พลังงานน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดจิ๋ว : การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่และออกแบบระบบ ณ มูลนิธิสุข-แก้ว แก้วแดง

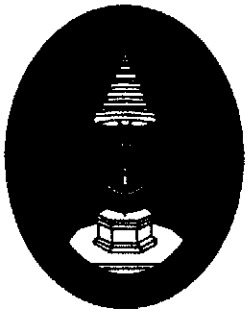
อีลีหย๊ะ สนิโซ* เชิดตระกูล หอมจำปา* และ สุนิตย์ โรจณสุวรรณ*

บทคัดย่อ

พลังงานน้ำเป็นหนึ่งในแหล่งพลังงานทดแทนที่มากด้วยประสิทธิภาพ และมีความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้โดยเฉพาะพลังงานน้ำขนาดจิ๋วที่ไม่มีความสลับซับซ้อน ราคาการผลิตต่อหน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) ถูกกว่าพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์ การวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาข้อมูลเบื้องต้นและออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋ว ณ มูลนิธิสุข-แก้ว แก้วแดง ต.ลำพะยา อ.เมือง จ.ยะลา เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น จากการศึกษาพบว่า พื้นที่ของมูลนิธิสุข-แก้ว แก้วแดง มีสายน้ำไหลผ่านตลอดทั้งปีจำนวน 2 สาย สายที่หนึ่งไหลผ่านบริเวณกึ่งกลางของพื้นที่มูลนิธิ ส่วนสายที่สองไหลเป็นทางยาวผ่านด้านหน้าพื้นที่มูลนิธิ โดยการสำรวจข้อมูลทางกายภาพเบื้องต้นของสายน้ำสายที่หนึ่ง พบว่าสามารถออกแบบและติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋วแบบ คอยาว (กังหันน้ำคาปลาน) ขนาดกำลังผลิต 1 กิโลวัตต์

คำสำคัญ : พลังงานทดแทน พลังงานน้ำ กังหันน้ำ มูลนิธิสุข-แก้ว แก้วแดง

* ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา 133 ถนนเทศบาล 3 อำเภอเมือง จังหวัดยะลา 95000 อีเมล์ : saniso.e@hotmail.com



Pico-hydropower generator: The area survey and system design at the Suk-Keow Keowdang Foundation

Eleeyah Saniso* Cherdtrakul Homjumpa* and Sunit Rochanasuwandej*

Abstract

Hydropower is one of the most efficient renewable energy sources. It is particularly suited to small-scale applications typically being far cheaper per unit (kWh) of electricity production than wind power and solar power. The objectives of this research were to survey area and design of the pico-hydroelectric generator for rural education area at the Suk-Keow Keowdang foundation, Tambon Lampaya, Ampher Muang, Yala. In addition, There are two streams which conntinuosly flow all year round at the Suk-Keow Keowdang foundation area. The first stream flow throuth the center of foundation area. The second stream flow throuth front of the foundation area. The designing of the pico-hydroelectric generator at the first stream area show that the 1 kW long neck pico-hydroelectric generator (Kaplan hydroturbine) can be set up appropriately.

Keywords Alternative energy Hydropower Hydroturbine Suk-Keow Keowdang Foundation

* Department of Science Faculty of Science Technology and Agriculture Yala Rajabhat University
133 Tesaban Road 3 Amphur Muang Yala 95000 Thailand. e-mail: saniso.e@hotmail.com

