



การผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำจากถังเก็บน้ำประปาประจำหมู่บ้านด้วยกังหันน้ำขนาดเล็ก Electrical Production from the Village Tap Water Tank by a Micro Turbine

นวลปราง อินทนิล¹ อรุณา สิงห์สุข¹ และสุรจิตร พระเมือง^{2*}

¹สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย อ.เมือง จ.เลย 42000

²ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย อ.เมือง จ.เลย 42000

E-mail nualprang.18@hotmail.com, bumbim_onuma@hotmail.com, surajitr@lru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบรูปแบบใบพัดกังหันน้ำและเพื่อเปรียบเทียบความเร็วรอบการหมุนของใบพัดกังหันน้ำที่มีรูปแบบแตกต่างกัน โดยศึกษาการหมุนของใบพัดแต่ละรูปแบบ ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดเท่ากัน จากการศึกษาการหมุนรอบของใบพัดทั้ง 5 รูปแบบ แล้วนำมาเปรียบเทียบความเร็วรอบของการหมุนแต่ละชนิด พบว่า ใบพัดที่ 1 เป็นใบพัดแบบกึ่งเปิด มีความโค้งของใบพัดไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาใบพัดที่ 2 เป็นใบพัดแบบปิด มีความโค้งของใบพัดไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาใบพัดที่ 3 เป็นใบพัดแบบเปิด มีความโค้งของใบพัดไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาใบพัดที่ 4 เป็นใบพัดแบบปิด มีความโค้งของใบพัดไปในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา และใบพัดที่ 5 เป็นใบพัดแบบกึ่งเปิด มีความโค้งของใบพัดไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา มีจำนวนรอบเฉลี่ย เป็น 12.4 6.9 3.5 16.8 และ 11.0 รอบต่อวินาที ตามลำดับ ที่ความเร็วน้ำ 1.419 เมตรต่อวินาที ซึ่งใบพัดที่ 4 มีจำนวนรอบในการหมุนสูงสุดที่ 16.8 รอบต่อวินาทีจากนั้นได้ทำการทดลองหากระแสไฟฟ้าโดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกเป็นการทดลองผลิตไฟฟ้าขณะไม่มีไหล และส่วนที่สองเป็นการทดลองผลิตไฟฟ้าขณะที่มีไหล โดยทดลองหาอัตราการไหลของการแบ่งช่วงวาล์วน้ำออกเป็น 3 ช่วง ที่อัตราการไหลของน้ำ 2.4×10^{-3} 4.9×10^{-3} และ 5.4×10^{-3} ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จะได้อัตราการไหลของน้ำที่แตกต่างกัน เพื่อหาความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเฉลี่ย พบว่าขณะไม่มีไหล ที่อัตราการไหลของน้ำสูงกว่า 4.9×10^{-3} ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จะมีค่ากระแสไฟฟ้าลดลงโดยค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าลดลงเล็กน้อย ส่วนขณะที่มีไหล ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้นโดยค่ากระแสไฟฟ้าจะมีค่าคงที่

สำคัญ : ใบพัดกังหันน้ำ กังหันน้ำขนาดเล็ก กังหันน้ำผลิตไฟฟ้า ประปาหมู่บ้าน

1. บทนำ

พลังงานเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาประเทศ ซึ่งพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลที่อยู่ในปัจจุบันเป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป ในอนาคตจะขาดแคลน และมีราคาสูงขึ้น อีกทั้งพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ทำให้เกิดแก๊สภาวะสาเหตุของภาวะโลกร้อน พลังงานจากน้ำเป็นแหล่งพลังงานที่สามารถนำมาพัฒนาใช้งานในระดับครัวเรือนได้จากพลังงานศักย์ของน้ำของระบบประปาหมู่บ้าน หรือถังเก็บน้ำสำหรับพืชสวนของเกษตรกร คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก ซึ่งอาศัยการไหลของน้ำในระบบท่อจ่ายน้ำที่ไหลมาหมุนกังหันน้ำแล้วทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้า โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้ น้ำของชุมชน หรือเกษตรกร

