การออกแบบสถานีสูบน้ำเพื่อการชลประทาน บนพื้นฐานการมีส่วนร่วมของประชาชน

(Design of Pumping Station for Irrigation On The Basis of People Participation)

วินัย ศรีอำพร (Winai Sri-Amporn)[1]
[1]ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

E-mail: winsri@kku.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอแนวทางการออกแบบสถานีสูบน้ำเพื่อการชลประทาน ของเทศบาลตำบลบ้านโคก อ.โคกโพธิ์ไชย จ.ขอนแก่น ซึ่งมีการดำเนินการทั้งทางด้านวิศวกรรมและทางด้านสังคม กล่าวคือ ทำการออกแบบระบบสูบน้ำ ระบบส่งน้ำ รายละเอียดต่างๆ ของโครงการ และประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม ตามมาตรฐานและข้อกำหนดทางด้านวิศวกรรม พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ราษฎรในพื้นที่มีส่วนร่วมในการวางโครงการและการออกแบบรายละเอียด โดยการจัดประชุมราษฎรในพื้นที่โครงการจำนวน 3ครั้ง การประชุมครั้งที่ 1 เป็นการชี้แจงรายละเอียดและเงื่อนไขของโครงการ ครั้งที่ 2นำเสนอแผนที่แสดงแนวท่อส่งน้ำฉบับร่างให้ราษฎรร่วมกันพิจารณา และครั้งที่ 3เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจากโครงการพิจารณาแบบก่อสร้างฉบับสมบูรณ์ ซึ่งราษฎรสามารถแสดงความคิดเห็นและให้ข้อเสนอแนะต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง รวมทั้งสามารถเสนอให้ปรับเปลี่ยนองค์ประกอบของโครงการได้ ซึ่งจะดำเนินการให้ถ้าหากเป็นไปได้และมีความเหมาะสมในเชิงวิศวกรรม ตลอดจนมีการจัดทำบันทึกข้อตกลงการมีส่วนร่วมของเกษตรกร เพื่อแสดงเจตจำนงว่าราษฎรทั้งหมดจะอำนวยความสะดวกในการก่อสร้าง ร่วมกันจัดตั้งกลุ่มผู้ใช้น้ำ และบริหารจัดการสถานีสูบน้ำของตนเอง
คำสำคัญ: การส่งน้ำโดยท่อ ,การออกแบบสถานีสูบน้ำ ,ระบบชลประทาน ,การมีส่วนร่วมของราษฎร

Abstract

This paper presents a design guideline of pumping station for irrigation of Ban Kok Tambon Municipality, Kok Pochai District, Khon Kaen Province. The design procedure was based on both engineering and social aspects. The engineering activities were, including the design of pumping system, pipe system and project facilities, and environmental impact assessment, corresponding to the engineering standard. Besides, the social one was that the stakeholders had an opportunity to participate in the project planning and design processes during villager meetings. Three meetings were organized in the local area. The purpose of the first meeting was to explain the details and conditions of the project to villagers. While the second one was set up in order to display the draft pipeline alignment map of the project to villagers, their comments and suggestions were requested. The last meeting aimed to present the final blue print to the stakeholders for final consideration. All comments and opinions in the meeting were accepted, and the project components could be adjusted on the basis of engineering possibility. Moreover, the villagers were also informed to sign in the "Farmers' Commitment Letter" which implied that they would facilitate the construction, participate in the water user group, and manage their own pumping station.

Keywords: Pipe water delivery, pumping station design, irrigation system, people participation

1. บทนำ

การส่งน้ำชลประทานบนผิวดิน โดยทั่วๆ ไปสามารถทำได้ 2ลักษณะ คือการระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำลงสู่คลองส่งน้ำ แล้วส่งไปยังแปลงเพาะปลูกโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก ส่วนอีกลักษณะหนึ่งคือการสูบน้ำจากแหล่งน้ำขึ้นสู่ต้นคลองส่งน้ำแล้วส่งต่อไปยังแปลง หรือสูบน้ำแล้วส่งไปตามระบบท่อรับแรงดัน ซึ่งเกษตรกรจะต้องรับผิดชอบค่ากระแสไฟฟ้าในการสูบน้ำ จึงควรมีการจัดการระบบสูบน้ำและส่งน้ำที่มีประสิทธิภาพและยุติธรรมภายใต้การมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่โครงการ นอกจากนี้ พบว่ามีโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กในอดีตจำนวนหนึ่งที่ไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เพราะประชาชนในพื้นที่มิได้มีส่วนร่วมในการดำเนินโครงการตั้งแต่ต้น จึงต่างก็คิดว่าโครงการดังกล่าวเป็นของหน่วยงานมิใช่เป็นของชุมชน ทำให้ขาดความใส่ใจในการบริหารจัดการและดูแลบำรุงรักษาองค์ประกอบของโครงการให้ใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืน ด้วยเหตุผลดังกล่าว บทความนี้จึงนำเสนอแนวทางการออกแบบสถานีสูบน้ำเพื่อการชลประทานของเทศบาลตำบลบ้านโคก อ.โคกโพธิ์ไชย จ.ขอนแก่น ที่เปิดโอกาสให้ประชาชนในพื้นที่มีส่วนร่วมในการวางโครงการ และการออกแบบองค์ประกอบของโครงการ เพื่อเป็นทางเลือกในการดำเนินงานโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กในอนาคต

2. กระบวนการออกแบบ

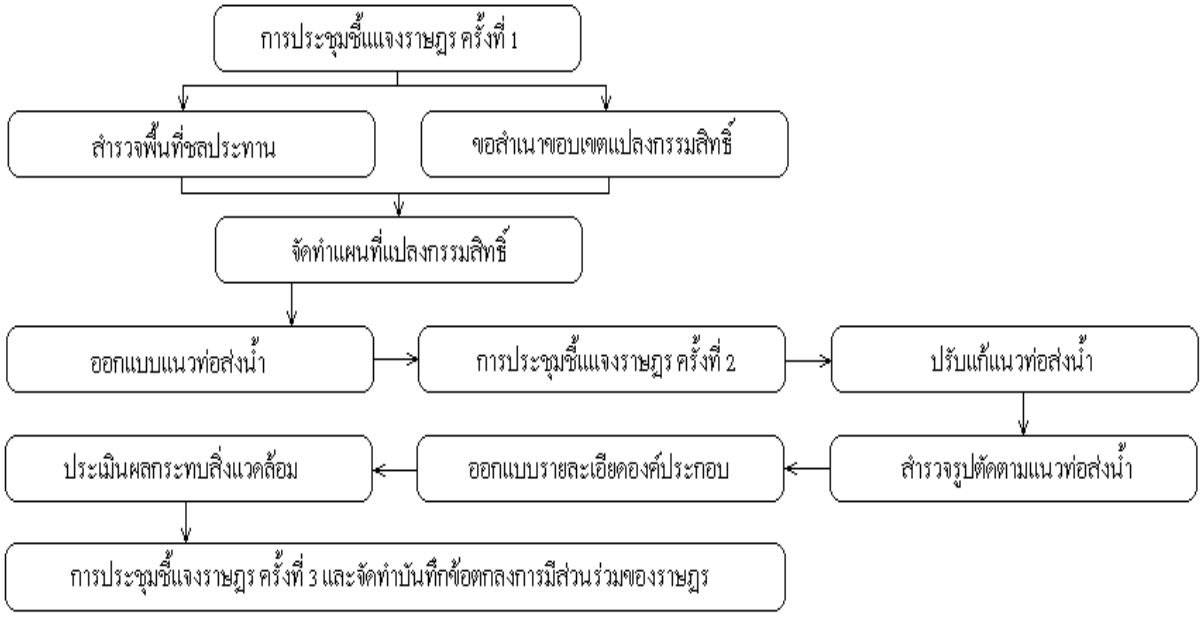
การออกแบบสถานีสูบน้ำของเทศบาลตำบลบ้านโคก ประกอบด้วย การคำนวณความต้องการใช้น้ำของข้าว การคำนวณค่าชลภาระ การวางแนวท่อและออกแบบขนาดของท่อส่งน้ำ การคำนวณการสูญเสียความสูงหัวน้ำในระบบท่อ การออกแบบเครื่องสูบน้ำ การออกแบบรายละเอียดองค์ประกอบของโครงการ และการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งจัดการประชุมประชาคมในพื้นที่ จำนวน 3ครั้ง โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังแสดงในรูปที่ 1ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1) จัดประชุมชี้แจงราษฎรครั้งที่ 1เพื่ออธิบายรายละเอียด และเงื่อนไขต่างๆ ของโครงการ

