



FEAT JOURNAL

FARM ENGINEERING AND AUTOMATION TECHNOLOGY JOURNAL

วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ

ผลกระทบของแผ่นกั้นกังหันที่มีผลต่อประสิทธิภาพของกังหันพลังงานน้ำวนอิสระ**The Effects of Turbine Baffle Plates on the Efficiency of Water Free****Vortex Hydro Turbine**

ปิยะวัฒน์ ศรีธรรม, พงศกร วิเชียร, ทองศักดิ์ สุวรรณศรี และ รัชพล สันติวารการ*

Piyawat Sritram, Pongsakorn Wichian, Sogsak Suwansri and Ratchaphon Suntivarakorn*

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, KhonKaen University, KhonKaen, Thailand 40002

Received: 10 ต.ค. 59

Accepted: 9 ก.พ. 60

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพกังหันน้ำแบบน้ำวนอิสระ ด้วยวิธีการติดตั้งแผ่นปิดกั้นให้แก่ใบพัด โดยใช้การจำลองลักษณะการไหลด้วยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics, CFD) ร่วมกับการทดสอบหาประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งกำหนดให้มีการติดตั้งแผ่นปิดกั้นกังหัน 4 ขนาดต่างกัน ตรงพื้นที่หน้าตัดของใบกังหัน ตั้งแต่ขนาด 25%-100% โดยการทดลองในครั้งนี้ได้ใช้กังหันที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 เซนติเมตร สูง 32 เซนติเมตร จำนวน 5 ใบ ทดสอบที่อัตราการไหลของน้ำที่ 0.04-0.06 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จากการทดลองพบว่า สัดส่วนพื้นที่ปิดกั้นใบพัดเท่ากับ 50% จะให้ค่าประสิทธิภาพสูงสุดคือ 43.83% และสูงกว่ากรณีที่ไม่มีแผ่นกั้น 6.59% โดยอัตราการไหลที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพของระบบเพิ่มขึ้นด้วย

คำสำคัญ : แผ่นกั้น, กังหันน้ำวนอิสระ, ประสิทธิภาพของกังหัน, วิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

Abstract

The purpose of this research was to study that focuses on increasing the efficiency of the water free vortex turbine by installing baffle plates on the blades. The simulation of flow with the Computational

Fluid Dynamics (CFD) program. In conjunction with test for the efficiency of electricity production by laboratory experiments. This requires the installation of a turbine baffle plates four different sizes. At this cross-sectional area of the turbine blades ranging from 25%-100%. In this experiment, the turbine has a diameter of 45 cm, a height of 32 cm and a 5 blades. Test at the water flow rate of 0.04-0.06 m³/s. From the experiment, the blades with a 50% baffle plate proportion are the most effective at 43.83% and higher in the absence of baffles 6.59%. Furthermore, when the flow rate increases it will increase the efficiency of the system.

Keywords: Plates, Free Vortex Turbine, Turbine Efficiency, Computational Fluid Dynamics (CFD)

*ติดต่อ: อีเมล : ratchaphon@kku.ac.th, โทรศัพท์ : 043-202845, โทรสาร : 043-202849

1. บทนำ

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีศักยภาพสูงที่ใช้นำมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยน้ำเป็นแหล่งพลังงานที่สะอาดไม่ก่อมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม แต่อย่างไรก็ตามการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยน้ำนั้นจำเป็นต้องทำการสร้างเขื่อนกั้นน้ำขนาดใหญ่ ซึ่งการสร้างเขื่อนขนาดใหญ่นั้นจะเป็นการสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติ ดังนั้นการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งน้ำขนาดเล็กหรือแม่น้ำ ลำธารมีน้ำไหลผ่านตลอดปี จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีความสนใจในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำในปัจจุบัน โดยแนวทางในการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งน้ำขนาดเล็กมีแนวทางในการผลิตอยู่ 2 แนวทาง คือ วิธีการบายพาส (Bypass Method) คือ การเบี่ยงน้ำจากคลองส่งน้ำหลักเข้ามาสู่ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าที่สร้างขึ้นและวิธีการติดตั้งในคลอง (Open Canal Method) คือ การติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขวางคลองส่งน้ำโดยตรง โดยที่ไม่จำเป็นต้องมีโครงสร้างใดๆ เพิ่มเติมซึ่งในปัจจุบันมีคณะผู้วิจัยต่างได้ทำการศึกษาวิธีการผลิตไฟฟ้าจาก

