



KKU Engineering Journal

<http://www.en.kku.ac.th/enjournal/th/>

การศึกษาความเหมาะสมเชิงวิศวกรรมโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กลำชีลอง

An engineering feasibility study of lam chi long small hydropower project

วินัย ศรีอำพร*, ชาทิชาไชย ไวยสุระสิงห์ สกกลเกียรติ กวีพิชชาพัชร และสุริยะะ ผลพูน

Winai Sri-Amporn*, Chattichai Waisurasingha, Sakondiat Kaweepitchapatchara and Suriya Ponpoon

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

Received March 2012

Accepted June 2012

บทคัดย่อ

บทความนี้ นำเสนอการศึกษาความเหมาะสมเชิงวิศวกรรมของโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำชีลอง ซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าขนาดเล็ก ที่ใช้น้ำจากลำน้ำซึ่งมีน้ำไหลผ่านตลอดปี วิธีการศึกษาเริ่มจากการรวบรวมข้อมูล สร้างรูปตัดตามยาวของลำน้ำ แล้วเลือกตำแหน่งที่มีศักยภาพของ intake และโรงไฟฟ้า โดยคัดเลือกที่ตั้งของโรงไฟฟ้าไว้ 3 แห่ง แล้วจัดประชุมประชาคมในพื้นที่โครงการเพื่อเปิดโอกาสให้ประชาชน องค์การบริหารส่วนท้องถิ่น และผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย ร่วมกันพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการ และแนวทางการร่วมมือในการดำเนินงาน หลังจากนั้น จึงคำนวณหาอัตราการไหล ณ ตำแหน่ง intake แล้วกำหนดให้ค่าอัตราการไหลออกแบบมีทางเลือก 3 กรณี คือ มีค่าเท่ากับอัตราการไหลต่ำสุด และให้เท่ากับร้อยละ 50 และ 75 ของพื้นที่ใต้โค้งชลภาพอัตราการไหลที่หงาน ตามลำดับ พร้อมทั้งหาค่าอัตราการไหลใช้การ ในขณะเดียวกันก็สำรวจพื้นที่โครงการ แล้วจึงออกแบบแนวท่อ และขนาดของท่อส่งน้ำโดยใช้ท่อ 3 ชนิดเพื่อเป็นทางเลือก พร้อมทั้งคำนวณการสูญเสียความสูงหัวน้ำ ความสูงหัวน้ำสุทธิ และประเมินศักยภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้า หลังจากนั้น จึงออกแบบองค์ประกอบต่างๆ ของโครงการ เช่น อาคาร intake ขนาดของกังหันน้ำ และอาคารโรงไฟฟ้า เป็นต้น แล้วจัดประชุมประชาคมเพื่อร่วมกันพิจารณารายละเอียด องค์ประกอบของโครงการและคัดเลือกตำแหน่งของโรงไฟฟ้าที่เหมาะสม ผลที่ได้รับคือแบบก่อสร้าง (ฉบับร่าง) ค่าก่อสร้าง และผลตอบแทนของแต่ละทางเลือก ซึ่งจะนำไปวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ ต่อไป

คำสำคัญ : โรงไฟฟ้าพลังน้ำ โรงไฟฟ้าขนาดเล็ก โรงไฟฟ้าที่ใช้น้ำภายในลำน้ำ โรงไฟฟ้าลำชีลอง ลุ่มน้ำชี

Abstract

This article presents an engineering feasibility study of Lam Chi Long small run-of-river hydropower project. The study was started by data collection, creating a longitudinal profile of the river, and locating a proper site of intake and 3 alternative sites of power plant. The meeting of the villagers, the local administration officials, and stakeholders was then organized in the project area. The meeting aimed to allow them to consider the project possibility and their cooperation. The natural stream discharge at the intake site, the design and the effective discharge were then calculated. There were 3 alternative values of the design discharge i.e. equal to the minimum flow, and to 50% and

