การพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อสนับสนุนพื้นที่ภูมิทัศน์ในศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาล มหาวิทยาลัยพะเยา

เทิดทัศน์ ภูริธรรมวิวัฒน์

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง

สิงหาคม 2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยพะเยา

การพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อสนับสนุนพื้นที่ภูมิทัศน์ในศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาล มหาวิทยาลัยพะเยา

เทิดทัศน์ ภูริธรรมวิวัฒน์

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง
สิงหาคม 2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยพะเยา

WATER RESOURCES DEVELOPMENT FOR SUPPORTING LANDSCAPED AREA IN MEDICAL CENTER AND HOSPITAL UNIVERSITY OF PHAYAO

TERDTAS PHURITHAMMAWIWAT

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

การพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อสนับสนุนพื้นที่ภูมิทัศน์ในศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาล มหาวิทยาลัยพะเยา

ของ เทิดทัศน์ ภูริธรรมวิวัฒน์

ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง

ของมหาวิทยาลัยพะเยา

..... อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

(รองศาสตราจารย์ กิตติพงษ์ วุฒิจำนงค์)

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(อาจารย์ เทอดศักดิ์ โกไศยกานนท์)

เรื่อง: การพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อสนับสนุนพื้นที่ภูมิทัศน์ในศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาล มหาวิทยาลัยพะเยา

ผู้ศึกษาค้นคว้า: เทิดทัศน์ ภูริธรรมวิวัฒน์, การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง: วศ.ม. (การบริหารงานก่อสร้าง), มหาวิทยาลัยพะเยา, 2561

อาจารย์ที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ กิตติพงษ์ วุฒิจำนงค์

คำสำคัญ พิจารณาโครงการ สำรวจ ออกแบบ

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าเรื่อง การพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อสนับสนุนพื้นที่ภูมิทัศน์ศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยพะเยา เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงเทคนิคถึงปริมาณแหล่งน้ำต้นทุนของโครงการว่ามีปริมาณเพียงพอที่จะสนับสนุนโครงการได้หรือไม่ เมื่อแหล่งน้ำมีปริมาณเพียงพอ ขั้นตอนต่อไปคือการสำรวจหาสภาพภูมิประเทศที่เหมาะสมในการก่อสร้างโครงการแล้วจึงนำไปสู่กระบวนการศึกษาออกแบบระบบท่อส่งน้ำและขนาดอ่างเก็บน้ำเบื้องต้นที่เหมาะสมต่อไป

ในการศึกษาใช้วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกคือการหาข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ ขั้นตอนที่สองคือการหาปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชในพื้นที่ 365 ไร่ ขั้นตอนที่สามคือการหาน้ำเพื่อสนับสนุนโครงการ โดยแหล่งน้ำที่พอมีศักยภาพมาจากน้ำอุปโภคบริโภคของประชากรภายในมหาวิทยาลัยที่ปล่อยลงสู่ฝายและน้ำจากการสร้างอ่างกักเก็บน้ำ ขั้นตอนที่สี่การพิจารณาโครงการเบื้องต้นคือตรวจสอบสภาพปัญหา ตรวจสอบสภาพพื้นที่ และการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านต่าง ๆ ขั้นตอนสุดท้ายคือการออกแบบลักษณะโครงการเบื้องต้น เพื่อออกแบบลักษณะโครงการที่เหมาะสม

จากผลการศึกษาค้นคว้าที่ได้พบว่า แหล่งน้ำต้นทุนเพียงพอต่อความต้องการ โดยรูปแบบของโครงการประกอบด้วย การสูบน้ำด้วยไฟฟ้าและการสร้างอ่างเก็บน้ำ โครงการสูบน้ำแบ่งออกเป็น 2 ช่วง ช่วงแรกสูบชักน้ำด้วยกำลัง 14.23 กิโลวัตต์และพักน้ำที่ถังพักบริเวณเรือนพักรับรอง ใช้ท่อขนาด 4 นิ้ว ช่วงที่ 2 ปล่อยน้ำสู่พื้นที่ศูนย์การแพทย์ด้วยแรงโน้มถ่วง ใช้ท่อขนาด 6 นิ้ว เขื่อนเป็นชนิดเขื่อนดิน ทำนบดินสูง 11 เมตร ความจุที่ระดับสูงสุดเท่ากับ 110,000.00 ลูกบาศก์เมตร ความจุที่ระดับเก็บกักเท่ากับ 76,967.00 ลูกบาศก์เมตร โครงการสามารถช่วยเหลือพื้นที่ป่าไม้ในบริเวณศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยพะเยา ได้เพียงพอต่อความต้องการ

Title: WATER RESOURCES DEVELOPMENT FOR SUPPORTING LANDSCAPED AREA IN MEDICAL CENTER AND HOSPITAL UNIVERSITY OF PHAYAO

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

Advisor: Assistant Professor Kittipong Vuthijumnonk

Keyword Project consideration Survey Design

ABSTRACT

The objective of this study was conducting technical feasibility the water resources sufficiency for supporting landscaped area in Medical Center and Hospital University of Phayao. If the water resources are sufficient, the appropriate geographical location is determined for constructing the project. Then the process of studying and designing reservoir and water piping system were carried out.

The methodology of this study consisted of 5 phases. The first phase was to search for general information of the area. The second phase was to determine the quantity of water demanded by plants in 365 rai. The third phase was to find the supply water to support the project. The potential water resources derived from water consumed by people in university and then releasing to reservoir as well as water from basin. The fourth phase was to initially consider the project by monitoring the area problems, conditions, and collecting necessary data. The last phase was to design the basic characteristics of the project, so the proper characteristics of the project can be designed.

The results of this study indicated that water resource development project consisted of electric pumping and constructing reservoir. The pumping system divided into two phases. The first one was pumping water with a power of 14.23 kW and 4 inch pipe. Water was kept in a tank at the guesthouse. The second phase was releasing water from the tank to Medical Center by gravity using 6 inch pipe. A reservoir was characterized by 11 meters height earth dam, a maximum capacity of 110,000.00 cubic meters, a storage capacity of 76,967.00 cubic meters. This project could support the sufficient quantity of water forest and landscaped area in University of Phayao Medical Center and Hospital.

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเองฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณา ช่วยเหลือ แนะนำ และให้คำปรึกษาอย่างดียิ่ง จาก รองศาสตราจารย์ กิตติพงศ์ วุฒิจำนงค์ ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาถ่ายทอดความรู้ แนวคิด วิธีการ คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ยิ่งจนการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองสำเร็จสมบูรณ์ได้ ผู้ศึกษาค้นคว้าขอ กราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คุณพรมงคล ชิดชอบ ผู้อำนวยการส่วนวางโครงการที่ 1 และคุณพนมศักดิ์ ใช้สมบุญ หัวหน้าฝ่ายวางโครงการที่ 1 สำนักบริหารโครงการ กรมชลประทาน ที่กรุณาตรวจสอบ ชี้แนะ แก้ไขข้อบกพร่อง และให้คำแนะนำ ตลอดจนกรุณาอำนวยความสะดวกในการเดินทางมาศึกษา

ขอขอบพระคุณ คุณวิวัฒน์ รักษาไพร วิศวกรโยธาปฏิบัติการ ฝ่ายวางโครงการที่ 1 ส่วนวางโครงการที่ 1 ที่ให้ความอนุเคราะห์เรื่องคำปรึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบ

ขอขอบพระคุณ คุณประทีป ต่ายใหญ่เที่ยงและบิดา มารดา ที่คอยช่วยเหลือสนับสนุนทั้งด้านกำลังใจ กำลังทรัพย์และให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านด้วยดีเสมอมา

ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตสาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้างทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและส่งเสริมกำลังใจตลอดมา นอกจากนี้ยังมีผู้ที่ให้ความร่วมมือช่วยเหลืออีกหลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามในที่นี้ได้หมด จึงขอขอบคุณทุกท่านเหล่านั้นไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงมีทั้งหลายจากการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทีแด่บิดา มารดา และบูรพาจารย์ที่เคยอบรมสั่งสอนตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ผู้ศึกษาหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานศึกษาค้นคว้าฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อสนับสนุนพื้นที่ภูมิทัศน์ในศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยพะเยาไม่มากก็น้อย

เทิดทัศน์ ภูริธรรมวิวัฒน์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

สมมติฐานของการศึกษา 2

ขอบเขตของการศึกษา 2

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา 3

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

งานพิจารณาโครงการเบื้องต้น 4

การออกแบบระบบท่อส่งน้ำชลประทานรับแรงดัน 9

การออกแบบเขื่อนดิน 12

ลักษณะทางโครงสร้างและชนิดของเขื่อนดิน 17

ส่วนประกอบของเขื่อนดิน 20

วัสดุก่อสร้างเขื่อนดิน 22

แหล่งดินก่อสร้างตัวเขื่อน 23

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 24

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย....24
การเก็บรวบรวมข้อมูล....25
ขั้นตอนการศึกษา....25
การศึกษาข้อมูลทั่วไปของพื้นที่....26
การหาน้ำเพื่อสนับสนุนโครงการ....34
การพิจารณาโครงการเบื้องต้น....41
บทที่ 4 ผลการวิจัย....45
การออกแบบท่อส่งน้ำเบื้องต้น....47
การออกแบบอ่างเก็บน้ำเบื้องต้น....54
รายละเอียดระบบท่อส่งน้ำและทำนบดินหัวงาน....58
บทที่ 5 บทสรุป....60
วิจารณ์และสรุปผลการศึกษา....61
ข้อเสนอแนะ....62
บรรณานุกรม....63
ภาคผนวก....65
ภาคผนวก ก ตารางและกราฟที่ใช้ประกอบการออกแบบ....66
ภาคผนวก ข เรื่องขอความอนุเคราะห์....70
ประวัติผู้วิจัย....73

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญตรวจวัดอากาศจังหวัดพะเยา (48310) 29

ตาราง 2 แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนที่สถานีวัดน้ำฝน (73013) อำเภอเมือง 30

ตาราง 3 แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนที่อ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ อำเภอเมือง..... 31

ตาราง 4 แสดงค่า Crop Factor (Kc) ของไม้ยืนต้น 32

ตาราง 5 แสดงการคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องการ บริเวณศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาล.....24

ตาราง 6 แสดงปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนที่อ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ อำเภอเมือง 36

ตาราง 7 แสดงปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนที่ฝาย (ห้วยทับช้าง) มหาวิทยาลัยพะเยา.....37

ตาราง 8 แสดงปริมาณการใช้น้ำประปาที่ทิ้งลงสู่ฝาย (ห้วยทับช้าง) มหาวิทยาลัยพะเยา.....38

ตาราง 9 แสดงปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน อ่างเก็บน้ำ (ห้วยเคียน).....39

ตาราง 10 แสดงการคำนวณค่า HGL ค่า EGL ค่าระดับท่อ และค่าแรงดันน้ำช่วงที่ 1.....50

ตาราง 11 แสดงการคำนวณค่า HGL ค่า EGL ค่าระดับท่อ และค่าแรงดันน้ำช่วงที่ 2 53

ตาราง 12 แสดงการคำนวณพื้นที่ผิวอ่างและปริมาตรความจุ 54

ตาราง 13 แสดงสถิติข้อมูลอากาศเฉลี่ยย้อนหลัง 30 ปี จ.พะเยา 66

ตาราง 14 แสดงค่า ETO Penman Monteith 67

ตาราง 15 แสดงค่าสัมประสิทธิความขรุขระของผิวภายในท่อ : C.....68

ตาราง 16 แสดงตารางแสดงค่า Coefficient of Terrain's Slope.....69

ตาราง 17 แสดงตารางแสดงอัตราการกัดเซาะผิวดิน 69

ตาราง 18 แสดงตารางความสัมพันธ์ระหว่าปริมาณน้ำไหลลงอ่างและอายุการใช้งาน.....69

ตาราง 19 แสดงขนาดของหินทิ้งตาม U.S. Corps of Engineers (1984) 69

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 แสดงผังงานลำดับขั้นตอนการออกแบบเขื่อนดิน 13

ภาพ 2 แสดงรูปแบบเขื่อนดินประเภทเนื้อเดียวกัน 3 รูปแบบ 18

ภาพ 3 แสดงเขื่อนดินชนิดแบ่งส่วนแบบแกนกลางหนา (Thick Central Core) 19

ภาพ 4 แสดงเขื่อนดินชนิดแบ่งส่วนแบบแกนกลางเอียง (Inclined Core) 19

ภาพ 5 แสดงเขื่อนดินชนิดแบ่งส่วนแบบแกนกลางบาง (Thin Central Core) 20

ภาพ 6 แสดงเขื่อนดินชนิดแบ่งส่วนแบบ Hydraulic Fill Type.....20

ภาพ 7 แสดงแสดงแปลนแสดงส่วนประกอบของเขื่อนดินถม 21

ภาพ 8 แสดงรูปตัดตามยาวตามแนวศูนย์กลางสันเขื่อน แสดงส่วนประกอบดินถม 21

ภาพ 9 แสดงรูปตัดขวางตัวเขื่อน 22

ภาพ 10 แสดงแผนที่แสดงตำแหน่งพื้นที่ทำการศึกษา 26

ภาพ 11 แสดงขอบเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยและโรงพยาบาล 27

ภาพ 12 แสดงแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณศูนย์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา 27

ภาพ 13 แผนภูมิวงกลมจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ศูนย์การแพทย์ 28

ภาพ 14 แสดงกราฟปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยที่สถานี 73013 อ.เมือง จ.พะเยา.....30

ภาพ 15 แสดงกราฟปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยที่อ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ อ.เมือง จ.พะเยา 31

ภาพ 16 แสดงแหล่งน้ำที่สนับสนุนพื้นที่เพาะปลูกโครงการ.....35

ภาพ 17 แสดงกราฟปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยที่อ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ อ.เมือง จ.พะเยา.....36

ภาพ 18 แสดงกราฟปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยที่ฝาย (ห้วยทับช้าง) มหาวิทยาลัยพะเยา 37

ภาพ 19 แสดงกราฟเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำประปารายเดือนระหว่าง.....39

ภาพ 20 แสดงกราฟปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ย อ่างเก็บน้ำ (ห้วยเคียน).....40

ภาพ 21 แสดงฝายหน้าหอพัก (ฝายห้วยทับช้าง) มหาวิทยาลัยพะเยา 43

ภาพ 22 แสดงบริเวณหัวงานอ่างเก็บน้ำ (ห้วยเคียน) มหาวิทยาลัยพะเยา.....43
ภาพ 23 แสดงแผนผังแสดงตำแหน่งต่าง ๆ ของโครงการ.....45
ภาพ 24 แสดงรูปตัดตามยาวแนววางท่อส่งน้ำ.....46
ภาพ 25 แสดงแนวทางลักษณะการออกแบบท่อส่งน้ำ.....47
ภาพ 26 แสดงกราฟแสดงค่า HGL ค่า EGL ระดับดินและระดับท่อช่วงที่ 1.....50
ภาพ 27 แสดงกราฟแสดงค่า HGL ค่า EGL ระดับดินและระดับท่อช่วงที่ 2.....53
ภาพ 28 แสดงกราฟโค้งพื้นที่และโค้งความจุ.....54
ภาพ 29 แสดงรูปตัดด้านข้างของตัวเชื่อน.....57
ภาพ 30 แสดงกราฟ Moody Diagram.....68

