

การศึกษาการผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำจากปลายท่อส่งน้ำของการประปา ก่อนไหลลง ถังเก็บน้ำใต้ดิน

พงษ์พันธ์ พรหมพิพัต¹ วรวิทย์ สุวรรณเรือง^{1*} และพิเชฐ มีสัจจ²

phongphan.pro@neu.ac.th¹, worr6543@gmail.com^{1*}, phichet.mee@neu.ac.th²

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

² สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Received: July 10, 2023 Revised: May 11, 2024 Accepted: May 14, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่จะศึกษาการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานเหลือทิ้งของการไหลของน้ำที่ปลายท่อ ก่อนไหลลงสู่ถังเก็บน้ำใต้ดิน จากการวัดความดันที่ปลายท่อส่งน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว มีค่าเฉลี่ยที่ 1.0 bar ซึ่งชุดผลิตไฟฟ้าจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนแรกเป็นกังหันน้ำแบบเพลตัน (Pelton Turbine) มีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานน้ำให้เป็นพลังงานกล ออกแบบให้ขนาดรัศมีของใบพัดเท่ากับ 150 mm และจำนวนของแผ่นรับน้ำ (Bracket) รูปทรงครึ่งวงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 65 mm จำนวน 12 แผ่น และส่วนที่ 2 ได้นำเอามอเตอร์ไฟฟ้าเชิงโครนัสชนิดแม่เหล็กถาวร (PMSM) ขนาด 340 W มาเปลี่ยนหน้าที่ให้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยตรง เนื่องจากความดันน้ำขณะที่ไหลในแต่ละช่วงเวลาจะไม่คงที่ การทดสอบจะเริ่มตั้งแต่ 08.30 น. ไปจนถึง 17.30 น. เว้นระยะห่างทุกๆ 30 นาทีในการเก็บข้อมูล จากการวัดค่าพลังงานของน้ำ พบว่าความดันน้ำ ณ จุดปลายท่อเฉลี่ยเท่ากับ 13.5 mH₂O อัตราการไหลของน้ำเฉลี่ยผ่านหัวฉีดเท่ากับ 7.57x10⁻⁴ m³/s และกำลังงานเฉลี่ยที่ได้จากพลังงานน้ำเท่ากับ 99.2 W ในส่วนของพลังงานไฟฟ้าวัดค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยได้เท่ากับ 14.20 Vdc กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 0.82 Adc กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 11.6 W และความสามารถในการผลิตไฟฟ้าสะสมในช่วงเวลา 9 ชั่วโมงได้เท่ากับ 64.20 Wh เมื่อนำค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้และกำลังงานที่พลังงานน้ำส่งเข้าสู่ชุดผลิตไฟฟ้ามาคำนวณหาประสิทธิภาพระบบผลิตไฟฟ้าจะได้เฉลี่ยเท่ากับ 11.55 %

คำสำคัญ: ชุดผลิตไฟฟ้า กังหันน้ำแบบเพลตัน พลังงานน้ำ

A Study of Hydroelectric Power Generation from the End of a Water Supply Pipe before Flowing into an Underground Water Tank

Phongphan Promphiphak¹ Woravut Suwanrueng^{1*} and Pichet Meesat²
phongphan.pro@neu.ac.th¹, worr6543@gmail.com^{1*}, phichet.mee@neu.ac.th²

¹ Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Northeastern University

² Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Northeastern University

Received: July 10, 2023 Revised: May 11, 2024 Accepted: May 14, 2024

Abstract

This research examines hydro-energy generation from residual pressure at the end of the water supply pipe before it flows down to be stored in an underground water tank. It can be converted into electrical energy. From measuring the pressure at the end of a diameter 2-inch water pipe, the average pressure value is 1.0 bar. The researcher designed and built a simple hydroelectric power generation set in this study. The power generation set consists of 2 main parts: the first part is a Pelton turbine that converts water energy into mechanical energy. The Pelton turbine was designed a radius of impeller equal to 150 mm and the number of brackets in a hemispherical shape with a diameter of 65 mm, 12 pieces. The second part uses a 340 W permanent magnet synchronous electric motor (PMSM) to transforms the function into a direct generator. Due to the water pressure while flowing unstable, the test will start from 8:30 a.m. to 5:30 p.m. with a 30 minute interval between data collection. From the water energy measurement, the average water pressure at the end of the tube was 13.5 mH₂O, the average water flow through the nozzle was 7.57x10⁻⁴ m³/s, and the average water power was 99.2 W. In terms of electrical energy, the average voltage was 14.20 Vdc, the average current was 0.82 Adc, the average power was 11.6 W, and the cumulative power generation capacity over 9 hours was 64.20 Wh. When taken to find the efficiency of the power generation system, It was equal to 11.55 percent.

