

# การเลือกพิจารณาปรับปรุงระบบสถานีสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (The Improvement of Solar Pumping Station)

นายนิทัศน์ สุดดีพงษ์  
สำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ  
118/3 ถนนพระราม 6 ซอย 34 แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400  
Nithat Suddeepong  
Bureau of Water Conservation and Rehabilitation, Department of Water resources  
118/3 Rama 6 Rd., soi 34 Phayathai, Bangkok 10400

## บทคัดย่อ

กรมทรัพยากรน้ำเป็นหน่วยงานในสังกัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีภารกิจ อนุรักษ์ ฟื้นฟู พัฒนา รักษาสมดุลทรัพยากรน้ำโดยคำนึงถึงระบบนิเวศ แต่เนื่องด้วยแหล่งน้ำธรรมชาติ ที่กรมทรัพยากรน้ำรับผิดชอบอยู่ ส่วนใหญ่อยู่ในที่ลุ่มต่ำ น้ำมีระดับต่ำกว่าพื้นที่ที่อยู่อาศัยและที่ทำกินของเกษตรกร ดังนั้นโครงการอนุรักษ์ ฟื้นฟู พัฒนาแหล่งน้ำธรรมชาติ/พื้นที่ชุ่มน้ำใดๆ ยังไม่สามารถตอบสนองกิจกรรมการใช้น้ำในด้านต่างๆให้กับเกษตรกรที่อาศัยในพื้นที่เกษตรน้ำฝนได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

การเลือกพิจารณาปรับปรุงระบบสถานีสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในปริมาณที่เหมาะสม สามารถใช้ในพื้นที่ชนบท ที่ระบบไฟฟ้าแรงสูง เข้าไม่ถึง (Off Grid) และสามารถใช้ร่วมกับไฟฟ้าแรงสูงได้ (Hybrid Inverter Solar Pump) ทำให้ประหยัดและลดภาระค่าไฟฟ้าได้ร้อยละ 30 เมื่อใช้เวลาเท่ากัน ดังนั้นการพิจารณาการเลือกระบบสถานีสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในพื้นที่ชนบทจึงมีความจำเป็นสำหรับการพัฒนาในพื้นที่เกษตรน้ำฝน (นอกเขตชลประทาน)

คำสำคัญ : แหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำมีระดับต่ำกว่าพื้นที่ที่อยู่อาศัยและที่ทำกินของเกษตรกร, สูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์, ลดภาระค่าไฟฟ้าได้ร้อยละ.....

## ABSTRACT

Department of Water Resource (DWR), Ministry of Resources and Environment was established with water resources conservation rehabilitation development and keep water balancing for ecosystem. Natural water resources always are in the lower area. It is hard to bring water for activities in rainfed agricultural area with high efficiency.

The Improvement of Solar Pumping Station can be used in the rural area that have not high voltage (Off Grid) and also can be used with high voltage (Hybrid Inverter Solar Pump) too. It can save energy more than 30%. So, The Improvement of Solar Pumping Station is very important for development of rainfed agricultural areas.

Keywords : Natural water resources always are in the lower area, Solar Pumping Station, save energy

## 1. บทนำ

ปัจจุบันพลังงาน แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ พลังงานสิ้นเปลืองและพลังงานหมุนเวียน โดยพลังงานสิ้นเปลือง คือ พลังงานที่ใช้แล้วหมดไป เช่น ถ่านหิน น้ำมันดิบ น้ำมันเชื้อเพลิง ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น ส่วนพลังงานหมุนเวียน ได้แก่ พลังงานที่ได้จากไม้ แกลบ กากอ้อย ชีวมวล น้ำ แสงอาทิตย์ ลม เป็นต้น ประเทศไทยเป็นพื้นที่เกษตรกรรมมีการใช้พลังงานเพื่อการเกษตรเป็นจำนวนมาก คือการสูบน้ำเข้าสู่พื้นที่เกษตรมีต้นทุนค่าพลังงานค่าน้ำมัน ค่าไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น การเลือกพิจารณาปรับปรุงระบบสถานีสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย ลดต้นทุนในการผลิต และยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางการพิจารณาเลือกระบบสถานีสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ให้เหมาะสม และเปรียบเทียบพลังงานต้นทุนที่ใช้กับระบบสูบน้ำ

## 2. อุปกรณ์และวิธีการ

### 2.1 องค์ประกอบระบบสถานีสูบน้ำ

โครงการสถานีสูบน้ำเป็นโครงการสูบน้ำดิบบริมาณมากๆ ส่งให้กับแหล่งน้ำต้นทุนของระบบประปาหมู่บ้าน (โครงข่ายน้ำระดับตำบล) เพื่ออุปโภคบริโภค ปศุสัตว์ และส่งน้ำให้เกษตรกรสำหรับการปลูกพืชผักเศรษฐกิจ ไม้ผล หรือส่งน้ำไปยังแหล่งน้ำอื่นเพื่อรักษาระบบนิเวศหรือเพื่อการท่องเที่ยว ในช่วงฤดูแล้ง ที่เกิดสภาวะการขาดแคลนน้ำทั้งในด้านด้านอุปโภคบริโภค และการเกษตร มีองค์ประกอบหลักคือ 1) สถานีสูบน้ำ (Pump Station) 2) ท่อส่งน้ำ (Pipeline) 3) แหล่งน้ำต้นทุน (Storage Reservoir) 4) พลังงานต้นทุน (Energy)

#### 2.1.1 สถานีสูบน้ำ และชนิดเครื่องสูบน้ำ (Pump Station)

ประเภทของสถานีสูบน้ำ ที่ใช้กันส่วนใหญ่ มี 2 รูปแบบได้แก่

1) สถานีสูบน้ำแบบบ่อแห้ง (Dry Pit) ระบบนี้จะชักน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น แม่น้ำ หนอง บึง เข้าสู่สถานีสูบน้ำด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกผ่านคลองชักน้ำสู่บ่อพักน้ำซึ่งก่อสร้างด้วย กำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กกันระหว่าง คลองชักน้ำและพื้นของสถานีสูบน้ำซึ่งมีระดับเดียวกับคลองชักน้ำ จากนั้นจึงสูบน้ำเข้าสู่พื้นที่รับประโยชน์ ด้วยเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง (Centrifugal pump) หรือเครื่องสูบน้ำแบบแนวนอน (Horizontal Centrifugal Pump) มีมอเตอร์และเครื่องสูบน้ำจะติดตั้งอยู่ในบ่อข้างเคียงบ่อพักน้ำ รูปที่ 1

2) สถานีสูบน้ำแบบบ่อเปียก (Wet Pit) ระบบนี้จะชักน้ำจากจากแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น แม่น้ำ หนอง บึง เข้าสู่สถานีสูบน้ำด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกผ่านคลองชักน้ำสู่บ่อพักน้ำใต้โรงสูบน้ำ จากนั้นจึงสูบน้ำโดยเครื่องสูบน้ำชนิดมีแกนหมุนอยู่ในแนวตั้งซึ่งติดตั้งอยู่บนพื้นโรงสูบน้ำด้านบนระดับเดียวกับพื้นดิน ส่วนตัวเครื่องสูบน้ำจะจมอยู่ในบ่อพัก (Vertical Turbine Pump) เข้าสู่พื้นที่รับประโยชน์ รูปที่ 2

#### 2.1.2 ท่อส่งน้ำ (Pipeline)

1) วิธีส่งน้ำเข้าพื้นที่ได้รับประโยชน์ สถานีสูบน้ำอยู่ใกล้ๆแหล่งน้ำสาธารณประโยชน์ที่มีปริมาณน้ำเพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำในด้านต่างๆ มีวิธีดังนี้

1.1) โดยใช้ระบบส่งน้ำด้วยท่อส่งน้ำรับแรงดันโดยอาศัยแรงดันน้ำ (Water Pressure) จากเครื่องสูบน้ำ ส่งน้ำพื้นที่เป้าหมาย

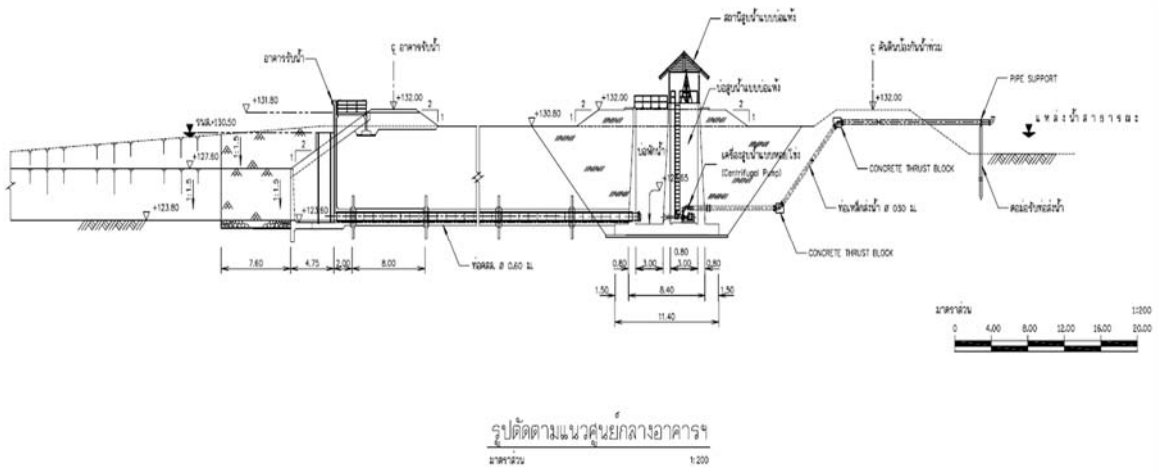
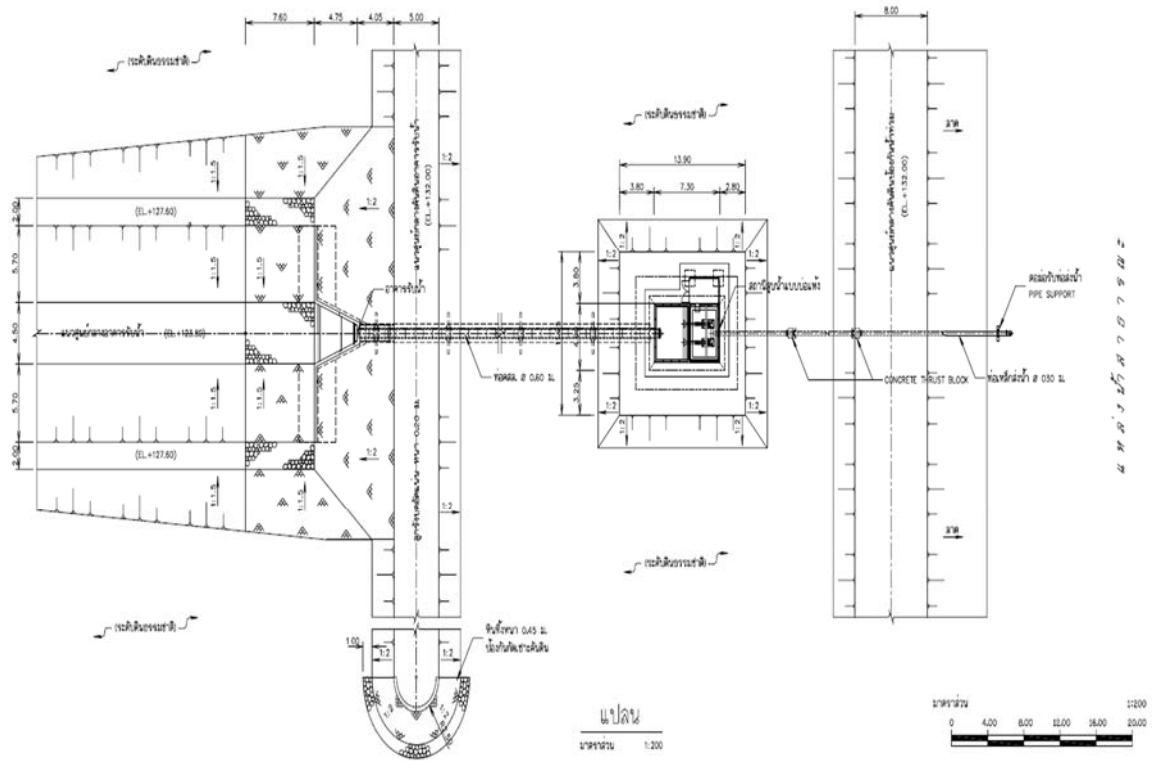
1.2) โดยใช้ระบบส่งน้ำด้วยท่อส่งน้ำรับแรงดันโดยอาศัยแรงดันน้ำ (Water Pressure) ส่งขึ้นบ่อพักน้ำ (Head Tank) เพื่อลดความรุนแรงของน้ำ บ่อพักน้ำควรตั้งอยู่บนเนินสูงสุดของพื้นที่ ก่อนปล่อยน้ำไหลลงคลองส่งน้ำลาดคอนกรีตโดยอาศัยแรงโน้มถ่วง (Gravity) หรือส่งด้วยท่อน้ำด้วยแรงดัน (Pressure Pipe) ตามตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติท่อ ตารางที่ 1 และตารางที่ 2

