การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค และการเกษตร ในพื้นที่บ้านโป่งน้ำตก หมู่ที่ 7 ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

นพพร สารพิพัฒน์

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง
สิงหาคม 2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยพะเยา

มหาวิทยาลัยพะเยา
UNIVERSITY OF PHAYAO

มหาวิทยาลัยพะเยา
UNIVERSITY OF PHAYAO

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค และการเกษตร ในพื้นที่บ้านโป่งน้ำตก หมู่ที่ 7 ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

นพพร สารพิพัฒน์

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง
สิงหาคม 2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยพะเยา

FEASIBILITY STUDY OF WATER RESOURCES DEVELOPMENT PROJECT FOR CONSUMPTION AND AGRICULTURE: CASE STUDY BAN PONGNAMTOK BAN DU DISTRICT, CHIANGRAI PROVINCE

NOPPORN SARNPIPART

An Independent Study in Partial Fulfillment of Requirements

for the Master of Engineering in Construction Managerment

August 2018

Copyright of University of Phayao

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค และการเกษตร ในพื้นที่บ้านโป่งน้ำตก หมู่ที่ 7 ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

ของ นพพร สารพิพัฒน์

ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง

ของมหาวิทยาลัยพะเยา

..... อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

(รองศาสตราจารย์ กิตติพงษ์ วุฒิจำนงค์)

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(อาจารย์ เทอดศักดิ์ โกไศยกานนท์)

เรื่อง: การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค และการเกษตร ในพื้นที่บ้านโป่งน้ำตก หมู่ที่ 7 ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

ผู้ศึกษาค้นคว้า: นพพร สารพิพัฒน์, การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง: วศ.ม. (การบริหารงานก่อสร้าง), มหาวิทยาลัยพะเยา, 2561

อาจารย์ที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ กิตติพงษ์ วุฒิจำนงค์

คำสำคัญ ห้วยมะยม, ผลิตน้ำประปา, ความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรม, ห้วยมะยม,ผลิตน้ำประปา,ความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรม

บทคัดย่อ

จากการตรวจสอบพื้นที่ในบ้านโป่งน้ำตก พบว่าราษฎรประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำในการเพาะปลูกและอุปโภค-บริโภค พบว่าประปาภูเขาที่มีอยู่ ไม่เพียงพอต่อการอุปโภค-บริโภค และกิจกรรมอื่น ๆ ของหมู่บ้าน เนื่องจากตัวฝายที่ก่อสร้างเป็นฝายชั่วคราว ไม่ได้มาตรฐาน และน้ำมีตะกอนไม่สามารถกักเก็บน้ำได้อย่างเต็มที่

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่ออุปโภค-บริโภค และการเกษตร ในพื้นที่บ้านโป่งน้ำตก ได้พิจารณาความเหมาะสมของลำห้วยมะยม มีปริมาณน้ำเฉลี่ยทั้งปี 1,267,694 ลูกบาศก์เมตร และในเดือนกุมภาพันธ์จะมีปริมาณน้ำน้อยที่สุด คือ 4,387 ลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำในห้วยมะยมจึงมีความเหมาะสมในการพัฒนาน้ำเป็นแหล่งน้ำดิบ สำหรับผลิตน้ำประปาของชุมชนบ้านโป่งน้ำตก ขนาด 10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

ผลการศึกษาพบว่าด้านการเงินของโครงการ ให้ผลตอบแทนน้อยไม่น่าลงทุน แต่โครงการนี้เป็นงานก่อสร้างของหน่วยงานภาครัฐ ที่ดำเนินการเพื่อพัฒนามาตราฐานความเป็นอยู่ของประชาชนผู้มีรายได้น้อยในเขตพื้นที่ชนบทของประเทศเพื่อให้มีคุณภาพชีวิต ความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น และเป็นการนำทรัพยากรมาใช้ประโยชน์ให้เกิดสมดุลรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน อีกทั้งเป็นการพัฒนาที่มีลักษณะการพึ่งตนเอง มีความคิดริเริ่ม การตัดสินใจและความต้องการของชุมชน จึงเห็นสมควรพิจารณานำมาใช้ประกอบการตัดสินใจในการลงทุน

Title: FEASIBILITY STUDY OF WATER RESOURCES DEVELOPMENT PROJECT FOR CONSUMPTION AND AGRICULTURE: CASE STUDY BAN PONGNAMTOK BAN DU DISTRICT,
CHIANGRAI PROVINCE

Author: Nopporn Sarnpipart, Independent Study: M.Eng. (Construction Managerment), University of Phayao, 2018

Advisor: Associate Professor Kittipong Vuthijumnonk

Keyword Huay Mayom. the suitability of Water Resources Engineering. water supply system, Huay Mayom the suitability of Water Resources Engineering water supply system

ABSTRACT

According from surveying in Ban Pongnamtok, it was found that the people faced with the problem of water shortage. The water from existed mountain water supply project is not sufficient for cultivation, consumption and other activities in the village. The cause of this problem due to the dam was constructed as temporary dam and a lot of sediment in the upstream.

The feasibility study of water resources development project for cultivation and consumption in Ban Pongnamtok is based on the appropriateness of Mayom Creek, where the average annual runoff is 1,267,694 cubic meters; the monthly minimum runoff is 4,387 cubic meters in February. The water discharge in Mayo Creek is suitable for development as raw water for producing water supply at the rate 10 cubic meters per hour.

The result of the study revealed that from the economic point of view the project benefit cost ratio is low, but this project will be carry out by the government agency for the development of living standard of the people with low income and living in remote area. This project is not only upgrading living standard of the people, but also using natural resources for sustainable balancing environment. This project will be carry out base on self – sufficient, creativity decision making and need of the people. These should be included in the decision making process.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จไปด้วยความกรุณาเป็นอย่างสูงจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ. กิตติพงษ์ วุฒิจำนงค์ ที่ให้คำปรึกษา ข้อชี้แนะ และความช่วยเหลือในหลายสิ่งหลายอย่าง จนกระทั่ง ลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำตลอดจน แก้ไขข้อบกพร่องในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณข้อมูลต่าง ๆ จากกรมชลประทาน และสิ่งสำคัญนี้ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยพะเยา

นพพร สารพิพัฒน์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาของปัญหา 1

วัตถุประสงค์การศึกษา 1

ขอบเขตของงานวิจัย 2

ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษา 2

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

ความหมายของการชลประทาน 4

ขบวนการเกิดน้ำท่า (Runoff Process) 6

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนในเขตพื้นที่โครงการ (Rainfall Analysis) 9

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าที่ไหลผ่านหัวงาน (Runoff Analysis) 10

คำนวณหาปริมาณน้ำต้นทุนหรือ Runoff Estimation 14

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำนองสูงสุด 18

การออกแบบฝาย 20

การออกแบบระบบประปาภูเขา 24

การประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์ 29

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....36
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....36
ข้อมูลที่ต้องใช้ในการศึกษา.....36
ขั้นตอนการศึกษา.....36
บทที่ 4 ผลการวิจัย..... 51
การศึกษาน้ำนองสูงสุด 51
การพิจารณาโครงการเบื้องต้น.....57
ผลกระทบของโครงการ.....62
บทที่ 5 บทสรุป.....65
สรุป.....65
ข้อเสนอแนะ.....65
บรรณานุกรม.....67
ประวัติผู้วิจัย 75

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงความแตกต่างระหว่างการเพาะปลูกที่อาศัยการชลประทานกับการเพาะปลูกที่ไม่อาศัยการชลประทาน 5

ตาราง 2 แสดงข้อมูลทะเบียนราษฎร์ อ.เมือง จ.เชียงราย ณ เดือนเมษายน 2557 42

ตาราง 3 แสดงปริมาณน้ำรายเดือนสถานีวัดน้ำฝนของกรมชลประทานสถานี n-08013..... 48

ตาราง 4 แสดงปริมาณท่าน้ำรายเดือน-ล้านลูกบาศก์เมตร 49

ตาราง 5 แสดงปริมาณน้ำท่ารายเดือนสูงสุด 50

ตาราง 6 แสดงคำนวณปริมาณน้ำต้นทุน 55

ตาราง 7 แสดงการแพร่กระจายปริมาณน้ำต้นทุน โครงการฝายห้วยมะยมพร้อมระบบส่งน้ำ 57

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 แสดงขอบเขตของลุ่มน้ำ 7
ภาพ 2 แสดงกราฟพื้นที่ลุ่มน้ำสะสมที่จุดต่าง ๆ ในลุ่มน้ำ 7
ภาพ 3 แสดงตัวอย่างการจัดลำดับลำน้ำของลุ่มน้ำ 9
ภาพ 4 แสดงขั้นตอนการวางโครงการก่อสร้างระบบประปา 23
ภาพ 5 แสดงปัจจัยการคัดเลือกแหล่งน้ำดิบมาผลิตน้ำประปา 26
ภาพ 6 แสดงมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของโครงการตัวอย่าง 33
ภาพ 7 แสดงแผนที่แสดงที่ตั้งฝายมะยมพร้อมระบบส่งน้ำ 37
ภาพ 8 แสดงบริเวณที่ตั้งโครงการ 37
ภาพ 9 แสดงแผนที่สภาพภูมิประเทศบริเวณพื้นที่โครงการ 38
ภาพ 10 แสดงแสดงเส้นทางเดินพายุ 39
ภาพ 11 แสดงสภาพลำน้ำพื้นที่โครงการลำห้วยมะยม 40
ภาพ 12 แสดงสภาพลำน้ำพื้นที่โครงการลำห้วยมะยม 40
ภาพ 13 แสดงสภาพการเกษตร 41
ภาพ 14 แสดงแผนที่จาก Agri-Map Online จุดที่ตั้งโครงการฝายห้วยมะยมพร้อมระบบส่งน้ำ 43
ภาพ 15 แสดงฝายห้วยมะยม(เก่า) 44
ภาพ 16 แสดงฝายห้วยมะยม(เก่า) 44
ภาพ 17 แสดงฝายต้นงิ้ว 45
ภาพ 18 แสดงฝายต้นงิ้ว 45
ภาพ 19 แสดงป้ายโครงการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้าน ของบ้านโป่งน้ำตก 46
ภาพ 20 แสดง25 Rainfall intensity (mm/Hr.) 52
ภาพ 21 แสดง Runoff Coeefficient Chart 53

ภาพ 22 แสดงแผนที่แสดงน้ำท่ารายปีเฉลี่ย 54

ภาพ 23 แสดงแผนที่โครงการฝายห้วยมะยมพร้อมระบบส่งน้ำ 63

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตและมีความสำคัญมากยิ่งขึ้นในอนาคต ในขณะที่น้ำมีจำนวนจำกัด ทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ การจัดทำโครงการพัฒนาแหล่งน้ำชุมชน จะเป็นการจัดทำโครงการในลักษณะของการบูรณาการ การบริหารจัดการทรัพยากรดินและน้ำ โดยคำนึงถึงการบริหารด้านการจัดการด้านอุปสงค์ของการใช้น้ำและการบริหารจัดการด้านอุปทาน ซึ่งประกอบด้วยการจัดการน้ำต้นทุน การจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ การจัดระบบการปลูกพืช วิธีการปลูกพืช และการบริหารการใช้น้ำ เป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่ง ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำชุมชน การพิจารณาการจัดทำโครงการพัฒนาแหล่งน้ำชุมชนแต่ละแห่งนั้น ควรต้องมีการกำหนดวัตถุประสงค์ การใช้งานตามลำดับความสำคัญ เพื่อจะได้ประกอบการพิจารณาว่าโครงการพัฒนาแหล่งน้ำชุมชนที่กำหนดจะก่อสร้างขึ้นนั้นมีความต้องการน้ำจำนวนเท่าใด แหล่งน้ำต้นทุนมีเพียงพอหรือไม่ และจะบริหารจัดการน้ำดังกล่าวอย่างไร

บ้านโป่งน้ำตก ตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมือง สภาพเป็นพื้นที่ราบ เชิงเขามีลำน้ำไหลผ่านในพื้นที่หลายสาย ระดับน้ำใต้ดินตื้น บริโภค แต่สภาพน้ำใต้ดินมีปริมาณสนิมเหล็กสูงและมีปัญหาเรื่องน้ำกระด้าง ทำให้ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้อุปโภค-บริโภค ด้านน้ำผิวดินมีลำห้วยไหลผ่านหลายสายลำห้วยเป็นน้ำไหลออกมาจากพื้นที่เกษตร อาจปนเปื้อนสารเคมีตกค้างจากการทำการเกษตร จะต้องมีค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำขึ้นมาใช้และเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำให้สามารถใช้อุปโภค-บริโภค การนำน้ำผิวดินจากพื้นที่ป่าภูเขาบริเวณใกล้หมู่บ้านที่ไหลออกมาจากพื้นที่ป่าอุดมสมบูรณ์ไม่มีสารเคมีจากการทำการเกษตรตกค้าง มาใช้ในลักษณะของระบบประปาภูเขา จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสม โดยนำมาผ่านระบบกรองน้ำตามมาตรฐานกรมโยธาธิการขนาด 10 ลบ.ม./ชม.ที่ทางเทศบาลตำบลบ้านดู่ได้ก่อสร้างไว้ สามารถใช้น้ำเพื่ออุปโภค-บริโภค

วัตถุประสงค์การศึกษา

1. เพื่อศึกษาศักยภาพของน้ำที่ในลำน้ำห้วยมะยม ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้
2. เพื่อศึกษาปริมาณความต้องการน้ำด้านอุปโภค-บริโภค

3. เพื่อเป็นแนวทางการดำเนินการในการนำน้ำในลำห้วยมะยมมาใช้ประโยชน์ ทั้งทางด้านอุปโภค-บริโภค และสำรองน้ำเพื่อการเกษตร

ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาเฉพาะพื้นที่กรณีศึกษาเขตพื้นที่ โครงการอ่างเก็บน้ำห้วยมะยม ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

เก็บรวบรวมข้อมูลโดย การตรวจสอบจากสถานที่จริง รวมทั้งการรวบรวมข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่า ลักษณะโครงการ ขนาดโครงการที่เหมาะสม รวมถึงการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจในการก่อสร้างฝายทดน้ำห้วยมะยมพร้อมระบบส่งน้ำ

ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษา

1. สามารถนำผลการศึกษาไปต่อยอดศึกษาเพิ่มเติม ปรับปรุงแก้ไขเพื่อพัฒนาโครงการโนอนาคต

2. สามารถนำผลการศึกษาเป็นแนวทางโนการวิจัยสำหรับผู้ที่สนใจ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่ออุปโภค บริโภคและการเกษตร ในพื้นที่บ้านโป่งน้ำตก หมู่ที่ 7 ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. ความหมายของชลประทาน
2. ขบวนการเกิดน้ำท่า
   2.1. นิยามของลุ่มน้ำ
   2.2 โครงข่ายของลำน้ำ
3. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนในเขตพื้นที่โครงการ
4. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าที่ไหลผ่านหัวงาน
   4.1. การประเมินปริมาณน้ำท่าเบื้องต้น
   4.2. การคำนวณปริมาณน้ำท่า
5. คำนวณหาปริมาณน้ำต้นทุนหรือ Runoff Estimation
   5.1 การคำนวณหาปริมาณน้ำไหลผ่านหัวงาน
   5.2 การหาค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นของปริมาณน้ำท่าบริเวณใกล้เคียง
   5.3. การคำนวณการแผ่กระจายของน้ำต้นทุน
   5.4 การคำนวณหา Monthly Correlation Factor
   5.5 การทำ Flow Generation
6. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำนองสูงสุด
   6.1. Rational Formula
   6.2. เทคนิคกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า
   6.3 วิธีการหาปริมาณน้ำนองสูงสุด โดย Regession
7. การออกแบบฝาย
   7.1. การคำนวณปริมาณน้ำที่จะส่งทั้งหมด
   7.2 การคำนวณขนาดท่อ จะใช้ในแต่ละสายทั้งระบบ
8. การออกแบบระบบประปาภูเขา
   8.1. การกำหนดปีเป้าหมายของโครงการ

8.2. การกำหนดพื้นที่ให้บริการน้ำประปา

8.3. การคาดการจำนวนประชากรที่จะให้บริการน้ำประปา

8.4 ปริมาณน้ำประปาที่จะใช้บริการประชาชน

9. การประมินทางด้านเศรษฐศาสตร์

ความหมายของการชลประทาน

เมื่อพูดถึงคำว่า “การชลประทาน” (สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย มหาวิทยาลัยขอนแก่น (2524, สื่อออนไลน์) เอกสารประกอบการฝึกอบรม (การพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก สำหรับวิศวกรและช่างเทคนิค) กล่าวไว้ว่า คนส่วนใหญ่มักจะนึกถึง เขื่อนใหญ่ ๆ อ่างเก็บน้ำ คลองส่งน้ำชลประทาน และอาคารชลประทานต่าง ๆ ที่จริงแล้วการชลประทานเป็นทั้งวิทยาศาสตร์ และศิลปะ ที่นำเอาความรู้จากหลายแขนงเข้ามาใช้รวมกัน อันได้แก่ วิศวกรรม การเกษตร เศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยี เป็นต้น ความหมายของการชลประทานจึงกว้างมาก อาจจะกล่าวได้แตกต่างกันออกไปมากมายหลายอย่าง แล้วแต่ว่าใครจะมองในแง่ไหน อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าความหมายจะแตกต่างกันไปบ้างแต่ก็มีจุดประสงค์ใหญ่อันเดียวกันคือ

การชลประทานหมายถึงการนำน้ำจากทางน้ำหรือแหล่งน้ำใด ๆ ไปใช้ในการเพาะปลูก ในเมื่อปริมาณน้ำฝนที่ตกบนพื้นดินในบริเวณนั้น ๆ ไม่เพียงพอต่อความต้องการสำหรับการเจริญเติบโตของพืช

ถ้าดูจากความหมายดังกล่าวนี้ก็จะเห็นว่า การชลประทานนั้นมีลักษณะงานที่เข้าใจกันได้ง่าย และวิธีหรือในทางปฏิบัตินั้นจะกระทำได้ไม่ง่ายนัก ที่จะให้ได้ผลดีตามความหมายดังกล่าว เพราะต้องอาศัยความรู้ความชำนาญประกอบหลายอย่างร่วมกัน นับตั้งแต่เรื่องดิน น้ำ พืช และปัจจัยอื่น ๆ ฉะนั้นก่อนอื่นเพื่อจะให้เข้าใจงานด้านการชลประทานก็จำเป็นที่จะต้องเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเหล่านี้เป็นเบื้องต้นก่อน เช่น ความสัมพันธ์ของน้ำที่มีต่อดิน ความสัมพันธ์ของดินที่มีต่อพืช และการใช้น้ำของพืชเป็นต้น ซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของดิน น้ำ และพืชนี้จะเป็นกุญแจดอกสำคัญ ทำให้เราสามารถนำมาไขปัญหาในการพิจารณาวางแผน และดำเนินงานของระบบการให้น้ำแก่ไร่นาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ทำให้รู้ว่าเมื่อไหร่ควรให้น้ำ ให้น้ำแต่ละครั้งปริมาณเท่าใดและต้องให้อยู่นานเท่าใด กี่วันควรให้น้ำครั้งและควรให้น้ำด้วยวิธีไหน ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะได้กล่าวถึงวิธีการคำนวณหาต่อไป

เหตุใดจึงจำเป็นต้องมีการชลประทาน

หลักการสำคัญในการเพาะปลูกคือการจัดหาน้ำมาให้เพียงพอแก่ความต้องการของพืชโดยไม่ให้น้ำมากเกินไปหรือน้อยเกินไปซึ่งตามปกตินำ้ฝนที่ตกในพื้นที่เพาะปลูกเพียงพออย่างเดียวมักไม่พอเหมาะที่จะอำนวยประโยชน์ในการเจริญเติบโตแก่พืชในวัยต่าง ๆ ได้อย่าง

เต็มที่ การชลประทานจึงนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นเพราะน้ำเปรียบเสมือนชีพจรของการเกษตร เนื่องจากผลผลิตจะเพิ่มขึ้น คุณภาพจะดี และทำให้ผลผลิตคงที่ก็เมื่อมีการชลประทานช่วย กล่าว คือ

1. การชลประทานเป็นหลักประกันได้ว่าพืชจะมีน้ำเพียงพอกับความต้องการอยู่ตลอดเวลา

2. การชลประทานช่วยให้สามารถเพิ่มจำนวนต้นพืชต่อไร่ได้มากขึ้น

3. การชลประทานช่วยให้สามารถใช้ปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. ทำให้สามารถปลุกพืชใหม่ ๆ ที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อให้คุณภาพของผลผลิตดีขึ้น

5. ทำให้สามารถปลูกพืชที่ให้ผลกำไรตอบแทนสูง

6. ทำให้การเพาะปลุก เช่น การตกกล้า การปักดำ และการเก็บเกี่ยวให้เสร็จตามแผนการผลิตความต้องการของตลาด

7. ทำให้สามารถปลุกพืชหมุนเวียนกันได้ทุกฤดูกาลหรือตลอดทั้งปี

8. ทำให้สามารถขยายพื้นที่เพาะปลูกให้ได้ประโยชน์มากขึ้น

9. สามารถป้องกันวัชพืช

10. ช่วยชำระล้างความเต็มของดิน

หรือถ้าจะแยกความแตกต่างระหว่างการเพาะปลูกที่อาศัยการชลประทานกับการเพาะปลูกที่ไม่อาศัยการชลประทานให้เห็นข้อแตกต่างกันได้ดังนี้

ตาราง 1 แสดงความแตกต่างระหว่างการเพาะปลูกที่อาศัยการชลประทานกับการเพาะปลูกที่ไม่อาศัยการชลประทาน

อาศัยการชลประทาน	ไม่อาศัยการชลประทาน
ฤดูปลูกที่ยาวนานกว่า	ฤดูปลูกสั้น
ปลูกพืชได้มากชนิดกว่า	จำกัดชนิดพืชในการปลูก
ปลูกพืชหลายอย่างในขณะเดียวกัน	ปลูกพืชได้น้อยอย่าง
มีความมั่นคงและได้ผลผลิตสูง	ไม่มั่นคงและได้ผลผลิตต่ำ
มีค่าลงทุนสูงโดยได้รับค่าตอบแทนสูง	ค่าลงทุนต่ำแต่มีผลตอบแทนต่ำ
ช่วงระยะเวลาการทำงานนานและมีงานที่จะต้องปฏิบัติมากกว่า	ช่วงระยะเวลาการทำงานสั้นและมีงานน้อย

ที่มา : (กรมชลประทาน, 2553, สื่อออนไลน์)

อย่างไรก็ตามต้องขอกล่าวเน้นไว้ที่นี้ว่า การจัดหาน้ำเพื่อวัตถุประสงค์นี้ควรทำต่อเมื่อผลประโยชน์ที่จะได้รับเพิ่มขึ้นคุ้มกับค่าลงทุนเท่านั้น ถ้าหากไม่คุ้มก็ไม่ควรมีการชลประทาน

ในการที่จะใช้น้ำชลประทานให้มีประสิทธิภาพสูงได้นั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญ 2 อย่างด้วยกันคือ ระบบชลประทานได้รับการออกแบบไว้ดี และมีการจัดการที่ดี ระบบชลประทานที่ดีต้องมีข้อมูลที่ใกล้เคียงความจริงที่สุดนอกจากนี้ยังต้องการผู้ออกแบที่มีความรู้และประสบการณ์สูง ส่วนการจัดการที่ดีก็จำเป็นจะต้องใช้ผู้มีความรู้หลักการเท่าเทียมกันในอันที่จะทำให้มีประสิทธิภาพในการชลประทานที่ดี

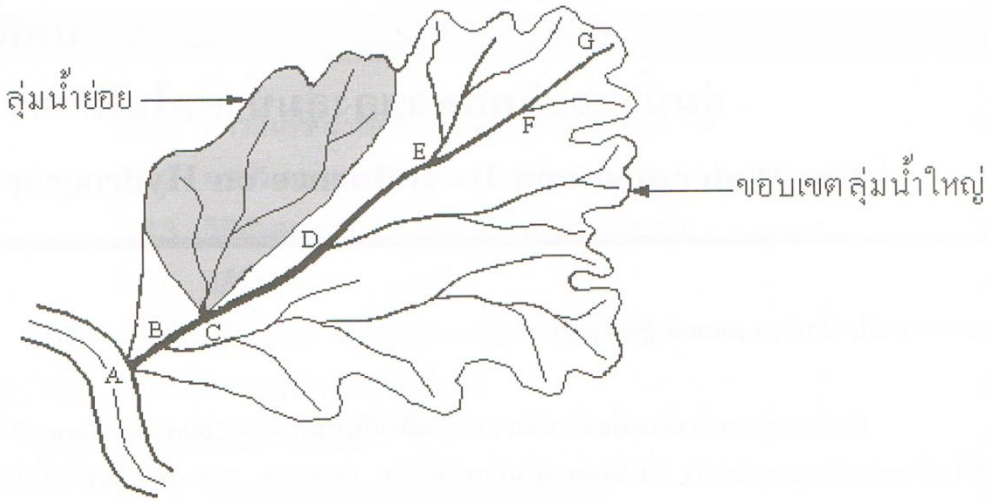
ขบวนการเกิดน้ำท่า (Runoff Process)

ฝนที่ตกลงบนผิวดิน วราวุธ วุฒิวณิชย์ (2533, หน้า1–4) กล่าวว่า เมื่อหักปริมารการเก็บกักบนผิวดิน (Surface Storage) การซึมลงไปในดินและการระเหยแล้ว ที่เหลือจะเป็นน้ำท่าผิวดิน (Surface Storage) ในช่วงที่ฝนเริ่มตกน้ำไหลเป็นแผ่นบาง ๆ ไปบนผิวดิน การไหลของน้ำในลักษณะนี้เรียกว่าการไหลบนผิวดิน (Overland Flow) คุณสมบัติทางชลศาสตร์ของการไหลบนผิวดินยังคงไม่สามารถอธิบายได้แน่ชัด (Chow and Linsley V.T.1959 และ Linsley et. Al, 1960) น้ำท่าที่ไหลไปบนผิวดินนี้จะไหลไปรวมตัวกัน (Concentrating) ในร่องน้ำเล็ก ๆ หรือเริ่มกัดเซาะดินเป็นร่องน้ำเล็กในเวลาอันรวดเร็ว หลังจากนั้นการไหลของน้ำจะเปลี่ยนเป็นการไหลในทางน้ำ (Channel Flow) จากลำน้ำเล็กสู่ลำน้ำที่ใหญ่ขึ้นไปเรื่อย ๆ จนถึงลำน้ำที่ใหญ่ที่สุดในลุ่มน้ำ และในที่สุดจะไหลออกสู่ทางออก (Outlet) ของลุ่มน้ำ

