เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก
Generators for microhydro power

เดชวิชัย พิมพ์โคตร[1] สันติ ศรีตระกูล[2] และพนม แสงแก้ว[3]

*1,2,3 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี 41000

บทคัดย่อ

การดำเนินการวิจัยนี้เป็นการศึกษาระดับที่เหมาะสมของความสูงและความดันของน้ำสำหรับการผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก ในการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแม่เหล็กถาวรได้ดำเนินการพัฒนามาจากแบบของ Hugh Piggott และกังหันน้ำออกแบบให้เป็นกังหันแบบแรงดล (Impulse Turbines) ติดตั้งอยู่ภายนอกท่อน้ำ มีจำนวน 16 ใบพัด มีชุดเรียงกระแสไฟฟ้าฟ้า (Reticfier) เป็นแบบบริดจ์ไดโอดขนาด 12 VDC 50 A ชุดควบคุมการประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่และจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับโหลดเป็นแบบสวิตช์ชิ่งทรานซิสเตอร์ (Switching transistor) ทำการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขั้วแม่เหล็กถาวรต้นแบบ โดยการเปลี่ยนความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีผลกับกำลังไฟฟ้าที่จ่ายออกมา (Power output) โดยสมมติให้แรงบิดของเครื่องต้นกำลังคงที่และการทดลองหาจุดเหมาะสมของความสูงและความดันของน้ำจากเครื่องต้นแบบนั้น ทำการกำหนดตัวแปรในการทดลอง 3 ตัวแปร คือ ศึกษาความสูงของระดับน้ำต้นกำลัง ความดันของน้ำที่ปลายท่อส่งน้ำ และกำลังไฟฟ้าที่จ่ายออกมา (Power output) เท่านั้นโดยสมมติให้การไหลของน้ำเป็นแบบสม่ำเสมอ (Uniform flow) ไม่คิดกำลังงานสูญเสียในท่อ ผลหลังจากทดลองพบว่าเมื่อเพิ่มระดับความสูงของน้ำให้สูงขึ้น ความดันของน้ำจะเพิ่มมากขึ้น และกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อวันจะเพิ่มมากขึ้น โดยมีกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ระดับน้ำ 3 m ความดันของน้ำ 29,504 N/m^2 กำลังไฟฟ้าที่จ่ายออกมาเท่ากับ 655 watts และประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กสูงสุดที่ความสูงของระดับน้ำ 1.7 m ร้อยละ 77 และได้สมการของเส้นแนวโน้ม คือ $y = -2.7047x^2 + 9.5935x + 64.314$ จะเห็นว่าประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดค่อนข้างต่ำ และกำลังไฟฟ้าเอ้าพุทไม่ใช่ระดับสูงสุดเนื่องจากเป็นการเปรียบเทียบกำลังงานกลจากความดันของน้ำที่ปลายท่อซึ่งต้องใช้เพิ่มมากขึ้นในกรณีที่ต้องการกำลังไฟฟ้ามากขึ้น แต่ในความเป็นจริงแล้วกำลังอินพุทของเครื่องกำเนิดเป็นพลังงานศักย์จากเขื่อนกั้นน้ำขนาดเล็กที่ปล่อยน้ำทิ้งในฤดูน้ำหลาก และปล่อยน้ำให้กับภาคเกษตรกรรมในฤดูแล้ง จึงกล่าวได้ว่ากำลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มีประสิทธิภาพสูงมากเมื่อเทียบกับกำลังอินพุทและสามารถนำไปใช้งานกับเขื่อนขนาดเล็กได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ : เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำ, ประสิทธิภาพ

Abstract

The Pressure of water for producing the power by using generators for microhydro-power. The permanent magnet generator was improved from Hugh Piggott.The hydro turbines was designed to be the impulse turbines installed outside the water pipe. The runner has 16 vanes. The rectifier was 12VDC 50A

* สันติ ศรีตระกูล

E-mail address: ssritrakoon@yahoo.com

Bride Diode. The charger controller was the switching transistor which tested the permanent magnet generator by changing the speed of the generator that impacted with power output. Supposed the torque of the primover was stable. The variables of this experiment were: to study the height of the water level, the water pressure at the nozzle and power output. The flow was supposed the uniform flow without emphasis the loss power in the pipe.

