

ศึกษาความเหมาะสมโครงการไฟฟ้าพลังน้ำเพื่อการพัฒนา โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

Appropriate Study and Development of Small Hydropower Project

ศรพงศ์ชัย วันนະສດ และ เกียรติยุทธ กวีญาณ
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
Email : svxay99@yahoo.com, fengkyk@ku.ac.th

งานวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาความเหมาะสมโครงการไฟฟ้าพลังน้ำเพื่อการพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กที่สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (ส.ป.ป.ลาว) โดยวิเคราะห์พลังน้ำในแต่ละเดือนจากสถานีวัดน้ำท่าที่ลำน้ำแสน อำเภอดงโขง จังหวัดเชียงขวาง สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว เพื่อนำข้อมูลน้ำไปคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าต่อปี และวิเคราะห์จุดคุ้มทุนในการก่อสร้างโครงการดังกล่าว เนื่องจากความต้องการใช้ไฟฟ้าของประชากร ส.ป.ป.ลาวในปัจจุบันมีการขยายตัวขึ้นทุกวัน แต่ทรัพยากรการใช้ผลิตกระแสไฟฟ้านั้นมีขีดจำกัดและค่อยๆ หมดไป ดังนั้นโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดผลกระทบขาดแคลนพลังงานไฟฟ้าได้ งานวิจัยนี้จึงได้ใช้หลักการคำนวณทาง คณิตศาสตร์ในการหาค่าต่างๆ ผลการศึกษาพบว่ากำลังที่จะผลิตติดตั้ง คือ 2 MW ใช้กังหันน้ำแบบ Francis ขนาด 1 MW จำนวน 2 เครื่อง และสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 12.37 GWh ต่อปี

คำสำคัญ :

โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก กังหันน้ำแบบ Francis สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

ABSTRACT

This research presents the appropriate study of Small Hydropower Project at Lao People Democratic Republic. The data recorded from the real field was carried out to analysis for finding out the capacity of generator and find out breakeven of project. Due to the increasing of electricity demand of the population and less available resources, therefore, small hydropower is the best way to generate energy on the present. The equation relate with design was applied in work. The results found that, the total install capacity of generator is 2 MW (1 unit per 1 MW) with 12.37 GWh a year. The base on altitude of water in design was Francis turbine.

Keywords :

small hydropower, Francis turbine, Lao People Democratic Republic

คำนำ

ในปัจจุบันไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการอุตสาหกรรม การเกษตร การสื่อสาร รวมถึงการท่องเที่ยว ดังนั้นการสร้างโรงไฟฟ้าจึงมีความสำคัญเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าให้พอเพียงกับความต้องการ ซึ่งกระแสน้ำนั้นสามารถผลิตได้จากทรัพยากรหลายประเภท เช่น ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น พลังงานเหล่านี้เป็นพลังงานสิ้นเปลืองที่ใช้แล้วหมดไป ดังนั้นในหลายๆ ประเทศจึงได้รณรงค์ให้ใช้พลังงานทดแทนขึ้น เช่น พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น

ในภาคกลางตอนบนของ ส.ป.ป.ลาว มีสภาพเป็นที่ราบสูง มีปริมาณฝนตกชุก และลุ่มน้ำหลายแห่งที่สามารถสร้าง และพัฒนาให้เป็นโรงไฟฟ้าพลังน้ำตั้งแต่ขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่ได้ เช่น ลุ่มน้ำเจียบ น้ำชัน น้ำเจียน น้ำแสน ลุ่มน้ำเหล่านี้ปัจจุบันได้มีการสำรวจความเป็นไปได้ในการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก และบางแห่งกำลังก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำตั้งแต่ขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่

จากเหตุผลที่กล่าวข้างต้นรัฐบาล ส.ป.ป.ลาว ได้ให้ความสำคัญต่อการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำใน ส.ป.ป.ลาว ให้เป็นแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้า หรือพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังน้ำให้มีจำนวนมากขึ้น มีทั้งโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าให้พอเพียงกับความต้องการของผู้ใช้ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ ศึกษาความเหมาะสมในการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตพลังงานไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กที่ ส.ป.ป.ลาว