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

1. ความเป็นมา

ตามที่มหาวิทยาลัยพะเยาและชุมชนโดยรอบมหาวิทยาลัย ต้องประสบกับปัญหาเรื่องการขาดแคลนน้ำขั้นวิกฤตสืบเนื่องเป็นประจำทุกปี ซึ่งนับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้นเรื่อย ๆ ตามอัตราความเจริญของชุมชน ประกอบกับมีหนังสือคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ ศธ 0590.23/0670 ลงวันที่ 26 กันยายน 2560 โดย อาจารย์เทอดศักดิ์ โกไศยกานนท์ คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ถึง ผู้อำนวยการ สำนักชลประทานที่ 2 ขอความอนุเคราะห์ให้ข้าราชการในสังกัด ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำให้กับมหาวิทยาลัยพะเยาและชุมชนข้างเคียง

2. ความสำคัญของปัญหา

ปัญหาการขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้ง เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับพื้นที่หลายพื้นที่ในประเทศไทยที่ทวีความรุนแรงมากขึ้นทุก ๆ ปี รวมทั้งมหาวิทยาลัยพะเยาที่มีพื้นที่ป่าไม้ค่อนข้างมากจึงต้องประสบกับปัญหานี้ด้วย

ปัญหาที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการเจริญเติบโตของมหาวิทยาลัย และการเจริญเติบโตของชุมชนข้างเคียง จึงส่งผลให้ความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรมและการอุปโภคบริโภคมีเพิ่มมากขึ้น ทำให้ทางมหาวิทยาลัยตะหนักถึงปัญหาดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งอ่างเก็บน้ำที่มีปริมาณน้ำอย่างจำกัด

การพัฒนาแหล่งน้ำและการบริหารจัดการน้ำของมหาวิทยาลัย มักประสบปัญหามาโดยตลอด เนื่องจากการหาบริเวณที่เหมาะสมในการก่อสร้างเขื่อนขนาดใหญ่ทำได้ยาก นอกจากนี้ยังต้องประสบปัญหาทางด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อม ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้เห็นว่า การพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กจะทำได้ง่ายและคล่องตัวกว่า เพราะจะสามารถสร้างให้กระจายอยู่ทั่ว ๆ ไปทุกพื้นที่ และในปีหนึ่ง มีน้ำเสียที่ถูกปล่อยทิ้งจากหอพักภายในมหาวิทยาลัยเป็นจำนวนค่อนข้างมาก ถ้าหากไม่มีการจัดการที่ดีอาจส่งผลกระทบต่อพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยและบริเวณชุมชนข้างเคียงได้

ในการศึกษานี้จะเป็นการบริหารจัดการพัฒนาแหล่งน้ำ จากน้ำที่ได้มาจากการอุปโภคบริโภคบริเวณหอพักและอาคารข้างเคียงภายในมหาวิทยาลัยพะเยา มาบริหารจัดการให้เกิดผลประโยชน์สูงสุด รวมทั้งพัฒนาหาแหล่งน้ำจากพื้นที่มหาวิทยาลัย ที่พอมีศักยภาพในการสร้างอ่างกักเก็บน้ำภายในมหาวิทยาลัย เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำในบริเวณพื้นที่โรงพยาบาลและบริเวณภายในมหาวิทยาลัยได้อย่างมั่นคงและยืน

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาปริมาณแหล่งน้ำต้นทุน ปริมาณความต้องการน้ำของพืช
2. เพื่อศึกษาสภาพภูมิประเทศในการก่อสร้างโครงการที่เหมาะสม
3. เพื่อศึกษาออกแบบระบบท่อส่งน้ำและขนาดอ่างเก็บน้ำเบื้องต้นที่เหมาะสม

สมมติฐานของการศึกษา

1. น้ำอุปโภคบริโภคที่ถูกทิ้งจากบริเวณหอพักและอาคารข้างเคียง มีปริมาณมากและสามารถนำมาบริหารจัดการเพื่อลดปัญหาและช่วยเหลือการขาดแคลนน้ำในพื้นที่เพาะปลูกบริเวณโดยรอบโรงพยาบาลได้อย่างเพียงพอ

2. พื้นที่บริเวณหน้าอาคารรับรองอธิการบดี มีศักยภาพในการสร้างอ่างกักเก็บน้ำขนาดเล็กได้

ขอบเขตของการศึกษา

ในการศึกษานี้จะดำเนินการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ ในพื้นที่ขอบเขตมหาวิทยาลัยพะเยา บริเวณพื้นที่ตั้งหัวงาน และพื้นที่สวนป่าที่ได้รับประโยชน์จำนวน 365 ไร่ การศึกษานี้จะประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินการคือ งานพิจารณาโครงการ งานสำรวจขอบเขตโครงการ และงานออกแบบลักษณะเค้าโครงเบื้องต้น เริ่มจากเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน ปริมาณน้ำต้นทุน ความต้องการน้ำของพืช ตลอดจนการออกระบบท่อส่งน้ำและลักษณะอ่างเก็บน้ำเบื้องต้น

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา

ผลประโยชน์ของโครงการ

ท่อส่งน้ำ

1. สามารถส่งน้ำช่วยเหลือพื้นที่เพาะปลูกหน้าแล้งในเขตโรงพยาบาลได้ 365 ไร่

2. การจัดการน้ำเสียที่ถูกทิ้งจากบริเวณหอพักและอาคารข้างเคียงได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นระบบ

อ่างเก็บน้ำ

1. ส่งน้ำช่วยเหลือพื้นที่เพาะปลูกบริเวณมหาวิทยาลัย

2. เป็นแหล่งน้ำสำหรับอุปโภค บริโภค

3. เป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำเพื่อบริโภค

4. ช่วยบรรเทาอุทกภัยในหน้าฝน

ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษา

1. สามารถนำผลการศึกษาไปต่อยอดศึกษาเพิ่มเติม ปรับปรุงแก้ไขเพื่อพัฒนาโครงการในอนาคต

2. สามารถนำผลการศึกษาเป็นแนวทางในการวิจัยสำหรับผู้ที่สนใจ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อสนับสนุนพื้นที่เพาะให้เพียงพอต่อความต้องการ จะใช้ระบบส่งน้ำจากที่ต่ำสู่ที่สูงโดยแรงดันภายในท่อและอาศัยแรงโน้มถ่วงส่งน้ำไปกักเก็บที่อ่างเก็บน้ำ อีกส่วนจ่ายเข้าสูพื้นที่การเกษตรโดยรอบโรงพยาบาล

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีดังนี้

1. งานพิจารณาโครงการเบื้องต้น
2. การจัดการน้ำชลประทาน
3. การออกแบบเค้าโครงเบื้องต้น
4. ลักษณะทางโครงสร้างและชนิดของเขื่อนดิน

งานพิจารณาโครงการเบื้องต้น

โครงการประเภทสถานีสูบน้ำ

พิจารณาวางโครงการจึงต้องกระทำอย่างรอบคอบและพิจารณาครอบคลุมทั้งระบบหลักการสำคัญที่จะต้องคำนึงถึงเพื่อให้การวางโครงการและการออกแบบ มีประสิทธิผล มีดังนี้

1. ความประหยัดค่าลงทุน แต่ให้มีความเชื่อถือได้ตามวัตถุประสงค์ในการใช้งาสูงสุด
2. สะดวกต่อการใช้งานและบำรุงรักษาตลอดอายุการใช้งานของโครงการ
3. ประหยัดพลังงานเพื่อให้มีค่าใช้จ่ายประจำต่ำสุด

การเลือกตั้งโครงการและการตรวจสอบ

การพิจารณาวางโครงการสูบน้ำเริ่มจากการเลือกที่ตั้งโครงการ ที่ตั้งที่เหมาะสมให้สถานีสูบน้ำ ทำงานได้สะดวกและประหยัดค่าก่อสร้าง ความเหมาะสมทางเทคนิคควรจะมีความสำคัญเป็นอันดับแรก แต่ในขณะเดียวกันจะต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมและปัญหาทางสังคมที่จะตามมาด้วย เช่น การจัดหา ที่ดิน ความเกี่ยวพันกับโครงการพัฒนาอื่นในพื้นที่ที่มีอยู่ก่อนแล้ว พระราชบัญญัติและกฎระเบียบของ ท้องถิ่นที่จะต้องปฏิบัติตาม เป็นต้น

1. เงื่อนไขทั่ว ๆ ไปเกี่ยวกับการเลือกสถานที่ เงื่อนไขต่อไปนี้เป็นสิ่งที่จะต้องนำเข้ามาพิจารณาในการวางโครงการ

2. สภาพภูมิประเทศ ตำแหน่งที่ตั้ง ของสถานีสูบน้ำไม่ควรจะมีผลให้เกิด Head ทางด้านดูดหรือด้านจ่ายสูงเกินไป กล่าวคือระดับดินควรอยู่ใกล้ผิวน้ำ เพื่อหลีกเลี่ยงการขุดบ่อสูบที่มาก Head ด้านดูดที่ต่ำจะเอื้ออำนวยให้สามารถเลือกใช้ปั๊มที่ราคาสูงมากได้

3. ความมั่นคงแข็งแรงของฐานราก สภาพดินควรจะมีความเหมาะสมต่อการก่อสร้างฐานรากและอาคารสถานี พื้นที่และตลิ่งจะต้องมั่นคง ไม่มีการทรุดตัวหรือถูกน้ำกัดเซาะ พังทลายได้ง่าย

4. สภาพแวดล้อมและปัญหาทางสังคม สามารถจัดซื้อที่ดินได้ ไม่มีอุปสรรคในการดำเนินการก่อสร้าง ตัวอาคารที่จะสร้างขึ้นไม่มีผลกระทบในแง่ลบต่อสิ่งก่อสร้างที่มีอยู่ก่อนแล้ว

5. มีถนนเข้าออกที่เหมาะสมสำหรับการดำเนินการก่อสร้างและขนย้ายเครื่องมือ

6. อยู่ใกล้สายส่งที่มีแรงดันกระแสไฟฟ้าที่เหมาะสมกับความต้องการของสถานีความมั่นคงของกระแสไฟฟ้าที่มีอยู่เชื่อถือได้น้อย อาจจำเป็นต้องพิจารณาเลือกต้นกำลังที่เป็นเครื่องยนต์

7. สถานีสูบน้ำจะต้องอยู่ในสถานที่ ที่จะเข้าไปปฏิบัติงานได้สะดวก เมื่อการก่อสร้างเสร็จแล้ว

8. จำเป็นต้องมีการศึกษาล่วงหน้า ถึงค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดจากผลกระทบทางสังคมของโครงการไว้ด้วย

9. การออกแบบ ก่อสร้าง และดำเนินงานโครงการ จะต้องปฏิบัติตามกฎหมายและระเบียบของท้องถิ่น

10. จะต้องศึกษาถึงผลกระทบในเรื่องเสียง ความสั่นสะเทือน และมลภาวะที่อาจเกิดขึ้นจากการดำเนินการโครงการนั้น

โครงการประเภทอ่างเก็บน้ำ

หลักการพิจารณาโครงการมีดังนี้ (สมเกียรติ ประจำวงษ์, 2542)

1. พิจารณาตำแหน่งที่ตั้งของเขื่อนหลัก (Main Dam)

2. พิจารณาตำแหน่งที่ตั้งอาคารทางระบายน้ำล้น (Service Spillway)

3. พิจารณาตำแหน่งที่ตั้งอาคารท่อส่งน้ำเข้าคลองส่งน้ำ (Canal Outlet)

4. พิจารณาตำแหน่งที่ตั้งอาคารท่อระบายน้ำลงลำน้ำเดิม (River Outlet)

5. พิจารณาตำแหน่งที่ตั้งอาคารทางระบายน้ำฉุกเฉิน (Emergency Spillway)

6. พิจารณาตำแหน่งที่ตั้งทำนบปิดช่องเขาขาด (Saddle Dam)

การพิจารณาถึงความต้องการและปัญหาที่เกิดขึ้นในเขตพื้นที่โครงการทำให้ทราบถึงขอบเขตโครงการและรายละเอียดเบื้องต้นของโครงการ ประกอบด้วย พิกัดจุดที่ตั้งหัวงาน ชื่อลำน้ำและบริเวณที่จะได้รับประโยชน์จากโครงการ ซึ่งดูได้จากแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ร่วมกับการตรวจสอบรายละเอียดพื้นที่โครงการในสนาม หลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกจุดที่ตั้งหัวงาน มีดังนี้

พิจารณาบริเวณที่มีสภาพภูมิประเทศที่เหมาะสม (Topo Suitability)

1. ถ้าเป็นหัวงานประเภทอ่างเก็บน้ำ ควรเป็นบริเวณเขาแคบ หรือมีสันเนินอยู่ใกล้กัน บริเวณที่เก็บกักน้ำมีลักษณะเป็นแอ่งกว้าง ทำให้ไม่ต้องสร้างทำนบดินยาวเกินไปหรือสูงเกิน

2. ถ้าเป็นหัวงานประเภทฝายหรือเขื่อนทดน้ำ ควรเลือกทำเลที่มีช่องลัดแนวลำน้ำ บริเวณเหนือน้ำและท้ายน้ำค่อนข้างตรง มีตลิ่งสูงและมั่นคง ลำน้ำมีน้ำไหลตลอดปี ไม่คดเคี้ยวมากนัก และเป็นบริเวณที่น้ำไม่กัดเซาะตลิ่ง

3. พิจารณาบริเวณที่มีสภาพทางธรณีวิทยาและสภาพฐานรากที่เหมาะสม (Geological and Foundation System) จากการตรวจสอบชั้นดินหรือชั้นหิน ที่ไม่มีรอยแตกหรือรอยแยกมากเกินไป ซึ่งจะเป็นสาเหตุทำให้เกิดน้ำซึมลอดใต้อาคารหัวงานได้ นอกจากนี้ต้องพิจารณาถึงค่า Bearing Capacity ของดินที่เป็นฐานราก ว่าสามารถรองรับน้ำหนักอาคารหัวงานได้โดยปลอดภัย

4. หัวงานควรตั้งอยู่บริเวณที่สูง สามารถส่งน้ำหรือมี Head เพียงพอที่จะส่งน้ำไปยังพื้นที่เพาะปลูกที่ต้องการจะช่วยเหลือได้ และหลีกเลี่ยงการเกิดน้ำท่วมพื้นที่เพาะปลูกและบริเวณ ที่อยู่อาศัยของราษฎรเสียหายจนเป็นเหตุให้ราษฎรในพื้นที่จำนวนมากได้รับความเดือดร้อน

ข้อมูลโครงการจะจัดทำให้อยู่ในรูปแบบของรายงานในระดับความระเอียดต่างๆกัน ซึ่งจัดทำโดยแบ่งแยกรายละเอียด ดังนี้

1. รายงานเบื้องต้น (Reconnaissance Report) เป็นรายงานที่ให้ข้อมูลลักษณะโครงการอ่างเก็บน้ำเบื้องต้นเท่านั้น เช่น ความเป็นมาและที่ตั้งโครงการ ขนาดอ่างเก็บน้ำ ลักษณะเขื่อนและอาคารประกอบ ขอบเขตพื้นที่ชลประทานและระบบชลประทาน เป็นต้น