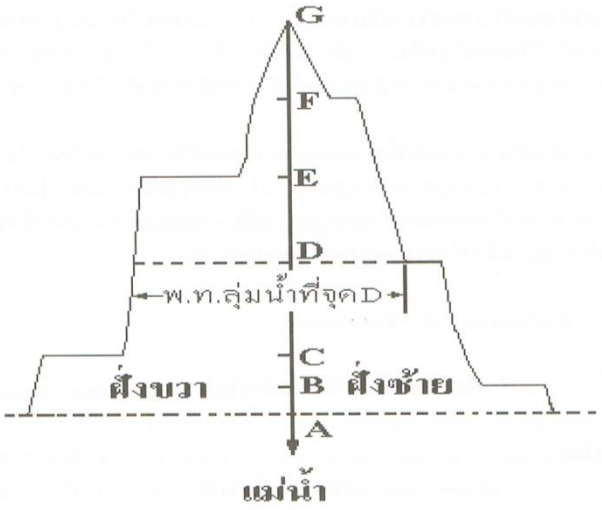
จุดที่น้ำซึ่งเกิดจากฝนที่ตกในลุ่มน้ำไหลมารวมกันเรียกว่าทางออก (Point of Concentration) เช่นจุด A (ภาพ1) คือทางออกของลุ่มน้ำระยะเวลาที่น้ำไหลจากจุดที่ไกลที่สุดในเชิงชลศาสตร์ถึงทางออกของลุ่มน้ำเรียกว่าเวลาการเกิดน้ำท่าสูงสุด (Time of Concentration)

1 นิยามของลุ่มน้ำ (Definition of Watershed)

ลุ่มน้ำหมายถึงพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมดซึ่งน้ำท่าผิวดิน (Surface Runoff) ที่เกิดจากฝนที่ตกลงบนพื้นที่นี้จะไหลออกสู่ทางออก (Point of Concentration) โดยนัยนี้ลุ่มน้ำจึงเกี่ยวข้องกับทางออกอันใดอันหนึ่งโดยเฉพาะ ตัวอย่างเช่น จุด A (ภาพ 1) คือ ทางออกจุดสุดท้ายของลุ่มน้ำที่กำหนดให้ ขณะที่จุด H เป็นทางออกของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (บริเวณที่แรงเงา) ดังนั้นเมื่อไรก็ตามที่พูด–ถึงพื้นที่ลุ่มน้ำควรต้องพูดให้ชัดว่าเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำเหนือจุดใด เช่นพื้นที่ลุ่มน้ำแควน้อยที่เขื่อนเขาแหลม อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี มีพื้นที่เท่ากับ 3,720 กม.^{2} เป็นต้น



ภาพ 1 แสดงขอบเขตของลุ่มน้ำ



ภาพ 2 แสดงกราฟพื้นที่ลุ่มน้ำสะสมที่จุดต่าง ๆ ในลุ่มน้ำ

เส้นแบ่งเขตลุ่มน้ำหรือสันปันน้ำ (Watershed Divide) ซึ่งเป็นเส้นที่วิ่งไปตามแนวสูงสุดของพื้นที่ ฝนที่ตกลงในพื้นที่อยู่นอกสันปันน้ำจะไหลลงลุ่มลำน้ำอื่น (ภาพ 1)

ทางออก (Point of Concentration) ยิ่งอยู่ทางด้านท้ายน้ำมากขึ้นก็จะมีลำน้ำสาขาไหลลงมารวมกันมากขึ้น และขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำจะมากขึ้นตามลำดับ การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ลุ่มน้ำตามแนวลำน้ำสายใหญ่เมื่อทางออกเคลื่อนตัวไปทางด้านท้ายน้ำจะสามารถแสดงด้วยกราฟ

ดังจุดที่มีลำน้ำสาขาไหลเข้ามาบรรจบลำน้ำใหญ่ ทำให้พื้นที่ลุ่มน้ำตามแนวลำน้ำใหญ่เพิ่มขึ้นตามพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของลำน้ำสาขา ส่วนช่วงที่พื้นที่ลุ่มน้ำค่อย ๆ เพิ่มขึ้นคิดจากพื้นที่ซึ่งน้ำไหลบนผิวดิน (Overland Flow Area)

2. โครงข่ายของลำน้ำ (Stream Networks)

วิชากลศาสตร์ของของไหล ใช้ทฤษฎีการศึกษาความคล้ายคลึง (Similarity) ในการไหลของของไหลเป็นเครื่องมือสำคัญในการหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการศึกษาในแบบจำลอง (Model) กับในสภาพจริง (Prototype) ในทำนองเดียวกันวิชาอุทกวิทยา ก็ได้อาศัยวิชาที่เกี่ยวกับรูปร่างลักษณะทางธรณีวิทยา (Geomorphology) หรือการศึกษารูปร่างลักษณะพื้นที่ผิวดินในเชิงปริมาณเพื่อบ่งบอกถึงความคล้ายคลึงระหว่างลุ่มน้ำต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความคล้ายคลึงของโครงข่ายลำน้ำต่าง ๆ

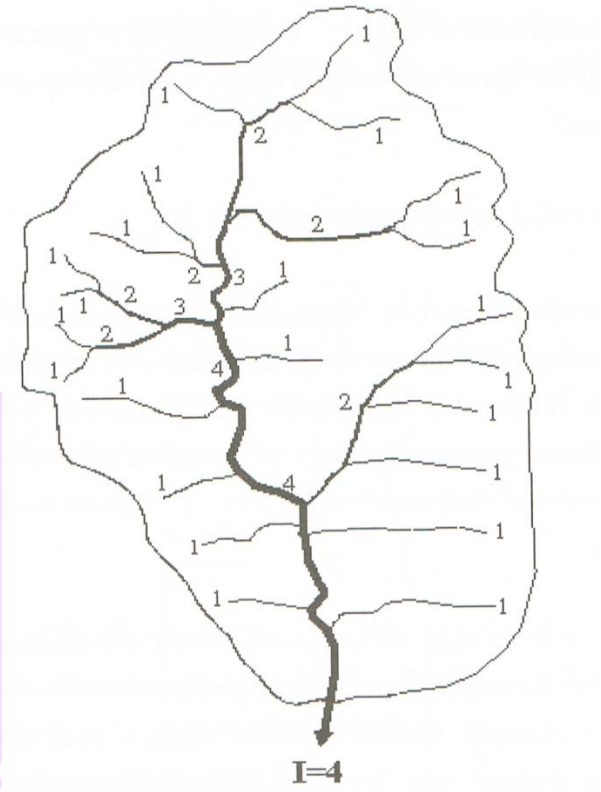
Horton, R.E (1945) เป็นคนแรกที่ได้ศึกษา เกี่ยวกับโครงข่ายลำน้ำ และเป็นผู้พัฒนาระบบในการจัดการลำดับโครงข่ายลำน้ำพร้อมทั้งคิดสูตรในการหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน (Number) และความยาว (Length) ของลำน้ำกับลำดับ (Oder) ของลำน้ำ ระบบการจัดลำดับลำน้ำ (Stream Ordering System) ของ Horton ซึ่งได้รับการพัฒนาแก้ไขโดย Strahler, A.N.(1964) กล่าวว่า

2.1. ลำน้ำที่เล็กที่สุดในลุ่มน้ำคือ ลำน้ำลำดับที่ 1 ซึ่งปกติจะมีน้ำไหลเฉพาะช่วงที่มีฝนตก

2.2. ลำน้ำลำดับที่ 1 สองลำน้ำหรือมากกว่าไหลมารวมตัวกัน จะเกิดเป็นลำน้ำลำดับที่ 2 ในทำนองเดียวกันลำน้ำลำดับที่ 2 ตั้งแต่ 2 ลำน้ำขึ้นไปไหลมารวมตัวกันจะเกิดเป็นลำน้ำลำดับที่ 3 หรือโดยทั่ว ๆ ไปอาจกล่าวได้ว่า ลำน้ำลำดับที่ i ตั้งแต่ 2 ลำน้ำขึ้นไปไหลมารวมตัวกันจะเกิดเป็นลำน้ำลำดับที่ i + 1

2.3. ลุ่มน้ำที่เกิดจากลำน้ำที่มีลำดับต่ำกว่าไหลไปรวมตัวกับลำน้ำที่มีลำดับสูงกว่าจะมีลำดับเท่ากับลำดับที่สูงกว่า เช่น ลำดับที่ 1 รวมกับลำดับที่ 2 จะมีลำดับเท่ากับ 2

2.4. ลำดับของลุ่มน้ำจะกำหนดตามลำดับของลำน้ำที่ระบายน้ำออกสู่ทางออก (Outlet) ซึ่งก็คือ ลำดับที่สูงสุดในลุ่มน้ำและกำหนดให้เท่ากับ 4



ภาพ 3 แสดงตัวอย่างการจัดลำดับลำน้ำของลุ่มน้ำ

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนในเขตพื้นที่โครงการ (Rainfall Analysis)

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนได้จากสถานีตรวจวัดของหน่วยงานต่าง ๆ เช่น กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน สถานีวิจัยทดลองทางด้านการเกษตร หรือสถานีหน่วยจัดการต้นน้ำต่าง ๆ ของกรมป่าไม้ โดยจะพิจารณาข้อมูลจากสถานีที่อยู่ใกล้เคียงกับพื้นที่หัวงานโครงการ การวิเคราะห์ปริมาณฝนจะแยกออกได้เป็นสภาพฝนโดยทั่วไปในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำของโครงการที่ศึกษา ซึ่งจะต้องทำการวิเคราะห์สภาพฝนรายปี รูปแบบการผันแปรตามฤดูกาล การแพร่กระจายตามพื้นที่ปริมาณฝนรายเดือน และเปอร์เซ็นต์การแพร่กระจายเป็นรายเดือนของฝน จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยราย เดือน/รายปี สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของสถานีหลักจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความเชื่อถือได้ของข้อมูลก่อนที่จะนำไปใช้ในการศึกษา

ประโยชน์ของการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนที่สามารถนำไปใช้งานได้

1. นำไปใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินปริมาณน้ำท่าในกรณีที่ข้อมูลมีไม่เพียงพอ

2.นำไปใช้คำนวณหาปริมาณฝน ใช้การและคำนวณปริมาณน้ำชลประทานที่พืชต้องการ

3. ใช้สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้ม ช่วงเวลาความถี่ของฝนเพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำนองสูงสุดสำหรับการออกแบบรายละเอียดอาคารหัวงาน และอาคารประกอบอื่น ๆ

4. ใช้วิเคราะห์ความถี่ของการเกิด (Frequency) ของปริมาณฝนสูงสุดในคาบปี (Return Period) ต่าง ๆ เพื่อคำนวณหากราฟน้ำนองสูงสุดในรอบปีการเกิดซ้ำต่าง ๆ สำหรับการออกแบบอาคารระบายน้ำล้นและอาคารประกอบอื่น ๆ

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าที่ไหลผ่านหัวงาน (Runoff Analysis)

น้ำท่า (Runoff) หมายถึง น้ำฝนส่วนที่ตกลงบนผิวดินแล้วไหลไปตามผิวดินลงสู่ลำน้ำ หลังจากที่บางส่วนได้ระเหยและรั่วซึมลงไปในดินแล้ว ในระหว่างที่น้ำไหลไปตามผิวดินเรียกว่า Overland Flow เมื่อไหลลงลำน้ำแล้วเรียกว่า Stream Flow ตามปกติปริมาณน้ำส่วนที่ไหลลงลำน้ำจะมีค่าประมาณ 15%–35% ของปริมาณฝนที่วัดได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ ดิน ทางน้ำ ลักษณะ ของลุ่มน้ำ สภาพพื้นที่ และสภาพป่าไม้ในเขตลุ่มน้ำ ฯลฯ

ในการพิจารณาวางโครงการชลประทานนั้น ปริมาณน้ำนับว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญใน การพิจารณาว่าควรจะทำโครงการชลประทานหรือไม่ และควรเป็นโครงการชลประทานประเภทใด

กล่าวคือ ถ้าเป็นลำน้ำที่มีปริมาณน้ำไหลสม่ำเสมอเกือบตลอดปี ก็อาจพิจารณาโครงการประเภทฝายทดน้ำ หากเป็นลำน้ำที่มีปริมาณน้ำไหลมากเฉพาะในช่วงฤดูฝน ถ้าฝนไม่ตกจะมีปริมาณน้ำเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีเลย ในกรณีนี้อาจพิจารณาโครงการในลักษณะอ่างเก็บน้ำ นอกจากนี้การแผ่กระจายของน้ำในแต่ละเดือนจะเป็นเครื่องกำหนดขนาดของพื้นที่โครงการด้วย การวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าในเขตพื้นที่โครงการ มีแนวทางดังนี้

1. การประเมินปริมาณน้ำท่าเบื้องต้น โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนและรายปีด้วยการใช้สถิติข้อมูลที่วัดจริง ของสถานีวัดน้ำท่าต่าง ๆ ที่อยู่ใกล้เคียงกับพื้นที่ที่ศึกษา และทำการคำนวณหาปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีต่อหน่วยพื้นที่ รวมทั้งการแพร่กระจายเป็นรายเดือนของปริมาณน้ำท่าแต่ละสถานีวัดน้ำนั้น เพื่อใช้อ้างอิงสำหรับการประเมินปริมาณน้ำท่าในจุดที่ตั้งหัวงานโครงการ

2. การคำนวณปริมาณน้ำท่า (Runoff Estimation)

การคำนวณปริมาณน้ำท่า

ขั้นตอนการคำนวณหาปริมาณน้ำต้นทุนที่ไหลผ่านหัวงาน

2.1. กำหนดจุดที่ตั้งหัวงาน จากแผนที่มาตราส่วน 1:50,000

2.2. หาพื้นที่รับน้ำฝน (Drainage Area) เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำเหนือแนวที่ตั้งหัวงาน ซึ่งมีอาณาเขตล้อมรอบบรรจบกันเป็นวงปิดด้วยแนวสันปันน้ำ (Watershed Divide) หรือสันเนินสูงสุด ภายในพื้นที่รับน้ำนี้หากมีฝนตกจนเกิดน้ำไหลนองแล้ว น้ำทั้งหมดจะไหลลงมายังที่ตั้งหัวงาน การลากเส้นสันปันน้ำจากจุดที่ตั้งหัวงาน ต้องตรวจดูว่าลำน้ำนั้นมีขอบเขตของลำน้ำ และลำน้ำห้วยสาขาครอบคลุมพื้นที่ถึงบริเวณใด เลือกจุดสูงสุด (บริเวณต้นน้ำ) ลากเส้นตามแนวสันเนินลงมายังจุดที่ตั้งหัวงาน การลากเส้นสันปันน้ำ ต้องสังเกตจุดแสดงระดับความสูงในแผนที่ ขนาดและลักษณะของพื้นที่รับน้ำฝนดังกล่าว มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำต้นทุนที่ไหลผ่านหัวงาน ตลอดจนอัตราน้ำหลากสูงสุดที่หัวงานจะได้รับ นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบอื่นที่เกี่ยวข้องอีก เช่น รูปร่างของลุ่มน้ำ ความลาดชันของลำน้ำ ทิศทางรับน้ำฝน ปริมาณน้ำฝนที่ตกในลุ่มน้ำ ชนิดของดิน ระบบลำน้ำ ชนิดของพืชที่ปกคลุม ฯลฯ การวัดพื้นที่รับน้ำฝน สามารถทำได้โดยใช้เครื่อง Plani meter วัดพื้นที่จำนวน 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

2.3. เลือกสถานีน้ำฝนที่อยู่ใกล้เคียง และคาดว่าจะอาศัยเป็นตัวแทนของฝนที่ตกในเขตลุ่มน้ำที่ตั้งหัวงานได้ โดยใช้วิธี Thiessen Polygon กล่าวคือ กำหนดจุดที่ตั้งหัวงานและพื้นที่รับน้ำฝนลงในแผนที่ ลงจุดที่ตั้งสถานีวัดน้ำฝน บริเวณใกล้เคียงให้ครอบคลุมพื้นที่รับน้ำฝนของโครงการ อย่างน้อย 3 แห่ง ลากโครงข่ายสามเหลี่ยม โดยลากเส้นแบ่งครึ่งตั้งฉากแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยม ซึ่งจะตัดกันที่จุดจุดหนึ่ง ลากเส้นต่อระหว่างจุดตัด จะได้เป็นรูปหลายเหลี่ยมเรียกว่า Thiessen Polygon ด้านแต่ละด้านของ Thiessen Polygon ที่ได้จะเป็นเส้นแบ่งเขตอิทธิพลของแต่ละสถานี ในกรณีที่สถิติน้ำฝนของสถานีที่เลือกมีสถิติการเก็บข้อมูลติดต่อกันน้อยกว่า 15 ปี ให้เลือกใช้ข้อมูลจากสถานีอื่นในบริเวณใกล้เคียงที่มีการเก็บข้อมูลติดต่อกันอย่างน้อย 15 ปี มาใช้แทนได้

การหารายละเอียดประกอบการดำเนินงาน

1. หาพิกัดหัวงาน โดยใช้เครื่อง GPS แล้วพิจารณาเปรียบเทียบกับแผนที่ จากนั้นให้เทียบเคียงเป็นองศา กำหนดเป็นค่า Latitude และ ค่า Longitude ของจุดที่ตั้งหัวงานโครงการ

2. หาความยาวลำน้ำ โดยวัดความยาวของลำน้ำสายยาวที่สุดจากต้นน้ำถึงจุดที่ตั้งหัวงาน

3. หาค่า Drainage Density (D.D.) ซึ่งเป็นสัดส่วนระหว่างความยาวรวมของลำน้ำต่อพื้นที่รับน้ำของโครงการ คือ

$$D.D = \frac{L}{D.A.}$$

ค่า D.D. มากกว่า 1 ถือว่าลำน้ำนั้นน่าจะมีน้ำไหลตลอดทั้งปี

1. หาค่า Slope ของลำน้ำบริเวณหัวงาน

2. หาระดับท้องน้ำบริเวณหัวงาน

3. หาสถิตินำ้ฝนและน้ำท่าที่มีอิทธิพลในพื้นที่โครงการ ได้จากการรวบรวมและประมวลผลสถิติทางอุทกวิทยา ประกอบด้วย สถิตินำ้ฝนเฉลี่ยรายเดือน (Monthly Rainfall–mm.) สถิตินำ้ท่ารายเดือน (Monthly Runoff–mm.) ในกรณีที่มีสถานีวัดน้ำท่าอยู่ในลำน้ำเดียวกันกับลำน้ำที่เป็นที่ตั้งหัวงานโครงการ ให้เลือกสถานีวัดน้ำจุดที่อยู่ใกล้สุด สถิติการเก็บข้อมูลไม่ควรน้อยกว่า 15 ปี นำมาเฉลี่ยแล้วทำเป็นเปอร์เซ็นต์ เพื่อประกอบการแผ่กระจายของปริมาณน้ำต้นทุน และคำนวณหา Specific yield สำหรับใช้เป็นหลักในการตรวจสอบผลการคำนวณหาปริมาณน้ำต้นทุนของโครงการ ส่วนกรณีที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่า ควรพิจารณาใช้สถิติปริมาณน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำบริเวณลุ่มน้ำเดียวกันหรือลุ่มน้ำใกล้เคียง โดยพิจารณาถึงขนาด รูปร่าง และลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่รับน้ำฝน ให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันมากที่สุด

การประมาณปริมาณน้ำที่เกิดจากฝนตกในพื้นที่โครงการ ปกติจะใช้สูตร

Q = C.I.A

Q = ปริมาณน้ำหลาก (ลบ.ม./วินาที)

C = Runoff Coefficient

I = Rainfall Intensity (มม./ชม.)

A = Watershed Area (ตร.กม.)

ผลการคำนวณดังกล่าว จะทราบค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรวมทั้งปี บริเวณหัวงานที่กำหนด นอกจากนี้จะต้องหาค่า Runoff Coefficient และ Specific Yield ไว้ด้วย เพื่อตรวจสอบกับผลการวัดน้ำที่มีสถิติข้อมูลอยู่แล้วต่อไป

$$\text{Runoff Coefficient (\%)} = \frac{\text{ARV.}}{\text{ปริมาณน้ำทั้งหมดเมื่อไม่คิด R.O.COEFF}}$$

$$\text{Specific Yield (ลิตร/วินาที/กม.}^2\text{)} = \frac{(\text{ARV}) \times (1.000)}{(\text{เวลาเป็นวินาที ใน } 1 \text{ ปี}) \times (\text{A})}$$

เมื่อ ARV. = Annual Runoff Volume – m^3

A = Drainage Area – sq.m.

ตรวจสอบค่า Runoff coefficient และค่า Specific yield ที่คำนวณได้ กับค่า Runoff coefficient ของสถานีวัดน้ำที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง และเป็นลุ่มน้ำที่มี Basin Characteristics แบบเดียวกัน รวมทั้งตรวจสอบ จาก Yield Map ที่สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำจัดทำไว้ด้วยว่าค่า ARV. ที่คำนวณได้นั้นเป็นไปได้หรือไม่ หากมีค่าแตกต่างกันมากควรจะตรวจสอบโดยละเอียดและหาเหตุผลมาประกอบหรือปรับปรุงค่าดังกล่าวเสียใหม่จนได้ค่าที่ยอมรับได้

การคำนวณหา Monthly Runoff Distribution โดยเปรียบเทียบการแผ่กระจายของน้ำท่ารายเดือนกับสถานีวัดน้ำที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงโดยวิธีกราฟ เมื่อได้ค่าที่เหมาะสมแล้วทำเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยค่าน้ำเฉลี่ยรวมทั้งปีมีค่าเป็น 100% ส่วนค่าเฉลี่ยของน้ำในเดือนต่าง ๆ (ซึ่งอาจมีทุกเดือนหรือมีเฉพาะในช่วงที่มีน้ำไหล) เมื่อรวมกันแล้วจะต้องเท่ากับ 100% อย่างไรก็ตาม การปรับค่าการแผ่กระจายของน้ำในแต่ละเดือนนั้นมีข้อควรสังเกตดังนี้

1. ถ้าเป็นลุ่มน้ำขนาดเล็ก สภาพภูมิประเทศในเขตลุ่มน้ำเป็นป่าที่ถูกทำลายแล้ว และไม่มีพื้นที่เพาะปลูกในเขตลุ่มน้ำ และทางน้ำนั้นเป็นลำน้ำแบบ Ephemeral Stream คือมีน้ำไหลมากเมื่อมีฝนตก เมื่อฝนหยุดตกไม่มีน้ำไหลหรือมีปริมาณเพียงเล็กน้อย ตามปกติในฤดูแล้งไม่มีน้ำไหล ลำน้ำแบบนี้มีลักษณะการแผ่กระจายของน้ำท่าจะใกล้เคียงกับลักษณะการแผ่กระจายของน้ำฝน

2. ถ้าเป็นลุ่มน้ำขนาดค่อนข้างใหญ่ สภาพภูมิประเทศในเขตลุ่มน้ำเป็นป่าสภาพดีหรือป่าที่ถูกทำลายแล้ว และมีพื้นที่เพาะปลูกอยู่ด้วยประปราย และเป็นทางน้ำแบบ Intermittent คือมีน้ำไหลเฉพาะในช่วงฤดูฝน ส่วนฤดูแล้งมีปริมาณน้ำเพียงเล็กน้อยหรือน้ำแห้ง ลำน้ำแบบนี้ลักษณะการแผ่กระจายของปริมาณน้ำท่า จะใกล้เคียงกับเกณฑ์การแผ่กระจายของน้ำจากสถานีวัดน้ำที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง และมี Basin Characteristics คล้ายกัน

3. ถ้าเป็นลุ่มน้ำขนาดใหญ่ สภาพภูมิประเทศในเขตลุ่มน้ำมีทั้งเป็นป่าสภาพดี ป่าที่ถูกทำลายแล้วและมีพื้นที่เพาะปลูกแปลงใหญ่อยู่ เป็นทางน้ำแบบ Perennial Stream คือมีน้ำไหลตลอดปี การแผ่กระจายของน้ำในทางน้ำแบบนี้จะเป็นไปตามธรรมชาติ คือเหมือนกันลำน้ำขนาดใหญ่ ๆ ทั่วไป ตามปกติลำน้ำประเภทนี้มักจะมีสถานีวัดน้ำอยู่แล้ว แต่ช่วงเวลาของการวัดน้ำอาจจะสั้นหรือยาวก็แล้วแต่ความสำคัญของลำน้ำแต่ละสาย ดังนั้นลำน้ำประเภทนี้จึงมักไม่ค่อยมีปัญหาในเรื่องการหา Monthly Distribution

นอกจากนี้ ยังต้องอาศัยข้อมูลเกี่ยวกับสภาพน้ำท่าที่ได้จากการสอบถามในสนามมาประกอบการทำ Monthly Distribution อีกด้วย

เมื่อหา Monthly Distribution ได้แล้วก็สามารถปรับการแผ่กระจายของน้ำตามที่คำนวณไว้ได้ โดยถือยอดน้ำเฉลี่ยรวมทั้งปีเท่าเดิมคูณ % Monthly Distribution หาร 100 ของแต่ละเดือน ผลรวมของน้ำรายเดือนหลังจากปรับเสร็จแล้วยังคงมีค่าเท่าเดิม กรณีไม่มีสถิติฝนเฉลี่ยรายเดือนในแต่ละปีก็อนุโลมใช้เป็นปริมาณน้ำต้นทุนเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

การนำค่า Runoff ไปใช้ประโยชน์

ค่า Average Annual Runoff Volume รวมทั้งค่า Monthly Runoff and yearly Runoff ที่คำนวณได้ดังกล่าว สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

1. ทำให้ทราบค่าน้ำเฉลี่ยทั้งปีที่ไหลผ่านจุดที่ตั้งหัวงานว่ามีปริมาณเท่าใด

2. ทำให้ทราบค่า Yearly Average Runoff Coefficient ของลุ่มน้ำนั้น ซึ่งจะนำไปใช้ประโยชน์ในการประเมินค่าโดยประมาณของลุ่มน้ำที่อยู่ใกล้เคียงได้

3. ทำให้ทราบค่า Specific yield ของลุ่มน้ำนั้น ซึ่งสามารถจะนำไปใช้ประเมินหาค่าน้ำเฉลี่ยของลุ่มน้ำที่อยู่ใกล้เคียงได้เช่นกัน

4. จากค่า Monthly Flow Distribution จะทำให้สามารถกำหนดไว้ว่า โครงการชลประทานที่จะเปิดนั้นควรเป็นโครงการประเภทใด เช่น อ่างเก็บน้ำหรือเหมืองฝาย (โดยต้องพิจารณาองค์ประกอบอย่างอื่น ๆ ด้วย)