2) การวิเคราะห์พลศาสตร์ของทางเลือกระบบสูบส่ง

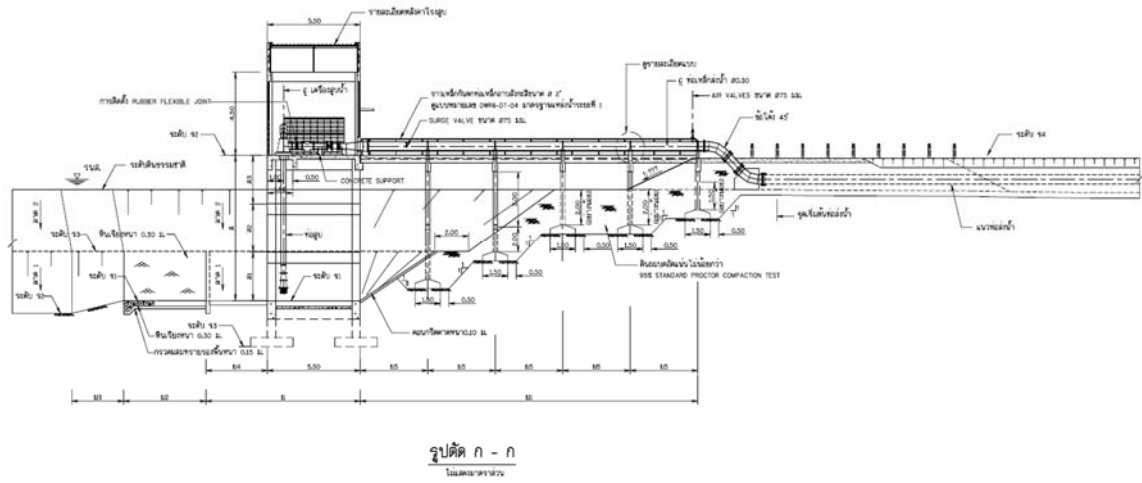
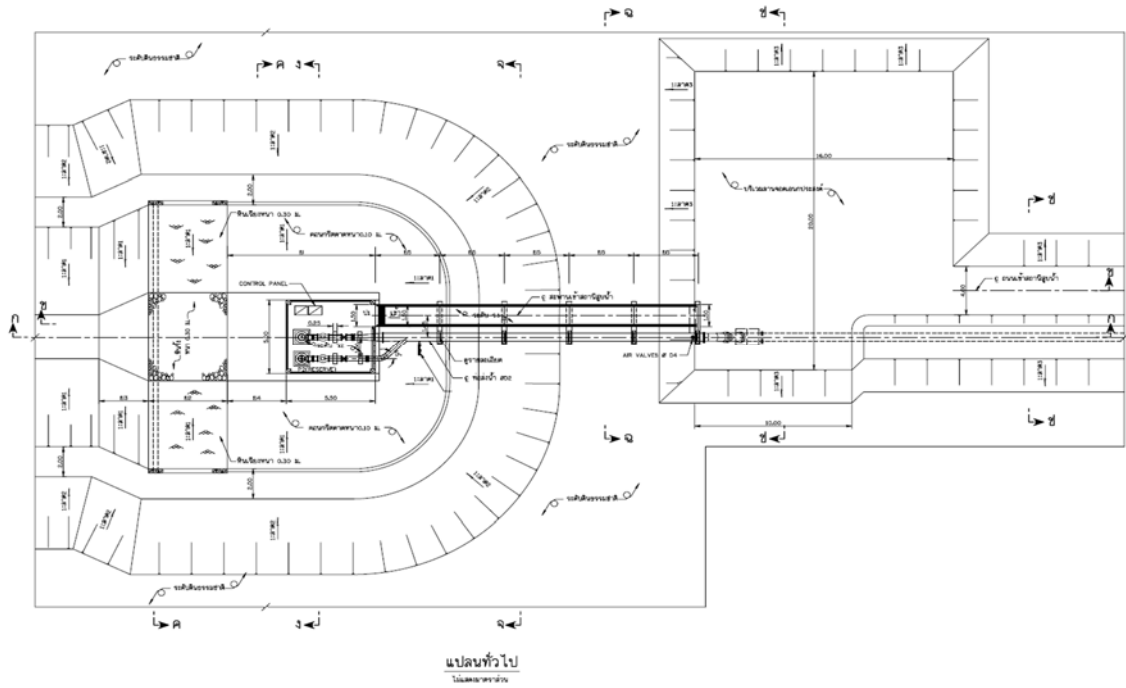
ในการวิเคราะห์ทางพลศาสตร์ของระบบสูบส่งน้ำจะใช้สมการความสัมพันธ์ระหว่างความดัน (Pressure) ความเร็ว (Velocity) และระยะสูบส่ง (Head) โดยสมการที่ใช้ในการคำนวณมีดังต่อไปนี้

2.1) Continuity Equation

$$Q = VA$$



รูปที่ 1 ภาพแสดงระบบสูบน้ำด้วยสถานีสูบน้ำแบบบ่อแห้ง (Dry Pit) โดยเครื่องสูบน้ำแบบแนวนอน (Horizontal Centrifugal pump)



รูปที่ 2 ภาพแสดงระบบสูบน้ำด้วยสถานีสูบน้ำแบบบ่อเปียก (Wet Pit) โดยเครื่องสูบน้ำชนิดมีแกนหมุนอยู่ในแนวตั้ง (Vertical Turbine Pump)

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของท่อส่งน้ำรับแรงดันสูง

คุณสมบัติ	ท่อเอช ดี พี อี	ท่อ พี วี ซี	ท่อซีเมนตีโยหิน	ท่อเหล็ก
น้ำหนักท่อ	เบา	เบา	หนักกว่าท่อเอช ดี พี อี และพีวีซี 3-4 เท่า	หนักกว่าท่อเอช ดี พี อี และพีวีซี 7-8 เท่า
การขนส่ง	น้ำหนักเบา บรรทุก ได้มากกว่า สะดวกในการขนส่ง สามารถ สอดท่อขนาดเล็ก ลงในท่อขนาดใหญ่ได้สำหรับท่อเล็กกว่า 100 มม.	เหมือนท่อ เอช ดี พี อี แต่ไม่สามารถขุดเป็นม้วนได้	ต้องเตรียมอุปกรณ์ในการยก และจัดวาง โดยต้องระมัดระวังเป็นพิเศษเพราะท่อมักแตกหักได้ง่าย	น้ำหนักมาก ต้องจัดเตรียม อุปกรณ์ในการยกและจัดวาง
การโค้งงอ	ได้ 25-50 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ	ได้เล็กน้อย	ไม่ได้เปราะ แตกง่าย	ไม่ได้
การไหลของน้ำในท่อ(ค่าสัมประสิทธิ์ของ Hazen William)	C= 150	C= 140	C= 100	C = 100
ความเร็วของคลื่นความดันน้ำในท่อ	200 - 400 เมตร/วินาที	200 - 400 เมตร/วินาที	600 - 800 เมตร/วินาที	1,000 - 1,200 เมตร/วินาที
การทนแรงดันสูงสุด	16 บาร์	8.5 - 13.5 บาร์	25 บาร์	50 บาร์
อุณหภูมิสูงสุด	40 ถึง 60 °c	0 ถึง 60 °c	30 ถึง 45 °c	100 ถึง 300 °c
อายุการใช้งานสูงสุด	มากกว่า 50 ปี	10 - 20 ปี	10 - 20 ปี	10 - 30 ปี
ผิวภายในท่อ	ไม่เป็นสนิมและไม่จับคราบหินปูน	ไม่เป็นสนิมและไม่จับคราบหินปูน	มีค่า WATER ABSORPTION = 2% จับคราบหินปูน	เป็นสนิมและจับคราบหินปูน
ความทนทานต่อสารเคมี	ทนต่อสารเคมี กรด ค่าง ได้ดี	ทนต่อสารเคมี กรด ค่าง ได้ดี ยกเว้นสารละลายบางอย่าง	ไม่สามารถทนการกัดกร่อนของสารเคมี	ไม่สามารถทนการกัดกร่อนของสารเคมี
การวางท่อในพื้นดิน	เชื่อมท่อบนดินแล้วจึงดันท่อลงในร่องดินภายหลังได้	ปักดินเชื่อมในร่องดิน	ต้องเตรียมอุปกรณ์ในการยกและจัดวางต้องเปิดหน้าดินให้กว้างเพื่อทำการเชื่อมต่อท่อในร่องดิน	ต้องเตรียมอุปกรณ์ในการยกและจัดวางต้องเปิดหน้าดินให้กว้างเพื่อทำการเชื่อมต่อท่อในร่องดิน
ค่าใช้จ่ายในการขนส่งและติดตั้งเทียบกับมูลค่า(ไม่รวมอุปกรณ์อื่น ๆ เช่นปั๊มวาล์ว ฯลฯ)	10%	10%	30% (ไม่รวมค่าเสียหายของท่อซึ่งแตกหักได้ง่าย)	30%
การต่อท่อ	Bult Wddding รอยเชื่อมเป็นเนื้อเดียวกัน โดยสมบูรณ์ไม่มี การรั่วไหล	ใช้ข้อต่อและกาว อาจมีการรั่วไหล	ใช้ข้อต่อซึ่งจะทำให้มีอัตรา การรั่วไหล	ใช้น้ำประสานเชื่อมต่อด้วยกัน, ราคาแพง
การติดตั้ง	ง่ายและรวดเร็ว	ง่าย	ยาก	ยาก
การซ่อมแซม	ตัดเปลี่ยนท่อ	ตัดเปลี่ยนท่อ	ใช้ Gibault	เชื่อม
Water Hammer ที่เกิด	น้อย	มากกว่าท่อ PE	มาก	มาก
การทนต่อ Water Hammer	มาก	น้อย	น้อย	มาก
การใช้งานในสภาพที่ดินมีการทรุดตัว	น้อยมาก หรืออาจไม่มี	ท่อและข้อต่อจะแตกร้าวได้ง่าย	ท่อและข้อต่อแตกร้าวได้ง่าย	รอยเชื่อมต่อกของท่ออาจจะรั่วหรือร้าว
การใช้งานในสภาพที่แนวท่อน้ำมีการเปลี่ยนแปลงระดับหรือทิศทางบ่อยตามธรรมชาติ	ใช้อุปกรณ์ข้อต่อน้อยมาก เนื่องจากค้ำท่อสามารถโค้งงอได้ตามธรรมชาติ	สามารถโค้งงอได้เล็กน้อย ใช้ข้อต่อมาก	ต้องใช้อุปกรณ์ข้อต่อมากทำให้มีโอกาสน้ำจะเกิดรอยแตกร้าวสูง	ไม่สามารถโค้งงอได้ ใช้ข้อต่อมาก
การทน IMPACT	สูง	ต่ำ	ต่ำ	สูง
การทนต่อแสงแดด	มาก	น้อย	ต่ำ	มาก