*Corresponding author. Tel.: +66-1320-2807; Fax: +66-4320-2846

Email address: winsri@kku.ac.th

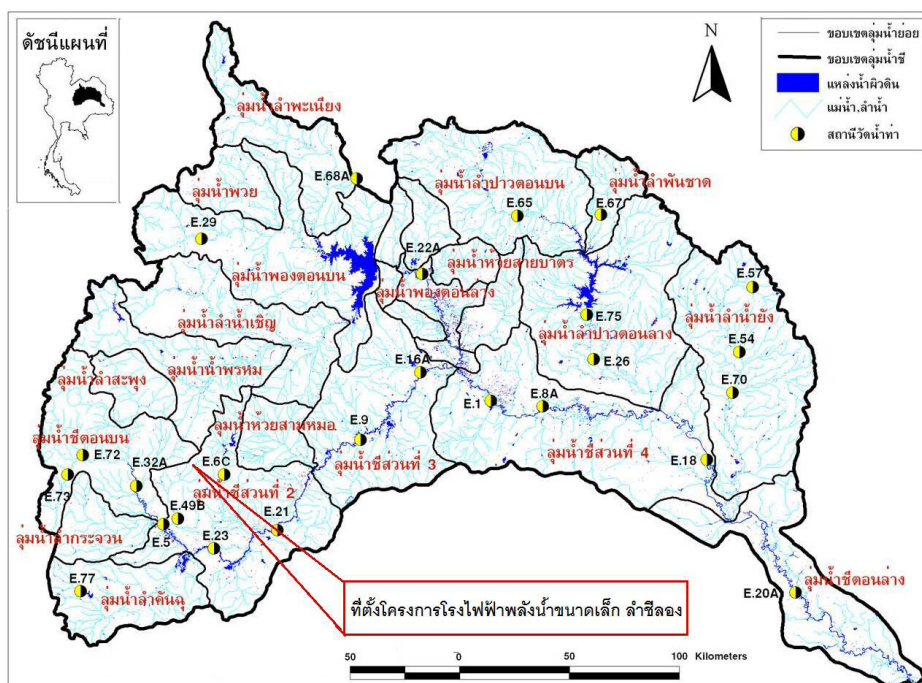
75% of the under curve area of the inflow hydrograph respectively. Besides, the project area survey was carried out. The further activities were including piping layout design, to design the pipe diameter of 3 optional types of pipe, to calculate head loss along the pipeline and the total dynamic head, and to estimate the potential power generation. Furthermore, the project components such as Intake structure, size of turbine, and power house were also designed. Finally, the local meeting was again organized in order to consider the detail of the project components and select the appropriate site of the power plant. The results comprised of a draft construction blue print, the construction cost and the benefits of each alternative, which would be taken into account for further economic analysis

Keywords: Hydropower plant, Small power plant, Run-of-river hydropower plant, Chi Long hydropower project, Chi basin

1. บทนำ

เนื่องจากพลังงานน้ำเป็นพลังงานสะอาด ไม่ก่อมลภาวะ และไม่ส่งผลกระทบต่อสภาวะโลกอื่น ซึ่งการสร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กที่ใช้น้ำจากลำน้ำซึ่งมีน้ำไหลผ่านตลอดปี (run-of-river hydropower plant) ก็เป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาพลังงานน้ำ โดยไม่ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสังคม และไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การพัฒนาโครงการเริ่มจากการสร้างฝายน้ำล้น (weir) กันลำน้ำเพื่อยกระดับน้ำ แล้วต่อท่อส่งน้ำจากบริเวณหน้าฝายลงไปตามแนว

ของลำน้ำเข้าสู่โรงไฟฟ้า ณ ตำแหน่งที่เหมาะสมทางด้านท้ายน้ำก็จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ เพราะน้ำที่ผ่านโรงไฟฟ้าแล้วก็จะไหลกลับลงสู่ลำน้ำเช่นเดิม และโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมีขั้นตอนการทำงานไม่ซับซ้อน องค์กรท้องถิ่นจึงสามารถบริหารจัดการโรงไฟฟ้าได้ด้วยตนเอง จากการศึกษาเบื้องต้น พบว่าลำชีลองมีศักยภาพในการพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก [1] จึงคัดเลือกโครงการลำชีลองเป็นโครงการนำร่องศึกษาความเหมาะสมเชิงวิศวกรรม เพื่อนำไป



รูปที่ 1 แผนที่ลุ่มน้ำชีแสดงที่ตั้งของสถานีวัดน้ำท่า และโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำชีลอง [1]

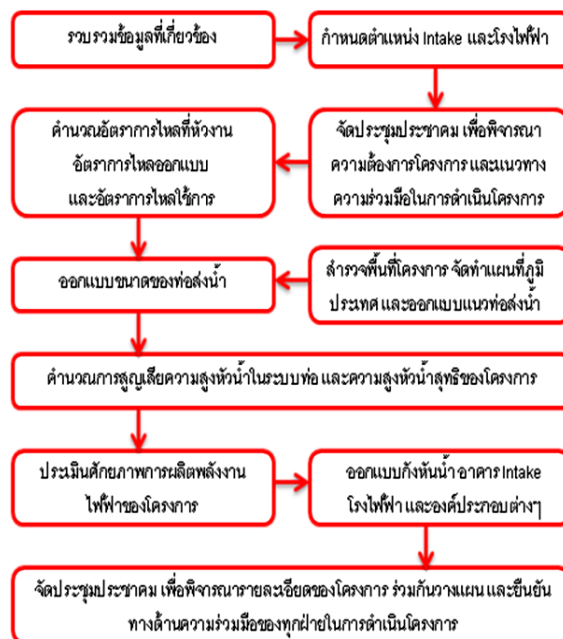
สู่การออกแบบรายละเอียดและการก่อสร้างต่อไปบทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการศึกษาศักยภาพและพัฒนาพลังงานน้ำ เพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าในพื้นที่ลุ่มน้ำชี ภายใต้การสนับสนุนงบประมาณจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ [2]