1. จากค่า Mean Monthly Flow ที่ได้ ถ้ารู้ Cropping Pattern และ Crop Water Requirement ก็สามารถจะกำหนดพื้นที่ได้ว่า ถ้าเปิดโครงการประเภทเหมืองฝายจะมีพื้นที่ได้รับประโยชน์เท่าใด

2. จากผลการคำนวณ ทำให้ทราบค่าน้ำน้อยและน้ำมากในรอบปีต่าง ๆ ซึ่งอาจนำไปใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

ถ้าจะหาอัตราการจ่ายน้ำเพื่อการประปา อาจใช้น้ำน้อยในรอบ 10 ปี เป็นเกณฑ์ในการกำหนดอัตราการใช้น้ำ

คำนวณหาปริมาณน้ำต้นทุนหรือ Runoff Estimation

Runoff สำนักชลประทานที่ 5 (2530, หน้า 11–13) หมายถึง น้ำฝนส่วนที่ตกลงบนผิวดิน แล้วไหลตามผิวดินไปลงลำน้ำ หลังจากที่บางส่วนได้ระเหยและรั่วซึมลงไปในดินแล้ว ในระหว่างที่น้ำไหลไปตามผิวดิน เรียกว่า Overland flow เมื่อไหลไปลงลำน้ำแล้วเรียกว่า Stream flow

ตามปกติปริมาณน้ำในส่วนที่ไหลไปลงลำน้ำจะมีค่าประมาณ 14%–35% ของปริมาณฝนที่วัดได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ สภาพลุ่มน้ำ สภาพดิน สภาพทางน้ำ สภาพพื้นที่ และสภาพป่าในเขตลุ่มน้ำ ฯลฯ

ในการพิจารณาวางโครงการชลประทานนั้น ปริมาณน้ำนับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญว่า ควรจะทำโครงการชลประทานหรือไม่ และควรทำเป็นโครงการชลประทานประเภทใด กล่าวคือ ถ้าเป็นลำน้ำที่มีปริมาณน้ำไหลสม่ำเสมอเกือบตลอดปี ก็อาจจะเปิดเป็นโครงการประเภทเหมืองฝาย หรือประเภทสูบน้ำได้ แต่ถ้าเป็นลำน้ำที่มีบริเวณน้ำไหลมากในช่วงที่มีฝนตก ถ้าฝนไม่ตกจะมีปริมาณน้ำเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีเลย ในกรณีเช่นนี้ก็อาจจะสร้างเป็นโครงการประเภทอ่างเก็บน้ำ เป็นต้น

นอกจากนี้ การแผ่กระจาย (Distribution) ของน้ำในแต่ละวัน แต่ละเดือน จะเป็นเครื่องกำหนดขนาดพื้นที่ของโครงการว่า ควรจะเปิดโครงการขนาดเนื้อที่เท่าใด เป็นต้น

การเลือกหาสถานีวัดน้ำฝน เพื่อใช้เป็นสถิติในการคำนวณหาปริมาณน้ำต้นทุน ให้เลือกสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่บริเวณใกล้เคียงและคาดว่าจะอาศัยใช้เป็นตัวแทนของฝนที่ตกในเขตลุ่มน้ำนั้นได้ โดยวิธีการวิเคราะห์หาค่าฝนเฉลี่ยบนพื้นที่ และในกรณีที่สถิติฝนของสถานีที่เลือกมีสถิติติดต่อกันน้อยกว่า 15 ปี ให้เลือกใช้สถิติฝนของสถานีอื่นแทน

1. การคำนวณหาปริมาณน้ำไหลผ่านหัวงาน : เป็นการคำนวณปริมาณน้ำเฉลี่ยรวมทั้งปี (ตารางคำนวณปริมาณน้ำไหลผ่านหัวงาน) โดยสูตร

$$\text{ARV.} = \sum_{i=1}^{n} \text{Ci. Ri. A}$$

จากผลการคำนวณดังกล่าว จะทราบค่าปริมาณน้ำเฉลี่ยรวมทั้งปีบริเวณหัวงานที่กำหนดไว้นอกจากนี้จะต้องหาค่า Runoff Coefficient และ Specific Yield เพื่อใช้ตรวจสอบกับผลการวัดน้ำที่มีอยู่แล้วว่าถูกต้องและนำไปใช้งานได้หรือไม่

$$\text{Runoff Coefficient} = \frac{\text{ARV. \%}}{\text{ปริมาณน้ำทั้งหมดเมื่อไม่คิด R.O. COEFF.}}$$

$$\text{Specific Yield} = \frac{\text{[ARV.] x [1,000] ลิตร/วินาที/กม.}^2}{\text{[เวลาเป็นวินาที ใน 1 ปี] x [A]}}$$

เมื่อ ARV. = Annual Runoff Volume – m^3

Ci = Runoff Coefficient. – %

(อ่านจากภาพที่ 5 Runoff Estimation Chart)

Ri = Average Monthly Rainfall – m

A = Drainage Area sq.m.

การตรวจสอบค่า Runoff Coefficient ที่คำนวณได้ ให้ตรวจสอบกับค่า Runoff Coefficient ของสถานีวัดน้ำที่มีอยู่ในบริเวณใกล้เคียง และเป็นลุ่มน้ำที่มี Basin Characteristics แบบเดียวกัน ซึ่งโดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 14%–35% และค่า Specific Yield ตรวจสอบจาก Yield Map ที่กองอุทกวิทยาจัดทำไว้ หากมีค่าแตกต่างกันมาก ให้ตรวจสอบโดยละเอียดและหาเหตุผลมาประกอบหรือปรับปรุงค่าดังกล่าวเสียใหม่ โดยเปลี่ยนค่า Runoff–Coefficient ที่ใช้คำนวณใหม่จนกว่าจะได้ค่าที่ยอมรับได้

2. การหาค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำท่าบริเวณใกล้เคียง : ในการพิจารณาวางโครงการ ถ้าหากยึดเอาเฉพาะข้อมูลปริมาณน้ำฝนเพื่อใช้ในการวิเคราะห์เพียงอย่างเดียวผลการประเมินที่ได้จะไม่ถูกต้องเท่าที่ควร ซึ่งอาจจะส่งผลให้เกิดการผิดพลาดได้ง่าย ดังนั้นจึงมีการนำเอาข้อมูลปริมาณน้ำท่าของบริเวณหัวงานหรือบริเวณใกล้เคียงมาประกอบการวิเคราะห์ทางด้านอุทกวิทยาด้วย

ในการเลือกข้อมูลให้พิจารณาเลือกใช้ข้อมูลของลุ่มน้ำที่บริเวณใกล้เคียงหรือลุ่มน้ำเดียวกันที่มีสภาพต่าง ๆ เหมือนกันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุดและสถิติที่เลือกใช้ควรเป็นสถิติในปีเดียวกับสถิติของน้ำฝนที่ใช้คำนวณหาปริมาณน้ำต้นทุน (ตารางคำนวณหาปริมาณน้ำไหลผ่านหัวงาน) สำหรับการรวบรวมข้อมูลและการคำนวณให้ดำเนินการเป็นตาราง (ตารางแสดงปริมาณน้ำท่าบริเวณใกล้เคียง)

3. การคำนวณการแผ่กระจายของน้ำต้นทุน ให้ใช้วิธีเปรียบเทียบระหว่างการแผ่กระจายของน้ำฝนกับการกระจายของน้ำท่าของสถานีที่เลือก (ตารางแสดงปริมาณน้ำท่าบริเวณใกล้เคียง) จะมีกี่สถานีก็ได้ โดยติดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์แล้วหาค่าการแผ่กระจายน้ำต้นทุนหรือ Monthly Runoff Distribution ด้วยวิธีกราฟ และให้ค่าน้ำเฉลี่ยรวมทั้งปีมีค่าเป็น 100% ส่วนค่าเฉลี่ยของน้ำในเดือนต่าง ๆ (ซึ่งอาจมีทุกเดือนหรือมีเฉพาะในช่วงที่มีน้ำไหล) เมื่อรวมกันแล้วต้องเท่ากับ 100 %

เมื่อหากค่า Monthly Runoff Distribution ได้แล้วก็สามารถปรับการแผ่กระจายของน้ำต้นทุนตามที่คำนวณไว้ (ตารางคำนวณหาปริมาณน้ำไหลผ่านหัวงาน) ได้โดยถือยอดน้ำ

ต้นทุนเฉลี่ยรวมทั้งปีเท่าเดิมและผลรวมของน้ำต้นทุนรายเดือน หลังจากปรับเสร็จแล้วก็ยังคงมีค่าเท่าเดิมสามารถดำเนินการได้ (ตารางแสดงการแผ่กระจายปริมาณน้ำต้นทุน)
อย่างไรก็ดีการปรับค่าการแผ่กระจายของน้ำในแต่ละเดือนนั้น มีข้อควรสังเกตดังนี้

3.1. ถ้าเป็นลุ่มน้ำขนาดเล็ก สภาพภูมิประเทศในเขตลุ่มน้ำเป็นป่าที่ถูกทำลายแล้วและไม่มีพื้นที่เพาะปลูกในเขตลุ่มน้ำและทางน้ำนั้นเป็นลำน้ำแบบ Ephemeral Stream คือมีน้ำไหลมากเมื่อมีฝนตก เมื่อฝนหยุดตกก็ไม่มีน้ำไหลหรือมีปริมาณเพียงเล็กน้อย ตามปกติในฤดูแล้งไม่มีน้ำไหล ลำน้ำแบบนี้ลักษณะการแผ่กระจายต้องน้ำท่าจะใกล้เคียงกับลักษณะการแผ่กระจายของน้ำฝน

3.2. ถ้าเป็นลุ่มน้ำขนาดค่อนข้างใหญ่ สภาพภูมิประเทศในเขตลุ่มน้ำ เป็นป่าสภาพดีและป่าที่ถูกทำลายแล้ว มีพื้นที่เพาะปลูกอยู่ด้วยประปรายและเป็นทางน้ำแบบ Intermittent คือ มีน้ำไหลเฉพาะในช่วงฤดูฝนส่วนนอกฤดูฝนมีปริมาณน้ำเพียงเล็กน้อยหรือน้ำแห้ง ลำน้ำแบบนี้ลักษณะการแผ่กระจายของน้ำท่าจะใกล้เคียงกับเกณฑ์การแผ่กระจายของน้ำจากสถานีวัดน้ำที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงและมี Basin Characteristics แบบเดียวกัน

3.3. ถ้าเป็นลุ่มน้ำขนาดใหญ่ สภาพภูมิประเทศในเขตลุ่มน้ำมีทั้งเป็นป่าสภาพดี ป่าที่ถูกทำลายแล้วและมีพื้นที่เพาะปลูกแปลงใหญ่อยู่ และเป็นทางน้ำแบบ Perennial Stream คือ มีน้ำไหลตลอดปีการแผ่กระจายชองน้ำในทางน้ำแบบนี้จะเป็นไปตามธรรมชาติ คือเหมือนกับลำน้ำขนาดใหญ่ ๆ โดยทั่วไปตามปกติลำน้ำประเภทนี้ จะมีสถานีวัดน้ำอยู่แล้ว แต่ช่วงเวลาการวัดน้ำอาจจะสั้นหรือยาวก็แล้วแต่ความสำคัญของลำน้ำแต่ละสาย ดังนั้น ลำน้ำประเภทนี้จึงมักจะไม่ค่อยมีปัญหาในเรื่องการหา Monthly Distribution

4. การคำนวณหา Monthly Correlation Factor : ให้นำเอาค่าปริมาณน้ำเฉลี่ยรายเดือนที่ปรับค่าแล้ว (ตารางแสดงการแผ่กระจายปริมาณน้ำต้นทุน) หารด้วยปริมาณฝนเฉลี่ยจาก (ตารางคำนวณปริมาณน้ำไหลผ่านหัวงาน) ก็จะได้ค่า Monthly Correlation Factor ของฝน 1 มม. ในแต่ละเดือน การคำนวณสามารถดำเนินการได้ (ตารางคำนวณหา Monthly Correlation Factor) โดยใช้สูตร

$$\text{Monthly Correlation Factor} = \frac{\text{Avg. Monthly Flow}}{\text{Avg. Monthly Rainfall}}$$

5. การทำ Flow Generation : สามารถทำได้โดยการคูณ Correlation Factor ในแต่ละเดือนตามที่หาได้ (ตารางคำนวณหา Monthly Correlation Factor) กับฝนในแต่ละเดือนตาม

ช่วงเวลาที่มีสถิตินำ้ฝนอยู่ ตัวอย่างเช่น ถ้าเรามีสถิติฝนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2495-2519 รวม 25 ปี เราก็สามารถหา Monthly Flow ในช่วง 25 ปี ในขณะเดียวกันก็จะสามรถหาค่านำ้ท่าเฉลี่ยรายเดือนและค่านำ้ท่าเฉลี่ยรวมทั้งปีใหม่โดยการคำนวณ (ตารางคำนวณปริมาณนำ้ต้นทุนเฉลี่ยรายเดือน) ซึ่งค่านำ้ต้นทุนเฉลี่ยที่คำนวณได้ใหม่นี้จะเป็นค่าที่นำไปใช้งานได้ต่อไป

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำนองสูงสุด

การศึกษาอุทกวิทยาของน้ำหลากที่ไหลผ่านจุดที่ตั้งหัวงานโครงการ เนื่องจากพื้นที่ตั้งหัวงานไม่มีการติดตั้งสถานีวัดน้ำท่า ดังนั้นการหาปริมาณน้ำนองสูงสุดต้องอาศัยข้อมูลน้ำฝนของสถานีใกล้เคียง วิธีการหาปริมาณน้ำนองสูงสุดที่นิยมใช้มีอยู่ 3 วิธีด้วยกัน คือ

1. Rational Formula ใช้สูตรในการคำนวณหาปริมาณน้ำนองสูงสุด (Peak discharge) เพื่อการออกแบบในรอบปีการเกิดซ้ำ (Return Period) ใช้สำหรับลุ่มน้ำขนาดเล็กที่มีพื้นที่ ลุ่มน้ำน้อยกว่า 25 ตารางกิโลเมตร

สูตรที่ใช้ คือ $Q = 0.278CiA$

เมื่อ Q = ปริมาณน้ำสูงสุดหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร/วินาที

C = สัมประสิทธิ์ (Coefficient) ขึ้นอยู่กับลักษณะลุ่มน้ำ

I = ความเข้มของฝนในช่วงเวลาและรอบปีการเกิดซ้ำที่กำหนดหน่วยเป็นมิลลิเมตร/ชั่วโมง

A = พื้นที่ลุ่มน้ำ หน่วยเป็น ตารางกิโลเมตร

2. เทคนิคกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (Unit hydrograph technique) ประยุกต์ใช้กับฝนส่วนเกิน (Rainfall excess) ใช้คำนวณหาปริมาณน้ำนองสูงสุด (Peak discharge) และปริมาณน้ำนอง (Flood Volume) ในกรณีที่มีพื้นที่ลุ่มน้ำมากกว่า 25 ตารางกิโลเมตร การสร้างกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า ที่ได้จากการ Synthetic Unit Hydrograph โดยวิธีของ Synder หรือสมการที่มีผู้ศึกษาไว้แล้วในแต่ละลุ่มน้ำในประเทศไทย การออกแบบพายุฝน (Design Strom) เมื่อคำนวณหาฝนส่วนเกิน (Rainfall Exess) โดยใช้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่การเกิดซ้ำ หรือกราฟ การแพร่กระจายของฝน และค่าปริมาณฝนสูงสุดในช่วงเวลาและรอบปีการเกิดซ้ำที่กำหนด เมื่อคำนวณหาพายุฝนส่วนเกินในช่วงเวลาเดียวกันกับช่วงเวลาของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า

ขั้นแรกของวิธี Synder เป็นการคำนวณช่วงเวลาฝนวิกฤต (Critical rainfall duration) จากสูตรต่อไปนี้

$$t_r = \frac{1.5}{5.5} L^{0.60} L_1^{0.30}$$

เมื่อ t_r = ช่วงเวลาฝนวิกฤต มีหน่วยเป็น ชั่วโมง

L = ความยาวของลำน้ำจากจุดไกลสุดถึงจุดที่จะทำการก่อสร้างหัวงาน หรือจุดออก มีหน่วยเป็นกิโลเมตร

L_1 = อัตราส่วน L_c/L

Lc = ความยาวของลำน้ำจากจุดที่ใกล้จุดศูนย์ต่างมากที่สุดถึงจุดที่จะทำการก่อสร้างหัวงานมีหน่วยเป็นกิโลเมตร

เมื่อคำนวณ t_r ได้แล้วต่อไปเป็นการคำนวณค่าปริมาณการไหลสูงสุด (Peak discharge) ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า ซึ่งเกิดจาก Rainfall excess 1 มม. จากสูตร

$q_p = k_p / t_r$

เมื่อ q_p = ปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่ามีหน่วยเป็นลิตร/วินาที/ตร.กม.

k_p = สัมประสิทธิมีค่าประมาณ 28 ถึง 34 ขึ้นอยู่กับความลาดชันของลุ่มน้ำและพืชปกคลุมดิน

ขั้นตอนสุดท้ายคือ การคำนวณปริมาณการไหลสูงสุด (Peak discharge) จากพื้นที่ลุ่มน้ำ A ด้วยสูตรต่อไปนี้

$Q = 0.001\, q_p\, (\alpha i - \varnothing) / t_r A$

เมื่อ Q = ปริมาณการไหลสูงสุดมีหน่วยเป็นลบ.ม./วินาที

α = reduction factor สำหรับลดขนาด Point rainfall intensity ในกรณีลุ่มน้ำขนาดใหญ่

I = ความเข้มน้ำฝนมีหน่วยเป็นมม./ชั่วโมง

$\varnothing$ = ความสามารถซึมผ่านได้ของดิน (Infiltration Capacity) มีหน่วยเป็นมม./ชั่วโมง

A = พื้นที่ลุ่มน้ำมีหน่วยเป็นตารางกิโลเมตร

ค่าพารามิเตอร์ $\varnothing$ ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของผิวดินและพืชปกคลุม สำหรับค่า α ขึ้นอยู่กับขนาดของลุ่มน้ำและช่วงเวลาของฝน

3. วิธีการหาปริมาณน้ำนองสูงสุดโดย Regression

หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำนองสูงสุดในรอบปีการเกิดซ้ำต่าง ๆ (Q_{Tr}) กับพื้นที่ลุ่มน้ำ (A) ในรูปสมการ

$Q_{Tr} = aA^b$;R = regression coefficient

เมื่อ Q_{Tr} = ปริมาณน้ำนองสูงสุดในรอบปีการเกิดซ้ำลบ.ม./วินาที

A = พื้นที่ลุ่มน้ำตร.ม.

a , b = สัมประสิทธิ์สมการถดถอย

หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำนองสูงสุดรายปีเฉลี่ย (Q_F) กับพื้นที่ลุ่มน้ำ (A) ในรูปสมการ

$Q_F = aA^b$;R = regression coefficient

เมื่อ Q_F = ปริมาณน้ำนองสูงสุดเฉลี่ยรายปีลบ.ม./วินาที

A = พื้นที่ลุ่มน้ำตร.ม.

a , b = สัมประสิทธิ์สมการถดถอย

หาอัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำนองสูงสุดในรอบปีการเกิดซ้ำกับปริมาณน้ำนองสูงสุดเฉลี่ยของแต่ละสถานี (Q_{Tr} / Q_F)

การออกแบบฝาย

การออกแบบระบบท่อส่งน้ำชลประทานนั้นโดยทั่วไปวิศวกรผู้ออกแบบมักจะพิจารณา วางแผนนั้นตอนต่าง ๆ ในการคำนวณการออกแบบ หลังจากได้พิจารณาวางแนวระบบท่อส่งน้ำไว้เรียบร้อยแล้ว ดังต่อไปนี้

1. การคำนวณปริมาณน้ำที่จะส่งทั้งหมด พร้อมปริมาณน้ำต้นทุนเฉลี่ย เมื่อทราบความต้องการน้ำทั้งหมดของพืชที่จะส่งรวมถึงน้ำเพื่อการอุปโภค–บริโภคของคนและสัตว์เลี้ยงทั้งหมด ก็จะได้ปริมาณน้ำเพื่อใช้ในการออกแบบทั้งระบบ ในขณะเดียวกันจำเป็นที่จะต้องประมาณ ปริมาณน้ำต้นทุนด้วยว่าเพียงพอหรือไม่ เพราะหากน้ำต้นทุนมีจำนวนจำกัด ก็จะส่งน้ำได้เท่าปริมาณน้ำต้นทุนเท่านั้น ฉะนั้น ผู้ออกแบบ จึงต้องพิจารณาเป็นพิเศษไว้ด้วย เพื่อจะระบุบอกใน แบบก่อสร้างได้ว่า สามารถส่งน้ำได้มากน้อยเท่าไร

2. การคำนวณขนาดท่อที่จะใช้ในแต่ละสายทั้งระบบ เมื่อได้วางแนวท่อแต่ละสายไปตามความเหมาะสมของภูมิประเทศแล้ว ผู้ออกแบบก็สามารถคำนวณหาปริมาณน้ำในแต่ละช่วงของท่อสายแยกซอย สายซอย ตลอดจนสายท่อประทาน ซึ่งครอบคลุมพื้นที่โครงการได้ในลักษณะรวมทบขึ้นมา ดังนั้นท่อจึงมีขนาดใหญ่และหลั่นกันเป็นลำดับ สำหรับวิธีการคำนวณขนาดท่อ จะพิจารณาจากปริมาณน้ำที่จะต้องไหลผ่านท่อนั้น ๆ พร้อมกับกำหนดค่าความเร็วจำกัดของท่อแต่ละชนิดโนแต่ละสาย

จากสูตร $Q = A$

เมื่อ Q = ปริมาณน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)

A = เนื้อที่หน้าดัดท่อส่งน้ำ (ตารางเมตร)

ในที่นี้ $A = \frac{\pi D^2}{4}$

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ (เมตร)

V = ความเร็วของน้ำโนท่อ (เมตรต่อวินาที)

การคำนวณการสูญเสียพลังงานในเส้นท่อของระบบทั้งหมด การสูญเสียพลังงานในท่อเนื่องจากความต้านทานต่าง ๆ จะแบ่งออกเป็นสองประเภทด้วยกันดังนี้

2.1. การสูญเสียหลัก (Major Loss) โดยปกติการสูญเสียหลักจะเกิดขึ้นจากการเสียดทานของผิวท่อ ขนาดท่อ ความเร็วในการไหลและความยาวท่อ ถ้าผิวขรุขระ ความยาวท่อและ ความเร็วในการไหลสูง การสูญเสียพลังงานจะสูงตามไปด้วย แต่การสูญเสียพลังงานจะลดลง ถ้าท่อมีขนาดโตขึ้น สำหรับท่อกลมซึ่งเป็นท่อที่ใช้ในงานวิศวกรรมเป็นส่วนใหญ่ ต่อการสูญเสียหลักในท่อชนิดดังกล่าวสามารถหาได้จากสูตร Darcy–Weisbach

$$h_f = \mathrm{f}\,\frac{\mathrm{L}}{\mathrm{D}}\,\frac{\mathrm{V}^2}{2_g}$$

เมื่อ h_f = การสูญเสียหลัก (เมตร)

F = แฟคเตอร์ของความเสียดทาน จาก Moody Diagram

L = ความยาวท่อ (เมตร)

D = เส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อ (เมตร)

V = ความเร็วในการไหล (เมตรต่อวินาที)

G = อัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก (เมตรต่อวินาที^{2})

การออกแบบโดยสูตรการไหลของ Hazen–Williams

V = $4.57 \times 10^{-3} \times CD^{0.63}S^{0.54}$

Q = $3.59 \times 10^{-6} \times CD^{2.63}S^{0.54}$

$$\frac{\mathrm{h}_f}{\mathrm{L}} = 10.666\,\frac{\mathrm{Q}^{1.85}}{\mathrm{C}^{1.85}\mathrm{D}^{4.87}}$$

ในเมื่อ V = ความเร็วเฉลี่ยของน้ำ (Mean Velocity of Flow) มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที

C = สัมประสิทธิ์การโหลของ Hazen–Williams

D = เส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อกลม มีหน่วยเป็น มม.