The result showed that if increase the height of the water level, the water pressure was increased. The production of the power was also increased per day. The peak was at 3m. level, the water pressure watt at 29,504 N/m^2 and the power output was 655 watt. While as efficiency of the generators for Micro Hydro power was highest at 1.7 m. level, 77 percentage. The ratio lf trend line was y = -2.7047 x2 + 9.5935x + 64.314.It showed that the efficiency of the generator was guile low and the power output wasn't the highest. Because of it was the comparision of the mechanical energy from the water pressure at the end of the pipe and if we need more energy, we have to use more. Actually, the input power lf the generator was the potential energy from small dam which let the aster flew in rainy season and flew for farmers in the dry season. From the experiment it showed that the power energy was high efficiency when compare with the input power and it suitable for small dam.

Keywords : generators for microhydro-power, Efficiency.

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันความต้องการใช้พลังงานของโลก ยังคงมีอัตราเพิ่มขึ้นในระดับสูง ทำให้กลุ่มประเทศผู้ผลิตผลิตน้ำมันเพิ่มขึ้น เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการใช้พลังงานของโลก ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีขีดความสามารถในการผลิต วัดจากผลผลิตมวลรวมได้ปีละประมาณเจ็ดจุดแปดล้านล้านบาท โดยมีอัตราการขยายตัวที่ระดับ 5-6 % และมีประชากรประมาณหกสิบสามล้านคน มีความต้องการใช้พลังงานปีละกว่าเก้าแสนล้านบาท โดยในความต้องการใช้พลังงานนี้เป็นพลังงานไฟฟ้ากว่า 1,800 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อคน มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 6-8 และจะต้องนำเข้าพลังงานปีละประมาณห้าถึงหกแสนล้านบาท [1] นอกจากนี้ยังมีอัตราการขยายตัวของความต้องการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นถึงกว่าร้อยละ 14 ซึ่งนับเป็นอัตราการเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้พลังงานสูงสุดในทวีปเอเชีย โดยมีผลผลิตทางด้านการเกษตรที่สามารถส่งออกได้เพียงปีละประมาณสามแสนถึงสามแสนห้าล้านบาท นอกจากนี้ ประเทศไทยยังต้องพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศสูงถึงร้อยละ 70 และสำรวจไม่พบแหล่งพลังงานที่มีศักยภาพมากพอในการผลิตพลังงานให้เพียงพอต่อความต้องการใช้พลังงานของประเทศได้ โดยก๊าซธรรมชาติ ซึ่งเป็นพลังงานที่พบในประเทศมากที่สุด มีปริมาณสำรองที่พบแล้วเพียงแค่ 2,188 ล้านบาร์เรล ในขณะที่คนไทยมีความต้องการใช้ก๊าซธรรมชาติถึงปีละ 147 ล้านบาร์เรล ซึ่งจะสามารถใช้ก๊าซธรรมชาติได้อีกไม่ถึง 15 ปี ส่งผลให้ประเทศเข้าสู่วิกฤตด้านพลังงาน ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่คนไทยจะต้องตระหนักและมีจิตสำนึกในการใช้พลังงานอย่างประหยัด [2] รัฐบาลได้ให้ความสำคัญกับปัญหาข้างต้นเป็นอย่างมากจึงกำหนดยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ (พ.ศ.2551