2. วัตถุประสงค์

เพื่อนำเสนอการศึกษาความเหมาะสมเชิงวิศวกรรม โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กลำชีลงบ้านชีลงเหนือ ต.ห้วยด่อน อ.เมือง จ.ชัยภูมิ ซึ่งอยู่ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำชีส่วนที่ 2 ของลุ่มน้ำชี โดยมีแผนที่ลุ่มน้ำชีแสดงลุ่มน้ำย่อย สถานีวัดน้ำท่า และตำแหน่งที่ตั้งของโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 1

3. วิธีการศึกษา

การศึกษาศักยภาพที่เหมาะสมในเชิงวิศวกรรม ของโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำชีลงมีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งประกอบด้วย การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง สร้างรูปตัดตามยาวของลำน้ำกำหนดตำแหน่งของ Intake และโรงไฟฟ้า การคำนวณหาอัตราการไหลที่หัวงานอัตราการไหลออกแบบและอัตราการไหลใช้การ การสำรวจพื้นที่ ออกแบบแนวท่อและขนาดของท่อส่งน้ำ คำนวณการสูญเสียความสูงหัวน้ำและความสูงหัวน้ำสุทธิของโครงการ แล้วประเมินศักยภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้า ตลอดจนออกแบบองค์ประกอบต่างๆ ของโครงการ เช่น อาคาร Intake ระบบท่อส่งน้ำ กังหันน้ำ และอาคารโรงไฟฟ้า เป็นต้น รวมทั้งจัดประชุมประชาคมในพื้นที่โครงการ เพื่อเปิดโอกาสให้ประชาชน องค์การบริหารส่วนท้องถิ่น และผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย ร่วมกันพิจารณาความเหมาะสมขององค์ประกอบโครงการ ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดกิจกรรมที่สำคัญในหัวข้อต่อไป



รูปที่ 2 ขั้นตอนการศึกษา

4. การกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของโครงการ

การกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของ Intake และโรงไฟฟ้าของโครงการ มีขั้นตอนดังนี้

1) จัดหาข้อมูลแบบจำลองความสูง DEM (Digital Elevation Model) ที่มีความละเอียดทางราบ 30 m จากกรมแผนที่ทหาร และข้อมูลลำน้ำในลุ่มน้ำชี จากแผนที่ดิจิทัลแบบเวกเตอร์ชุด L7018 มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมทรัพยากรน้ำ

2) สร้างรูปตัดตามยาวของลำน้ำ แล้วกำหนดตำแหน่งของ Intake และโรงไฟฟ้า โดยเลือกตำแหน่งของ Intake และโรงไฟฟ้าที่มีระดับความสูงต่างกัน (ความสูงหัวน้ำ) ไม่น้อยกว่า 30 เมตร ภายในช่วงของระยะทางตามลำน้ำประมาณ 1 กิโลเมตร

3) การคัดเลือกโครงการนำร่องศึกษาความเหมาะสมในเชิงวิศวกรรม นั้น ได้พิจารณาจากผลการศึกษาศักยภาพและพัฒนาพลังงานน้ำ เพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าในพื้นที่ลุ่มน้ำชี [1] โดยพิจารณาความพร้อมทั้งทางด้านวิศวกรรม และทางด้านสังคม กล่าวคือ ประชาชนในพื้นที่โครงการและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ต้องเห็นชอบและยินดีให้ความร่วมมือในการดำเนินงานโครงการ

ดังนั้น เมื่อพิจารณาความพร้อมในหลายๆ ด้านแล้ว จึงคัดเลือกโครงการโรงไฟฟ้าขนาดเล็กกำลังสอง

5. การคำนวณอัตราการไหล ณ จุดที่ตั้งโครงการ

การคำนวณหาอัตราการไหล ณ จุดที่ตั้งโครงการ ซึ่งเป็นตำแหน่งของ Intake มีขั้นตอนดังนี้

1) รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำ ของสถานีวัดน้ำท่าที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่โครงการซึ่งอยู่ในลุ่มน้ำชีตอนบน จำนวน 16 สถานี จากกรมทรัพยากรน้ำ [3] โดยมีตำแหน่งที่ตั้งของสถานีดังแสดงในรูปที่ 1 และมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดสถานีวัดน้ำท่าที่ใช้ในการศึกษา