S = Slope of Energy Gradient or Hydraulic Gradient = $\frac{h_f}{\mathrm{L}}$

h_f = การสูญเสียหัวน้ำ (Head Loss) มีหน่วยเป็นเมตร

L = ความยาวของท่อ (Extended Length of pipe)

Q = อัตราการไหลของน้ำ (Flow Rate) มีหน่วยเป็นลิตรต่อวินาที

หมายเหตุ : ค่า C ขึ้นกับวัสดุและสภาพการใช้งานของท่อ ในการออกแบบใช้ค่า C ดังนี้

1. ท่อเหล็กเหนียว ค่า C อยู่ระหว่าง 80 ถึง 100

2. ท่อซีเมนต์ใยหิน (AC) ท่อพีวีซี (PVC) ท่อไฟเบอร์กลาสส์ (GRP) ค่า C อยู่ระหว่าง 120 ถึง 140

2.2 การสูญเสียรอง (Minor Loss) หมายถึงการสูญเสียพลังงานเนื่องจากการไหลในท่อ เมื่อของไหลผ่านทางเข้าข้อต่อชนิดต่าง ๆ ข้องอ ประตูน้ำ ปกติถ้าท่อมีความยาวมาก เช่น ในระบบท่อประปา การชลประทานระบบท่อ ค่าการสูญเสียรองนี้จะมีค่าการสูญเสียน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับการสูญเสียหลัก แต่ถ้าท่อที่มีความยาวไม่มากนัก มีข้อต่อ ข้องอหลายแห่งตามสภาพภูมิประเทศแล้ว ค่าการสูญเสียรองก็จะมีค่ามากเช่นกัน ค่าการสูญเสียรองหาได้จากสูตร

$$h_m = K\frac{V^2}{2g}$$

เมื่อ h_m = การสูญเสียรอง(เมตร)

K = สัมประสิทธิ์ของการสูญเสียพลังงานรองในท่อ

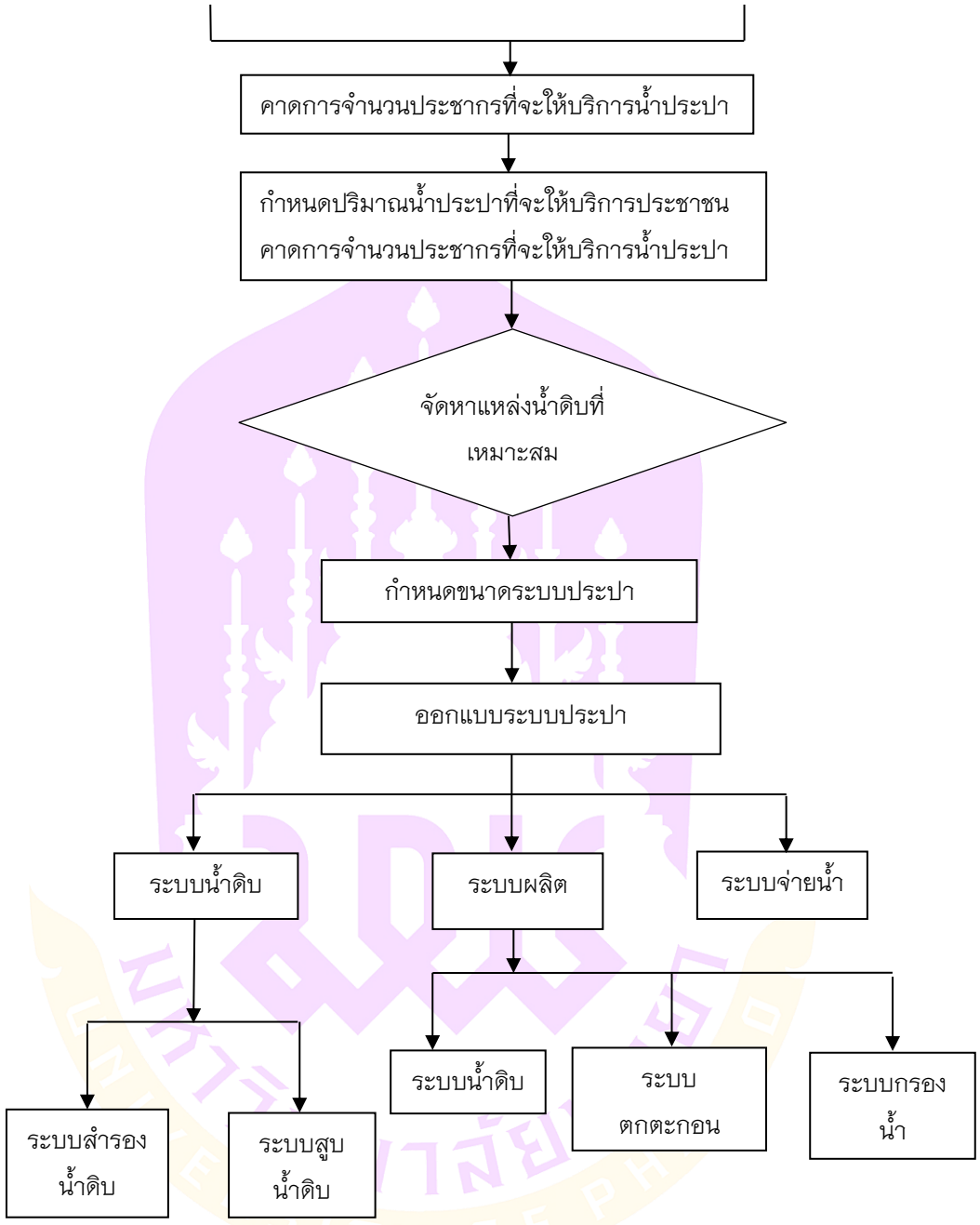
V = ความเร็วโนการไหล (เมตรต่อวินาที)

G = อัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก (เมตรต่อวินาที^{2})

การวางโครงการก่อสร้างระบบประปา

กำหนดพื้นที่ให้บริการ

กำหนดปีเป้าหมายของโครงการ



ภาพ 4 แสดงขั้นตอนการวางโครงการก่อสร้างระบบประปา

การออกแบบระบบประปาภูเขา

การออกแบบและคำนวณเป็นพื้นฐานงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมที่ต้องอยู่บนพื้นฐานความถูกต้องตาม หลักวิชาการเป็นสำคัญ สำหรับงานระบบประปาชุมชน ประกอบด้วย 1. แหล่งน้ำดิบ 2. ระบบรับน้ำดิบ (Intake system) 3. ระบบชนส่งน้ำดิบ 4.ระบบผลิตน้ำประปา และ 5. ระบบ

จ่ายน้ำประปา ดังนั้นในงาน ระบบวิศวกรรมประปา จะมีการออกแบบและคำนวณด้านต่าง ๆ ในหัวข้อต่อไปนี้

การวิเคราะห์ประเมินความต้องการใช้น้ำเพื่อกำหนดขนาดระบบประปา (จรรยา ไตรรัตน์ ผู้อำนวยการส่วนเทคโนโลยีและมาตรฐาน) การประเมินข้อมูลด้านความต้องการใช้น้ำเพื่อนำมาวิเคราะห์และกำหนดขนาดระบบประปา ตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดปีเป้าหมายของโครงการ โครงการก่อสร้างระบบประปาโดยทั่วไป จะกำหนดระยะเวลาโครงการไว้ประมาณ 10–20 ปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น การคาดการปริมาณการใช้น้ำของประชากรในอนาคต ความพอเพียงของแหล่งน้ำดิบ งบประมาณสำหรับโครงการ และความเหมาะสมในด้านเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น

2. การกำหนดพื้นที่ให้บริการน้ำประปา (Service Area) พื้นที่ให้มีการน้ำประปาคือพื้นที่ที่จะต้องวางท่อจ่ายน้ำประปาไปบริการให้แก่ผู้ใช้น้ำ พิจารณาจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น การขยายตัวของชุมชน สภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของชุมชน ความ เหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์และทางเทคนิค เป็นต้น

3 การคาดการจำนวนประชากรที่จะให้บริการน้ำประปา (Population Forecast) จำนวนประชากรที่จะให้บริการน้ำประปา คือจำนวนประชากรที่อาศัยอยู่พื้นที่ให้บริการ การคาดการจำนวนประชากร อาศัยข้อมูลทางสถิติของจำนวนประชากรในอดีตและปัจจุบัน แผนการ ขยายตัวของชุมชน เศรษฐกิจ อุตสาหกรรมและอื่น ๆ การคาดการต้องพิจารณาไปจนถึงปีเป้าหมายของ โครงการ

4 ปริมาณน้ำประปาที่จะให้บริการประชาชน (Water Demand) ปริมาณน้ำประปาที่จะให้บริการประชาชน จะต้องไม่น้อยกว่าปริมาณความต้องการ น้ำประปาของประชาชนในปีเป้าหมายของโครงการ โดยพิจารณาดังนี้

4.1. ความต้องการน้ำเฉลี่ย (Average Daily Demand) กำหนดให้เท่ากับ 50–250 ลิตร/คน/วัน ซึ่งขึ้นอยู่กับผลการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้น้ำประปา ในกรณีที่มีประปาเดิม หรือวิเคราะห์จาก ระบบประปาในพื้นที่อื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน ปริมาณความต้องการน้ำเฉลี่ยจะใช้เป็นเกณฑ์ในการ ตรวจสอบความพอเพียงของแหล่งน้ำดิบ

4.2. ความต้องการน้ำในวันใช้น้ำสูงสุด (Maximum Daily Demand) กำหนดให้เท่ากับ 1.2–1.5 เท่าของความต้องการน้ำเฉลี่ย ค่านี้จะใช้เป็นเกณฑ์ในการออกแบบระบบน้ำดิบ และระบบผลิตน้ำประปา

4.3. ความต้องการน้ำในชั่วโมงใช้น้ำสูงสุด (Maximum Hourly Demand) กำหนดให้เท่ากับ 1.5–2.0 เท่าของความต้องการน้ำในวันใช้น้ำสูงสุด ค่านี้จะใช้เป็นเกณฑ์ในการออกแบบ

ระบบจ่ายน้ำประปา จะต้องสำรวจจำนวนหลังคาเรือนของชุมชน และจำนวนสมาชิกในชุมชนที่ต้องการใช้น้ำประปาจากระบบประปาที่จะก่อสร้างว่ามีจำนวนเท่าไร เพื่อใช้ในการคัดเลือกแหล่งน้ำดิบและขนาดของระบบประปาให้เหมาะสมกับความต้องการใช้น้ำ และลงทุนก่อสร้างระบบประปาในราคาที่เหมาะสม

เกณฑ์การออกแบบ

จำนวนประชากร

1. ใช้อัตราการเพิ่มของประชากร 1–2% ต่อปี
2. จำนวนประชากรเฉลี่ยในแต่ละครัวเรือน 4–6 คนต่อครัวเรือน
3. อายุโครงการ 10 ปี

ความต้องการใช้น้ำเฉลี่ย (Ave.day)

ใช้สำหรับออกแบบเครื่องสูบน้ำดี

ใช้สำหรับออกแบบขนาดท่อจ่ายน้ำ

ความต้องการใช้น้ำของประชากรเฉลี่ย 50 ลิตรต่อคนต่อวัน

ปริมาณน้ำสูญเสีย	=	25 % ของความต้องใช้น้ำของประชากรเฉลี่ย
ความต้องการใช้น้ำเฉลี่ย (Ave.day)	=	ความต้องการใช้น้ำของประชากรเฉลี่ย + ปริมาณน้ำสูญเสีย
ความต้องการใช้น้ำในวันใช้น้ำสูงสุด (Max.day)	=	กำลังผลิตของระบบประปา 1.5 x ความต้องการใช้น้ำเฉลี่ย
จำนวนชั่วโมงการทำงานของระบบประปาชนบท	=	14 ชั่วโมง
ความต้องการใช้น้ำในชั่วโมงการใช้น้ำเฉลี่ย	=	2 – 3 เท่าของความต้องการใช้น้ำ (Ave.day)

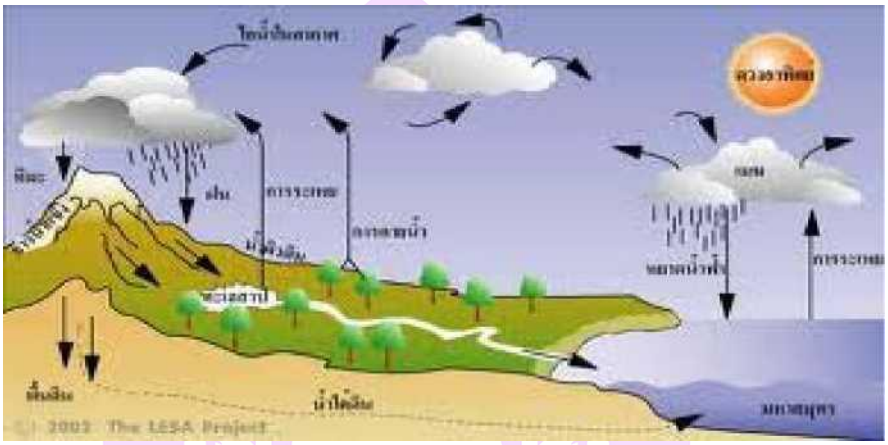
งานการคัดเลือกแหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปา

สิ่งที่เป็นหัวใจสำคัญที่สุดก่อนที่จะทำการออกแบบ นั่นคือจะต้องตรวจสอบให้แน่ชัดและมั่นใจว่า แหล่งน้ำดิบที่เลือกสำหรับผลิตน้ำประปามีศักยภาพที่ดีเพียงพอ ปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการคัดเลือกแหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปาจะต้องพิจารณาใน 2 ประเด็นสำคัญ คือ

1. ปริมาณน้ำต้องเพียงพอที่จะใช้ได้ ทั้งในปัจจุบันและในอนาคตประเภทแหล่งน้ำดิบ

อาจเป็นเป็นบึง แม่น้ำ หรือ สำคลอง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ หรือน้ำใต้ดิน

2. คุณภาพน้ำดิบที่จะใช้ในการผลิตน้ำประปาต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต้องไม่มีสารพิษเจือปน และ จะต้องไม่เกินตามมาตรฐานชององค์การอนามัยโลกได้กำหนดมาตรฐานน้ำดิบที่เหมาะสมที่ใช้ในการผลิตน้ำประปา



ภาพ 5 แสดงปัจจัยการคัดเลือกแหล่งน้ำดิบมาผลิตน้ำประปา

พื้นฐานในการเลือกแหล่งน้ำจะขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การเลือกแหล่งน้ำที่มีคุณภาพที่ดีและหลีกเลี่ยงแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนของมลพิษ
2. ดูอัตราการเปลี่ยนแปลงชองอัตราไหลชองแหล่งน้ำ
3. มีปัจจัยผลกระทบจากน้ำท่วม (การลอยตัวของพื้นน้ำ) น้อยที่สุด
4. พื้นที่สามารถเข้าถึงได้สะดวก เพื่อง่ายแก่การดูแลรักษา
5. พื้นที่มีขนาดที่กว้างขวางพอที่จะให้พาหนะเดินทางเข้าไปได้
6. สามารถรองรับการขยายตัวชองโครงการได้
7. ทำการตรวจเช็คคุณภาพชองแหล่งน้ำเป็นระยะ ๆ
8. มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำน้อยที่สุด
9. สภาวะแวดล้อมที่ทำการก่อสร้างมีผลกระทบน้อยที่สุด

สิ่งที่ควรคำนึงถึงเมื่อสูบน้ำมาใช้ผลิตน้ำประปาได้แก่ ระดับน้ำสูงสุดและต่ำสุดของแหล่งน้ำดิบ ระดับน้ำตามปกติ อัตราการไหล ความเร็วของการไหล

ประเภทของแหล่งน้ำดิบ

1. แหล่งน้ำผิวดิน น้ำผิวดินเป็นแหล่งน้ำที่มีประโยชน์สำหรับประเทศไทยมากที่สุด ในที่นี้เป็นแหล่งน้ำจืดเท่านั้น โดยมีความหมายว่าเป็นส่วนของน้ำฝนที่ตกลงสู่พื้นดินแล้วไหลลงที่ต่ำตามลำธาร คลอง แม่น้ำ อ่างเก็บน้ำ และ ยังรวมถึงน้ำที่ไหลล้นออกจากใต้ดินเข้ามาสมทบ

ด้วย ปริมาณน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน ที่เกิดขึ้นในพื้นที่บริเวณนั้นหรือในบริเวณที่มีระดับสูงกว่าปริมาณน้ำที่ใช้ได้ของแหล่งน้ำที่เป็นแม่น้ำลำคลอง

การดูว่าปริมาณน้ำที่มีอยู่ในแม่น้ำลำคลองในขณะสูบน้ำนั้นมีปริมาณพอเพียงต่อการสูบหรือไม่นั้นต้อง ทราบอัตราการไหล (Discharge) ของน้ำในแม่น้ำลำคลองในขณะนั้นโดยที่อัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำลำคลองจะต้องมากกว่าหรืออย่างน้อยเท่ากับอัตราการสูบน้ำถึงจะทำการสูบได้ตามความต้องการการที่จะทราบ ได้ว่าน้ำในแม่น้ำลำคลองมีอัตราการไหลเท่าใดนั้นต้องอาศัยข้อมูลการตรวจวัดน้ำหรือใช้ข้อมูลความสัมพันธ์ ระหว่างระดับน้ำในแม่น้ำลำคลองกับอัตราการไหลของแม่น้ำ ณ บริเวณโรงสูบน้ำที่เรียกว่ากราฟระดับ–ปริมาณน้ำ (Rating Curve) กล่าวคือ เมื่อรู้ระดับน้ำในแม่น้ำในขณะใด ๆ ก็น่าไปอ่านค่าอัตราการไหลจากกราฟนี้ได้เลย อย่างไรก็ตามอาจต้องอาศัยข้อมูลอัตราการไหลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่ดูแลแม่น้ำลำคลองสายนั้น ๆ เป็นผู้ตรวจวัดไว้ เช่น จากกรมชลประทานกรมทรัพยากรน้ำ เป็นต้น

น้ำผิวดินโดยทั่วไปจะขาดคุณภาพที่ดีไม่สามารถนำมาดื่มได้อย่างปลอดภัยโดยปราศจากการปรับปรุงคุณภาพ ทั้งนี้ เนื่องจากการไหลของน้ำบนผิวดินมารวมกันได้เกิดการชะล้างพัดพาเอาสิ่งต่าง ๆ ปะปนมารวมกัน ทำให้มีคุณภาพที่ไม่ดี เช่น มีความขุ่น กลิ่น สี สารพิษและเชื้อโรคต่าง ๆ เป็นต้น โดยเฉพาะ น้ำผิวดินที่ไหลผ่านย่านชุมชนหรือย่านอุตสาหกรรม ถ้าน้ำผิวดินมีพวกสารเคมีต่าง ๆ เช่น เกลือคลอไรด์ สารโลหะหนัก จะทำให้ยากในการบำบัดส่วนพวกตะกอนหรือจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำผิวดินก็ต้องบำบัดอย่างถูกวิธี เพื่อทำเป็นน้ำประปา

2. แหล่งน้ำใต้ดิน สำหรับแหล่งน้ำใต้ดินที่จะนำเข้ามาผลิตเป็นน้ำประปานั้นจะต้องทำการตรวจวัดคุณภาพของน้ำก่อน สำหรับการออกแบบระบบประปาโดยใช้แหล่งน้ำใต้ดินนั้นต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ดังนี้

2.1 ระดับของแหล่งน้ำใต้ดิน

2.2 ปริมาณของแหล่งน้ำในฤดูแห้งแล้ง

2.3 ปริมาณการซึมผ่านของน้ำ

2.4 อุณหภูมิและคุณภาพของแหล่งน้ำ

2.5 ลักษณะการซึมผ่านของของเสียมายังแหล่งน้ำ

หลังจากการประเมินเลือกพื้นที่ในการติดตั้งระบบเรียบร้อยแล้ว สำหรับการออกแบบนั้นต้องคำนึงถึงค่าปัจจัยความปลอดภัยของระบบด้วย ซึ่งจะเป็นค่าที่คำนวณใช้ คือ 60 ถึง 70 เปอร์เซ็นต์

การคำนวณปริมาณน้ำดิบที่ต้องการสำหรับออกแบบระบบประปา

การคำนวณปริมาณน้ำดิบที่ต้องการสำหรับผลิตน้ำประปาของเมืองหรือชุมชน มีประเด็นข้อมูลที่ต้องพิจารณา ดังนี้

1. อัตราการใช้น้ำส่วนบุคคลของประชากร

2. จำนวนประชากรที่รับบริการน้ำประปา ภายในชั่วอายุการใช้งานของระบบประปา จำนวนประชากรที่ต้องการใช้น้ำประปาในเขตชุมชน ประกอบด้วยประชากรตามทะเบียนราษฎร ประชากรแฝง ประชากรจร นักท่องเที่ยว เป็นต้น รวมทั้งการคาดการณ์ประชากรในอนาคต ที่เหมาะสมกับเมือง / ชุมชนตลอดอายุการใช้งานระบบประปา เช่น ภายใน 20 ปี หรือ 30 ปี เป็นต้น

3. ขอบเขตของประเภทของพื้นที่รับบริการประปา

ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้น้ำประปา

การใช้น้ำประปาของชุมชนต่าง ๆ จะมีค่าไม่เหมือนกัน แม้จะอยู่ในบริเวณพื้นที่เดียวกันแต่มีความแตกต่างกันในลักษณะการใช้ชีวิตประจำวันที่บ้าน โดยอาจพิจารณาถึงระดับรายได้ของประชากรหรือปัจจัยอื่น ๆ อีกต่อไปนี้จะอธิบายถึงปัจจัยที่มีผลต่อการใช้น้ำประปาทั่วไป

1. สภาพอากาศการใช้น้ำในฤดูหนาว ฤดูฝน และฤดูร้อน จะมีความแตกต่างกันพอสมควร ในฤดูหนาวการใช้น้ำในการอาบจะน้อยลงบ้าง แต่ยังคงต้องการน้ำในการรดต้นไม้ที่บ้าน ส่วนในฤดูฝนอาจต้องการน้ำในการรดต้นไม้น้อยลง และในฤดูร้อนจะมีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด เพราะต้องใช้ในการรดน้ำต้นไม้ และ ต้องการใช้น้ำในการล้างหน้า อาบน้ำ มากด้วย

2. สภาพฐานะของประชาชนการใช้น้ำประปาของครอบครัวที่มีฐานะยากจน จะมีการใช้น้ำประปาน้อยกว่าครอบครัวที่มีฐานะปานกลางถึงร่ำรวยตามลำดับ

3. ความดันของน้ำในท่อประปา ความดันของน้ำในท่อประปาจะมีความสำคัญมากปัจจัยหนึ่ง เพราะถ้ามีความดันสูงจะมีปริมาณน้ำออกมาจากก๊อกมากกว่าความดันต่ำ ๆ

4. ราคาของน้ำประปานั้น มีราคาน้ำประปาสูงจะทำให้ปริมาณการใช้น้ำลดลง รวมถึงมีการพยายามตรวจสอบหาจุดรั่วไหลภายในบ้าน

5. ประเภทของชุมชนนั้น เป็นชุมชนที่มีร้านค้าธุรกิจเกี่ยวกับร้านอาหาร โรงงานเล็ก ๆ จะมีการใช้น้ำมาก เมื่อเปรียบเทียบกับบ้านเรือนทั่วไป ยิ่งอยู่ในเขตอุตสาหกรรมยิ่งใช้น้ำมากขึ้น อีกทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับประเภทของอุตสาหกรรมด้วย

6. คุณภาพน้ำประปา ถ้าน้ำประปามีคุณภาพดี ปราศจากกลิ่นและความขุ่น จะทำให้อัตราการใช้ น้ำประปามากกว่าน้ำที่มีคุณภาพต่ำ ๆ

7. การสูญเสียน้ำในท่อประปา ในระบบจ่ายน้ำจะมีการรั่วไหลของน้ำ ทำให้สูญเสียน้ำในส่วนนี้ด้วย

การประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์

การประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์ มีความแตกต่างจากการประเมินทางด้านการเงิน โดยโครงการของภาคเอกชนจะให้ความสำคัญกับการประเมินทางด้านการเงิน ในขณะที่โครงการของรัฐให้ความสนใจกับการประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากเป้าหมายในการดำเนินกิจกรรมหรือโครงการของภาคเอกชน คือเพื่อแสวงหากำไร ภาคเอกชนจึงสนใจว่าโครงการนั้นจะต้องเสียเงินลงทุนไปเท่าไร ได้รายรับจากโครงการนั้นเท่าไรและได้กำไรมากน้อยเพียงใด เอกชนจึงประเมินโครงการภายใต้ฐานของบัญชี จุดยืนของการทำบัญชีจะอยู่ที่เอกชนนั้น ๆ แต่จุดยืนของการประเมินโครงการทางด้านเศรษฐศาสตร์จะอยู่ที่สังคม เพราะโครงการของภาครัฐไม่ได้มีเป้าหมายในการแสวงหากำไรที่เป็นตัวเงิน และมีโครงการของรัฐเป็นจำนวนมากที่ไม่มีการขายผลผลิต เพื่อนำเงินกลับเข้าโครงการ หรือบางโครงการอาจมีผลผลิตที่สามารถซื้อขายได้แต่รัฐบาลมักจะให้บริการฟรีหรือเก็บเงินเพียงเล็กน้อย หรือผลผลิตของบางโครงการไม่สามารถซื้อขายได้ ซึ่งมองทางด้านเอกชนแล้ว ย่อมจะไม่ทำโครงการดังกล่าวเนื่องจากอาจต้องประสบกับการขาดทุน ดังนั้น ถ้ารัฐสนใจเฉพาะตัวเงินเหมือนเอกชนแล้ว รัฐก็ย่อมไม่ทำโครงการเช่นกัน แต่ถ้าพิจารณาทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยมองว่าหากการใช้ทรัพยากรในโครงการหนึ่ง ๆ นั้นก่อให้เกิดผลประโยชน์แก่สังคม และคุ้มค่ากับทรัพยากรที่ใช้ไป รัฐก็ควรจะทำโครงการนั้น ๆ

ดังนั้น ในการประเมินโครงการตามแนวทางเศรษฐศาสตร์ ผู้ประเมินจะต้องรวบรวมว่าสังคมจะต้องสูญเสียทรัพยากรในการผลิตหรือต้นทุนของโครงการนั้น ๆ มากน้อยเพียงใด และผลผลิตของโครงการนั้น ๆ ให้ผลตอบแทนหรือผลประโยชน์แก่สังคมอย่างไร สิ่งที่สูญเสียที่นักเศรษฐศาสตร์สนใจ ได้แก่ ทรัพยากรของประเทศไม่ว่าจะเป็นที่ดิน แรงงาน ปัจจัยทุน ตลอดจนปัจจัยการผลิตอื่น ๆ ส่วนผลตอบแทนหรือผลประโยชน์ก็คือความพอใจที่ได้รับจากผลผลิตของโครงการ ความอยู่ดีกินดีของประชาชนซึ่งไม่ใช่ตัวเงิน ดังนั้นเป้าหมายของการประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์ก็เพื่อประเมินผลประโยชน์สุทธิที่ได้จากโครงการหรือกำไรของสังคม ซึ่งกำไรในที่นี้ไม่ใช่กำไรในรูปของเงิน อีกทั้งต้นทุนหรือผลประโยชน์ของโครงการบางรายการ อยู่ในการประเมินทางด้านการเงิน แต่ไม่อยู่ในการประเมินทางด้านเศรษฐ์ศาสตร์ อย่างไรก็ตามการประเมินประโยชน์ตามแนวทางของเศรษฐศาสตร์ ก็จะต้องประเมินต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการออกมาในหน่วยของนับเงินเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบทรัพยากรที่สูญเสียไปกับความพอใจทีสังคมได้รับจากโครงการนั้น การวัดต้นทุนและผลประโยชน์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

ต้นทุนหรือทรัพยากรที่ใช้ไปเพื่อการผลิตสินค้าหรือบริการที่เป็นเป้าหมายของโครงการนั้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ต้นทุนทางตรง (Direct Cost) และต้นทุนทางอ้อม (Indirect cost) โดยต้นทุนทางตรงหมายถึงต้นทุนที่เกิดขึ้นโดยตรงเพื่อให้เกิดโครงการนั้น ๆ ส่วนต้นทุนทางอ้อม คือค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนที่เกิดขึ้นภายนอกโครงการ และมักจะเป็นต้นทุนที่มิได้ตั้งใจให้เกิดขึ้น โดยต้นทุนที่ใช้ในการวิเคราะห์จะรวมเฉพาะต้นทุนทางตรงที่เกิดขึ้นจากโครงการนั้น รายจ่ายอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นในอดีตหรือที่เรียกว่า “ต้นทุนจม” จะไม่นำมารวมไว้ในการวิเคราะห์ ซึ่งต้นทุนจม (Sunk cost) หมายถึงทรัพยากรที่ใช้ไปแล้วในการทากิจกรรมหรือโครงการใด ๆ ในอดีต(ก่อนมีการประเมิน) ซึ่งทรัพยากรเหล่านี้ไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก จึงไม่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจในปัจจุบัน โดยในการแจกแจงต้นทุนของโครงการจะต้องพึงระวังค่าใช้จ่ายที่ มิใช่ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่ก่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรใด ๆ ของสังคม ซึ่งในการวิเคราะห์จะต้องตัดค่าใช้จ่ายดังกล่าวออกไป อันได้แก่ ค่าใช้จ่ายประเภทภาษี ค่าดอกเบี้ยเงินกู้ และค่าเสื่อม เนื่องจากภาษีและการจ่ายดอกเบี้ยเป็นเพียงการโอนเงินจากโครงการไปสู่รัฐบาล หรือเจ้าหนี้เงินกู้ตามลำดับ และค่าเสื่อมราคาก็เป็นเพียงวิธีการทางบัญชีเท่านั้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าทั้งสามรายการ ไม่ได้ก่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรของสังคมตามจำนวนนั้นเลย อีกทั้งหากเรารวมค่าเสื่อมของเครื่องมือเครื่องจักรเข้าไว้ในต้นทุนของโครงการก่อให้เกิดการนับซ้า เพราะต้นทุนของเครื่องจักรได้นับเป็นต้นทุนของโครงการแล้วตั้งแต่ซื้อเครื่องจักรมา