บทนำ

การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำขนาดจิ๋วมีการศึกษาวิจัยอย่างกว้างขวางทั่วโลกโดยเฉพาะอย่างยิ่งในทวีปเอเชียและทวีปยุโรป ดังรายงานของ Alexander Giddens (1) Baidya (2) Balat (3) Date and Akbarzadeh (4) Kaldellis (5) Ogayar and Vidal (6) และ Ponta and Jacovkis (7) ขณะเดียวกันประเทศไทยก็ได้มีการริเริ่มวิจัยและสร้างระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋วเช่นเดียวกัน แต่ยังไม่เป็นที่แพร่หลายเท่าที่ควร เช่น การพัฒนาอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าพลังน้ำแบบทุ่นลอยตามแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวของ ชาติชาย ยมะคุปต์ (8) พบว่า อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 15 แอมแปร์ ความต่างศักย์ 13 โวลต์ สามารถให้แสงสว่างแก่หน่วยชลประทานเขตสองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี ในตอนกลางคืนได้ ในขณะที่ Laodee et. al. (9) ได้ศึกษาการใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋วแบบคอยาว (Kaplan hydro turbine) จำนวน 19 เครื่อง กับ 50 ครัวเรือน ของประชาชนในหมู่บ้านท่าแปน เมืองหลวงพระบาง สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว พบว่า สามารถให้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 22 กิโลวัตต์ ครัวเรือนส่วนใหญ่จะใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา 18.00-07.00 น. ภาระทางไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นหลอดไฟฟ้าขนาด 5-100 วัตต์ วิทยุ และโทรทัศน์ แต่ประสบปัญหาเรื่องแรงดันไฟฟ้าที่ไม่สม่ำเสมอและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเกิดความเสียหายเมื่อเครื่องทำงานขณะไม่มีภาระทางไฟฟ้า คณะผู้วิจัยจึงแก้ไขโดยติดตั้งระบบควบคุมแรงดันไฟฟ้าและโหลดเทียม (Dummy load) พบว่า สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้เป็นอย่างดีและเมื่อคิดค่าการลงทุน พบว่า มีค่าประมาณ 5-10 บาทต่อวัตต์ ซึ่งต่ำมากเมื่อเทียบกับเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต้องลงทุนประมาณ 150-200 บาทต่อวัตต์

นอกจากนี้ Laodee และคณะ (10) ยังได้ติดตั้งชุดสาธิตการใช้ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋วแบบคอยาว ณ หน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติแม่วงก์ ที่ 4 (แม่ราว) อ.แม่เร่ จ.นครสวรรค์ แบบไม่มีอ่างเก็บน้ำแต่อาศัยเฉพาะรางส่งน้ำขนาด 1 x 0.8 ตารางเมตร ความสูงของหัวน้ำ 1.2 เมตร และอัตราการไหลของน้ำ 400 ลิตรต่อวินาที โดยติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 300 500 และ 1,000 วัตต์ พบว่า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 300 500 และ 1,000 วัตต์ สามารถผลิตไฟฟ้าได้สูงสุดเท่ากับ 120 207 และ 440 วัตต์ ตามลำดับ คิดกำลังการผลิตรวม 1.8 กิโลวัตต์ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานน้ำเป็นไฟฟ้าโดยรวมประมาณร้อยละ 17.65 ส่วนประสิทธิภาพของการเปลี่ยนรูปพลังงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าประมาณร้อยละ 22.15 สามารถใช้งานกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดมีอิเล็กทรอนิกส์ บัลลาส วิทยุ และโทรทัศน์ ภายในอาคารสำนักงาน และ ร้านสวัสดิการได้ตลอดคืน

อาศัยหลักการทางฟิสิกส์ที่ว่าด้วยกฎทรงพลังงาน (Energy conservation) กล่าวคือ น้ำเมื่อรวมอยู่ตามแหล่งน้ำต่าง ๆ จะสะสมพลังงานอยู่ในรูปของพลังงานศักย์ (11) ซึ่งคำนวณได้ตามสมการ (1) ดังนี้

$$E_p = mgh \qquad (1)$$

เมื่อ E_p คือ พลังงานศักย์ของน้ำ (จูล) m คือ มวลของน้ำ (กิโลกรัม) g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก มีค่าเท่ากับ 9.81 เมตรต่อวินาที^{2} และ h คือ ความสูงในแนวดิ่งของน้ำเหนือระดับอ้างอิง (เมตร)

ถ้าเปลี่ยนค่าพลังงานให้อยู่ในรูปของกำลัง (Power) หรือค่าพลังงานต่อหนึ่งหน่วยเวลา (12) จะได้กำลังของน้ำปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร มวล