2. รายงานวางโครงการ (Pre-Feasibility Report) เป็นรายงานที่ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์สามารถนำไปใช้ในการออกแบบรายละเอียดได้ ลักษณะข้อมูลที่นำเสนอไว้ในรายงานเล่มนี้ประกอบด้วย ความเป็นมาโครงการ ที่ตั้งโครงการ ลักษณะโครงการโดยสรุป รายละเอียดข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา น้ำท่า น้ำฝน สภาพภูมิอากาศ สภาพภูมิประเทศของหัวงานปละอ่างเก็บน้ำ รูปร่างขนาดเขื่อนและอาคารประกอบเบื้องต้น ข้อมูลอุทกวิทยา ขอบเขตพื้นที่เพาะปลูกและระบบชลประทานในเบื้องต้น รวมทั้งมีการวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารระบายน้ำล้นและปริมาณน้ำเพื่อส่งให้พื้นที่เพาะปลูก ตลอดจนพิจารณาด้านเศรษฐศาสตร์และการลงทุนค่าก่อสร้างโครงการ พร้อมด้วยระยะเวลาในการก่อสร้างในเบื้องต้นด้วย ในบางโครงการหรือ ส่วนใหญ่อาจจะมีข้อมูลทางธรณีวิทยาฐานรากของเขื่อน การสำรวจแหล่งดินและชนิดของดินก่อสร้างตัวเขื่อนในเบื้องต้นด้วย

3. รายงานโครงการเร่งด่วนพิเศษ (Special Report) เป็นรายงานเร่งด่วนที่จัดทำขึ้นเป็นการเฉพาะสำหรับโครงการเร่งด่วนบางโครงการ เพื่อแสดงลักษณะโครงการโดยทั่วไป ทั้งนี้ จะไม่แสดงรายละเอียดการพิจารณาด้านเศรษฐศาสตร์และสังคม ตลอดจนการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

4. รายงานการศึกษาความเหมาะสม (Feasibility Study) เป็นรายงานที่มีการศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโครงการ ซึ่งจะให้รายละเอียดข้อมูลด้านต่าง ๆ ครอบคลุมและลงลึกมากกว่าในรายงาน นอกจากนั้นยังมีการพิจารณาและศึกษาประเมินผลในเรื่องผลกระทบสิ่งแวดล้อมและสังคม (EIA-Environmental Impact Assesment)

การจัดการน้ำชลประทาน

วิบูลย์ บุญยธโรกุล (2526) การจัดการน้ำเป็นการนำน้ำจากแหล่งน้ำไปใช้ในเพาะปลูก โดยอาศัยหลักการจัดการซึ่งประกอบด้วย การวางแผน การปฏิบัติการ การติดตามผล การประเมินผล และการวิเคราะห์ปรับปรุงแผนงาน เพื่อให้การใช้น้ำเกิดประโยชน์สูงสุดตาม

วัตถุประสงค์ของโครงการที่วางไว้ โดยเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด เกิดความขัดแย้งระหว่างผู้ใช้น้ำน้อยที่สุด และเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

แนวความคิดในการวางแผนการส่งน้ำหรือการจัดการน้ำ

การวางแผนการส่งน้ำคือการกำหนดล่วงหน้าว่า

1. ควรส่งน้ำให้ใคร (To Whom)

2. ควรส่งน้ำอย่างไร (How)

3. ควรส่งน้ำเมื่อไร (When)

4. ควรส่งน้ำเท่าใด (How much)

ซึ่งเป็นหน้าที่ของงานจัดสรรน้ำของโครงการ ผู้ที่ทำหน้าที่จัดสรรน้ำจะต้องกำหนดเป้าหมายในใจว่า ต้องพยายามให้ผู้ใช้น้ำได้รับน้ำในเวลาที่และปริมาณที่ต้องการให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แผนการส่งน้ำที่ดีจะต้องมีความยืดหยุ่นพอที่จะสามารถทำการปรับแก้ได้ตามสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ไม่เป็นไปตามที่คาดไว้

วิธีการส่งน้ำชลประทาน

ส่งน้ำชลประทานทำสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี คือ

1. วิธีการส่งน้ำแบบตลอดเวลา คือ น้ำชลประทานจะส่งไปยังพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรทุก ๆ แปลงอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา (24 ชั่วโมง) ติดต่อกันตลอดการเพาะปลูก การส่งน้ำแบบนี้ค่าลงทุนก่อสร้างระบบส่งน้ำและระบบแจกจ่ายน้ำจะมีราคาถูกว่าการส่งน้ำโดยวิธีอื่น ๆ เพราะขนาดของระบบจะเล็กลงไปเรื่อย ๆ แต่โดยทั่วไปแล้วจะมีประสิทธิภาพต่ำเพราะเกิดจากการสูญเสียน้ำมาก การใช้น้ำจากระบบนี้จะได้ผลดีและมีประสิทธิภาพต่อเมื่อเกษตรกรมีพื้นที่เพาะปลูกเป็นแปลงขนาดใหญ่

2. วิธีการส่งน้ำตามความต้องการของผู้ใช้น้ำ คือ เกษตรกรแต่ละรายมีพื้นที่เพาะปลูกจำนวนมาก และรู้จักการใช้น้ำชลประทานอย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบกับโครงการชลประทานนั้นจะต้องมีอ่างเก็บน้ำหรือแหล่งน้ำที่สามารถส่งน้ำตลอดฤดูการเพาะปลูกของเกษตรกร เมื่อเกษตรกรต้องการน้ำชลประทานก็จะต้องแจ้งต่อเจ้าหน้าที่ชลประทานทราบล่วงหน้า ประมาณ 2-3 วัน วิธีนี้การส่งน้ำแบบนี้จะใช้ได้ผลก็ต่อเมื่อมีการเก็บค่าน้ำตามปริมาตรที่เกษตรกรใช้

3. วิธีการส่งน้ำแบบหมุนเวียน คือ จะเป็นวิธีการส่งน้ำให้ผู้ใช้น้ำตามจำนวนและเวลาที่กำหนดไว้ล่วงหน้าเป็นช่วง ๆ ด้วยวิธีการนี้ผู้รับน้ำจะไม่ได้รับน้ำพร้อมกันทั้งโครงการแต่เจ้าหน้าที่โครงการจะเป็นผู้กำหนดระยะเวลาและรอบเวรการส่งน้ำ โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ซึ่งจำนวนน้ำจะต้องมากพอต่อความต้องการของพืช

งานออกแบบเค้าโครงเบื้องต้น

การออกแบบระบบท่อส่งน้ำชลประทานรับแรงดัน (คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานระบบส่งน้ำและระบายน้ำ, 2555)

การออกแบบระบบท่อส่งน้ำชลประทานนั้น โดยทั่วไปวิศวกรผู้ออกแบบมักจะพิจารณาวางแผนขั้นตอนต่าง ๆ ในการคำนวณการออกแบบ หลังจากได้พิจารณาวางแนวระบบท่อส่งน้ำไว้เรียบร้อยแล้ว ดังต่อไปนี้

1. การคำนวณปริมาณน้ำที่จะส่งทั้งหมด พร้อมปริมาณน้ำต้นทุนเฉลี่ย เมื่อทราบความต้องการน้ำทั้งหมดของพืชที่จะส่งรวมถึงน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคของคนและสัตว์เลี้ยงทั้งหมดก็จะได้ปริมาณน้ำเพื่อใช้ในการออกแบบทั้งระบบ ในขณะเดียวกันจำเป็นที่จะต้องประมาณปริมาณน้ำต้นทุนด้วยว่าเพียงพอหรือไม่ เพราะหากน้ำต้นทุนมีจำนวนจำกัด ก็จะส่งน้ำได้เท่าปริมาณน้ำต้นทุนเท่านั้น ฉะนั้น ผู้ออกแบบ จึงต้องพิจารณาเป็นพิเศษไว้ด้วย เพื่อจะระบุบอกในแบบก่อสร้างได้ว่า สามารถส่งน้ำได้มากน้อยเท่าไร

2. การคำนวณขนาดท่อที่จะใช้ในแต่ละสายทั้งระบบ เมื่อได้วางแนวท่อแต่ละสายไปตามความเหมาะสมของภูมิประเทศแล้ว ผู้ออกแบบก็สามารถคำนวณหาปริมาณน้ำในแต่ละช่วงของท่อสายแยกซอย สายซอย ตลอดจนสายท่อประทาน ซึ่งครอบคลุมพื้นที่โครงการได้ในลักษณะรวมทบขึ้นมา ดังนั้นท่อจึงมีขนาดใหญ่ละหลั่นกันเป็นลำดับ สำหรับวิธีการคำนวณขนาดท่อ จะพิจารณาจากปริมาณน้ำที่จะต้องไหลผ่านท่อนั้น ๆ พร้อมกับกำหนดค่าความเร็วจำกัดของท่อแต่ละชนิดในแต่ละสาย

จากสูตร $Q = AV$

เมื่อ Q = ปริมาณน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)

A = เนื้อที่หน้าตัดท่อส่งน้ำ (ตารางเมตร)

ในที่นี้ $A = \frac{\pi D^2}{4}$

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ (เมตร)

V = ความเร็วของน้ำในท่อ (เมตรต่อวินาที)

1. การคำนวณการสูญเสียพลังงานในเส้นท่อของระบบทั้งหมด การสูญเสียพลังงานในท่อเนื่องจากความต้านทานต่างๆ จะแบ่งออกเป็นสองประเภทด้วยกัน ดังนี้

1.1 การสูญเสียหลัก (Major Loss) โดยปกติการสูญเสียหลักจะเกิดขึ้นจากการเสียดทานของผิวท่อ ขนาดท่อ ความเร็วในการไหลและความยาวท่อ ถ้าผิวขรุขระ ความยาวท่อและความเร็วในการไหลสูง การสูญเสียพลังงานจะสูงตามไปด้วย แต่การสูญเสียพลังงานจะลดลงถ้าท่อมีขนาดโตขึ้น สำหรับท่อกลมซึ่งเป็นท่อที่ใช้ในงานวิศวกรรมเป็นส่วนใหญ่ ค่าการสูญเสียหลักในท่อชนิดดังกล่าวสามารถหาได้จากสูตร Darcy–Weisbach

$$h_f = f\frac{L}{D}\frac{V^2}{2g}$$

เมื่อ h_f = การสูญเสียหลัก (เมตร)

f = แฟคเตอร์ของความเสียดทาน จาก Moody Diagra

L = ความยาวท่อ (เมตร)

D = เส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อ (เมตร)

V = ความเร็วในการไหล (เมตรต่อวินาที)

g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก (เมตรต่อวินาที^{2})

การออกแบบโดยสูตรการไหลของ Hazen–Williams

$$V = 4.57 \times 10^{-3} \times CD^{0.63}S^{0.54}$$
$$Q = 3.59 \times 10^{-6} \times CD^{2.63}S^{0.54}$$
$$\frac{h_f}{L} = 10.666\frac{Q^{1.85}}{C^{1.85}D^{4.87}}$$

เมื่อ V= ความเร็วเฉลี่ยของน้ำ (Mean Velocity of Flow) มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที

C = สัมประสิทธิ์การไหลของ Hazen–Williams

D = เส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อกลม มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร

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

h_f = การสูญเสียหัวน้ำ (Head Loss) มีหน่วยเป็น เมตร

L = ความยาวของท่อ (Extended Length of pipe)

Q = อัตราการไหลของน้ำ (Flow Rate) มีหน่วยเป็น ลิตรต่อวินาที

<u>หมายเหตุ</u>: ค่า C ขึ้นกับวัสดุและสภาพการใช้งานของท่อ ในการออกแบบใช้ค่า C ดังนี้

1. ท่อเหล็กเหนียว ค่า C อยู่ระหว่าง 80 ถึง 100
2. ท่อซีเมนต์ใยหิน (AC) ท่อพีวีซี (PVC) ท่อไฟเบอร์กลาสส์ (GRP)
3. ค่า C อยู่ระหว่าง 120 ถึง 140

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

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

เมื่อ h_m = การสูญเสียรอง (เมตร)

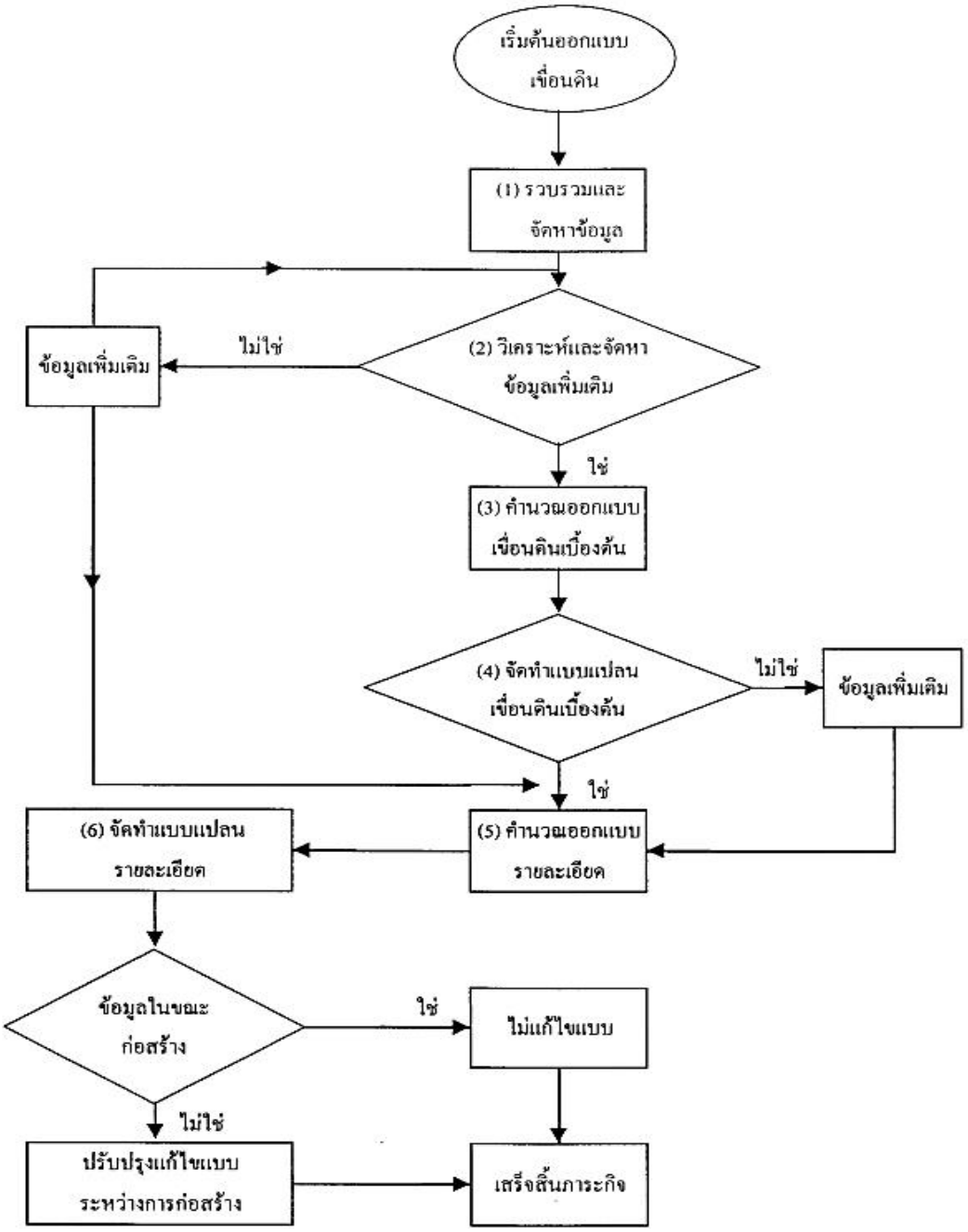
K = สัมประสิทธิ์ของการสูญเสียพลังงานรองในท่อ