ทางในด้านผลประโยชน์ของโครงการก็เช่นกัน สามารถจำแนกได้เป็นผลประโยชน์ทางตรง (Direct Benefit) และผลประโยชน์ทางอ้อม (Indirect Benefit) ซึ่งผลประโยชน์ทางตรงหมายถึงผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการนั้น ๆ เช่น การก่อสร้างรถไฟฟ้ามีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาในการเดินทาง ในขณะที่ผลประโยชน์ทางอ้อมคือลดมลพิษจากการเดินทาง ซึ่งอาจมิใช่เป้าหมายในการสร้างรถไฟฟ้า ซึ่งในการวิเคราะห์ผลประโยชน์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ จะวิเคราะห์จากผลประโยชน์ที่แท้จริงที่สังคมหรือประเทศได้รับ ไม่ใช่ผลประโยชน์ทางการเงิน ผลประโยชน์ทางด้านเศรษฐศาสตร์กับทางด้านการเงิน มีความแตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น ในการก่อสร้างทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองกรุงเทพฯ–ชลบุรี เมื่อมองในด้านผลประโยชน์ทางการเงิน ผู้ประเมินก็จะมองว่าผลประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการนี้คืออัตราค่าผ่านทางคูณด้วยปริมาณการจราจรที่ใช้เส้นทางนี้ แต่ทางด้านเศรษฐศาสตร์ผลประโยชน์ของโครงการนี้คือ ประชาชนได้รับความสะดวกจากการเดินทาง ซึ่งไม่ใช่รายรับของโครงการแต่อย่างใด และในการวัดปริมาณของการใช้ทรัพยากรหรือต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการจะต้องวัดออกมาให้ได้ใกล้เคียงมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งในการวัดต้นทุนและผลประโยชน์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากโครงการนั้น จะต้องยึดหลักการเปรียบเทียบระหว่างกรณีมีโครงการ กับกรณีไม่มีโครงการ

(With–Without Criterion) ไม่ใช่วัดกรณีก่อนมีโครงการและหลังมีโครงการ (Before–After Criterion) เพราะจะทำให้ได้ขนาดของต้นทุนหรือผลประโยชน์ในแต่ละปีผิดไปจากที่ควรจะเป็น

หลักการระยะคืนทุน

ระยะคืนทุน (Payback Period) คือเวลาที่ผลตอบแทนสุทธิ จากการดำเนินโครงการ (Ner Cash Inflow) มีค่าเท่ากับค่าใช้จ่ายในการลงทุนของโครงการ (Investment Costs) พอดี วิธีการนี้พิจารณาถึงจำนวนปีที่จะได้รับผลตอบแทนคุ้มกับเงินลงทุน

ถ้าโครงการมีระยะเวลาคืนทุนเร็ว ถือว่าเป็นโครงการที่ดี เพราะมีความปลอดภัยจากความไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้น

ระยะเวลาคืนทุน = ค่าใช้จ่ายในการลงทุน / ผลตอบแทนเฉลี่ยสุทธิต่อปี

1. อัตราคิดลดของสังคม การประเมินมูลค่าของต้นทุนและผลประโยชน์อันเกิดจากโครงการมีช่วงเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง เพราะการได้มาซึ่งต้นทุนและผลประโยชน์มักจะเกิดขึ้นในเวลาที่ต่างกัน มูลค่าของต้นทุนและผลประโยชน์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในแต่ละปีในอนาคตตลอดอายุของโครงการ จะต้องถูกคิดลดให้เป็นมูลค่าในปัจจุบันก่อนที่จะนามารวมหรือหักลบกัน ในกรณีที่เลือกใช้เกณฑ์อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal rate of return) เพื่อตัดสินใจว่าโครงการเป็นที่ยอมรับได้หรือไม่ทางเศรษฐกิจ อัตราคิดลดของสังคมจะเป็นตัวเปรียบเทียบและมีความสำคัญต่อการตัดสินใจดาเนินโครงการ การกำหนดอัตราคิดลดมี 2 แนวทาง

แนวทางที่ 1 Social rate of time preference: SRTP แนวทางนี้กำหนดให้อัตราคิดลดของสังคมแสดงถึง อัตราที่สังคมให้ความพอใจในการบริโภคในอนาคตเปรียบเทียบกับการบริโภคในปัจจุบัน การลงทุนคือการเลื่อนการบริโภคในปัจจุบันออกไปเพื่อบริโภคในอนาคต ดังนั้น ต้นทุนหรือผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นในอนาคตจากการลงทุนจึงควรคิดลดด้วยอัตราที่สังคมกำหนดขึ้นจากการเปรียบเทียบความพอใจในการบริโภคต่างเวลา ตัวอย่างเช่น สังคมหนึ่งมีความพอใจระดับหนึ่งจากการบริโภคสินค้าและบริการต่าง ๆ มูลค่า 100 บาทในวันนี้ แต่ถ้าจะให้สังคมนี้เลื่อนการบริโภคออกไปอีก 1 ปี ปริมาณสินค้าและบริการที่จะทำให้สังคมนี้ได้รับความพอใจในระดับเดิมจะต้องมีมูลค่าสูงกว่า 100 บาท อาจจะเป็น 110 บาท ส่วนที่เพิ่มขึ้นนี้เป็นการชดเชยความพอใจที่เสียไปเนื่องจากต้องรอคอยไปอีกถึง 1 ปีกว่าจะได้บริโภค ส่วนที่เพิ่มขึ้น 10 บาทจึงเป็นส่วนหนึ่งที่ชดเชยความพอใจของสังคมให้คงอยู่ในระดับเดิม นั่นคือ สินค้าและบริการมูลค่า 110 บาทที่สังคมจะได้บริโภคในอีก 1 ปีข้างหน้า ให้ความพอใจเท่ากับสินค้าและบริการมูลค่า 100 บาทที่สังคมสามารถบริโภคได้ทันทีในปัจจุบัน มูลค่าดังกล่าวต่างกันอยู่ร้อยละ 10 อัตราคิดลดของสังคมจึงเท่ากับร้อยละ 10 หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า ความพอใจในการบริโภคสินค้าและบริการ

จำนวนหนึ่งของสังคมในอนาคต 1 ปีข้างหน้า มีค่าต่ำกว่าความพอใจในการบริโภคสินค้าจำนวนเดียวกันในปัจจุบันอยู่ร้อยละ 10

ดังนั้น อัตราคิดลดเท่ากับร้อยละ 10 จึงหมายความว่า ความพอใจในการบริโภคสินค้าและบริการจำนวนหนึ่งของสังคมในอนาคต (ในที่นี้เท่ากับ 1 ปี) มีค่าต่ำกว่าความพอใจในการบริโภคสินค้าจำนวนเดียวกันในปัจจุบันอยู่ ร้อยละ 10 หากจะให้เลื่อนการบริโภคไปในอนาคตจะต้องชดเชยด้วยการให้มูลค่าในอนาคตเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 คือ ให้ 110 บาทในอนาคตจึงจะพอใจเท่ากับ 100 บาทในปัจจุบัน

การลงทุนในโครงการของรัฐบาลคือการเลื่อนการบริโภคสินค้าและบริการต่าง ๆ ที่สังคมควรจะได้บริโภคในปัจจุบันไปบริโภคในอนาคต ดังนั้น ต้นทุนหรือผลประโยชน์จากโครงการของรัฐซึ่งจะมีผลให้เกิดการลดหรือเพิ่มการบริโภคในอนาคต เมื่อจะคิดเทียบให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน จึงควรคิดลดด้วยอัตราที่สังคมกำหนดขึ้นจากการเปรียบเทียบความพอใจของสังคมต่อการบริโภคในปัจจุบันเทียบกับความพอใจต่อการบริโภคอนาคต

ในทางปฏิบัติอัตราที่ผู้วิเคราะห์โครงการนิยมใช้แทน SRTP คืออัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาล ซึ่งโดยทั่วไปมักเป็นอัตราดอกเบี้ยต่ำสุดสำหรับพันธบัตรระยะยาว การที่บุคคลกลุ่มหนึ่งยังคงถือพันธบัตรรัฐบาลอยู่ทั้ง ๆ ที่ให้ผลตอบแทนต่ำแสดงว่าอัตราชดเชยการบริโภคต่างเวลาของคนกลุ่มนี้ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของสังคมอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่สูงไปกว่าอัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาล ส่วนคนกลุ่มอื่นๆ ที่ไม่ถือพันธบัตรรัฐบาลก็อาจจะมีอัตราชดเชยการบริโภคต่างเวลาไม่ต่างไปจากคนกลุ่มที่ถือพันธบัตรรัฐบาลมากนัก

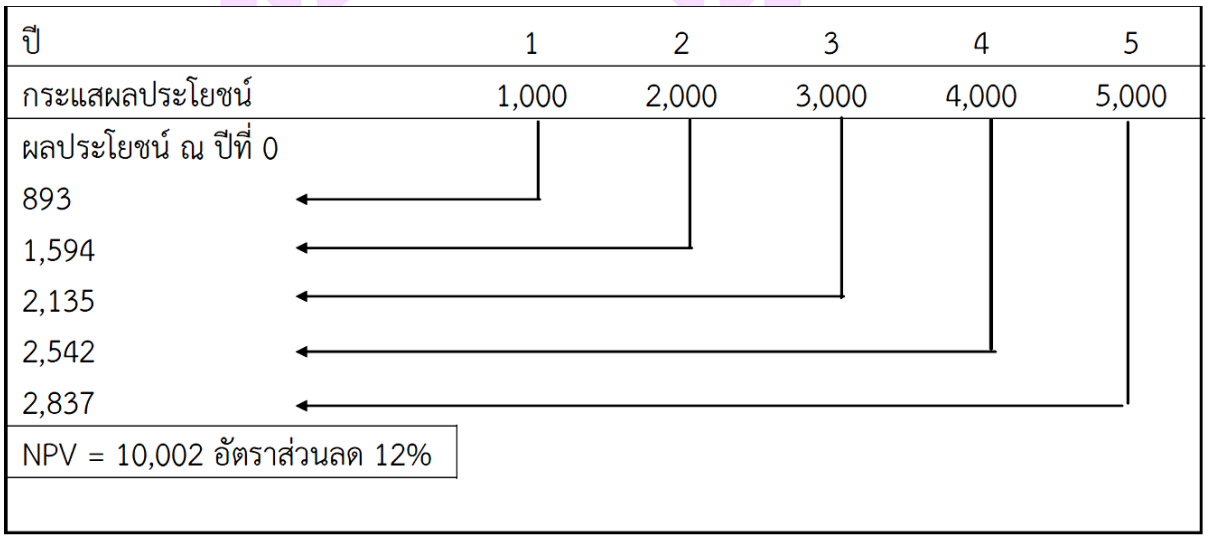
แนวทางที่ 2 Social opportunity cost rate: SOCR แนวทางนี้แสดงถึงอัตราค่าเสียโอกาสของสังคม เนื่องจากสังคมไม่สามารถนำทรัพยากรที่ลงทุนในโครงการนั้นไปใช้ในกิจกรรมอื่น ๆ ได้ โดยมีแนวคิดที่ว่าอัตราส่วนลดของสังคมควรเป็นอัตราที่สะท้อนต้นทุนค่าเสียโอกาสของสังคม เพราะสังคมหรือประเทศหนึ่ง ๆ มีทรัพยากรอยู่จำกัด ไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ของคนในสังคมทั้งภาครัฐบาลและภาคเอกชน ดังนั้น การที่รัฐจะนำทรัพยากรส่วนหนึ่งของสังคมมาใช้ในโครงการของรัฐย่อมเกิดต้นทุนค่าเสียโอกาสขึ้นกับสังคม นั่นคือ ภาคเอกชนไม่สามารถนำทรัพยากรจำนวนดังกล่าวไปใช้ในโครงการลงทุนของภาคเอกชน ถ้ารัฐบาลไม่นำทรัพยากรนั้นไปใช้ เอกชนย่อมจะนำทรัพยากรนั้นไปลงทุนในโครงการใหม่ ๆ เพิ่มเติมไปจากโครงการที่มีอยู่เดิม โครงการใหม่หรือการลงทุนเพิ่มนี้ ย่อมจะเป็นโครงการที่ให้อัตราผลตอบแทนที่ดีที่สุดในขณะนั้น แต่อาจจะให้ผลตอบแทนต่ำกว่าโครงการที่มีอยู่เดิม ทั้งนี้เพราะผู้ประกอบการย่อมจะเลือกลงทุนในโครงการที่ให้ผลตอบแทนสูงที่สุดเสียก่อน แล้วจึงลงทุนในกิจการที่ให้ผลตอบแทนรอง ๆ ลงมาถ้ามีทุนมากพอ โดยสรุปแล้ว อัตราค่าเสียโอกาสของสังคมจึงควรเท่ากับอัตราผลตอบแทนจากการ

ลงทุนในส่วนที่จะเพิ่มขึ้นในภาคเอกชน ถ้ารัฐไม่แย่งทรัพยากรจานวนหนึ่งไปใช้ในโครงการของรัฐ

ในทางปฏิบัติมักนิยมใช้อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ต่ำสุด (ที่ทางสถาบันการเงินคิดกับลูกค้าชั้นดี มีความเสี่ยงต่ำ เป็นค่าประมาณของอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนที่มีความเสี่ยงต่ำ หลังหักภาษีแล้ว แต่รวมเอาอัตราเงินเฟ้อเข้าไว้ด้วย) อัตราผลตอบแทนการลงทุนก่อนหักภาษีจึงสามารถหาได้ โดยปรับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ต่ำสุดนั้นด้วยอัตราภาษีรายได้ธุรกิจ ผลที่ได้จะเป็นอัตราค่าเสียโอกาสที่ ยังไม่ได้ขจัดอัตราเงินเฟ้อ ถ้าต้องการใช้อัตราคิดลดของสังคมที่เป็นอัตราที่แท้จริง (real rate) ต้องหักอัตราข้างต้นออกด้วยอัตราเงินเฟ้ออีกทีหนึ่ง

1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value) คือ มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดจ่ายหักจากกระแสเงินสดรับ หรือ ผลตอบแทนสุทธิ มูลค่าปัจจุบันสุทธิอาจหาได้ด้วยการหาผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสผลตอบแทน กับมูลค่าปัจจุบันของรายจ่าย ซึ่งอาจแสดงด้วยสูตรได้ดังนี้



ภาพ 6 แสดงมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของโครงการตัวอย่าง

ภาพ 6 แสดงให้เห็นถึงมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการตัวอย่างโครงการหนึ่งที่มีการคิดกระแสเงินสดในอนาคต (ปีที่ 1 ถึงปีที่ 5) ย้อนกลับมาเป็นมูลค่า ณ เวลาปัจจุบัน (ในที่นี้คือปีที่ 0) อย่างไรก็ตาม ตามตัวอย่างในภาพ 6 เป็นกรณีที่ปีปัจจุบันคือที่ 0 ไม่มีการลงทุนใด ๆ

แต่สาหรับ ในกรณีที่โครงการมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรก (Initial Cost : C0) ในปีที่ 0 จะสามารถคำนวณ มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการได้โดยใช้สูตร ต่อไปนี้

$$NPV = C_0 + \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

โดย C0 = ต้นทุนในปีที่ 0

ถ้า NPV มีค่าติดลบหมายความว่า มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนมีค่าน้อยกว่ามูลค่าปัจจุบัน ของต้นทุนนั่นคือผลตอบแทนน้อยเกินไปไม่คุ้มกับต้นทุน ก็ควรจะนำเงินไปฝากธนาคารถ้าได้ ดอกเบี้ยเท่ากับอัตราส่วนลดหรือไปลงทุนในโครงการอื่นที่ดีกว่า แต่ถ้า NPV เท่ากับศูนย์หรือ มากกว่าศูนย์ก็ถือว่าเป็นโครงการที่ลงทุนได้ ดังนั้นสรุปหลักเกณฑ์การตัดสินใจสำหรับมูลค่าปัจจุบันสุทธิได้ดังนี้

1.1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่ามากกว่าศูนย์

NPV > 0 หมายความว่า คุ้มค่าแก่การลงทุน

1.2. มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าน้อยกว่าศูนย์

NPV < 0 หมายความว่า ไม่สมควรลงทุน

1.3. มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเท่ากับศูนย์

NPV = 0 หมายความว่า เท่าทุน

ปกติ NPV ก็คือมูลค่าปัจจุบันของกระแสผลตอบแทนหรือรายได้ที่เกิดจากการลงทุน ในทางเศรษฐศาสตร์ NPV ก็อาจหมายถึงมูลค่าปัจจุบันของรายได้ประชาชาติที่เกิดจากการลงทุน ก็ได้สำหรับหลักเกณฑ์การตัดสินใจดังที่กล่าวมาก็คือ ควรดำเนินโครงการเมื่อ NPV > 0 แต่ถ้า NPV ของโครงการมีค่าติดลบหรือต่ำกว่าศูนย์ ก็ไม่ควรดำเนินโครงการต่อไป เพราะในกรณีเช่นนี้ รายได้ที่ได้รับจะไม่คุ้มกับการลงทุน ควรนำเงินที่จะลงทุนไปฝากธนาคาร หรือนำเงินไปลงทุนใน โครงการอื่นที่ให้ผลตอบแทนคุ้มกับการลงทุนจะดีกว่า สำหรับโครงการที่ NPV = 0 ก็ขึ้นอยู่กับการ ตัดสินใจของผู้ลงทุนว่าควรหรือไม่ควรดำเนินโครงการ เพราะรายได้ที่จะได้รับกับเงินที่ลงทุนมีค่าเท่ากัน

2. อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน

อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio, BCR) เป็นตัวบ่งชี้ทางเศรษฐกิจและ การเงินตัวหนึ่งที่เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย การที่โครงการหนึ่งเป็นที่ยอมรับว่า

เหมาะสมแก่การลงทุนนั้น มูลค่าของผลประโยชน์ที่ได้หักลดแล้ว ควรจะมากกว่ามูลค่าของค่าใช้จ่ายที่ได้หักลดแล้ว เช่นกัน อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนหาได้จากการนำมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับหารด้วย มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดจ่าย พิจารณาสูตรต่อไปนี้

$$\text{BCR} = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+i)^t}}$$

เมื่อ BCR = อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน

B_t = ผลตอบแทนในปีที่ t

C_t = ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในปีที่ t

T = ปี

N = อายุโครงการ

I = อัตราส่วนลดหรือค่าเสียโอกาสของเงินทุน

ถ้า BCR มีค่าน้อยกว่า 1 หมายความว่า มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนมีค่าน้อยกว่ามูลค่าปัจจุบันของต้นทุนนั่นคือผลตอบแทนน้อยเกินไปไม่คุ้มกับต้นทุน ก็ควรจะนำเงินไปฝากธนาคารถ้าได้ดอกเบี้ยเท่ากับอัตราส่วนลดหรือไปลงทุนในโครงการอื่นที่ดีกว่า แต่ถ้า BCR มากกว่าหนึ่งก็ถือว่าเป็นโครงการที่ลงทุนได้ ดังนั้นสรุปหลักเกณฑ์การตัดสินใจสาหรับอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนได้ ดังนี้

2.1. อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนมีค่ามากกว่าหนึ่ง

BCR > 1 หมายความว่า ยอมรับข้อเสนอโครงการ

2.2 อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนมีค่าน้อยกว่าศูนย์

BCR < 1 หมายความว่า ปฏิเสธข้อเสนอโครงการ

2.3 อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนมีค่าเท่ากับศูนย์

BCR = 1 หมายความว่า ไม่มีผลกระทบใด ๆ ไม่ว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธข้อเสนอโครงการ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ระวาง ที่แสดงพื้นที่เป้าหมาย
2. เครื่องตรวจสอบพิกัด (G.P.S)
3. เครื่องวัดระยะทาง
4. กล้องถ่ายรูป

ข้อมูลที่ต้องใช้ในการศึกษา

ตรวจสอบสภาพปัญหา สภาพพื้นที่ ตรวจสอบ สภาพพื้นที่ และการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านต่าง ๆ

1. ตรวจสอบข้อมูลแหล่งน้ำธรรมชาติและแหล่งน้ำที่พัฒนาแล้วในบริเวณพื้นที่เป้าหมาย โดยหาได้จากบัญชีข้อมูลและแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 เพื่อพิจารณาในเบื้องต้นว่ามีวิธีการใดที่จะพัฒนาและนำน้ำจากแหล่งน้ำที่มีอยู่มาช่วยแก้ไขปัญหาในพื้นที่เป้าหมาย

2. รวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการศึกษาโครงการ ได้แก่ ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลด้านอุทกวิทยา ข้อมูลการใช้น้ำประปาของชุมชน และข้อมูลด้านการชลประทาน (ความสัมพันธ์ดิน–น้ำ–พืช)

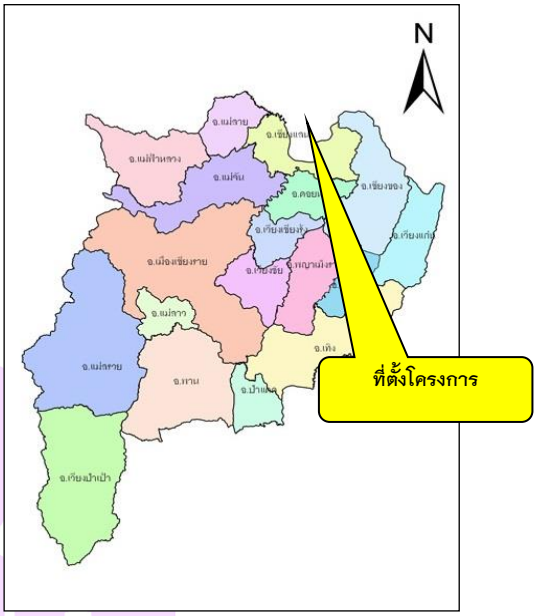
3. ตรวจสอบสภาพภูมิประเทศและเก็บข้อมูลเพิ่มเติมในสนาม หมายถึงขั้นตอนที่ต้องเดินทางไปยังพื้นที่ เพื่อตรวจสอบสภาพภูมิประเทศจริงเทียบเคียงกับแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ที่เป็นแผนที่หลักใช้ประกอบการพิจารณา และสภาพดินทางปฐพีวิทยา และธรณีวิทยา เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้น ประกอบการพิจารณาออกแบบ เป็นต้น

ขั้นตอนการศึกษา

1. สภาพทั่วไป

1.1 ที่ตั้งโครงการ

โครงการฝายห้วยมะยมพร้อมระบบส่งตั้งอยู่ที่พิกัด 47 QNC 856–134 ระวาง 4948 lลำดับชุด L 7018 Latitude 20.015447 Longitude 99.818373 ในเขตบ้านโป่งน้ำตก หมู่ที่ 7 ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

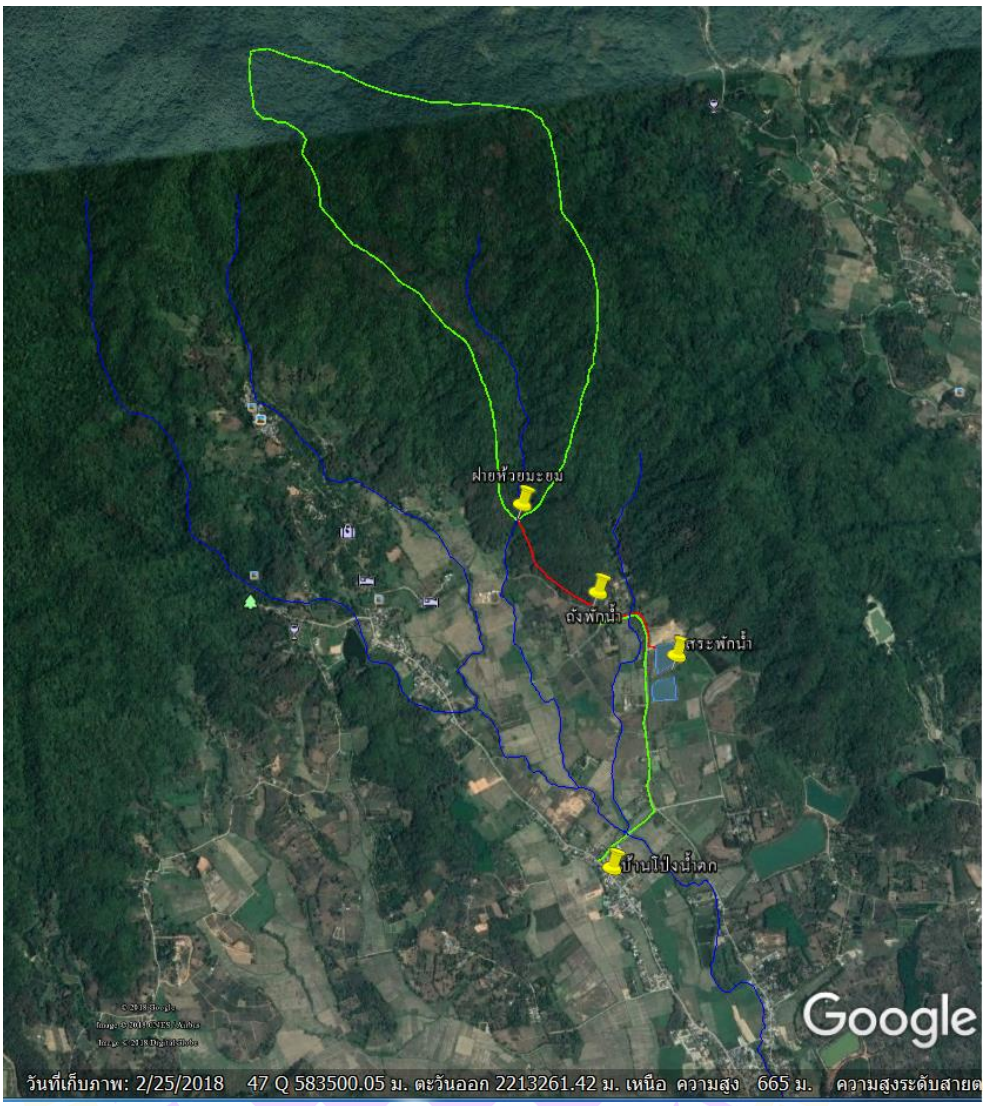


ภาพ 7 แสดงแผนที่แสดงที่ตั้งฝายมะยมพร้อมระบบส่งน้ำ

1.2 สภาพภูมิประเทศ

สภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปบริเวณที่ตั้งโครงการซึ่งอยู่ในตำบลบ้านดู่ มีลักษณะเป็นพื้นที่ราบลุ่มเชิงเขามียอดเขาสูงประมาณ 1,130 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง โดยมีแนวเทือกเขาอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ทอดตัวยาวไปตามแนวทิศเหนือใต้ ทางตอนบนขอพื้นมีสภาพเป็นภูเขาและป่าโปร่ง พื้นที่ทำการเกษตรของราษฎรส่วนใหญ่จะอยู่ริมฝั่งห้วยมะยม สำหรับลักษณะดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย มีการระบายน้ำได้ดี

