ผลกระทบของระบบหัวฉีดน้ำต่อการสร้างแรงดันไฟฟ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแรงดันน้ำ

Effects of Water Injection System on Voltage Generation of Water Pressure Electric Generators

ชลธี โพธิ์ทอง,[1*] นิรุจ หอมจู,[2] เมธี เปานาเรียง,[3] นิวัตร์ อังควิศิษฐพันธ์ [5]
Chonlatee Photong,[1*] Nirut Homjoo,[2] Matee Paonariang,[3] Niwat Angkawisittpan [5]

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอผลกระทบของสมรรถนะของระบบหัวฉีดน้ำต่อการสร้างแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากแรงดันน้ำในระบบท่อส่งน้ำขนาดเล็กเครื่องกำเนิดไฟฟ้าประกอบด้วยกังหันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว 18 ใบพัด โดยให้กำลังงานสูงสุดไม่เกิน 28 วัตต์ กังหันถูกหมุนและผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานจากแรงดันน้ำจากหัวฉีดน้ำที่รับน้ำจากระบบท่อส่งน้ำขนาดเล็กที่ระดับ0.5-2.0 บาร์ซึ่งให้ระดับแรงดันไฟฟ้าในช่วง 11.7-72.3 โวลต์สมรรถนะของหัวฉีดน้ำในส่วนที่ได้ทำการวิจัยได้แก่ ระยะห่างการติดตั้งจากใบพัดที่ 10-30 เซนติเมตร มุมตกกระทบแรงดันน้ำกับใบพัดที่ 0-90 องศาและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวฉีดน้ำที่ 0.3-1.1 เซนติเมตร ผลการศึกษาพบว่า ระยะห่างการติดตั้งหัวฉีดน้ำที่ไกลใบพัดมากกว่าจะให้ระดับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่า (47.3และ 31.7 โวลต์ ที่ระยะ 30 และ 10 เซนติเมตร) มุมตกกระทบแรงดันน้ำที่ 90 องศา ให้ระดับแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ 33.5โวลต์ ระดับแรงดันไฟฟ้าจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อมุมตกกระทบลดลง และไม่มีระดับแรงดันไฟฟ้าลงเหลือที่มุมตกกระทบต่ำกว่า60 องศาหัวฉีดน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในช่วง 0.6-0.7 เซนติเมตรให้ระดับแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ 33 - 34โวลต์ โดยเครื่องกำเนิดจะไม่ผลิตแรงดันไฟฟ้าเมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหัวฉีดสูงกว่า 1.1 เซนติเมตร

คำสำคัญ:ระบบหัวฉีดน้ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแรงดันน้ำ ระบบท่อส่งน้ำขนาดเล็ก

---

[1]อาจารย์, [5]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ห้องวิจัยพลังงานรังสีอาทิตย์และแหล่งพลังงานสำรอง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150 [2,3] นิสิตปริญญาตรีสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

[1] Lecturers, [5]Assistant Professor, Solar Energy and Energy Resources Research Unit, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kantarawichai, Maha Sarakham 44150, Thailand. [2,3]Undergraduate students, Subject of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kantarawichai, Maha Sarakham 44150, Thailand.

[*]Corresponding author: Chonlatee Photong, Lecturer, Solar Energy and Energy Resources Research Unit, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kantarawichai, Maha Sarakham 44150, Thailand.

Email: chonlatee.p@msu.ac.th

Abstract

This research work presents effects of performance of water injection system on voltage production of water pressure electric generators. The water pressure electric generator under this research consisted of a turbine with 8-inch, 18 blades and maximum output power up to 28 watts. The turbine was rotated and generated electricity of 11.7 – 72.3 volts using energy supplied from water pressure of 0.5 – 2.0 barsthrough a water injector which received water from a small water pipe system. Performance of the water injector was investigated in terms of distance between the injector and the blades in the range of 10 – 30 centimeters, water injection angle between the injector and the blades in the range of 0 – 90 degrees and diameter of the injector in the range of 0.3 – 1.1 centimeters. The experimental results showed that the more distance between the injector and the blades, the more electric voltage generated (47.3 and 31.7 volts for the distances of 30 and 10 centimeters). The water injection angle of 90 degrees provided the highest output voltage of 33.5 volts, where the output voltage decreased rapidly with the reduction rate of the angle and becamezero when the angle was less than approximately 60 degrees. The injector with diameter of 0.6 – 0.7 centimeters provided the maximum output voltage of 33-34 volts and there was no voltage generated whendiameter of the injector became over than 1.1 centimeters.