2. วิธีการ

2.1. คำนวณอัตราการไหลของลำน้ำในจุดที่ตั้งโครงการ

1) หาขนาดพื้นที่รับน้ำฝนของโครงการจากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1/1,000,000, E-48-27 โดยพิจารณาพื้นที่รับน้ำที่ตำแหน่งของ Intake

2) ศึกษา และรวบรวมข้อมูลน้ำฝนใน และนอกขอบเขตโครงการ ซึ่งมี 4 สถานีได้แก่สถานีวัดน้ำ

ฝนลาดค้าย สถานีวัดน้ำฝนทุ่งไผ่หิน สถานีวัดน้ำฝนคังเพาะ และสถานีวัดน้ำฝนเชียงแตด พร้อมทั้งเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ของข้อมูลน้ำฝนตั้งแต่ปีค.ศ. 2001-2010 ทั้ง 4 สถานี ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์เปรียบเทียบข้อมูลน้ำฝนตั้งแต่ปีค.ศ. 2001-2010 [1]

สถานีวัดน้ำฝน	ลาดค้าย	ทุ่งไผ่หิน	คังเพาะ	เชียงแตด
ลาดค้าย	1	1.05	0.94	1.15
ทุ่งไผ่หิน	1.05	1	0.98	1.09
คังเพาะ	0.94	0.98	1	1.22
เชียงแตด	1.15	1.09	1.22	1

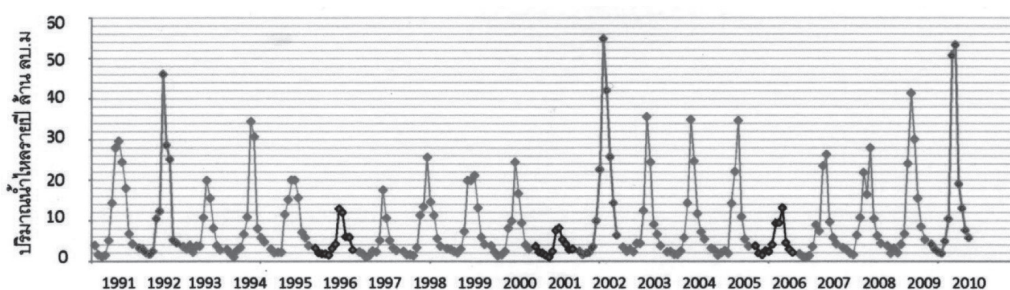
จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ถ้าสถานีวัดน้ำฝนลาดค้ายมีฝนตกจำนวน 1 ครั้ง เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับสถานีวัดน้ำฝนทุ่งไผ่หินจะมีฝนตกจำนวน 1.05 ครั้ง สถานีคังเพาะจะมีฝนตกจำนวน 0.94 ครั้ง และสถานีวัดน้ำฝนเชียงแตดจะมีฝนตกจำนวน 1.15 ครั้ง ดังนั้นการที่สถานีเชียงแตดมีฝนตกมากกว่าจะทำให้ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำฝนเพิ่มขึ้น เนื่องจากสถานีเชียงแตดอยู่ด้านบนของแม่น้ำแสนที่เป็นแม่น้ำ ณ จุดที่ตั้งโครงการ

สำหรับค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนของสถานีลาดค้าย ตั้งแต่ปีค.ศ. 2001-2010 ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ปีค.ศ. 1991-2000 ประมาณ 17.0% (ปีค.ศ. 1991-2010 เฉลี่ย 1,824.40 mm ต่อปี และปีค.ศ. 2001-2010 เฉลี่ย 1,510.54 mm ต่อปี) สำหรับค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนสถานีทุ่งไผ่หินตั้งแต่ปีค.ศ. 2001-2010 ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ปีค.ศ. 1991-2000 ประมาณ 2.6% (1991-2000 เฉลี่ย 1,479.32 mm ต่อปี และปีค.ศ. 2001-2010 เฉลี่ย 1,439.79 ต่อปี) [1]

3) รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำไหลรายปีของสถานีวัดน้ำท่าในขอบเขตพื้นที่โครงการ ซึ่งแสดงในภาพที่ 1 เป็นปริมาณน้ำท่ารายปีช่วงระยะ 20 ปี ตั้งแต่ปีค.ศ. 1991-2010 ที่แสดงให้เห็นถึงปริมาณน้ำไหลที่มีพลังน้ำในการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง [1]

ทั้งนี้ การผลิตพลังงานไฟฟ้านั้นจะต่อเนื่องหรือไม่ขึ้นอยู่กับอัตราการไหลออกแบบและระดับน้ำตกออกแบบ

และค่าเฉลี่ยของน้ำที่ใช้คำนวณต้องเป็นเดือน หรือปีที่มีค่าปริมาณน้ำไหลต่ำสุด (คือปีค.ศ. 2001 ที่มีปริมาณน้ำไหลเฉลี่ยอยู่ที่ 3.76 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี [1]) เพราะถ้านำค่าในปีที่มีปริมาณน้ำมากมาคำนวณจะทำให้การผลิตพลังงานไฟฟ้ามีปัญหาในช่วงปีที่มีน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำไม่มาก หรือผลิตพลังงานได้ไม่ต่อเนื่องนั่นเอง ดังนั้นจึงได้รวบรวมปริมาณน้ำฝนจากสถานีใกล้เคียงกับพื้นที่โครงการ ที่มีสัมประสิทธิ์เปรียบเทียบข้อมูลน้ำฝนดังตารางที่ 1



ภาพที่ 1 ปริมาณน้ำไหลรายปีที่สถานีวัดน้ำท่าที่น้ำแสน ปีค.ศ. 1991-2010

ความเร็วการไหลของน้ำในลำน้ำสามารถหาได้โดยการวัดจากลำน้ำ และสามารถหาได้โดยใช้สมการของ Hazen-Williams ดังนี้ [2]

$$V = 0.85XC^H \times R^{0.63} \times S^{0.54} \quad (2)$$

CH คือ สัมประสิทธิ์อัตราค่าการไหลของ Hazen-Williams มีค่าเท่ากับ 130 สำหรับท่อเหล็ก

R คือ รัศมีชลศาสตร์ (=D/4 โดยที่ D คือ เส้นผ่าศูนย์กลางท่อ) (m)

S คือ ความลาดของเส้นระดับพลังงาน (ในที่นี้มีค่าเท่ากับ 1.22×10^{-3} [1])

จากสมการ (1) และ (2) สามารถหาอัตราการไหลออกแบบ (Qd) ได้ดังสรุปไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 อัตราการไหลออกแบบ (Qd)

D(m)	A(m ²)	R(m)	S	V(m/s)	Qd(m ³ /s)
2.0	3.14	0.5	1.22×10^{-3}	1.91	6.00

5) กำหนดความสูงระดับน้ำตกรออกแบบ (Hd) โดยพิจารณาน้ำด้านเหนือเขื่อน และท้ายน้ำโรงไฟฟ้าของโครงการ การสูญเสียพลังงานในระบบส่งน้ำ โดยใช้สมการดังนี้ [2-4]

4) หาอัตราการไหลออกแบบ (Qd) โดยพิจารณาน้ำที่จุดผันน้ำที่ส่งเข้าท่อแรงดันสูงเข้าโรงไฟฟ้าที่มีความสัมพันธ์กับพื้นที่หน้าตัดท่อ และอัตราการไหลของปริมาณน้ำที่ต้องระบายให้กับเครื่องกังหัน ซึ่งมีสมการดังนี้ [2]

$$Q_d = A \times V \quad (1)$$

A คือพื้นที่หน้าตัดของท่อ (m²)