แหล่งน้ำขนาดเล็กมากมาย อาทิ Wanchat and Suntivarakorn ได้ทำการศึกษาเพื่อออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำวนอิสระ โดยผลการศึกษาได้ทำการออกแบบบ่อน้ำวนที่มีรูปร่างเป็นทรงกระบอกและมีรูอยู่ก้นบ่อ ซึ่งมีการกำหนดให้น้ำไหลเข้ามายังบ่อน้ำในแนว แนวสัมผัส (Tangential) เพื่อให้เกิดการไหลที่มีลักษณะหมุนวนคล้ายทอร์นาโด นอกจากนั้นยังได้ทำการออกแบบกังหันน้ำที่เหมาะสมมาวางขวางลงมาในบ่อเพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า [1] นอกจากนี้ Shabara et al. ได้ทำการศึกษาตัวแปรต่างๆ ที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำวนอิสระด้วยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณซึ่งผลการศึกษาพบว่า ที่อัตราความเร็วสูงสุดจะให้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 40% ที่อัตราความเร็วรอบ 28 และ 38 รอบต่อวินาที [2] ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Wanchat et al. ที่ได้ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าสูงสุดที่ 35% ที่ความเร็วรอบของกังหันเท่ากับ 40 รอบต่อวินาที [3] โดยนอกจากจะมีผู้วิจัยที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อ

ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำวนอิสระแล้วนั้น ยังมีผู้วิจัยที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำวนอิสระด้วยวิธีการต่างๆ เช่น Dhakal et al. ได้วิเคราะห์โครงสร้างของอ่างที่ต่างกันซึ่งจะก่อให้เกิดกระแสหมุนวนอิสระกับตำแหน่งของการไหลที่ดีที่สุดให้อ่างเพื่อเพิ่มกำลังขับของกังหันน้ำ โดยผลการทดลองพบว่า บ่อน้ำแบบกรวยสามารถผลิตไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าบ่อน้ำแบบทรงกระบอก [4] หรือแม้แต่การเปลี่ยนวัสดุที่ใช้สร้างกังหันก็สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำวนอิสระได้เช่นกัน โดย Sritram et al. ได้ศึกษาผลของวัสดุกังหันที่มีต่อประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำวนอิสระที่ทำจากเหล็กและอะลูมิเนียมในห้องปฏิบัติการ จากการทดลองพบว่าค่าไฟฟ้าแรงบิดและประสิทธิภาพของกังหันอะลูมิเนียมสูงกว่ากังหันเหล็กเฉลี่ย 8.4%, 8.14% ตามลำดับ [5] นอกจากนี้การดัดแปลงหรือติดตั้งอุปกรณ์เสริมเข้าไปยังกังหันก็สามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้เช่นกัน Jeon et al. ได้ทดลองศึกษาผลกระทบของแผ่นกั้นที่มีต่อประสิทธิภาพของกังหันลมแบบ Savonius โดยได้ติดตั้งแผ่นกั้นด้านบนสุดและด้านล่างของกังหันซึ่งพบว่า สามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้ 36% เมื่อเทียบกับไม่มีแผ่นกั้น แต่อย่างไรก็ตามการติดแผ่นเหล็กเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพนั้นได้ทำการศึกษาเฉพาะในกังหันลม จากที่กล่าวมาในข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำวนอิสระ ด้วยวิธีการติดตั้งแผ่นกั้นให้กับกังหันเช่นเดียวกับงานวิจัยของ Jeon et al. ทั้งนี้เนื่องจาก