ลำดับที่	รหัสสถานี	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)	น้ำท่ารายปี เฉลี่ย(ล้าน ลบ.ม.)
1	E.5	4,254	993.30
2	E.6C	300	112.23
3	E.9	11,020	1,802.17
4	E.16A	13,171	1,755.57
5	E.21	8,912	1,319.39
6	E.23	6,835	1,185.58
7	E.29	945	278.60
8	E.32A	2,905	796.46
9	E.35A	422	72.00
10	E.36A	290	56.80
11	E.38	1,446	314.30
12	E.49	265	64.03
13	E.49B	331	44.23
14	E.60	205	52.67
15	E.67	420	203.52
16	E.73	267	93.23

2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย(QM ล้าน ลบ.ม.) และพื้นที่รับน้ำฝน (A, ตร.กม.) ของสถานีวัดน้ำท่าดังกล่าวในข้อ 1) โดยวิธี linear regression จะได้ความสัมพันธ์ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยมีสมการและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R²) ดังนี้

$$Q_M = 0.5421A^{0.8748} ; R^2 = 0.9444 \quad (1)$$

3) หาขนาดพื้นที่รับน้ำฝนของโครงการ จากแผนที่ DEM โดยพิจารณาพื้นที่รับน้ำ ณ ตำแหน่งของ Intake

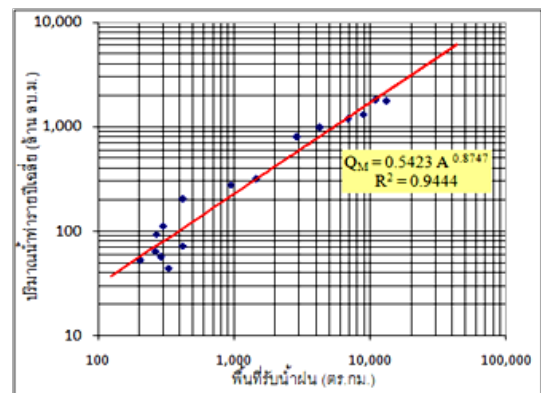
4) คำนวณหาปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยของโครงการ ได้โดยแทนค่าพื้นที่รับน้ำฝนของโครงการในสมการที่ (1)

5) คัดเลือกสถานีดัชนี ซึ่งเป็นสถานีวัดน้ำท่าที่อยู่ใกล้เคียงกับโครงการและมีสภาพภูมิประเทศคล้ายกับพื้นที่ของโครงการ โดยคัดเลือกสถานี E.6C

6) คำนวณหาอัตราการไหลรายเดือน ณ จุดที่ตั้งโครงการ (ที่ห้วยนาง) โดยนำอัตราการไหลรายเดือนเฉลี่ยของสถานีดัชนี มาคูณด้วยค่าถ่วงน้ำหนักซึ่งเป็นสัดส่วนของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยของโครงการ และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยของสถานีดัชนี ดังนี้ [4]

$$Q = \frac{Q_M}{Q_{Mi}} Q_i \quad (2)$$

โดยที่ Q คืออัตราการไหลรายเดือนเฉลี่ยของโครงการ (ลบ.ม./วินาที) Q_M คือปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยของโครงการ (ล้าน ลบ.ม.) Q_{Mi} คือปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยของสถานีดัชนี (ล้าน ลบ.ม.) และ Q_i คืออัตราการไหลรายเดือนเฉลี่ยของสถานีดัชนี (ลบ.ม./วินาที)



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยและพื้นที่รับน้ำฝน ของสถานีวัดน้ำท่าที่คัดเลือก

6. การหาค่าอัตราการไหลใช้การรายเดือน

อัตราการไหลใช้การ (effective discharge) ในที่นี้หมายถึงอัตราการไหลที่จะบ่อน้ำเข้าสู่โรงไฟฟ้า ซึ่งโดยทั่วไป เมื่อสร้างฝายน้ำล้นปิดกั้นลำน้ำ หรือสร้างอ่างพักน้ำอยู่ข้างลำน้ำ (head tank) ที่บริเวณ Intake ของโครงการจะไม่สามารถกักน้ำตามธรรมชาติไว้ได้ทั้งหมด ต้องระบายปริมาณน้ำบางส่วนผ่านลงไปทางด้านท้ายน้ำ กล่าวคือ ไม่สามารถจะส่งน้ำที่ไหลผ่านตำแหน่ง Intake เข้าสู่โรงไฟฟ้าได้ทั้งหมด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องกำหนดค่าอัตราการไหลออกแบบ (design discharge) และอัตราการไหลใช้การของโครงการ ในการศึกษาได้กำหนดให้ค่าอัตราการไหลออกแบบ มีทางเลือก 3 กรณี คือ