ภาพ 8 แสดงบริเวณที่ตั้งโครงการ

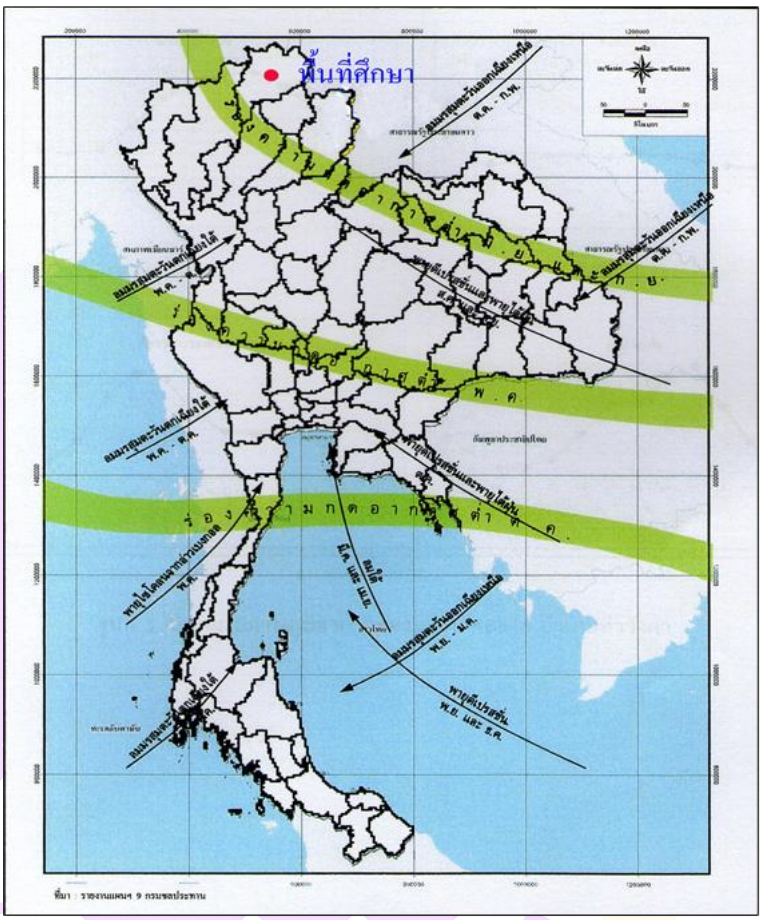


ภาพ 9 แสดงแผนที่สภาพภูมิประเทศบริเวณพื้นที่โครงการ

1.3 สภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปบริเวณพื้นที่โครงการได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พายุโซนร้อน และพายุดีเพรสชั่น ฤดูฝนเริ่มประมาณเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงเหนือ ซึ่งพัดพาความร้อนและความชื้นมาจากมหาสมุทรอินเดียตอนใต้ โดยช่วงปลายฤดูฝนระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคมมีพายุใต้ฝุ่นในรูปของพายุดีเปรสชั่น ซึ่งเกิดในทะเลจีนใต้เคลื่อนที่มาเป็นครั้งคราวทำให้ฝนตกชุก ฤดูหนาวเริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นลมหนาวจัดและแห้งพัดมาจาก

สาธารณรัฐประชาชนจีน และฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคมภายใต้อิทธิพลของพายุโซนร้อน



แสดงเส้นทางเดินพายุผ่านประเทศไทย

ภาพ 10 แสดงแสดงเส้นทางเดินพายุ

1.4. สภาพลำน้ำ

บริเวณพื้นที่โครงการมีลำห้วยมะยมไหลผ่าน ซึ่งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำโขงกก รหัสลุ่มน้ำ(0305) ซึ่งมีต้นกำเนิดจากยอดดอยที่ระดับความสูง 880 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลางโดยมีทิศทางการไหลของลำห้วยจากทิศตะวันตกเฉียงเหนือไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ ในฤดูฝนมีปริมาณน้ำไหลมากส่วนฤดูแล้งมีน้ำไหลพอประมาณ โดยสภาพท้องลำห้วยเป็นดินเหนียวปนทรายมีความกว้างประมาณ 8-10 เมตร

ภาพ 11 แสดงสภาพลำน้ำพื้นที่โครงการลำห้วยมะยม

ภาพ 12 แสดงสภาพลำน้ำพื้นที่โครงการลำห้วยมะยม

1.5. การคมนาคม

โครงการฝายห้วยมะยมพร้อมระบบส่งน้ำ ตั้งอยู่ห่างจากโครงการชลประทานเชียงรายไปตามทางหลวงหมายเลข 1233 เป็นระยะทางประมาณ 950 เมตร เจอทางแยกเลี้ยวขวา

ไปถนนทางหลวงหมายเลข 1 ระยะทางประมาณ 9.4 กิโลเมตร จากนั้นเลี้ยวซ้ายไปตามทางหลวงหมายเลข 1511 ประมาณ 4.3 กิโลเมตร เจอทางแยกแล้วเลี้ยวขวาไปตามถนนในหมู่บ้าน ประมาณ 3.4 กิโลเมตร จากนั้นเลี้ยวไปตามถนนในหมู่บ้านประมาณ 210 เมตร ถึงจุดที่ตั้งโครงการอยู่ทางฝั่งซ้าย รวมระยะทางถึงที่ตั้งโครงการทั้งหมดประมาณ 18.05 กิโลเมตร

1.6. สภาพเศรษฐกิจสังคม การเกษตร และการปกครอง

ราษฎรในพื้นที่โครงการส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทางด้านการเกษตรในฤดูฝน ปลูกข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 และข้าวเจ้าหอมมะลิ 105 เป็นการปลูกไว้เพื่อบริโภคเองภายในครัวเรือน หากมีเหลือจึงขายให้กับพ่อค้าที่มารับซื้อหลังจากฤดูเก็บเกี่ยวแล้ว ผลผลิตข้าวประมาณ 500–550 กิโลกรัมต่อไร่ ในฤดูแล้งมีการปลูกข้าวโพด เลี้ยงสัตว์ และถั่ว เป็นต้น

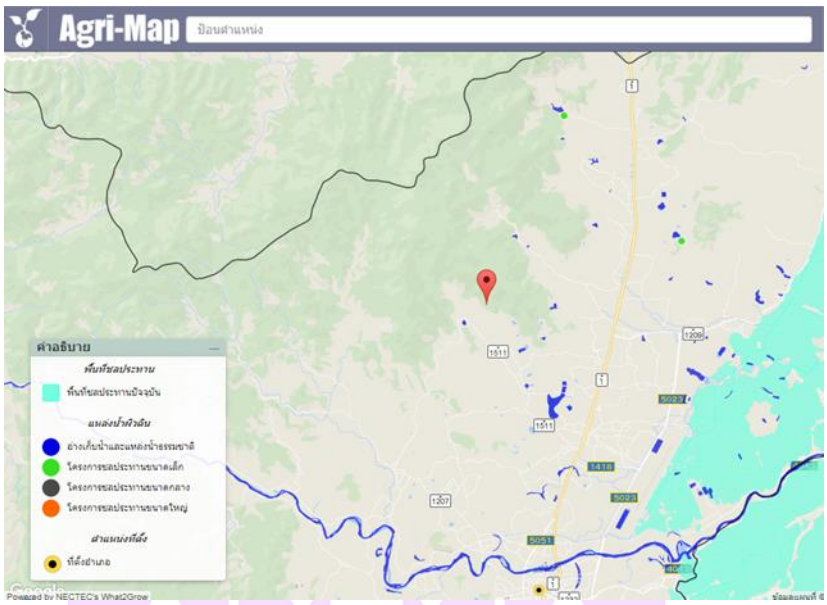
โครงการฝายห้วยมะยมพร้อมระบบส่งน้ำ อยู่ในพื้นที่การปกครองขององค์การบริหารส่วนตำบลบ้านดู่ โดยองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านดู่ มีพื้นที่งบประมาณ 72 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 44,375 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่ปกครองจำนวน 19 หมู่บ้าน

ภาพ 13 แสดงสภาพการเกษตร

ตาราง 2 แสดงข้อมูลทะเบียนราษฎร์ อ.เมือง จ.เชียงราย ณ เดือนเมษายน 2557

หมู่ที่	หมู่บ้าน	ชาย (คน)	หญิง (คน)	รวม (คน)	จำนวนครัวเรือน
1	บ้านขัวแคร่	704	801	1,505	891
2	บ้านป่าซาง	629	719	1,348	676
3	บ้านดู่	571	743	1,314	1,773
4	บ้านสันติ	551	682	1,233	1,064
5	บ้านป่าไร่	273	305	578	397
6	บ้านโป่งพระบาท	455	465	920	564
7	บ้านโป่งน้ำตก	338	373	711	300
8	บ้านป่าอ้อ	328	370	698	468
9	บ้านป่าแฝก	416	485	901	1,085
10	บ้านปางลาว	659	762	1,421	692
11	บ้านต้นลุง	107	197	367	251
12	บ้านป่าสักไก่	326	364	690	307
13	บ้านเหล่าพัฒนา	450	496	946	441
14	บ้านป่ากุ๊ก	817	871	1,688	883
15	บ้านสันต้นก๊อ	526	524	1,050	464
16	บ้านขัวแคร่	480	545	1,025	694
17	บ้านโป่งพระบาท	269	299	568	412
18	บ้านหนองปิ๋ง	458	471	925	442
19		140	166	306	211
รวม 7 หมู่บ้าน		**8,655**	**9,830**	**18,485**	**12,018**

หมายเหตุ : (กรมชลประทาน, 2553)



ภาพ 14 แสดงแผนที่จาก Agri-Map Online จุดที่ตั้งโครงการฝายห้วยมะยมพร้อมระบบส่งน้ำ

1.7. สภาพแหล่งน้ำปัจจุบัน

ปัจจุบันราษฎรบ้านโป่งน้ำตกใช้น้ำจากแหล่งน้ำที่สร้างขึ้นเอง และของหน่วยงานราชการก่อสร้างให้ ดังนี้

1.7.1. ฝายประปาภูเขา ลักษณะเป็นระบบประปาภูเขามีสภาพชำรุดเสียหาย พิกัด 47 QNC 854-137 ระวาง 4949 II ลำดับชุด L 7018 มีระบบส่งน้ำฝั่งซ้าย ยาวประมาณ 1,300 เมตร มีสภาพชำรุดเสียหาย

1.7.2. ฝายห้วยมะยม(เก่า) เป็นฝายคอนกรีต มีสภาพชำรุดเสียหาย พิกัด 47 QNC 855-131 ระวาง 4949 II ลำดับชุด L 7018

ภาพ 15 แสดงฝายห้วยมะยม(เก่า)

ภาพ 16 แสดงฝายห้วยมะยม(เก่า)

1.7.3. ฝายต้นงิ้ว เป็นฝายคอนกรีต มีสภาพชำรุดเสียหาย พิกัด 47 QNC 862-116 ระวาง 4949 II ลำดับชุด L 7018

ภาพ 17 แสดงฝายต้นงิ้ว

ภาพ 18 แสดงฝายต้นงิ้ว

1.7.4. ระบบประปาหมู่บ้าน สภาพใช้งานได้ พิกัด 47 QNC 849-129 ระวาง 4949 II ลำดับชุด L 7018

ภาพ 19 แสดงป้ายโครงการก่อสร้างระบบประปาหมู่บ้าน ของบ้านโป่งน้ำตก

ภาพ 21 แสดงระบบประปาหมู่บ้าน ขนาด 10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ของบ้านโป่งน้ำตก

ภาพ 22 แสดงระบบถังกวนซ้า ระบบกรองน้ำ ของระบบประปาหมู่บ้าน บ้านโป่งน้ำตก

ภาพ 23 แสดงระบบประปาถังตกตะกอนและถังพักน้ำของระบบประปาหมู่บ้าน บ้านโป่งน้ำตก

2 สภาพอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา

2.1 สภาพน้ำฝน

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ย (Monthly Rainfall)จากสถานีวัดน้ำฝนของกรมชลประทานสถานี n-08013 อำเภอเชียงเมือง จังหวัดเชียงราย ซึ่งเป็นสถานีน้ำฝนที่อยู่ใกล้พื้นที่โครงการ โดยจะมีฝนตกชุกตั้งแต่ช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน โดยเดือนสิงหาคมเป็นเดือนที่มีฝนตกมากที่สุดเฉลี่ย 391 มิลลิเมตร ส่วนเดือนกุมภาพันธ์เป็นเดือนที่ฝนตกน้อยที่สุดเฉลี่ย 12 มิลลิเมตร และปริมาณฝนตกเฉลี่ยทั้งปี 1706.1 มิลลิเมตร แสดงดังตาราง

ตาราง 3 แสดงปริมาณน้ำรายเดือนสถานีวัดน้ำฝนของกรมชลประทานสถานี n-08013

เดือน	**เม.ย.**	**พ.ค.**	**มิ.ย.**	**ก.ค.**	**ส.ค.**	**ก.ย.**	**ต.ค.**	**พ.ย.**	**ธ.ค.**	**ม.ค.**	**ก.พ.**	**มี.ค.**	**รวม**
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (ม.ม.)	86	207.7	200.1	305.3	391	272.7	124.8	50.9	19.3	12	10.5	25.8	**1706.1**

หมายเหตุ : ค่าฝนเฉลี่ยที่ใช้ในการคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยของน้ำฝนที่สถานี n-08013 อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ปี พ.ศ. 2546-2496

ที่มา : (กรมชลประทาน 2553)

2.2. สภาพน้ำท่า

โครงการฝายห้วยมะยมพร้อมระบบส่งน้ำ โดยแหล่งน้ำที่จะนำมาพิจารณาจัดหาให้กับพื้นที่นั้นคือ ห้วยมะยม ซึ่งจากการพิจารณานั้น ลำห้วยมะยมเป็นแหล่งน้ำที่มีศักยภาพและมีความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรม สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ลำห้วยมะยมไม่มีสถานีวัดปริมาณน้ำท่า ดังนั้นการประเมินน้ำต้นทุนไหลผ่านหัวงานจำเป็นจะต้องอาศัยข้อมูลปริมาณน้ำฝน จากสถานีดัชนีที่ใกล้เคียง คือ สถานี n-08013 สถานีวัดน้ำฝน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ที่มีสถิติปริมาณน้ำฝนติดต่อกันเป็นเวลานาน 37 ปี มาใช้เป็นเกณฑ์ในการคำนวณ ส่วนค่า Runoff Coefficient ประเมินจากสภาพฝนสภาพลุ่มน้ำ สภาพดิน และสภาพภูมิประเทศ สำหรับรูปแบบการแพร่กระจายของน้ำท่ารายเดือนใช้รูปแบบการแพร่กระจายน้ำท่าจากสถานี G-8 น้ำแม่ลาว อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย เป็นสถานีดัชนีเนื่องจากมีสภาพอุทกวิทยาที่คลายคลึงกันและอยู่ในลุ่มน้ำเดียวกัน

ตาราง 4 แสดงปริมาณท่าน้ำรายเดือน–ล้านลูกบาศก์เมตร

ปีน้ำ	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ปริมาณน้ำรายปี ล้าน ลบ.ม.	ปริมาณน้ำเฉลี่ย ลบ.ม./วิ
2537	13.14	46.50	71.77	88.60	381.24	413.23	174.86	76.31	73.13	23.37	6.81	4.70	1373.64	43.56
2538	9.48	39.92	17.26	46.47	338.94	408.92	132.89	101.35	59.12	25.35	18.55	11.19	1209.44	38.35
2539	12.44	36.36	42.44	35.39	190.02	198.04	143.19	120.98	50.41	17.00	4.87	2.49	853.63	27.07
2540	6.48	21.00	15.54	58.50	209.26	216.48	157.35	83.27	39.55	5.15	3.52	2.97	819.06	25.97
2541	1.90	18.51	29.69	36.47	55.74	124.36	10.68	31.24	12.54	2.14	1.41	0.91	325.60	10.32
2542	11.91	45.99	25.22	6.73	53.15	188.91	110.77	90.62	42.70	15.79	7.71	7.51	607.01	19.25
2543	15.90	54.79	35.72	97.31	108.55	102.72	64.35	53.05	24.66	4.53	1.45	7.97	570.98	18.11
2544	2.57	56.58	52.25	78.58	331.47	200.95	121.63	99.13	50.88	25.63	16.40	6.39	1042.46	33.06
2545	8.86	88.86	49.55	15.15	84.03	278.92	103.23	181.99	91.83	62.24	25.31	11.96	1001.93	31.77
2546	11.81	21.51	17.05	16.06	90.29	318.06	56.09	58.95	44.79	1.53	0.87	1.23	638.24	20.24
2547	2.47	51.93	86.82	93.76	209.28	390.92	165.73	130.05	85.29	13.39	1.60	2.92	1234.17	39.14
2548	7.62	8.12	16.87	72.40	113.87	315.18	184.78	147.84	76.11	17.88	7.85	5.98	974.50	30.90
2549	13.53	41.46	32.68	37.63	150.79	241.44	103.81	47.83	26.07	3.21	0.90	1.19	700.54	22.21
2550	10.36	89.53	39.30	26.38	92.52	104.51	162.96	161.03	35.38	1.88	1.04	1.83	726.70	23.04
2551	6.40	46.27	51.19	37.66	144.93	173.64	79.28	118.89	53.97	2.97	0.78	2.34	718.32	22.78
2552	3.17	39.13	56.12	42.46	71.53	135.17	89.19	61.95	33.44	5.58	1.11	1.36	540.22	17.13
2553	3.40	6.14	8.10	11.18	188.20	212.59	153.60	91.04	30.58	3.83	2.20	4.06	714.91	22.67
2554	10.62	84.76	43.48	73.22	341.41	402.20	243.88	138.99	85.15	16.59	9.76	6.26	1456.32	46.18
2555	4.88	52.12	26.10	24.34	40.53	146.93	56.93	64.98	41.99	3.29	2.56	3.98	468.63	14.86
2556	1.38	4.41	7.88	51.78	122.89	154.49	163.13	102.45	78.04	10.86	2.06	0.47	699.84	22.19
2557	4.61	21.49	15.19	68.68	143.27	247.43	78.70	96.42	35.19	12.35	3.40	4.31	731.06	23.18
2558	6.06	9.45	3.88	8.73	22.81	15.33	6.70	22.47	17.13	14.20	0.66	0.44	127.87	4.05
2559	0.88	2.66	14.81	15.86	60.61	117.08	77.11	118.22	61.19	25.56	4.01	1.34	499.32	15.83
สูงสุด	15.90	89.53	86.82	97.31	381.24	413.23	243.88	181.99	91.83	62.24	25.31	11.96	1456.32	46.18
เฉลี่ย	7.39	38.59	33.00	45.36	154.14	222.07	114.82	95.61	49.96	13.67	5.43	4.08	784.10	24.86

หมายเหตุ : 1. ปีน้ำเริ่มตั้งแต่ 1 เม.ย. ถึง 31 มี.ค.

สถานี : บ้านต้นยางกิ่ง อ.แม่ลาว จ.เชียงราย พื้นที่รับน้ำ 2,909 ตร.กม.

แม่น้ำ : น้ำแม่ลาว (G.8)

ตาราง 5 แสดงปริมาณน้ำท่ารายเดือนสูงสุด

ปีน้ำ	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
สูงสุด	15.90	89.53	86.82	97.31	381.24	413.23	243.88	181.99	91.83	62.24	25.31	11.95
เฉลี่ย	7.39	38.59	33.00	45.36	154.14	222.07	114.82	95.61	49.96	13.67	5.43	4.08

ที่มา : (กรมชลประทาน, 2553)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษาน้ำนองสูงสุด

พื้นที่รับน้ำฝนเหนือที่ตั้งหัวงาน (A) 1.791667 ตารางกิโลเมตร

ความยาวของลำน้ำสายหลักจากฝายจนถึงจุดไกลสุดบนสันปันน้ำ (L) 2 กิโลเมตร

ความแตกต่างระหว่างพื้นดินที่ตั้งฝายและจุดไกลสุดบนสันปันน้ำ (H)

420.000 เมตร (รทก.)

Time of Concentration (Tc) จะคำนวณได้จาก , Tc = (0.87*L3/H)0.385

ดังนั้น Tc เท่ากับ 0.21 ชั่วโมง

ดังนั้นช่วงเวลาของฝนเท่ากับ0.21 ชั่วโมง หรือ 12.38 นาที

กำหนดให้รอบปีการเกิดซ้ำเฉลี่ยเท่ากับ 25 ปี

จากกราฟความเข้มน้ำฝน–ช่วงเวลา–รอบปีการเกิดซ้ำของจังหวัดเชียงราย

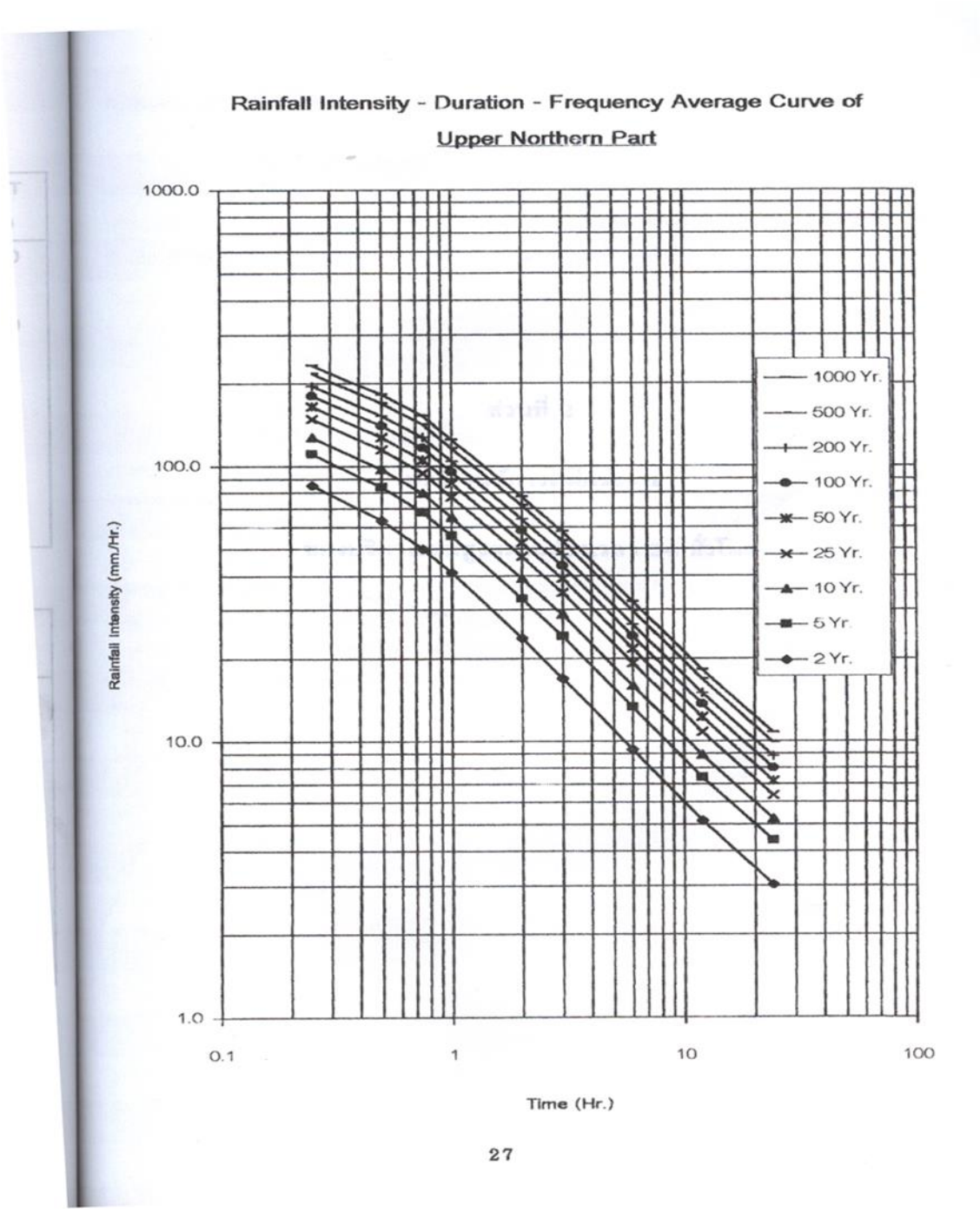
จะได้ค่าความเข้มของฝน (I) เท่ากับ 180 มม./ชั่วโมง

ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า (C) ที่ใช้ในสูตร Rational formula เท่ากับ 0.15