Keywords: water injection system, water pressure electric generator, small water pipe system

บทนำ

การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรและการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เกิดการขยายตัวของที่อยู่อาศัยและโรงงานอุตสาหกรรมภายในประเทศอย่างรวดเร็ว ผลที่ตามมาก็คือความต้องการใช้พลังงานเพื่ออำนวยความสะดวกในการดำรงชีพและระบบการผลิตที่เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย กำลังการผลิตไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ภายในประเทศจึงอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการซึ่งอาจส่งผลให้เกิดปัญหาการขาดแคลนพลังงานในอนาคตได้ ดังนั้น การเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานต่างๆภายในประเทศจึงมีความสำคัญ[1]

พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการผลิตจากพลังงานน้ำเป็นหนึ่งในแหล่งพลังงานที่มีกำลังผลิตได้ภายในประเทศ (746 เมกะวัตต์ ปี พ.ศ. 2556)[2] คิดเป็น 2.8% ของความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดที่ 26,598 เมกะวัตต์ของปีเดียวกัน[3]อย่างไรก็ตามพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการผลิตจากน้ำส่วนใหญ่มีต้นกำเนิดมาจากเขื่อนต่าง ๆ ซึ่งโดยปกติแล้วจะอยู่ห่างไกลจากแหล่งชุมชนและผู้ใช้ไฟฟ้าซึ่งจำเป็นต้องมีระบบสายส่งไฟฟ้าแรงสูงเพื่อส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าดังกล่าวจากเขื่อนถึงผู้ใช้ไฟฟ้า ทำให้มีค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้น อีกทั้งมีการสูญเสียพลังงานที่เกิดขึ้นในระบบสายส่งเนื่องจากระยะทางการส่งผ่านพลังงานที่ไกล ด้วยเหตุนี้การผลิตพลังงานไฟฟ้าในบริเวณใกล้กับแหล่งชุมชนหรือผู้ใช้ไฟฟ้าอาจเป็นแนวทางที่สามารถลดค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบไฟฟ้าแรงสูงให้น้อยลง อีกทั้งเป็นการลดความเสี่ยงในการพึงพาระบบไฟฟ้าหลักจากระบบสายส่งเพียงอย่างเดียว

ระบบท่อส่งน้ำขนาดเล็กที่ส่งน้ำสำหรับอุปโภคบริโภคสำหรับประชาชนในชุมชนหรือใช้ในกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นระบบที่พบเห็นโดยทั่วไปในปัจจุบัน แรงดันภายในท่อส่งน้ำสามารถนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าขนาดย่อมใช้ภายในครัวเรือนได้ ยิ่งไปกว่านั้นเนื่องจากระบบท่อส่งน้ำมีการกระจายอย่าง

ครอบคลุมทุกพื้นที่ผู้ใช้น้ำจึงไม่จำเป็นต้องมีระบบสายส่งไฟฟ้าและความสูญเสียกำลังเนื่องจากระยะทางจากแหล่งกำเนิดพลังงานถึงผู้ใช้ไฟฟ้าที่ไกลอีก