Keywords: Electric generator set, Pelton turbine, Hydro energy

1. บทนำ

แหล่งผลิตน้ำประปาในแต่ละท้องถิ่น จะทำการส่งน้ำประปาเข้าท่อส่งน้ำที่ต้นทางด้วยเครื่องสูบน้ำ แรงดันสูงร่วมกับถังเก็บน้ำสูง [1] แล้วลำเลียงน้ำไปจ่ายให้ตามบ้านเรือนหรือสถานประกอบการต่างๆ ซึ่งความดันที่ใช้ส่งน้ำประปาจากท่อส่งน้ำต้นทางจะมีค่าสูงกว่าความดันที่จุดปลายทางท่อส่งน้ำเพื่อให้มั่นใจว่าการส่งจ่ายน้ำจะสามารถส่งไปได้ทั่วถึงทุกจุด เมื่อน้ำประปาถูกส่งมาถึงปลายทาง ณ จุดของผู้ใช้น้ำ ความดันน้ำภายในท่อจะต้องมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1 -1.5 bar [2]

ดังนั้น สำหรับผู้ใช้น้ำที่ใช้วิธีนำเอาน้ำประปามาพักเก็บไว้ที่ถังเก็บน้ำใต้ดินขนาดใหญ่ก่อน แล้วจึงค่อยนำน้ำไปใช้ เมื่อถึงเวลาที่ต้องการใช้น้ำจริงในกรณีแบบนี้ความดันน้ำที่จุดปลายทางท่อส่งน้ำประปาก่อนที่น้ำจะไหลลงสู่ถังเก็บน้ำจึงถือว่าเป็นความดันที่เสียทิ้ง ซึ่งจากการตรวจวัดความดันที่จุดปลายทางท่อส่งน้ำ ณ ถังเก็บน้ำสำรองใต้ดินของมหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น พบว่าค่าความดันน้ำเฉลี่ย ณ จุดปลายทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว อยู่ที่ 1.0 bar จึงทำให้กลุ่มผู้ทำวิจัยสนใจที่จะนำเอาแรงดันน้ำที่เหลือตรงจุดปลายทางน้ำดังกล่าวมาทำการศึกษาเพื่อจะใช้ประโยชน์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า [3] สำหรับชุดผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำทางกลุ่มผู้วิจัยได้ออกแบบและจัดสร้างขึ้นเอง โดยการสร้างเป็นกังหันน้ำแบบเพลตัน (pelton turbine) อย่างง่าย ใช้หัวฉีดน้ำ (nozzle) จำนวน 1 หัวฉีด ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูรับน้ำเข้าเท่ากับ 30 mm และรูส่งน้ำออกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 mm พร้อมถ่วงรับน้ำ (bracket) ที่ติดไว้กับกังล้อของกังหันน้ำ จำนวน 12 ใบ เพื่อใช้เป็นตัวขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้ทำการผลิตพลังงานไฟฟ้าขึ้นมา ซึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้ได้นำเอามอเตอร์ของเครื่องซักผ้าแบบขับตรงมาดัดแปลงเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้ความเร็วรอบต่ำในการผลิตไฟฟ้า ส่วนของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จะนำมาพักเก็บไว้ในแบตเตอรี่ขนาดแรงดันไฟฟ้า 12 Vdc ก่อนที่จะนำพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ไปใช้งาน

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1 การออกแบบและสร้างชุดผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ

จากการวัดค่าความดันน้ำที่จุดปลายทางท่อส่งน้ำประปาก่อนที่จะปล่อยน้ำลงเก็บไว้ในถังเก็บน้ำใต้ดินพบว่ามีความดันเฉลี่ยเท่ากับ 1.0 bar ในขณะที่ท่อส่งน้ำมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 2 นิ้ว เมื่อนำค่าทั้งสองไปคำนวณหาอัตราการไหลของน้ำที่ไหลออกจากท่อ จึงทำให้ผู้วิจัยเลือกนำเอาชุดต้นกำลังขับเคลื่อนที่ใช้พลังงานน้ำแบบกังหันน้ำเพลตันขนาดเล็ก ดังรูปที่ 1 มาขับเคลื่อนกำเนิดไฟฟ้าให้หมุน เพราะกังหันน้ำแบบนี้มีขนาดไม่ใหญ่และใช้ปริมาณน้ำในการผลิตต้นโบพัดของกังหันน้ำไม่มาก [4] ออกแบบให้รัศมีของกังล้อเท่ากับ 150 มม. ส่วนถ่วงรับน้ำเป็นรูปครึ่งทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 65 มม. มีจำนวน 12 ใบ และสร้างใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ทำมาจากมอเตอร์เครื่องซักผ้าแบบขับตรงไม่ผ่านสายพาน เพราะเป็นมอเตอร์เชิงโครนัสชนิดแม่เหล็กถาวร (PMSM) ที่สามารถปรับเปลี่ยนให้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้โดยตรงไม่ต้องมีวงจรควบคุมมาช่วยเพิ่มเติมอีก และสามารถผลิตไฟฟ้าได้ที่รอบการหมุนต่ำประมาณ 200 rpm ไฟฟ้าที่ผลิตได้เป็นระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ดังรูปที่ 2 [5]

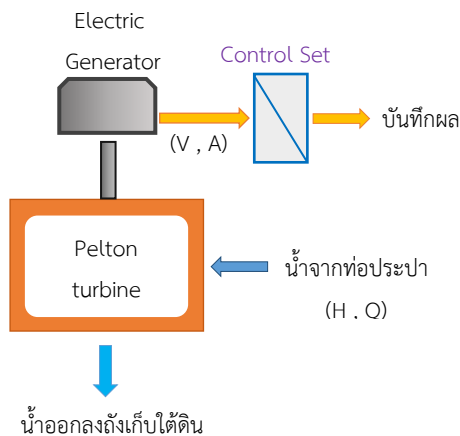


รูปที่ 1 ใบพัดของกังหันน้ำแบบเพลตันที่สร้างขึ้นเองอย่างง่าย



รูปที่ 2 มอเตอร์เชิงโครนัสชนิดแม่เหล็กถาวร (PMSM)

สำหรับการออกแบบชุดผลิตไฟฟ้าที่ใช้ในการวิจัยนี้ จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ชุดขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบกังหันน้ำเพลตันและชุดวงจรควบคุมการผลิตไฟฟ้า(control set) ที่ประกอบด้วย bridge rectifier ทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง โหลดไฟฟ้ากระแสตรง และมิเตอร์อ่านค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ซึ่งได้แสดงแผนผังการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ ไว้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แผนผังการทำงานของชุดผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำ

หลักการทำงานของชุดผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำ เริ่มจากปล่อยให้ น้ำที่มีความดันเหลือจากท่อประปาไหลเข้ากังหันน้ำเพลตัน ผ่านหัวฉีดน้ำไปกระทบกับถ้วยรับน้ำที่ติดอยู่กับกังล้อกังหันน้ำ ทำให้กังล้อหมุนส่งแรงบิดผ่านเพลลาขับที่ต่อร่วมกับแกนเพลลาของชุดผลิตไฟฟ้า (electric generator) หมุนพาขดลวดที่อยู่บน โรเตอร์ (rotor) เคลื่อนตัดผ่านแม่เหล็กถาวรที่ติดอยู่กับ สเตเตอร์ (stator) ทำให้เกิดการผลิตไฟฟ้าแบบกระแสสลับส่งออกไปยังชุดวงจรควบคุมการผลิตไฟฟ้า ส่วนน้ำประปาที่ไปกระทบกับถ้วยรับน้ำแล้ว จะไหลออกตามท่อที่เตรียมไว้ลงไปเก็บที่ถังเก็บน้ำใต้ดิน

2.2 วิธีทดสอบ

ในการวิจัยนี้ ณ จุดที่ทดสอบได้ทำการปรับเปลี่ยนแนวการติดตั้งของท่อส่งน้ำประปาก่อนที่จะเข้าถังเก็บน้ำใต้ดินให้สามารถเชื่อมต่อเข้าสู่ชุดทดสอบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำที่จัดสร้างขึ้นได้ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การปรับเปลี่ยนแนวท่อส่งน้ำที่จะส่งเข้าเครื่องผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำ

2.2.1 กำลังงานที่ได้จากความดันของน้ำประปาส่งให้หัวฉีดซึ่งหาได้จากสมการที่ (1)

$$P_{in} = \rho g Q H \quad (1)$$

เมื่อ P_{in} คือ กำลังงานที่ได้จากความดันของน้ำประปาส่งให้หัวฉีด (W)

ρ คือ ความหนาแน่นของน้ำ (kg/m^3) ที่อุณหภูมิ 25-30 °C

Q คือ อัตราการไหลของน้ำผ่านหัวฉีด (m^3/s)

H คือ หัวน้ำรวมภายในท่อส่งน้ำประปาที่จุดก่อนเข้าหัวฉีด (mH_2O)

g คือ ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (m/s^2)

2.2.2 กำลังไฟฟ้าที่เครื่องผลิตไฟฟ้าผลิตได้ เนื่องจากชุดใบกังหันน้ำส่งกำลังผ่านเพลลาขับร่วมกันโดยตรงกับเพลลาขับของเครื่องผลิตไฟฟ้า ซึ่งหาได้จากสมการที่ (2)

$$P_{out} = VI \quad (2)$$

เมื่อ P_{out} คือ กำลังไฟฟ้าที่เครื่องผลิตไฟฟ้าผลิตได้ (W)

I คือ กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ของเครื่องผลิตไฟฟ้า (A)

V คือ แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้ของเครื่องผลิตไฟฟ้า (V)

2.2.3 เนื่องจากขณะที่กังหันน้ำทำงาน จะมีกำลังที่สูญเสียไปในส่วนต่างๆ เช่น กำลังสูญเสียทางกล กำลังสูญเสียทางศาสตร์ และการสูญเสียจากเครื่องผลิตไฟฟ้า [6] ดังนั้น การคำนวณหาประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า (η) หาได้จากสมการที่ (3)

$$\eta = \frac{P_{in}}{P_{out}} \times 100\% \quad (3)$$

2.2.4 ในการทำงานของเครื่องผลิตไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลา จะขึ้นกับปริมาณและความดันของน้ำที่ส่งเข้าหัวฉีดที่มีขนาดไม่คงที่ ดังนั้นความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจึงไม่คงที่ ซึ่งหาได้จากสมการที่ (4)

$$W_e = P_{out}t \quad (4)$$

เมื่อ W_e คือ ความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้า (W.h)

t คือ เวลาที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า (s)

3. ผลและวิเคราะห์ผลการวิจัย

การทดสอบการเปลี่ยนพลังงานน้ำที่มีความดันน้ำที่เหลือในท่อจากการจ่ายน้ำประปา ณ จุดปลายท่อส่งก่อนส่งน้ำเข้าไปเก็บไว้ในถังเก็บน้ำใต้ดิน สถานที่ทดสอบได้ทำการทดสอบภายในมหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีการเก็บกักน้ำไว้ในถังเก็บน้ำประปาใต้ดินก่อนที่จะใช้เครื่องสูบน้ำขึ้นไปเก็บไว้ในถังเก็บน้ำสูง (tower tank) อีกทีเพื่อจ่ายไปยังจุดใช้น้ำ สำหรับการทดสอบจะทำการเก็บผลการทดสอบ 2 ส่วน คือ 1) ค่าพลังงานน้ำจากท่อประปาที่จ่ายเข้าสู่ชุดกังหันน้ำและ 2) ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ทำการติดตั้งมาตรวัดความดันน้ำและมาตรวัดอัตราการไหลแบบอุลตราโซนิกไว้ที่ท่อน้ำขนาด 2 นิ้ว ณ จุดก่อนที่น้ำจะไหลเข้าหัวฉีด แสดงดังรูปที่ 5 แล้วคำนวณหาพลังงานน้ำจากท่อประปาที่จ่ายเข้าสู่ชุดกังหันน้ำ ผลการวัดค่าพลังงานน้ำจากท่อส่งน้ำของการประปาที่ไหลออกจากหัวฉีดน้ำเข้าไปปลั๊กก๊อกของ