1,000 กิโลกรัม ตามความสัมพันธ์ของสมการ (2) ดังนี้

$$P = 1000Qgh \qquad (2)$$

จาก

$$E_P = E_K \qquad (3)$$

จะได้ว่า

$$mgh = (1/2)mv^2 \qquad (4)$$

นั่นคือ ความเร็วของน้ำสามารถหาค่าได้จากสมการ (5) ดังนี้

$$v = \sqrt{2gh} \qquad (5)$$

เมื่อ E_K คือ พลังงานจลน์ของน้ำ (จูล) P คือ กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (วัตต์) Q คือ อัตราการไหลเชิงปริมาตรของน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) และ v คือ ความเร็วของน้ำที่ไหลผ่าน (เมตรต่อวินาที)

เมื่อพิจารณาอัตราการไหล (Flow rate) ของลำน้ำที่พุ่งผ่านพื้นที่หน้าตัด A ด้วยความเร็ว v แล้วจะสามารถคำนวณอัตราการไหลของน้ำเชิงปริมาตร (Volume flow rate) ได้ตามสมการ (6) ดังนี้

$$Q = Av \qquad (6)$$

ดังนั้น เมื่อแทนค่าสมการ (5) ลงในสมการ (6) จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรการไหล พื้นที่หน้าตัด และระดับความสูงของน้ำ ตามสมการ (7) ดังนี้

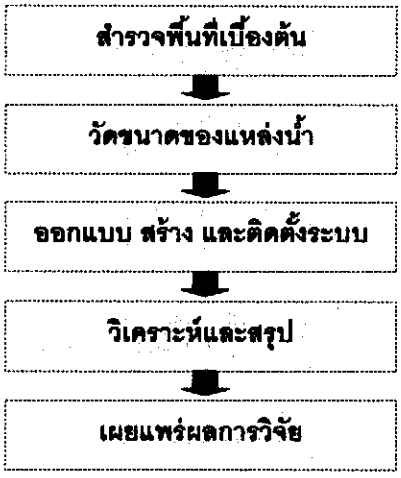
$$Q = A\sqrt{2gh} \qquad (7)$$

เมื่อ A คือ พื้นที่หน้าตัดของท่อหรือรางที่น้ำไหลผ่าน (ตารางเมตร)

จากรายงานการวิจัยและทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า พลังงานน้ำเป็นพลังงานทางเลือกที่เป็นไปได้ในการนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า (13) โดยเฉพาะการใช้งานในระดับครัวเรือนและชุมชนขนาดเล็กที่มีแม่น้ำหรือลำธารไหลผ่านตลอดทั้งปี (14-16) จึงควรมีการส่งเสริมและสนับสนุนการสร้างระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋วที่สามารถใช้ได้จริงกับครัวเรือนในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ดังนั้นการวิจัยนี้จึงได้สำรวจพื้นที่ทางกายภาพเบื้องต้นและออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋ว ณ มูลนิธิสุข-แก้ว แก้วแดง ต.ลำพะยา อ.เมือง จ.ยะลา

วิธีการ

การวิจัยนี้มีขั้นตอนและวิธีดำเนินการ ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจพื้นที่เบื้องต้น ณ มูลนิธิสุข-แก้ว แก้วแดง ต.ลำพะยา อ.เมือง จ.ยะลา โดยการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่ ได้แก่ ขนาดพื้นที่ นโยบาย และกิจกรรมที่มูลนิธิดำเนินการ ด้วยการสอบถามประธานมูลนิธิและประชาชนในพื้นที่ ขั้นตอนที่ 2 การสำรวจจำนวนและขนาดของแหล่งน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่มูลนิธิ ด้วยการสังเกตและวัดขนาดความกว้าง ความยาว และความลึก ขั้นตอนที่ 3 การคำนวณปริมาณ ความเร็ว อัตราการไหล และแรงดันของน้ำ ทำได้โดยอาศัยสมการ (1)-(7) ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์ถึงศักยภาพและความเหมาะสมในการออกแบบและติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋วที่เหมาะสมกับลักษณะแหล่งน้ำที่ผ่านบริเวณพื้นที่มูลนิธิตามที่ได้สำรวจข้างต้น ขั้นตอนที่ 5 วิเคราะห์ข้อมูล สรุป และเสนอผลการสำรวจสายน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่มูลนิธิและผลการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋ว ขั้นตอนและการดำเนินการวิจัยได้แสดงดังภาพที่ 1 และ 2