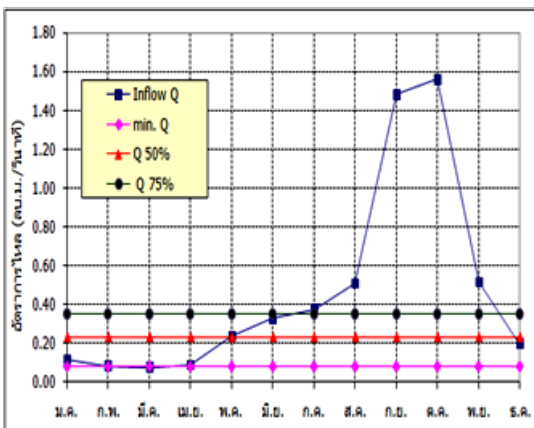
- 1) เท่ากับอัตราการไหลต่ำสุดในลำน้ำ
- 2) เท่ากับอัตราการไหลที่ร้อยละ 50 ของพื้นที่ได้โค้งชลภาพอัตราการไหลที่ห้วงงาน
- 3) เท่ากับอัตราการไหลที่ร้อยละ 75 ของพื้นที่ได้โค้งชลภาพอัตราการไหลที่ห้วงงาน

โดยมีแผนภูมิแสดงอัตราการไหลรายเดือนเฉลี่ยที่ห้วงงาน (Q) และอัตราการไหลออกแบบ (Q_D) ดังแสดงในรูปที่ 4 และการหาอัตราการไหลใช้การ (Q_E) มีเกณฑ์ดังนี้

$$\text{ถ้า } Q < Q_D; \quad Q_E = Q \quad (3)$$

$$\text{ถ้า } Q > Q_D; \quad Q_E = Q_D$$

ทั้งนี้หลังจากที่ได้ผลการวิเคราะห์ในเชิงเศรษฐศาสตร์แล้ว จึงจะสามารถสรุปได้ว่ากรณีใดมีความเหมาะสมมากที่สุด แล้วเลือกใช้กรณีนั้น



รูปที่ 4 อัตราการไหลรายเดือนเฉลี่ยที่ห้วงงาน และอัตราการไหลออกแบบทั้ง 3 กรณี

7. การออกแบบขนาดของท่อส่งน้ำ

การออกแบบขนาดของท่อ สามารถทำได้โดยใช้สมการสภาพต่อเนื่อง (Continuity equation) ของการไหลในท่อ ดังนี้ (5)

$$Q_p = A_p v = \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) v \quad (4)$$

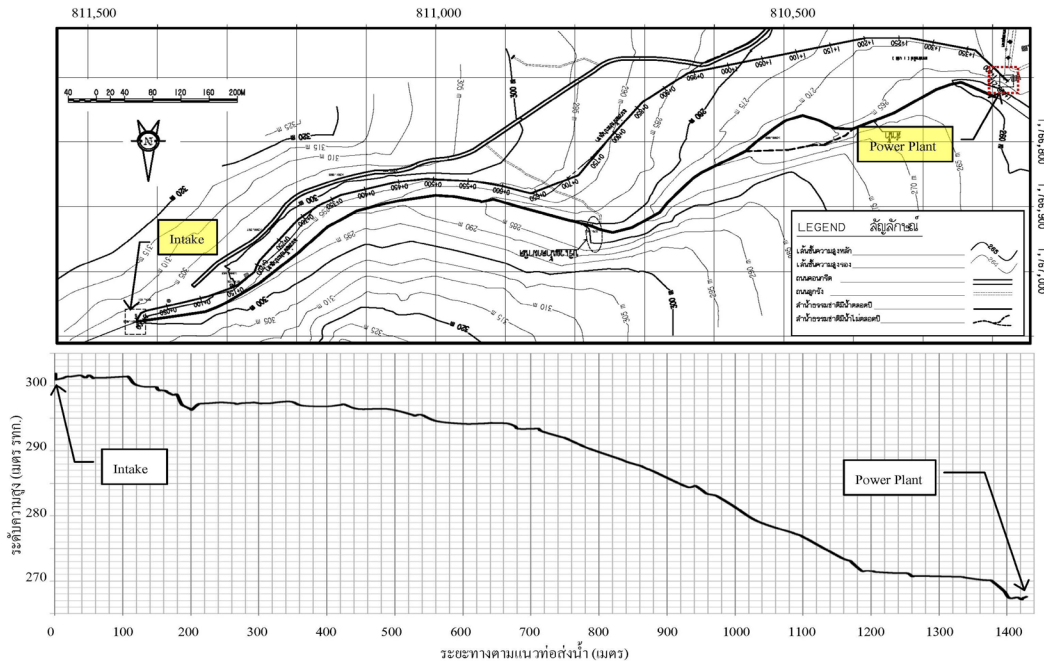
โดยที่ Q_p คืออัตราการไหลในท่อ (ลบ.ม./วินาที) A_p คือพื้นที่หน้าตัดของท่อ (ตร.ม.) v คือความเร็วการไหล (ม./วินาที) และ D คือเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ (ม.)