2) สำรวจพื้นที่ชลประทาน จัดทำแผนที่ภูมิประเทศขนาดมาตราส่วน 1:4,000 เพื่อใช้ในการวางโครงการ และสำรวจ Site plan ที่ตั้งสถานีสูบน้ำ

3) ประสานงานกับสำนักงานที่ดิน เพื่อขอสำเนาขอบเขตแปลงกรรมสิทธิ์ที่ดิน และรายชื่อเจ้าของแปลงที่อยู่ในเขตพื้นที่ชลประทานของโครงการ

4) จัดทำแผนที่แปลงกรรมสิทธิ์ที่ดิน แล้วนำมาซ้อนทับกับแผนที่ภูมิประเทศที่ได้จากการสำรวจ เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบระบบส่งน้ำ



รูปที่ 1: ขั้นตอนการดำเนินงานออกแบบสถานีสูบน้ำของเทศบาลตำบลบ้านโคก

5) ระบบส่งน้ำ ออกแบบให้เป็นระบบท่อส่งน้ำรับแรงดันเพราะสภาพพื้นที่โครงการมีลักษณะสูงๆ ต่ำๆ และสิ่งที่สำคัญคือเป็นความต้องการของประชาชนในพื้นที่ เพราะเกษตรกรส่วนใหญ่มีที่ดินน้อยจึงไม่อยากจะเสียที่ดินไปเพื่อการก่อสร้างคลองส่งน้ำ ซึ่งในการวางแนวท่อส่งน้ำจะเลือกแนวที่เป็นสันเนิน และเป็นแนวเส้นตรงที่สั้นที่สุด เพื่อประหยัดค่าก่อสร้าง โดยเลือกแนวที่ผ่านขอบเขตแปลงกรรมสิทธิ์ที่ดินให้มากที่สุด

6) จัดประชุมชี้แจงราษฎรครั้งที่ 2เพื่อนำแผนที่แสดงแนวท่อส่งน้ำ)ฉบับร่าง (ไปให้ราษฎรพิจารณา ซึ่งราษฎรสามารถให้ข้อเสนอแนะ หรือขอปรับเปลี่ยนแนวท่อส่งน้ำได้

7) สำรวจรูปตัดตามยาว และรูปตัดขวางของพื้นที่ตามแนวท่อส่งน้ำที่ได้ปรับเปลี่ยนจากการประชุมครั้งที่ 2 เพื่อที่จะนำไปใช้ในการออกแบบรายละเอียด

8) ออกแบบรายละเอียดของระบบส่งน้ำ ระบบสูบน้ำ แพสูบน้ำ และองค์ประกอบต่างๆ

9) ประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม ทั้งในระหว่างการก่อสร้างและหลังจากก่อสร้างแล้ว

10) จัดประชุมชี้แจงราษฎรครั้งที่ 3 เพื่อนำแบบรายละเอียดฉบับสมบูรณ์ไปให้ราษฎรพิจารณา ซึ่งสามารถจะเสนอให้ปรับเปลี่ยนรายละเอียดต่างๆ ได้จนกระทั่งราษฎรพอใจ พร้อมทั้งแนะนำแนวทางการบริหารจัดการสถานีสูบน้ำในอนาคต และจัดทำบันทึกข้อตกลงการมีส่วนร่วมของราษฎร

3. ความต้องการน้ำชลประทาน

การคำนวณความต้องการน้ำชลประทานของโครงการ มีรายละเอียดดังนี้

1)การคำนวณหาความต้องการใช้น้ำ พืชที่มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุดคือข้าว โดยที่ความต้องการใช้น้ำสำหรับนาข้าว ประกอบด้วย 3ส่วนคือ

(1)ปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแปลง จากการที่ ฉลอง (2540)หาปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแปลงสำหรับการทำนาดำ โดยการ Monitor ในสนาม พบว่าความต้องการน้ำในการเตรียมแปลงเท่ากับ 200มม .โดยมีระยะเวลาการเตรียมแปลงต่อพื้นที่ 1ไร่ ในฤดูฝนประมาณ 4สัปดาห์(บริษัท แมคโครคอนซัลแตนท์ จำกัด)2540 ,

(2)ปริมาณน้ำที่ใช้หลังจากการปักดำ ประกอบด้วยปริมาณน้ำเพื่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว และปริมาณน้ำที่ระเหยจากแปลงนา ซึ่งคำนวณได้จาก

$$ET = Kc \cdot ETp \qquad (1)$$

โดยที่ ET คือความต้องการใช้น้ำของพืช (มม.) , Kc คือสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช, และ ETp คือศักย์การคายระเหยของพืชอ้างอิง (มม.) .ซึ่งคำนวณโดยวิธี Penman โดยมีค่า Kc ของข้าวนาปีปักดำ ดังแสดงใน **ตารางที่ 1**

ตารางที่ 1: ค่า Kc ของข้าวนาปีปักดำ)ฉลอง(2540 ,

สัปดาห์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Kc	0.90	0.94	0.98	1.13	1.21	1.27	1.32	1.30	1.26	1.21	1.11	0.85	0.75

(3)ปริมาณน้ำเพื่อการตกกล้า สามารถคำนวณได้โดยใช้ค่า Kc = 1.0 และเมื่อข้าวกล้ามีอายุ 4สัปดาห์ก็นำไปปักดำได้ (ฉลอง)2540

2)ปริมาณน้ำที่รั่วซึมลงดิน(Percolation)จากการวัดการรั่วซึมบนแปลงเพาะปลูกข้าวในสนามของโครงการฝายกุมภวาปี พบว่าบนพื้นที่เพาะปลูกข้าวส่วนใหญ่มีอัตราการซึมเท่ากับ 2 มม./วัน (ฉลอง)2540 ,