สามารถดัดแปลงได้ง่าย ไม่สิ้นเปลืองงบประมาณ และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้สูงกว่าวิธีการอื่นๆที่ได้ศึกษามา โดยบทความฉบับนี้เป็นบทความที่แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการศึกษาและการทดสอบกังหันเพื่อทราบถึงผลกระทบของการติดตั้งแผ่นกั้นกังหันที่มีต่อประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของกังหันพลังงานน้ำวนอิสระ

2. การออกแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การออกแบบลักษณะแผ่นกั้นกังหันน้ำด้วยโปรแกรม (Computational Fluid Dynamics, CFD)

งานวิจัยนี้ได้ทำการใช้โปรแกรมทาง พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ ในการออกแบบแผ่นกั้นกังหันเพื่อให้ทราบถึงลักษณะรูปร่างของแผ่นกั้นที่เหมาะสมในการสร้างและทดสอบจริง โดยของไหลที่ใช้ในการศึกษาออกแบบนี้ได้กำหนดให้เป็นของไหลที่มีความหนืดแบบอัดตัวไม่ได้ (Viscous fluid - Incompressible flow) โดยสมการที่ใช้ในการศึกษานี้จะใช้สมการอนุพันธ์มวลและสมการอนุพันธ์โมเมนตัม ซึ่งมีสมการ Turbulent model เป็นแบบ k- ϵ standard โดยมีรายละเอียดสมการตามผลการศึกษาของ Triputtarat [7] นอกจากนี้ยังมีสมการ Buoyancy force มาใช้ในการศึกษานี้ด้วย

โดยการศึกษาได้ทำการจำลองการไหลของน้ำที่มีอัตราการไหลเชิงมวลเท่ากับ 60 กิโลกรัมต่อวินาที มีระดับความสูงน้ำ (Head) ไม่เกิน 0.7 เมตร ให้ไหลมากระทบใบพัด จากนั้นจะทำการศึกษาลักษณะรูปร่างของแผ่นกั้นในรูปแบบใดที่สามารถสร้างแรงบิดได้สูงที่สุด จากนั้นจะทำการสร้างกังหันที่

มีลักษณะแผ่นกันตามผลการศึกษาด้วยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ เพื่อทดสอบจริงต่อไป

2.2 แรงบิดและกำลังที่ได้จากพลังงานนี้

การหาลำดับจากกระแสไฟฟ้าที่กระทำกับกังหันสามารถแสดงได้ในสมการที่ (1)

$$P_m = \rho g Q H \quad (1)$$

นอกจากนี้ยังสามารถหาค่าแรงบิด (T) ที่ได้จากกังหันน้ำ ซึ่งแสดงได้ในสมการ (2)

$$T = \frac{60 P_m}{2 \pi N} \quad (2)$$

เมื่อ ρ = ความหนาแน่นของน้ำ $1,000 \text{ kg/m}^3$

g = ความเร่งจากแรงดึงดูดของโลก 9.81 m/s^2

Q = อัตราการไหล (m^3/min)

P_m = กำลังที่ได้จริงจากกระแสไฟฟ้า (W)

T = แรงบิดกังหันน้ำ (Nm)

N = จำนวนรอบการหมุนของเพลา (rpm)

H = ความสูงของน้ำ (m)

สำหรับการคำนวณหาประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้า (η) หาได้จากอัตราส่วนระหว่างกำลังที่ได้จริงทางไฟฟ้าต่อกำลังที่ให้ทางกล ซึ่งหาได้จากสมการดังนี้

$$\eta = \frac{P_e}{P_m} \quad (3)$$

เมื่อ

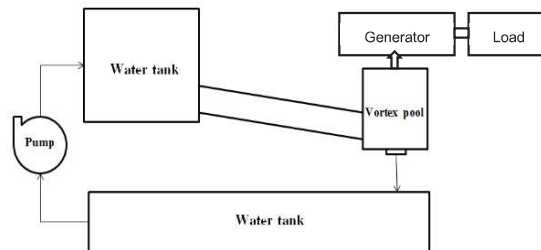
$$P_e = EI \quad (4)$$

เมื่อ E = แรงดันไฟฟ้า (V)