กังหันน้ำแบบเพลดัน พบว่า ความดันน้ำเฉลี่ยที่จุดก่อนเข้าหัวฉีดเท่ากับ 13.5 mH₂O และปริมาณของอัตราการไหลน้ำเฉลี่ยที่ออกจากหัวฉีด 7.57×10^{-4} m³/s และกำลังงานเฉลี่ยที่ส่งออกจากหัวฉีดคำนวณได้เท่ากับ 99.2 Watts ซึ่งได้แสดงผลการวัดและการคำนวณไว้ในตารางที่ 1



รูปที่ 5 ติดตั้งมาตรวัดความดันน้ำและมาตรวัดอัตราการไหลที่ตำแหน่งก่อนจ่ายน้ำเข้าหัวฉีด

ตารางที่ 1 ค่าพลังงานน้ำจากท่อประปาที่จ่ายเข้าสู่ชุดกังหันน้ำไปปลั๊กก๊อกกังหันน้ำที่เก็บข้อมูลได้ในช่วงเวลา 08.30 น. ถึง 17.30 น.

เวลา (น.)	พลังงานน้ำจากท่อประปาที่จ่ายเข้าสู่ชุดกังหันน้ำ				
	H (m)	ΔP (psig)	V_n (m/s)	$Q \times 10^{-4}$ (m ³ /s)	P_{in} (W)
08.30	15.5	-	-	-	-
09.00	15.5	-	-	-	-
09.30	14.8	-	-	-	-
10.00	14.1	11.6	12.65	7.95	109.5
10.30	13.9	11.4	12.53	7.87	106.8
11.00	13.7	11.1	12.39	7.78	104.1
11.30	13.6	11.0	12.30	7.73	102.7
12.00	13.6	10.9	12.26	7.70	102.3
12.30	13.5	10.8	12.23	7.68	101.3
13.00	13.5	10.8	12.21	7.67	101.2
13.30	13.0	-	-	-	-
14.00	12.7	-	-	-	-
14.30	11.2	-	-	-	-
15.00	11.7	8.2	10.62	6.67	76.3
15.30	10.7	6.8	9.68	6.08	63.6
16.00	14.0	11.5	12.61	7.92	108.3

ตารางที่ 1 (ต่อ)

เวลา (น.)	พลังงานน้ำจากท่อประปาที่จ่ายเข้าสู่ชุดกังหันน้ำ				
	H (m)	ΔP (psig)	V_n (m/s)	$Q \times 10^{-4}$ (m ³ /s)	P_{in} (W)
16.30	13.8	11.3	12.50	7.85	105.8
17.00	13.8	11.2	12.42	7.80	105.2
17.30	13.6	10.9	12.29	7.72	102.5
ค่าเฉลี่ย	13.5	10.6	12.05	7.57	99.2

หมายเหตุ : ค่า H คือ ความดันน้ำในท่อ โดยวัดในสภาวะอยู่นิ่ง ก่อนที่จะไหลเข้าหัวฉีด ΔP คือ ค่าความดันน้ำแตกต่างระหว่าง ก่อนไหลเข้าและไหลออกหัวฉีด V_n คือ ความเร็วของน้ำที่ไหลเข้าหัวฉีดซึ่งวัดจากเครื่องวัดการไหลอุลตราโซนิก และส่วนที่เว้นว่างไม่มีข้อมูลเป็นสภาวะที่ถังเก็บน้ำใต้ดินมีน้ำเต็ม จึงหยุดการจ่ายน้ำเข้าสู่ถังเก็บใต้ดิน

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าของชุดผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำที่สร้างขึ้น จะผลิตไฟฟ้าเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแล้วจึงเปลี่ยนเป็นไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อส่งจ่ายไปใช้งาน ดังนั้น การทดสอบหาพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะทดสอบเป็น 2 วิธี คือ 1) นำเอาพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ไปเก็บไว้ที่แบตเตอรี่ขนาดแรงดันไฟฟ้า 12 Vdc แล้ววัดค่าอัตราการผลิตไฟฟ้า หรือ 2) นำเอาพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จ่ายให้กับหลอดไฟชนิด แอล อี ดี (LED) ชนิดที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดกำลังไฟฟ้า 9 W จำนวน 2 หลอดที่ต้องจอร์จนานไว้ แล้ววัดค่าอัตราการผลิตไฟฟ้า ส่วนชุดวัดค่าทางไฟฟ้าที่ชุดผลิตไฟฟ้าผลิตได้แสดงดังรูปที่ 6 ซึ่งจากการทดสอบ พบว่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตได้เท่ากับ 11.6 W รอบการหมุนเฉลี่ย(η_m) ของแกนกลของกังหันน้ำเท่ากับ 229 rpm และค่าพลังงานไฟฟ้าสะสมรวมที่ผลิตได้ตลอด 9 ชั่วโมง เท่ากับ 64.2 Wh ซึ่งได้แสดงผลการวัดและการคำนวณตามตารางที่ 2