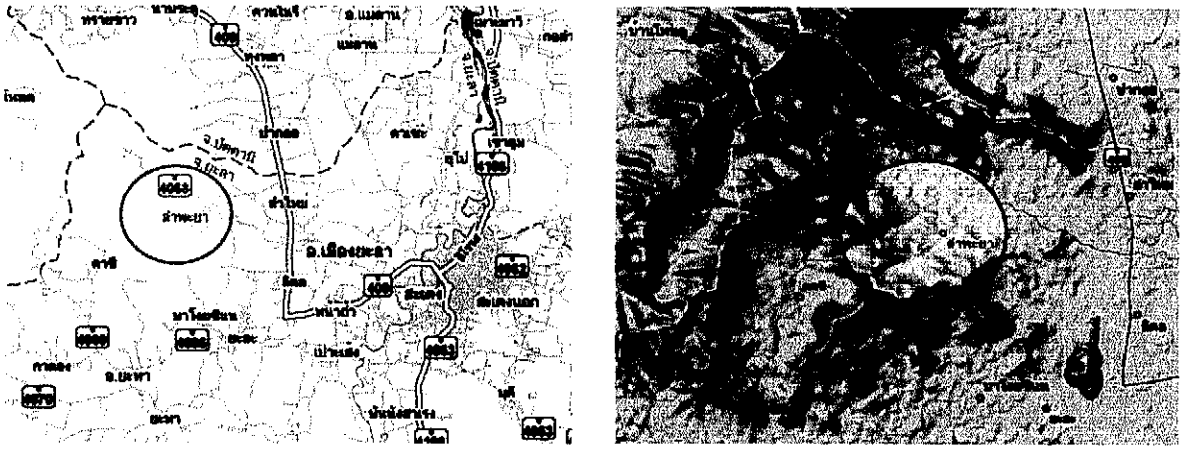


ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ภาพที่ 2 การวัดขนาดพื้นที่ของอ่างเก็บน้ำที่ลำธารสายที่หนึ่งไหลผ่าน