กังหันน้ำขนาดเล็ก จะทำงานเมื่อมีการเปิดใช้น้ำที่ปลายสาย ความเร็วของน้ำในท่อจะทำหน้าที่หมุนใบพัดของกังหันที่ต่ออยู่กับแกนหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก จะมีจุดเด่นที่มีแหล่งพลังงานน้ำตลอดทั้งปี แต่มีข้อจำกัดด้านขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ไม่สามารถขยายขนาดให้ผลิตไฟฟ้าสำหรับใช้ในครัวเรือนได้ ต่างจากการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งลำห้วยของหมู่บ้านศิริวงศ์ [1] ที่สามารถใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ขึ้นจนนำพลังงานไฟฟ้ามาใช้ในครัวเรือนได้ แม้ว่าจะใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ดัดแปลงมาจากมอเตอร์ของเครื่องซักผ้า ทดสอบกับระดับน้ำที่ระดับความสูงของหัวน้ำเท่ากับ 1.25 เมตร ได้ความเร็วรอบของมอเตอร์ 650-760 รอบต่อวินาที มีกำลังไฟฟ้าอยู่ในช่วง 800-1,000 วัตต์ ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ใช้กับหลอดไฟฟ้าขนาด 40-60 วัตต์ โททัศน์สีขนาด 85-100 วัตต์ พัดลมไฟฟ้าขนาด 45 วัตต์ และ อื่น ๆ ประมาณ 100 วัตต์ ได้ [2] การออกแบบและพัฒนากังหันน้ำขนาดเล็ก เพื่อผลิตไฟฟ้าจากการไหลของน้ำในท่อ [3] ได้ทำการทดสอบหาสมรรถนะของกังหันน้ำโดยเปิดวาล์วหัวฉีดที่ 20%-100% พบว่ากังหันน้ำได้ประสิทธิภาพการทำงานสูงสุด 38% ที่อัตราการไหล 1.53 ลิตรต่อวินาที และเมื่อเพิ่มภาระทางด้านออกของกำลังงานโดยใช้หลอดไฟฟ้าขนาด 100 วัตต์ จำนวน 7 หลอด ที่เปอร์เซ็นต์การเปิดหัวฉีด 20% จะให้กระแสไฟฟ้าสูงสุด 2.6 แอมแปร์ ที่ความเร็วรอบสูงสุด 1,347 รอบต่อวินาที และได้ประสิทธิภาพสูงสุด 38% ส่วนการทดสอบหาพลังงาน และประสิทธิภาพของกังหันน้ำที่ความดันน้ำ 2 และ 3 บาร์ เพื่อหาประสิทธิภาพสูงสุดของกังหันน้ำโดยการเพิ่มภาระด้านออกโดยการเปิดหลอดไฟ พบว่าที่ความดัน 3 บาร์ จะให้ประสิทธิภาพสูงสุด 24.2% ที่อัตราการไหล 2.42 ลิตรต่อวินาที และความเร็วรอบสูงสุด 961 รอบต่อวินาทีได้กระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ 2 แอมแปร์ แสดงให้เห็นว่าการใช้พลังงานศักย์ของน้ำจากถังเก็บน้ำประปาหมู่บ้านหรือถังเก็บน้ำเพื่อการเกษตร สามารถนำมาผลิตไฟฟ้าในระดับที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการออกแบบและพัฒนากังหันน้ำชนิดหอยโข่งขนาดเล็ก ต่อแกนหมุนกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาให้สามารถนำไปใช้จริงต่อไป

2. กลศาสตร์ของไหลในท่อ

น้ำเป็นของไหลที่อัดตัวไม่ได้ โดยจะมีความดันที่จุด ๆ หนึ่งคงที่เสมอในทิศทางตั้งฉากกับผิวหน้า ทำให้เกิดแรงสถิตของการไหล ตามกฎของปาสคาล โดยปกติค่าความดันของน้ำจะแปรผันตามความลึกที่วัดจากระดับผิวหน้า เมื่อความลึกต่างกัน ความดันของน้ำก็จะแตกต่างกัน ทำให้เกิดการไหลได้ 2 รูปแบบคือ การไหลแบบราบเรียบ กับการไหลแบบปั่นป่วน สำหรับการไหลในท่อแบบราบเรียบที่ท่อมีขนาดพื้นที่หน้าตัดเป็น A_1 และ A_2