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของท่อส่งน้ำด้วยแรงดัน

คุณสมบัติ	ท่อ PROPIPE	GRP PIPE	CORRUGATED PIPE	ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก
1. ชนิดของท่อ	ท่อเทอร์โมพลาสติกเสริมเหล็กกล้า	ท่อพลาสติกเสริมใยแก้ว	ท่อเทอร์โมพลาสติก	ท่อปูน
2. องค์ประกอบ	พลาสติก พียู เสริมเหล็กกล้า	วัสดุคอมโพสิท (Composite material)	พลาสติกพียูเนื้อเดียวกับท่อ (Homogenous Plastic)	ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ หิน ทรายหยาบ และเหล็กเสริม
3. มาตรฐาน	ASTM F2435-15 และ มอก.2764	ASTMD3262	EN 13476	มอก. 128-2528
4. กระบวนการผลิต	กระบวนการอัดรีดและเชื่อมแบบ พันเกลียว	เทคนิคการหล่อด้วยแรง เหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	กระบวนการอัดรีดและ เชื่อมแบบพันเกลียว	บรรจุคอนกรีตและเหล็กเสริม อัดเข้าเป็นรูปท่อในแบบ
5. ขนาดท่อ	300 - 3000 มม.	300 - 2400 มม.	300 - 3000 มม.	300 - 3600 มม.
6. น้ำหนัก	เบากว่าทุกชนิด	หนักกว่าท่อพียู ประมาณ 2 เท่า	เบา	หนักกว่าท่อเอสดีพียู 10 เท่า
7. ความยาวมาตรฐาน	12 เมตร หรือตามที่ตกลง	6 เมตร	12 เมตร หรือตามที่ตกลง	1 - 5 เมตร
8. ผิวภายในท่อ	ผิวภายในท่อเรียบลื่น ไม่เป็นสนิม ไม่จับคราบหินปูน	ผิวภายในท่อไม่เป็นสนิม ไม่จับคราบหินปูน	ผิวภายในท่อเรียบลื่นไม่เป็น สนิม ไม่จับคราบหินปูน	ผิวภายในท่อขรุขระ เมื่อใช้ ไปนาน ๆ จะเกิดการสึกกร่อน
9. สัมประสิทธิ์แรง เสียดทาน	C = 150	C = 150	C = 150	C = 155
10. การเชื่อมต่อ	ใช้แกล้มรัดท่อ PE หรือ เชื่อม โดยวิธี Electro Fusion เป็นเนื้อ เดียวกัน	ใช้แหวนยาง	ใช้วิธีเชื่อมโดย Hand Extrusion รอยเชื่อมเป็นเนื้อ เดียวกัน	ท่อต่อชนิดปากกระจิง ขาแนว ด้วยปูนซีเมนต์ทุก ๆ เมตร
11. อายุการใช้งาน	50 ปี	ขึ้นอยู่กับอายุของแหวนยาง	50 ปี	10 - 20 ปี
12. การโค้งงอ	ได้ประมาณ 50 เท่า ของ CD	น้อย	ได้ประมาณ 50 เท่า ของ CD	ไม่ได้
13. การรั่วซึม	การเชื่อมต่อโดยวิธี Electro Fusion รอยเชื่อมเป็นเนื้อเดียวกันกับท่อ ถือว่าเป็นการเชื่อมต่อที่ไม่มีกรั่วซึม	การหลุดตัวของท่อจากน้ำหนัก บรรทุกการขยายตัวของท่อ เนื่องจากอุณหภูมิ อาจจะ ทำให้รอยต่อรั่วซึม	การเชื่อมต่อโดยวิธี Extrusion ถือว่าเป็นการเชื่อมต่อที่ไม่มีกรั่ว รั่วซึม	ตามสภาพดินที่เกิดการ ทรุดตัว อาจทำให้รอยต่อหลุด หรือหักออกจากกัน เกิดการ รั่วซึมสูง
14. การทนต่อสารเคมี	ทนต่อสารเคมี กรด ด่าง ได้ดี	ความสามารถในการต้านทาน สารเคมี ขึ้นอยู่กับการออกแบบท่อ ในแต่ละชั้น	ทนต่อสารเคมี กรด ด่าง ได้ดี	ไม่สามารถทนต่อการกัดกร่อน
15. การทนต่อแรงกระแทก	สูง	น้อย	สูง	ปานกลาง
16. การวางท่อ	เชื่อมท่อนดินแล้วจึงวางท่อลงใน ร่องดินภายหลังได้ หรือเชื่อมท่อ ในร่องดินก็ได้	จะต้องมีการปรับให้ระดับมี ความราบเรียบเพียงพอต่อ การวางท่อ	เชื่อมท่อนดินแล้วจึงวางท่อ ลงในร่องดินภายหลังได้	ทำการเชื่อมต่อบริเวณใน ร่องดิน
17. การซ่อมท่อ	ด้วยวิธีเชื่อม Electro และ Hand	ข้อต่อแบบ Socket	ด้วยวิธีการเชื่อม Hard Extrude	ซ่อมโดยใช้ปูนซีเมนต์ ทราย หิน
18. การทนต่อแรงกดทับ	ไม่น้อยกว่า 0.4 Mpa	SN 8	SN 2 ถึง SN 8	ดีมาก
19. น้ำหนักต่อเมตร (เทียบกับท่อ Propipe)	เบากว่าท่อทุกชนิด เพราะได้โครง เหล็กช่วยความแข็งแรงจึงประหยัด เนื้อพลาสติก	มาก	เบา	หนักมาก
20. ระยะเวลาในการ ก่อสร้างทั้ง โครงการ	น้อย (สามารถผลิตความยาวท่อได้ ถึง 12 เมตร/ท่อน)	มาก	น้อย	มาก

เมื่อ	Q	=	อัตราการไหล, ลบ.ม./วินาที
	V	=	ความเร็ว, เมตร/วินาที
	A	=	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ, ตร.ม.

## 2.2) Energy Equation

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_p = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + h_L + h_{min}$$

เมื่อ	Z	=	ค่าระดับเหนือจุดอ้างอิง, ม.
	P	=	ความดัน, กิโลนิวตัน/ตร.ม.
	V	=	ความเร็ว, ม./วินาที
	$\gamma$	=	น้ำหนักจำเพาะของน้ำ, กิโลนิวตัน/ลบ.ม.
	g	=	ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก, 9.81 ม./วินาที <sup>2</sup>
	$h_L$	=	การสูญเสียเฮดในท่อ, ม.
	$h_{min}$	=	ความดันต่ำสุดที่กำหนด ณ จุดปล่อยน้ำ, ม.
	$Z_p$	=	ค่าระยะการสูบส่งของเครื่องสูบน้ำ, ม.

## 2.3) Hazen-Williams Formula

$$I = 10.666 C^{-1.85} D^{-4.87} Q^{1.85}$$

เมื่อ	I	=	ความลาดชลศาสตร์, เมตร/เมตร
	C	=	Hazen-William Coefficient ซึ่งขึ้นอยู่กับความเรียบของผนังท่อ สำหรับท่อเหล็กและท่อเหล็กหุ้มคอนกรีต กำหนด C = 120 สำหรับท่อโพลีเอทิลีนและท่อพีวีซี กำหนด C = 130 ซึ่งค่านี้คิดเพื่อการสูญเสียเนื่องจากข้อต่อวาล์วและอุปกรณ์ท่ออื่นๆ แล้ว
	D	=	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อ, เมตร
	Q	=	อัตราการไหล, ลบ.ม./วินาที

## 2.4) กำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ

$$KW = \frac{QH}{102\eta}$$

เมื่อ	KW	=	กิโลวัตต์ของมอเตอร์
	Q	=	อัตราการไหล, ลิตร/วินาที
	H	=	ระยะสูบส่งของเครื่องสูบน้ำ, เมตร
	$\eta$	=	ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ, เช่น 0.75 เป็นต้น

## 3) ชนิดของท่อส่งน้ำ

### 3.1) ท่อเหล็ก (Steel Pipe)

#### ข้อดีและข้อเสีย

- |       |   |  |
|-------|---|--|
| ข้อดี | - | ค่าลงทุนต่ำและสามารถใช้กับข้อต่อได้หลายประเภท  |
|       | - | กำลังรับแรงดัดสูงสามารถใช้กับวัสดุรองรับหรือรองรับได้หลายชนิดและทนแรงดันใช้งานสูงๆ ได้ |
|       | - | ท่อเหล็กเหนียวปกติจะไม่พังเนื่องจากการเปราะ  |
|       | - | สามารถผลิตข้อต่อที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานที่ต้องการได้                              |

- อุณหภูมิสูงหรือแสงอุลตราไวโอเล็ตจะไม่มีผลกระทบต่อท่อ
- หากใช้การต่อเชื่อมท่อ ก็ไม่จำเป็นต้องมีแท่นคอนกรีตรับแรง (Thrust Blocks)
- ข้อเสีย - หากการเคลือบเพื่อป้องกันท่อไม่ดีหรือไม่มีระบบป้องกันสนิมที่เหมาะสมผนังด้านนอกของท่อก็จะผุกร่อนได้
- ต้องออกแบบให้รับแรงดันต่ำกว่าบรรยากาศที่เกี่ยวข้องได้ (Negative Pressure)
- ท่อที่มีความยาวมากและเคลือบภายในหรือภายนอกด้วยคอนกรีต ต้องวางท่ออย่างเหมาะสมเพื่อป้องกันการแตกของมอดาร์

## 2) ท่อโพลีเอทิลีน (Polyethylene Pipe)

ท่อโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง คือ ท่อที่ทำด้วยโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง

ข้อดีและข้อเสีย

- ข้อดี - มีความอ่อนตัวแต่แข็งแรงและทนต่อการแตกหัก
- ทนทานต่อการกัดกร่อนทุกรูปแบบ
- เบาและง่ายต่อการติดตั้ง
- ง่ายต่อการตัดต่อท่อในสนาม
- ข้อเสีย - ต้องมีการรองพื้นและถมดินกลับโดยวิธีที่มีคุณภาพสูงกว่าท่อที่มีความแข็งแรงมากกว่า
- เพื่อให้รับแรงได้มากขึ้น ความหนาท่อต้องมากขึ้น ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางภายในลดลง
- กำลังรับแรงลดลง เมื่ออุณหภูมิและเวลาการใช้งานมากขึ้น
- หากตากแดดเป็นเวลานานท่ออาจเสื่อมเนื่องจากแสงอุลตราไวโอเล็ต
- ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวสูง
- ต้องมี Tracing wire เพื่อหาตำแหน่งท่อในอนาคต
- ไม่ส่งผ่านเสียงการรั่ว
- ราคาแพง

## 3) ท่อพีวีซี

ท่อพีวีซี คือ ท่อที่ทำขึ้นจากโพลีไวนิลคลอไรด์ โดยไม่ผสมพลาสติกไฮเซออร์

ข้อดีและข้อเสีย

- ข้อดี - น้ำหนักเบา ง่ายต่อการขึ้นลงและวางท่อ
- ง่ายต่อการต่อท่อ เช่น ใช้แหวนยาง
- ข้อต่อยืดหยุ่น (Flexible Joint) สามารถรับการเบี่ยงมุมได้เล็กน้อย
- ทนทานต่อการขีดสี สารเคมีและการกัดกร่อน
- ข้อเสีย - ขนาดที่ผลิตขายทั่วไป 16-400 มม.
- กำลังรับแรงลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
- การวางท่อต้องทำอย่างระมัดระวัง และการรองพื้นหรือการถมดินกลับต้องมีการควบคุมอย่างดี
- หากตากแดดเป็นเวลานานแสงอุลตราไวโอเล็ตจะทำให้ท่อเสื่อมได้
- อาจเกิดการลอยของท่อหากออกแบบไม่ดี
- การหาตำแหน่งท่อหรือการตรวจสอบการรั่วไหลทำได้ยาก
- ต้องมีแท่นคอนกรีตรับแรงหรือการตั้งรั้งท่อที่เหมาะสมเพื่อรับ Thrust Force

### 2.1.3 แหล่งน้ำต้นทุน

แหล่งน้ำสาธารณประโยชน์ แบ่งเป็น 2 ประเภท

1) ทางน้ำไหล เช่น แม่น้ำ ลำน้ำ ลำห้วย คลอง มีการไหลของน้ำตลอดเวลา และระดับน้ำมีเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว อัตราลาดเท (Slope) ลาดชันตามธรรมชาติ ความแตกต่างระหว่างผิวน้ำและตลิ่ง ในฤดูแล้งแตกต่างกันมาก ในฤดูฝนน้ำอาจท่วมได้



2) แหล่งน้ำปิด เช่น อ่างเก็บน้ำ หนองน้ำ บึง กุด สระน้ำ หรือพู่ เป็นจุดต่ำสุดเพื่อรองรับน้ำท่าที่ไหลลงมา รวมกัน ความสูงระหว่างผิวน้ำและตลิ่งไม่มากนัก

#### 2.1.4 พลังงานต้นทุน

โครงการสถานีสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นโครงการสูบน้ำต้นทุนปริมาณมากๆ ดังนั้นพลังงานต้นทุนที่ใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำในปัจจุบัน มีดังนี้

1) พลังงานไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานสิ้นเปลือง มีค่าใช้จ่ายและเป็นต้นทุนในการผลิต เป็นไฟฟ้าแรงสูง 3 เฟส 4 สาย แรงดันไฟฟ้า 380 โวลต์ การใช้งานในพื้นที่ชนบทอาจทำได้ลำบาก ด้วยความต้องการน้ำเพื่ออุปโภคบริโภค และเพื่อการเกษตรเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิต จะต้องมีการออกแบบที่เหมาะสม คำนวณการลงทุน เนื่องจากมีค่าลงทุนเรื่องการขยายเขตไฟฟ้าแรงสูง และค่าใช้จ่ายรายเดือน ดังนั้นการที่รัฐจะลงทุน กลุ่มเกษตรกรต้องมีการจัดตั้งกลุ่มผู้ใช้น้ำมารองรับระบบ เรื่องค่าไฟฟ้าและเพื่อการดูแลรักษา

2) พลังงานแสงอาทิตย์ แผงโซลาร์เซลล์ (Solar Panel) ทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้รับเป็นพลังงานไฟฟ้า กระแสตรง และอินเวอร์เตอร์ (Inverter) ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรงแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ไปขับเคลื่อนมอเตอร์ปั๊มสูบน้ำ สามารถสูบน้ำทั้งจากแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินที่เป็นบ่อบาดาล อินเวอร์เตอร์โดยทั่วไป คือ ไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อต้องรับแรงดันที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตามความเข้มของแสงอาทิตย์ที่ไม่แน่นอน และบางครั้งจำเป็นต้องใช้จำนวนแผงโซลาร์มากเกินความจำเป็น และทำให้ต้นทุนสูงขึ้นปัจจุบันได้พัฒนาเทคโนโลยีสูบน้ำแบบประหยัด Solar Pump Inverter เป็นอินเวอร์เตอร์สำหรับปั๊มน้ำที่ไม่ต้องใช้ร่วมกับแบตเตอรี่ และสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพแม้ว่าจะต้องเผชิญกับความเข้มแสงอาทิตย์ที่ไม่แน่นอน ด้วยระบบ MPPT (Maximum Power Point Tracking) มีแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ และ 380 โวลต์ มีข้อดีและข้อเสียดังนี้

##### ข้อดี

(1) พลังงานแสงอาทิตย์ไม่มีวันหมด แหล่งพลังงานอื่นๆ ที่เราใช้งานอยู่ ทั้ง น้ำมัน ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น ล้วนแต่เป็นทรัพยากรที่มีจำกัด ต่างจากดวงอาทิตย์ที่จะยังคงอยู่ในจักรวาล