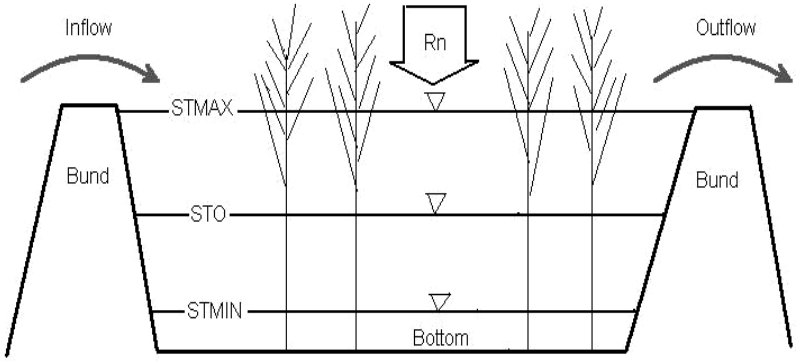
3)ฝนใช้การ คำนวณโดยใช้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นโดยบริษัท Acres International Ltd. ซึ่งฝนใช้การขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนและระดับน้ำในแปลงนา ดังแสดงในรูปที่ 2โดยมีเกณฑ์ดังนี้ (ฉลอง)2538 ,

$$St_n = St_n + {}_1\text{-}R_n - a_n \quad (2$$

ถ้า $St_n > STMAX$, $Re = STMAX = a_n - St_{n1-}$ $St_n = STMAX$ (3

ถ้า $St_n < STMAX$, $Re = R_n$ $St_n = St_n + {}_1\text{-}R_n - a_n$ (4

ถ้า $St_n < STNIN$, $Re = R_n$ $St_n = STO$ (5



รูปที่ 2 : แบบจำลองสำหรับคำนวณฝนใช้การรายวันของนาข้าว)ฉลอง(2538 ,

โดยที่ R_n คือปริมาณฝนที่ตกในวันที่ n (มม.), $St_{n\ 1}$-คือระดับน้ำในแปลงนาที่เริ่มต้นของวันที่ n, St_n คือระดับน้ำในแปลงนาที่สิ้นสุดของวันที่ n, a_n คือปริมาณน้ำที่ข้าวต้องการในวันที่ n (มม/.วัน),TMIN คือระดับน้ำต่ำสุดที่ใช้เพื่อกำจัดวัชพืช และเป็นระดับที่จะต้องให้น้ำชลประทาน, STO คือระดับน้ำหลังจากให้น้ำชลประทาน ,STMAX คือระดับน้ำสูงสุดก่อนเกิดการไหลล้นข้ามคันนา, และ Re คือปริมาณฝนใช้การในวันที่ n (มม.) โดยใช้ค่าระดับน้ำ STMIN = 50 มม ,.STO = 100มม .และ STMAX = 150 มม .

ทั้งนี้ ปริมาณฝนรายวันที่ใช้ในการคำนวณเป็นฝนรายวันเฉลี่ยของสถานีอำเภอโคกโพธิ์ไชย และเกษตรกรจะเริ่มเตรียมแปลงในช่วงฤดูฝนวันที่ 1มิถุนายน ซึ่งจะได้ผลการคำนวณความต้องการใช้น้ำในแปลง ฝนใช้การ และความต้องการใช้น้ำในแปลงสุทธิของข้าวนาปี ดังแสดงใน **ตารางที่ 2**

4. ค่าชลภาระ

การคำนวณค่าชลภาระ (Water duty, W_d) มีรายละเอียดดังนี้

1)จากตารางที่ 2 พบว่าข้าวนาปีในพื้นที่โครงการมีความต้องการใช้น้ำในแปลงสุทธิสูงสุด 30.8มม/.สัปดาห์ หรือเท่ากับ 4.4มม/.วัน

2)กำหนดให้การสูบน้ำในแต่ละวันจะใช้เวลาไม่เกิน 15 ชั่วโมง โดยหลีกเลี่ยงช่วงเวลาระหว่าง 18:00 –20 :00 น . ซึ่งมีการใช้กระแสไฟฟ้าสูงสุดของวัน (Peak load)

3) จากรายงาน การศึกษาแผนหลักโครงการเพิ่มประสิทธิภาพแหล่งน้ำ และการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพด้วยระบบท่อส่งน้ำ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (บริษัท แมคโครคอนซัลแตนท์ จำกัด และคณะ2544 ,) ระบุว่า การส่งน้ำโดยระบบท่อ ในกรณีที่ท่อยาวไม่เกิน 50กม .จะมีการสูญเสียน้ำประมาณ 10% และสำหรับท่อยาวไม่เกิน 100 กิโลเมตร จะสูญเสียน้ำประมาณ 20% โดยมี on farm efficiency = 90% ดังนั้น จึงใช้ประสิทธิภาพการชลประทานของการส่งน้ำโดยระบบท่อของโครงการเท่ากับ 90%

4)ความต้องการน้ำชลประทานที่หัวงาน สามารถคำนวณได้จาก

$$WR = \frac{ET + I - Re}{Ei} \quad (6)$$

โดยที่ WR คือความต้องการน้ำชลประทานที่หัวงาน (มม.) ,ET คือความต้องการใช้น้ำในแปลง (มม.) , I คือปริมาณน้ำที่รั่วซึมลงดิน (มม.) , Re คือปริมาณฝนใช้การ (มม.) , และ Ei คือประสิทธิภาพการชลประทาน

5)จากรายละเอียดข้างต้น จึงสามารถคำนวณหาค่าชลภาระที่หัวงานของโครงการได้เท่ากับ 7.04ลบ.ม/.วัน/ไร่ หรือ 0.13ลิตร/วินาที/ไร่

ตารางที่ 2: ผลการคำนวณความต้องการใช้น้ำในแปลง ฝนใช้การ และความต้องการใช้น้ำในแปลงสุทธิของข้าวนาปี

สัปดาห์ที่	ความต้องการใช้น้ำในแปลง (มม.)	ปริมาณฝนเฉลี่ย (มม.)	ฝนใช้การ (มม.)	ความต้องการใช้น้ำในแปลงสุทธิ	
				(มม/.สัปดาห์)	(มม/.วัน)
1	50.0	34.4	34.4	15.6	2.2
2	50.0	26.9	26.9	23.1	3.3
3	50.0	19.9	19.9	30.1	4.3
4	50.0	31.9	31.9	18.1	2.6
5	33.1	27.6	27.6	5.5	0.8
6	36.4	19.3	19.3	17.1	2.4
7	42.0	23.4	23.4	18.6	2.7
8	47.6	28.5	28.5	19.1	2.7
9	52.1	23.1	23.1	29.0	4.1
10	55.3	38.3	38.3	17.0	2.4
11	58.1	27.3	27.3	30.8	4.4
12	58.8	49.7	49.7	9.1	1.3
13	58.1	43.8	43.8	14.3	2.0
14	56.8	55.7	55.7	1.1	0.2
15	55.3	68.1	55.3	0.0	0.0
16	52.5	70.0	52.5	0.0	0.0
17	48.3	43.2	43.2	5.1	0.7
18	42.3	47.9	42.3	0.0	0.0
รวม	896.7	679.0	643.1	-	-