น้ำจะเกิดการไหลด้วยความเร็วเป็น v_1 และ v_2 ตามลำดับกฎการอนุรักษ์มวลของของไหล จะได้ว่า อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำ (\dot{m}) ที่ไหลในท่อจะมีค่าคงที่ ตามสมการ

$$\dot{m} = \rho v_1 A_1 = \rho v_2 A_2$$

เมื่อ ρ เป็นความหนาแน่นของน้ำ (kg/m^3) ดังนั้นการลดขนาดของท่อให้เล็กลงจะเป็นการเพิ่มความเร็วของน้ำในท่อ ซึ่งจะส่งผลต่อการหมุนของใบพัดกังหันน้ำ ให้เร็วขึ้นตามความเร็วของน้ำในท่อที่เพิ่มขึ้น

พลังงานรวมของน้ำจากถังเก็บน้ำที่สูง H ที่ไหลในท่อผ่านหน้าตัด A_1 และ A_2 โดยมีพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของน้ำ ถูกส่งไปยังสิ่งแวดล้อมภายนอกที่ไปหมุนกังหันน้ำ (E_{tb}) จะพิจารณาจากผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ ของน้ำในท่อที่มีระดับความสูง z_1 และ z_2 ตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน เมื่อไม่คิดแรงเสียดทานที่บริเวณปลายท่อ จะได้ว่า

$$(H + \frac{1}{2} v_1^2 + gz_1) - E_{tb} = (\frac{1}{2} v_2^2 + gz_2)$$

เมื่อ g เป็นค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง

การไหลของน้ำออกจากถังเก็บน้ำสูง H ,มายังกังหันน้ำ จะได้อัตราการไหลเชิงปริมาตร (Q) ดังสมการ

$$Q = \frac{\dot{m}}{\rho} = A_2 \sqrt{2gH}$$

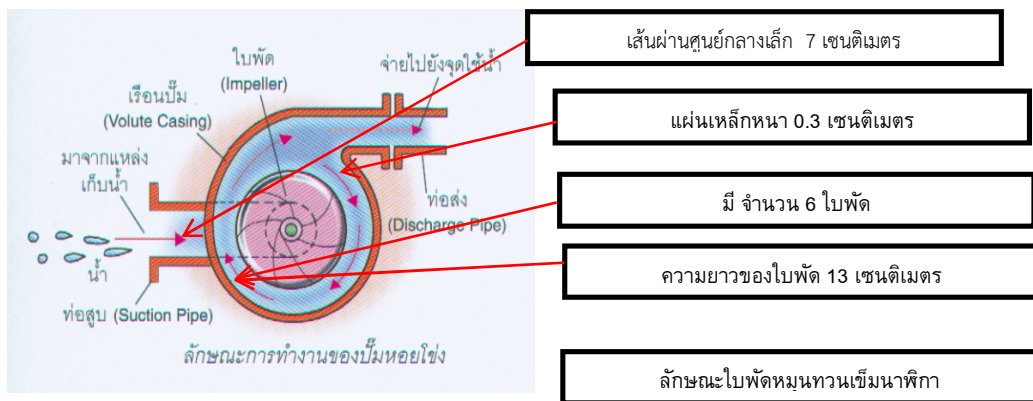
และทำให้กังหันชนิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง มีการหมุนด้วยจำนวนรอบต่อนาที (N_s) เป็นตามสมการ

$$N_s = N \frac{\sqrt{Q}}{\sqrt[4]{H^3}}$$

โดย N_s เป็นค่าจำเพาะของกังหันน้ำ (สำหรับกังหันชนิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง $N_s = 100 - 400$)

3. การออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก

ปั๊มหอยโข่งชนิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (รูปที่ 1) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ 3 นิ้ว ถูกนำมาดัดแปลงให้เป็นกังหันน้ำ โดยให้ใบพัดจำนวน 6 ใบยาว 13 เซนติเมตร วางให้หมุนทวนเข็มนาฬิกา ดังรูปที่ 2 และต่อแกนหมุนของปั๊มกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก เมื่อต่อเข้ากับท่อเก็บน้ำ ดังรูปที่ 3 จะมีน้ำรั่วเพียงเล็กน้อยในขณะที่กังหันทำงาน ในการเก็บข้อมูลใช้ถังเก็บน้ำขนาดความจุ 4,000 ลิตร วางบนชั้นสูง 3 เมตร ปล่อยน้ำให้ไหลตามท่อมายังปั๊มหอยโข่งที่ดัดแปลงเป็นกังหันน้ำ ปริมาณอัตราการไหลของน้ำโดยใช้วาล์วน้ำ วัดอัตราการไหลของน้ำโดยจับเวลาที่น้ำเต็มกระบอกตวง และวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์



รูปที่ 1 ลักษณะการทำงานของปั๊มหอยโข่ง



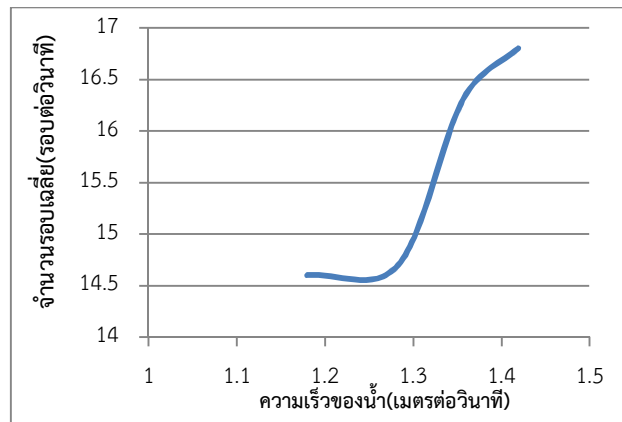
รูปที่ 2 ลักษณะกั้นน้ำที่ตัดแปลงจากปั๊มทอยโขงชนิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง



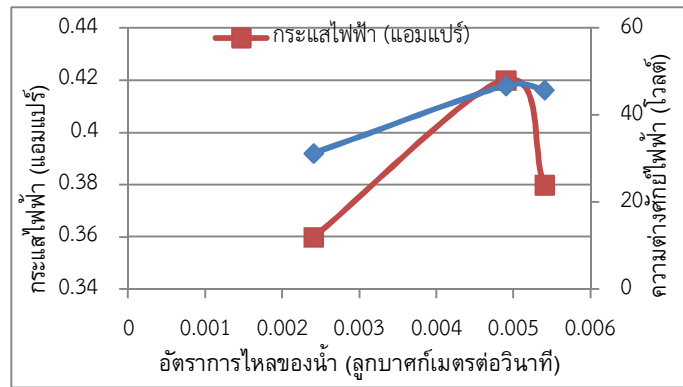
รูปที่ 3 การติดตั้งกั้นน้ำเข้ากับระบบประปาหมู่บ้านเพื่อผลิตไฟฟ้า

4. ผลการวิจัย

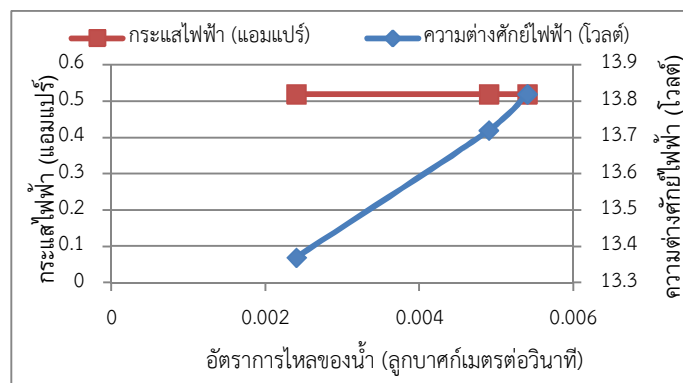
จำนวนรอบของกั้นน้ำจะแปรผันตามความเร็วที่ไหลในท่อ โดยมีค่าความเร็วของน้ำเริ่มต้นที่ 1.18 เมตรต่อวินาที ถึง 1.42 เมตรต่อวินาที และมีจำนวนรอบเฉลี่ยเริ่มต้นที่ 14.6 รอบต่อวินาที จำนวนรอบเฉลี่ยสูงสุดที่ 16.8 รอบต่อวินาที ดังรูปที่ 4 เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำกับความต่างศักย์ไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยขณะที่ไม่มีโหลด จะเห็นว่า ที่อัตราการไหลของน้ำเพิ่มขึ้น ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่ากระแสไฟฟ้าค่อนข้างคงที่ แต่ถ้าอัตราการไหลของน้ำเพิ่มสูงกว่า 4.9×10^{-3} ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ค่าความต่างศักย์ก็กลับลดลง ดังรูปที่ 5 เมื่อต่อโหลด ที่เป็นแบตเตอรี่เข้ากับระบบผลิตไฟฟ้าจากกั้นน้ำ จะทำให้ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าลดลง ใกล้เคียงกับความต่างศักย์ไฟฟ้าของแบตเตอรี่ และกระแสไฟฟ้ามีค่าคงที่ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ของจำนวนรอบเฉลี่ยของกั้นน้ำ กับความเร็วของน้ำในท่อ



