 62.28 | 0.69 | 12 | 8.28 | 13.30 |
| 3 | 8:00-16.00 | 0.66 | 10.00 | 56.62 | 0.66 | 12 | 7.92 | 14.00 |
| **รวม** | | 0.64 | 10.17 | 54.45 | 0.66 | 12 | 7.92 | 14.77 |

จากตารางที่ 2 พบว่าผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำไหลบริเวณชุมชนวัดเกาะหงษ์จังหวัดนครสวรรค์ ใบกังหันขนาด 30 เซนติเมตร ใน 3 วัน วันละ 8 ชั่วโมง สามารถสรุปได้ว่าในการทดลองวันที่ 1 มีประสิทธิภาพสูงสุดที่ 17.01 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเร็วกระแสน้ำ 0.60 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบกังหัน 9.50 รอบต่อนาที และกำลังที่ได้จากน้ำขาเข้า 44.45 วัตต์ และกำลังที่ได้จากการผลิตไฟฟ้า 7.56 วัตต์ และค่าเฉลี่ยการทดสอบประสิทธิภาพทั้ง 3 ครั้ง ของใบกังหันรัศมีขนาด 30 เซนติเมตร มีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 14.77 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำอยู่ที่ 0.64 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบกังหันอยู่ที่ 10.17 รอบต่อนาที กำลังที่ได้จากน้ำขาเข้าอยู่ที่ 54.45 วัตต์ และกำลังเฉลี่ยที่ได้จากการผลิตไฟฟ้าเท่ากับ 7.92 วัตต์

**ตารางที่** 3 การทดสอบประสิทธิภาพเฉลี่ยทั้ง 3 ครั้ง ของเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำไหลโดยใช้ใบกังหันขนาด 40 เซนติเมตร

| ครั้งที่ | เวลา | ความเร็วกระแสน้ำ (เมตรต่อวินาที) | ความเร็วรอบกังหัน (รอบต่อนาที) | กำลังที่ได้จากน้ำขาเข้า (วัตต์) | กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์) | แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) | กำลังที่ได้จากการผลิตไฟฟ้า (วัตต์) | ประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 8:00-16.00 | 0.66 | 5.50 | 55.37 | 0.54 | 12 | 6.48 | 11.70 |
| 2 | 8:00-16.00 | 0.60 | 6.00 | 49.91 | 0.52 | 12 | 6.24 | 12.50 |

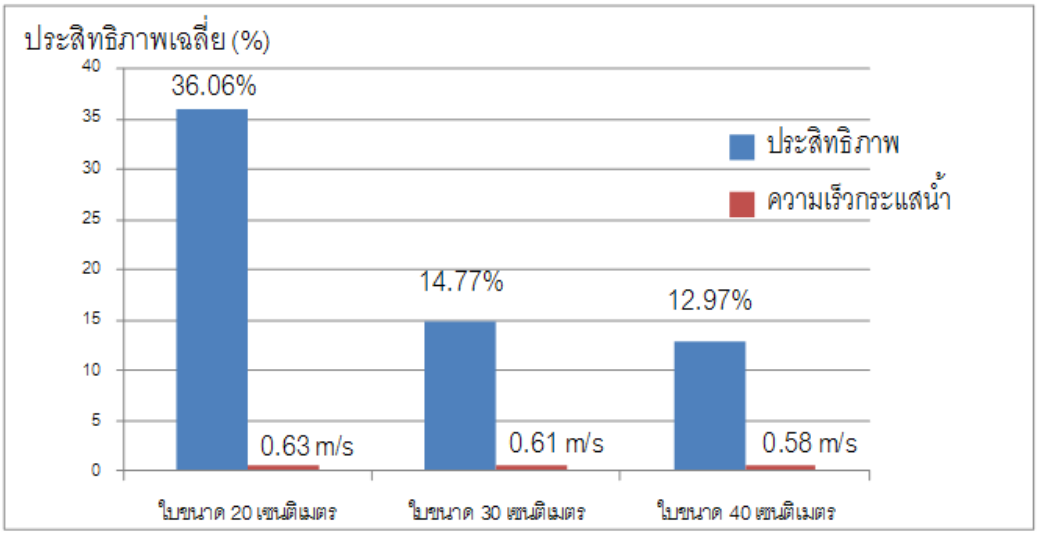
| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 8:00-16.00 | 0.60 | 5.00 | 41.59 | 0.51 | 12 | 6.12 | 14.17 |
| **รวม** | | 0.62 | 5.50 | 48.96 | 0.52 | 12 | 6.28 | 12.97 |