5. การออกแบบระบบท่อส่งน้ำ

1)การออกแบบระบบการส่งน้ำชลประทาน เนื่องจากเป็นการส่งน้ำตามความต้องการของเกษตรกร หรือการส่งน้ำแบบหมุนเวียน จึงออกแบบท่อส่งน้ำให้มีขนาดและอัตราการไหล (Q_{design}) เท่ากันทั้งโครงการ

2) เครื่องสูบน้ำจะสูบและส่งน้ำไปตามท่อซึ่งฝังอยู่ใต้ดินไปสู่พื้นที่ชลประทาน โดยระบบท่อจะมีท่อสายประธานและท่อสายซอย และมีประตูน้ำ (Gate valve) เพื่อความสะดวกในการจัดรอบเวรการส่งน้ำ

3)ในระบบท่อมีการติดตั้งวาล์วระบายอากาศ และวาล์วป้องกันสุญญากาศ (Air Release and Vacuum Relief Valves) โดยที่วาล์วระบายอากาศ จะทำหน้าที่ระบายอากาศออกจากระบบท่อ เพื่อป้องกันมิให้ฟองอากาศค้างอยู่ในท่อและลดความดันที่เพิ่มเนื่องจาก Water Hammer เพราะในระบบท่อที่มีฟองอากาศอยู่อาจเกิด Water Hammer ได้สูงกว่าใน

กรณีที่ไม่มีฟองอากาศ และถ้ามีฟองอากาศอยู่ในท่อจะเกิดการสูญเสียความสูงหัวน้ำเนื่องจากความเสียดทาน (Friction Loss) สูงกว่าปกติ เพราะอากาศจะทำหน้าที่ต้านทานการไหลของน้ำ (Air lock) ส่วนวาล์วป้องกันสุญญากาศ จะทำหน้าที่ดูดอากาศเข้าท่อในกรณีความดันลดลงเนื่องจากการระบายน้ำออกจากท่อ

4) นอกจากนี้จะต้องมีอาคาร Blow off ซึ่งเป็นส่วนประกอบของระบบท่อที่สร้างไว้ในพื้นที่ซึ่งมีระดับต่ำ เพื่อทำหน้าที่ระบายน้ำและตะกอนออกจากท่อในช่วงเวลาที่หยุดการส่งน้ำและต้องการทำความสะอาด ซ่อมบำรุงระบบท่อ หรือระบายตะกอนในท่อ ซึ่งจำเป็นจะต้องระบายน้ำออกจากตัวท่อให้หมด โดยสร้างทางทิ้งน้ำไว้ตรงตำแหน่งที่มีระดับต่ำสุดของเส้นท่อ และต่อท่อขนาดเล็กเข้ากับตัวท่อใหญ่ พร้อมทั้งมีประตูน้ำติดตั้งไว้ที่ท่อเล็กเพื่อเปิด–ปิดน้ำที่จะระบายออก

5) ท่อส่งน้ำเข้านา (Farm Turnout)จะติดตั้งบริเวณต้นแปลงกรรมสิทธิ์ และอยู่ในที่สูงซึ่งสามารถกระจายน้ำได้ทั่วถึงแปลงนา โดยติดตั้งท่อส่งน้ำเข้านา 1แห่งสำหรับพื้นที่ประมาณ 15ไร่

6) การสูญเสียความสูงหัวน้ำเนื่องจากความเสียดทาน คำนวณได้จาก (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)2551,

$$h_f = \frac{v^2 n^2 L}{(0.25D)^{4/3}} \qquad (7)$$

โดยที่ h_f คือการสูญเสียความสูงหัวน้ำเนื่องจากความเสียดทานในท่อ (ม.) ,v คือความเร็วของน้ำในท่อซึ่งจะต้องไม่เกิน 3.00ม/.วินาที ,n คือสัมประสิทธิ์ความเสียดทานซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของท่อ ,L คือความยาวของท่อ (ม.) ,และ D คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ (ม.)

7) การสูญเสียรอง (Minor losses) เนื่องจากอุปกรณ์ท่อ (h') คำนวณได้จาก

$$h' = k.\frac{v^2}{2g} \qquad (8)$$

โดยที่ k คือสัมประสิทธิ์การสูญเสียรองของอุปกรณ์ท่อชนิดต่างๆ

6. การออกแบบเครื่องสูบน้ำ

1) การคำนวณหาอัตราการสูบที่ใช้ในการออกแบบเครื่องสูบน้ำ (Q_{design}) พิจารณาจากอัตราการสูบที่ได้จากการคำนวณ (Q_{cal}) แล้วจึงเลือกใช้ Q_{design} ที่ไม่น้อยกว่า Q_{cal} ดังนี้

$$Q_{cal} = W_d.A \qquad (9)$$

โดยที่ W_d คือค่าชลภาระที่หัวงาน (ลิตร/วินาที/ไร่) และ A คือพื้นที่ชลประทานของโครงการ (ไร่)

2) การคำนวณระดับส่งน้ำรวม (Total Dynamic Head, TDH) ของเครื่องสูบน้ำ พิจารณาจากความแตกต่างของระดับน้ำต่ำสุดที่สูบได้ กับระดับสูงสุดตามแนวท่อที่พิจารณา รวมกับการสูญเสียความสูงหัวน้ำเนื่องจากความเสียดทานในท่อ และการสูญเสียรองต่างๆ โดยจะต้องเลือกใช้เครื่องสูบน้ำที่มี TDH มากพอที่จะทำให้เส้นความลาดชลศาสตร์ (Hydraulic grade line; HGL) ตามแนวท่อ มีระดับสูงกว่าระดับผิวดินหลังท่อไม่น้อยกว่า 3.00เมตร

3) การเลือกประเภทของเครื่องสูบน้ำ จะต้องพิจารณาจากค่าความเร็วรอบจำเพาะ (Specific speed, N_s) ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก

$$N_s = \frac{N.\sqrt{Q}}{H^{3/4}} \qquad (10)$$

โดยที่ N คือความเร็วรอบของเครื่องสูบน้ำ (รอบ/นาที) Q คืออัตราการสูบ (ลบ.ม/.นาที)และ H คือระดับส่งน้ำรวม (ม.)

ในกรณีที่ความเร็วรอบจำเพาะอยู่ระหว่าง 100 – 600 ควรเลือกใช้ Centrifugal pump และถ้ามีค่า 400– 1,400 ควรเลือกใช้ Mixed flow pump ส่วนเครื่องสูบน้ำ Axial flow pump จะมีค่าความเร็วรอบจำเพาะระหว่าง 1,300– 2,000 (ธำรง และดำรงศักดิ์)2533.