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำกับความต่างศักย์ไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยขณะที่ไม่มีไหล



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำกับความต่างศักย์ไฟฟ้าเฉลี่ย และกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยขณะที่มีไหล

5. สรุปผลการวิจัย

การนำพลังงานเหลือทิ้งจากถังเก็บน้ำของเกษตรกรไปหมุนกังหันน้ำขนาดเล็กที่ดัดแปลงจากปั้มน้ำรูปหอยโข่งขนาดท่อ 3 นิ้ว ลักษณะใบพัดแบบปิดมีจำนวน 6 ใบพัด ต่อถังเก็บน้ำ 4,000 ลิตร สูง 3 เมตร ได้ความต่างศักย์ไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยในขณะที่ไม่มีไหล ที่อัตราการไหลของน้ำระหว่าง 2.4×10^{-3} ถึง 5.4×10^{-3} ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และนำมาเปรียบเทียบกับความสัมพันธ์ จะเห็นว่ากระแสไฟฟ้าเมื่ออัตราการไหลของน้ำสูงกว่า 4.9×10^{-3} ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จะมีค่าลดลง โดยความต่างศักย์ไฟฟ้าจะมีค่าลดลงเล็กน้อย และในขณะที่มีไหล ที่อัตราการไหลของน้ำระหว่าง 2.4×10^{-3} ถึง 5.4×10^{-3} ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที นำมาเปรียบเทียบกับความสัมพันธ์ จะเห็นว่า มีความต่างศักย์ไฟฟ้าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยคงที่ จะเห็นว่าการทำงานของกังหันผลิตไฟฟ้า เมื่อความเร็วของน้ำเพิ่มขึ้น จำนวนรอบของการหมุนจะเพิ่มขึ้น โดยที่อัตราการไหลของน้ำ 4.9×10^{-3} ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จะให้ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้ามากที่สุด

6. อภิปรายผลการวิจัย

เมื่อพิจารณาอัตราการไหลของน้ำ ความต่างศักย์ไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าของเจนเนอเรเตอร์ ซึ่งปรับอัตราการไหลจากการเปิดวาล์วน้ำที่แตกต่างกัน พบว่าในขณะที่ไม่มีไหลไฟฟ้า กับขณะมีไหลไฟฟ้า ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า จะมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นไม่ไปในทิศทางเดียวกัน โดยขณะไม่มีไหล ที่อัตราการไหลสูงกว่า 4.9×10^{-3} ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีความต่างศักย์ไฟฟ้าจะลดลง แต่ขณะมีไหลไฟฟ้า ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

7. บรรณานุกรม

- [1] อูสาห์ บุญบำรุง. ศึกษาวิจัยกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก หรือกังหันน้ำที่ให้กำลังการผลิตไม่ เกิน 10 กิโลวัตต์ ร่วมกับชาวบ้านในชุมชนศิรีวัง. ค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2556. จาก: <http://www.research.rmutt.ac.th/archives/5422>
- [2] อีลีหะสนิโซ. พลังงานน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก. ค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2556. จาก: <http://www.kmutt.ac.th>
- [3] ทวีศักดิ์ มหารวรรณ. การออกแบบ และสร้างกังหันน้ำขนาดเล็กเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าผู้วิจัย. ค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2556. จาก: <http://www.researchnorth.org/newweb>