

บทที่ 5

การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์

ปัจจัยที่สำคัญส่วนหนึ่งสำหรับการตัดสินใจในการลงทุนติดตั้งระบบคือการประเมินผลความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบ สำหรับงานวิจัยนี้จะทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายรายปีต่อปริมาณน้ำที่สูบได้ทั้งปีของระบบสูบน้ำรังสีแสงอาทิตย์แบบชาเวรีที่ใช้ตัวรับรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ ระบบสูบน้ำรังสีแสงอาทิตย์แบบชาเวรีที่ใช้ตัวรับรังสีแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศ และระบบสูบน้ำจากปั๊มน้ำไฟฟ้า โดยกำหนดเงื่อนไขเบื้องต้นในการคำนวณคือ ปริมาณน้ำที่สูบได้ต่อวัน 20 ลูกบาศก์เมตร ความสูงของการสูบน้ำ 5 เมตร ค่าความเข้มพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยต่อวัน 16.7 เมกกะจูลต่อตารางเมตร ระบบทำงานตลอดทั้งปี 365 วัน ค่าไฟฟ้าชนิดละ 2.5 บาท ต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง และไม่คิดมูลค่าซากของระบบ โดยรายละเอียดของการคำนวณเพื่อเปรียบเทียบมีดังนี้

5.1 การคำนวณขนาดกำลังของระบบสูบน้ำรังสีแสงอาทิตย์แบบชาเวรี

การสูบน้ำปริมาณ m_w ไปที่ระดับความสูง h_p ซึ่งระบบมีประสิทธิภาพ η สำหรับระบบสูบน้ำรังสีแสงอาทิตย์ พลังงานที่ได้รับคือค่าพลังงานแสงอาทิตย์ โดยขนาดกำลังงานของระบบที่ใช้จะพิจารณาในมิติของพื้นที่ที่ตัวรับรังสีจากสมการที่รวบรวมโดย อำนวย ทองสถิต (2527) ดังนี้

$$A_c = \frac{\rho g h_p m_w}{\eta I} \quad (5.1)$$

A_c คือขนาดพื้นที่ที่ตัวรับรังสี η คือประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำรังสีแสงอาทิตย์ ρ คือความหนาแน่นของน้ำ g คือค่าคงที่แรงดึงดูดของโลก h_p คือระยะความสูงของน้ำที่สูบได้ m_w คือปริมาณน้ำที่สูบได้ I คือค่าเฉลี่ยความเข้มพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งวัน

5.2 การคำนวณค่าใช้จ่ายของน้ำที่สูบได้

ค่าใช้จ่ายของน้ำที่สูบได้สำหรับระบบสูบน้ำสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$C_w = \frac{C_T}{V_w} \quad (5.2)$$

C_w คือค่าใช้จ่ายของน้ำที่สูบได้ C_T คือค่าใช้จ่ายรวมรายปี V_w คือปริมาณน้ำที่สูบได้ทั้งปี

$$C_T = C_1 \left[\frac{i + (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] + C_M + C_F$$

C_1 คือค่าใช้จ่ายเริ่มต้น C_M คือค่าใช้จ่ายสำหรับบำรุงรักษาระบบรายปี C_F คือค่าใช้จ่ายสำหรับเชื้อเพลิงรายปี i คืออัตราดอกเบี้ย n คืออายุการใช้งานของระบบ

5.3 การคำนวณเพื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายรายปีของระบบสูบน้ำ

5.3.1 ระบบสูบน้ำรังสีแสงอาทิตย์แบบชาเวรีที่ใช้ตัวรับรังสีแบบแผ่นเรียบ

การคำนวณค่าใช้จ่ายสำหรับระบบสูบน้ำรังสีแสงอาทิตย์แบบชาเวรีที่ใช้ตัวรับรังสีแบบแผ่นเรียบพิจารณาที่อัตราดอกเบี้ย 8 % อายุการใช้งานของระบบ 10 ปี รายละเอียดการคำนวณมีดังนี้