การผลิตไฟฟ้าจากแรงดันน้ำในระบบท่อส่งน้ำขนาดเล็กอาจแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ อาศัยพลังงานศักย์ของมวลน้ำ และ อาศัยแหล่งจ่ายแรงดันน้ำ เช่น ปั๊มน้ำเพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานกลด้วยการหมุนกังหัน (Turbine) และกำเนิดไฟฟ้า การผลิตไฟฟ้าโดยอาศัยหลักพลังงานศักย์มีข้อได้เปรียบคือไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์เพิ่มแรงดันน้ำเพียงแต่อาศัยความต่างระดับของน้ำเข้าและน้ำออกภายในท่อก็สามารถสร้างแรงดันน้ำได้ อย่างไรก็ตาม อาจมีข้อเสียคือที่อยู่อาศัยที่มีภูมิประเทศที่มีระดับน้ำที่แตกต่างกันมากนั้นอาจมีพื้นที่จำกัดเท่านั้น ในทางตรงข้ามการผลิตไฟฟ้าโดยอาศัยแรงดันน้ำที่เกิดจากแหล่งจ่ายแรงดันน้ำอาจให้ระดับแรงดันน้ำที่สูงกว่าโดยไม่ต้องคำนึงถึงความต่างระดับของระดับน้ำขาเข้าและขาออกแต่อย่างใด

กังหันที่เหมาะกับระบบการผลิตไฟฟ้าจากแรงดันน้ำในระบบท่อส่งน้ำขนาดเล็กมี 2 ลักษณะ[4]คือ กังหันแบบหัวฉีด (Impulse Turbine) และกังหันแบบแรงปฏิกิริยา (Reaction Turbine)

กังหันน้ำแบบหัวฉีดอาศัยแรงฉีดหรือแรงกระแทกของน้ำที่ไหลมาจากท่อส่งน้ำที่เพื่อฉีดและหมุนกังหันและผลิตไฟฟ้าตัวอย่างโครงสร้างของกังหันลักษณะนี้แสดงใน Figure1 ซึ่งมี 3 ประเภท[5]คือ กังหันแบงกี (Banki Turbine) กังหันเพลตัน (Pelton Turbine)และ กังหันเทอร์โก (Turgo Turbine)

(a)Banki Turbine

(b) Pelton Turbine

(c) Turgo Turbine

Figure 1 Three common types of impulse turbines

กังหันแบงกีเหมาะสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งน้ำที่มีระดับความแตกต่างน้ำต่ำ (Low Head) และกำลังการผลิตน้อย ซึ่งไม่ค่อยนิยมใช้ในปัจจุบันกังหันเพลตันเหมาะสำหรับระบบที่มีระดับความแตกต่างน้ำสูง (High Head) สามารถใช้กับลำน้ำผ่านหัวฉีดน้ำได้มากกว่า 1 ช่องผ่านถ้วยรองน้ำคู่ ทำให้มีกำลังหมุนกังหันได้มากที่ความเร็วสูง ส่วนกังหันเทอร์โกเหมาะสำหรับระดับความแตกต่างน้ำปานกลาง (Medium Head) ใช้ถ้วยรองน้ำเดี่ยวและตื้นกว่าแบบกังหันเพลตัน ทำให้สามารถรับปริมาณน้ำได้มากกว่า อย่างไรก็ตามกังหันเทอร์โกอาจมีความเร็วรอบสูงเมื่อเทียบกับกังหันเพลตันที่ระดับการผลิตกำลังไฟฟ้าเท่ากัน ซึ่งอาจทำให้อายุการใช้งานกังหันสั้นกว่ากังหันเพลตัน

กังหันแบบแรงปฏิกิริยา เป็นกังหันที่อาศัยแรงดันของน้ำที่เกิดจากความแตกต่างของระดับน้ำที่ด้านขาเข้าและด้านขาออกของกังหันเพื่อทำให้เกิดการหมุนตัวกังหันจะจมอยู่ในน้ำเพื่อให้น้ำด้านขาเข้าซึมเข้าไปตามแนวช่องว่างระหว่างใบพัดและเกิดแรงดันน้ำมากที่สุด เป็นกังหันที่เหมาะสำหรับระบบการผลิตไฟฟ้าที่มีความแตกต่างระดับน้ำน้อยถึงปานกลาง กังหันชนิดนี้แบ่งได้เป็น 3 ชนิดดังแสดงใน Figure 2 ซึ่งได้แก่ กังหันฟรานซิส (Francis Turbine) กังหันเคปแลน (Kaplan Turbine) และกังหันเดเรียซ (Deriaz Turbine)