4) การคำนวณหาระดับติดตั้งสูงสุดของเครื่องสูบน้ำเพื่อป้องกันการเกิดโพรง (Cavitation) สามารถคำนวณได้จาก (Sanks, 1989)

$$z_{s.max} = \frac{p_o}{\gamma} - \frac{p_v}{\gamma} - NPSH_R - h_L \qquad (11)$$

โดยที่ $z_{s.max.}$ คือระดับติดตั้งสูงสุด (ม.), p_o คือความดันเหนือผิวน้ำที่สูบ (Pa), p_v คือความดันไอของน้ำ (Pa), γ คือ Specific gravity ของน้ำ (N/m^3), $NPSH_R$ คือ Net Positive Suction Head Require (ม.) ซึ่งได้มาจากข้อกำหนดของผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำและ h_L คือการสูญเสียความสูงหัวน้ำภายในท่อดูดของเครื่องสูบน้ำ(ม.)

5)ระบบสูบน้ำ ออกแบบให้มีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำจำนวน 2เครื่อง ที่มีขนาด ระดับส่งน้ำรวม และอัตราการสูบเท่ากัน โดยให้ทำงานพร้อมกันทั้ง 2เครื่องในลักษณะคู่ขนาน ทั้งนี้ เพื่อเป็นหลักประกันว่าในกรณีฉุกเฉินหากเครื่องสูบน้ำเครื่องใดเครื่องหนึ่งชำรุด ก็ยังคงสามารถสูบน้ำด้วยเครื่องสูบน้ำเพียงเครื่องเดียวได้โดยที่ระบบการส่งน้ำไม่ล้มเหลว รวมทั้งอำนวยความสะดวกในเรื่องของอะไหล่ และการซ่อมบำรุงเครื่องสูบน้ำ

7 .รายละเอียดการออกแบบ

1)การคำนวณหาอัตราการไหลที่ใช้ในการออกแบบ (Q_{design}) พิจารณาจากอัตราการไหลที่คำนวณ (Q_{cal}) ดังนี้

$$Q_{cal} = W_d \cdot A \qquad (12)$$

ในที่นี้ W_d คือค่าชลภาระที่หัวงานเท่ากับ 0.13ลิตร/วินาที/ไร่ และ A คือพื้นที่ชลประทานของโครงการเท่ากับ 3,764ไร่ จะได้

$$Q_{cal} = 0.13x\ 3764 = 489.32 \text{ลิตร/วินาที}$$

ดังนั้น จึงเลือกใช้ Q_{design} = 500.00 ลิตร/วินาที

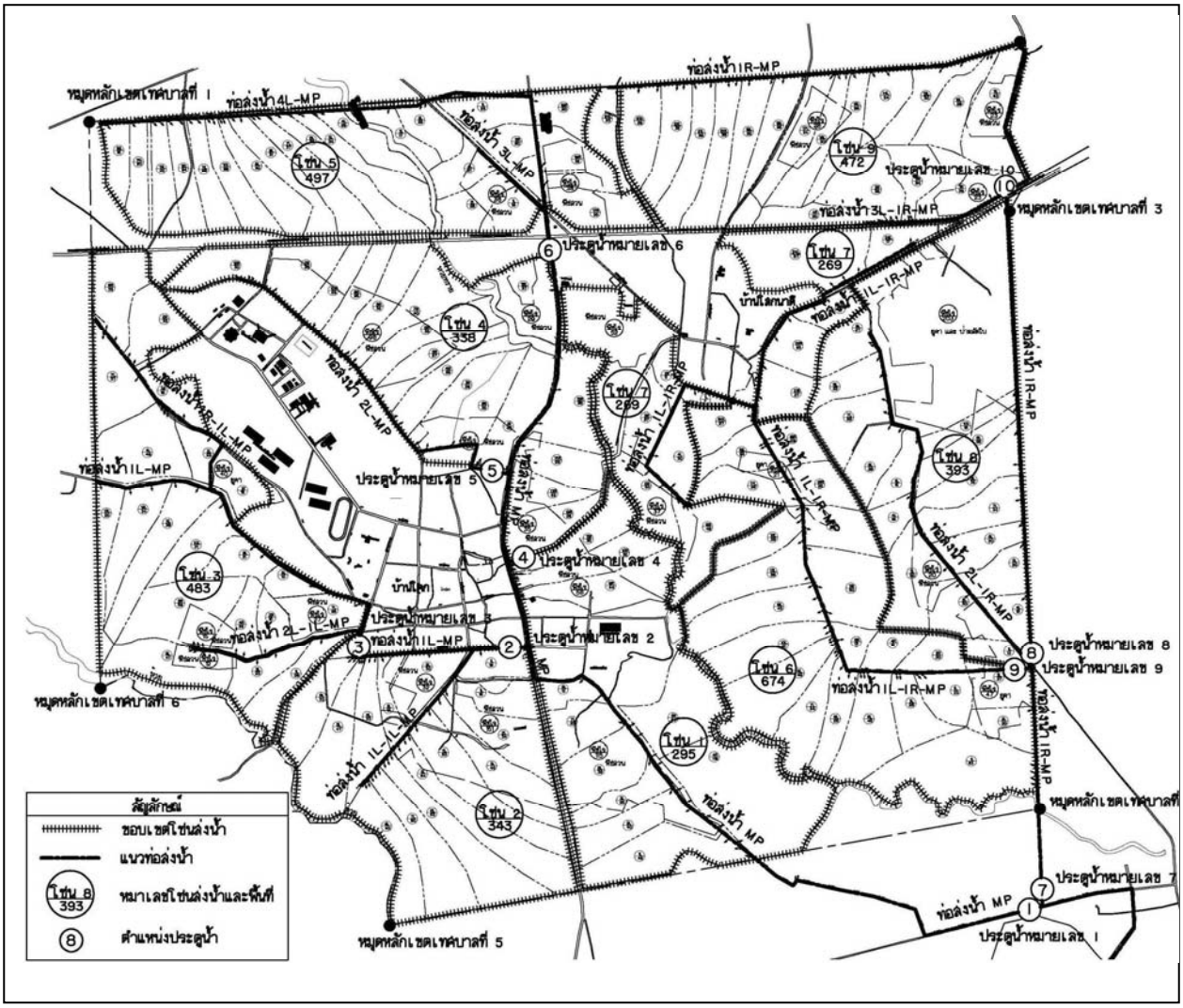
2)วางแผนการใช้ที่ดินของโครงการให้มี Cropping Intensity = 1.20กล่าวคือ ฤดูฝน ปลูกข้าว %100 ส่วนในฤดูแล้ง ปลูกพืชไร่ %14และพืชผัก %6และแบ่งพื้นที่ส่งน้ำชลประทานออกเป็น 9โซน โดยมีแผนที่แสดงขอบเขตโซนส่งน้ำ แนวท่อ และตำแหน่งของประตูน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 3

3)การออกแบบขนาดของท่อและเครื่องสูบน้ำ จากการสำรวจ Site plan พบว่า ตำแหน่งของสถานีสูบน้ำมีระดับตลิ่งอยู่ที่ 160.00 เมตร (รสม.) และมีระดับน้ำต่ำสุดที่จะสูบได้เท่ากับ 158.64 เมตร (รสม.)