(2) เป็นแหล่งพลังงานสะอาดไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ เกิดจากการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นกระแสไฟฟ้าโดยตรง ต่างจากการผลิตไฟฟ้าอื่นๆ ที่ต้องเผาไหม้ เมาถ่านหิน แล้วปั่นเทอร์ไบน์ด้วยไอน้ำซึ่งก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รวมทั้งมลภาวะทางเสียง

(3) สร้างไฟฟ้าได้ทุกขนาดตั้งแต่เล็กๆ เพื่อใช้กับเครื่องคิดเลข จนถึงโรงงานไฟฟ้าขนาดใหญ่ระดับ 100 kW ขึ้นไป ใช้เซลล์แสงอาทิตย์ลักษณะพื้นฐานได้เหมือนกัน ประสิทธิภาพเท่ากัน ต่างจากโรงงานผลิตไฟฟ้าทั้งพลังน้ำ การเผาเชื้อเพลิงพลังงานปรมาณู ประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานจะขึ้นกับขนาดของระบบ

(4) ผลิตที่ไหนใช้ที่นั่นระบบไฟฟ้าปกติที่นั่นแหล่งผลิตไฟฟ้ากับจุดใช้งานมักอยู่คนละที่ตักกัน และจะต้องมีระบบทำการส่ง แต่เซลล์แสงอาทิตย์จะต่างจากระบบไฟฟ้าปกติ คือ สามารถผลิตไฟฟ้าในบริเวณที่จะใช้งานได้ หรือจะติดบนหลังคาบ้าน เพื่อสร้างไฟฟ้าใช้เองในบ้านเลย

##### ข้อเสีย

(1) ความเข้มของแสงและอุณหภูมิจะส่งผลกระทบต่อกระแสไฟฟ้าที่ผลิต ถ้าความเข้มของแสงลดลงจะทำให้กระแสไฟลดลง ถ้าความเข้มของแสงมากขึ้นจะทำให้กระแสไฟมากขึ้น

(2) ปริมาณไฟฟ้าที่ได้จะแปรผันตามสภาพอากาศ เนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์ input ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ (ความเข้มแสงอาทิตย์) ดังนั้น output จึงแปรผันตามไปด้วย

(3) ไม่สามารถเก็บไฟฟ้าไว้ได้ กระแสไฟฟ้าจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีแสงอาทิตย์ ดังนั้นการออกแบบระบบหากจำเป็นจะต้องมีการผสมกับไฟฟ้าปกติ (Hybrid Inverter Solar Pump) หรือแบตเตอรี่เพื่อใช้ในเวลาที่เราเซลล์แสงอาทิตย์ไม่จ่ายกระแสไฟ

## 2.2 การศึกษาความต้องการใช้น้ำและปริมาณน้ำที่สูญเสีย

### 2.2.1 ความต้องการใช้น้ำ

การคำนวณหาปริมาณความต้องการใช้น้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูแล้ง ควรจัดทำน้ำสำหรับการอุปโภคบริโภค และน้ำสำหรับสัตว์เลี้ยงเป็นลำดับแรก จากนั้นน้ำที่เหลือจึงนำไปใช้ในการเพาะปลูกเช่นปลูกพืชผัก ไร่ สวน เป็นต้น ซึ่งการศึกษาความต้องการใช้น้ำ ประกอบด้วย

1) ความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค

วิเคราะห์จากข้อมูลจำนวนประชากรผู้ใช้น้ำในเขตพื้นที่จากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และอัตราการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค ซึ่งคนเราใช้ประมาณ 100 ลิตร/คน/วัน ในพื้นที่ชนบท และ 200 ลิตร/คน/วัน ในเขตชุมชน

2) ความต้องการน้ำเพื่อการปศุสัตว์

พิจารณาปริมาณน้ำเพื่อการเลี้ยงสัตว์ตลอดทั้งปี คือ 12 เดือน อัตราการใช้น้ำ วัว 50 ลิตร/ตัว/วัน ควาย 50 ลิตร/ตัว/วัน หมู 20 ลิตร/ตัว/วัน ไก่ 0.15 ลิตร/ตัว/วัน เป็ด 0.15 ลิตร/ตัว/วัน

2.2.2 ปริมาณน้ำที่สูญเสียจากการระเหย

ปริมาณน้ำที่สูญเสียจากการระเหย คือ ปริมาณน้ำในสระเก็บน้ำ หนองน้ำหรือบึง ธรรมชาติที่ถูกความร้อนจากแสงอาทิตย์แผดเผาแล้วระเหยเป็นไอไปในอากาศคิดเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง 6 เดือน คือระหว่างเดือนธันวาคม-พฤษภาคม ปริมาณน้ำที่สูญเสียจากการระเหยคิดได้ดังนี้

$$EVP = E \times RA / 2000$$

EVP = ปริมาณน้ำที่สูญเสียจากการระเหย มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร

RA = พื้นที่ผิวน้ำที่ระดับเก็บกัก (ตารางเมตร)

E = อัตราการระเหย (มิลลิเมตร)

ในกรณีที่มีข้อมูลปริมาณการระเหยจากภาควิทยาการระเหยที่สถานีที่ตั้งอยู่บริเวณข้างเคียงพื้นที่โครงการ สามารถคำนวณอัตราการระเหย (E) ได้ โดยคุณด้วยสัมประสิทธิ์ภาควิทยาการระเหย 0.70 และพิจารณาปริมาณการระเหย 6 เดือน คือ ระหว่างเดือนธันวาคม-พฤษภาคม

2.2.3 ปริมาณน้ำที่สูญเสียจากการรั่วซึม

ปริมาณน้ำที่สูญเสียจากการรั่วซึม คือ ปริมาณน้ำที่สูญเสียโดยการไหลซึมไปตามชั้นดิน โดยคิดเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง 6 เดือน คือระหว่างเดือนธันวาคม-พฤษภาคมปริมาณน้ำที่สูญเสียจากการรั่วซึม หาได้ดังนี้

$$SL = S \times RA / 2000$$

SL = ปริมาณน้ำที่สูญเสียจากการรั่วซึม (ลูกบาศก์เมตร)

RA = พื้นที่ผิวที่ระดับเก็บกัก (ตารางเมตร)

S = อัตราการรั่วซึม (มิลลิเมตร)

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ 2.0 มิลลิเมตรต่อวัน ในฤดูแล้ง และใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ 1.0 มิลลิเมตรต่อวันในฤดูฝน

2.2.4 ปริมาณน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศ

ปริมาณน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศ คือน้ำค้างเหลือเพื่อรักษาระบบนิเวศไว้ 20% ของความจุที่ระดับเก็บกัก โดยมีรายละเอียดการศึกษา

2.2.5 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรม

การศึกษาความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรม หรือความต้องการน้ำเพื่อการชลประทาน จะหมายถึง ปริมาณน้ำที่ต้องส่งให้กับพื้นที่เพาะปลูกรวมถึงการสูญเสียในระบบส่งน้ำ โดยปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการชลประทานจะขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ปลูก ชนิดดิน ฤดูกาล วิธีการเพาะปลูก ปริมาณฝน และประสิทธิภาพของระบบส่งน้ำ เป็นต้น ในการคำนวณปริมาณน้ำต้องการเพื่อการชลประทานประกอบด้วยขั้นตอนหลักในการคำนวณดังนี้

1) การคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืช

ในการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืช ได้แบ่งวิธีการคำนวณตามลักษณะการปลูกและลักษณะการใช้น้ำของพืชที่แตกต่างกันเป็น 2 กรณี คือ ปริมาณการใช้น้ำของข้าว และปริมาณการใช้น้ำของพืชชนิดอื่นๆ เช่น อ้อย มันสำปะหลัง และพืชผัก

### 1.1) ปริมาณการใช้น้ำของข้าว

ปริมาณการใช้น้ำของข้าวขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการเช่น วิธีการเพาะปลูก (นาดำ/นาหว่าน) ชนิดดิน ฤดูกาล พันธุ์ข้าว สภาพภูมิอากาศ ซึ่งแบ่งเป็นปริมาณความต้องการน้ำด้านต่าง ๆ ตามรูปที่ 3 ดังนี้

- (1) ปริมาณน้ำใช้ในการเตรียมแปลง จะขึ้นกับวิธีการเพาะปลูก กรณีใช้นาดำกำหนดให้เท่ากับ 200 มิลลิเมตร
- (2) ปริมาณน้ำเพื่อการตกกล้า ปริมาณน้ำเพื่อการเตรียมแปลงกล้าและการเจริญเติบโตของต้นกล้า เท่ากับ 200 มิลลิเมตร
- (3) ปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว (หลังจากปักดำหรือหว่าน)

คำนวณได้จากสมการ

$$ET = Kc.ETp$$

โดย  $ET =$  ปริมาณการใช้น้ำของข้าว (มม./วัน)

$$Kc =$$
 สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าว

$$ETp =$$
 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./วัน)

(4) ปริมาณน้ำที่ซึมลงไปในดิน (Percolation) เนื่องจากในการปลูกข้าวจำเป็นต้องมีน้ำขังอยู่ในแปลงนาในระดับที่เหมาะสม จึงมีปริมาณน้ำส่วนหนึ่งที่ซึมลึกลงไปในดินไม่สามารถนำมาใช้ได้ กำหนดให้อัตราการซึมลึกเท่ากับ 1.5 มิลลิเมตรต่อวัน

### 1.2) ปริมาณการใช้น้ำของพืชชนิดอื่น

การคำนวณปริมาณความต้องการน้ำของพืชชนิดอื่น จะคำนวณเฉพาะปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเจริญเติบโต โดยใช้สมการดังนี้

$$ET = Kc.ETp$$

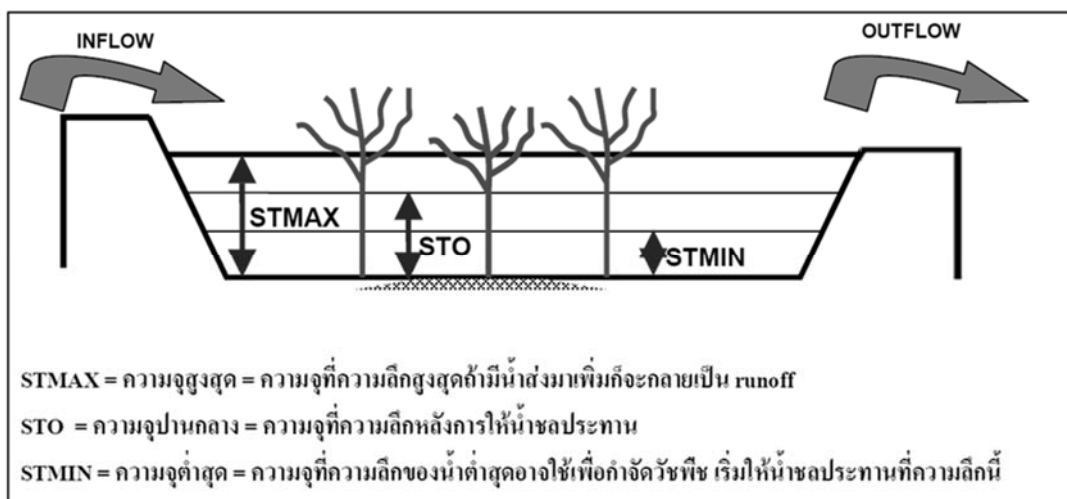
โดย  $ET =$  ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มม./วัน)

$$Kc =$$
 สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

$$ETp =$$
 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./วัน)

### 1.3) ปริมาณฝนใช้การ (Effective Rainfall)

ปริมาณฝนใช้การ หมายถึง ปริมาณฝนที่สามารถใช้ประโยชน์โดยการทดแทนปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องส่งให้แก่พืชได้ ปริมาณฝนใช้การสำหรับพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันเนื่องจากวิธีการเพาะปลูกต่างกัน สำหรับการปลูกข้าว ปริมาณฝนใช้การเป็นปริมาณฝนที่ตกในแปลงนาแล้วไม่เกิดการไหลล้นออก การคำนวณฝนใช้การด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ WUSMO (Water Use Study Model) ทำการวิเคราะห์ประเมินปริมาณฝนที่สามารถนำมาใช้แทนน้ำชลประทาน ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญคือ ปริมาณฝนตกในแต่ละช่วงเวลา ปริมาณการใช้น้ำของพืช และความสูงของคันนา กล่าวคือ หากมีการเก็บน้ำชลประทานไว้ในแปลงนาที่ระดับต่ำ เมื่อฝนตกลงมากสามารถที่จะเก็บน้ำฝนไว้ในแปลงนาได้มาก เป็นต้น ดังนั้นในสัปดาห์ที่มีปริมาณฝนตกน้อย ร้อยละของฝนใช้การจะสูงกว่าสัปดาห์ที่มีฝนตกมาก และยังขึ้นอยู่กับปริมาณฝนที่ตกในสัปดาห์ก่อนๆอีกด้วย ข้อมูลน้ำฝนที่ใช้ในพื้นที่ศึกษาคือสถานีตรวจวัดน้ำฝน เป็นข้อมูลน้ำฝนรายวันย้อนหลัง 30 ปี เป็นสถานีดังนี้



รูปที่ 3 แสดงระดับน้ำในแปลงเพาะปลูกที่ระดับต่าง ๆ

สำหรับระดับน้ำในแปลงที่กำหนดไว้ 3 ระดับดังนี้

1. ระดับน้ำต่ำสุดในแปลงนาก่อนการให้น้ำชลประทาน ( $ST_{MIN}$ ) = 45 มม.
2. ระดับน้ำในแปลงนาลังการให้น้ำชลประทาน ( $ST_O$ ) = 90 มม.
3. ระดับน้ำในแปลงนาสูงสุดหลังจากฝนตก ( $ST_{MAX}$ ) = 125 มม.