(a) Francis Turbine (b) Kaplan Turbine

(c) Deriaz Turbine

Figure 2 Three common types of reaction turbine

กันหันฟรานซิสมีลักษณะเป็นท่อกันหอยมีพื้นที่หน้าตัดใบพัดเล็กลงเรื่อย ๆ ตามทิศทางน้ำไหลออก ภายในท่อกันหอยจะมีน้ำเต็มตลอดเวลา เป็นกังหันที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย เพราะไม่ต้องการความต่างระดับน้ำมากนัก (2-300 เมตร) กังหันเคปแลนมีลักษณะเป็นกังหันคล้ายพัดลม นิยมใช้สำหรับแหล่งน้ำที่มีระดับน้ำต่ำ (1 ถึง 70 เมตร)[6]โดยมีหลักการทำงานโดยให้น้ำไหลผ่านใบพัดในทิศทางขนานกับแก่นกังหัน สามารถปรับมุมกังหันเพื่อรับแรงฉีดของน้ำได้ ทำให้สามารถควบคุมความเร็วการหมุนของกังหันได้ ส่วนกังหันเดเรียซมีลักษณะคล้ายกังหันเคปแลนแต่มีลักษณะใบพัดคล้ายกับกังหันฟรานซิส อาศัยแรงดันน้ำในมุมทแยงในการก่อให้เกิดการหมุน เหมาะกับแหล่งน้ำที่มีระดับความแตกต่างน้ำสูง

เนื่องจากระบบท่อส่งน้ำขนาดเล็กเป็นการลำเลียงน้ำเพื่อการบริโภคในชุมชนด้วยส่วนหนึ่ง งานวิจัยนี้จึงเลือกกังหันหัวฉีดแบบเพลตันซึ่งนอกจากตัวกังหันจะไม่จมน้ำในส่วนใหญ่ซึ่งอาจมีสิ่งเจือปนปะปนไปกับน้ำแล้วยังสามารถถอดประกอบและทำความสะอาดได้ง่ายกว่ารูปแบบอื่น ๆ อีกทั้งยังสามารถลดขนาดให้เหมาะสมกับระบบท่อส่งน้ำขนาดเล็กได้ง่ายอีกด้วย อย่างไรก็ตามเนื่องจากระบบแรงดันน้ำเป็นแรงดันจากท่อส่งน้ำขนาดเล็กซึ่งต้องศึกษาและออกแบบหัวฉีดน้ำให้เหมาะสมเพื่อให้กังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานได้เต็มสมรรถนะ

เพื่อพิจารณากำลังงานกล (P_m) ที่เกิดจากการหมุนของกังหันเพลตันเนื่องจากกระแสน้ำจากหัวฉีดน้ำ จะสามารถอธิบายด้วยสมการ (1) โดยที่ F เป็นแรงที่กระทบใบพัด v เป็นความเร็วของน้ำที่กระทบใบพัด และ δ คือมุมระหว่างใบพัดกับแรงที่กระทบ ซึ่งจะถูกเปลี่ยนเป็นกำลังงานไฟฟ้า (P_e) เมื่อ I คือกระแส และ V คือแรงดันไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตได้[7]

$$P_m = F \cdot v \cdot \cos(\delta) = (IxV) = P_e \quad (1)$$

เมื่อประยุกต์สมการเบอร์นูลลี (Bernoulli's Equation)นิยามของแรงดัน และสมมุติให้กระแสน้ำมีขนาดสม่ำเสมอ สมการ (1) จะสามารถอธิบายได้ด้วยสมการ (2) โดยที่ P คือแรงดันน้ำที่วัดจากหัวฉีดน้ำ h คือระยะห่างระหว่างหัวฉีดถึงใบพัด d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของหัวฉีดน้ำ m คือ มวลของน้ำ ρ คือ ความหนาแน่นของน้ำ และ g คือ ค่าแรงโน้มถ่วงโลก

$$IxV = P(\pi d^2/4)(mP/\rho + \rho gh) \cdot \cos(\delta) \quad (2)$$

เมื่อพิจารณาให้กระแสโหลด (I) คงที่และตัวแปรmρ และg มีค่าคงที่ จะได้ว่า ค่าแรงดันที่ผลิตได้จากเครื่องกำเนิด (V) มีผลมาจากตัวแปร P, h, d และ δดังแสดงในสมการ (3)

$$V = f(P, d, h, \delta) \quad (3)$$

งานวิจัยนี้จึงได้ทำการออกแบบและศึกษาสรรถนะของหัวฉีดน้ำโดยพิจารณาตัวแปรที่มีผลต่อค่าแรงดันไฟฟ้าที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังจะกล่าวในรายละเอียดในหัวข้อต่อไป