ตาราง 5.1 รายจ่ายสำหรับระบบสูบน้ำรังสีแสงอาทิตย์ที่ใช้ตัวรับรังสีแบบแผ่นเรียบ

รายการ	ราคา(บาท)
- ตัวรับรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบขนาด 2 ตารางเมตร	13,000
- ถึงความแน่นและวัสดุโครงสร้างระบบ	25,000
- อุปกรณ์ระบบท่อ	20,000
- ค่าติดตั้ง	15,000
- ค่าบำรุงรักษาต่อปี	2,000

จากสมการ (5.1) สามารถคำนวณขนาดกำลังงานของระบบสูบน้ำรังสีแสงอาทิตย์แบบชาเวรีที่ใช้ตัวรับรังสีแบบแผ่นเรียบ โดยประสิทธิภาพรวมของระบบ 0.002 % ดังนั้นจะได้

$$A_c = \frac{1,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 5\text{m} \times 20 \frac{\text{m}^3}{\text{day}}}{0.002 \times (16.7 \times 10^6) \frac{\text{J}}{\text{m}^2 \cdot \text{day}}}$$

$$= 29.3 \text{ m}^2 \approx 29 \text{ m}^2$$

ค่าใช้จ่ายรายปีของระบบสูบน้ำจากสมการ (5.3)

$$C_T = 248,500 \left[\frac{0.08 \times (1+0.08)^{10}}{(1+0.08)^{10} - 1} \right] + 2,000$$

$$= 39,033.82 \frac{\text{Baht}}{\text{year}}$$

ค่าใช้จ่ายของน้ำที่สูบได้จากสมการ (5.2)

$$C_w = \frac{39,033.82 \frac{\text{Baht}}{\text{year}}}{20 \frac{\text{m}^3}{\text{day}} \times 365 \frac{\text{day}}{\text{year}}}$$

$$= 5.34 \frac{\text{Baht}}{\text{m}^3}$$

5.3.2 ระบบสูบน้ำรังสีแสงอาทิตย์แบบชาเวรีที่ใช้ตัวรับรังสีแบบสุญญากาศ

การคำนวณค่าใช้จ่ายสำหรับระบบสูบน้ำรังสีแสงอาทิตย์แบบชาเวรีที่ใช้ตัวรับรังสีแบบท่อสุญญากาศพิจารณาที่อัตราดอกเบี้ย 8 % อายุการใช้งานของระบบ 20 ปี รายละเอียดการคำนวณมีดังนี้

ตาราง 5.2 รายจ่ายสำหรับระบบสูบน้ำรังสีแสงอาทิตย์ที่ใช้ตัวรับรังสีแบบท่อสุญญากาศ

รายการ	ราคา(บาท)
- ตัวรับรังสีแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศขนาด 1.8 ตารางเมตร	40,000
- ถึงควมแน่นและวัสดุโครงสร้างระบบ	25,000
- อุปกรณ์ระบบท่อ	20,000
- ค่าติดตั้ง	15,000
- ค่าบำรุงรักษาต่อปี	2,000

จากสมการ (5.1) สามารถคำนวณขนาดกำลังงานของระบบสูบน้ำรังสีแสงอาทิตย์แบบชาเวรีที่ใช้ตัวรับรังสีแบบท่อสุญญากาศ โดยประสิทธิภาพรวมของระบบ 0.00389 % ดังนั้นจะได้

$$A_c = \frac{1,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 5\text{m} \times 20 \frac{\text{m}^3}{\text{day}}}{0.00389 \times (16.7 \times 10^6) \frac{\text{J}}{\text{m}^2 \cdot \text{day}}}$$

$$= 15.1 \text{ m}^2$$

$$\approx 15 \text{ m}^2$$

ค่าใช้จ่ายรายปีของระบบสูบน้ำจากสมการ (5.3)

$$C_T = 393,333 \left[\frac{0.08 \times (1+0.08)^{20}}{(1+0.08)^{20} - 1} \right] + 2,000$$

$$= 42,061.8 \frac{\text{Baht}}{\text{year}}$$

ค่าใช้จ่ายของน้ำที่สูบได้จากสมการ (5.2)