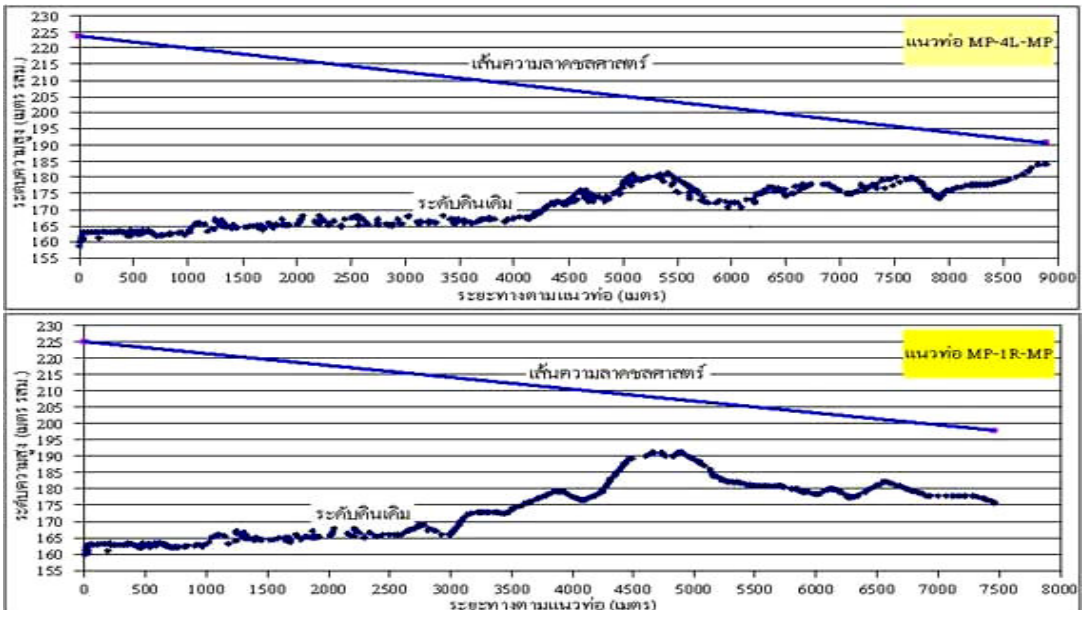
จากการออกแบบแนวท่อส่งน้ำ พบว่าแนวท่อส่งน้ำเส้นที่ยาวที่สุดคือ MP-4L-MP ซึ่งยาว 8,900เมตร แต่มีระดับสูงสุดตามแนวท่อต่ำกว่าท่อ MP-1R-MP ซึ่งมีความยาว 7,455 เมตร จึงทำให้ผลการคำนวณค่า TDH ตามแนวท่อ MP-1R-MP มีค่ามากที่สุด ดังนั้น จึงใช้ MP-1R-MP เป็นท่ออ้างอิง และได้ผลคำนวณออกแบบขนาดท่อและเครื่องสูบน้ำ ดังนี้

ท่อส่งน้ำมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.60 เมตร มีความเร็วของน้ำในท่อ 1.77 เมตร/วินาที เกิดการสูญเสียความสูงหัวน้ำ 23.67 เมตร และการสูญเสียรอง 3.43 เมตร ซึ่งจะได้ TDH เท่ากับ 59.47 เมตร และเพื่อความปลอดภัยจึงเผื่อค่า TDH อีก 5% จึงได้ TDH สุทธิเป็น 62.44 เมตร

4)จากการคำนวณข้างต้น จึงเลือกใช้เครื่องสูบน้ำที่มีอัตราการสูบ 250 ลิตร/วินาที และมีระดับส่งน้ำรวม 65.00 เมตร จำนวน 2เครื่อง โดยมีรูปตัดตามยาวและเส้นความลาดชลศาสตร์ตามแนวท่อ MP-4L-MP และ MP-1R-MP ดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งจะพบว่าความดันตลอดแนวท่อไม่ต่ำกว่า 5.00เมตร



รูปที่ 3 : พื้นที่โครงการ แสดงขอบเขตโซนส่งน้ำ แนวท่อส่งน้ำ และตำแหน่งของประตูน้ำ

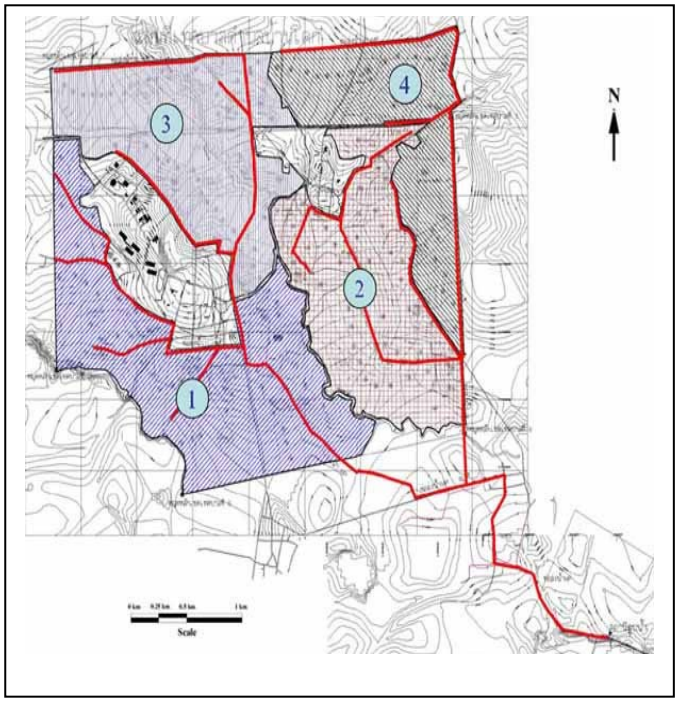


รูปที่ 4: รูปตัดตามยาวของระดับพื้นดิน และ HGL ตามแนวท่อ MP-4L-MP และ MP-1R-MP

5)สถานีสูบน้ำ ออกแบบเป็นแพเหล็กลอยอยู่ในน้ำริมตลิ่ง และจากการคำนวณค่าความเร็วรอบจำเพาะ ร่วมกับการพิจารณาโค้งคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำ (Pump characteristic curve) จึงเลือกใช้เครื่องสูบน้ำแบบ Horizontal Split Case Centrifugal Pump ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อดูดและท่อส่งเท่ากับ 300มม .และ 250มม .ตามลำดับ

6)ระบบสูบน้ำ ออกแบบให้มีอุปกรณ์ลดความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นเนื่องจาก Water hammer ซึ่งประกอบด้วย Booster Pump Control Valve ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 300มม .จำนวน 2ตัว เพื่อทำหน้าที่เปิด-ปิดวาล์วอย่างช้าๆ โดยอัตโนมัติ และ Surge Anticipating Relief Valve ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 200มม .จำนวน 1 ตัว โดยติดตั้งทางด้านท่อส่งของเครื่องสูบน้ำ

7)แบ่งช่วงระยะการก่อสร้าง (Phase) ได้ทำการแบ่งออกเป็น 4ระยะ ซึ่งครอบคลุมพื้นที่โครงการ 1,571ไร่ ,1,082 ไร่1, ,110 ไร่ และ 1,178 ไร่ ตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการบริหารจัดการทางด้านงบประมาณ ของเทศบาล เนื่องจากอาจจะไม่สามารถจัดสรรงบประมาณในการก่อสร้าง ให้แล้วเสร็จภายใน 1 ปี โดยมีแผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ชลประทานของแต่ละระยะการก่อสร้าง ดังแสดง**ในรูปที่ 5**