วิธีการดำเนินงานวิจัย

Figure 3 แสดงระบบและอุปกรณ์ทดลองที่ใช้ในการศึกษาผลของสมรรถนะของหัวฉีดน้ำต่อการผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแรงดันน้ำสำหรับระบบท่อส่งน้ำขนาดเล็ก ชุดทดลองประกอบไปด้วยชิ้นส่วนต่าง ๆ 7 ชิ้นส่วนคือ

(1) เครื่องกำเนิดไฟฟ้า SSA512T070 8P 28W DC 140V ทำหน้าที่ผลิตแรงดันและกำลังไฟฟ้าจากการหมุนของกังหันเพลตัน18 ใบพัด เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว ที่ต่อกับเครื่องกำเนิด

(2) หัวฉีดน้ำ (Water Injector) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ปรับค่าได้ระหว่าง 0.3-1.1 เซนติเมตร ทำหน้าที่ส่งแรงดันน้ำสำหรับหมุนกังหัน

(3) อินเวอร์เตอร์ (Inverter) ทำหน้าที่แปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสตรง12V DC เป็น 220V AC500Wเป็นกระแสสลับสำหรับโหลด (5)

(4) แบตเตอรี่ ยี่ห้อ ETECH 12V 9A ทำหน้าที่เก็บพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องกำเนิดโดยมีวงจรรักษาระดับแรงดัน (Voltage regulator) เพื่อรักษาระดับแรงดันที่ระดับ 12 V คงที่

(5) โหลด ณ ที่นี้เป็นตัวอย่างโหลด หลอดฟลูออเรสเซนต์220V 50Hz 20W

(6) จอแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสขาเข้าจากเครื่องกำเนิด

(7) ฐานเพื่อปรับระยะและมุมของหัวฉีดน้ำ

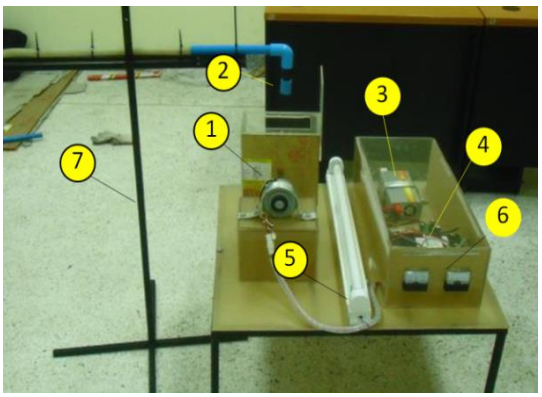


Figure 3 Elements of the test-rig (1) Electric generator (2) Water injector (3) Inverter (4) Battery (5) Load (6) Displays (7) Test-rig base

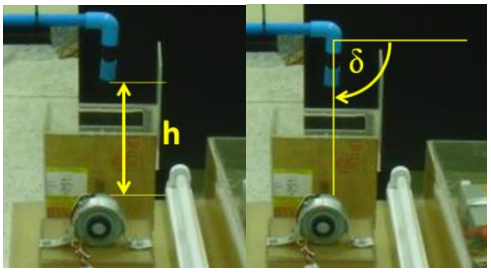
งานวิจัยได้ทำการศึกษาสมรรถนะของหัวฉีดน้ำโดยหัวฉีดน้ำได้รับแรงดันน้ำ (P) ในช่วง 0.5 – 2.0 บาร์ ควบคุมแรงดันน้ำด้วยวาล์วและเกจวัดแรงดันมาตรฐาน ช่วงแรงดันนี้เป็นช่วงแรงดันนำน้ำในระบบท่อส่งน้ำขนาดเล็ก (ตึก ปฏิบัติการวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์) โดยมีตัวแปรที่สนใจ 3 ส่วน คือ

1. ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้กับระยะติดตั้งหัวฉีด (h) โดยที่ h=10-30 เซนติเมตร (Figure 4(a))

2. ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้กับมุมตกกระทบของแรงดันน้ำ (δ) โดยที่ δ= 0 - 90 องศา (Figure 4(b))

3. ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง(d) ของรูฉีดน้ำของหัวฉีดน้ำ โดยที่ d=0.3 – 1.1 เซนติเมตร (Figure 4(c))

ในการศึกษาใช้เครื่องวัดแรงดัน (Multimeter) มาตรฐาน รุ่น Fluke87-V เพื่ออ่านค่าแรงดันไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตได้ร่วมกับหน้าจอแสดงผล เพื่อให้ได้ค่าความละเอียดและถูกต้องมากขึ้น



(a) Installation distance (b) Injecting angle

(c) Diameter of water injector

Figure 4 Variable parameters under consideration

ผลการทดลอง

ผลการทดลองแบ่งได้เป็น 4 ผลการทดลองดังต่อไปนี้

ผลการทดลองที่ 1 แสดงระดับแรงดันไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถผลิตได้จากแรงดันน้ำในระบบท่อส่งน้ำขนาดเล็กที่ระดับ P=0.5 – 2.0 บาร์ โดยผลแสดงใน Figure 5โดยที่ h=20 เซนติเมตรδ =90องศา และ d=0.6 เซนติเมตร โดยค่าตัวแปร h δและ d ที่มีค่าคงที่นี้เป็นค่าเฉลี่ยที่เครื่องกำเนิดทำงานในสภาวะปกติ

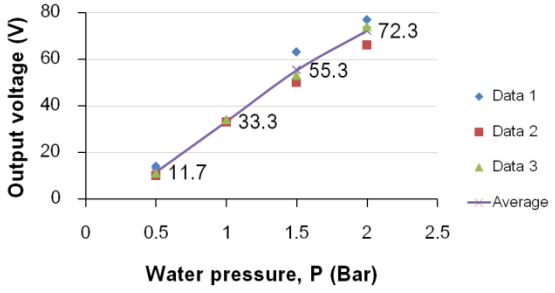


Figure 5 Relationship between output voltage and water pressure

จาก Figure 5 จะเห็นว่าเมื่อแรงดันน้ำเพิ่มขึ้น ระดับแรงดันไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดสร้างขึ้นก็จะเพิ่มขึ้นเช่นกันด้วยอัตราการเพิ่มประมาณ 40.8 โวลต์ต่อบาร์ ในช่วงระดับแรงดันไฟฟ้า 11.7 – 72.3 โวลต์ (ร้อยละ 8.3 -51.6 ของระดับแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่เครื่องกำเนิดสามารถผลิตได้) และที่ระดับแรงดันน้ำสูงขึ้นจะมีความไม่เที่ยงตรงของระดับแรงดันไฟฟ้า(ΔV=11-13 โวลต์) มากกว่าที่ระดับแรงดันน้ำต่ำ(ΔV=1-4 โวลต์)ซึ่งจะเห็นว่ามีความสัมพันธ์เป็นไปตามทฤษฎีที่ได้กล่าวมาก่อนหน้านี้

ผลการทดลองที่ 2 แสดงระดับแรงดันไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดผลิตได้ที่ระยะติดตั้งหัวฉีดน้ำห่างจากใบพัดที่ระยะ 10- 30 เซนติเมตร ผลการทดสอบเป็นดังแสดงใน Figure 6 เมื่อทดลองที่ P= 1บาร์δ =90องศา และ d=0.6 เซนติเมตรโดยค่าตัวแปร P δและ d ที่มีค่าคงที่นี้เป็นค่าเฉลี่ยที่เครื่องกำเนิดทำงานในสภาวะปกติ