–2553) โดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติเป็น 5 ยุทธศาสตร์การวิจัย ยุทธศาสตร์การวิจัยที่ 1 การสร้างศักยภาพและความสามารถเพื่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจ กลยุทธ์การวิจัยที่ 5 การพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตพลังงานชีวภาพและพลังงานทางเลือกอื่น แผนงานวิจัยที่ 2 การวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตพลังงานทางเลือกอื่น และโครงการวิจัยกับกลุ่มเรื่องที่ควรวิจัยเร่งด่วนตามนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ (พ.ศ. 2551-2553) ซึ่งประกอบด้วย 10 กลุ่มเรื่อง เรื่องที่ 5 การพัฒนาพลังงานทดแทน [2] โดยมีความมุ่งหวังที่จะให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ และทักษะในกระบวนการประดิษฐ์คิดค้นนวัตกรรม และเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และการพัฒนาพลังงานทดแทน ซึ่งพลังงานทดแทนที่มีการพัฒนาและนำมาใช้งานได้ในปัจจุบันคือ พลังงานแสงอาทิตย ความร่อนใต่พิภพ ลม ซึ่งอยู่ในช่วงของการพัฒนาให้มีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ [3] จึงยังไม่สามารถนำมาใช้งานมากนัก ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนากระบวนการผลิตไฟฟ้า โดยนำพลังงานที่สูญเสียไปจากการไหลของน้ำจากอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก น้ำตก และลำธารในช่วงฤดูฝนที่ปล่อยน้ำทิ้งหรือเพื่อการเกษตร หมุนเวียนมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าใช้ภายในที่พักอาศัย และสถานที่ไม่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้า

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาระดับที่เหมาะสมของความสูงและความดันของน้ำ สำหรับการผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นแบบขั้วแม่เหล็กถาวรพิกัดกำลัง 1,000 watts

1.3.2 กังหันน้ำ (Hydro Turbines) เป็นกังหันแบบแรงดล (Impulse Turbines) ติดตั้งอยู่ภายนอกท่อน้ำมีจำนวน 16 ใบพัด

1.3.3 ชุดเรียงกระแสไฟฟ้า (Reticfier) เป็นแบบบริดจ์ไดโอ (Brige diod) ขนาด 12 VDC 50 A

1.3.4 ชุดควบคุมการประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่และจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับโหลดเป็นแบบสวิตช์ชิ่งทรานซิสเตอร์ (Switching transistor)

1.4 ตัวแปรที่ศึกษา

1.4.1 ตัวแปรต้น ความสูงของระดับน้ำต้นกำลัง (H)

1.4.2 ตัวแปรตาม ความดันของน้ำในท่อส่งน้ำ (p) และกำลังไฟฟ้าที่จ่ายออกมา (Power output : P)

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำต้นแบบจำนวน 1 เครื่อง

1.5.2 เพิ่มแนวทางการใช้พลังงานหมุนเวียนให้กับชุมชน

1.5.3 ครูและนักศึกษาผู้ดำเนินการวิจัยได้รับความรู้ ทักษะในการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขั้วแม่เหล็กถาวร และกังหันน้ำ เพื่อพัฒนาใช้กับแหล่งพลังงานหมุนเวียนอื่นต่อไป

2. วิธีการดำเนินการวิจัยนี้

เป็นการศึกษาระดับที่เหมาะสมของความสูงและความดันของน้ำ สำหรับการผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก ซึ่งได้ดำเนินการศึกษาดังนี้

2.1 การสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก

สำหรับการสร้างเครื่องผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำมาพัฒนาให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ของประเทศไทยโดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

2.1.1 ออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขั้วแม่เหล็กถาวรขนาด 1,000 watts

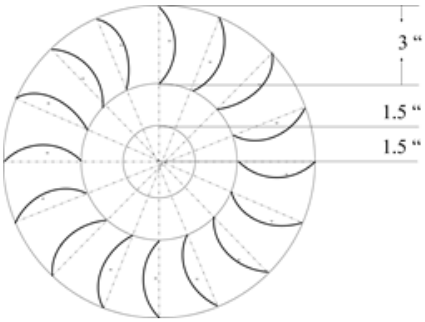
2.1.2 ขดลวดสเตเตอร์ (StatorWinding) ในการออกแบบขดลวดสเตเตอร์ได้พัฒนามาจากแบบของ Hugh Piggott (2004) มีขดลวดจำนวน 9 ขด โดยพัฒนาจำนวนรอบของขดลวดจากเดิมจำนวน 75 รอบ/ขด เป็น 320 รอบ/ขด และลดขนาดของขดลวดจากเบอร์ 17 AWG เป็นเบอร์ 21 AWG ต่อแบบสตาร์ โดยมีวัตถุประสงค์ให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ในสภาวะความเร็วรอบของโรเตอร์ต่ำ ๆ ดังแสดงในภาพที่ 1