I = กระแสไฟฟ้า (A)

P_e = กำลังไฟฟ้า (W)

3. อุปกรณ์และวิธีการศึกษาทดลอง



รูปที่ 1 ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำวนอิสระ

3.1 อุปกรณ์การทดลอง

การศึกษานี้ได้ใช้ระบบเครื่องผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากพลังงานน้ำวนอิสระ ในห้องปฏิบัติการที่ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่แสดงในรูปที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย ถังเก็บน้ำด้านบนขนาด $1.5 \times 1.5 \times 1.2$ เมตร เชื่อมต่อรางน้ำมีบ่อทรงกระบอกที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เมตรและสูง 1 เมตร โดยมีรูทางออกน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 เมตร และมีปั้มน้ำที่ปรับอัตราการไหลได้ 0.04 - 0.06 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที โดยกังหันที่ใช้ในการทดสอบจะมี 3 ชุด ได้แก่ กังหันแบบไม่มีแผ่นกัน (1) กังหันแบบมีแผ่นกันด้านบน (2) กังหันแบบมีแผ่นกันด้านบนและล่าง (3) ทำจากเหล็ก ซึ่งแสดงได้ในรูปที่ 2

3.2 วิธีการทดลอง

ในการทดลองจะใช้กังหันแบบไม่มีแผ่นกัน (กังหันแบบที่ 1) นำไปติดตั้งในระบบของเครื่องผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากพลังงานน้ำวนอิสระในห้องปฏิบัติการ โดยมีอัตราการไหล 0.04, 0.05 และ 0.06 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีโดยใช้โหลด (Load) ทางไฟฟ้าเป็น



(1)



(2)



(3)

- รูปที่ 2** (1) กังหันแบบไม่มีแผ่นกั้น
(2) กังหันแบบมีแผ่นกั้นด้านบน
(3) กังหันแบบมีแผ่นกั้นด้านบนและล่าง

หลอดไฟฟ้าขนาด 25 W จำนวน 4 หลอดการทดสอบจะปรับอัตราการไหล 0.06 ลูกบาศก์เมตร ต่อวินาที และต่อหลอดเข้าไปในระบบไฟฟ้าที่หลอด ขนาด 25 W แล้วทำการวัดค่าความสูงของน้ำ (Head) จำนวนรอบการหมุนของกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้า ที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระบบ จากนั้นเพิ่มจำนวนหลอดให้เป็น 50, 75 และ 100 W ตามลำดับ จากนั้นเปลี่ยนอัตราการไหลใหม่แล้วทำการทดลองแบบเดิมจนครบทั้ง 3 ค่าแล้วทำการเปลี่ยนกังหันแบบที่ 2 มีแผ่นกั้นด้านบน

และกังหันแบบที่ 3 มีแผ่นกั้นด้านบนและล่างติดตั้งเข้ากับเครื่องผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากพลังงานน้ำวนอิสระโดยทำการทดลองเหมือนเดิม ตามลำดับ นำค่าที่ได้จากการทดลองมาคำนวณหาค่า กำลังไฟฟ้า กำลังของของไหล แรงบิดของกังหันน้ำ และประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า