ปริมาณการไหลสูงสุด Q = 0.278*C*I*A

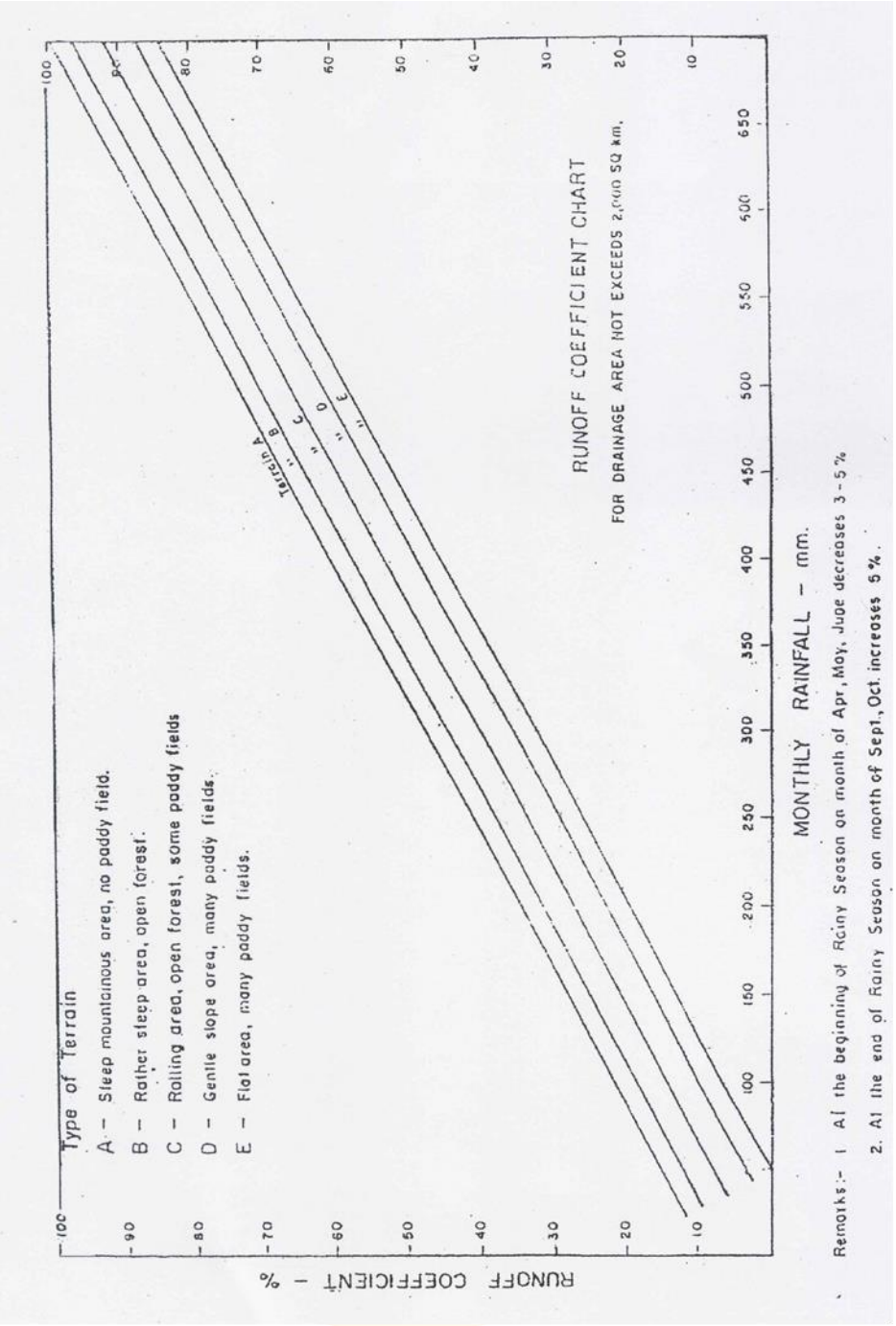
ดังนั้นปริมาณการไหลสูงสุด , Q เท่ากับ 13.448 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

จากการคำนวณปรากฏว่ามีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 1,046,359 ลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำในฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม–เดือนตุลาคม) ประมาณ 919,891 ลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำในฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายน–เดือนเมษายน) ประมาณ 126,468ลูกบาศก์เมตร โดยเดือนสิงหาคมเป็นเดือนที่มีปริมาณน้ำไหลมากที่สุดประมาณ 256,845 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 27.41 ของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยจากการปรับแก้ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณ จากการสอบถามราษฎรที่ร่วมตรวจสอบพื้นที่ พบว่าในลำห้วยมะยม มีน้ำไหลตลอดทั้งปี เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร สามารถนำมาใช้ประโยชน์ด้านการเกษตรให้กับพื้นที่ได้อย่างเพียงพอ



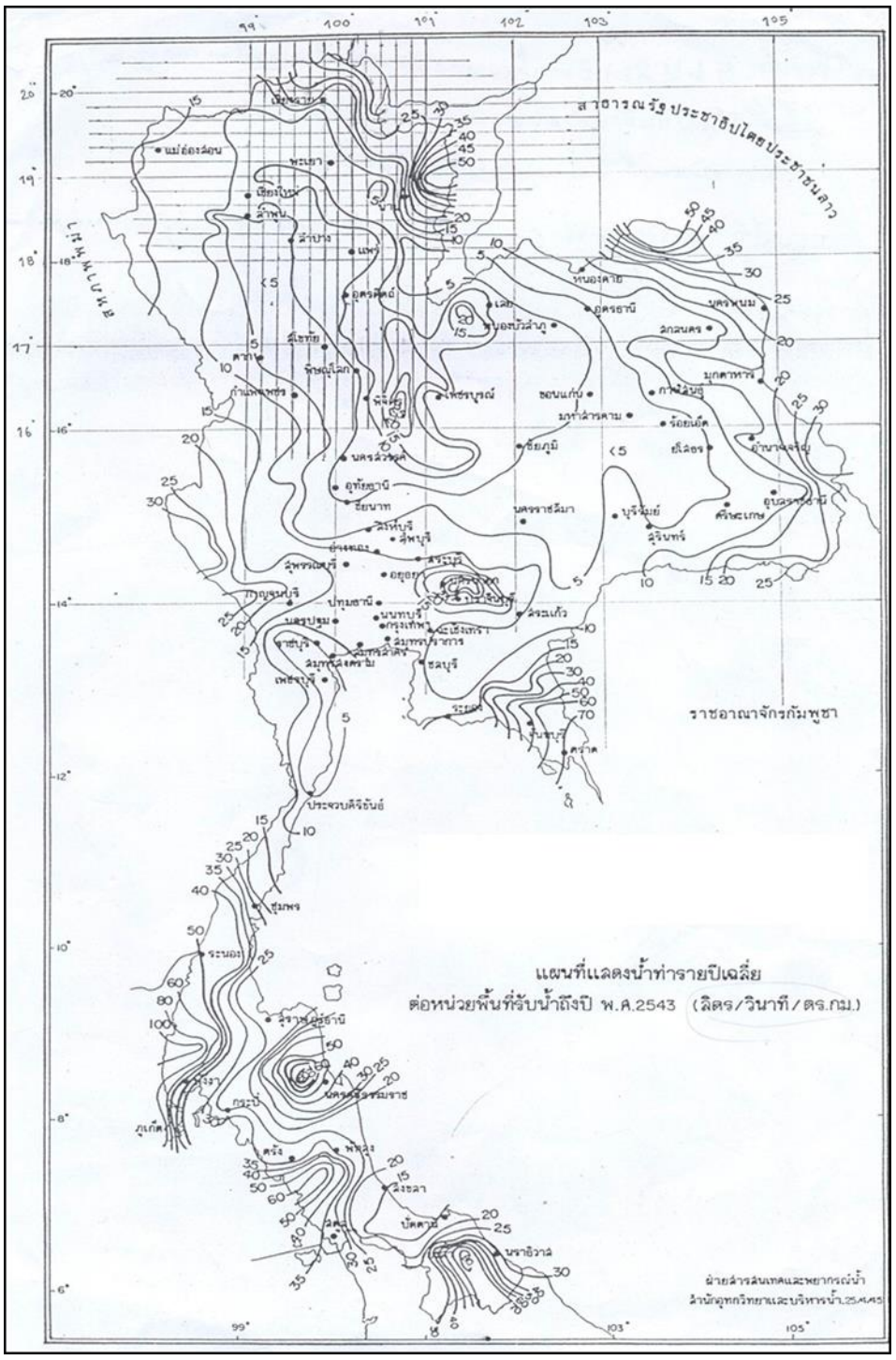
ภาพ 20 แสดง25 Rainfall intensity (mm/Hr.)

ที่มา : (สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ, ม.ป.ป.)



ภาพ 21 แสดง Runoff Coeefficient Chart

ที่มา : (สำนักชลประทานที่ 3, 2556)



ภาพ 22 แสดงแผนที่แสดงน้ำท่ารายปีเฉลี่ย

ที่มา : (สำนักชลประทานที่ 3, 2556)

ตาราง 6 แสดงคำนวณปริมาณน้ำต้นทุน

เดือน	ฝนเฉลี่ย (มม.)	DA ($กม.^2$)	R.O.Coeft. (%)	ปริมาณน้ำไหลผ่านหัวงาน ($ม^3$)	ปริมาณน้ำไหลผ่านหัวงาน %
เม.ย.	86.00	1.79	14.72	22,687	1.79
พ.ค.	207.70	1.79	31.61	117,615	9.28
มิ.ย.	200.10	1.79	31.61	113,340	8.94
ก.ค.	305.30	1.79	48.34	264,432	20.86
ส.ค.	391.00	1.79	59.53	417,008	32.90
ก.ย.	272.70	1.79	49.09	239,840	18.92
ต.ค.	124.80	1.79	29.79	66,605	5.25
พ.ย.	50.90	1.79	20.14	18,370	1.45
ธ.ค.	19.30	1.79	0.00	–	0.00
ม.ค.	12.00	1.79	0.00	–	0.00
ก.พ.	10.50	1.79	0.00	–	0.00
มี.ค.	25.80	1.79	16.87	7,797	0.62
รวม	1706.10	1.79	1,267,694	100.00	

หมายเหตุ : การคำนวณ

1. Yield from Yield Map	20–25	ลิตร/วินาที/$กม.^2$
2. Specific Yield from calculat	22.4	ลิตร/วินาที/$กม.^2$
3. Avg. Annual R.O.Coeft.	41.5	% ARV

จากการตรวจสอบ Specific Yield กับแผนที่แสดง Yield ของประเทศไทยที่ทางสำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำจัดทำไว้พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่า Terrain ที่เลือกไว้ถูกต้อง

RUNOFF ESTIMATION CHART

Type of Terrain	Equations	Remark
A	$y = 0.1295x + 8.5$	$(x > 23)$
B	$y = 0.1295x + 5.5$	$(x > 27)$
C	$y = 0.1295x + 1.5$	$(x > 35)$

D	y = 0.1295x – 3.0	(x > 42)
E	y = 0.1295x – 6.0	(x > 50)

หมายเหตุ : 1. ค่าฝนเฉลี่ยที่ใช้ในการคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนที่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย รหัส n– 28102

2. เฉลี่ยระหว่างปี พ.ศ. 2513 ถึง พ.ศ. 2549

3. D.A. วัดจากแผนที่มาตราส่วน 1:50,000

4. R.O. Coefficient คำนวณจาก Terrai–A

ตาราง 7 แสดงการแพร่กระจายปริมาณน้ำต้นทุน โครงการฝายห้วยมะยมพร้อมระบบส่งน้ำ

เดือน	ฝนเฉลี่ย (มม.)	การแผ่กระจายเนื่องจากฝน (%)	การแผ่กระจายน้ำท่าในลุ่มน้ำใกล้เคียง สถานี G.8 (D.A = 621 km^2) (ล้าน ม.^{3})	%	ปริมาณน้ำต้นทุนไหลผ่านหัวงาน (%)	ปริมาณน้ำต้นทุนไหลผ่านหัวงาน (ม^3)	ปริมาณน้ำต้นทุนไหลผ่านหัวงาน (ม^3/ชม)
เม.ย.	86.00	1.79	7.39	0.94	1.37	17,315	24.05
พ.ค.	207.70	9.28	38.59	4.92	7.10	90,000	125.00
มิ.ย.	200.10	8.94	33.00	4.21	6.57	83,343	115.75
ก.ค.	305.30	20.86	45.36	5.79	13.32	168,885	234.56
ส.ค.	391.00	32.90	154.14	19.66	26.28	333,110	462.65
ก.ย.	272.70	18.92	222.07	28.32	23.62	299,431	415.88
ต.ค.	124.80	5.25	114.82	14.64	9.95	126,118	175.16
พ.ย.	50.90	1.45	95.61	12.19	6.82	86,474	120.10
ธ.ค.	19.30	0.00	49.96	6.37	3.19	40,387	56.09
ม.ค.	12.00	0.00	13.67	1.74	0.87	11,047	15.34
ก.พ.	10.50	0.00	5.43	0.69	0.35	4,387	6.09
มี.ค.	25.80	0.62	4.08	0.52	0.57	7,196	9.99
รวม	1,706.10	100.00	784.10	100.00	100.00	1,267,694	1,761

หมายเหตุ : การคำนวณ

การพิจารณาโครงการเบื้องต้น

1. สาเหตุและปัญหาในพื้นที่โครงการ

จากการตรวจสอบพื้นที่โครงการและศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม พบว่าราษฎรประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำในการส่งน้ำให้กับพื้นที่เพาะปลูกและอุปโภคบริโภค พบว่าระบบประปาภูเขาที่มีอยู่นั้น ไม่เพียงพอต่อการอุปโภค-บริโภคและกิจกรรมต่าง ๆ ของหมู่บ้าน เนื่องจากสภาพตัวฝายที่ก่อสร้างเป็นฝายชั่วคราวไม่ได้มาตรฐานมีความชำรุดเสียหายและรั่วซึมสูญเสียน้ำมากมีตะกอนเต็มหน้าฝายไม่สามารถเก็บกักน้ำได้อย่างเต็มที่ มีการรั่วซึมของ

น้ำและระบบท่อส่งน้ำมักจะชำรุดอยู่เป็นประจำ เนื่องจากไม่มีอาคารประกอบ เช่น BLOW OFF และ AIR RELEASE VALVE ทำให้ท่อส่งน้ำแตกสูญเสียแรงดัน ในส่วนของถังพักน้ำมีขนาดเล็กไม่สามารถเก็บกักน้ำได้เพียงพอกับความต้องการส่งน้ำไม่ทั่วถึง

2. การประเมินความต้องการใช้น้ำ

ในชุมชนมีจำนวนประชากร ทั้งสิ้น 300 หลังคาเรือน (เฉลี่ยประชากร 5 คน/หลังคาเรือน) ใช้เกณฑ์ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยของประชาชนในชนบท 50 ลิตร/คน/วัน

จะได้: จำนวนประชากรทั้งสิ้น = 300 x 5 = 1,500 คน

อัตราการใช้น้ำ = 1,500 x 50 = 75,000 ลิตร/วัน

เผื่อสำหรับกิจกรรมการใช้น้ำอื่น ๆ = 75000*25/100 = 18,750 ลิตร/วัน

เช่น เพื่อการดับเพลิง การรั่วซึม และการสูญเสียต่าง ๆ ประมาณ 25 %

เพราะฉะนั้น : ชุมชนดังกล่าวมีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ย= 75,000 + 18,750 = 93,750 ลิตร/วัน

: คิดเป็นประมาณ 93,750 x 30 = 2,812,500 ลิตร/เดือน หรือ 2,812 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน หรือ 2,812 x 12 =33,744 ลูกบาศก์เมตรต่อปี

: ชั่วโมงการผลิตน้ำประปาไม่เกิน 14 ชั่วโมง/วัน

: กำลังผลิตหรือขนาดของระบบประปา (Max.day) = 1.5 x อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อวัน / ชั่วโมงการผลิต

= 1.5 x 93.75 / 14

=10.00 ลบ.ม./ชม.

ดังนั้นแหล่งน้ำดิบและขนาดของระบบประปาจะต้องมีไม่น้อยกว่า 10.00 ลบ.ม./ชม.

3. แนวทางการแก้ไขปัญหา

จากสภาพการใช้น้ำจากลำห้วยมะยม ราษฎรมีความต้องการนำน้ำไปใช้สำหรับการประปาหมู่บ้าน ซึ่งก่อสร้างโดยเทศบาล ตำบลบ้านดู่ โรงผลิตน้ำประปาตั้งอยู่ที่พิกัด 47 QNC 587 – 129 ระดับความมีระบบกระจายน้ำเข้าพื้นที่หมู่บ้านเดิมอยู่แล้ว แต่เนื่องจากในช่วงแล้งเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม ปริมาณน้ำในลำห้วยมะยมไหลน้อย ทำให้ขาดแคลนน้ำในช่วงนี้

4. การพิจารณาลักษณะโครงการ

จากการศึกษาข้อมูลทางด้านวิศวกรรมและลงพื้นที่เพื่อพิจารณาความเหมาะสมให้สอดคล้องกับสภาพภูมิประเทศและความต้องการใช้น้ำของราษฎรในพื้นที่แล้วนั้น สามารถกำหนดลักษณะเค้าโครงเบื้องต้นของโครงการฝายห้วยมะยมพร้อมระบบส่งน้ำได้ดังนี้

โครงการฝายห้วยมะยมพร้อมระบบส่งน้ำ

ที่ตั้ง บ้านโป่งน้ำตก หมู่ที่7 ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

พิกัดแบบ Decimal Degree ; Latitude 20.015447 Longitude 99.818373

พิกัด 47 QNC 856 – 134 ระวาง 4949 II ลำดับชุด L 7018

แหล่งน้ำห้วยมะยม

พื้นที่รับน้ำฝนเหนือที่ตั้งหัวงาน	1.79	ตารางกิโลเมตร
ความยาวของลำน้ำจากต้นน้ำถึงที่ตั้งฝาย	2.0	กิโลเมตร
ความลาดเทของลำน้ำตรงจุดที่ตั้งฝาย	1:10	
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปี	1,706.1	มิลลิเมตร
จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยทั้งปี	131.9	
ปริมาณน้ำไหลผ่านหัวงานเฉลี่ยทั้งปี	1046359	ลูกบาศก์เมตร
ปริมาณน้ำนองสูงสุด Return Period 25 ปี	9.713	ลูกบาศก์เมตร/วินาที

อาคารหัวงาน

ประเภท	ฝายคอนกรีตเสริมเหล็ก	
ยาว	10.00	เมตร
สูง	2.00	เมตร
ระดับท้องลำห้วยที่ตั้งฝาย	+460.000	เมตร(ร.ท.ก.)
ระดับสันฝาย	+462.000	เมตร (ร.ท.ก.)

อาคารประกอบ

อาคารบังคับน้ำปากท่อส่งน้ำ	1	แห่ง
ประตูระบายทราย ขนาด	1.00 x 1.00	เมตร
จำนวน	1	แห่ง

ระบบส่งน้ำ

ท่อส่งน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง	6 – 2	นิ้ว
ความยาวรวมประมาณ	1,100	เมตร

ถังพักน้ำ

แห่งที่ 1 พิกัด 47 QNC 860 – 128 ระวาง 4949 II

ขนาดความจุ	150	ลูกบาศก์เมตร
ระดับที่ตั้งถังพักน้ำ	+438.000	เมตร (ร.ท.ก.)

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการมาช่วยในการตัดสินใจได้โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ประมาณการผลประโยชน์ตลอดอายุโครงการ

2. ประเมินมูลค่าต้นทุนและผลประโยชน์ด้วยราคาตลาด

3. แปลงมูลค่าต้นทุน ผลประโยชน์ และผลประโยชน์สุทธิในอนาคตเป็นมูลค่าปัจจุบัน

4. วิเคราะห์โครงการด้วยการประเมินค่าการลงทุนแบบคิดค่าปัจจุบันของเงิน

โดยกำหนดสมมติฐาน ราคาตลาดที่ใช้เป็นราคาคงที่โดยใช้ราคาปี 2561 เป็นปีฐาน ส่วนอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ล่าสุดที่สถาบันการเงินคิดให้กับลูกค่าชั้นดี (MLR) เป็นอัตราคิดลดทางสังคม โดยกำจัดเงินเฟ้อออกแล้ว และอายุของโครงการที่ใช้วิเคราะห์คือ 20 ปี

ต้นทุนคงที่โครงการฝายห้วยมะยมพร้อมระบบส่งน้ำ

โดยต้นทุนคงที่มีองค์ประกอบ ดังนี้

ประมาณการต้นทุนการก่อสร้างโครงการฝายห้วยมะยมพร้อมระบบส่งน้ำมูลค่างานก่อสร้างเทียบเคียงจากโครงการในลักษณะเดียวกันในพื้นที่ใกล้เคียงใช้งบประมาณ ดังนี้ (ดูที่ภาคผนวก ก)

ฝายคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 2.00 เมตร ความยาว 10.00 เมตร 1 แห่ง ราคา 308,804 บาท

ระบบส่งน้ำท่อส่งน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.00 นิ้ว ความยาว 1,100.00 เมตร ราคา 120,000 บาท

ถังพักน้ำขนาดความจุ 100 ลูกบาศก์เมตร ราคา 380,000 บาท

สรุป รวมค่าก่อสร้างเป็นเงินทั้งสิ้น 808,804 บาท

ซึ่งแยกค่าเสื่อมราคาได้ ดังนี้

ราคาโครงการฝายห้วยมะยมพร้อมระบบส่งน้ำ มูลค่ารวม 808,804 บาท ไม่มีมูลค่าซาก

ค่าเสื่อมราคาต่อปี = (880,804-0)/20 = 44,040 บาทต่อปี

ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา

คือค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการบำรุงรักษา แก้ไข ซ่อมแซม ดูแลระบบส่งน้ำ และขุดลอกตะกอน โดยมีมูลค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษาต่อปีประเมินไว้ที่ 3 เปอร์เซ็นต์ของค่าก่อสร้าง

= 880804x0.03 = 26,424 บาทต่อปี

ผลตอบแทนโครงการ

ในการวิเคราะห์ผลตอบแทนของโครงการเป็นผลตอบแทนทางตรงที่สามารถวัดค่าเป็นตัวเงินได้ ซึ่งได้แก่รายได้จากการจำหน่ายน้ำประปา โดยนำความสามารถผลิตน้ำประปา

ของระบบประปาบ้านโป่งน้ำตกที่ผลิตได้ 51,100 ลูกบาศก์เมตรต่อปีคูณกับราคาน้ำดิบ (ราคาน้ำดิบจากค่าน้ำชลประทาน ลูกบาศก์เมตรละ 0.50 บาท) ค่าตอบแทนรวม 25,550 บาทต่อปี แปลงมูลค่าต้นทุน และผลประโยชน์สุทธิในอนาคตเป็นมูลค่าปัจจุบัน

หลักเกณฑ์ที่ใช้ประเมินโครงการนี้จะใช้อัตราผลตอบแทนค่าลงทุน (Benefit cost ratio: B/C) เป็นการเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ที่ประเมินค่าเป็นเงินได้กับมูลค่าปัจจุบันของค่าลงทุน แต่เนื่องจากหลักเกณฑ์ที่ใช้ประเมินโครงการดังกล่าวต้องคำนวณจากมูลค่าเงินปัจจุบัน คือแปลงมูลค่าต้นทุน และผลประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตให้เป็นมูลค่าปัจจุบันโดยใช้อัตราคิดลดทางสังคม และในการศึกษาครั้งนี้ใช้อัตราดอกเบี้ยต่ำสุดที่ธนาคารให้กับลูกค่าชั้นดีหรือ (Minimum lone rate, MLR) 6.25 % อัตราเงินเฟ้อ เฉลี่ยในช่วง 10 ปี ณ เดือน มิถุนายน 2561 มีค่าเท่ากับ 2.09 %ดังตารางที่ 4.19 แต่เนื่องจาก MLR เป็นอัตราคิดลดตลาดที่ยังมีอัตราเงินเฟ้อ จึงต้องทำให้เป็นอัตราคิดลดแท้จริง (Real discount rate)

โดยคำนวณได้จากสูตร $r = ((1+R))/((1+Fe))-1$

เมื่อ r อัตราคิดลดที่แท้จริง

R อัตราคิดลดตลาด

Fe อัตราเงินเฟ้อที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

ดังนั้น $r = ((1+0.0625))/((1+0.0209))-1$

$r = 4.07$ %

การคำนวณมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและผลประโยชน์

มูลค่าของต้นทุนและผลตอบแทนที่เกิดขึ้นในปีต่าง ๆ ในอนาคตสามารถปรับให้เป็นมูลค่าปัจจุบันเพื่อให้อยู่บนฐานของเวลาเดียวกันได้

โดยคำนวณได้จากสูตร $PV = F \times DF$

เมื่อ PV = มูลค่าในปัจจุบัน

F = มูลค่าในอนาคต

DF = Discount Factor เท่ากับ 4.07 %

สูตรของการคำนวณ NPV คือ

$$NPV = -Cy \sum_{(i=1)}^{Tc} \frac{Ci}{x(1+r)^i}$$

C0 = เงินลงทุนเริ่มแรก

C = กระแสเงินสด

r = อัตราคิดลด (Discount Rate)

T = ระยะเวลา (อายุของโครงการ)

มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิ (NPV)

ผลรวมของของค่าปัจจุบันของผลตอบแทน เท่ากับ 345,090 บาท

ผลรวมของค่าปัจจุบันของต้นทุน เท่ากับ 951,720 บาท

มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิ NPVเท่ากับ 345,090-951,720 บาท

= -606,630 บาท

อัตราส่วนผลตอบแทนต่อค่าลงทุน (B/C)