V ความเร็วการไหลของน้ำในท่อ (m/s)

$$H_d = \frac{2}{3} (NWL-LWL)+LWL-TWL-H_L \quad (3)$$

H_d คือ ระดับความสูงน้ำตกรออกแบบ (m)

NWL คือ ระดับน้ำกักเก็บปกติ (m.msl)

LWL คือ ระดับน้ำกักเก็บต่ำสุด (m.msl)

TWL คือ ปริมาณน้ำท้ายโรงไฟฟ้าที่ปล่อยออกผ่านเครื่องกังหันผลิตไฟฟ้า (m.msl)

H_L คือ ความสูญเสียหัวน้ำรวม (m)

$$H_L = h_f + h_e + h_o + h_m \quad (4)$$

$$\text{โดยที่ } h_f = \frac{fLV^2}{2gD} \quad (5)$$

hf คือ ความสูญเสียหัวน้ำรวมจากแรงเสียดทานของท่อ (m)

f คือ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานการไหลมีค่าเท่ากับ $24.5 \times n^2 / D^{1/3}$

n สัมประสิทธิ์ของ Manning มีค่าเท่ากับ 0.012 สำหรับท่อเหล็กและ 0.013 สำหรับท่อคอนกรีต

L คือ ความยาวของท่อ (m)

V คือ ความเร็วของน้ำไหล (m/s)

g มีค่าเท่า 9.8 (m/s²)



D คือ เส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อ (m)

$$h_e = \frac{K_e V^2}{2g} \quad (6)$$

he คือ ความสูญเสียหัวน้ำปากทางเข้าท่อ (m)

Ke คือ สัมประสิทธิ์ความสูญเสียที่ปากท่อน้ำทางเข้ามีค่าเท่ากับ 1.0

$$h_o = \frac{K_o V^2}{2g} \quad (7)$$

$$h_m = \frac{K V^2}{2g} \quad (8)$$

h0 คือ การสูญเสียปากท่อน้ำทางออก (m)

K0 คือ สัมประสิทธิ์ความสูญเสียที่ปากท่อน้ำทางออกมีค่าเท่ากับ 0.5

hm คือ ความสูญเสียรองเกิดจากการไหลเปลี่ยนทิศทางเมื่อไหลผ่านข้อต่อ (m)

K คือ สัมประสิทธิ์ความสูญเสียรองขึ้นอยู่กับชนิดและรูปร่างวัสดุ ที่นี้ $K=0.05$

ตัวอย่าง การหาระดับความสูงน้ำตกรอกแบบ Hd ในแต่ละทางเลือกจาก [1] และสมการที่ (3) สามารถคำนวณหา Hd ได้ตามกำหนดค่า NWL, LWL, TWL และ HL ต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การกำหนดความสูงระดับน้ำตกรอกแบบ

NWL	LWL	TWL	HL	Hd
(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m)	(m)
1,077	1,076.5	1,017	0.4268	59.40
1,077	1,076.5	997.5	0.4268	78.91
1,077	1,071.7	954.4	0.4268	120.41

ตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ถ้าวัดระดับน้ำกักเก็บปกติด้านเหนือเขื่อนมีระดับเท่าเดิมคือ 1,077m.msl แต่ความแตกต่างของระดับกักเก็บน้ำต่ำสุดด้านเหนือเขื่อน และน้ำด้านท้ายโรงไฟฟ้ามีค่าแตกต่างกันจะทำให้ความสูงระดับน้ำตกรอกแบบมีค่าแตกต่างกันไปตามลำดับ โดยมีการสูญเสียหัวน้ำรวมเข้ามาเกี่ยวข้องอีกด้วย ค่าระดับความสูงน้ำตกรอกแบบนี้จะนำไปวิเคราะห์หาพลังงานไฟฟ้าในแต่ละกรณีในขั้นต่อไป