ถ้าฝนตกและระดับน้ำในแปลงนาสูงกว่า 125 มม. แล้ว ปริมาณฝนที่ทำให้ระดับน้ำในแปลงนาสูงกว่า 125 มม. จะไหลล้นออกนั้นเป็นปริมาณน้ำท่า (Runoff) และระดับน้ำในแปลงนาจะลดลง เนื่องจากการใช้น้ำของพืช การระเหยและรั่วซึมจากแปลงนา เป็นต้น สำหรับพืชอื่น ๆ เช่น พืชไร่ และผักก็หาปริมาณฝนใช้การในลักษณะเช่นเดียวกับข้าว แต่เนื่องจากพืชเหล่านี้ไม่ยอมให้น้ำท่วมขังบนผิวดินได้ ดังนั้นระดับน้ำในแปลงเพาะปลูกจึงมีค่าเป็นลบ ซึ่งหมายถึงระดับน้ำอยู่ต่ำกว่าระดับผิวดินและเป็นระดับในเขตรากพืช

3) ประสิทธิภาพการชลประทาน : ประสิทธิภาพการชลประทาน สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$= \frac{\text{ปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้ตามทฤษฎี} + \text{ปริมาณน้ำที่รั่วซึม} - \text{ปริมาณฝนใช้การ}}{\text{ปริมาณน้ำที่ส่งให้}}$$

1.4) ปริมาณน้ำชลประทานที่พืชต้องการ: ปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องการจากห้วงงานมีค่าเท่ากับ

$$= \frac{\text{ปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้ตามทฤษฎี} + \text{ปริมาณน้ำที่รั่วซึม} - \text{ปริมาณฝนใช้การ}}{\text{ประสิทธิภาพการชลประทาน}}$$

### 3. ผลการศึกษาทางเลือก

#### 3.1 การศึกษาทางเลือกตำแหน่งที่ตั้งสถานีสูบน้ำจากแหล่งน้ำต้นทุน

ระบบสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีแหล่งน้ำต้นทุน (น้ำผิวดิน) ที่สำคัญ 2 แหล่ง คือ แม่น้ำ หรือทางน้ำไหล และแหล่งน้ำธรรมชาติ ประเภท หนอง บึง หรือ อ่างเก็บน้ำ สำหรับสูบน้ำมาเพิ่มเติมให้แก่แหล่งเก็บกักน้ำของระบบประปาหมู่บ้าน (โครงข่ายน้ำระดับตำบล) และส่งน้ำให้เกษตรกรสำหรับการปลูกพืชผักเศรษฐกิจ ไม้ผล หรือส่งน้ำไปยังแหล่งน้ำอื่นๆที่ไม่มีน้ำต้นทุน (สระน้ำฝน) เพื่อรักษาระบบนิเวศหรือเพื่อการท่องเที่ยว ดังนั้นแนวคิดในการพิจารณาเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานีสูบน้ำ จะพิจารณาจากที่ดินสาธารณะประโยชน์หรือที่ดินที่อยู่ในการครอบครองของทางราชการเป็นอันดับแรก เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการจัดซื้อที่ดินหรือการเวนคืนที่ดินจากราษฎร ซึ่งลักษณะของที่ดินที่จะนำมาพิจารณานี้จะต้องอยู่ใกล้กับแหล่งน้ำมากที่สุด และมีขนาดเพียงพอสำหรับการก่อสร้างสถานีสูบน้ำพร้อมองค์ประกอบต่างๆ เช่น บ้านพักพนักงานควบคุม มีทางเข้าออกสะดวกในการบำรุงรักษา และมีถนนสำหรับวางท่อส่งน้ำไปยังพื้นที่รับประโยชน์จากโครงการ ขั้นตอนในการ

พิจารณาเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานีสูบน้ำจากแหล่งน้ำต้นตุน ต้องทำการสำรวจและรวบรวมข้อมูลภาคสนามที่ได้จากการสำรวจจริงเพื่อนำมาพิจารณากำหนดตำแหน่งที่ตั้งของสถานีสูบน้ำที่เหมาะสม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

### 3.1.1 การพิจารณาดำเนินการที่ตั้งของสถานีสูบน้ำจากแม่น้ำ หรือทางน้ำไหล

ในการพิจารณาดำเนินการที่ตั้งของสถานีสูบน้ำจากแม่น้ำ หรือทางน้ำไหล จะมีทางเลือกที่ค่อนข้างจำกัด ทั้งนี้เนื่องจากสภาพภูมิประเทศของที่ดินตามแนวแม่น้ำ ความสูงของตลิ่ง และค่าความลาดเอียง (Slope) มีถนนทางเข้าที่สะดวกที่สุด สำหรับการบำรุงรักษาและการวางท่อส่งน้ำไปยังพื้นที่รับประโยชน์ ทำให้ต้นทุนค่าก่อสร้างต่ำ ใช้ที่ดินในการก่อสร้างสถานีสูบน้ำประมาณ 50 x 100 เมตร

### 3.1.2 การพิจารณาดำเนินการที่ตั้งของสถานีสูบน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ประเภท หนอง บึง หรือ อ่างเก็บน้ำ

โดยปกติแหล่งน้ำธรรมชาติ ประเภท หนอง บึง หรือ อ่างเก็บน้ำ จะมีทางเลือกค่อนข้างมากแม่น้ำ เพราะจะมีที่ดิน และถนนสาธารณประโยชน์โดยรอบ สภาพภูมิประเทศระหว่างพื้นดินและระดับน้ำไม่ต่างกันมากนัก ทำให้ต้นทุนค่าก่อสร้างต่ำ

การพิจารณาความเหมาะสม ของตำแหน่งที่ตั้งระหว่างการก่อสร้างสถานีสูบน้ำจากแหล่งน้ำทั้ง 2 ประเภท คือประเภทแม่น้ำ หรือทางน้ำไหล และประเภทหนอง บึง หรือ อ่างเก็บน้ำประกอบด้วย

- 1) ไม่ก่อให้เกิดปัญหาทางชลศาสตร์ของสถานีสูบน้ำที่ตั้งอยู่ติดกัน
- 2) ค่าก่อสร้างระบบท่อส่งน้ำถูกกว่า เนื่องจากมีระยะทางสูบน้ำที่สั้น
- 3) ลดปัญหาผลกระทบจากการก่อสร้างที่มีต่อชุมชนที่ท่อส่งน้ำผ่าน

### 3.2 การพิจารณารูปแบบของสถานีสูบน้ำ และชนิดของเครื่องสูบน้ำ

เนื่องจากสถานีสูบน้ำเป็นองค์ประกอบหนึ่งของโครงการที่มีความสำคัญสำหรับการส่งน้ำด้วยระบบท่อในระยะทางไกลๆและมีการจ่ายน้ำไปยังแหล่งเก็บกักน้ำตามแนวท่อส่งน้ำ การพิจารณารูปแบบของสถานีสูบน้ำมีปัจจัยหลักที่จะนำมาพิจารณา ได้แก่ สภาพภูมิประเทศของตำแหน่งที่ตั้ง วิธีการสูบส่งที่เหมาะสม เพื่อให้เครื่องสูบน้ำสามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งหมายถึงการใช้พลังงานในการสูบส่งอย่างคุ้มค่า นอกจากนี้รูปแบบของสถานีสูบน้ำจะต้องใช้งานได้ง่าย การบำรุงรักษาต่ำ เหมาะสมกับทักษะและความสามารถของบุคลากรที่จะทำหน้าที่ในการดูแลและบำรุงรักษา การพิจารณารูปแบบของสถานีสูบน้ำและชนิดของเครื่องสูบน้ำของโครงการสูบน้ำตามวัตถุประสงค์ของโครงการ สามารถจำแนกตามตำแหน่งที่ตั้งได้เป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

#### 3.2.1 รูปแบบสถานีสูบน้ำและเครื่องสูบน้ำจากแม่น้ำ หรือทางน้ำไหล

การศึกษาเปรียบเทียบจากปัจจัยต่างๆ ที่จะมีผลต่อรูปแบบของสถานีสูบน้ำและชนิดของเครื่องสูบน้ำที่จะนำมาพิจารณาประกอบด้วย ลักษณะพื้นที่โครงการ ราคาค่าก่อสร้าง การใช้งานและการควบคุมระบบ

##### 1) ลักษณะพื้นที่โครงการ

สภาพพื้นที่ที่จะทำการก่อสร้างสถานีสูบน้ำจากแม่น้ำ มีลักษณะเป็นพื้นที่แคบและยาวตามแนวริมฝั่งแม่น้ำ ตลิ่งจะมีความลาดชันมาก และมีความผันแปรของระดับน้ำในแม่น้ำค่อนข้างสูง คือ จะมีระดับต่ำมากในหน้าแล้งและระดับสูงมากในหน้าฝน จากลักษณะเช่นนี้รูปแบบของสถานีสูบน้ำ และชนิดของเครื่องสูบน้ำ ที่มีความเป็นไปได้ที่จะใช้ในโครงการบริเวณริมฝั่งแม่น้ำ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

##### (1) รูปแบบของสถานีสูบน้ำแบบบ่อแห้ง (Dry Pit) เครื่องสูบน้ำชนิด Horizontal Centrifugal Pump

สถานีสูบน้ำแบบ Dry Pit ชนิดเครื่องสูบน้ำอยู่สูงกว่าหรือเท่ากับระดับน้ำ ใช้เครื่องสูบน้ำแบบ Horizontal Centrifugal Pump เป็นเครื่องสูบน้ำที่ใช้เป็นแบบ Horizontal Centrifugal Pump ซึ่งจะมีประสิทธิภาพสูงและราคาค่อนข้างถูกเมื่อเทียบกับ Vertical Turbine แต่ถ้าใช้แบบ Vertical Centrifugal Pump ราคาจะสูงขึ้นค่อนข้างมาก แต่จะได้เปรียบในเรื่องพื้นที่ติดตั้ง ซึ่งต้องการพื้นที่ในการติดตั้งเครื่องสูบน้ำน้อย ข้อเสียของสถานีสูบน้ำแบบนี้คือ เครื่องสูบน้ำอยู่สูงกว่าระดับน้ำ ดังนั้นในการสูบจึงต้องมีการล่อน้ำ (Priming) และค่าก่อสร้างสถานีสูบน้ำค่อนข้างแพง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ระดับน้ำที่สูบน้ำอยู่ต่ำมากจะต้องกดพื้นสถานีสูบน้ำลงไปลึกมาก ตามความต้องการตามค่า NPSH ของเครื่องสูบน้ำ และอาจเสี่ยงต่อการเกิด น้ำท่วมห้องเครื่องสูบน้ำได้

##### (2) รูปแบบของสถานีสูบน้ำแบบบ่อเปียก (Wet Pit) เครื่องสูบน้ำชนิด Vertical Turbine Pump

สถานีสูบน้ำแบบ Wet Pit ชนิดเครื่องสูบน้ำอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำ ใช้เครื่องสูบน้ำแบบ Vertical Turbine สถานีสูบน้ำแบบนี้มีข้อดี คือ ใบพัดเครื่องสูบน้ำจมอยู่ในน้ำตลอดเวลาสามารถทำการสูบน้ำได้โดยปราศจากปัญหาการล่อน้ำ (Priming) สำหรับสถานีสูบน้ำที่ใช้เครื่องสูบน้ำแบบ Vertical Turbine โครงสร้างของอาคารที่อยู่ต่ำกว่าระดับพื้นดิน มีขนาด

เล็ก เพราะไม่ต้องมีโครงสร้างเพื่อวางเครื่องสูบน้ำและชุดขับ เนื่องจากชุดขับของเครื่องสูบน้ำเช่นมอเตอร์หรือเครื่องยนต์จะอยู่เหนือเครื่องสูบน้ำ ซึ่งจะสามารถป้องกันปัญหาน้ำท่วมได้

## 2) ราคาต่อก่อสร้าง

ในการเปรียบเทียบด้านราคาของสถานีสูบน้ำจะพิจารณาร่วมกับชนิดของเครื่องสูบน้ำในแต่ละรูปแบบประกอบไปด้วย เพื่อให้ผลการเปรียบเทียบสามารถนำมาประกอบการพิจารณาได้ครบถ้วน ซึ่งการเปรียบเทียบจะจำแนกออกเป็นหมวดหมู่ โดยจะพิจารณาเฉพาะสถานีสูบน้ำแบบ Dry Pit และ Wet Pit เท่านั้น ส่วนเครื่องสูบน้ำจะพิจารณาเปรียบเทียบเครื่องสูบน้ำชนิด Vertical Turbine และชนิด Horizontal Centrifugal โดยมีผลการเปรียบเทียบดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบราคาสถานีสูบน้ำและเครื่องสูบน้ำ