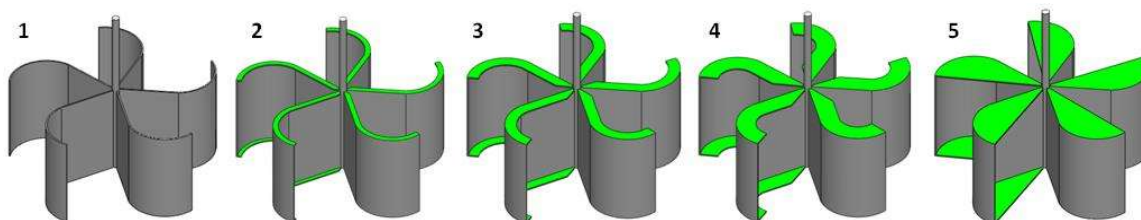
4. ผลของการทดลอง

4.1 ผลการออกแบบด้วยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

จากการออกแบบด้วยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ เพื่อหาสัดส่วนการปิดกั้นใบพัดกังหันตั้งแต่ 0%, 25%, 50%, 75% และ 100% ของพื้นที่ส่วนโค้งด้านข้างของใบพัด ให้แก่กังหันที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 เซนติเมตร สูง 32 เซนติเมตรที่มีจำนวน 5 ใบ โดยผลการศึกษสามารถแสดงได้ในรูปที่ 3 กังหันแบบแผ่นกั้นที่ 3 ซึ่งมีสัดส่วนพื้นที่ปิดกั้นใบพัดเท่ากับ 50% สามารถสร้างความเค้นบิดได้สูงที่สุดจากการศึกษาด้วยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ ทั้งนี้ เนื่องจากการปิดกั้นใบพัดบางส่วนนั้นจะสามารถกักเก็บมวลน้ำที่มีกระแทกให้อยู่กับใบพัดในแต่ละใบได้มากยิ่งขึ้น จึงทำให้แรงบิดจากการกระแทกของมวลน้ำมีมากยิ่งขึ้น ซึ่งก่อให้เกิดแรงบิดที่เพิ่มมากขึ้นด้วย แต่อย่างไรก็ตามการเพิ่มสัดส่วนพื้นที่ปิดกั้นใบพัดที่มากเกินไป ก็จะทำให้เกิดแรงเฉื่อยกับใบพัดมากเกินไปจึงทำให้แรงบิดของกังหันมีค่าลดลง

ตารางที่ 1 แสดงค่าความเค้นบิดสูงสุดของสัดส่วนกันหันน้ำ 25-100% โดยใช้โปรแกรม CFD ที่อัตราไหลของน้ำ 0.06 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4	แบบที่ 5
ความเค้นบิด (N/mm^2)	136.15	138.8	145.77	141.9	138.1
สัดส่วนของแผ่นกัน (%)	0	25	50	75	100