จากตารางที่ 3 พบว่าผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำไหลบริเวณชุมชนวัดเกาะหงษ์จังหวัดนครสวรรค์ ใบกังหันขนาด 40 เซนติเมตร ใน 3 วัน วันละ 8 ชั่วโมง สามารถสรุปได้ว่าในการทดลองวันที่ 3 มีประสิทธิภาพสูงสุด อยู่ที่ 14.17 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเร็วกระแสน้ำ 0.60 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบกังหัน 5.00 รอบต่อนาที และกำลังที่ได้จากน้ำขาเข้า 41.59 วัตต์ และกำลังที่ได้จากการผลิตไฟฟ้าโดยเฉลี่ย 6.12 วัตต์ และค่าเฉลี่ยการทดสอบประสิทธิภาพทั้ง 3 ครั้ง ของใบกังหันรัศมีขนาด 40 เซนติเมตร มีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 12.97 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำอยู่ที่ 0.62 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบกังหันอยู่ที่ 5.50 รอบต่อนาที กำลังที่ได้จากน้ำขาเข้าอยู่ที่ 48.96 วัตต์ และกำลังเฉลี่ยที่ได้จากการผลิตไฟฟ้าอยู่ที่ 6.28 วัตต์

**ตารางที่** 4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพเฉลี่ยของเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำไหลบริเวณชุมชนวัดเกาะหงษ์จังหวัดนครสวรรค์ จากการทดลองใบกังหันขนาด 20 เซนติเมตร 30 เซนติเมตร 40 เซนติเมตร

| **ขนาดใบกังหัน (เซนติเมตร)** | **ความเร็วกระแสน้ำเฉลี่ย (เมตรต่อวินาที)** | **ประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์)** |
|---|---|---|
| 20 | 0.64 | 36.06 |
| 30 | 0.64 | 14.77 |
| 40 | 0.62 | 12.97 |

จากตารางที่ 4 แสดงค่าเปรียบเทียบประสิทธิภาพจากการทดลองใบกังหันที่ลงน้ำลึก 20 เซนติเมตร 30 เซนติเมตร 40 เซนติเมตร โดยจะแสดงเป็น กราฟดังภาพที่ 6




**ภาพที่ 6** การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำไหลบริเวณชุมชนวัดเกาะหงษ์จังหวัดนครสวรรค์ จากการทดลองใบกังหันลงน้ำลึก 20 เซนติเมตร 30 เซนติเมตร 40 เซนติเมตร

**ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์**

- ต้นทุนการสร้างเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำไหลบริเวณชุมชนวัดเกาะหงส์จังหวัดนครสวรรค์อยู่ที่ 8,000 บาท

- ต้นทุนในการชาร์จแบตเตอรี่ 1 ครั้ง (ชาร์จโดยเครื่องชาร์จไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์)

- แบตเตอรี่ 12 โวลต์ 5 แอมแปร์ ตั้งกระแสในการชาร์จแบตเตอรี่ 1 แอมแปร์ ใช้เวลาในการชาร์จ 5 ชั่วโมง

- อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า 300 วัตต์ชั่วโมง คิดเป็น 0.3 หน่วย (1 กิโลวัตต์ชั่วโมง เท่ากับ 3.50 บาท: กฟภ.) รวมต้นทุนต่อการชาร์จ 1 ครั้ง เท่ากับ 1.05 บาท

**- ต้นทุนในการชาร์จแบตเตอรี่ 1 ครั้ง (ชาร์จประจุโดยเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำไหล)**

- ใบกังหันขนาด 20 เซนติเมตร ใช้เวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ ขนาด 12 โวลต์ ใช้เวลาในการชาร์จ 8 ชั่วโมง ใน 1 วันสามารถชาร์จแบตเตอรี่ได้ 3 ครั้ง ประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้า 1.05 x 3 = 3.15 บาทต่อวัน

- ใบกังหันขนาด 30 เซนติเมตร ใช้เวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ 8 ชั่วโมง

ใน 1 วันสามารถชาร์จแบตเตอรี่ได้ 2 ครั้งประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้า 1.05 x 2 = 2.10 บาทต่อวัน

- ใบกังหันขนาด 40 เซนติเมตร ใช้เวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ 10 ชั่วโมง

ใน 1 วันสามารถชาร์จแบตเตอรี่ได้ 2 ครั้งประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้า 2 x 1.05 = 2.10 บาทต่อวัน

**- ระยะเวลาคืนทุนของเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำไหล**

- ใบกังหันขนาด 20 เซนติเมตร

- อัตราการประหยัดของเครื่องผลิตไฟฟ้า 3.15 x 365 = 1,149.75 บาทต่อปี

- ระยะเวลาการคืนทุน (8,000 ÷ 1149.75 ) = 6 ปี 11 เดือน

- ใบกังหันขนาด 30 เซนติเมตร

- อัตราการประหยัดของเครื่องผลิตไฟฟ้า 2.10 x 365 = 766.5 บาทต่อ ปี

- ระยะเวลาการคืนทุน (8,500 ÷ 766.5 ) = 11 ปี 1 เดือน

- ใบกังหันขนาด 40 เซนติเมตร

- อัตราการประหยัดของเครื่องผลิตไฟฟ้า 2.10 x 365 = 766.5 บาทต่อ ปี

- ระยะเวลาการคืนทุน (9,000 ÷ 766.5 ) = 11 ปี 8 เดือน

**สรุปผลการวิจัย**

ผู้วิจัยได้ข้อสรุปจากผลการทดสอบดังนี้

1. ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำไหลบริเวณชุมชนวัดเกาะหงษ์จังหวัดนครสวรรค์ มีขนาด ความกว้าง 2.6 เมตร ยาว 1.5 เมตร และมีใบกังหัน 3 ขนาดคือ ใบกังหันขนาด 20 เซนติเมตร และใบกังหันขนาด 30 เซนติเมตร และใบกังหันขนาด 40 เซนติเมตร ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขนาด 28 วัตต์ ทำการทดรอบ 1 : 117.5 รอบ (โดยที่ใบกังหันหมุน 1 รอบทำให้ได้รอบที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 117.5 รอบ)

2. พบว่าประสิทธิภาพของใบกังหันทั้ง 3 ขนาดโดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 28 วัตต์ ใบกังหันขนาด 20 เซนติเมตร มีประสิทธิภาพ 36.06 เปอร์เซ็นต์ ใบขนาด 30 เซนติเมตร มีประสิทธิภาพ 14.77 เปอร์เซ็นต์ และใบขนาด 40 เซนติเมตร มีประสิทธิภาพ 12.97 เปอร์เซ็นต์

3. หลังจากทำการทดสอบหาประสิทธิภาพของใบกังหันทั้ง 3 ขนาด โดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง 28 วัตต์ พบว่าใบกังหันที่เหมาะสมกับแม่น้ำเจ้าพระยาในเขตอำเภอเมืองจังหวัดนครสวรรค์ คือ ใบขนาด 20 เซนติเมตร เนื่องจาก มีประสิทธิภาพสูงกว่าและยังสามารถประหยัดเวลาในการชาร์จประจุลงแบตเตอรี่เมื่อเทียบกับใบกังหันขนาด 30 เซนติเมตร และ ใบกังหันขนาด 40 เซนติเมตร

4. เมื่อวิเคราะห์ค่าจุดคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าระยะเวลาการคืนทุนของใบกังหันขนาด 20 เซนติเมตร มีระยะเวลาคืนทุน 6 ปี 11 เดือน ใบกังหันขนาด 30 เซนติเมตร มีระยะเวลาคืนทุน 11 ปี 1 เดือน และใบกังหันขนาด 40 เซนติเมตร ระยะเวลาคืนทุน 11 ปี 8 เดือน

**กิตติกรรมประกาศ**

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ และขอขอบคุณสาขาวิศวกรรมพลังงาน ภาคเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

**เอกสารอ้างอิง**

แผ่นพับเขื่อนสิริกิติ์. (2546). โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนสิริกิติ์. อุตรดิตถ์:เขื่อนสิริกิติ์.

วันคำ แสงเมือง, ชนกนันท์ สุขกำเนิด. (2549). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพและพลังงานที่สูญเสียไปในส่วนต่างๆของโรงไฟฟ้า. คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วัฒนา ถาวร. (2543). โรงต้นกำลัง. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี ไทย-ญี่ปุ่น.

มณฑล ใจกุศล , อนุมัติ พิณโสภณ. (2549). ทดสอบหาประสิทธิภาพของกังหันน้ำตามแนวแกนแบบชั้นเดียว. คณะวิศวกรรมศาสตร์,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ไพฑูรย์ เหล่าดี , นิพนธ์ เกตุจ้อย , วัฒนพงษ์ รักษ์วิเชียร , วุฒิพงศ์ สุพนธนา . (2549). การใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋ว ณ หมู่บ้านท่าแปนเมืองหลวงพระบางสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว. วิทยาลัยพลังงานทดแทน, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เศรษฐา สมจิตต์ชอบ , พรหมพร เชื้อกุลา , จิระกานต์ ศิริวิชญ์ไมตรี. (2549). การทดสอบประสิทธิภาพกังหันพลังน้ำแกนตั้งแบบลดแรงเสียดทาน. คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน.

Boyle, G (1996). Renewable Energy Power for a Sustainable Future. New York : Oxford University Press.

Ristinen, Robert A. & Kraushaar, Jack J.(1999). Energy and the Environment. New York : John Wiley & Sons.

Shepherd, W. & Shepherd, D.W. (1998). Energy Studies. Singapore : World Scientific.

Hydro Energy. (2003). Pelton Turbines. [On-line]. Available: http://www.hydro-energy.com/_bilder/produkte/turbinen/pelton_turbine.jpg.