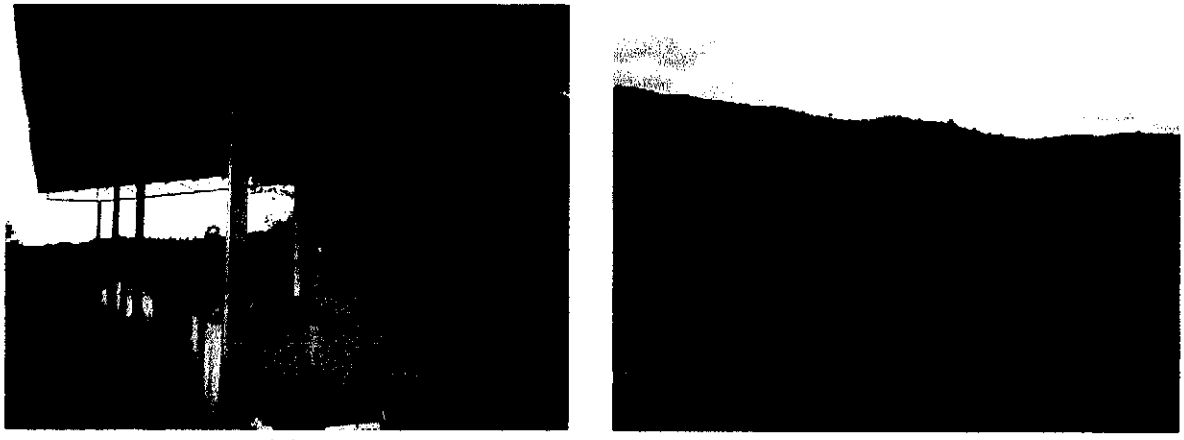
ผล

จากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลทางกายภาพเบื้องต้น ณ มูลนิธิสุข-แก้ว แก้วแดง (Suk-Keow Keowdang Foundation) พบว่า มูลนิธิได้ก่อตั้งเมื่อ พ.ศ. 2545 โดย ดร.รุ่ง แก้วแดง มีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 300 ไร่ ตั้งอยู่ระหว่างหุบเขาลำพะยาที่บ้านเลขที่ 39/3 หมู่ 2 ต.ลำพะยา อ.เมือง จ.ยะลา ห่างจากมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลาเป็นระยะทางประมาณ 30 กิโลเมตร (ภาพที่ 3) มูลนิธิมีนโยบายในการสนับสนุนการจัดการเรียนรู้และศึกษาวิจัยเพื่อการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะด้านการศึกษา การเกษตร และการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในชุมชน มีการดำเนินกิจกรรมตามโครงการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทรัพยากรบุคคลในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้อย่างกว้างขวาง เช่น โครงการพัฒนาขีดความสามารถขององค์กรเยาวชนในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้เพื่อสันติสุข โครงการพัฒนาผู้นำชุมชนเพื่อสันติสุข โครงการเยาวชนนักเขียน โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเลี้ยงแพะครบวงจร โครงการผลิตถ่านประสิทธิภาพสูงจากเศษไม้ยางพารา โครงการปลูกพืชในดินที่ขาดธาตุอาหาร และโครงการวิจัยและพัฒนาคุณภาพการศึกษาจังหวัดชายแดนภาคใต้ (ภาพที่ 4)



(ก) (ข)

ภาพที่ 3 เส้นทาง (ก) และ ลักษณะภูมิประเทศบริเวณ ต.ลำพะยา อ.เมือง จ.ยะลา (ข) (17)

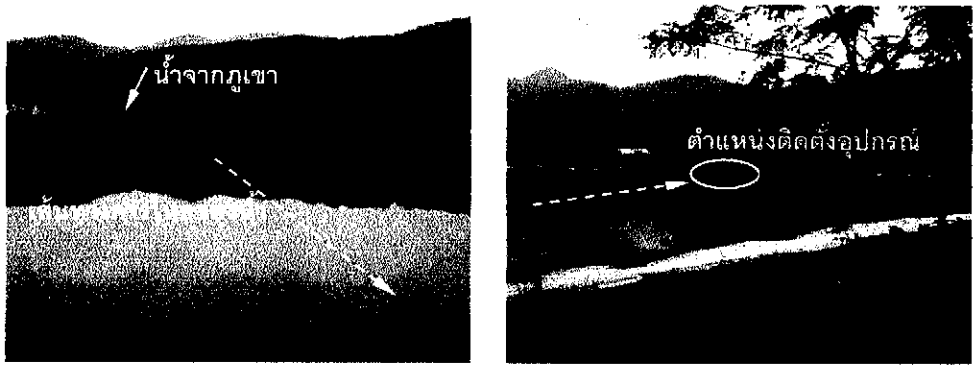


(ก) (ข)

ภาพที่ 4 เตาเผาถ่านประสิทธิภาพสูงสามารถเก็บน้ำส้มควันไม้ได้ (ก) และ โครงการวิจัยการปลูกพืชในดินที่ขาดธาตุอาหาร (ข)

บริเวณพื้นที่มูลนิธิมีสายน้ำและลำธารจากภูเขาลำพะยาไหลผ่านตลอดทั้งปี จากการสำรวจพื้นที่เบื้องต้น พบว่า มีสายน้ำและลำธารจากภูเขาลำพะยาไหลผ่านพื้นที่มูลนิธิ จำนวน 2 สาย สายแรกไหลผ่านกึ่งกลางของพื้นที่มูลนิธิผ่านบริเวณอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ (ภาพที่ 5) ส่วนสายที่สองไหลเป็นทางยาวตามถนนผ่านบริเวณด้านหน้าของพื้นที่มูลนิธิ และจากการเก็บข้อมูลภาคสนามของลำธารสายแรก ทำให้ทราบว่า สายธารดังกล่าวมีความกว้างเฉลี่ย 4.20 เมตร ลึกประมาณ 1.00 เมตร ไหลผ่านอ่างเก็บน้ำ (Reservoir) ซึ่งเป็นบ่อเหมืองแร่เก่าสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 ที่มีพื้นที่ประมาณ 3.14 x 104 ตารางเมตร มีความลึกสูงสุดประมาณ 20.00 เมตร และด้านข้างทางทิศใต้ถูกกั้นด้วยถนนลูกรังกว้าง 5.00 เมตร สูง 1.4 เมตร เทียบกับพื้นระดับมีอุโมงค์ระบายน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80 เมตร อยู่ 3 ช่อง ที่สามารถปิดเพื่อเพิ่มระดับน้ำให้มีความสูงประมาณ 1.25 เมตร

การออกแบบและติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋ว ณ มูลนิธิ สุข-แก้ว แก้วแดง ทำได้โดยทำรางไม้ขนาดความกว้าง 30.00 เซนติเมตร ยาว 12.0 เมตร ลอดผ่านอุโมงค์ระบาย



(ก) (ข)

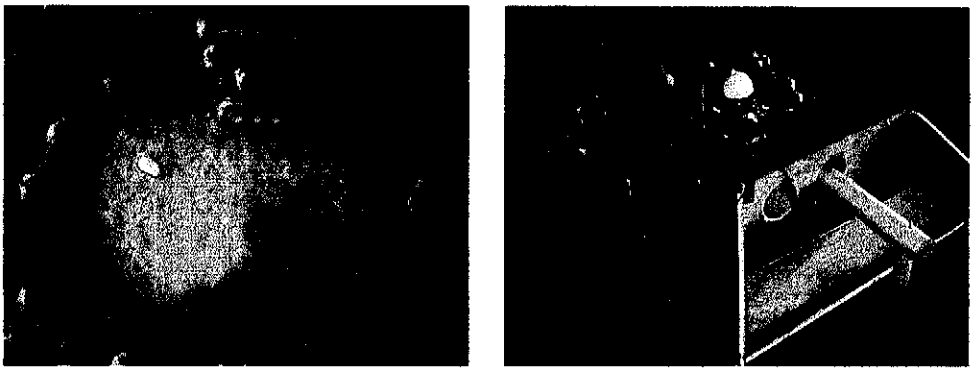
ภาพที่ 5 เส้นทางน้ำไหลของลำธารสายที่หนึ่ง (ก) และ ตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ทดลอง (ข)

น้ำที่อยู่ใต้ถนนลูกรังซึ่งตัดผ่านบริเวณกลางพื้นที่มูลนิธิ แล้วนำท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.40 เซนติเมตร มาวางบนรางไม้ให้ลอดผ่านอุโมงค์ระบายน้ำดังกล่าว จากนั้นนำชุดกังหันน้ำแบบคอยาวที่มีใบพัดจำนวน 8 ใบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15.24 เซนติเมตร รองรับอัตราการไหลของน้ำสูงสุดประมาณ 120 ลิตรต่อวินาที ที่เชื่อมต่อเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับจากแม่เหล็กถาวรขนาด 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์ น้ำหนัก 55 กิโลกรัม ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด 1,000 วัตต์ มาประกอบเข้ากับปลายท่อ ซึ่งอยู่สูงกว่าพื้นระดับประมาณ 1.5 เมตร จากนั้นสร้างโรงเรือนครอบชุดกำเนิดไฟฟ้าเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำเข้าไปถูกตัวมอเตอร์

วิจารณ์

มูลนิธิสุข-แก้ว แก้วแดง มีจุดแข็งที่โดดเด่นคือเป็นองค์กรของคนในพื้นที่ซึ่งล้วนแต่เป็นคนยะลาโดยกำเนิด ประธานมูลนิธิ คือ ดร.รุ่ง แก้วแดง มีเพื่อนและลูกศิษย์ที่มาร่วมงานด้วยความเสียสละ มูลนิธิเป็นองค์กรอิสระ (NGO) ของคนในพื้นที่จึงได้รับความไว้วางใจและความร่วมมือจากชุมชน มีความต่อเนื่องในการดำเนินงานไม่เปลี่ยนแปลงนโยบายและตัวบุคคล การดำเนินงานใช้วิธีขยายการดำเนินงานให้กว้างขึ้นทีละน้อยไม่ทำอย่างรวดเร็ว มีทีมงานที่ประกอบด้วยบุคคลจากหลากหลายวัฒนธรรมทั้งชาวไทยมุสลิม ชาวไทยพุทธ และบุคคลอื่น ๆ ในพื้นที่ที่มีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในเรื่องศาสนาและวัฒนธรรมที่เน้นความเป็นเพื่อนเหมือนที่เคยดำรงอยู่ในอดีต