V = ความเร็วในการไหล (เมตรต่อวินาที^{2})

g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก (เมตรต่อวินาที^{2})

การออกแบบเขื่อนดิน (กนกศักดิ์ ตัสมา และสุรสิทธิ์ อินทรประชา, 2548)

เขื่อนกักเก็บน้ำในประเทศไทย ส่วนใหญ่ก่อสร้างจากดินถมบดอัดแน่นทั้งนี้เนื่องจากดินเป็นวัสดุที่ราคาถูก หาได้ง่าย มีคุณสมบัติทึบน้ำ และก่อสร้างง่าย จึงนิยมนำมาทำเป็นวัสดุหลักในการก่อสร้างตัวเขื่อน ซึ่งเรียกว่า เขื่อนดินถมหรือเขื่อนดิน นอกจากมีดินเป็นวัสดุสำคัญแล้ว ยังมีวัสดุประเภท หิน กรวด และทราย เป็นวัสดุก่อสร้างรองอีกด้วย นอกจากนั้นดินที่นำมาบดอักเป็นตัวเขื่อน ยังมีคุณสมบัติในการทรุดตัวอีกด้วย ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการแตกร้ายในตัวเขื่อนขึ้นได้ ดังนั้นการออกแบบเขื่อนดิน จึงหมายถึงการจัดการ ดำเนินการคำนวณออกแบบ กำหนดรูปแบบเขื่อน รวมทั้งส่วนประกอบต่าง ๆ ของเขื่อน ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง ซึ่งมีดินเป็นองค์ประกอบหลัก เพื่อให้ได้โครงสร้างที่แข็งแรง ทนทานต่อแรงกระทำต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี รวมทั้งให้มีการทึบน้ำ มีการก่อสร้างและบำรุงรักษาได้ง่าย มีความประหยัด มีอายุการใช้งานนาน มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย และมีความปลอดภัยในทุก ๆ ด้าน และทุกสถานการณ์ ขั้นตอนการออกแบบเขื่อนดิน สามารถแบ่งเป็น 6 ขั้นตอนหลัก ดังแสดงไว้ในภาพ 1



ภาพ 1 แสดงผังงานลำดับขั้นตอนการออกแบบเขื่อนดิน

ได้แก่ รวบรวมและจัดการข้อมูล วิเคราะห์และจัดหาข้อมูลเพิ่มเติม พิจารณาและกำหนดแนวศูนย์กลางสันเขื่อน คำนวณออกแบบเบื้องต้น คำนวณออกแบบโดยละเอียดและจัดทำแบบแปลน ซึ่งอธิบายได้พอสังเขป ดังนี้

1. รวบรวมและจัดการข้อมูล ข้อมูลสำคัญที่จำเป็นสำหรับการพิจารณาออกแบบเขื่อนดิน เมื่อได้ข้อมูลมาแล้ว จะต้องศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ของข้อมูลแต่ละประเภทให้เกิดความเข้าใจ หลังจากนั้นจึงทำการสรุปสถานภาพข้อมูลแต่ละประเภท เพื่อดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

2. วิเคราะห์และจัดหาข้อมูลเพิ่มเติม ในขั้นตอนนี้จะประกอบไปด้วย การพิจารณาความถูกต้องและความน่าเชื่อถือ ของข้อมูลทุกประเภท หากข้อมูลใดยังไม่ชัดเจนหรืออาจจะไม่สอดคล้องตรงกัน ควรพิจารณาความเป็นไปได้ และสอบถามจากผู้สำรวจและจัดทำข้อมูลเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

3. พิจารณาและกำหนดแนวศูนย์กลางสันเขื่อน การดำเนินงานในขั้นตอนนี้จะประกอบไปด้วย การพิจารณาแนวศูนย์กลางสันเขื่อนตามที่ได้กำหนดไว้แต่เดิม จากรายงานการศึกษาการวางโครงการว่า แนวที่กำหนดไว้นั้นมีความเหมาะสมหรือไม่ สามาระจะกำหนดแนวเผื่อเลือกอื่นได้อีกหรือไม่ ซึ่งจะทำการศึกษาและพิจารณาจากแผนที่สำรวจภูมิประเทศบริเวณอาคารหัวงานมาตราส่วน 1:2,000 หรือ 1:1,1000 หรือมาตราส่วนอื่นที่มี โดยทำการวางแนวสันเขื่อนที่คาดว่าจะเป็นไปได้ลงในแผนที่ดังกล่าวประมาณ 2-4 แนว หลังจากนั้นจะทำการศึกษาในเบื้องต้นว่า แนวใดมีแนวโน้มที่จะทำได้ง่ายต่อการออกแบบ การก่อสร้างและการบำรุงรักษา ซึ่งควรจะมองไกลไปถึงการวางแนวอาคารประกอบเขื่อนร่วมด้วย มีราคาก่อสร้างต่ำ ทำให้เขื่อนมั่นคง แข็งแรง และมีเสถียรภาพสูง รวมทั้งทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

4. คำนวณออกแบบเบื้องต้น จากข้อมูลที่สามารถรวบรวมได้ในขั้นตอนแรก โดยในขั้นตอนนี้ประกอบด้วยรายละเอียดต่าง ๆ ได้แก่

4.1 กำหนดส่วนประกอบ รูปร่าง ชนิด และขนาดต่าง ๆ ของตัวเขื่อน เช่น ระดับสันเขื่อน หรือระยะพ้นน้ำ ความกว้างสันเขื่อน ลาดเขื่อนด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ ความหนาหินทิ้งและกรวดทรายรองพื้นที่ลาดเขื่อนด้านเหนือน้ำ ดังแสดงในรายละเอียดต่อไปนี้

ระดับสันเขื่อนหรือระยะพ้นน้ำ

$$H_f = h_w + \frac{h_e}{2} + h_i$$

H_f = ระยะเผื่อพ้นน้ำ (Freeboard) (เมตร)

h_w = ความสูงของคลื่นเนื่องจากลม (เมตร)

h_e = ความสูงของคลื่นเนื่องจากแผ่นดินไหว (เมตร)

h_e = ความสูงของคลื่นเนื่องจากแผ่นดินไหว (เมตร)

h_i = ความสูงของคลื่นเนื่องจากชนิดของเขื่อน (เมตร)

$$h_w = 0.032(V \times F)^{0.5} + 0.76 - 0.26(F)^{0.25}$$ (Stevenson Equation)

V = ความเร็วในอ่างเก็บน้ำ (กม./ชม.)

F = ระยะไกลที่สุดของผิวน้ำในอ่างที่วัดตั้งฉากเข้าหาตัวเขื่อน (กม.)

$$h_e = \frac{K \times E}{2\pi} \sqrt{gH}$$ (Seiichi Sato)

K = สัมประสิทธิ์ความสั่นสะเทือนแนวราบ

E = คาบเวลาของคลื่นแผ่นดินไหว (วินาที)

g = ค่าแรงโน้มถ่วงของโลก

H = ความลึกของน้ำหน้าเขื่อน (เมตร)

h_i = 1.00 (เขื่อนดิน)

การออกแบบความกว้างสันเขื่อน

$$W = \left\{\frac{Z}{5} + 10\right\} \times 0.30$$

$W =$ ความกว้างสันเขื่อน

$Z =$ ความสูงของตัวเขื่อนเหนือท้องน้ำ (หน่วยฟุต)

การออกแบบขนาดร่องแกน

$$W = h - d$$

W = ความกว้างของสันเขื่อน (เมตร)

Z = ความสูงเหนือตัวเขื่อนเหนือท้องน้ำ (ฟุต)

4.2 กำหนดรูปแบบเขื่อนโดยประมาณว่าจะเป็น Homogeneous หรือ Zoned Type Dam

4.3 วิเคราะห์ความมั่นคงและเสถียรภาพของตัวเขื่อนในเบื้องต้นด้วยการสมมุติค่าตัวแปร คุณสมบัติดิน และวัสดุก่อสร้างตัวเขื่อนจากโครงการใกล้เคียง

4.4 กำหนดรูปแบบขอบเขตจุดกลับรถบริเวณปลายเขื่อนทั้งสองฝั่ง

4.5 กำหนดรูปแบบระบบระบายน้ำภายในตัวเขื่อน

4.6 กำหนดลักษณะและขอบเขตการขุดลอกหน้าดินใต้ฐานเขื่อนและการขุดร่องแกนโดยประมาณ

4.7 กำหนดชนิด ปริมาณและตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือวัดพฤติกรรมเขื่อน

4.8 คำนวณ/วิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลผ่านตัวเขื่อนและฐานราก

จะเห็นได้ว่าการคำนวณออกแบบในเบื้องต้น สามารถดำเนินการได้แม้ว่าจะยังไม่มีข้อมูลครบถ้วนก็ตาม การดำเนินการในขั้นนี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากในเรื่องการทำความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของโครงสร้างตลอดจนขอบเขตของงาน ซึ่งจะทำให้เกิดความรวดเร็วมากยิ่งขึ้นในขั้นตอนที่จะต้องดำเนินการต่อไป

5. คำนวณออกแบบโดยละเอียด เมื่อได้รับข้อมูลต่างๆครบถ้วนแล้ว ผู้ออกแบบจะต้องตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลอีกครั้ง หากแตกต่างไปจากที่ได้ประเมินไว้ในขั้นตอนการออกแบบเบื้องต้นมาก ให้ทำการปรับเปลี่ยนแก้ไขทั้งการคำนวณออกแบบ และการจัดทำแบบแปลนในเบื้องต้นให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้รับครั้งหลังสุด การปรับเปลี่ยนแก้ไข โดยทั่วไปในขั้นนี้ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับเรื่องธรณีวิทยาฐานราก เช่น การปรับเปลี่ยนความลึกของร่องแกน และวิธีการปรับปรุงฐานราก ตลอดจนการขุดลอกหน้าดินบริเวณฐานเขื่อน เป็นต้น

6. จัดทำแบบแปลน ในขั้นตอนนี้จะมีการจัดทำแบบแปลนเขื่อนดิน ประกอบด้วย แบบแปลนทั่วไปเกี่ยวข้องกับข้อมูลต่าง ๆ เช่น แผนที่บริเวณอ่างและเส้นทางเข้าโครงการ แบบแปลนเขื่อนและรูปตัดต่าง ๆในเบื้องต้น แบบรายละเอียด แบบรูปบางส่วนของเขื่อนที่ไม่เหมือนเขื่อนทั่วไป เช่น แบบถนนบนสันเขื่อน แบบรายละเอียด Toe Drain, Contact Drain การขุดลอกหน้าดิน เป็นต้น

ลักษณะทางโครงสร้างและชนิดของเขื่อนดิน

การแบ่งชนิดของเขื่อนดินถม โดยทั่วไปจะพิจารณาจากลักษณะโครงสร้างของตัวเขื่อน และชนิดของวัสดุที่นำมาใช้ก่อสร้างตัวเขื่อนที่เป็นแหล่งดินถมในบริเวณที่จะทำการก่อสร้างซึ่งสามารถแบ่งชนิดเขื่อนดินถมออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. เขื่อนดินถมชนิดเนื้อเดียว (Homogeneous Dam)
2. เขื่อนดินถมชนิดแบ่งส่วน (Zoned Type Dam)

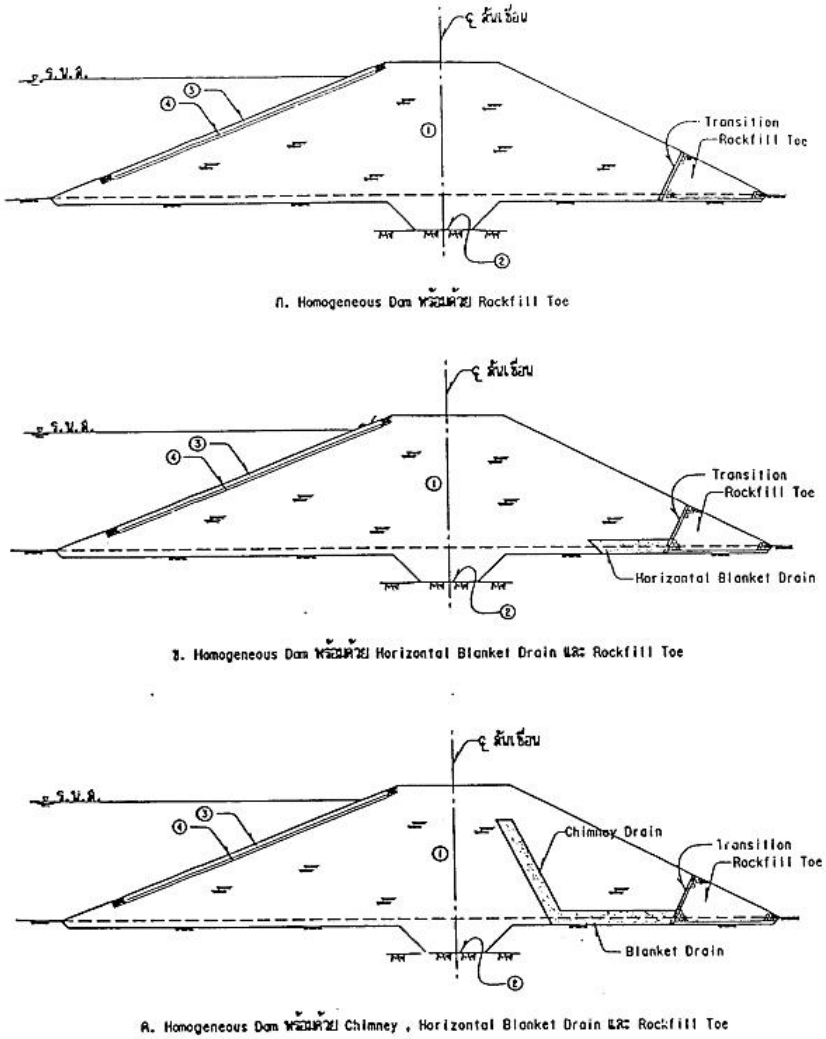
เขื่อนดินถมชนิดเนื้อเดียว

เป็นเขื่อนที่ใช้ดินเหนียวทึบน้ำประเภทเดียวกันมาก่อสร้างเป็นตัวเขื่อน เช่น ดินประเภท GC, SC และ CL เป็นต้น เขื่อนดินชนิดนี้ส่วนใหญ่มักจะเป็นเขื่อนขนาดเล็กที่มีปริมาณดินถมไม่มากนัก และมีความสูงไม่เกิน 15.00 เมตร เนื่องจากใช้ดินเหนียวทึบน้ำมาก่อสร้างเป็นตัวเขื่อนทั้งหมดจึงทำให้มีปัญหาในเรื่องของการระบายน้ำภายในตัวเขื่อนอยู่บ้าง กล่าวคือ ในช่วงขณะที่ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำลดต่ำลง อัตราการระบายน้ำออกจากตัวเขื่อนที่ค่อนข้างช้าจะเป็นเหตุทำให้ดินบริเวณลาดเขื่อนอิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งอาจทำให้เกิดการเลื่อนไถลของลาดเขื่อน

ได้โดยง่าย อย่างไรก็ตามเนื่องจากตัวเขื่อนที่มีความสูงไม่มากนัก จึงทำให้ความรุนแรงในเรื่องนี้ลดลงไปได้พอสมควร