ที่	รายละเอียด	สถานีสูบน้ำแบบ Dry Pit Horizontal Centrifugal Pump	สถานีสูบน้ำแบบ Wet Pit Vertical Turbine Pump
1	เครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ (บาท)	2,240,00	3,200,000
2	ท่อและอุปกรณ์ด้านดูด (บาท) (ท่อทางดูด+ประตูน้ำ+Foot Valve)	213,000	-
3	ระบบล่อน้ำ (บาท)	20,000	-
4	ระบบระบายอากาศจากสถานีสูบน้ำ (บาท)	80,000	20,000
	รวม (บาท)	2,553,000	3,220,000
5	งานโครงสร้าง	7,120,000	6,380,000
	รวมทั้งสิ้น	9,673,000	9,600,000

ที่มา : งานศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียด โครงการสูบน้ำเพิ่มเติมให้แก่หนองน้ำธรรมชาติ จังหวัดนครราชสีมา , บริษัท โปรเกรส จำกัด 2545

## 3) การใช้งานและการควบคุมระบบ

เนื่องจากพื้นที่โครงการที่มีสถานีสูบน้ำ อยู่บริเวณแหล่งน้ำต้นทุน และแนวท่อ ถึงพื้นที่เป้าหมายซึ่งอาจอยู่ห่างไกล ทางเลือกรูปแบบของสถานีสูบน้ำและชนิดของเครื่องสูบน้ำที่ต้องการการดูแลเป็นพิเศษ อาจไม่สามารถซ่อมแซมได้ในท้องถิ่นก็จะเป็นปัญหาในการทำงานในกรณีที่เกิดปัญหาขึ้น เช่น การใช้สถานีสูบน้ำชนิดเครื่องสูบน้ำตั้งอยู่สูงกว่าระดับน้ำที่อาจต้องมีการ Priming ก่อนที่จะทำการเดินเครื่องสูบน้ำในช่วงระดับน้ำต่ำๆ หรือ Foot Valve เกิดรั่ว เป็นต้น ซึ่งรูปแบบของสถานีสูบน้ำและชนิดของเครื่องสูบน้ำและชนิดของเครื่องสูบน้ำก็จะมีข้อดีข้อด้อยต่างๆกัน ดังแสดงในตารางที่ 4 ถึงตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงข้อดี-ข้อเสียของสถานีสูบน้ำแบบบ่อแห้ง (Dry Pit) ชนิดเครื่องสูบน้ำอยู่สูงกว่าระดับน้ำใช้เครื่องสูบน้ำแบบ Horizontal Centrifugal Pump

ข้อดี	ข้อเสีย
1.เข้าถึงเครื่องสูบน้ำและซ่อมแซมได้สะดวก	1.อาจมีปัญหาน้ำท่วมมอเตอร์
2.สายไฟต่างๆ มีระยะทางสั้น	2.ต้องมีอุปกรณ์ล่อน้ำ
3.ต้องการความสูงของอาคารต่ำ	3.ใช้พื้นที่มาก
4.การซ่อมแซมสามารถทำได้โดยไม่ต้องถอดมอเตอร์	4.สถานีสูบน้ำจะมีราคาสูงขึ้นเนื่องจากการเพิ่มพื้นที่ทางเข้าออก, แสงสว่าง, การระบายอากาศ
	5.ต้องการการระบายอากาศเพื่อลดความร้อน ของมอเตอร์
	6.จำกัดทางเลือกของเครื่องสูบน้ำเพื่อที่จะใช้ กับการสูบน้ำแบบ Negative Suction (ค่า NPSH)

ตารางที่ 5 แสดงข้อดี-ข้อเสียของสถานีสูบน้ำแบบบ่อเปียก (Wet Pit) และเครื่องสูบน้ำแบบ Vertical Turbine Pump

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ใช้พื้นที่โรงสูบน้ำน้อย อาคารโรงสูบน้ำมีขนาดเล็กไม่ใหญ่	1. อาคารโรงสูบน้ำมีความสูงมาก เพื่อระยะในการดึงเครื่องสูบน้ำขึ้น ทำให้มีราคาค่าก่อสร้างสูง
2. ระดับพื้นที่ชั้นวางมอเตอร์อยู่เหนือระดับน้ำท่วม	2. การตรวจสอบและซ่อมแซมเครื่องสูบน้ำทุกครั้งจะต้องถอดมอเตอร์และดึงเครื่องสูบน้ำขึ้น
3. ท่อดูดจมน้ำไม่ต้องการการล่อน้ำ และสามารถทำค่า NPSH ที่ต้องการได้ง่าย	3. มีจำนวนแบริงของเพลามาก ซึ่งอาจเป็นปัญหาในการใช้งานหากไม่ได้ใช้งานอย่างต่อเนื่อง
4. เหมาะสมที่สุดในการติดตั้งแบบลึก และมีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำอย่างมาก	
5. เครื่องสูบน้ำแบบ Vertical Turbine จะมีความยืดหยุ่นในการทำงานโดยสามารถเพิ่มเฮดของเครื่องสูบน้ำได้โดยการเพิ่ม Stage ของเครื่องสูบน้ำ	

### 3.2.2 รูปแบบสถานีสูบน้ำและเครื่องสูบน้ำแหล่งประเภท หนอง บึง หรืออ่างเก็บน้ำ

ในการศึกษาเปรียบเทียบมีปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบของสถานีสูบน้ำและชนิดของเครื่องสูบน้ำเช่นเดียวกับการศึกษาเปรียบเทียบสถานีสูบน้ำจากแม่น้ำหรือทางน้ำไหล คือ ลักษณะพื้นที่โครงการ ราคาค่าก่อสร้าง การใช้งานและการควบคุมระบบ

#### 1) ลักษณะพื้นที่โครงการ

ลักษณะของพื้นที่บริเวณที่เป็นที่ตั้งของสถานีสูบน้ำจากแหล่งประเภท หนอง บึง หรืออ่างเก็บน้ำส่วนใหญ่จะอยู่ในที่ลุ่ม เนื่องจากเป็นที่ใกล้กับอ่างเก็บน้ำและเป็นจุดที่น้ำจากพื้นที่รับน้ำจะไหลมาลงอ่างเก็บน้ำในช่วงฤดูฝน ซึ่งถ้าหากสถานีสูบน้ำตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ไม่สูงพอ โอกาสที่จะเกิดความเสียหายเนื่องจากน้ำท่วมย่อมเกิดขึ้นได้ ดังนั้นในการก่อสร้างจะต้องก่อสร้างสถานีสูบน้ำให้มีระดับสูงกว่าระดับดินเดิมประมาณ 1.50 เมตร ซึ่งจะมีผลทำให้เครื่องสูบน้ำมีระยะดูด (Suction Lift) สูงขึ้นอีก 1.50 เมตร ปัญหาที่ตามมาจะเกิดขึ้นเมื่อระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำมีระดับต่ำ เครื่องสูบน้ำจะไม่สามารถทำการสูบน้ำได้เนื่องจากข้อจำกัดของค่า NPSH (Net Positive Suction Head) ในส่วนของสถานีสูบน้ำแบบ Dry Pit ที่เครื่องสูบน้ำอยู่ในระดับต่ำ ก็มีความเสี่ยงจากสภาพน้ำท่วมเช่นเดียวกัน แต่สามารถป้องกันได้โดยไม่มีผลกระทบต่อระดับการติดตั้งเครื่องสูบน้ำที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องสูบน้ำ ในขณะที่ระดับน้ำทางด้านดูดของเครื่องสูบน้ำมีระดับต่ำ ดังนั้นในการพิจารณาเปรียบเทียบรูปแบบและชนิดของเครื่องสูบน้ำจะกระทำเฉพาะสถานีสูบน้ำแบบ Wet Pit กับ Dry Pit เท่านั้น เนื่องจากสภาพภูมิประเทศและลักษณะของพื้นที่โครงการจะไม่มีผลต่อการทำงานของเครื่องสูบน้ำ รูปแบบสถานีสูบน้ำและชนิดของเครื่องสูบน้ำแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

#### (1) รูปแบบของสถานีสูบน้ำแบบบ่อแห้ง (Dry Pit) เครื่องสูบน้ำชนิด Horizontal Centrifugal Pump

สถานีสูบน้ำแบบ Dry Pit ชนิดเครื่องสูบน้ำอยู่สูงกว่าหรือต่ำกว่าระดับน้ำ ใช้เครื่องสูบน้ำแบบ Horizontal Centrifugal Pump ซึ่งจะมีประสิทธิภาพสูงและราคาค่อนข้างถูกเมื่อเทียบกับ Vertical Turbine Pump ข้อเสียของสถานีสูบน้ำแบบนี้ เฉพาะกรณีเครื่องสูบน้ำอยู่สูงกว่าระดับน้ำ ดังนั้นในการสูบน้ำจึงต้องมีการล่อน้ำ (Priming) และค่าก่อสร้างสถานีสูบน้ำค่อนข้างแพง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ระดับน้ำที่จะสูบน้ำอยู่ต่ำกว่าระดับพื้นมากๆ และอาจเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมห้องเครื่องสูบน้ำได้

#### (2) รูปแบบของสถานีสูบน้ำแบบบ่อเปียก (Wet Pit) เครื่องสูบน้ำชนิด Vertical Turbine Pump

สถานีสูบน้ำแบบ Wet Pit ชนิดเครื่องสูบน้ำอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำ ใช้เครื่องสูบน้ำแบบ Vertical Turbine Pump สถานีสูบน้ำแบบนี้มีข้อดี คือ ใ้พบัดเครื่องสูบน้ำจมอยู่ในน้ำตลอดเวลาสามารถทำการสูบน้ำได้โดยปราศจากปัญหาการล่อน้ำ (Priming) สำหรับสถานีสูบน้ำที่ใช้เครื่องสูบน้ำแบบ Vertical Turbine โครงสร้างของอาคารที่อยู่ต่ำกว่าระดับพื้นดิน มี

ขนาดเล็ก เพราะไม่ต้องมีโครงสร้างเพื่อวางเครื่องสูบน้ำและชุดขับ เนื่องจากชุดขับของเครื่องสูบน้ำเช่นมอเตอร์หรือเครื่องยนต์จะอยู่เหนือเครื่องสูบน้ำ ซึ่งจะสามารถป้องกันปัญหาน้ำท่วมได้

## 2) ราคาต่อก่อสร้าง

ในการเปรียบเทียบด้านราคาของสถานีสูบน้ำจะศึกษารวมกับชนิดของเครื่องสูบน้ำในแต่ละรูปแบบประกอบไปด้วย เพื่อให้ผลการเปรียบเทียบสามารถนำมาประกอบการพิจารณาได้ครบถ้วน ซึ่งการเปรียบเทียบจะจำแนกออกเป็นหมวดหมู่ โดยจะพิจารณาเฉพาะสถานีสูบน้ำแบบ Dry Pit และ Wet Pit เท่านั้น ส่วนเครื่องสูบน้ำจะพิจารณาเปรียบเทียบเครื่องสูบน้ำชนิด Vertical Turbine, Horizontal Centrifugal Pump ผลการเปรียบเทียบดังแสดงในตารางที่ 6 ตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบราคาสถานีสูบน้ำและเครื่องสูบน้ำ

ลำดับ	รายละเอียด	สถานีสูบน้ำแบบ Wet Pit	สถานีสูบน้ำแบบ Dry Pit
		Vertical Turbine Pump	Horizontal Centrifugal Pump
1	เครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ (บาท)	2,500,000	1,800,000
2	ท่อและอุปกรณ์ด้านดูด (บาท) (ท่อทางดูด + ประตูน้ำ + Foot Valve)	-	212,390
3	ระบบล่อน้ำ (บาท)	-	20,000
4	ระบบระบายอากาศจากสถานีสูบน้ำ (บาท)	20,000	80,000
	รวม (บาท)	2,520,000	2,112,390
5	งานโครงสร้าง	2,037,390	2,182,133
	รวมทั้งสิ้น (บาท)	4,557,390	4,294,523

ที่มา : งานศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียด โครงการสูบน้ำเพิ่มเติมให้แก่หนองน้ำธรรมชาติ จังหวัดนครราชสีมา , บริษัท โปรเกรส จำกัด 2545

## 3) พิจารณาด้านการใช้งานและการควบคุมระบบ

จากสภาพของพื้นที่โครงการที่มีสถานีสูบน้ำ อยู่บริเวณแหล่งน้ำต้นตุนและตามอ่างเก็บน้ำในแนวท่อ ซึ่งอยู่ห่างไกล ทางเลือกรูปแบบของสถานีสูบน้ำและชนิดของเครื่องสูบน้ำที่ต้องการการดูแลเป็นพิเศษ หรือไม่สามรถซ่อมแซมได้ในท้องถิ่นจะเป็นปัญหาในการทำงานในกรณีที่เกิดปัญหาขึ้น เช่น การใช้สถานีสูบน้ำชนิดเครื่องสูบน้ำตั้งอยู่สูงกว่าระดับน้ำที่อาจต้องมีการ Priming ก่อนที่จะทำการเดินเครื่องสูบน้ำในช่วงระดับน้ำต่ำๆ และ Foot Valve เกิดรั่ว เป็นต้น ซึ่งรูปแบบของสถานีสูบน้ำและชนิดของเครื่องสูบน้ำและชนิดของเครื่องสูบน้ำก็จะมีข้อดีข้อด้อยต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 7 ถึงตารางที่ 8 ตารางที่ 7 แสดงข้อดี-ข้อเสียของสถานีสูบน้ำแบบบ่อเปียก (Wet Pit) และเครื่องสูบน้ำแบบ Vertical Turbine Pump