ภาพที่ 1 ขดลวดสเตเตอร์จำนวน 9 ขดต่อแบบสตาร์

2.1.3 โรเตอร์ (Rotor) ในการออกแบบโรเตอร์ได้ใช้ขั้วแม่เหล็กถาวร Grade 35 ชนิด NdFeB ขนาด 20x40x10 mm จำนวน 12 คู่ จัดวางตำแหน่งในแผ่นโรเตอร์เดียวกันสลับขั้วเหนือกับใต้ห่างกัน 30 องศา และแผ่นโรเตอร์ตรงข้ามต้องวางขั้วแม่เหล็กให้เป็นขั้วต่างกันดังแสดงในภาพที่ 2

ภาพที่ 2 แม่เหล็กถาวรจำนวน 12 ชิ้น วางห่างกัน 30 องศาในแผ่นโรเตอร์

2.1.4 กังหันน้ำ (Turbines) กังหันน้ำออกแบบให้เป็นกังหันแบบแรงดล (Impulse Turbines) ติดตั้งอยู่ภายนอกท่อน้ำ มีจำนวน 16 ใบพัด วางห่างกัน 22.5 องศา ภายในแผ่นเหล็กวงกลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กังหันน้ำจำนวน 16 ใบพัด

2.2 การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขั้วแม่เหล็กถาวร

วิธีการผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขั้วแม่เหล็กถาวรต้นแบบ โดยการใช้เซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) เป็นเครื่องต้นกำลัง และควบคุมความเร็วโดยใช้ฟังก์ชั่นคอนโทรลยูนิต (function Control Unit 4Q) ทำการทดสอบความเร็วรอบ

ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีผลกับกำลังไฟฟ้าที่จ่ายออกมา (Power output) โดยสมมติให้แรงบิดของเครื่องต้นกำลังคงที่

2.3 การหาประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก

2.3.1 การทดลองหาจุดเหมาะสมของความสูงและความดันของน้ำ ในส่วนของการทดลองผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กจากเครื่องต้นแบบนั้น ทำโดยปล่อยน้ำจากถังเก็บน้ำในปริมาตร 0.1 ลูกบาศก์เมตร (m^3) ผ่านท่อส่งน้ำขนาด 2 นิ้ว ยาว 3 m ทดสอบที่ความสูงของระดับน้ำในถังเก็บน้ำต่างกันและความดันของน้ำในท่อส่งน้ำที่มีผลกับกำลังไฟฟ้าที่จ่ายออกมา (Power output)

2.3.2 การหาประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก ในการหาประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก โดยการเปรียบเทียบกำลังงานที่จ่ายให้กับกำลังไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยจัดเก็บข้อมูล คือ ระดับความสูงของน้ำ (h) ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิด (N) แรงดัน (V) และกระแส (I) ที่จ่ายให้โหลดและทำการคำนวณค่าต่างๆดังนี้

ความดันของน้ำ $p=\frac{101.3h}{10.3}$ (KN/m^2)

แรงของน้ำที่ปลายท่อ $F=pA$ (N)

แรงบิดที่กังหันน้ำ $T=Fr$ (N-m)

กำลังงานกลอินพุท $Pin=2\pi TN$ (watts)

กำลังไฟฟ้าเอ้าพุท $Pout = VI$ (watts)

3. ผลการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับที่เหมาะสมของความสูงและความดันของน้ำสำหรับการผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กซึ่งมีผลของการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

3.1 ผลการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก

ในการวิจัยครั้งนี้ได้สร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก โดยมีส่วนประกอบดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก

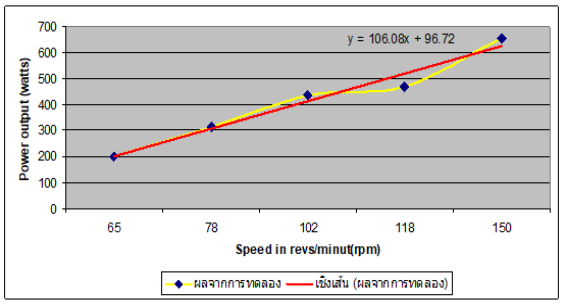
3.1.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขั้วแม่เหล็กถาวร เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขั้วแม่เหล็กถาวรมีขดลวดสเตเตอร์จำนวน 9 ขด และโรเตอร์เป็นแบบขั้วแม่เหล็กถาวรจำนวน 12 คู่

3.1.2 กังหันน้ำ (Hydro Turbines) เป็นกังหันแบบแรง (Impulse Turbines) ติดตั้งอยู่ภายนอกท่อน้ำ มีจำนวน 16 ใบพัด ติดตั้งภายในแผ่นเหล็กมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว

3.1.3 ชุดควบคุม (Control Unit) เป็นชุดควบคุมแรงดันไฟฟ้าในการประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่และการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับโหลด มีโวลท์มิเตอร์แสดงระดับแรงดัน และหลอดสัญญาณแสดงสภาวะการจ่ายโหลดและชาร์จแบตเตอรี่

3.2 ผลการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขั้วแม่เหล็กถาวร

ทำการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขั้วแม่เหล็กถาวรต้นแบบ โดยการใช้เซอร์โวมอเตอร์เป็นเครื่องต้นกำลัง และควบคุมความเร็วโดยใช้ฟังก์ชั่นคอนโทรลยูนิต ทำการทดสอบความเร็วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่มีผลกับกำลังไฟฟ้าที่จ่ายออกมาประจุให้กับแบตเตอรี่ขนาด 12 V 70 Ah ได้ผลหลังการทดสอบดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 กำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดต่อวันที่ความเร็วรอบต่างกัน

จากผลการทดสอบพบว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขั้วแม่เหล็กถาวรทำงานที่ความเร็ว 40 รอบต่อนาที ให้กำลังไฟฟ้าเอ้าพุท 40 watts และมีกำลังไฟฟ้าสูงสุด 879 watts ที่ความเร็วรอบ 240 รอบ/นาที ก็จะถึงจุดอิ่มตัว โดยได้สมการของเส้นแนวโน้มคือ $y = 106.08x + 96.72$

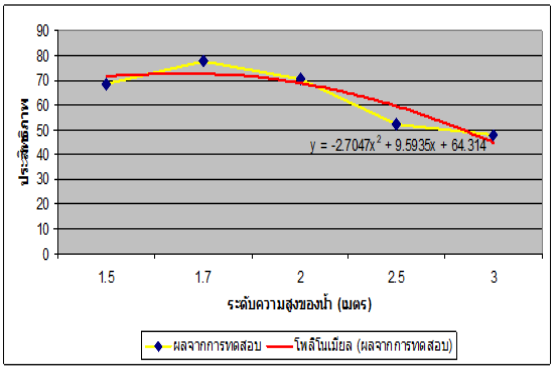
3.3 ผลการหาประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก

ในการทดลองหาจุดเหมาะสมของความสูงและความดันของน้ำจากเครื่องต้นแบบนั้น จะทำการกำหนดตัวแปรในการทดลองเพียง 3 ตัวแปรคือ ศึกษาความสูงของระดับน้ำต้นกำลัง ความดันของน้ำในท่อส่งน้ำ และกำลังไฟฟ้าที่จ่ายออกมา (Power output) เท่านั้นโดยสมมติให้การไหลของน้ำเป็นแบบสม่ำเสมอ (Uniform flow) ไม่คิดกำลังงานสูญเสียในท่อ โดยปล่อยน้ำจากถังเก็บน้ำในปริมาตร 0.1 m^3 ผ่านท่อส่งน้ำขนาด 2 นิ้ว ยาว 3 m ทดสอบที่ความสูงของระดับน้ำในถังเก็บน้ำต่างกันที่มีผลกับความดันของน้ำที่ปลายท่อส่งน้ำ และกำลังไฟฟ้าที่จ่ายออกมาได้ผลหลังการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดลองหาผลการหาประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก

ความสูงของระดับน้ำ (m)	ความดันของน้ำ (N/m^2)	กำลังอินพุท (watts)	กำลังเอ้าพุท/วัน (watts)	ประสิทธิภาพ
1.5	14,752	296	202	68
1.7	16,719	402	312	77
2	19,669	619	436	70
2.5	24,587	895	468	52
3	29,504	1366	655	47

จากตารางที่ 1 พบว่า เมื่อเพิ่มระดับความสูงของน้ำให้สูงขึ้นความดันของน้ำก็จะเพิ่มมากขึ้น และกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อวันจะเพิ่มมากขึ้นโดยมีกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ระดับน้ำ 3 เมตร ความดันของน้ำ 29,504 N/m^2 กำลังไฟฟ้าที่จ่ายออกมาเท่ากับ 655 watts และหาประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก โดยการเปรียบเทียบกำลังงานที่จ่ายให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับกำลังไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลที่ได้ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กเทียบกับความสูงของระดับน้ำ

จากภาพที่ 6 เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กกับความสูงของระดับน้ำ พบว่า ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสูงสุดร้อยละ 77 ที่ความสูงของระดับน้ำ 1.7 เมตร โดยได้สมการของเส้นแนวโน้ม คือ

$$y = -2.7047x^2 + 9.5935x + 64.314$$

5. สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 วิธีการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยได้ดำเนินการพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขั้วแม่เหล็กถาวรมาจากแบบของ Hugh Piggott และกังหันน้ำออกแบบให้เป็นกังหันแบบแรงดล (Impulse Turbines) ติดตั้งอยู่ภายนอกท่อน้ำ มีจำนวน 16 ใบพัด ทำการทดสอบกำลังเอ้าพุทของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขั้วแม่เหล็กถาวรที่ความเร็วรอบต่างกัน และหาประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก โดยการปล่อยน้ำจากถังเก็บน้ำในปริมาตร 0.1 m^3 ผ่านท่อส่งน้ำขนาด 2 นิ้ว ยาว 3 m ในการขับกังหันน้ำที่ความสูงและความดันของน้ำต่างกัน

5.2 สรุปผลการวิจัย

5.2.1 ผลการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขั้วแม่เหล็กถาวร ทำการทดสอบความเร็วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่มีผลกับกำลังไฟฟ้าที่จ่ายออกมาประจุให้กับแบตเตอรี่ขนาด 12 V 70 Ah ได้ผลหลังการทดสอบที่ความเร็ว 40 รอบต่อนาที ให้กำลังไฟฟ้าเอ้าพุท 40 watts และมีกำลังไฟฟ้าสูงสุด 879 watts ที่ความเร็วรอบ 240 รอบ/นาที ก็จะถึงจุดอิ่มตัว โดยได้สมการของเส้นแนวโน้ม คือ $y = 106.08x + 96.72$

5.2.2 ผลการหาประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก ทดลองหาจุดเหมาะสมของความสูงและความดันของน้ำจากเครื่องต้นแบบนั้น จะทำการกำหนดตัวแปรในการทดลองเพียง 3 ตัวแปร คือ ศึกษาความสูงของระดับน้ำต้นกำลัง ความดันของน้ำในท่อส่งน้ำ และกำลังไฟฟ้าที่จ่ายออกมา (Power output) เท่านั้น โดยสมมติให้การไหลของน้ำเป็นแบบสม่ำเสมอ (Uniform flow) ไม่คิดกำลังงานสูญเสียในท่อ พบว่าเมื่อเพิ่มระดับความสูงของน้ำให้สูงขึ้นความดันของน้ำจะเพิ่มมากขึ้น และกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อวันจะเพิ่มมากขึ้น โดยมีกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ระดับน้ำ 3 m ความดันของน้ำ 29,504 N/m^2 กำลังไฟฟ้าที่จ่ายออกมาเท่ากับ 655 watts และการหาประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก โดยการเปรียบเทียบกำลังงานที่จ่ายให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับกำลังไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พบว่าประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสูงสุดร้อยละ 77 ที่ความสูงของระดับน้ำ 1.7 m โดยได้สมการของเส้นแนวโน้ม คือ $y = -2.7047x^2 + 9.5935x + 64.314$