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจพื้นที่เบื้องต้นของลำธารสายที่หนึ่งที่ไหลผ่านกึ่งกลางพื้นที่มูลนิธิมาวิเคราะห์ พบว่า น้ำที่ไหลจากภูเขาลำพะยาผ่านลำธารจะมารวมกันที่อ่างเก็บน้ำซึ่งเป็นบ่อเหมืองแร่เก่าและจะสามารถเก็บน้ำได้ปริมาตรสูงสุดเท่ากับ 1.40 x 105 ลูกบาศก์เมตร ที่ระดับความลึกสูงสุด 1.25 เมตร เทียบกับระดับอ้างอิง คือ ขอบบนของถนนลูกรัง โดยอาศัยสมการที่ (5) จะคำนวณความเร็วของน้ำได้เท่ากับ 4.95 เมตรต่อวินาที และโดยอาศัยสมการที่ (7) จะคำนวณอัตราการไหลเชิงปริมาตรของน้ำผ่านท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 เมตร ได้เท่ากับ 0.25 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ซึ่งสามารถให้ความดันน้ำได้สูงสุดเท่ากับ 1.23×10^4 นิวตันต่อตารางเมตร นอกจากนี้เมื่ออาศัยสมการ (2) จะสามารถคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้เท่ากับ 2.13×10^3 วัตต์



ภาพที่ 6 แบบจำลองพื้นที่และตำแหน่งติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋วผ่านอุโมงค์ระบายน้ำใต้ถนนบริเวณลำธารสายที่หนึ่ง

โดยอาศัยข้อมูลดังกล่าวมาข้างต้นประกอบกับข้อมูลทางเทคนิคจากรายงานของกองบรรณาธิการวารสารเกษตรกรรมธรรมชาติ (14) คมสัน หุตะแพทย์ (15) ณัฐภูมิ สุดแก้ว (19) และ Green และคณะ (20) ทำให้สรุปได้ว่า บริเวณลำธารสายที่หนึ่งสามารถออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋วแบบคอยาวขนาดกำลังผลิต 1 กิโลวัตต์ ด้วยการทำรางไม้แล้ววางท่อพีวีซี (PVC pipe) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 เมตร ยาว 12 เมตร ลอดผ่านอุโมงค์ระบายน้ำใต้ถนนที่กว้าง 5.00 เมตร สูง 1.4 เมตร ซึ่งแสดงพื้นที่โดยรวมของอ่างเก็บน้ำและตำแหน่งท้ายอ่างเก็บน้ำที่ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋วของโครงการวิจัย โดยติดตั้งท่อพีวีซีชิดกับพื้นล่างผ่านอุโมงค์ระบายน้ำช่องที่ 2 (ช่องกลาง) จากทั้งหมด 3 ช่อง ได้ในรูปแบบจำลอง ดังภาพที่ 6 ดังนั้น จากการวิจัยนี้พอที่จะสรุปได้ว่า ลำธารสายแรกสามารถติดตั้งอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋วแบบคอยาวขนาดกำลังผลิต 1 กิโลวัตต์ โดยทำรางไม้แล้ววางท่อพีวีซีลอดผ่านอุโมงค์ระบายน้ำใต้ถนนลูกรังซึ่งเชื่อมต่อเข้ากับชุดกำเนิดไฟฟ้าแล้วปล่อยน้ำให้ชุดกำเนิดไฟฟ้าทำงาน จากนั้นวัดความต่างศักย์ ความถี่ และกระแสไฟฟ้าที่ชุดกำเนิดไฟฟ้าผลิตได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ดร.รุ่ง แก้วแดง ประธานมูลนิธิสุข-แก้ว แก้วแดง ที่ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่ ขอบคุณ ผศ.มะรูดิง กาซา ที่แนะนำเทคนิค และวิธีการออกแบบการทดลอง การวิจัยนี้ได้รับสนับสนุนทุนวิจัยจากงบประมาณบำรุงการศึกษา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2552 จากสถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดน ภาคใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

เอกสารอ้างอิง

1. Alexander, K.V. and Giddens, E.P. : Micro-hydro : Cost-effective, modular systems for low heads. Renewable Energy. 33 : 1379-1391, 2008.
2. Baidya, G. : Development of small hydro. Himalayan small hydropower summit, 12-13 October 2006, Dehradun, India. p. 34-43., 2006.