รูปที่ 5: แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ของช่วงระยะการก่อสร้าง

8. การประชุมชี้แจงราษฎร

ในการดำเนินงาน ได้เปิดโอกาสให้ประชาชนในพื้นที่เข้ามามีส่วนร่วม โดยการจัดประชุมชี้แจงราษฎรจำนวน 3 ครั้ง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) การประชุมครั้งที่ 1เพื่ออธิบายวัตถุประสงค์ของโครงการ และเงื่อนไขต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ราษฎรผู้ใช้น้ำจะต้องจ่ายค่าไฟฟ้าที่ใช้สูบน้ำ และผู้เป็นเจ้าของที่ดินตรงที่ตั้งสถานีสูบน้ำ จะต้องยินดีบริจาคที่ดินเพื่อการก่อสร้างโดยไม่เรียกร้องค่าชดเชยใดๆ จากทางราชการ ตลอดจน ราษฎรจะต้องร่วมกันจัดตั้งกลุ่มผู้ใช้น้ำเพื่อบริหารจัดการสถานีสูบน้ำ จัดรอบเวรการส่งน้ำอย่างยุติธรรม เก็บค่าไฟฟ้าจากสมาชิกตามสัดส่วนของพื้นที่การเกษตร และรับผิดชอบการบำรุงรักษาระบบสูบน้ำและระบบส่งน้ำของโครงการ เป็นต้น และอธิบายรายละเอียดของระบบการส่งน้ำชลประทานโดยคลองส่งน้ำและระบบท่อปิดรับแรงดัน รวมทั้งข้อดีข้อเสียของแต่ละระบบ

หลังจากประชุมเสร็จแล้ว จึงไปสำรวจสถานที่พร้อมกับราษฎร เพื่อพิจารณาตำแหน่งที่ตั้งสถานีสูบน้ำ และสำรวจข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสภาพแหล่งน้ำต้นทุนในฤดูฝนและฤดูแล้ง

2)การประชุมครั้งที่ 2เป็นการนำเสนอแผนที่แสดงแนวท่อส่งน้ำ (ฉบับร่าง)ต่อที่ประชุม พร้อมทั้งอธิบายรายละเอียดต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย สถานที่ตั้งสถานีสูบน้ำ รูปแบบของสถานี แผนที่แสดงขอบเขตแปลงกรรมสิทธิ์ที่ดิน และแนวท่อส่งน้ำ โดยเปิดโอกาสให้ราษฎรแสดงความคิดเห็นได้อย่างกว้างขวาง และร่วมกันพิจารณารายละเอียดของโครงการ

จากการประชุมพบว่า มีราษฎรบางส่วนเสนอให้ปรับเปลี่ยนแนวท่อ และเพิ่มความยาวของท่อส่งน้ำ ซึ่งถ้าหากมีความเป็นไปได้ในเชิงวิศวกรรมก็จะดำเนินการให้ จนกระทั่งได้แนวท่อส่งน้ำที่ราษฎรพอใจ

3)การประชุมครั้งที่ 3มีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายรายละเอียด และแบบแปลนฉบับสมบูรณ์ของโครงการ ซึ่งประกอบด้วย แนวท่อส่งน้ำที่ได้ปรับเปลี่ยนในการประชุมครั้งที่ 2 รายละเอียดของสถานีสูบน้ำ และลักษณะการทำงานขององค์ประกอบต่างๆ จากนั้นจึงเปิดโอกาสให้ราษฎรแสดงความคิดเห็น และพิจารณาความเหมาะสมอย่างละเอียดอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งมีราษฎรบางส่วนเสนอให้ปรับเปลี่ยนตำแหน่ง หรือขอเพิ่มจำนวนของท่อส่งน้ำเข้านา ซึ่งก็จะดำเนินการให้ จนกระทั่งได้ข้อสรุปที่ราษฎรทั้งหมดเห็นชอบ

หลังจากนั้น จึงแนะนำแนวทางการบริหารจัดการสถานีสูบน้ำ เช่น การจัดตั้งกลุ่มผู้ใช้น้ำ หลักการทำงานของระบบสูบน้ำและระบบส่งน้ำ การจัดรอบเวรส่งน้ำ ช่วงเวลาที่ควรและไม่ควรเปิดเครื่องสูบน้ำ แนวทางการบริหารการเงินของกลุ่มผู้ใช้น้ำ รวมทั้งรายละเอียดของ “บันทึกข้อตกลงการมีส่วนร่วมของราษฎร” และในช่วงท้ายของการประชุม ราษฎรทั้งหมดซึ่งยินดีเข้าร่วมจัดตั้งกลุ่มผู้ใช้น้ำได้ลงชื่อแนบท้ายบันทึกข้อตกลงฯ เพื่อเก็บรักษาไว้เป็นเอกสารอ้างอิงต่อไป

9. บันทึกข้อตกลงการมีส่วนร่วมของราษฎร

บันทึกข้อตกลงการมีส่วนร่วมของราษฎร มีสาระสำคัญ ดังนี้

“เกษตรกร /กลุ่มผู้ใช้น้ำชลประทาน ในเขตเทศบาลตำบลบ้านโคก อำเภอโคกโพธิ์ไชย จังหวัดขอนแก่น ได้ประชุมร่วมกับส่วนราชการ โดยมีตัวแทนองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เจ้าหน้าที่ฝ่ายปกครอง และหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อหารือการมีส่วนร่วมก่อสร้าง/ปรับปรุงระบบชลประทาน การบริหารจัดการน้ำ และบำรุงรักษาระบบชลประทานของสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า ภายใต้โครงการชลประทานระบบท่อในเขตเทศบาลตำบลบ้านโคก อำเภอโคกโพธิ์ไชย จังหวัดขอนแก่น ให้เป็นไปตามความต้องการของเกษตรกร ซึ่งการประชุมมีข้อตกลงที่เป็นข้อสรุปเบื้องต้น ดังนี้

1.เกษตรกรยินดีร่วมกันจัดตั้งเป็นกลุ่มผู้ใช้น้ำฯ เพื่อกำหนดข้อตกลงในการบริหารจัดการน้ำ และบำรุงรักษาระบบชลประทาน

2.เกษตรกร /กลุ่มผู้ใช้น้ำ ยินดีร่วมกันคัดเลือกตัวแทน เข้าเป็นคณะกรรมการบริหารกลุ่มผู้ใช้น้ำชลประทานร่วมกับเจ้าหน้าที่ ในการบริหารจัดการน้ำและบำรุงรักษาระบบชลประทานของโครงการให้สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างทั่วถึง เป็นธรรม ประหยัด และยั่งยืน

3.เกษตรกร /กลุ่มผู้ใช้น้ำ และเทศบาลตำบลบ้านโคก จะร่วมมือในการดูแลซ่อมแซมบำรุงรักษาและพัฒนาโครงการให้สามารถใช้ประโยชน์ได้ตลอดไป โดยการจัดเก็บค่าใช้จ่ายจากสมาชิกเพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการน้ำและบำรุงรักษาระบบชลประทาน และเพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจกรรมของกลุ่มผู้ใช้น้ำ ตามสัดส่วนที่คณะกรรมการบริหารกลุ่มผู้ใช้น้ำชลประทานจะกำหนดขึ้น