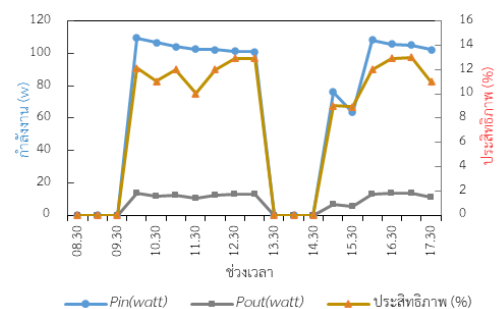


รูปที่ 6 ชุดวัดและแสดงผลค่าทางไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตได้

ตารางที่ 2 ค่าพลังงานทางไฟฟ้าและประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ผลิตได้ในช่วงเวลา 08.30น.ถึง17.30น.

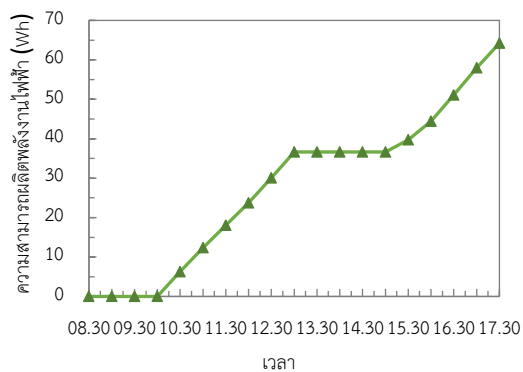
เวลา (น.)	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จาก เครื่องกำเนิดไฟฟ้า					ประสิทธิภาพ (%)
	Vdc (V)	Idc (A)	P_{out} (W)	W_e (Wh)	n (rpm)	
08.30	-	-	-	-	-	-
09.00	-	-	-	-	-	-
09.30	-	-	-	-	-	-
10.00	14.80	0.90	13.3	0.00	238	12.15
10.30	14.32	0.82	11.8	6.28	231	11.05
11.00	14.53	0.86	12.5	12.36	234	12.01
11.30	13.38	0.77	10.3	18.06	216	10.03
12.00	14.47	0.85	12.3	23.71	233	12.02
12.30	14.70	0.89	13.1	30.06	237	12.93
13.00	14.70	0.89	13.1	36.61	237	12.94
13.30	-	-	-	-	-	-
14.00	-	-	-	-	-	-
14.30	-	-	-	-	-	-
15.00	12.63	0.55	6.9	36.61	204	9.04
15.30	12.39	0.46	5.7	39.76	200	8.96
16.00	14.68	0.88	13.0	44.43	237	12.00
16.30	14.85	0.92	13.7	51.10	239	12.95
17.00	14.85	0.92	13.7	57.95	239	13.02
17.30	14.30	0.79	11.3	64.20	231	11.02
ค่าเฉลี่ย	14.20	0.82	11.6	-	229	11.55

เมื่อนำค่าของกำลังที่ได้จากพลังงานน้ำส่งให้กังล้อของกังหันน้ำแบบเพลตันใช้หมุนแกนเพลลาขับของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและค่ากำลังไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตได้มาหาค่าประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าเฉลี่ย



รูปที่ 7 ค่าของกำลังงานที่ได้จากพลังงานน้ำ กำลังไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตได้ และค่าประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า

ได้เท่ากับ 11.55 % ได้แสดงผลไว้ดังรูปที่ 7 และความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าสะสมได้ตลอดช่วงการทดสอบ 9 ชั่วโมง ได้เท่ากับ 64.20 Wh ที่ความเร็วรอบการหมุนเฉลี่ย (n_{av}) ของแกนเพลาชับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 229 rpm แสดงไว้ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าสะสมได้ตลอดช่วงการทดสอบ 9 ชั่วโมง

4. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษานำเอาพลังงานน้ำจากท่อส่งน้ำของการประปาที่มีความดันเหลือ ณ จุดปลายท่อก่อนที่จะไหลลงสู่ถังเก็บน้ำใต้ดินมาใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ชุดผลิตไฟฟ้าที่ได้ออกแบบและจัดสร้างขึ้นอย่างง่าย พบว่า พลังงานน้ำ ณ จุดปลายท่อส่งน้ำของการประปามีค่าความดันเฉลี่ยเท่ากับ $13.5 \text{ mH}_2\text{O}$ และอัตราการไหลเฉลี่ยเท่ากับ $7.5 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ สามารถให้เป็นกำลังงานทางกลเฉลี่ย 99.2 W เมื่อนำไปใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าสามารถสร้างแรงดันไฟฟ้าได้เท่ากับ 14.20 Vdc ค่ากระแสไฟฟ้าที่ส่งไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่ได้เท่ากับ 0.82 Adc หรือคิดเป็นกำลังไฟฟ้าได้เท่ากับ 11.6 W และความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าสะสมได้ตลอดช่วงการทดสอบ 9 ชั่วโมง ได้เท่ากับ 64.20 Wh ที่ความเร็วรอบการหมุนเฉลี่ยของแกนเพลาชับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 229 rpm และเมื่อนำเอาค่ากำลังงานที่ได้จากพลังงานน้ำกับกำลังไฟฟ้าที่ชุดผลิตไฟฟ้าผลิตได้มาหาค่าประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าได้เท่ากับ 11.55 %

เมื่อพิจารณาค่าความสามารถในการผลิตไฟฟ้าสะสมและค่าประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าได้มีค่าไม่ถึง 50 % ถือว่ามีค่าต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับพลังงานน้ำที่ส่งเข้าไปให้ชุดผลิตไฟฟ้า เนื่องจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่นำมาติดตั้งไว้ในชุดผลิตไฟฟ้านั้น ได้ดัดแปลงเอามอเตอร์ซิงโครนัสชนิดแม่เหล็กถาวร (PMSM) มาเปลี่ยนหน้าที่ให้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งมอเตอร์ชนิดนี้จะมีปริมาณของเส้นแรงแม่เหล็กของโรเตอร์คงที่ ถ้าจะให้เครื่องสามารถผลิตไฟฟ้าสะสมได้มากขึ้นจะต้องทำให้แกนแม่เหล็กหมุนตัดผ่านขดลวดทองแดงได้เร็วเพิ่มขึ้นหรือเลือกเอามอเตอร์ประเภทอื่น เช่น มอเตอร์ไฟฟ้าซิงโครนัส เป็นต้น มาทำวิจัยนี้

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ได้ส่งเสริมทุนในการทำวิจัยและอนุญาตให้ใช้สถานที่ทำวิจัย และขอขอบคุณสาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่สนับสนุนให้ใช้เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Provincial Waterworks Authority. Basic knowledge of water supply systems. [Internet]. 2019 [cited 2023 Jun 10]; 20. Available from: https://training.pwa.co.th/uploads/files/Document/7_KM.pdf. (in Thai)
- [2] Charoenchim C, Ruangsumraj T, Surasaranwong T, Charut P, Pornprommin A, Raksajit W. Pressure and water quality analysis in residential property using pump tank system. Proceedings of 58th Kasetsart University Annual Conference; 2020 Feb 5-7; Bangkok. Bangkok: Office of the University Library, Kasetsart University; 2020. P. 296-302.

- [3] Saniso E, Chaidana H. Development of simple low head pico-hydropower generator. Journal of Yala Rajabhat University. 2014; 9(1):31-42.
- [4] John F. Douglas, Janusz M. Gasiorek, John A. Swaffield Lynne B. Jack. Fluid mechanics. 5th ed. England. Pearson Prentice Hall; 2005.
- [5] Phupradubsin R. Technologies related to electric vehicles: electric motors. NECTEC [Internet]. 2022 [cited 2023 Jun 10]; p. 1-10. Available from: <https://www.nectec.or.th/news/public.html> (in Thai)
- [6] Husain Z, Abdullah Z, Alimuddin Z. Basic fluid mechanics and hydraulic machines. Hyderabad. BS Publications; 2008.