ทั้งนี้ อัตราการไหลในท่อคืออัตราการไหลใช้การรายเดือนเฉลี่ย และกำหนดว่าความเร็วของการไหลในท่อจะต้องไม่เกิน 3 ม./วินาที เพราะถ้ามีความเร็วมากจะทำให้เกิดการสูญเสียความสูงหัวน้ำมาก แต่ถ้ามีความเร็วต่ำเกินไป แสดงว่าท่อมีขนาดใหญ่เกินความจำเป็น จะทำให้ค่าก่อสร้างสูง ในการออกแบบขนาดของท่อจำเป็นต้องใช้การลองผิดลองถูก (trial and error) โดยการแทนค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อขนาดต่างๆ (ขนาดของท่อที่มีจำหน่ายในท้องตลาด) ลงในสมการ จนกระทั่งได้ความเร็วอยู่ในเกณฑ์กำหนด ก็แสดงว่าท่อขนาดนั้นๆ มีความเหมาะสม

ในการศึกษานี้ ได้พิจารณาท่อส่งน้ำ 3 ชนิดเพื่อการเปรียบเทียบหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด ประกอบด้วยท่อ PVC 8.5 (รับความดันได้ 8.5 กก./ตร.ซม.) ท่อ HDPE 100 PN 6.3 (รับความดันได้ 6.3 บาร์) และท่อเหล็ก (steel pipe) โดยกำหนดให้ติดตั้งท่อในลักษณะฝังใต้ดิน

8. การออกแบบแนวท่อส่งน้ำ

ในการกำหนดที่ตั้งโรงไฟฟ้าของโครงการได้พิจารณาเพื่อเป็นทางเลือกไว้ 3 ตำแหน่ง แล้วจึงสำรวจพื้นที่โครงการเพื่อจัดทำแผนที่ภูมิประเทศขนาดมาตราส่วน 1:4,000 ซึ่งแสดงเส้นชั้นความสูงแล้วนำมาออกแบบแนวท่อส่งน้ำ พร้อมทั้งสร้างรูปตัดตามยาวของแนวท่อ จะได้แผนที่รูปแปลน และรูปตัดตามยาวของแนวท่อส่งน้ำซึ่งแสดงตำแหน่งของ Intake และโรงไฟฟ้าของทั้ง 3 ทางเลือก โดยมีตัวอย่างแปลนและรูปตัดตามยาวของแนวท่อส่งน้ำในกรณีของทางเลือกที่ 1 ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 แผนและรูปตัดตามยาวของแนวท่อน้ำ ซึ่งแสดงตำแหน่ง Intake และโรงไฟฟ้า ของทางเลือกที่ 1

ทั้งนี้ การออกแบบแนวท่อน้ำ จะเลือกแนวที่เป็นเส้นตรงมากที่สุดเพื่อประหยัดค่าก่อสร้าง และให้มีความลาดเอียงสอดคล้องกับสภาพของภูมิประเทศ เพื่อลดปัญหา air lock ในระบบท่อ อย่างไรก็ตาม เพื่อความปลอดภัยจึงออกแบบให้ติดตั้ง air release valve ในตำแหน่งที่เหมาะสม

9. การคำนวณความสูงหัวน้ำสุทธิของโครงการ

ความสูงหัวน้ำสุทธิ (net head) คือค่าความสูงหัวน้ำที่จะนำไปใช้คำนวณศักยภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้า ซึ่งสามารถหาได้จาก การนำค่าความต่างระดับ (gross head) ของ Intake และโรงไฟฟ้า มาลบด้วยการสูญเสียความสูงหัวน้ำเนื่องจากความเสียดทานของท่อ (friction loss) และการสูญเสียรอง (minor loss) โดยมีรายละเอียดการคำนวณการสูญเสียความสูงหัวน้ำ ดังนี้

1) การสูญเสียความสูงหัวน้ำ เนื่องจากความเสียดทานของท่อ สามารถคำนวณได้โดยใช้สมการของ Hazen-Williams ดังนี้ (5)

$$v = 0.85 C_{HW} R_h^{0.63} S^{0.54} \quad (5)$$

โดยที่ v คือความเร็วในท่อ (ม./วินาที) C_{HW} คือสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของ Hazen-Williams, R_h คือรัศมีชลศาสตร์ (hydraulic radius; $R_h = D/4$, D คือเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ (ม.), S คือความลาดชลศาสตร์ (hydraulic gradient; $S = h_L/L$), h_L คือการสูญเสียความสูงหัวน้ำเนื่องจากความเสียดทานของท่อ (ม.) และ L คือความยาวของท่อ (ม.)