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ใช้พื้นที่โรงสูบน้ำน้อย อาคารโรงสูบน้ำมีขนาดไม่ใหญ่	1. อาคารโรงสูบน้ำจะต้องมีความสูงมาก เพื่อระยะในการดึงเครื่องสูบน้ำ ทำให้อาคารมีความสูงมากและมีราคาต่อก่อสร้างสูง
2. ระดับพื้นที่ชั้นวางมอเตอร์อยู่เหนือระดับ น้ำท่วม	2. การตรวจสอบและซ่อมแซมเครื่องสูบน้ำทุกครั้งจะต้องถอดมอเตอร์และดึงเครื่องสูบน้ำขึ้น
3. ท่อดูดจมเสมอไม่ต้องการการล่อน้ำ และสามารถทำค่า NPSH ที่ต้องการได้ง่าย	3. มีจำนวนแบริ่งของเพลามาก ซึ่งอาจเป็นปัญหาในการใช้งานหากไม่ได้ใช้งานอย่างต่อเนื่อง
4. เหมาะสมที่สุดในการติดตั้งแบบลึก และมีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำอย่างมาก	
5. เครื่องสูบน้ำแบบ Vertical Turbine จะมีความยืดหยุ่นในการทำงานโดยสามารถเพิ่มเฮดของเครื่องสูบน้ำได้โดยการเพิ่ม Stage ของเครื่องสูบน้ำ	



ตารางที่ 8 แสดงข้อดี-ข้อเสียของสถานีสูบน้ำแบบบ่อแห้ง (Dry Pit) ชนิดเครื่องสูบน้ำอยู่สูงกว่าระดับน้ำใช้เครื่องสูบน้ำแบบ Horizontal Centrifugal Pump

ข้อดี	ข้อเสีย
1.เข้าถึงเครื่องสูบน้ำและซ่อมแซมได้สะดวก	1.อาจมีปัญหาหน้าท่วมมอเตอร์
2.สายไฟต่างๆ มีระยะทางสั้น	2.ต้องมีอุปกรณ์ล่อน้ำ
3.ต้องการความสูงของอาคารต่ำ	3.ความน่าเชื่อถือลดลงเนื่องจากต้องการล่อน้ำ
4.การซ่อมแซมสามารถทำได้โดยไม่ต้องถอดมอเตอร์	4.สถานีสูบน้ำจะมีราคาสูงขึ้นเนื่องจากการเพิ่มพื้นที่ทางเข้าออก, แสงสว่าง, การระบายอากาศ
	5.ต้องการการระบายอากาศเพื่อลดความร้อนของมอเตอร์
	6.จำกัดทางเลือกของเครื่องสูบน้ำเพื่อที่จะใช้กับการสูบน้ำแบบ Negative Suction (เกี่ยวกับค่า NPSH)

3.3 ผลการประเมินปริมาณความต้องการใช้น้ำ กรณีศึกษาโรงงานการวางโครงการและศึกษาความเหมาะสมเบื้องต้นโครงการอนุรักษ์ฟื้นฟูแหล่งน้ำกุดเสาชง-หนองไชยวาน-บึงกิว ตำบลธงธานี อำเภอธวัชบุรี จังหวัดร้อยเอ็ด

จากการประเมินความต้องการน้ำด้วยแบบจำลอง WUSMO ประเมินปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรมหรือปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทานในกรณีพื้นที่แหล่งน้ำน้ำกุดเสาชง-หนองไชยวาน-บึงกิว ได้วางแผนระบบปลูกพืช ถั่วฝักและถั่วแฉะ ในพื้นที่ 1,500 ไร่ โดยในฤดูฝนได้เสนอให้ปลูกข้าว 1,200 ไร่ และในฤดูแล้งปลูกข้าวนาปรัง 500 ไร่ และปลูกพืชไร่ อ้อย มันสำปะหลัง และพืชผักตลอดทั้งปี ชนิดละ 100 ไร่ และสรุปเป็นปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชแต่ละชนิด หลังจากหักปริมาณน้ำฝนใช้การแล้ว จากนั้นจึงนำมาคำนวณปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน ผลการประเมินปริมาณความต้องการใช้น้ำ สรุปได้ว่า ความต้องการน้ำเพื่อการชลประทานของพื้นที่รับประโยชน์จากโครงการ ใช้น้ำเพื่อการเกษตรมีปริมาณทั้งสิ้น 1.83 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี ดังแสดงรายละเอียดผลการประเมินในตารางที่ 9 และตารางที่ 10

ตารางที่ 9 ผลการประเมินปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชหลักตามแผนการเพาะปลูกพืชในพื้นที่โครงการ

ชนิดพืช	ช่วงเวลาการปลูก	ปริมาณความต้องการใช้น้ำ (ลบ.ม./ไร่)												รวม
		เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	
ข้าวนาปี	ฤดูฝน	0.00	128.00	212.00	198.00	156.00	11.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	705.00
ข้าวนาปรัง	ฤดูแล้ง	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	325.00	410.00	425.00	225.00	1,415.00
อ้อย	ทั้งปี	302.00	245.00	213.00	191.00	182.00	101.00	75.00	45.00	0.00	0.00	21.00	312.00	1,687.00
มันสำปะหลัง	ทั้งปี	132.00	112.00	108.00	95.00	35.00	15.00	12.00	0.00	0.00	0.00	142.00	152.00	803.00
พืชผัก	100 (วัน)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	76.00	80.00	53.00	25.00	234.00

ตารางที่ 10 ผลการประเมินปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรมรายเดือน

ชนิดพืช	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	ปริมาณความต้องการใช้น้ำ (ล้าน ลบ.ม.)												รวม
		เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	
ข้าวนาปี	1200	-	0.15	0.25	0.24	0.19	0.01	-	-	-	-	-	-	0.85
ข้าวนาปรัง	500	0.02	-	-	-	-	-	-	-	0.16	0.21	0.21	0.11	0.71
อ้อย	100	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	-	-	0.00	0.03	0.17
มันสำปะหลัง	100	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	-	-	-	0.01	0.02	0.08
พืชผัก	100	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02
รวม		0.06	0.19	0.29	0.27	0.21	0.02	0.01	0.00	0.17	0.21	0.23	0.16	1.83

### 3.4 การออกแบบระบบสูบน้ำ

การวางแผนระบบปลูกพืช ถูฝนและถูแล้ง ในพื้นที่ 1,500 ไร่ โดยในฤดูฝนได้เสนอให้ปลูกข้าว 1,200 ไร่ และในฤดูแล้งปลูกข้าวนาปรัง 500 ไร่ และปลูกพืชไร่ อ้อย มันสำปะหลัง และพืชผักตลอดทั้งปี ชนิดละ 100 ไร่ โครงการอนุรักษ์ฟื้นฟูแหล่งน้ำกุดเสาชอง-หนองไขวหวาน-บึงกิว ตำบลธงธานี อำเภอธวัชบุรี จังหวัดร้อยเอ็ด และผลการประเมินปริมาณความต้องการใช้น้ำจากตารางที่ 7 และตารางที่ 8 หลักการพิจารณาการออกแบบระบบสูบน้ำ ควรพิจารณาตามหลักเกณฑ์การสูบน้ำด้วยไฟฟ้า ก่อน โดยพิจารณาจากปริมาณความต้องการใช้น้ำรายเดือนในช่วงฤดูแล้งก่อนเป็นลำดับแรก เพื่อความประหยัดในค่าลงทุน เพราะในช่วงฤดูฝนจะมีน้ำท่าไหลเข้าแหล่งน้ำ จึงพิจารณาเลือกปริมาณความต้องการใช้น้ำในเดือน กุมภาพันธ์ มีอัตราการใช้น้ำ 230,000 ลบ.ม./เดือน ลำดับต่อมาเป็นการเลือกช่วงเวลาการใช้งานเนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์ตลอดทั้งวันสามารถสูบน้ำโดยเฉลี่ยได้ประมาณ 4 ชั่วโมง ต่างจากระบบสูบน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้าที่สามารถทำงานได้ทั้งวัน 24 ชั่วโมง (ระบบสูบน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้าเครื่องสูบน้ำจะมีขนาดเล็กกว่า) ดังนั้นการออกแบบระบบสูบน้ำโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ผสมผสานกับพลังงานไฟฟ้า (Hybrid Inverter Solar Pump) เพื่อให้ได้ปริมาณน้ำที่ต้องการโดย มีขั้นตอนดังนี้

- 1) กำหนดช่วงเวลาให้ระบบไฟฟ้าทำงานเวลา 10:00-14:00 รวม 4 ชั่วโมง ช่วงเวลาที่มีความเข้มของแสงอาทิตย์สูงในช่วงฤดูแล้งและให้ระบบไฟฟ้าทำงานเวลา 06:00-10:00 และ 14:00-18:00 รวม 8 ชั่วโมง รวมเวลาที่ทำงาน 12 ชั่วโมง/วัน
- 2) อัตราการสูบน้ำ 230,000 ลบ.ม./เดือน = 638.89 ลบ.ม./ชั่วโมง หรือ 0.18 ลบ.ม./วินาที กรณีควรพิจารณาติดตั้งเครื่องสูบน้ำจำนวน 2 เครื่องสูบน้ำพร้อมกัน และควรมีเครื่องสำรอง 1 เครื่อง เพื่อความประหยัดและสะดวกในการบำรุงรักษา จัดหาอะไหล่ได้ง่าย ดังนั้น การออกแบบระบบสูบน้ำในอัตราการสูบน้ำไม่น้อยกว่า 320 ลบ.ม./ชั่วโมง
- 3) หาค่า TDH = Head loss ท่อดูด + Head loss ท่อส่ง + Head loss อื่นๆ + Total Static Head = 15 ม.
- 4) การเลือกปั๊มจาก Performance Pump Curve ที่อัตราการสูบน้ำไม่น้อยกว่า 320 ลบ.ม./ชั่วโมง และ H ไม่น้อยกว่า 15 ม. ได้กำลังเครื่องสูบน้ำ 18.50 กิโลวัตต์ หรือ 25 แรงม้า ประสิทธิภาพร้อยละ 80 เลือกใช้ปั๊ม จำนวน 3 เครื่อง ทำงาน 2 เครื่อง สำรอง 1 เครื่อง

### 3.5 เกณฑ์การพิจารณาทางเลือก

ในการเปรียบเทียบทางเลือก เพื่อกำหนดรูปแบบของระบบสูบน้ำที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาโครงการที่จะนำทรัพยากรน้ำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และมีต้นทุนค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการต่ำสุด รวมทั้งสามารถสนองตอบความต้องการของชุมชนในการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำ และยกระดับความเป็นอยู่ของชุมชนได้อย่างครบถ้วน โดยมีปัจจัยที่จะนำมาพิจารณาประกอบด้วย ด้านวิศวกรรม ด้านเศรษฐกิจสังคม ด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านสิ่งแวดล้อม มีหลักเกณฑ์ในการพิจารณา โดยใช้วิธี Weighted Average คือ มีการให้คะแนนความสำคัญของความเหมาะสมแต่ละด้านต่างๆ กันไปตามความสำคัญในแต่ละด้าน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของระบบสถานีสูบน้ำได้ ตามตารางที่ 11 ดังนี้

ตารางที่ 11 เกณฑ์การให้คะแนนความเหมาะสมแต่ละด้าน

ตัวแปร	คะแนนน้ำหนัก (1)	คะแนนความเหมาะสม (2)	รวม (1) x (2)
(1) ด้านวิศวกรรม	5	1-5	5-25
(2) ด้านเศรษฐกิจสังคม	5	1-5	5-25
(3) ด้านเศรษฐศาสตร์	6	1-5	6-30
(4) ด้านสิ่งแวดล้อม	4	1-5	4-20
รวม	20	4-20	20-100

#### 1) ด้านวิศวกรรม

จะเป็นกำหนดรูปแบบและลักษณะวิธีการสูบน้ำ ที่มีประสิทธิภาพในการนำทรัพยากรน้ำมาใช้ โดยมีองค์ประกอบและรูปแบบที่ไม่สลับซับซ้อน สะดวกต่อการก่อสร้าง การใช้งานและการบำรุงรักษา โดยจะพิจารณาในด้านต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 12 ดังนี้

ตารางที่ 12 เกณฑ์การศึกษาความเหมาะสมด้านวิศวกรรม

ตัวแปร	คะแนนน้ำหนัก (1)	คะแนนความเหมาะสม (2)	รวม (1) x (2)
- ความยากง่ายในการก่อสร้าง	6	1-5	6-30
- ความน่าเชื่อถือของระบบ	6	1-5	6-30
- ความสะดวกในการบำรุงรักษา	3	1-5	3-15
- ความยืดหยุ่นของระบบ	2	1-5	3-15
- ความสอดคล้องกับโครงการอื่นที่เกี่ยวข้อง	2	1-5	2-10
<b>รวม</b>	<b>20</b>	<b>5-25</b>	<b>20-100</b>