6) ประเมินอัตราการไหลในการผลิตไฟฟ้า ปริมาณน้ำไหลในแต่ละฤดูกาลที่แตกต่างกันนั้นย่อมมีผลกระทบต่อการผลิตกระแสไฟฟ้า ดังนั้นการประเมินอัตราการไหลเพื่อผลิตไฟฟ้าจำเป็นต้องมีปริมาณและ

ความต่อเนื่องของน้ำมากพอ เพื่อการวางแผนโครงการ โดยการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลน้ำท่ารายเดือนและรายปี เพื่อกำหนดตัวแทนข้อมูลน้ำที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า ฉะนั้นในการผลิตกระแสไฟฟ้าควรเลือกตัวแทนของน้ำในปีที่ปริมาณการไหลต่ำสุดดังอธิบายในข้อ 3) ซึ่งโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำที่แม่น้ำแสนมีปริมาณน้ำไหลเฉลี่ยในปีเท่ากับ 3.93 m³/s และปริมาณน้ำใช้ในปีเท่ากับ 3.06 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี [1]

7) หาพลังงานไฟฟ้าต่อปีมีความสัมพันธ์กับกำลังการผลิตติดตั้งของโรงไฟฟ้า และเวลาในการเดินเครื่อง ทั้งนี้การวิเคราะห์กำลังการผลิตติดตั้งของโรงไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับค่าอัตราการเร่งจากแรงโน้มถ่วงของหน่วยโลกคูณด้วยระดับความสูงน้ำตกรอกแบบ อัตราการไหลออกแบบของโครงการ ประสิทธิภาพของเครื่องกังหัน และประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งมีสมการคำนวณดังนี้ [3-6]

$$P = 9.8 \times Q_d \times H_d \times N_1 \times N_g$$

$$E = P \times N_h$$

P คือ กำลังการผลิตติดตั้งของโรงไฟฟ้า (kW)

Qd คือ อัตราการไหลออกแบบ (m³/s)

Hd คือ ระดับความสูงน้ำตกรอกแบบ (m)

Nt คือ ประสิทธิภาพของกังหัน (%)

Ng ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (%)

E พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อปี (GWh/year)

Nh คือ จำนวนชั่วโมงเดินเครื่อง (h)

สำหรับงานวิจัยนี้ Nt มีค่าเท่ากับ 90% และ Ng มีค่าเท่ากับ 85% [1]

ตัวอย่าง การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้า

จากตารางที่ 2 และ 3 สามารถคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าต่อปีได้ โดยใช้สมการที่ (10) และ (11) ดังนี้

$$\bullet \text{ กรณี } H_d = 59.40 \text{ m}$$

$$P = 9.8 \times 6 \times 59.40 \times 0.90 \times 0.85 = 2,671.93 \text{ kW}$$

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อปี จาก [1] จำนวนชั่วโมงการเดินเครื่องของโรงไฟฟ้าที่ลำน้ำแสนนั้น โดยเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 4,629 ชั่วโมง จะได้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อปี ดังนี้

$$E = 2671.93 \times 4,629 = 12,368,363.97 \text{ KW/year} \\ = 12.37 \text{ GW.h/year}$$

สำหรับการคำนวณกรณีอื่นก็ใช้วิธีเดียวกัน ซึ่งรายละเอียดการคำนวณได้สรุปไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการคำนวณพลังงานไฟฟ้าในแต่ละกรณี

กำลังผลิตติดตั้ง (เมกะวัตต์)	2.00	3.00	5.00
จำนวนเครื่องกังหัน (เครื่อง)	2.00	3.00	3.00
อัตราการไหลออกแบบ (ลบ.ม ต่อวินาที)	6.00	6.00	6.00
ระดับความสูงน้ำตกออกแบบ (เมตร)	59.40	78.91	120.41
พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ (กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี)	12.37	16.43	25.07