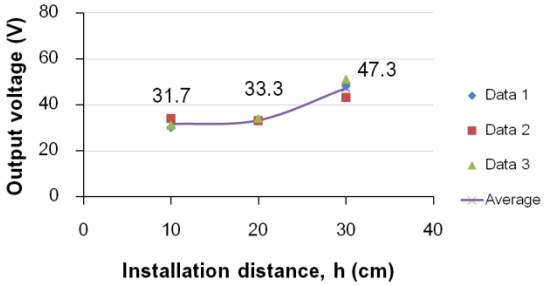


Figure 6 Relationship between output voltage and installation distance (h)

จาก Figure 6 จะเห็นว่าเมื่อระยะติดตั้งหัวฉีดห่างจากใบพัดกังหันมากขึ้นระดับแรงดันที่เครื่องกำเนิดผลิตได้จะมีค่าเพิ่มขึ้น โดยที่ระยะใกล้ที่ 10 และ 20 เซนติเมตรจะได้ระดับแรงดันไม่ต่างกันมากนัก (31.7 – 33.3 โวลต์) แต่จะมีระดับแรงดันสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเมื่อระยะติดตั้งหัวฉีดเพิ่มขึ้นไปอีกเป็น 30 เซนติเมตร ที่ระดับแรงดัน 47.3 โวลต์ซึ่งจะเห็นว่ามีความสัมพันธ์ที่ค่อนข้างเป็นไปตามทฤษฎีที่ได้กล่าวมาก่อนหน้านี้

ผลการทดลองที่ 3 แสดงระดับแรงดันไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตได้ที่มุมฉีดน้ำบนใบพัดเปลี่ยนแปลงในช่วง 0 – 90 องศา ผลการทดสองเป็นดังแสดงใน Figure 7 เมื่อทดลองที่

P= 1 บาร์ h=20 เซนติเมตร และ d=0.6 เซนติเมตร โดยค่าตัวแปร P h และ d ที่มีค่าคงที่นี้ เป็นค่าเฉลี่ยที่เครื่องกำเนิดทำงานในสภาวะปกติ

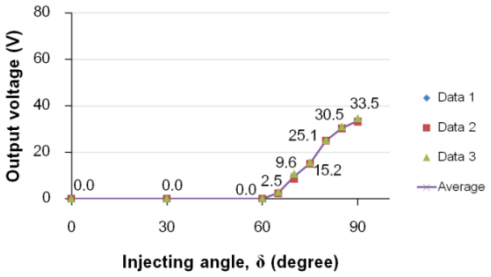


Figure 7 Relationship between output voltage and injecting angle (δ)

จาก Figure 7จะเห็นว่าระยะมุมตกกระทบของแรงดันน้ำบนใบพัดที่เหมาะสมเท่านั้นจะให้ระดับแรงดันไฟฟ้าที่สูง โดยในที่นี้ มุมที่ต่ำกว่า 60 องศาเครื่องกำเนิดจะไม่ผลิตแรงดันไฟฟ้า และจะให้ระดับแรงดันสูงสุดที่ 90 องศา (33.5 โวลต์)ซึ่งจะเห็นว่ามีความสัมพันธ์เป็นไปตามทฤษฎีที่ได้กล่าวมาก่อนหน้านี้เพียงส่วนหนึ่งคือที่ระดับมุมสูงกว่า 60 องศา ส่วนมุมที่ต่ำกว่า 60 องศากับลักษณะการติดตั้งหัวฉีดดังแสดงในรูปที่ 4(b) จะทำให้แรงดันน้ำไม่กระทบใบพัดหรือไม่มีกำลังพอในการหมุนใบพัดได้

ผลการทดลองที่ 4 แสดงระดับแรงดันไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหัวฉีดน้ำในช่วง 0.3 – 1.1 เซนติเมตร ผลการทดลองเป็นดังแสดงใน Figure 8 เมื่อทดลองที่ P= 1 บาร์h=20 เซนติเมตร และδ =90องศา โดยค่าตัวแปร P h และδที่มีค่าคงที่นี้ เป็นค่าเฉลี่ยที่เครื่องกำเนิดทำงานในสภาวะปกติ