รูปที่ 3 แบบติดตั้งแผ่นเหล็กกันบนใบพัดที่ 0%, 25%, 50%, 75% และ 100% ตามลำดับ

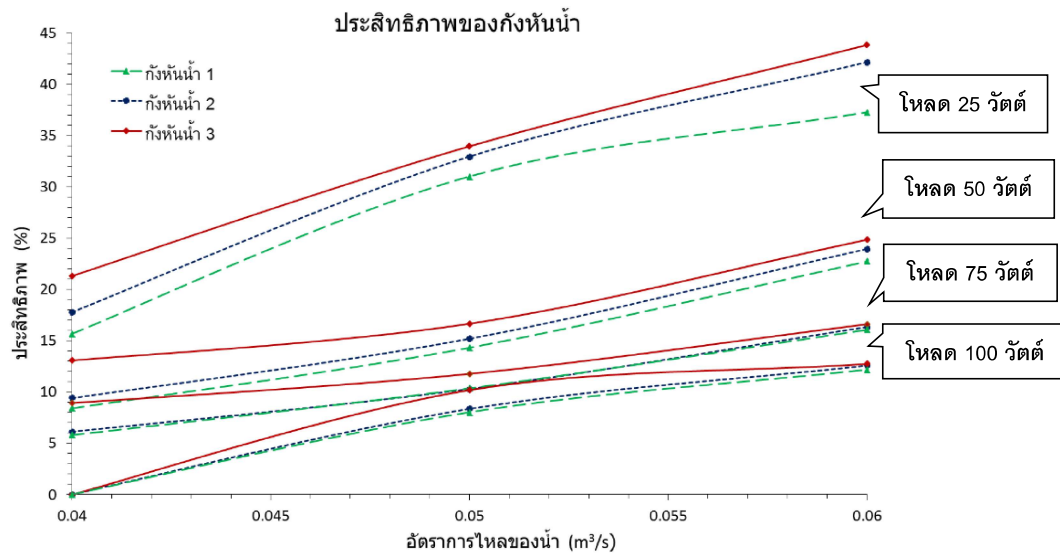
4.2 แรงบิดและประสิทธิภาพของกังหัน

จากตารางที่ 1 ผลการออกแบบด้วยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณพบว่า กังหันแบบที่ 3 ที่มีสัดส่วนแผ่นปิดกันเท่ากับ 50% ที่สามารถสร้างความเค้นบิดได้สูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนแผ่นปิดกันอื่นๆ ด้วยเหตุนี้ ทางผู้วิจัยจึงเลือกแผ่นปิดกันที่ 50 % สำหรับติดตั้งในกังหัน และทดสอบในกังหันน้ำ 3 ชนิด

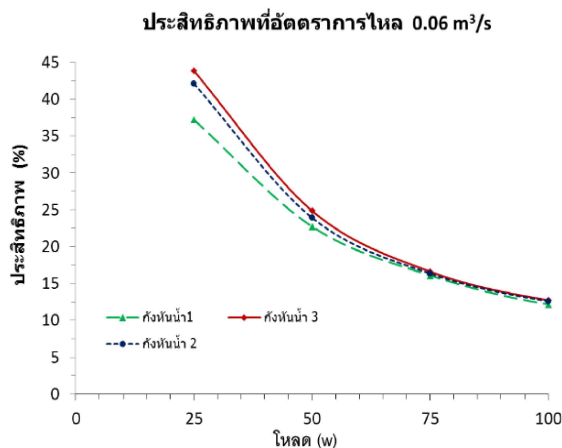
ได้แก่ ชนิดแรกกังหันทดสอบแบบไม่มีแผ่นกัน ชนิดที่ 2 แบบมีแผ่นกันด้านบน และชนิดสุดท้ายแบบมีแผ่นกันด้านบนและล่าง โดยได้ทำการทดสอบที่อัตราการไหลตั้งแต่ ไหล 0.04, 0.05 และ 0.06 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ซึ่งผลการทดสอบแรงบิดและประสิทธิภาพของกังหันที่อัตราการไหลสูงสุดที่ 0.06 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีที่สามารถแสดงได้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แรงบิดและประสิทธิภาพของกังหันที่อัตราการไหล 0.06 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

ภาระ (W)	กังหันแบบที่ 1		กังหันแบบ 2		กังหันแบบ 3	
	แรงบิด (Nm)	ประสิทธิภาพ (%)	แรงบิด (Nm)	ประสิทธิภาพ (%)	แรงบิด (Nm)	ประสิทธิภาพ (%)
25	14.61	37.24	15.36	42.36	16.05	43.83
50	16.05	22.73	16.11	23.92	16.81	24.85
75	14.34	16.08	14.13	16.34	14.21	16.61
100	12.39	12.16	12.32	12.57	12.58	12.74



รูปที่ 4 ประสิทธิภาพรวมของกังหันทั้ง 3 ชนิดที่ค่าไหลแตกต่างกัน



รูปที่ 5 ประสิทธิภาพของกังหันทั้ง 3 แบบ ที่อัตราการไหล 0.06 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

จากรูปที่ 4 แสดงค่าประสิทธิภาพของกังหันทั้ง 3 แบบ โดยประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ที่อัตราการไหล 0.06 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีไหลไฟฟ้าที่ 25 วัตต์ โดยใช้กังหันทดสอบแบบไม่มีแผ่นกั้น แบบมีแผ่นกั้นด้านบนและแบบมีแผ่นกั้นด้านบนและล่างจากการทดลองมี

ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 37.24, 42.36 และ 43.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และจะเห็นได้ว่าค่าประสิทธิภาพรวมที่ได้จากทดสอบของกังหันที่มีแผ่นกั้น มีค่าใกล้เคียงกันและมีค่าประสิทธิภาพรวมแบบที่ 2 และ 3 มากกว่ากังหันแบบที่ 1 ซึ่งไม่มีแผ่นกั้น จากกราฟจะเห็นแนวโน้มประสิทธิภาพของระบบจะเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราการไหลเพิ่มขึ้น และนอกจากนี้ยังพบว่าค่าประสิทธิภาพทางไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเมื่อไหลลดลงดังรูปที่ 5

5. สรุป

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่กังหันน้ำแบบน้ำวนอิสระด้วยวิธีการติดตั้งแผ่นปิดกั้นให้แก่ใบพัด โดยการศึกษาวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ ได้กำหนดให้น้ำเป็นของไหลที่มีความหนืดแบบอัดตัวไม่ได้ (Viscous fluid

- Incompressible flow) โดยใช้สมการอนุพันธ์มวล และสมการอนุพันธ์โมเมนตัม ซึ่งมีสมการ Turbulent model เป็นแบบ k- ϵ standard และมีผลกระทบของ Buoyancy force มาใช้ในการสร้างแบบจำลองด้วย ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่า กังหันที่มีสัดส่วนพื้นที่ปิดกันใบพัดเท่ากับ 50% สามารถสร้างแรงบิดได้มากที่สุด

ซึ่งจากผลการออกแบบด้วยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ จึงได้ทำการทดสอบจริงเพื่อเปรียบเทียบแรงบิดและประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นระหว่าง กังหันแบบที่ 1 ไม่มีแผ่นกันแบบที่ 2 มีแผ่นกันด้านบน และแบบที่ 3 มีแผ่นกันด้านบนและล่าง ที่อัตราการไหล 0.04, 0.05 และ 0.06 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ซึ่งผลการทดสอบพบว่า กังหันแบบที่ 3 มีประสิทธิภาพของกังหันสูงสุดคือ 43.83% สูงกว่ากรณีที่ไม่มีแผ่นกัน 6.59% ซึ่งพบว่าการติดแผ่นกันที่กังหันน้ำนั้นจะสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลและกลุ่มวิจัยวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีควบคุมอัตโนมัติ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนเครื่องมือที่ใช้เพื่อการศึกษาในงานวิจัยในครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Dhakal D, Timmilsina AB, Dhakal R, Fuyal D, Bajracharya TR, Pandit HA, Amatya N, Nakarmi AM. Comparison of Cylindrical and Conical Basins with Optimum Position of Runner: Gravitational Water Vortex Power

Plant. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2015; 48: 662-669

[2] Jeon KS, Jeong JI, Pan JK, Ryu KW. Effects of End Plates with Various Shapes and Sizes on Helical Savonius Wind Turbines. Renewable Energy 2014; 79: 167-176.

[3] Shabara HM, Yaakob OB, Ahmed YM, Elbatran AH, Faddir MSM. CFD Validation for Efficient Gravitational Vortex Pool System. JurnalTeknologi 2015; 74: 97-100.

[4] Sritram P, Treedet W, Suntivarakorn R. Effect of Turbine Materials on Power Generation Efficiency from Free Water Vortex Hydro Power Plant. IOP Conference Series: Material Science and Engineering 2015; 103:1-7.

[5] Triputtarat J. A Finite Element Method for Viscous Incompressible Flow Analysis. KKU Engineering Journal 2010; 37: 83-92.

[6] Wanchat S, Suntivarakorn R. Preliminary Design of a Vortex Pool for Electrical Generation. Advanced Science Letters 2012; 13: 173-177.

[7] Wanchat S, Suntivarakorn R, Wanchat S, Tonmit K, Kayanyiem P. A Parametric Study of a Gravitation Vortex Power Plant. Advanced Materials Research 2013; 805-806: 811-817.