3. การประเมินผลตอบแทนของโครงการ

โดยทั่วไปการประมาณมูลค่าของโครงการโรงไฟฟ้าขนาดกลางและใหญ่ใน ส.ป.ป.ลาว คือ 1 เมกะวัตต์ เท่ากับ 2,000,000 \$US สำหรับการศึกษาค้างนี้ผู้วิจัยได้กำหนดมูลค่าโครงการไว้ 1 เมกะวัตต์ ประมาณ 2,200,000 \$US เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงในการศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์ โดยต้องการกำลังผลิตติดตั้ง 3 ทางเลือก คือ 2MW, 3MW, 5MW และมีมูลค่าการลงทุนคือ 4,400,000 \$US, 6,600,000 \$US และ 11,000,000 \$US ตามลำดับ

จากพลังงานไฟฟ้าที่คำนวณไว้ในตารางที่ 4 สามารถวิเคราะห์หาผลตอบแทนสุทธิ (NPV)

ตารางที่ 5 สรุปค่า NPV, B/C, IRR และ PB ในแต่ละทางเลือก

ทางเลือกที่	1	2	3
กำลังผลิตติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (MW)	2.0	3.0	5.0
อัตราผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (B/C)	2.226	1.983	1.813
อัตราผลตอบแทนของโครงการ (IRR) (%)	11.738	11.12	11.07
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) (\$US)	6,829,749	8,167,571	11,200,114
กำไร (\$US)	2,100,726	1,795,300	1,522,434
ระยะเวลาคืนทุน (PB) (year)	19.33	24.24	29.46

อัตราผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (B/C) และอัตราผลตอบแทนของ (IRR) ในแต่ละทางเลือกได้ตั้งสมการต่อไปนี้ [3], [7]

1) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)

$$NPV = \frac{\sum_{t=1}^n (B_t - C_t)}{(1 + r)^t} \quad (12)$$

B_t คือ ผลประโยชน์ของโครงการในปีที่ 1, 2, 3...n

C_t คือ ค่าใช้จ่ายของโครงการในปีที่ 1, 2, 3...n

t คือ อัตราดอกเบี้ย

r คือ อายุโครงการ

n คือ อายุสิ้นสุดโครงการ

2) อัตราผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (B/C)

$$B/C = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}} \quad (13)$$

(3) อัตราผลตอบแทนของโครงการ (IRR)

$$IRR = \frac{\sum_{t=1}^n (B_t - C_t)}{(1 + r)^t} \quad (14)$$

การประเมินมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (B/C) และอัตราผลตอบแทนของโครงการ (IRR) แต่ละทางเลือกได้สรุปไว้ในตารางที่ 5



ตารางที่ 6 สรุปผลการศึกษาโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กที่น้ำแสนที่เหมาะสม

รายการ	หน่วย	รายการ	หน่วย
กำลังผลิตติดตั้งของโรงไฟฟ้า (MW)	2.0	อัตราผลตอบแทน (NPV) (ล้าน \$US)	6.830
ชนิดของเครื่องกังหัน Francis (Unit)	2.0	อัตราผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย B/C	2.226
จำนวนชั่วโมงการเดินเครื่องต่อปี (h)	4,629	อัตราผลตอบแทนโครงการ (IRR) (%)	11.738
พลังงานไฟฟ้าผลิตได้ต่อปี (GWh/ปี)	12.37	อายุโครงการ (ปี)	30
ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (\$/kWh)	6.5	ระยะเวลาคืนทุน (PB) (ปี)	19.33

4. สรุป และข้อเสนอแนะ

1) ปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้าขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ทางธรรมชาติ เพราะเขื่อนกั้นน้ำเป็นเขื่อนชนิด Run of way ดังนั้นการผลิตกระแสไฟฟ้าจึงมีความแตกต่างกันมากในฤดูแล้งและฤดูฝน ฉะนั้นในการหาพลังงานไฟฟ้า ผู้วิจัยจึงใช้ค่าปริมาณน้ำไหลในปีที่มีค่าต่ำสุดมาคำนวณ เพื่อลดภาวะความแตกต่างในการผลิตไฟฟ้าในฤดูแล้งและฤดูฝน