3. Balat, H. : A renewable perspective for sustainable energy development in Turkey: The case of small hydropower plants. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 11 : 2152-2165, 2007.
4. Date, A. and Akbarzadeh, A. : Design and cost analysis of low head simple reaction hydro turbine for remote area power supply. Renewable Energy. 34(2) : 409-415, 2009.
5. Kaldellis, J. K. : The contribution of small hydro power stations to the electricity generation in Greece : Technical and economic considerations. Energy Policy. 35 : 2187-2196, 2007.
6. Ogayar, B. and Vidal, P. G. : Cost determination of the electro-mechanical equipment of a small hydro-power plant. Renewable Energy 34 : 6-13, 2009.
7. Ponta, F.L. and Jacovkis, P.M. : Marine-current power generation by diffuser-augmented floating hydro-turbines. Renewable Energy 33 : 665-673, 2008.
8. ชาติชาย ยมะคุปต์ : กังหันน้ำผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในระบบแสงสว่าง. วิศวกรรมสาร มก. 58(19) : 34-39, 2549.
9. Laodee, P., Ketjoy, N., Rakwichian, W., Engelke, W.R. and Suponthan, W. : Pico hydro power generation : Case study of Ban Thapan, Luang Pha Bang, LAO PDR. The 1st Conference on Energy Network of Thailand, 11-13 May 2005, Ambassador City Jomtien, Phataya, Cholburi, Thailand. 4 pp., 2005.
10. Laodee, P., Ketjoy, N., Rakwichian, W. : Pico hydro power generation demonstration : Case study of the Maewong National Park Sub Station Maerewa, Nakhonsawan Province. The 2nd Conference on Energy Network of Thailand, 22-29 July 2006, Suranaree University of Technology, Nakorn Rajsima, Thailand. 5 pp., 2006.
11. Hugh D. Y. and Roger A. F. : University Physics with Modern Physics. 11th Edition. Pearson Addition Wsley, San Francisco. 1550 pp., 2004.
12. ไกรพัฒน์ จีนขจร : พลังงานหมุนเวียน. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ. 152 หน้า, 2551.
13. บัณฑิต ฟุ้งธรรมสาร จำนง สรพิพัฒน์ สุรพงษ์ จิระรัตนานนท์ อำนาจ ชิดไธสง สุนีรัตน์ พิพัฒน์ มโนมัย นวดล เหล่าศิริพจน์ และอธิคม บางวิวัฒน์ : ทางเลือกพลังงานเพื่อดับโลกร้อน. วี วิชช์, กรุงเทพฯ. 192 หน้า, 2550.
14. กองบรรณาธิการ : ระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้านพลังงานทดแทนเพื่อชุมชนพึ่งตนเอง. เกษตรกรรมธรรมชาติ. 11(9) : 22-25, 2551.
15. คมสัน หุตะแพทย์ : เครื่องผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กแบบไทย ๆ. เกษตรกรรมธรรมชาติ. 11(9) : 11-13, 2551.
16. Chris Greacen. [homepage on the Internet]. Small is pitiful : Micro-hydroelectricity and the politics of rural electricity provision in Thailand. [cited 2009 June 7]. Available from http://rael.berkeley.edu/files/2003/Greacen-SmallIsPitiful-2003.pdf.

17. Google maps. [homepage on the Internet]. Maps. [cited 2009 April 24]. Available from http://www.maps.google.com.
18. มูลนิธิสุข-แก้ว แก้วแดง. [homepage on the Internet]. รู้จักมูลนิธิฯ. [cited 2010 March 4]. Available from http://www.sukaew.org.
19. ณัฐภูมิ สุดแก้ว : ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋วจากไดชาร์ท: กังหันน้ำสร้างได้ง่ายต้นทุนต่ำ. เกษตรกรรมธรรมชาติ 11(9) : 14-21, 2551.
20. Green, J., Fuentes, M., Rai, K. and Taylor, S. : Stimulating the picohydropower market for low-income households in Ecuador. The international bank for reconstruction and development/THE WORLD BANK. Washington D.C. 156 pp., 2005.