รูปแบบแสดงลักษณะโครงสร้างโดยทั่วไปของเขื่อนดินชนิดนี้ ได้แสดงไว้ในภาพ 2 ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ ตามการจัดเตรียมระบบระบายน้ำภายในตัวเขื่อน ได้แก่

1. เขื่อนดินชนิดเนื้อเดียวที่มี Rockfill Toe เป็นองค์ประกอบเพียงอย่างเดียว
2. เขื่อนดินที่มี Rockfill Toe พร้อมด้วย Blanket Drain
3. เขื่อนดินที่มี Rockfill Toe, Blanket Drain และ Chimney Drain เป็นระบบระบายน้ำภายในตัวเขื่อน



ก. Homogeneous Dam พร้อมด้วย Rockfill Toe

ข. Homogeneous Dam พร้อมด้วย Horizontal Blanket Drain และ Rockfill Toe

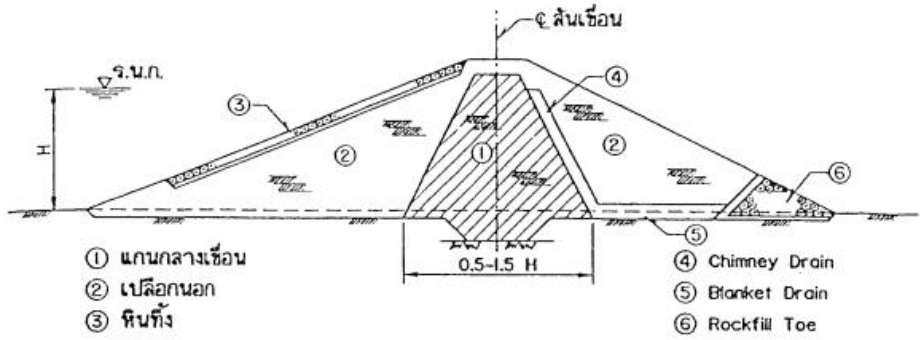
ค. Homogeneous Dam พร้อมด้วย Chimney , Horizontal Blanket Drain และ Rockfill Toe

ภาพ 2 แสดงรูปแบบเขื่อนดินประเภทเนื้อเดียวกัน 3 รูปแบบ

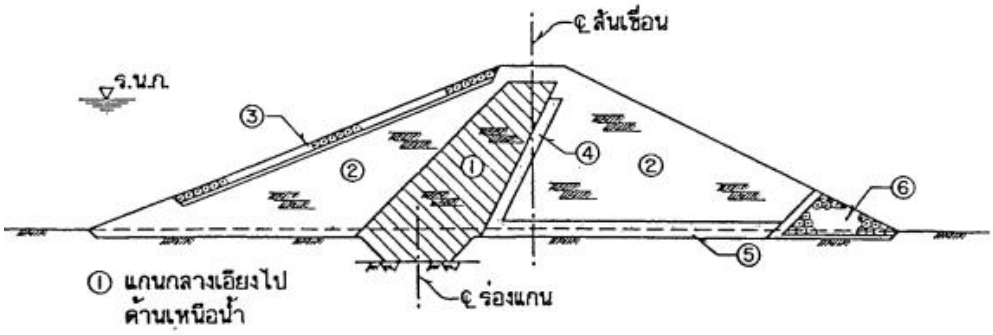
เขื่อนดินชนิดแบ่งส่วน

เป็นเขื่อนที่ใช้ดินหลายประเภทมาก่อสร้างเป็นตัวเขื่อน โดยในส่วนของแกนเขื่อน (Core Zone) จะใช้ดินประเภททึบน้ำ (Impervious Soil) เช่น ดินประเภท CG, SC และ CL เป็นต้น และในส่วนของเปลือก (Shell Zone หรือ Random Zone) ที่ตัดออกมาจากส่วนของแกนเขื่อน จะพิจารณาใช้ดินประเภทกึ่งทึบน้ำ (Semi – Impervious Soil) เช่น ดินประเภทที่มีกรวดหรือทรายปะปนอยู่เป็นวัสดุในการก่อสร้าง ทั้งนี้เนื่องจากวัสดุประเภทนี้มีคุณสมบัติในการระบายน้ำได้เป็นอย่างดี เขื่อนดินถมชนิดแบ่งส่วน สามารถแบ่งตามลักษณะแกนกลางเขื่อนได้ดังนี้

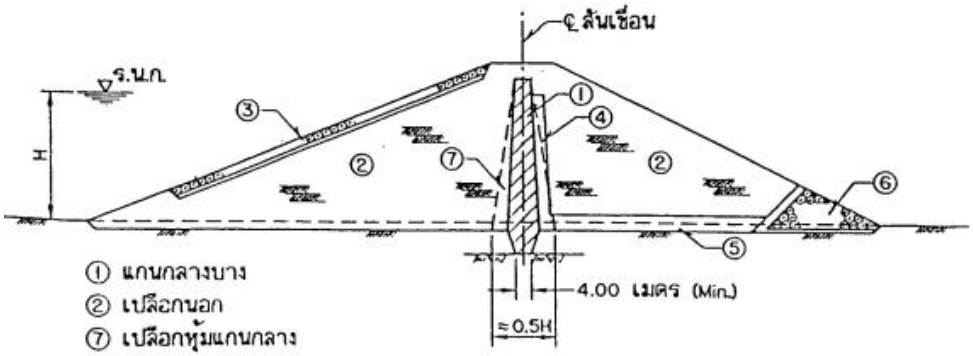
1. แกนกลางทึบน้ำหนา (Thick Central Core)
2. แกนกลางทึบน้ำเอียง (Inclined Core)
3. แกนกลางบาง (Thin Central Core)
4. Hydraulic Fill Type



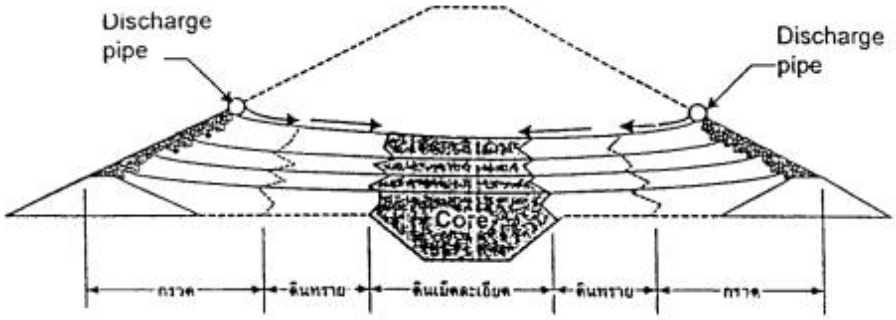
ภาพ 3 แสดงเขื่อนดินชนิดแบ่งส่วนแบบแกนกลางหนา (Thick Central Core)



ภาพ 4 แสดงเขื่อนดินชนิดแบ่งส่วนแบบแกนกลางเอียง (Inclined Core)



ภาพ 5 แสดงเขื่อนดินชนิดแบ่งส่วนแบบแกนกลางบาง (Thin Central Core)

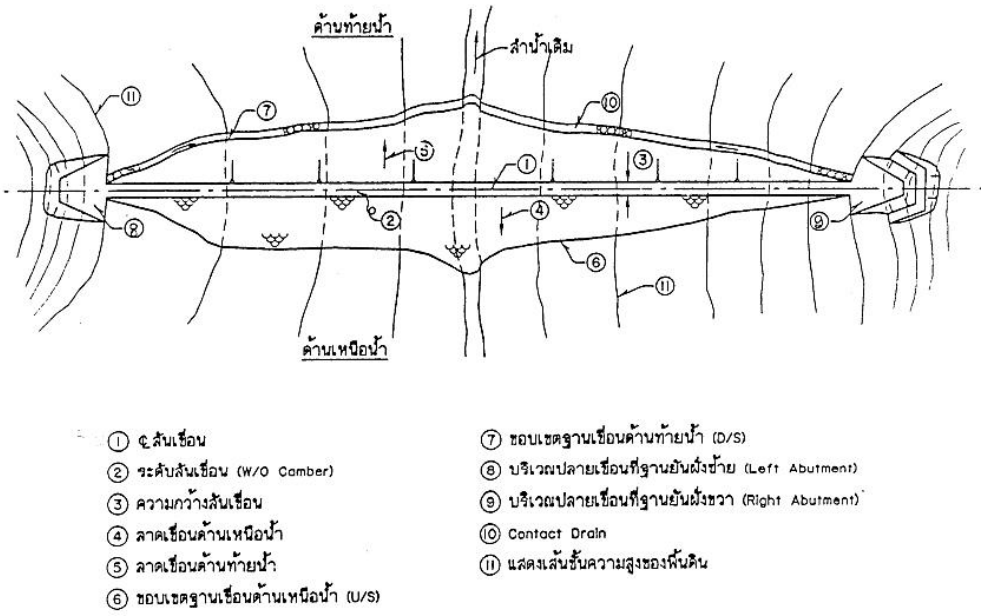


ภาพ 6 แสดงเขื่อนดินชนิดแบ่งส่วนแบบ Hydraulic Fill Type

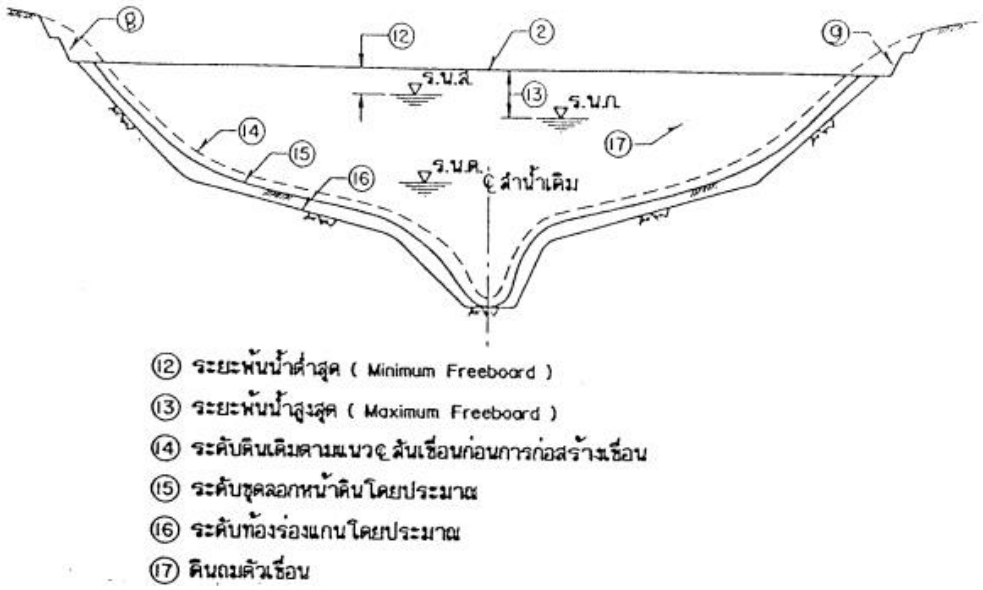
ส่วนประกอบของเขื่อนดิน

ส่วนประกอบของเขื่อนดิน หมายถึง ส่วนต่าง ๆ ที่ประกอบกันเป็นรูปร่างเขื่อนดิน ซึ่งส่วนประกอบแต่ละส่วนจะทำหน้าที่แตกต่างกันออกไป โดยทั่วไปเขื่อนดินจะมีส่วนประกอบต่าง ๆ ได้แก่ สันเขื่อน ระยะพ้นน้ำ (Freeboard) ลาดเขื่อนด้านเหนือน้ำที่ป้องกันการกัดเซาะด้วยหินทิ้ง (Riprap) กรวดทรายรองพื้น Bedding) ลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำที่ป้องกันการกัดเซาะด้วยหินเรียงหรือการปลูกหญ้าบนหน้าดิน (Topsoil) แกนเขื่อน (Core Zone) ส่วนเปลือกนอก (Random Zone) ส่วนร่องแกน (Cutoff Trench) ส่วนที่เป็นชานพัก (Berm) เพื่อเพิ่มเสถียรภาพของตัวเขื่อนในกรณีที่เขื่อนมีความสูงค่อนข้างมาก หรือดินที่นำมาก่อสร้างมีคุณสมบัติทางวิศวกรรมไม่ดีนัก ส่วนของระบบระบายน้ำภายในตัวเขื่อน ได้แก่ Chimney Drain, Blanket Drain หรือ Horizontal Drain, Finger Rockfill Toe และ Toe Drain นอกจากนั้นยังมีส่วนของระบบระบายน้ำผิวดินซึ่งได้แก่ Contact Drain และ Open Drain หรือ Gutter เป็นต้น ส่วนของบริเวณปลายเขื่อนทั้งสอง

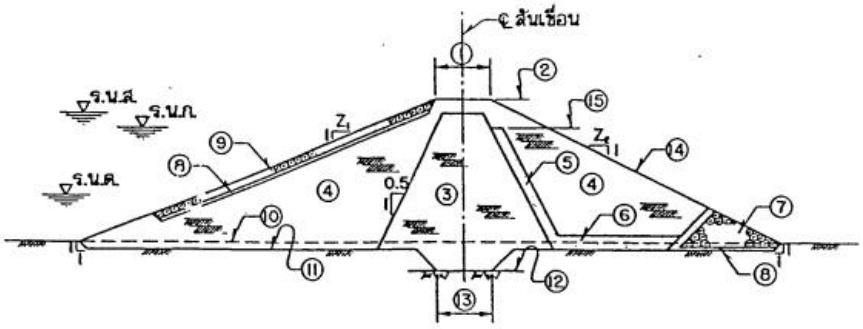
ฝั่งที่มักจะออกแบบให้เป็นที่กลับรถ ส่วนเผื่อการทรุดตัวของสันเขื่อนที่เรียกว่า Camber ส่วนประกอบต่าง ๆ ของตัวเขื่อนตามที่กล่าวมาข้างต้น แสดงไว้ในภาพ 7



ภาพ 7 แสดงแสดงแปลนแสดงส่วนประกอบของเขื่อนดินถม



ภาพ 8 แสดงรูปตัดตามยาวตามแนวศูนย์กลางสันเขื่อน แสดงส่วนประกอบดินถม



①	ความกว้างสันเขื่อน	⑨	หินทิ้ง (Riprap)
②	ระดับสันเขื่อน (W/O Camber)	⑩	ระดับดินเดิม
③	ดินถมแกนกลาง (Core Zoned)	⑪	ระดับขุดลอกหน้าดิน
④	ดินถมเปลือกนอก (Random)	⑫	ระดับชั้นหิน
⑤	Chimney Drain	⑬	ความกว้างร่องแกน
⑥	Blanket Drain	⑭	ปลูกหญ้าบนดิน Topsoil
⑦	Rockfill Toe	Z_1	ลาดเขื่อนด้านเหนือน้ำ
⑧	กรวดทรายรองพื้น (Bedding)	Z_2	ลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำ

ภาพ 9 แสดงรูปตัดขวางตัวเขื่อน

วัสดุก่อสร้างเขื่อนดิน

เขื่อนดินมีโครงสร้างที่ประกอบด้วยวัสดุหลากหลายประเภท ได้แก่ ดินใช้สำหรับถมบดอัดเป็นตัวเขื่อน หินใช้ป้องกันการกัดเซาะของคลื่น กรวดทรายใช้เป็นวัสดุกรองป้องกันน้ำพัดพาเม็ดดิน โดยที่ดินเป็นวัสดุก่อสร้างที่สำคัญและมีปริมาณมากที่สุดในการก่อสร้างตัวเขื่อน ทั้งนี้เนื่องจากวัสดุที่มีความแข็งแรงทนทาน ทั้งในสภาพเปียกน้ำและแห้งภายใต้สภาวะการบดอัดแน่นที่เหมาะสม รวมทั้งมีราคาถูกและก่อสร้างได้ง่าย พบได้ในบริเวณที่ก่อสร้างตัวเขื่อน นอกจากนั้นยังมีคุณสมบัติทึบน้ำซึ่งทำให้น้ำจากอ่างเก็บน้ำมีปริมาณการไหลซึมผ่านตัวเขื่อนได้น้อย จึงสามารถกักเก็บน้ำไว้ได้นาน อย่างไรก็ตามดินก็มีคุณสมบัติด้อยบางประการด้วยเหมือนกัน กล่าวคือ เมื่ออยู่ภายใต้แรงดันน้ำ จะทำให้มีค่าความแข็งแรงลดลง และเมื่อแห้งหรือขาดน้ำจะทำให้เกิดการแตกร้าวขึ้นได้ ซึ่งเป็นผลเสียที่อาจจะนำไปสู่การวิบัติของตัวเขื่อนได้ รวมทั้งยังมีคุณสมบัติในการทรุดตัว เมื่อได้รับน้ำหนักอื่นกดทับ หรือจากน้ำหนักของตัวเอง ซึ่งหากไม่มีการพิจารณาในส่วนนี้ไว้ก็อาจจะทำให้ระดับสันเขื่อนทรุดต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และอาจทำให้เกิดภาวะน้ำล้นข้ามเขื่อน (Overtopping) หรือคลื่นจากน้ำในอ่างกระโจนข้ามสันเขื่อนได้ นอกจากนั้นดินที่ใช้ในการก่อสร้างเขื่อนในบางบริเวณ เช่น ในพื้นที่ภาคตะวันออก

และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รวมทั้งทางภาคตะวันตก บางพื้นที่มีคุณสมบัติกระจายตัวเมื่ออยู่ในน้ำ (Dispersive Soil) ซึ่งจะสร้างปัญหาให้กับการออกแบบและการก่อสร้างได้เช่นกัน

แหล่งดินก่อสร้างตัวเขื่อน (Borrow Area)

แหล่งดินส่วนใหญ่ที่นำมาก่อสร้างตัวเขื่อน จะมีพื้นที่สำคัญ 3 แห่งได้แก่

1. ในบริเวณอ่างเก็บน้ำ ตั้งแต่ระดับน้ำสูงสุดลงมา และมีระยะห่างจากฐานเขื่อนไม่น้อยกว่า 150.00 เมตร

2. ดินขุดเปิดบ่อก่อสร้างบริเวณฐานเขื่อน ร่องแกน และตามแนวอาคารประกอบเขื่อน ซึ่งได้แก่อาคารทางระบายน้ำล้นและอาคารท่อส่งน้ำ

3. แหล่งยืมดินภายนอกอ่างเก็บน้ำในรัศมีห่างจากที่ตั้งตัวเขื่อนไม่มากกว่า 3 กิโลเมตร ซึ่งเป็นแหล่งที่จะเสียค่าใช้จ่ายในการจัดหา และควรพิจารณาตกแต่งให้มีสภาพภูมิทัศน์ที่งดงามหลังจากที่ได้มีการขุดหลุมดินไปใช้งานแล้ว

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย
   - 1.1 ปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืช
   - 1.2 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี
   - 1.3 ปริมาณน้ำท่า
   - 1.4 ปริมาณการใช้น้ำจากหอพักและปริมาณน้ำทิ้ง
   - 1.5 ข้อมูลสภาพภูมิประเทศที่ตั้งของโครงการ
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
   - 2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์
   - 2.2 อุปกรณ์สำรวจภาคสนาม เช่น เทปวัดระยะ และกล้องถ่ายภาพดิจิตอล
   - 2.3 เครื่องคำนวณ
   - 2.4 แผนที่ภูมิประเทศ 1:50,000
   - 2.5 โปรแกรมวิเคราะห์แผนที่ทางภูมิศาสตร์ ร่วมกับโปรแกรม Google Earth

วิธีการ

การศึกษาครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์ตรวจสอบความเหมาะสม ในการจัดการระบบน้ำทิ้งที่ปล่อยลงสู่ฝาย นำมาใช้ประโยชน์ในการเก็บและส่งให้พื้นที่ภูมิทัศน์ของศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาล มหาวิทยาลัยพะเยา โดยการสังเกต สอบถาม บันทึก และเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำทิ้งที่ปล่อย ปริมาณน้ำต้นทุน ชนิดของพืชในพืชที่จัดส่ง การจัดการน้ำระบบท่อส่งน้ำจากแหล่งรับน้ำสู่ปลายทาง การหาตำแหน่งอ่างเก็บน้ำ ขนาดอ่างเก็บน้ำที่เหมาะสม และปัญหาอุปสรรคในการดำเนินการ ตลอดจนความคุ้มค่า ความเหมาะสม

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิเคราะห์โครงการ จะต้องใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยพะเยา จากเจ้าหน้าที่ฝ่ายอาคารและผู้ที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลที่สำคัญได้แก่ ข้อมูลมั่วไปของพื้นที่ ปริมาณน้ำที่ปล่อยจากบริเวณหอพักและอาคารต่าง ๆ ที่ปล่อยลงสู่ฝาย และข้อมูลจากการค้นหาเพิ่มเติม ได้แก่ ปริมาณพื้นที่โรงพยาบาล ข้อมูลชนิดพืชในพื้นที่โรงพยาบาล ข้อมูลระดับในพื้นที่ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า ปริมาณความต้องการน้ำของพืช

ขั้นตอนการศึกษา

ในการศึกษาโครงการจัดหาน้ำเพื่อสนับสนุนพื้นที่ภูมิทัศน์ของศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยพะเยานั้น ต้องใช้วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน มีขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

การศึกษาข้อมูลทั่วไปของพื้นที่

1. การหาปริมาณความต้องการน้ำของพืชในพื้นที่
2. การหาน้ำเพื่อสนับสนุนโครงการ
3. การพิจารณาโครงการเบื้องต้น
4. การออกแบบลักษณะโครงการเบื้องต้น

การศึกษาข้อมูลทั่วไปของพื้นที่

พื้นที่ทำการศึกษาตั้งอยู่ในบริเวณมหาวิทยาลัยพะเยา ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา พิกัด UTM ที่ 596723 E 2104673 N ระวางแผนที่หมายเลข 4947 II ชุด L7018 ของแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ดังภาพ 10 (สำนักบริหารโครงการ กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2560)

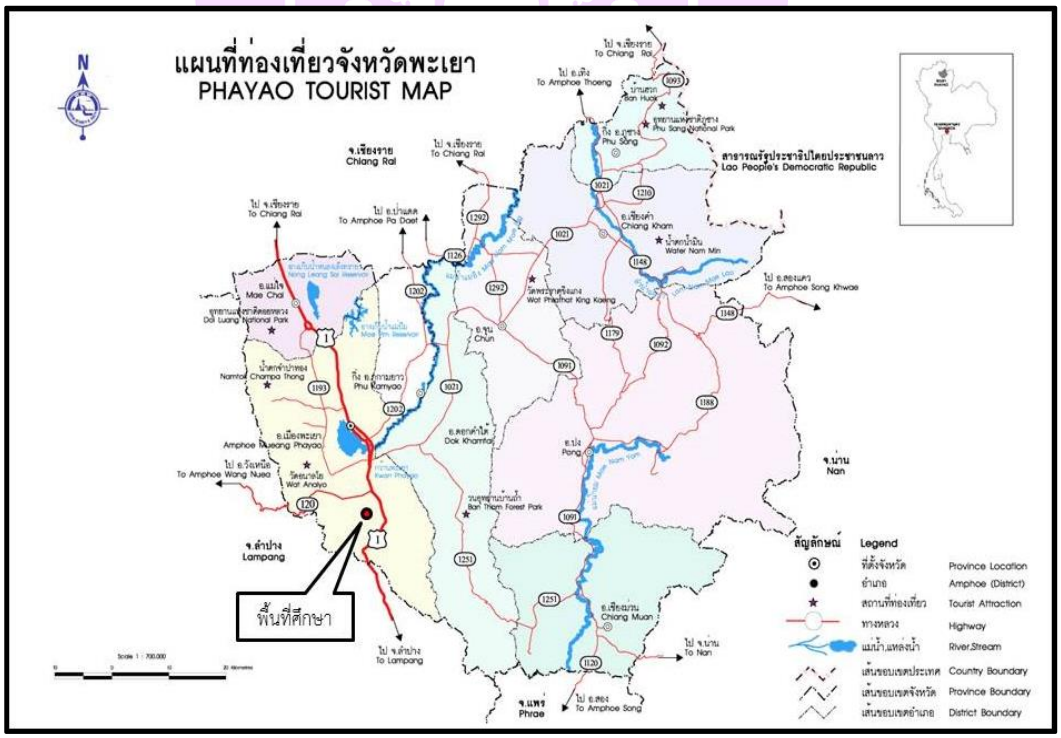
อาณาเขตของพื้นที่โครงการ ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

ทิศเหนือ ติดกับอำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา

ทิศใต้ ติดกับอำเภองาว จังหวัดพะเยา

ทิศตะวันออก ติดกับอำเภอดอกคำใต้ และอำเภอภูกามยาว จังหวัดพะเยา

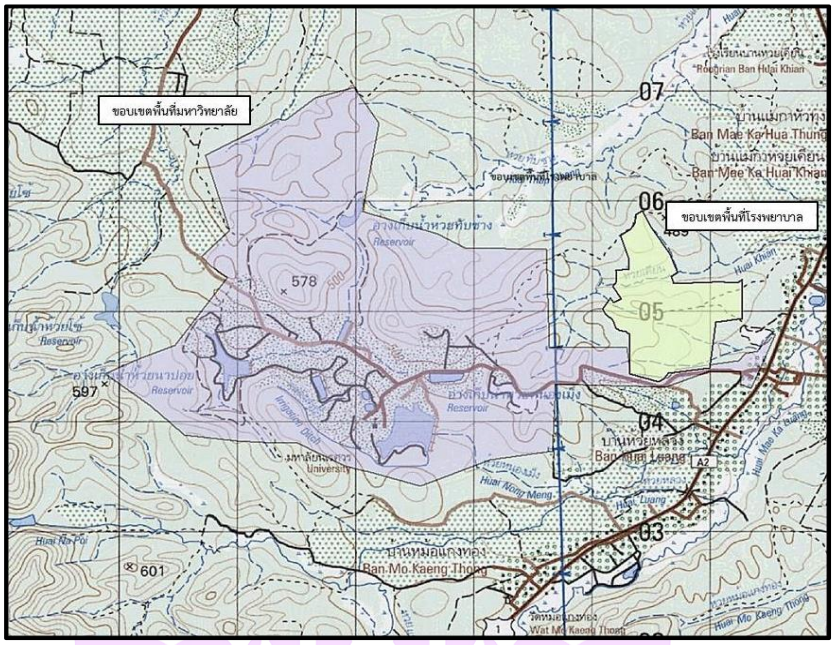
ทิศตะวันตก ติดกับอำเภอวังเหนือ จังหวัดลำปาง



ภาพ 10 แสดงแผนที่แสดงตำแหน่งพื้นที่ทำการศึกษา

ที่มา: แผนที่ท่องเที่ยวจังหวัดพะเยา (การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย, 2561, สื่อออนไลน์)

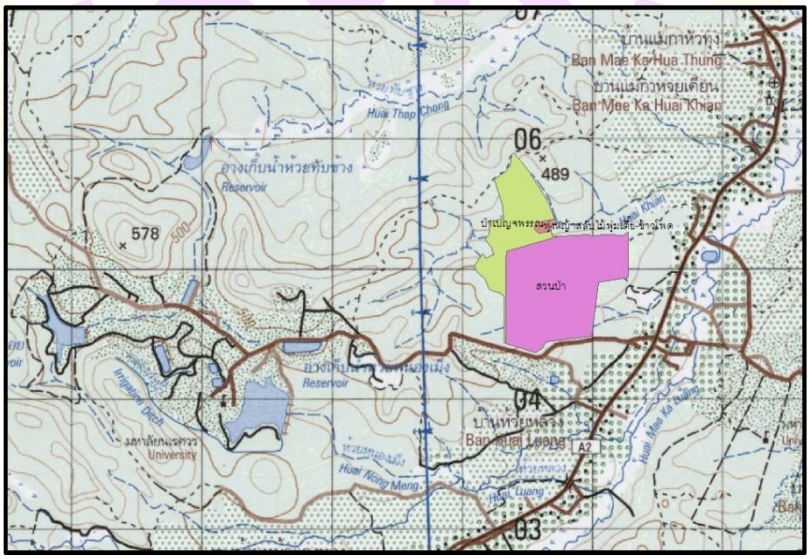
โดยพื้นที่ของศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาลมีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 581 ไร่ ขอบเขตแสดงในภาพ 11



ภาพ 11 แสดงขอบเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยและโรงพยาบาล

ทรัพยากรป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน

จากการศึกษาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์(GIS) วิเคราะห์ ตรวจสอบการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่สวนป่า ดังแสดงในภาพ 12



ภาพ 12 แสดงแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณศูนย์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา

การใช้ประโยชน์ที่ดิน

พื้นที่ทั้งหมด 581 ไร่ แบ่งเป็น

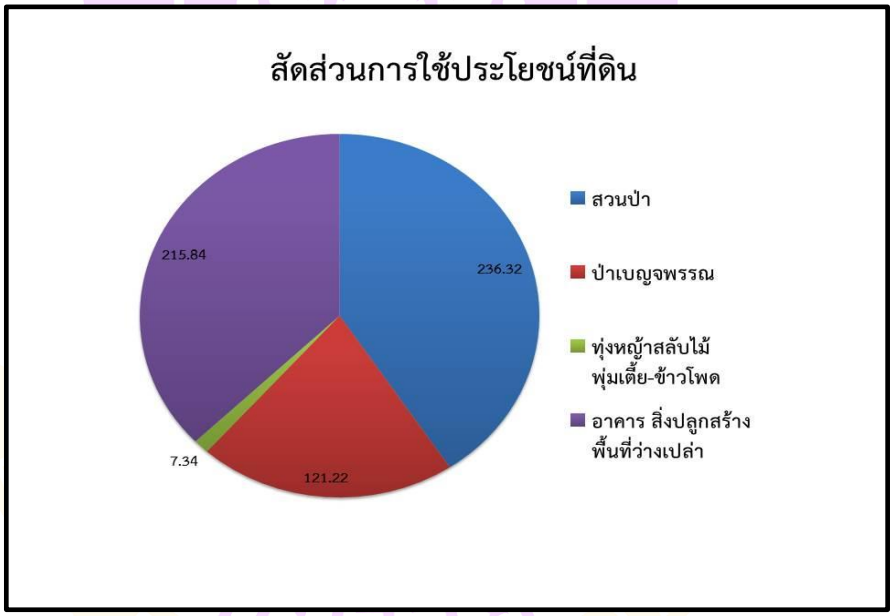
1. สวนป่าพื้นที่เท่ากับ 236.32 ไร่ คิดเป็น 40.69% ของพื้นที่ทั้งหมด