## 2) ด้านเศรษฐกิจสังคม

จะพิจารณาในขอบเขตของกิจกรรมการใช้น้ำของชุมชน โดยการจัดสรรน้ำและการพัฒนาโครงการจะต้องสอดคล้องและสนองตอบความต้องการของชุมชนในการยกระดับฐานะความเป็นอยู่และการประกอบอาชีพของชุมชนในพื้นที่โครงการโดยจะพิจารณาจากความสามารถในการตอบสนองความต้องการและการแก้ไขปัญหาของชุมชน ทั้งระดับชุมชนเมืองและชุมชนชนบทในพื้นที่โครงการ ได้ดังแสดงในตารางที่ 13 ดังนี้

ตารางที่ 13 แนวคิดการประเมินคะแนนด้านเศรษฐกิจสังคม

ตัวแปร	คะแนนน้ำหนัก (1)	คะแนนความเหมาะสม (2)	รวม (1) x (2)
- สนองตอบได้เต็มพื้นที่รับประโยชน์	7	1-5	7-35
- สนองตอบได้เฉพาะส่วนในระดับ ปานกลาง	6	1-5	6-30
- สนองตอบได้เฉพาะส่วนในระดับต่ำ	5	1-5	5-25
- ไม่สามารถสนองตอบความต้องการของชุมชน	2	1-5	2-10
<b>รวม</b>	<b>20</b>	<b>4-25</b>	<b>20-100</b>

## 3) ด้านสิ่งแวดล้อม

ปัจจัยที่นำมาพิจารณา คือ ความรุนแรงของผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นในลักษณะต่างๆ ของแต่ละทางเลือก โดยมีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 14 ดังนี้

ตารางที่ 14 เกณฑ์การศึกษาความเหมาะสมด้านสิ่งแวดล้อม

ตัวแปร	คะแนนน้ำหนัก (1)	คะแนนความเหมาะสม (2)	รวม (1) x (2)
- ผลกระทบด้านกายภาพ	5	1-5	5-25
- ผลกระทบด้านนิเวศวิทยา	5	1-5	5-25
- ผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์ของมนุษย์	5	1-5	5-25
- ผลกระทบต่อสังคมและเศรษฐกิจ/คุณภาพชีวิต	5	1-5	5-25
<b>รวม</b>	<b>20</b>	<b>4-20</b>	<b>20-100</b>

#### 4) ด้านเศรษฐศาสตร์

เกณฑ์การศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์จะเป็นการพิจารณาด้านผลประโยชน์ (Benefits) ที่จะได้รับจากแนวทางเลือกต่างๆ ตลอดจน ค่าลงทุน (Investment Costs) ที่จะเกิดขึ้นตามแนวทางเลือกนั้นๆ ตามเกณฑ์โดยทั่วไป ถ้าแนวทางมีการลงทุนสูงก่อให้เกิดผลประโยชน์สูงตามไปด้วย นอกจากเกณฑ์ดังกล่าวแล้วทางด้านเศรษฐศาสตร์ จะต้องมีการพิจารณาความเหมาะสมทางเศรษฐกิจของโครงการด้วยว่ามีความเหมาะสมเพียงใด ตัวชี้วัดในประเด็นนี้คือ ค่าอัตราผลตอบแทนภายในทางเศรษฐกิจ (EIRR) ของโครงการว่ามีค่ามากกว่าอัตราผลตอบแทนของเงินทุน หรือค่าเสียโอกาสของเงินทุนหรือไม่เพียงใด เกณฑ์การพิจารณาความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 15 มีแนวคิดพอสรุปได้ดังนี้

1) เงินลงทุน (Investment Costs) เงินลงทุนในแต่ละทางเลือก โดยแนวทางที่มีเงินลงทุนน้อยน่าจะเป็นแนวทางที่มีโอกาสในการดำเนินการมากกว่าแนวทางที่มีเงินลงทุนสูง ทั้งนี้ตามเงื่อนไขของข้อสมมุติฐานที่งบประมาณมีจำนวนจำกัด การพิจารณาจัดลำดับจะใช้เกณฑ์ที่กำหนดดังกล่าว

2) ค่าดำเนินการและค่าบำรุงรักษา (O&M Costs) ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับค่าดำเนินการและค่าบำรุงรักษาของแผนทางเลือกต่าง ๆ ก็เป็นตัวแปรอีกตัวหนึ่งที่จะพิจารณาความเหมาะสม ทั้งนี้เพราะเป็นค่าใช้จ่ายที่จะต้องจ่ายรายปีในกรณีที่ทางเลือกของโครงการมีค่าใช้จ่ายในส่วนนี้สูงก็จะเป็นภาระกับทางหน่วยงานที่รับผิดชอบดำเนินการ ดังนั้นเกณฑ์การพิจารณาในตัวแปรนี้จะดูจากความเหมาะสมมากสู่ความเหมาะสมน้อยโดยดูจากค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและค่าบำรุงรักษาที่น้อยไปสู่อำนาจจ่ายที่มาก

3) ผลประโยชน์ (Benefits) ผลประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ คือ จำนวนพื้นที่รับประโยชน์ทางการเกษตรในแต่ละทางเลือก ประเมินมาในรูปของผลผลิตที่เกิดขึ้น โดยมีสมมุติฐานที่จะจัดสรรน้ำอุปโภค-บริโภคเท่ากันทุกทางเลือก

4) ผลตอบแทนภายในทางเศรษฐกิจ (EIRR) ตัวชี้วัดความเหมาะสมในทางเศรษฐศาสตร์ของแนวทางเลือกอีกตัวหนึ่งคือ EIRR การพิจารณาความเหมาะสมของแต่ละทางเลือกจะพิจารณาค่า EIRR ในทางเลือกที่มีค่าสูงสุดและค่าที่มีลำดับรองลงมา ตารางที่ 15 แนวคิดการประเมินคะแนนทางเศรษฐศาสตร์

ตัวแปร	คะแนนน้ำหนัก (1)	คะแนนความเหมาะสม (2)	รวม (1) x (2)
(1) ค่าลงทุน	6	1-5	6-30
(2) O & M	6	1-5	6-30
(3) ผลประโยชน์	4	1-5	4-20
(4) EIRR	4	1-5	4-20
รวม	20	4-20	20-100

#### 4. บทสรุป และข้อเสนอแนะ

##### 4.1 บทสรุป

ระบบสถานีสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์หรือพลังงานไฟฟ้า มีแหล่งน้ำต้นทุน (น้ำผิวดิน) ที่สำคัญ 2 แหล่ง คือ แม่น้ำ หรือทางน้ำไหล และแหล่งน้ำธรรมชาติ ประเภท หนอง บึง หรือ อ่างเก็บน้ำ วัตถุประสงค์เพื่อสูบน้ำส่งให้แหล่งเก็บกักน้ำของระบบประปาหมู่บ้าน (โครงข่ายน้ำระดับตำบล) หรือส่งน้ำไปยังแหล่งน้ำอื่นๆที่ไม่มีน้ำต้นทุน (สระน้ำฝน) เพื่อการเกษตร เช่น ปลูกพืชผักเศรษฐกิจ ไม้ผล และเพื่อรักษาระบบนิเวศหรือเพื่อการท่องเที่ยว การศึกษาทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการพิจารณาเปรียบเทียบจากปัจจัยต่างๆ ที่จะมีผลต่อรูปแบบของสถานีสูบน้ำและชนิดของเครื่องสูบน้ำที่จะนำมาพิจารณาประกอบตาม ลักษณะพื้นที่โครงการ ราคาก่อสร้าง การใช้งานและการควบคุมระบบ สรุปได้ดังนี้

##### 4.1 รูปแบบสถานีสูบน้ำและชนิดเครื่องสูบน้ำ

จากการพิจารณาและเปรียบเทียบข้อมูลของรูปแบบสถานีสูบน้ำและชนิดเครื่องสูบน้ำทั้ง 2 ประเภท ในด้านราคาก่อสร้าง จะเห็นได้ว่า สถานีสูบน้ำแบบ Dry Pit เครื่องสูบน้ำชนิด Horizontal Centrifugal Pump จะมีความเหมาะสมเป็นอันดับแรก เนื่องจากมีราคาก่อสร้างที่ต่ำกว่าสถานีสูบน้ำแบบอื่น รวมทั้งในการใช้งานเครื่องสูบน้ำ Horizontal Centrifugal Pump สามารถที่จะใช้งานได้หลังจากที่หยุดการทำงานไปเป็นเวลานานและการบำรุงรักษาซ่อมแซมก็สามารถทำได้ง่ายไม่ต้องถอดมอเตอร์และตั้ง Column ขึ้นจากน้ำเหมือนการซ่อมแซมเครื่องสูบน้ำ Vertical Turbine Pump แต่เมื่อดู

จากลักษณะของพื้นที่และการใช้งาน กรณีที่เป็นฝั่งแม่น้ำ ซึ่งมีระดับน้ำขึ้นลงและมีความต่างของระดับน้ำสูงสุดและต่ำสุดมาก สถานีสูบน้ำควรเป็นแบบ Wet Pit เครื่องสูบน้ำชนิด Vertical Turbine จะเหมาะสมกว่าเนื่องจากไม่ต้องมีการล่อน้ำ (Priming) สามารถสูบน้ำเมื่อระดับน้ำมีการผันแปรมากๆ ได้และใช้พื้นที่ในการก่อสร้างน้อยกว่าสถานีสูบน้ำแบบอื่น และต้องคำนึงถึงดังนี้

- 1) ที่ดินสาธารณประโยชน์ที่มีเนื้อที่เพียงพอ ในการก่อสร้างสถานีสูบน้ำ และอาคารประกอบ
- 2) มีถนนสาธารณะเข้าถึงสถานีสูบน้ำ
- 3) ไม่ก่อให้เกิดปัญหาทางชลศาสตร์ของสถานีสูบน้ำที่ตั้งอยู่ติดกัน
- 4) จุดที่ตั้งสถานีสูบน้ำต้องใกล้พื้นที่เป้าหมายให้มากที่สุด เพื่อหยักระบบท่อส่ง
- 5) หลีกเลี่ยงและลดปัญหาผลกระทบจากการก่อสร้างที่มีต่อชุมชนที่ท่อส่งน้ำผ่าน
- 6) สถานีสูบน้ำควรหลีกเลี่ยงพื้นที่น้ำหลากและระดับน้ำท่วมถึง

#### 4.2 ด้านพลังงาน

ระบบสถานีสูบน้ำสามารถออกแบบพลังงานได้ดังนี้

- 1) ระบบสถานีสูบน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า สูบน้ำได้ปริมาณมาก ไม่มีเงื่อนไขด้านเวลา เหมาะสำหรับสูบส่งน้ำให้เกษตรแปลงใหญ่ ทำนา และผันน้ำข้ามลุ่มน้ำสาขา ปริมาณความต้องการน้ำมากกว่า 625 ลบ.ม./ชม. ขึ้นไป
- 2) ระบบสถานีสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สูบน้ำได้ไม่มาก เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านความเข้มของแสงอาทิตย์ เหมาะสำหรับสูบส่งน้ำให้แหล่งน้ำต้นทุนของระบบประปาหมู่บ้าน เพื่อการเกษตร เช่น ปลูกพืชผักเศรษฐกิจ ไม้ผล และเพื่อรักษาระบบนิเวศหรือเพื่อการท่องเที่ยว ปริมาณความต้องการน้ำไม่เกิน 2,500 ลบ.ม./วัน (4ชม.) หรือ 625 ลบ.ม./ชม.
- 3) ระบบสถานีสูบน้ำโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ผสมผสานกับพลังงานไฟฟ้า (Hybrid Inverter Solar Pump) เพื่อให้ได้ปริมาณน้ำที่ที่ต้องการโดย สามารถประหยัดกระแสไฟฟ้าได้ประมาณร้อยละ 30

#### 4.2 ข้อเสนอนะ

- 1) ระบบสถานีสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เหมาะสำหรับการแก้ไขปัญหาภัยแล้งประชาชนประสบปัญหาขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภค ในพื้นที่เกษตรน้ำฝน (นอกเขตพื้นที่ชลประทาน) และเหมาะสมสำหรับส่งน้ำสนับสนุนการทำพืชผักเศรษฐกิจ พืชผักสวนครัว ทดแทนการทำนาปรังในช่วงฤดูแล้ง
- 2) ปัจจุบันมีมาตรวัดปริมาณน้ำที่ส่งให้กับพื้นที่เป้าหมาย สามารถส่งสัญญาณ Online ผ่านเครื่องตู้ควบคุมไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ PC หรือมือถือได้ ทำให้สะดวกในการบริหารจัดการน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### บรรณานุกรม

- กรมทรัพยากรน้ำ. (2555). *คู่มือการใช้งานแบบมาตรฐาน โครงการศึกษาวิเคราะห์และจัดทำแบบมาตรฐานโครงการอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งน้ำ*. สำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งน้ำ, กุมภาพันธุ์.
- กองสำรวจออกแบบ. (2529). *สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท. การออกแบบแหล่งน้ำสำหรับงานเร่งรัดพัฒนาชนบท*.
- นครินทร์ รินพล. (2558). *คู่มือการออกแบบระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- วีระพล แต่สมบัติ. (2531). *อุทกวิทยาประยุกต์*. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กรมทรัพยากรน้ำ. (2557). *คู่มือโครงการฝึกอบรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของบุคลากรด้านการออกแบบโครงการพัฒนาอนุรักษ์ฟื้นฟูแหล่งน้ำ*. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.