ทั้งนี้ ท่อ PVC ท่อ HDPE และท่อเหล็ก มีค่า C_{HW} เท่ากับ 140 140 และ 110 ตามลำดับ และสามารถคำนวณค่าการสูญเสียความสูงหัวน้ำได้ โดยปรับรูปสมการที่ (5) ใหม่ดังนี้

$$h_L = L \left\{ \frac{v}{0.85 C_{HW} (D/4)^{0.63}} \right\}^{1.85} \quad (6)$$

2) การสูญเสียรอง เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงขนาดและทิศทางของความเร็วในท่อ และเนื่องจากอุปกรณ์ท่อที่ติดตั้งอยู่ในระบบ โดยทั่วไป การคำนวณค่าการสูญเสียความสูงหัวน้ำรองจะต้องพิจารณาจุดที่เปลี่ยนแนวท่อทั้งในแนวราบและแนวตั้ง

ติดตั้งอุปกรณ์ท่อ ตลอดความยาวของเส้นท่อ อย่างไรก็ตามท่อที่ใช้ในการส่งน้ำเข้าสู่โรงไฟฟ้าเป็นท่อเส้นเดียว ซึ่งวางเป็นแนวที่ค่อนข้างตรง และมีอุปกรณ์ท่อไม่มาก (แตกต่างจากระบบท่อส่งน้ำประปา) แต่เพื่อความปลอดภัยจึงกำหนดให้การสูญเสียรองมีค่าเท่ากับร้อยละ 2.5 ของการสูญเสียความสูงหัวน้ำเนื่องจากความเสียดทานของท่อ

10. การประเมินศักยภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้า

ศักยภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้า (potential energy generation) ของโครงการ สามารถคำนวณได้จาก (6)

$$E = \eta(9.81)Q_E H \quad (7)$$

โดยที่ E คือศักยภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์) η คือประสิทธิภาพรวมของโรงไฟฟ้า Q_E คืออัตราการไหลที่ป้อนเข้าสู่โรงไฟฟ้า ซึ่งเท่ากับอัตราการไหลใช้การรายเดือนเฉลี่ย (ลบ.ม./วินาที) และ H คือความสูงหัวน้ำสุทธิ (ม.)

ทั้งนี้ ประสิทธิภาพรวมของโรงไฟฟ้าเท่ากับร้อยละ 75 ซึ่งได้มาจากผลคูณของประสิทธิภาพต่างๆ ดังนี้

- 1) ประสิทธิภาพการป้อนน้ำสู่กังหันน้ำ ร้อยละ 90
- 2) ประสิทธิภาพของกังหันน้ำ ร้อยละ 86
- 3) ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ร้อยละ 97

11. ผลการศึกษา

ผลที่ได้รับจากการศึกษาความเหมาะสมเชิงวิศวกรรมของโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ลำชีลอง ประกอบด้วย แบบก่อสร้าง (ฉบับร่าง) ค่าลงทุนและผลตอบแทนในรูปของมูลค่าพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ในแต่ละทางเลือก โดยสามารถสรุปศักยภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้า และค่าลงทุนบางส่วนซึ่งแสดงตัวอย่างเฉพาะค่าท่อส่งน้ำในกรณีของท่อ HDPE (รวมค่าแรงในการติดตั้ง) และค่ากังหันน้ำ ของแต่ละทางเลือก ดังแสดงในตารางที่ 2

12. สรุปและข้อเสนอแนะ

บทความนี้ นำเสนอกระบวนการศึกษาความเหมาะสมของโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กลำชีลองซึ่งเป็นการศึกษาในเชิงวิศวกรรมควบคู่กับเชิงสังคมเท่านั้น จำเป็นจะต้องนำผลที่ได้รับไปวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ เพื่อประกอบการตัดสินใจคัดเลือกแนวทางการพัฒนาโครงการที่คุ้มค่าที่สุด แล้วจึงดำเนินการต่อไป

อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาความเหมาะสมการออกแบบรายละเอียด และการก่อสร้างโครงการโรงไฟฟ้าขนาดเล็ก ควรจะดำเนินการทั้งในเชิงเทคนิค และเชิงสังคมควบคู่กันไป กล่าวคือ จะต้องเปิดโอกาสให้ประชาชนในพื้นที่โครงการ องค์กรท้องถิ่น ผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้มีส่วนร่วมในกระบวนการดำเนินงาน และตัดสินใจในโครงการตั้งแต่ต้น เพื่อให้ทุกภาคส่วนมีความเป็นเจ้าของโครงการ ซึ่งจะนำไปสู่ความร่วมมือในการบริหารจัดการ และการบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าให้เกิดประโยชน์สูงสุด สอดคล้องกับเจตนารมณ์ในการพัฒนาแหล่งพลังงานทดแทนที่ยั่งยืนอย่างแท้จริง