2. ป่าเบญจพรรณพื้นที่เท่ากับ 121.22 ไร่ คิดเป็น 20.87% ของพื้นที่ทั้งหมด

3. ทุ่งหญ้าสลับไม้ พุ่มเตี้ย-ข้าวโพดพื้นที่เท่ากับ 7.34 ไร่ คิดเป็น 1.26% ของพื้นที่ทั้งหมด

4. อาคาร สิ่งปลูกสร้างและพื้นที่ว่างเปล่าพื้นที่เท่ากับ 215.84 ไร่ คิดเป็น 37.17% ของพื้นที่ทั้งหมด ดังแสดงรูปแบบแผนภูมิวงกลมในภาพ 13

โดยชนิดพืชในพื้นที่ศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาล จะคิดเป็นสวนป่าทั้งหมดมีพื้นที่เท่ากับ 365 ไร่



ภาพ 13 แผนภูมิวงกลมจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาล มหาวิทยาลัยพะเยา

สภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปในเขตพื้นที่โครงการ ได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ลมมรสุมทั้งสองนี้มีผลดีต่อภูมิอากาศของประเทศไทย กล่าวคือ ประมาณกลางเดือนพฤษภาคม หย่อมความกดอากาศทางซีกโลกใต้เคลื่อนตัวผ่าน

มหาสมุทรอินเดียทางทะเลอันดามัน ผ่านพื้นที่คาบสมุทรทางตอนใต้ ไปแทนที่หย่อมความกดอากาศต่ำทางซีกโลกเหนือ ทำให้เกิดลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่านทะเลพาเอาความชื้นเข้าสู่ฝั่งและกลายเป็นฝนตกในภาคพื้นทวีป ลมมรสุมนี้จะทำให้ฝนตกชุกโดยทั่วไปในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม จากนั้นช่วงปลายเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดพาเอาความหนาวเย็นและความแห้งแล้งจากภาคพื้นทวีปทางทิศเหนือเข้ามาในประเทศไทย ทำให้อากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งโดยทั่วไป และในช่วงมีนาคมถึงเมษายนเป็นช่วงที่มีอากาศร้อนมากที่สุด อันเนื่องมาจากลมทางทิศใต้จากอ่าวไทยพัดเข้าสู่ภาคพื้นทวีป นอกจากนี้ยังมีพายุดีเปรสชั่นและพายุใต้ฝุ่นทางตะวันออกในทะเลจีนพัดผ่านพื้นที่โครงการเป็นครั้งคราว ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงกันยายน และมีพายุจากอ่าวเบงกอล ทางทิศใต้พัดผ่านพัดผ่านประเทศไทยบ้างแต่น้อยครั้งในช่วงเวลาเดียวกัน และมหาสมุทร

ฤดูฝน เริ่มประมาณเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพัดพาความร้อนและความชื้นมาจากมหาสมุทรอินเดียตอนใต้ โดยช่วงปลายฤดูฝนระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคมมีพายุไต้ฝุ่นในรูปของพายุดีเพรสชันซึ่งเกิดในทะเลจีนใต้ ที่มาเป็นครั้งคราวทำให้เกิดฝนตกชุก

ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นลมหนาวจัดและแห้ง พัดมาจากสาธารณรัฐประชาชนจีนสิงหาคมถึงตุลาคม

ตาราง 1 แสดงข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญตรวจวัดอากาศจังหวัดพะเยา (48310)

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัยค่าเฉลี่ยรายปี	ค่าเฉลี่ยรายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	20.1 - 28.6	25.2
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	59 - 84	75.5
ความเร็วลม	น๊อต	0.4 - 1.7	1
เมฆปกคลุม	0-10	2.1 - 8.1	5.1
ปริมาณการระเหยจากถาด *(ช่วงพิสัยค่าเฉลี่ยรายเดือน	มิลลิเมตร	*83.7 - 167.3	1397.4
ปริมาณน้ำฝน *(ช่วงพิสัยค่าเฉลี่ยรายเดือน)	มิลลิเมตร	*7.1 - 211.8	1168.7

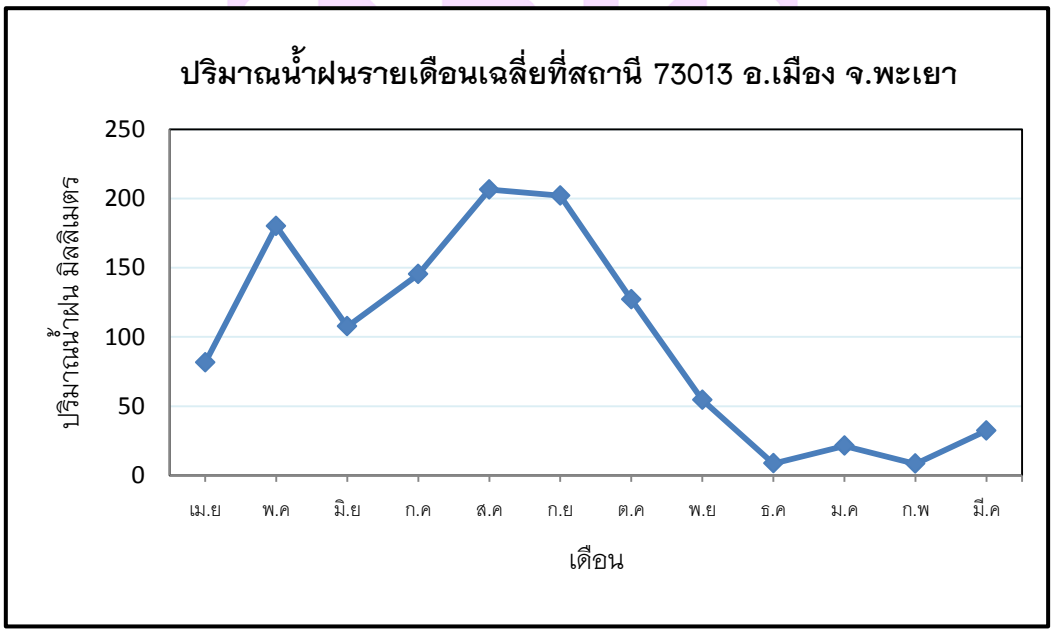
การศึกษาปริมาณฝน

บริเวณมหาวิทยาลัยพะเยา ไม่มีสถานีวัดน้ำฝนอยู่ในลำน้ำ ดังนั้นในการประเมินหาปริมาณน้ำต้นทุนของโครงการ จึงต้องใช้ข้อมูลพื้นที่ใกล้เคียงเปรียบเทียบระหว่างสถิติน้ำฝนที่สถานีวัดน้ำฝน 73013 อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 1,170.70 มิลลิเมตร ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539-พ.ศ. 2559 เป็นจำนวน 21 ปี เป็นฝนตกในฤดูฝน (เดือน พ.ค. – ต.ค.) โดยปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนแสดงดังตาราง 2 และ และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนที่อ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ของสำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน พ.ศ. 2560 ดังตาราง 3 และเนื่องจากมหาวิทยาลัยพะเยาพื้นที่ตั้งใกล้กับ อ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำมากกว่า จึงยึดปริมาณน้ำฝนของอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ

ตาราง 2 แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนที่สถานีวัดน้ำฝน (73013) อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา (2539-2559)

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ทั้งปี
81.41	180.08	107.61	145.30	206.74	202.00	127.09	54.51	8.63	21.26	8.32	32.30	1175.25

หมายเหตุ: หน่วย: มิลลิเมตร

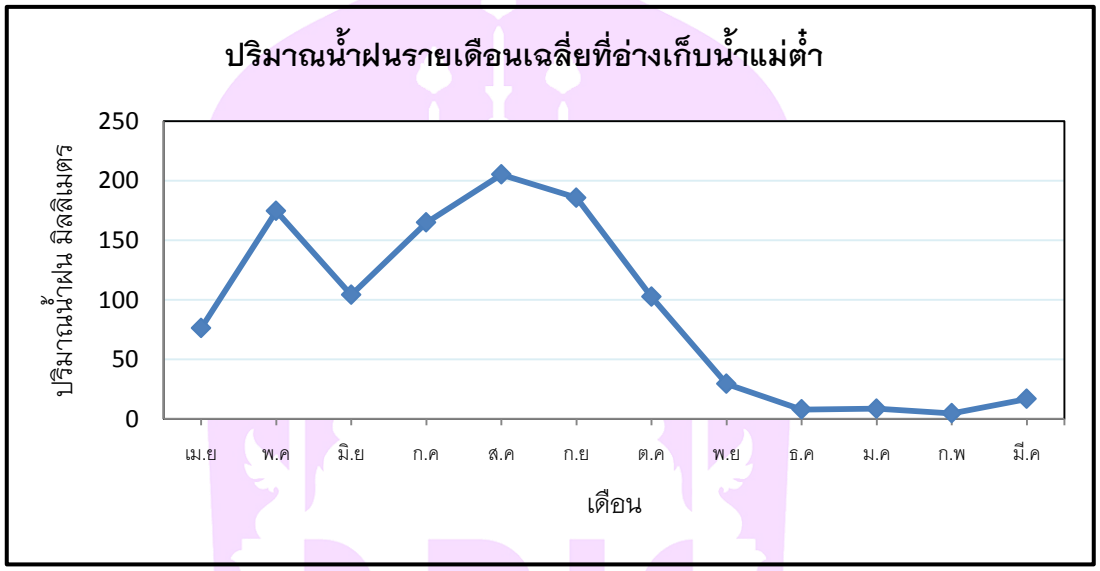


ภาพ 14 แสดงกราฟปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยที่สถานี 73013 อ.เมือง จ.พะเยา

ตาราง 3 แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนที่อ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ทั้งปี
76.20	174.60	104.10	164.90	205.20	185.70	102.60	29.50	8.00	8.63	4.71	16.90	1081.00

หมายเหตุ: หน่วย: มิลลิเมตร



ภาพ 15 แสดงกราฟปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยที่อ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ อ.เมือง จ.พะเยา

หมายเหตุ: หน่วย : มิลลิเมตร

ที่มา: ฝ่ายวิจัยและอุทกวิทยาประยุกต์ ส่วนอุทกวิทยา (2560)

ปริมาณฝนสูงสุด 1 วัน

การศึกษาปริมาณฝนสูงสุด 1 วัน เพื่อหาปริมาณฝนในรอบปีการเกิดซ้ำต่าง ๆ พอสรุปได้ดังนี้

ปริมาณน้ำฝนสูงสุด 1 วัน รอบ	50	ปี	160.85	มิลลิเมตร
	100	ปี	178.25	มิลลิเมตร
	200	ปี	195.65	มิลลิเมตร
	500	ปี	218.55	มิลลิเมตร

การหาปริมาณความต้องการน้ำของพืช

ในการคำนวณหาความต้องการน้ำของพืชเพื่อการเพาะปลูกนั้น ก็เพื่อนำค่าเหล่านี้มาประกอบการพิจารณาคำนวณหาน้ำต้นทุนว่าเพียงพอหรือไม่ ปริมาตรกักเก็บของอ่างเก็บน้ำหรือปริมาณน้ำที่จะต้องผันจากหัวงานเข้าคลองส่งน้ำต่อไป

ขั้นตอนการหาปริมาณความต้องการน้ำในพื้นที่บริเวณศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยพะเยา ต้องการข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1. แผนการปลูกพืช (Cropping Pattern)

2. ชนิดของพืชที่ปลูก

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient)

1. การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration)

เนื่องจากพืชส่วนใหญ่บริเวณศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยพะเยาเป็นสวนป่า พืชจึงไม่ต้องการดูแลมากนัก แผนการปลูกพืชจึงเว้นหน้าฝนช่วงเดือนมิถุนายนถึงกันยายน ซึ่งมีปริมาณน้ำเพียงพอต่อความต้องการของพืชอยู่แล้ว ค่า Crop Factor (Kc) คิดเป็นไม้ยืนต้นซึ่งมีค่า ดังต่อไปนี้

ตาราง 4 แสดงค่า Crop Factor (Kc) ของไม้ยืนต้น

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/เฉลี่ย
น้ำระเหย	121.70	113.00	106.70	107.90	93.80	89.00	57.10	48.10	34.50	52.70	79.20	124.50	1028.10
KC	1.1	1.2	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1	0.8	0.7	0.6	1	1

ที่มา: สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (2544)

โดยผลจากการประเมินความต้องการใช้น้ำของพืชในปัจจุบันจะนำไปเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำต้นทุนที่มีอยู่ พื้นที่ศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยพะเยามีความต้องการใช้น้ำอยู่ที่ 847 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ดังนั้นปริมาณความต้องการน้ำของพื้นที่ศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยพะเยาจะเท่ากับ 186,880 ลูกบาศก์เมตรต่อปี และค่าชลภาระสูงสุดเท่ากับ 0.1103 ล./วินาที/ไร่ แสดงดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงการคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องการ บริเวณศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาล

มหาวิทยาลัยพะเยา

ที่	รายการ	หน่วย	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1	แผนการปลูกพืช		←			หน้าฝน			→	←		นาปรัง		→
2	ระยะเวลาการเจริญเติบโตของพืช	วัน	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	28.00	31.00	30.00
3	Crop Factor (Kc) (5/4)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.80	0.70	0.60	1.00	1.10
4	Evapotranspiration (Eto)	มม/วัน	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.92	2.58	2.83	3.53	4.45	4.91
5	ET Crop	มม/วัน	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.92	2.06	1.98	2.12	4.45	5.40
6	Percolation (P)	มม/วัน	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
7	ET Crop + P	มม/วัน	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	3.67	2.81	2.73	2.87	5.20	6.15
8	ปริมาณน้ำที่พืชต้องใช้ (7x2)	มม/เดือน	23.25	22.50	23.25	23.25	22.50	23.25	110.10	87.23	84.66	80.30	161.20	184.53
9	ฝนเฉลี่ย	มม/เดือน	174.60	104.10	164.90	205.20	185.70	102.60	29.50	8.00	8.63	4.71	16.90	76.20
10	ฝนใช้การณ์ (Re)	มม/เดือน	139.68	62.46	98.94	123.12	111.42	61.56	17.70	6.40	6.90	3.77	13.52	60.96
11	ET Crop+P-Re	มม/เดือน	-116.43	-39.96	-75.69	-99.87	-88.92	-38.31	92.40	80.83	77.76	76.54	147.68	123.57
12	ประสิทธิภาพการชลประทาน	%	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
13	จำนวนน้ำที่ต้องส่งเพิ่มเติม (11)/(12)	มม/เดือน	-145.54	-49.95	-94.61	-124.84	-111.15	-47.89	115.50	101.04	97.20	95.67	184.60	154.46
14	ปริมาณน้ำที่ต้องส่งเพิ่มเติม (13)x1.6	ลบ.ม./เดือน/ไร่	-232.86	-79.92	-151.38	-199.74	-177.84	-76.62	184.80	161.67	155.51	153.07	295.36	247.14
15	ชลภาระ (14)*1000/[(2)x24x60x60]	ล./วินาที/ไร่	-0.09	-0.03	-0.06	-0.07	-0.07	-0.03	0.07	0.06	0.06	0.06	0.11	0.10

ปริมาณน้ำที่ต้องส่งรวม = 512.05 ลบ.ม./ปี/ไร่

ค่าชลภาระสูงสุด = 0.1103 ล./วินาที/ไร่

หมายเหตุ

1. เมื่อปลูกข้าวคิด Percolation Rate ดังนี้

1.1 ภาคกลาง 1.0 มม./วัน ข. ภาคอีสาน 2.0 มม./วัน ค. ภาคอื่นๆ 1.5 มม./วัน

2. เมื่อปลูกพืชไร่คิด Percolation 50% ของข้า

3. Irrigation Efficiency ใช้ดังนี้ ก. คลองดิน 50 % ข. คลองดาด 60% ค.ระบบท่อ 80%

4. Efffective Rainfall คำนวณจาก

4.1 พืชไร่ Re=0.67x((R/25.4)–0.25)x25.4 เมื่อ Max. Re>76.20 mm.