2) ความเหมาะสมในการพัฒนาโครงการนี้คือสามารถติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Francis ขนาด 1.0 เมกะวัตต์ จำนวน 2.0 เครื่อง เนื่องจากเครื่องกังหันแบบ Francis มีความเร็วจำเพาะรอบสูง และราคาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่ำกว่าแบบ Pelton และแบบ Kaplan ส่วนการบำรุงรักษาที่ง่ายและสะดวกกว่า เพราะก่อสร้างแบบง่าย และมีความเหมาะสมกับระดับน้ำตกออกแบบที่มีความสูงตั้งแต่ 30-600 เมตร ซึ่งสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 12.37 กิกะวัตต์ชั่วโมงต่อปี และใช้ทุนก่อสร้างประมาณ 4.4 ล้าน \$US ระยะเวลาก่อสร้าง 3 ปี และระยะคืนทุนประมาณ 19.33 ปี เมื่อเทียบกับอายุสิ้นสุดโครงการ 30 ปีแล้วแสดงให้เห็นว่า ทางเลือกที่ 1 ให้ผลประโยชน์คุ้มค่ากับต้นทุนที่ใช้จ่าย ซึ่งมีผลกำไรถึง 2,100,726 \$US ตลอดอายุโครงการ และมีความเหมาะสมกว่าที่จะติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 3.0 เมกะวัตต์ และ 5.0 เมกะวัตต์ เพราะมีผลกำไรมากกว่า และระยะเวลาคืนทุนก็ต่ำกว่าอีกด้วย เพราะถ้าระยะเวลาคืนทุนนานเท่าใด

ความเสี่ยงต่อการขาดทุนก็มีมากขึ้น ฉะนั้นทางเลือกที่ 1 จึงเหมาะสมกับการพัฒนาโครงการนี้

3) โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กที่แม่น้ำแสนอำเภอผาไซ จังหวัดเชียงราย ส.ป.ป.ลาว เป็นโครงการที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไม่มาก เพราะไม่มีสัตว์ป่าต้องห้ามอาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียงพื้นที่อ่างเก็บน้ำ ไม่มีน้ำท่วมพื้นที่อยู่อาศัย และพื้นที่ทำมาหากินของประชาชน แต่มีทุ่งนาอยู่ด้านบนเขื่อน และด้านล่างของท้ายโรงจักรซึ่งน้ำไม่สามารถท่วมได้

เอกสารอ้างอิง

[1] บริษัทป่อทองอินเตอร์. 2555. การศึกษาสร้างบึงทิวเขาที่ด้านเศรษฐกิจ เทคนิค และสังคมโครงการไฟฟ้าน้ำตกตาดล่างน้ำแสน อำเภอผาไซ จังหวัดเชียงราย ส.ป.ป.ลาว (ภาษาลาว).

[2] กิรติ ลิ่วจันกุล. 2537. วิศวกรรมชลศาสตร์ THIRD EDITION ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยรังสิต.

[3] บุญทวี สีสมพร. 2555. ศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิคและเศรษฐศาสตร์โครงการไฟฟ้ากังหันน้ำขนาดเล็ก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[4] มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. 2552. รายงานฉบับสมบูรณ์การศึกษาศักยภาพและประเด็นทางกฎหมายในการพัฒนาไฟฟ้าพลังน้ำในลุ่มน้ำวัง. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติประจำปีงบประมาณ 2552.

[5] ชูลิต วัชรสินธุ์. 2532. การศึกษาความเหมาะสมโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำ. ฟิสิกส์เซ็นเตอร์การพิมพ์, กรุงเทพฯ.

[6] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก. (ม.ป.ป.) แหล่งที่มา: HYPERLINK <http://www.dedp.go.th>, 22 เมษายน 2554.

[7] เบญจพรรณ ชินวัตร. 2538. เศรษฐศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติ ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 2.