4.เกษตรกร /กลุ่มผู้ใช้น้ำ จะร่วมมือในการแก้ไขปัญหาต่างๆ อันอาจจะมีขึ้น การอำนวยความสะดวกในการส่งน้ำให้เพื่อนสมาชิกที่มีที่ดินแปลงถัดไป รวมทั้งเรื่องที่ดินเพื่อให้การก่อสร้าง/ปรับปรุงระบบชลประทาน ตามโครงการชลประทานระบบท่อในเขตเทศบาลตำบลบ้านโคก อำเภอโคกโพธิ์ไชย จังหวัดขอนแก่น สำเร็จตามวัตถุประสงค์ของเกษตรกรโดยไม่เรียกร้องค่าชดเชยใดๆ ทั้งสิ้นจากทางราชการ

5.เกษตรกร /กลุ่มผู้ใช้น้ำ จะใช้ประโยชน์จากโครงการร่วมกัน และร่วมประเมินผลโครงการ เพื่อปรับปรุงการบริหารจัดการน้ำและบำรุงรักษาระบบชลประทานให้ดียิ่งขึ้น

ทั้งนี้ หากการก่อสร้างผิดแบบหรือไม่ได้ผลตามวัตถุประสงค์ของโครงการ ส่วนราชการผู้รับผิดชอบการก่อสร้างจะต้องรับผิดชอบแก้ไขให้ถูกต้อง

เกษตรกร /กลุ่มผู้ใช้น้ำ เข้าใจและจะปฏิบัติตามข้อตกลงนี้อย่างเคร่งครัด จึงได้ลงลายมือชื่อรับรองบันทึกข้อตกลงฯ ไว้ท้ายนี้ และจะร่วมกันกำหนดข้อบังคับของกลุ่มผู้ใช้น้ำชลประทานต่อไป”

10 .สรุป

การออกแบบสถานีสูบน้ำเพื่อการชลประทานของเทศบาลตำบลบ้านโคก ประกอบด้วยการคำนวณต่างๆ ทางด้านวิชาการบนพื้นฐานของข้อกำหนดและมาตรฐานทางด้านวิศวกรรม ควบคู่ไปกับการเปิดโอกาสให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมในโครงการ โดยที่การมีส่วนร่วมของประชาชนโดยทั่วๆ ไปจะหมายถึงการที่หน่วยงานเปิดโอกาสให้ประชาชนผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียได้เข้ามาร่วมในกิจกรรมต่างๆ ของโครงการ ซึ่งประกอบด้วย การร่วมคิด ร่วมวางแผน ร่วมก่อสร้าง ร่วมใช้ประโยชน์ และร่วมบำรุงรักษา ด้วยแนวคิดดังกล่าว ในกระบวนการออกแบบสถานีสูบน้ำเพื่อการชลประทานของเทศบาลตำบลบ้านโคก จึงได้จัดประชุมราษฎรในพื้นที่โครงการ 3 ครั้ง เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียได้พิจารณาองค์ประกอบของโครงการ แสดงความคิดเห็นและให้ข้อเสนอแนะต่างๆ รวมทั้งจัดทำบันทึกข้อตกลงการมีส่วนร่วมของเกษตรกร ซึ่งบันทึกข้อตกลงฯ ดังกล่าวถือเป็นสัญญาประชาคมว่าราษฎรจะร่วมกันจัดตั้งกลุ่มผู้ใช้น้ำ และบริหารจัดการสถานีสูบน้ำของตนเอง ต่อไป

อาจกล่าวได้ว่า กระบวนการออกแบบโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กที่เปิดโอกาสให้ประชาชนในท้องถิ่นมีส่วนร่วมนั้น เป็นวิธีการหนึ่งที่สำคัญในการช่วยให้ราษฎรมีความรู้สึกว่าตนเองเป็นเจ้าของโครงการอย่างแท้จริง และโดยทั่วๆ ไป หลังจากที่หน่วยงานราชการดำเนินการก่อสร้างโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กเสร็จแล้ว ก็จะมอบให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) เป็นผู้ดูแลรักษาต่อไป ซึ่งถ้าหาก อปท .และประชาชนในพื้นที่ ขาดจิตสำนึกในการเป็นเจ้าของโครงการแล้ว ก็อาจจะขาดความใส่ใจในการบริหารจัดการและบำรุงรักษาโครงการ ซึ่งจะนำไปสู่ความล้มเหลวของโครงการในที่สุด ดังนั้น จึงอาจสรุปได้ว่า กระบวนการออกแบบโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กที่เปิดโอกาสให้ประชาชนในท้องถิ่นมีส่วนร่วม เป็นแนวทางที่เหมาะสมและควรจะได้รับการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ เทศบาลตำบลบ้านโคก อ.โคกโพธิ์ไชย จ.ขอนแก่น ที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานโครงการออกแบบสถานีสูบน้ำของเทศบาลตำบลบ้านโคก ปีงบประมาณ 2551

เอกสารอ้างอิง

[1] ฉลอง เกิดพิทักษ์ (2538). การจัดการน้ำในลุ่มน้ำของประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.

[2] ฉลอง เกิดพิทักษ์ (2540). การศึกษาหาพื้นที่ชลประทานโครงการฝายกุมภวาปี ด้วยแบบจำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์. วิศวกรรมสาร มก. 11(32): 35-44.

[3] ธำรง เปรมปรีดิ์ และดำรงศักดิ์ มลิลา (2533). เครื่องสูบน้ำ การออกแบบ การใช้งาน และการบำรุงรักษา.วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ. บริษัท เอเชียเพรส จำกัด. กรุงเทพฯ.

[4] บริษัท แมคโครคอนซัลแตนท์ จำกัด (2540). การศึกษาการใช้น้ำ และศึกษารูปแบบองค์กรเพื่อดำเนินการและบำรุงรักษาโครงการโครงการฝายกุมภวาปี. รายงานฉบับสมบูรณ์. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

[5] บริษัท แมคโครคอนซัลแตนท์ จำกัด และกลุ่มบริษัทที่ปรึกษา (2544). งานศึกษาแผนหลักโครงการเพิ่มประสิทธิภาพแหล่งน้ำ และการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพด้วยระบบท่อส่งน้ำ ในภาคตะวันออกเฉียง เหนือ. ภาคผนวก ข ลุ่มน้ำชี เล่มที่ 2/3. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

[6] มหาวิทยาลัยขอนแก่น (2551). การศึกษาสำรวจออกแบบโครงการชลประทานระบบท่อในเขตเทศบาลตำบลบ้านโคก. รายงานฉบับสมบูรณ์. สำนักงานเทศบาลตำบลบ้านโคก อ.โคกโพธิ์ไชย จ.ขอนแก่น.

[7] Sanks, R.L. (1989), “Pumping Station Design”, Butterworth-Heinemann, a division of Reed Publishing (USA) Inc.