นอกจากนี้ จากการศึกษาศักยภาพของโครงการโรงไฟฟ้าขนาดเล็กภายในลุ่มน้ำชี และการตรวจสอบตำแหน่งที่ตั้งโครงการ พบว่า องค์ประกอบของ โครงการบางส่วน เช่น อาคารฝ่าย แนวท่อส่งน้ำ และอาคารโรงไฟฟ้า เป็นต้น อาจจะอยู่ในบริเวณพื้นที่คาบเกี่ยว หรืออยู่ในเขตพื้นที่ป่าอนุรักษ์อุทยานแห่งชาติและเขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่า ดังนั้น หากต้องการจะพัฒนาโรงไฟฟ้าขนาดเล็กให้เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าทดแทนอย่างแท้จริง รัฐบาลควรที่จะกำหนดนโยบาย พร้อมทั้งแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจน เกี่ยวกับการใช้พื้นที่ดังกล่าว เพื่อให้การสร้างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กบังเกิดประโยชน์แก่ประชาชนในท้องถิ่น และประเทศชาติ โดยให้โรงไฟฟ้าขนาดเล็กสามารถอยู่คู่กับพื้นที่ป่าได้อย่างผสมผสานกลมกลืน

ตารางที่ 2 สรุปศักยภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้าและค่าลงทุนบางส่วน ในแต่ละทางเลือกของโครงการโรงไฟฟ้าลำชีลอง

ทางเลือกที่	กรณีที่	อัตรา การไหล ออกแบบ	ขนาดท่อ (มม.)	ความยาว ของท่อ (ม.)	Gross Head (ม.)	Potential Energy (กิโลวัตต์) *	Effective Energy (กิโลวัตต์) *	ค่าท่อ + ค่าแรง (บาท) **	ค่ากังหันน้ำ (บาท)
1	1	Min. Q	250	1,428.20	34.29	148.82	144	1,258,244	238,000
	2	Q ที่ 50%	400	1,428.20	34.29	399.60	380	3,090,625	670,000
	3	Q ที่ 75%	400	1,428.20	34.29	505.33	441	3,958,970	1,174,000
2	1	Min. Q	250	1,545.60	42.24	197.29	192	1,361,674	264,000
	2	Q ที่ 50%	400	1,545.60	42.24	509.84	504	3,344,678	2,040,000
	3	Q ที่ 75%	400	1,545.60	42.24	649.56	552	4,284,403	3,564,664
3	1	Min. Q	250	1,217.42	35.80	173.26	168	1,072,547	252,000
	2	Q ที่ 50%	400	1,217.42	35.80	439.73	380	2,634,497	670,000
	3	Q ที่ 75%	450	1,217.42	35.80	562.25	500	3,374,688	1,005,000

หมายเหตุ * Potential Energy คือพลังงานที่ได้จากการคำนวณ และ Effective Energy คือพลังงานที่ได้รับหลังจากเลือกขนาด ของกังหันน้ำ

** แสดงเฉพาะในกรณีของท่อ HDPE

13. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัย ปีงบประมาณ 2552 และ 2553 และขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนให้การดำเนินงานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

14. เอกสารอ้างอิง

- [1] Sri-Amporn W, Waisurasingha C, Kaweepitcha patchara S and Ponpoo S. A Potential of Stream in Chi Basin for Small Hydro Power Plant Development. The 2011 international and national conference for the sustainable community development of local community (CSCD). 2011 Jan 27-29; Khon Kaen, Thailand. (In Thai).
- [2] SIRDC. The Study of Potential and Development of Hydro Electric Power in Chi River Basin. Research Report. The Sustainable Infrastructure Research and Development Center. Khon Kaen University; 2009 (In Thai).
- [3] Department of Water Resources. The Study of Water Resources Management Master Plan in Chi River Basin. Final report; 2005 (In Thai).
- [4] Sri-Amporn W. Water Resources Management. Department of Civil Engineering. Faculty of Engineering. Khon Kaen University; 2010 Jun. (In Thai).
- [5] Sri-Amporn W. Fluid Mechanics. Department of Civil Engineering. Faculty of Engineering. Khon Kaen University; 1998 Aug. (In Thai).
- [6] Bogenrieder W. Hydroelectric Power. Subvolume C: Renewable Energy. Energy Technologies. Edited by K Hoinloth; 2006.