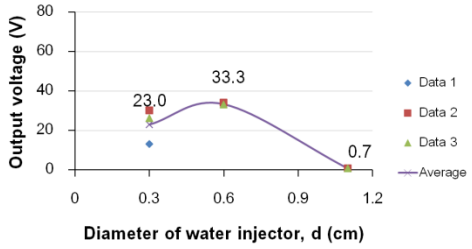


Figure 8 Relationship between output voltage and diameter of water injector

จาก Figure 8 จะเห็นว่าระดับแรงดันไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดสามารถผลิตได้มีระดับสูงสุด(33.3 โวลต์) เมื่อหัวฉีดน้ำมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในช่วงปานกลาง (0.6 เซนติเมตร) ระดับแรงดันไฟฟ้าจะลดลงเมื่อหัวฉีดน้ำมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็ก (0.3 เซนติเมตร) หรือใหญ่ (1.1 เซนติเมตร) โดยเฉพาะเมื่อมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่จะมีระดับแรงดันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (0.6-0.8 โวลต์) ซึ่งจะเห็นว่ามีความสัมพันธ์ไม่เป็นไปตามทฤษฎีที่ได้กล่าวมาก่อนหน้ามากนัก ทั้งนี้เนื่องจาก ขนาดพื้นที่หน้าตัดของรูหัวฉีดน้ำมีขนาดแตกต่างจากขนาดพื้นที่หน้าตัดบริเวณใบพัด ซึ่งในก่อนหน้าได้สมมุติให้มีค่าเท่ากัน เพื่อให้การประมาณผลกระทบในส่วนนี้กับค่าแรงดันที่ผลิตได้

สรุป

การศึกษาสมรรถนะของหัวฉีดน้ำสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากแรงดันน้ำในระบบท่อส่งน้ำขนาดเล็กนี้ พบว่า ระยะการติดตั้งหัวฉีดระยะไกลกว่าจะทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตระดับแรงดันไฟฟ้าได้สูงกว่า โดยมุมตกกระทบของแรงดันน้ำกับใบพัดเหมาะสมจะทำให้เครื่องผลิตแรงดันไฟฟ้าออกมา และมุมที่ดีที่สุดคือ 90 องศา ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางหัวฉีดขนาดปานกลางให้ระดับแรงดันสูงสุดเทียบกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหัวฉีดที่เล็กหรือใหญ่ ดังนั้นการออกแบบหัวฉีดสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแรงดันน้ำจำเป็นต้องคำนึงถึงระยะการติดตั้ง มุมตกกระทบแรงดันน้ำ และเส้นผ่านศูนย์กลางหัวฉีดที่เหมาะสม จึงจะได้ระดับแรงดันไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดที่ระดับสูงขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณห้องวิจัยพลังงานรังสีอาทิตย์และแหล่งพลังงานสำรอง และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ได้ให้อุปกรณ์

และสิ่งจำเป็นสำหรับการวิจัย รวมทั้งสถานที่ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. นิรุจ หอมจู, เมธี เปานาเรียง. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากแรงดันน้ำในระบบท่อส่งน้ำขนาดเล็ก. พิมพ์ครั้งที่ 1 มหาสารคาม:มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2556.
2. อีโคโพกัส.สุนชัย คำนูณเศรษฐ์ ลงทุน3.3แสนล้านสร้างความมั่นคงไฟฟ้า. ไทยโพสต์12 สิงหาคม 2556.
3. สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.สถานการณ์พลังงานปี 2556 และแนวโน้มปี 2557.กรมพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ4 เมษายน 2556.
4. สุเทพ แก้วนัย.การทดสอบ PELTON WHEEL. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; 2553
5. Knowles M, Burdon I, BeithR.Micro Energy Systems: Review of Technology, Issues of Scale and Integration. London: Professional Engineering Publising Ltd; 2004. P. 43-46
6. วัฒนา ถาวร.โรงต้นกำลัง.พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพ:สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น); 2554
7. Raisinghania MD.Fluid Dynamics. New Delhi: S. Chand; 1995. P. 158-161