5.3 อภิปรายผล

จากผลการทดลองหาจุดเหมาะสมของความสูงและความดันของน้ำสำหรับการผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กจากเครื่องต้นแบบนั้น จะเห็นว่าเมื่อความสูงของระดับน้ำเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้

ความดันของน้ำที่ปลายท่อ ความเร็วรอบและกำลังไฟฟ้าเอ้าพุทของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีมากขึ้น โดยแรงดันไฟฟ้าคงที่ 13 V ส่วนกระแสไฟฟ้าจะแปรค่าตามความเร็วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และจากผลการทดลองดังกล่าว เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้งานจริงกับเขื่อนขนาดเล็ก ฝายน้ำล้นโดยสามารถเพิ่มขนาดและความยาวของท่อได้ตามสภาพพื้นที่ ซึ่งจะทำให้ความดันของน้ำ ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดเพิ่มขึ้น ทำให้ได้กำลังไฟฟ้ามากขึ้นนั่นเอง ส่วนประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดสูงสุดร้อยละ 77 ที่ระดับความสูงของน้ำ 1.7 m ได้กำลังไฟฟ้าเอาท์พุท 655 watts จะเห็นว่าประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดค่อนข้างต่ำ และกำลังไฟฟ้าเอ้าท์พุทไม่ใช่ระดับสูงสุด เนื่องจากเป็นการเปรียบเทียบกำลังงานกลจากความดันของน้ำที่ปลายท่อซึ่งต้องใช้เพิ่มมากขึ้นในกรณีที่ต้องการกำลังไฟฟ้ามากขึ้น แต่ในความเป็นจริงแล้วกำลังอินพุทของเครื่องกำเนิดเป็นพลังงานศักย์จากเขื่อนกั้นน้ำขนาดเล็กที่ปล่อยน้ำทิ้งในฤดูน้ำหลาก และปล่อยน้ำให้กับภาคเกษตรกรในฤดูแล้ง จึงกล่าวได้ว่ากำลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มีประสิทธิภาพสูงมากเมื่อเทียบกับกำลังอินพุทและสามารถนำไปใช้งานกับเขื่อนขนาดเล็กได้เป็นอย่างดี

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

ผลการวิจัยครั้งนี้ถือว่าเป็นข้อมูลสำคัญประการหนึ่งที่จะเป็นแนวทางในการสร้างและนำเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กไปใช้กับเขื่อนกั้นน้ำขนาดเล็ก น้ำตก และลำธาร เพื่อเพิ่มโอกาสการใช้พลังงานหมุนเวียนของชุมชนต่อไป

5.4.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

5.4.2.1 เพิ่มขนาดของขดลวดสเตเตอร์เพื่อให้พิกัดกำลังสูงมากขึ้น

5.4.2.2 เพิ่มขนาดท่อส่งน้ำเป็น 4 นิ้ว เพื่อให้กำลังงานอินพุทขับเครื่องกำเนิดมีความเร็วรอบมากขึ้นอันจะทำให้ได้กำลังไฟฟ้าเอ้าพุทมากขึ้น

5.4.2.3 ปลายของกังหันน้ำควรติดตั้งตลับลูกปืน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรับแรงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

บรรณานุกรม

[1] กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ กระทรวงพลังงาน. นโยบายเชิงรุกด้านหลังงาน. www.dmf.go.th/events/news.shownews.asp?_id=4423 (10 กันยาน 2550).

[2] ศิริพรรณ ธงชัย, พิชัย อัษฎมงคล. (2548). การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[3] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักอนุรักษ์พลังงาน. (2550). เทคนิคการอนุรักษ์พลังงานในอาคารส่วนราชการ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต.

[4] สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ. (2550). นโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ (พ.ศ.2551-2553). กรุงเทพฯ,. (อัดสำเนา)