= 345,090/951,720

= 0.36

ประโยชน์ของโครงการ

1. เป็นแหล่งน้ำสำหรับอุปโภคบริโภคของราษฎรได้ตลอดทั้งปี

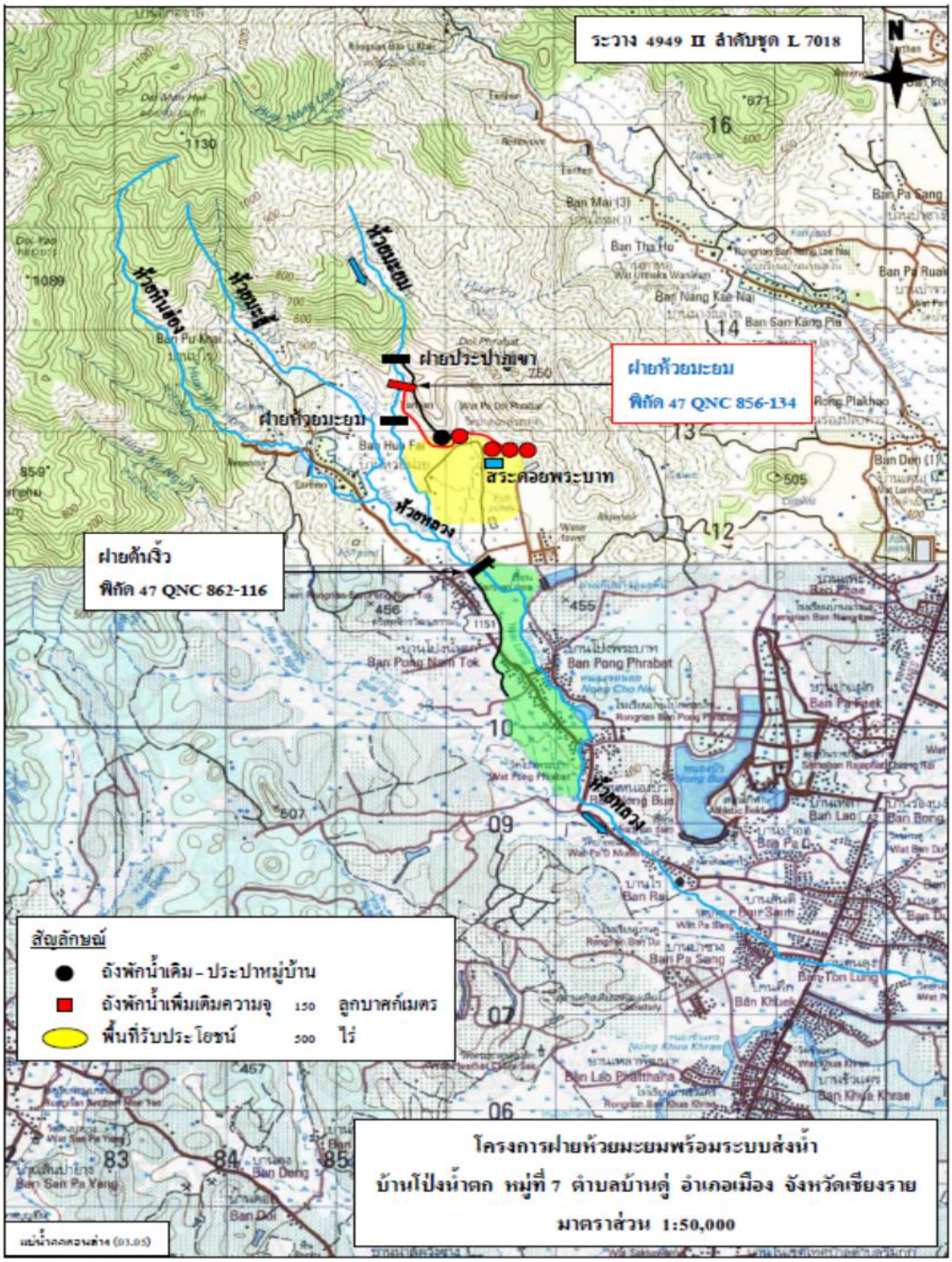
2. โครงการฝายห้วยมะยมพร้อมระบบส่งน้ำสามารถส่งน้ำให้กับระบบประปาหมู่บ้านบ้านโป่งน้ำตก หมู่ที่ 7 ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

3. ราษฎรในพื้นที่มีความเป็นอยู่และมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

ผลกระทบของโครงการ

จากการตรวจสอบพื้นที่บริเวณหัวงานมีราษฎรได้รับผลกระทบจำนวน 1 ราย แต่ในส่วนของระบบส่งน้ำได้รับผลกระทบจำนวนหลายราย ซึ่งทางองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านดู่จะต้องจัดทำหนังสือยินยอมเสียสละที่ดินโดยไม่เรียกร้องค่าเสียหายและค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้นไว้เป็นหลักฐาน โดยผ่านความเห็นชอบจากองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านดู่ การมีส่วนร่วมของประชาชน

จากสภาพปัญหาดังกล่าว ทางกลุ่มเกษตรกรหมู่บ้านโป่งน้ำตกได้มีการประชุมถึงแนวทางการแก้ไขปัญหาและได้จัดทำประชาคมเสนอโครงการมายังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องพร้อมทั้งร่วมตรวจสอบสภาพพื้นที่เพื่อให้ได้รับรู้และเข้าใจตรงกันถึง



ภาพ 23 แสดงแผนที่โครงการฝายห้วยมะยมพร้อมระบบส่งน้ำ

บทที่ 5

บทสรุป

สรุป

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาความเหมาะสมของโครงการฝายห้วยมะยมพร้อมระบบส่งน้ำ เพื่อรองรับการผลิตน้ำประปาของระบบผลิตน้ำประปาบ้านโป่งน้ำตก โดยการพิจารณาความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรมของ โครงการก่อสร้างฝายทดน้ำห้วยมะยมพร้อมระบบส่งน้ำ โดยการคำนวณปริมาณน้ำที่ไหลผ่านจุดที่ตั้งฝาย คำนวณปริมาณน้ำหลากสูงสุดเพื่อกำหนดขนาดฝาย ศึกษาปริมาณน้ำที่ต้องการเพื่อกำหนดขนาดระบบส่งน้ำ การพิจารณาความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์โดยใช้วิธีการหาอัตราส่วนของมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit cost ratio, B/C ratio) เมื่อโครงการฝายห้วยมะยมพร้อมระบบส่งน้ำคิดเป็นต้นทุนค่าก่อสร้างคิดเป็นมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนสุทธิ C = 951,720 บาท ส่วนปริมาณน้ำที่ส่งให้กับระบบผลิตน้ำประปาคิดเป็นเงินรายได้ผลตอบแทนสุทธิ B = 345,090 บาท ให้อัตราส่วนผลตอบแทนต่อค่าลงทุน (B/C) เท่ากับ 0.34 เมื่อ B/C มีค่าน้อยกว่า 1 นั้นคือผลตอบแทนที่ได้รับน้อยกว่าเงินลงทุนที่ลงทุนไป จึงเป็นโครงการที่ไม่น่าลงทุน แต่โครงการนี้เป็นงานก่อสร้างของหน่วยงานภาครัฐ ที่ดำเนินการเพื่อพัฒนามาตรฐานความเป็นอยู่ของประชาชนผู้มีรายได้น้อยในเขตพื้นที่ชนบทของประเทศเพื่อให้มีคุณภาพชีวิต ความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น เป็นการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ให้เกิดสมดุลรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน อีกทั้งเป็นการพัฒนาที่มีลักษณะการพึ่งตนเอง มีความคิดริเริ่ม การตัดสินใจและความต้องการของชุมชน

ข้อเสนอแนะ

ผลงานการศึกษาการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่ออุปโภค–บริโภค และการเกษตรในพื้นที่บ้านโป่งน้ำตก หมู่ 7 ต.บ้านดู่ อ.เมือง จังหวัดเชียงราย ฉบับนี้เป็นการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแหล่งน้ำห้วยมะยมเพื่อตอบสนองความต้องการของประชาชนในพื้นที่ที่ต้องการน้ำสะอาดเพื่ออุปโภค–บริโภค อาจใช้เป็นแนวทางในการศึกษาการพัฒนาแหล่งน้ำในพื้นที่อื่น ๆ ได้

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรร่วมมือกับราษฎรในพื้นที่ ควรร่วมกันบริหารจัดการทรัพยากรน้ำที่มีอยู่ในพื้นที่ให้ได้ประโยชน์สูงสุดรวมทั้งควรมีการเพิ่มพูนความรู้ทางวิชาการและการบริหารจัดการทรัพยากรให้แก่ผู้ใช้น้ำเป็นประจำทุกปี เพื่อให้สามารถใช้ทรัพยากรน้ำที่มีอยู่อย่างรู้คุณค่าและมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการติดตามผลการดำเนินงานราษฎรในพื้นที่โครงการจะต้องมีความพร้อมในการดูแลบำรุงรักษาโครงการ เมื่อก่อสร้างแล้วเสร็จ รวมถึง

การปลูกฝังค่านิยมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ เพื่อให้สภาพป่าไม้มีความอุดมสมบูรณ์เป็นแหล่งน้ำต้นทุนได้อย่างยั่งยืน

บรรณานุกรม

กรมชลประทาน. (2553). **คูมือการปฏิบัติงาน (Work Manual) ดานวางโครงการ.** สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2561, จาก kmcenter.rid.go.th/kmc10/data/km001.pdf

นายวราวุธ วุฒิณิชย์. (2533). ฝนที่ตกบนผิวดิน. **สำนักชลประทานที่ 5 (2530).** สืบค้นเมื่อ 15 พฤษภาคม 2561, จาก http://www.rid5.net/web/?page_id=19

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (2542). **การพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กสำหรับวิศวกรและช่างเทคนิค.** สืบค้นเมื่อ 5 พฤษภาคม 2561, จาก https://www.google.co.th/search?q=การพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก+สำหรับวิศวกรและช่างเทคนิค&rlz=1C1CHZL_thTH771TH771&oq=

สำนักชลประทานที่ 3. (2556). **คู่มือการประเมินปริมาณน้ำท่าและปริมาณน้ำหลากอย่างง่าย สำหรับการพัฒนาแหล่งน้ำ.** สืบค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2561, จาก http://irrigation.rid.go.th/rid3/oe3/data/km/km01-0025.pdf

สำนักงานชลประทานที่ 5. (2530). **คู่มือการจัดทำรายงานการศึกษาโครงการ**. สืบค้นเมื่อ 15 พฤษภาคม 2561, จาก http://www.rid5.net/web/?page_id=19

สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ. (ม.ป.ป.) **ความเข้มปริมาณฝน ลุ่มน้ำภาคเหนือตอนบน**. สืบค้นเมื่อ 27 มีนาคม 2561, จาก http://hydro-1.net/08HYDRO/HD-03/3-11/Average_1.jpg

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายการประมาณราคาค่าก่อสร้างโครงการฝายห้วยมะยมพร้อมระบบส่งน้ำ

แสดงราคาต่อหน่วยของฝาย สันฝายสูง 2.00 เมตร ผนังข้างสูง 3.50 เมตร

ความกว้างของฝาย (เมตร)	ราคา (บาท)
10	308,804.30
11	322,411.16
12	336,018.01
13	350,067.53
14	375,482.91
15	386,277.98
16	402,506.45
17	416,694.22
18	435,729.86
19	447,914.39
20	459,413.42

ประมาณราคาค่าวางท่อประปา พีวีซี Ø 2 นิ้วชั้น 8.5 บ้านโป่งน้ำตก ม.7 ต.บ้านดู่ อ.เมือง จ.เชียงราย แบบ ปร.4 แผ่นที่ 1/1

สถานที่ก่อสร้าง รายการที่ บ้านโป่งน้ำตก ม.7 ต.บ้านดู่ อ.เมือง จ.เชียงราย แบบเลขที่ /2559

ประมาณการโดย นพพร สารพิพัฒน์

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุและสิ่งของ		ค่าแรงงาน		ค่าวัสดุและค่าแรงงาน	หมายเหตุ
				ราคา/หน่วย	จำนวนเงิน	ราคา/หน่วย	จำนวนเงิน		
1	ท่อ พีวีซี Ø 2 นิ้ว ชั้น 8.5 ชนิดปลายบาน	325	ท่อน	186.00	60,450.00	14	7,728.00	68,178.00	
4	ข้อต่องอ 90 องศา Ø 2 นิ้ว	50	ตัว	40.00	2,000.00	-	-	2,000.00	
6	น้ำยาประสานท่อ	20	กระป๋อง	275.00	5,500.00	-	-	5,500.00	
7	วาล์ว ปิด-เปิด พีวีซี ชนิดบอลวาล์ว Ø 2 นิ้ว	4	ตัว	180.00	720.00	-	-	720.00	
10	ค่างานดินขุด	195	ลบ.ม.	-	-	99.00	43,659.00	43,659.00	
11	ค่างานคอนกรีต	1	ลบ.ม.	1,800.00	1,800.00	346.00	692.00	2,492.00	
รวม								122,549.00	

ประมาณราคาค่าก่อสร้าง

ส่วนราชการ	ส่วนเทคโนโลยีและมาตรฐาน	สำนักบริหารจัดการน้ำ		**กรมทรัพยากรน้ำ**				
รายประมาณการค่าก่อสร้าง	ถังเก็บน้ำ ขนาดความจุ 99 ลูกบาศก์เมตร (ฝ.99)				รายการเลขที่			
ประมาณราคาโดย		เมื่อวันที่		เดือน	พฤษภาคม	พ.ศ.	2550	

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุสิ่งของ		ค่าแรงงาน		ยอดรวมค่าวัสดุและแรงงาน(บาท)	หมายเหตุ
				ราคาหน่วยละ (บาท)	จำนวนเงิน(บาท)	ราคาหน่วยละ (บาท)	จำนวนเงิน(บาท)		
	ก. งานถังเก็บน้ำ								
	1.งานดิน								
1.1	ขุดดินหลุมฐานราก/ถมคืน	8	ม.^{3}	-	-	76	608	608	
1.2	ทรายหยาบ,ทรายรองพื้น	4.5	ม.^{3}	290	1,305	55	248	1,553	
	2.งานแบบหล่อ								
2.1	ไม้แบบ 50 %	90	ม.^{2}	258	23,220	99	8,910	32,130	
2.2	ตะปู	23	กก.	25	575	-	-	575	
	3.งานคอนกรีต								
3.1	คอนกรีตหยาบ	3	ม.^{3}	1,260	3,780	272	816	4,596	
3.2	คอนกรีตโครงสร้าง	4.5	ม.^{3}	1,460	6,570	357	1,607	8,177	
3.3	คอนกรีตส่วนที่ขังน้ำ	35.50	ม.^{3}	1,480	52,540	357	12,674	65,214	
3.4	ปูนทรายขัดมัน	27	ม.^{2}	65	1,755	80	2,160	3,915	
3.5	น้ำยากันซึม	40	ลิตร	30	1,200	-	-	1,200	
	รวมยอดยกไป				90,945		27,022	117,967	
	รวมยอดยกมา				90,945		27,022	117,967	
	4.งานเหล็ก								
4.1	เหล็กเส้นกลม ฦ 6 มม.	60	กก.	21.70	1,302	2.64	158	1,460	
4.2	เหล็กเส้นกลม ฦ 9 มม.	1,336	กก.	21	28,056	2.64	3,527	31,583	
4.3	ลวดผูกเหล็ก No 18	30	กก.	27	810	-	-	810	
	5.งานผิวผนัง								
5.1	ฉาบปูนเรียบธรรมดา	258	ม.^{2}	52	13,416	70	18,060	31,476	
	6.งานทาสี								
6.1	ทาสีน้ำพลาสติก	258	ม.^{2}	30	7,740	40	10,320	18,060	
6.2	ทาซีเมนเบส	197	ม.^{2}	110	21,670	40	7,880	29,550	
	7.งานอื่นๆ								
7.1	บันไดขึ้นถัง	1	ชุด	1,260	1,260	315	315	1,575	
7.2	แผ่นสังกะสีกันซึม เบอร์ 28 ขนาด 0.91 x 2.435 ม.	14	แผ่น	210	2,940			2,940	
7.3	แผ่นเหล็กหนา 3 มม. 0.10 x 0.10 ม.	28	แผ่น	30	840	200	200	1,040	
7.4	กุญแจล็อกก๊อกน้ำ	6	ชุด	70	420			420	
	8.งานท่อน้ำล้น								
8.1	ท่อ PVC ยาว 0.20 ม. ฦ 2 "	3	ท่อน	10	30			30	
8.2	ข้องอ 90 PVC ชั้น 13.5 ฦ 2"	3	ตัว	18	54			54	

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุสิ่งของ		ค่าแรงงาน		ยอดรวมค่าวัสดุและแรงงาน(บาท)	หมายเหตุ
				ราคาหน่วยละ (บาท)	จำนวนเงิน(บาท)	ราคาหน่วยละ (บาท)	จำนวนเงิน(บาท)		
8.3	ข้อต่อเกลียวในแหวนทองเหลือง PVC ฦ 2 "	3	ตัว	72	216	200	200	416	
8.4	ท่อเหล็กอาบสังกะสี ผ่านผนัง ยาว 0.30 ม. ฦ 2"	3	ท่อน	70	210			210	
8.5	ฝาครอบ PVC ชั้น 13.5 ฦ 2"	3	ตัว	15	45			45	
	รวมยอดยกไป				169,954		67,682	237,636	
	รวมยอดยกมา				169,954		67,682	237,636	
8.6	ทำเกลียวท่อ G/S ฦ 2"	3	จุด	-	-	15	45	45	
	9.ท่อเชื่อมระหว่างถัง								
9.1	ท่อเหล็กอาบสังกะสี ผ่านผนัง ยาว 0.80 ม. ฦ 2"	6	ท่อน	180	1,080			1,080	
9.2	ท่อเหล็กอาบสังกะสี ผ่านผนัง ยาว 0.40 ม. ฦ 2"	5	ท่อน	85	425			425	
9.3	ยูเนียนเหล็กอาบสังกะสี ฦ 2"	5	ตัว	96	480			480	
9.4	ประตูน้ำทองเหลือง ฦ 2"	5	ชุด	880	4,400			4,400	
9.5	ข้องอเหล็กอาบสังกะสี 90 ม-ม ฦ 2"	5	ตัว	43	215	500	500	715	
9.6	นิปเปิ้ลเหล็กอาบสังกะสี ฦ 2"	8	ตัว	30	240			240	
9.7	สามทางฉากเหล็กอาบสังกะสี ฦ 2"	1	ตัว	85	85			85	
9.8	สามทางลดเหล็กอาบสังกะสี ฦ 2"	3	ตัว	70	210			210	
9.9	ท่อเหล็กอาบสังกะสี + ข้อต่อยาว 6 ม. ฦ 2"	1	ท่อน	1,016	1,016			1,016	
9.10	ทำเกลียวท่อ G/S ฦ 2"	13	จุด	-	-	15	195	195	
	10.ท่อจ่ายน้ำ								
10.1	ท่อเหล็กอาบสังกะสี + ข้อต่อยาว 6 ม. ฦ 3/4"	2	ท่อน	330	660			660	
10.2	สามทางฉากเหล็กอาบสังกะสี ฦ 3/4"	3	ตัว	25	75			75	
10.3	ข้องอเหล็กอาบสังกะสี 90 ม-ม ฦ 3/4"	12	ตัว	10	120	300	300	420	
10.4	ข้อต่อตรงเหล็กอาบสังกะสี ฦ 3/4"	6	ตัว	8	48			48	
10.5	ก๊อกน้ำทองเหลือง ฦ 3/4"	6	อัน	180	1,080			1,080	
10.6	ทำเกลียวท่อ G/S ฦ 3/4"	42	จุด	-	-	10	420	420	
	รวมยอดยกไป				180,088		69,142	249,230	
	รวมยอดยกมา				180,088		69,142	249,230	
	11.ท่อน้ำทิ้ง								
11.1	ท่อเหล็กอาบสังกะสี ผ่านผนัง ยาว 0.30 ม. ฦ 2"	9	ท่อน	70	630	-	-	630	
11.2	ปลั๊กอุดเหล็กอาบสังกะสี ฦ 2"	9	ตัว	20	180	-	-	180	
11.3	ทำเกลียวท่อ G/S ฦ 2"	9	จุด	-	-	15	135	135	
	12.ท่อน้ำเข้า								
12.1	ท่อ PVC ยาว 4 ม. ชั้น 8.5 ปลายเรียบ ฦ 4 "	3	ท่อน	490	1,470			1,470	
12.2	ท่อสังกะสีรับน้ำฝน ฦ 4" เบอร์ 28	1	ม.	210	210			210	
12.3	ข้องอ 90 PVC ชั้น 13.5 ฦ 4"	6	ตัว	107	642	300	300	942	
12.4	สามทาง Y PVC ฦ 4"	2	ตัว	265	530			530	
12.5	ข้อต่อเกลียวนอก PVC ชั้น 13.5 ฦ 4 "	2	ตัว	63	126			126	
12.6	ประตูน้ำทองเหลือง ฦ 4"	2	ชุด	3,100	6,200	-	-	6,200	
12.7	เข็มขัดรัดท่อ ฦ 4"	8	ตัว	50	400	-	-	400	

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุสิ่งของ		ค่าแรงงาน		ยอดรวมค่าวัสดุและแรงงาน(บาท)	หมายเหตุ
				ราคาหน่วยละ (บาท)	จำนวนเงิน(บาท)	ราคาหน่วยละ (บาท)	จำนวนเงิน(บาท)		
	13.วัสดุเชื่อมประสานท่อ								
13.1	น้ำยาเชื่อมต่อท่อ PVC ขนาด 250 กรัม	1	กระป๋อง	60	60	-	-	60	
13.2	เทปพันเกลียว	5	ม้วน	12	60	-	-	60	
	14.งานเสาเข็ม								
14.1	เสาเข็มหกเหลี่ยมกลวง ฦ 6" x 4 ม.	168	ต้น	260	43,680	83	13,944	57,624	
14.2	ทดสอบดิน	1	จุด	-	-	6,500	6,500	6,500	
	รวมยอดยกไป				234,276		90,021	324,297	
	รวมยอดยกมา				234,276		90,021	324,297	
	ข. งานหลังคา								
	15.งานเสาเข็ม								
15.1	เสาเข็มหกเหลี่ยมกลวง ฦ 6" x 4 ม.	24	ต้น	260	6,240	83	1,992	8,232	
	16.งานดิน								
16.1	ขุดดินหลุมฐานราก/ถมดิน	12	ม.^{3}	-	-	76	912	912	
16.2	ทรายหยาบ,ทรายรองพื้น	0.20	ม.^{3}	290	58	55	11	69	
	17.งานแบบหล่อ								
17.1	ไม้แบบ 80 %	29	ม.^{2}	413	11,977	99	2,871	14,848	
17.2	ตะปู	3	กก.	25	75	-	-	75	
	18.งานคอนกรีต								
18.1	คอนกรีตหยาบ	0.20	ม.^{3}	1,260	252	300	60	312	
18.2	คอนกรีตโครงสร้าง	2.20	ม.^{3}	1,460	3,212	466	1,025	4,237	
	19.งานเหล็ก								
19.1	เหล็กเส้นกลม ฦ 6 มม.	25	กก.	21.70	543	2.64	66	609	
19.2	เหล็กเส้นกลม ฦ 12 มม.	27	กก.	20	540	2.64	71	611	
19.3	เหล็กข้ออ้อย ฦ 12 มม.	59	กก.	20	1,180	2.64	156	1,336	
19.4	เหล็กข้ออ้อย ฦ 16 มม.	237	กก.	20	4,740	2.64	626	5,366	
19.5	ลวดผูกเหล็ก No 18	10	กก.	27	270	-	-	270	
	รวมยอดยกไป				263,363		97,811	361,173	
	รวมยอดยกมา				263,363		97,811	361,173	
	20.งานผิวผนัง								
20.1	ฉาบปูนเรียบธรรมดา	21	ม.^{2}	52	1,092	70	1,470	2,562	
	21.งานทาสี								
21.1	ทาสีน้ำพลาสติก	21	ม.^{2}	30	630	40	840	1,470	
21.2	ทาสีน้ำมัน	60	ม.^{2}	35	2,100	40	2,400	4,500	
	22.งานพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก								
22.1	ทรายหยาบ,ทรายรองพื้น	4	ม.^{3}	290	1,160	55	220	1,380	
22.2	คอนกรีตโครงสร้าง	7.50	ม.^{3}	1,460	10,950	466	3,495	14,445	
22.3	เหล็กเส้นกลม ฦ 6 มม.	176	กก.	21.70	3,819	2.64	465	4,284	
22.4	ลวดผูกเหล็ก No 18	4	กก.	27	108	-	-	108	
22.5	ค่าแรงประกอบแบบ	3.5	ม.^{2}	-	-	99	347	347	
22.6	ไม้แบบ + ค่าว	2	ม.^{2}	413	826	-	-	826	
22.7	ตะปู	0.50	กก.	27	14	-	-	14	

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุสิ่งของ		ค่าแรงงาน		ยอดรวมค่า	หมายเหตุ
				ราคาหน่วยละ (บาท)	จำนวนเงิน(บาท)	ราคาหน่วยละ (บาท)	จำนวนเงิน(บาท)	วัสดุและแรงงาน(บาท)	
	23.งานอื่นๆ								
23.1	ท่อเหล็กดำ ภ 1 1/2" หนา 3 มม.	11	ท่อน	480	5,280			5,280	
23.2	ท่อเหล็กดำ ภ 1" หนา 3 มม.	23	ท่อน	280	6,440		4,550	10,990	
23.3	เหล็กตัว C ขนาด 100x50x20x2.3 มม.	21	ท่อน	514	10,794			10,794	
23.4	เหล็กแผ่น ขนาด 0.20x0.20x0.01 ม.	12	แผ่น	120	1,440			1,440	
23.5	เหล็กแบน 1/8" x 1" ยาว 6.00 ม.	13	เส้น	80	1,040	-	-	1,040	
	รวมยอดยกไป				309,055		111,597	420,652	
	รวมยอดยกมา				309,055		111,597	420,652	
23.6	เหล็กประกอบหัวเสา 50x50x10 มม.	12	แผ่น	30	360	-	-	360	
23.7	น็อตยึดแผ่นเหล็กหัวเสา ภ 1/2" ยาว 10"	24	ตัว	30	720	-	-	720	
23.8	กระเบื้องลอนคู่	230	แผ่น	48	11,040	8	1,840	12,880	
23.9	ครอบมุม 10 องศา	23	ตัว	60	1,380	5	115	1,495	
23.10	ขอยึดครอบมุม	46	ตัว	3.50	161	-	-	161	
23.11	ขอยึดกระเบื้อง	230	ตัว	3.50	805	-	-	805	
23.12	รางน้ำสังกะสี No 28	21	ม.	195	4,095	30	630	4,725	
	รวมค่าวัสดุและแรงงาน				327,616		114,182	441,798	
	รวมเป็นเงิน							441,798	
						(เงินสี่แสนสี่หมื่นหนึ่งพันเจ็ดร้อยเก้าสิบแปดบาทถ้วน)			

ส่วนเทคโนโลยีและมาตรฐาน, สำนักบริหารจัดการน้ำ, กรมทรัพยากรน้ำ. 3, รายประมาณการค่าก่อสร้าง, ถังเก็บน้ำ ขนาดความจุ 99 ลูกบาศก์เมตร (ฝ.99)

ประมาณราคาโดย .....

(นายวิรัตน์ จันทร์ชำ)

ตรวจ .....

(.....)

เห็นชอบ .....

(.....)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นพพร สารพิพัฒน์
วัน เดือน ปี เกิด	3 มิถุนายน 2512
สถานที่เกิด	แพร่
วุฒิการศึกษา	พ.ศ.2542 วศ.บ.(โยธา),มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, กรุงเทพมหานคร
ที่อยู่ปัจจุบัน	74 หมู่ 11 ตำบลบ้านหนุน อ.สอง จ.แพร่
ผลงานตีพิมพ์	ที่เกี่ยวข้องการศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง นพพร สารพิพัฒน์ (ผู้บรรยาย). (16 มิถุนายน 2561). การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่ออุปโภค บริโภค และการเกษตร ในพื้นที่บ้านโป่งน้ำตก หมู่ 7 ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ในการประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 4 (หน้า 264 – 272) พะเยา:มหาวิทยาลัยพะเยา
รางวัลที่ได้รับ	–