$$C_w = \frac{42,061.8 \frac{\text{Baht}}{\text{year}}}{20 \frac{\text{m}^3}{\text{day}} \times 365 \frac{\text{day}}{\text{year}}}$$

$$= 5.76 \frac{\text{Baht}}{\text{m}^3}$$

5.3.2 ระบบสูบน้ำจากปั๊มน้ำไฟฟ้า

การสูบน้ำที่ระยะความสูง 5 เมตร อัตราการสูบ 20 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน เป็นค่าที่ไม่สูงนักดังนั้นจึงเลือกปั๊มน้ำไฟฟ้าขนาดมอร์เตอร์ 0.55 กิโลวัตต์ อัตราการไหล 9 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง พิจารณาที่อัตราดอกเบี้ย 8 % อายุการใช้งานของระบบ 5 ปี รายละเอียดการคำนวณมีดังนี้

- ปั๊มน้ำหอยโข่งใบพัดเดียว ราคา	10,000	บาท
- อุปกรณ์ระบบท่อ	7,000	บาท
- ค่าติดตั้งและอุปกรณ์โครงสร้างระบบ	8,000	บาท
- ค่าบำรุงรักษาต่อปี 3.5 % ของต้นทุน		

สูบน้ำ 20 ลูกบาศก์เมตรต่อวันปั๊มไฟฟ้าจะทำงาน 2.22 ชั่วโมง ดังนั้นค่าไฟฟ้าของระบบสูบน้ำคำนวณได้ดังนี้

$$C_F = 2.50 \frac{\text{Baht}}{\text{kWh}} \times 2.22 \frac{\text{h}}{\text{day}} \times 0.55 \text{ kW} \times 365 \frac{\text{day}}{\text{year}}$$

$$= 1,115.3 \frac{\text{Baht}}{\text{year}}$$

ค่าใช้จ่ายรวมรายปีของระบบสูบน้ำจากสมการ (5.3)

$$C_T = 25,000 \left[\frac{0.08 \times (1 + 0.08)^5}{(1 + 0.08)^5 - 1} \right] + 1,115.3 + (25,000 \times 0.035)$$

$$= 8,251.71 \frac{\text{Baht}}{\text{year}}$$

ค่าใช้จ่ายของน้ำที่สูบได้จากสมการ (5.2)

$$C_w = \frac{8,251.71 \frac{\text{Baht}}{\text{year}}}{20 \frac{\text{m}^3}{\text{day}} \times 365 \frac{\text{day}}{\text{year}}}$$

$$= 1.13 \frac{\text{Baht}}{\text{m}^3}$$

สรุปการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการสูบน้ำ 20 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ที่ระยะความสูงของการสูบ 5 เมตร อัตราดอกเบี้ย 8 % และระบบทำงานตลอดทั้งปี 365 วัน พบว่าค่าใช้จ่ายของน้ำที่สูบได้จากระบบสูบน้ำรังสีแสงอาทิตย์แบบชาวารีที่ใช้ตัวรับรังสีแบบท่อสุญญากาศจะมีค่าสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระบบสูบน้ำรังสีแสงอาทิตย์ที่ใช้ตัวรับรังสีแบบแผ่นเรียบ และปั๊มน้ำไฟฟ้า โดยที่ค่าใช้จ่ายของน้ำที่สูบได้จากปั๊มน้ำไฟฟ้ามีค่าต่ำสุด ค่าใช้จ่ายของน้ำที่สูบได้จากระบบสูบน้ำรังสีแสงอาทิตย์ที่ใช้ตัวรับรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ ระบบสูบน้ำรังสีแสงอาทิตย์ที่ใช้ตัวรับรังสีแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศ และระบบสูบน้ำจากปั๊มน้ำไฟฟ้า เท่ากับ 5.34, 5.76 และ 1.13 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าระบบสูบน้ำที่ใช้ตัวรับรังสีแสงอาทิตย์ในการสูบน้ำยังมีราคาค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามระบบข้างต้นเหมาะที่จะใช้ในการสูบน้ำในชนบทที่ระบบจ่ายกระแสไฟฟ้ายังเข้าไปไม่ถึง