4.2 นาข้าว Re=0.67x((R/25.4)–1.0)x25.4 เมื่อ Max. Re>228.60 mm.

5. ค่า Crop Factor (Kc) อ้างอิงจากสถานีวิจัยต้นน้ำส่วนวิจัยต้นน้ำมูล สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

6. ปริมาณการใช้น้ำอ้างอิงของพืช (Evapotranspiration) โดยวิธี Penman–monteith รายเดือนอ้างอิงจากคู่มือการคำนวณการใช้น้ำของพืชกรมชลประทาน

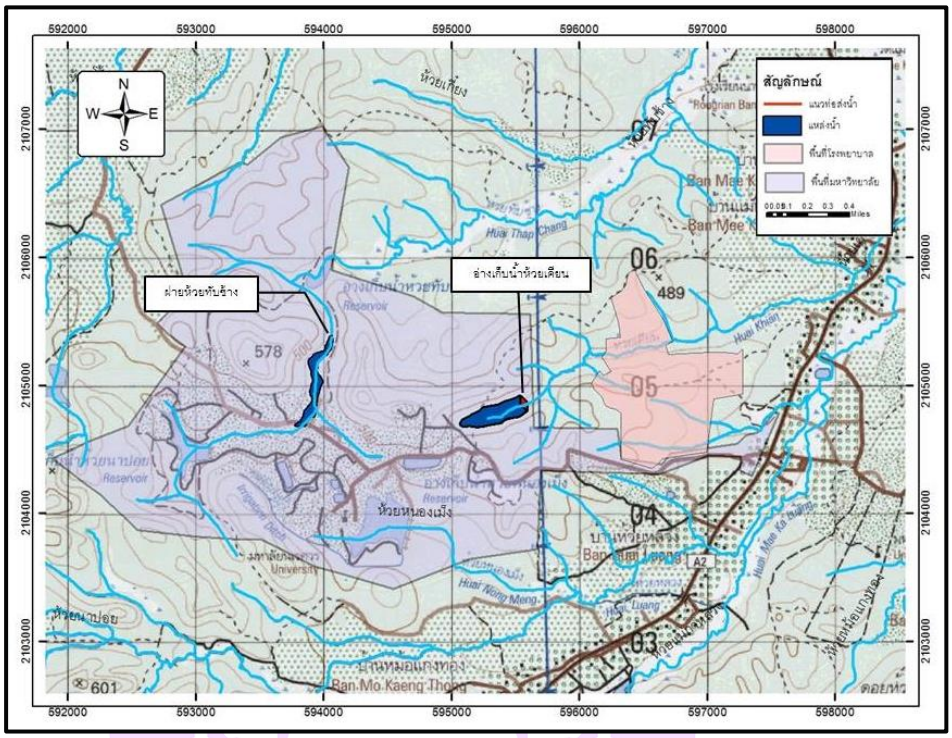
7. ข้อมูลฝนเฉลี่ยอ้างอิงจากลักษณะทางอุทกวิทยาโครงการอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ ต.แม่กา อ.เมือง จ.พะเยา ฝ่ายวิจัยและอุทกวิทยาประยุกต์ ส่วนอุทกวิทยา กรมชลประทาน

การหาน้ำเพื่อสนับสนุนโครงการ

แหล่งน้ำที่มีศักยภาพสนับสนุนปริมาณน้ำเพื่อการเพาะปลูก บริเวณโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยพะเยา ที่ทำการศึกษาไว้มีอยู่ 2 แห่ง คือ

1. ฝายบริเวณหน้าหอพัก (ฝายห้วยทับช้าง)

2. อ่างเก็บน้ำบริเวณหน้าบ้านพักอธิการบดี (อ่างห้วยเคียน)



ภาพ 16 แสดงแหล่งน้ำที่สนับสนุนพื้นที่เพาะปลูกโครงการ

ฝายหน้าบริเวณหอพัก

น้ำที่ไหลลงสู่ฝายห้วยทับช้างมีด้วยกัน 2 แหล่งคือ

1. น้ำท่า

2. น้ำทิ้งจากการอุปโภคบริโภคของประชากรภายในมหาวิทยาลัย

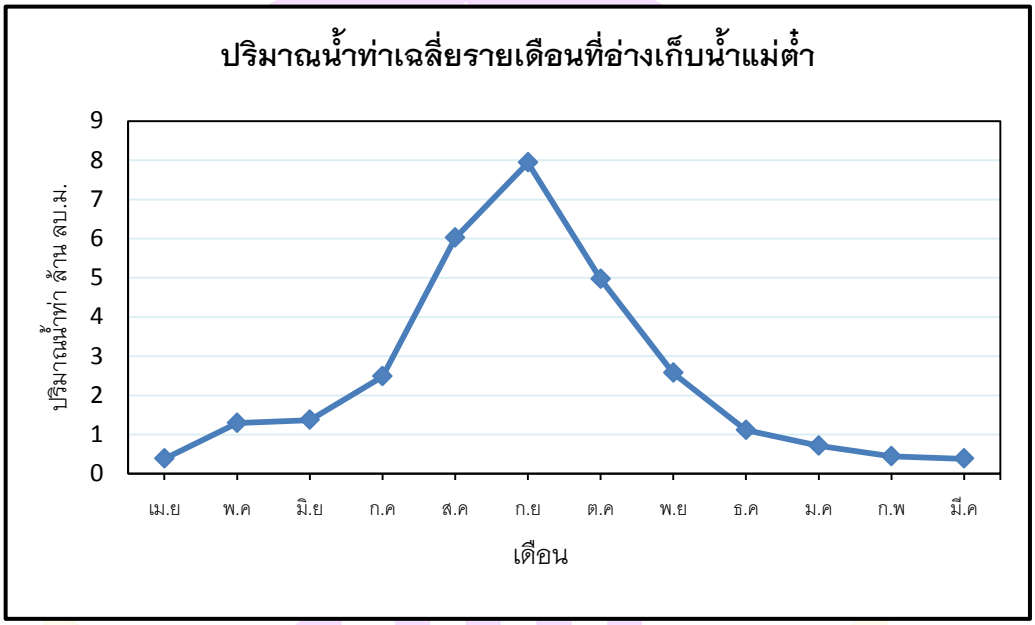
การศึกษาปริมาณน้ำท่า

ในการประเมินหาปริมาณน้ำต้นทุนของโครงการ ได้ใช้สถานีวัดน้ำท่าที่อยู่ใกล้เคียงและมีลักษณะทางกายภาพที่คล้ายคลึงกัน จึงต้องใช้สถิติน้ำท่าของอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา (พื้นที่รับน้ำ 132 ตารางกิโลเมตร) ซึ่งจากการประเมินปริมาณน้ำท่าที่ไหลผ่านฝายห้วยทับช้าง มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 0.3327 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยเดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีปริมาณน้ำท่ามากที่สุด คือ 0.0890 ล้านลูกบาศก์เมตร ของปริมาณน้ำท่าที่ไหลผ่านฝาย โดยปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนแสดงดังตาราง 6 และตาราง 7

ตาราง 6 แสดงปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนที่อ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ทั้งปี
0.38	1.29	1.37	2.48	6.02	7.94	4.97	2.57	1.11	0.71	0.44	0.38	29.66

หมายเหตุ: หน่วย: ล้านลูกบาศก์เมตร



ภาพ 17 แสดงกราฟปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยที่อ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ อ.เมือง จ.พะเยา

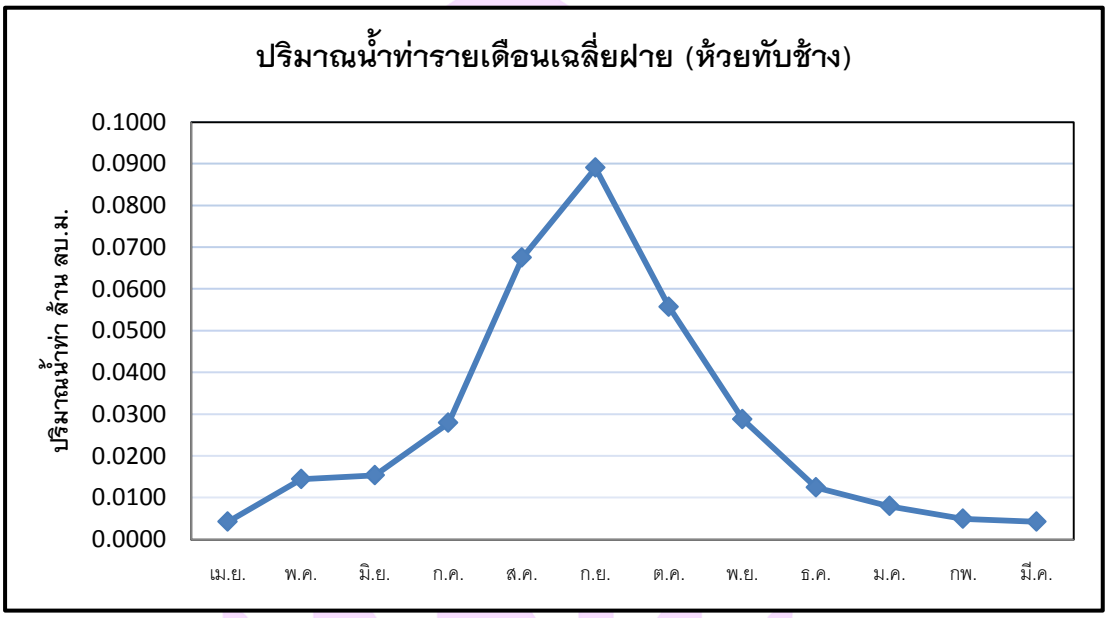
ที่มา: ฝ่ายวิจัยและอุทกวิทยาประยุกต์ ส่วนอุทกวิทยา (2560)

หมายเหตุ: หน่วย: ล้านลูกบาศก์เมตร

ตาราง 7 แสดงปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนที่ฝาย (ห้วยทับช้าง) มหาวิทยาลัยพะเยา

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ทั้งปี
0.0043	0.0145	0.0154	0.0279	0.0675	0.0890	0.0557	0.0228	0.0124	0.0080	0.0049	0.0043	0.3267

หมายเหตุ: หน่วย: ล้านลูกบาศก์เมตร



ภาพ 18 แสดงกราฟปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยที่ฝาย (ห้วยทับช้าง) มหาวิทยาลัยพะเยา

การศึกษาปริมาณน้ำทิ้งจากการอุปโภคบริโภคของประชากรภายในมหาวิทยาลัย

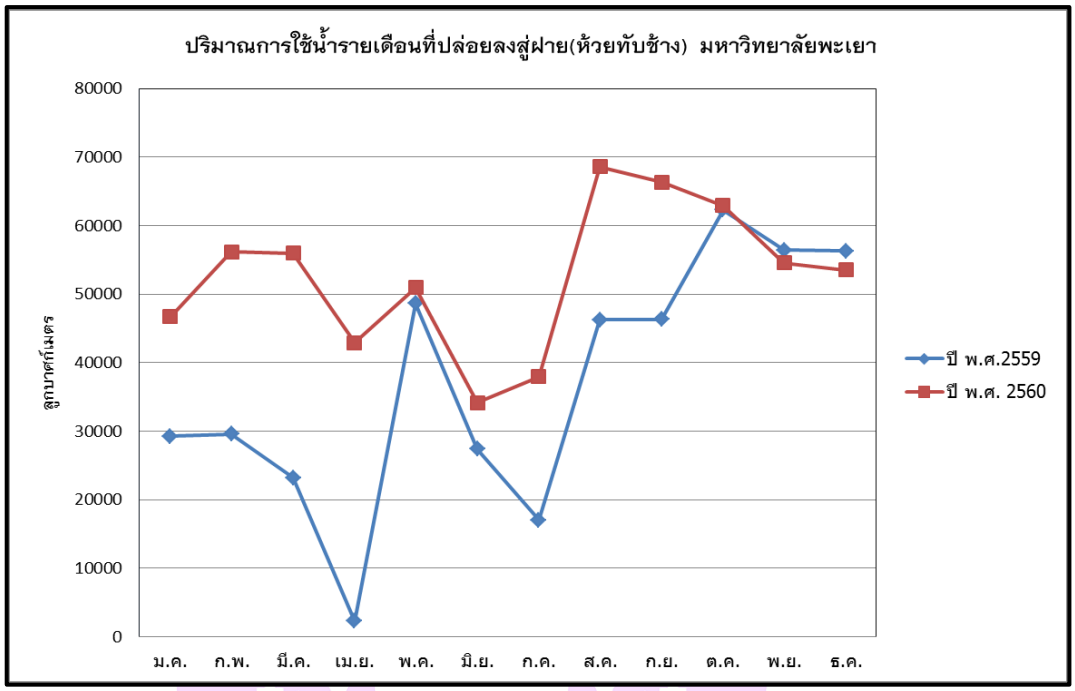
การประเมินหาปริมาณน้ำประปาที่ปล่อยลงสู่ฝาย (ห้วยทับช้าง) ได้วัดจากมิเตอร์การใช้น้ำประปาได้แก่ โซนอาคารเรียน UP Dorm อาคารบริหาร โซนหอพักหญิง โซนหอพักชาย ตั้งแต่ปี พ.ศ.2559–พ.ศ.2560 ซึ่งจากการประเมินปริมาณน้ำที่ไหลผ่านฝายห้วยทับช้าง มีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 537,952 ลูกบาศก์เมตรต่อปี โดยปริมาณน้ำเฉลี่ยรายเดือนแสดงดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงปริมาณการใช้น้ำประปาที่ทิ้งลงสู่ฝาย (ห้วยทับช้าง) มหาวิทยาลัยพะเยา

ตารางปริมาณการใช้น้ำประปา ภายในมหาวิทยาลัยพะเยา

เดือน	โซนอาคารเรียน,UP Dorm,บริหาร	โซนหอพักหญิง	โซนหอพักชาย	รวมการใช้น้ำประปา
	ปริมาณการใช้	ปริมาณการใช้	ปริมาณการใช้	
ม.ค.-59	26,130	2,254	891	29,275
ก.พ.-59	28,404	885	317	29,606
มี.ค.-59	22,435	528	241	23,204
เม.ย.-59	1,055	1,006	245	2,306
พ.ค.-59	48,148	498	26	48,672
มิ.ย.-59	26,113	1,306	0	27,419
ก.ค.-59	13,619	3,443	0	17,062
ส.ค.-59	43,399	2,064	806	46,269
ก.ย.-59	41,753	3,677	872	46,302
ต.ค.-59	57,500	3,861	936	62,297
พ.ย.-59	54,042	1,061	1,302	56,405
ธ.ค.-59	54,952	501	868	56,321
ม.ค.-60	45,631	292	770	46,693
ก.พ.-60	54,549	498	1,116	56,163
มี.ค.-60	53,919	582	1,454	55,955
เม.ย.-60	41,307	456	1,172	42,935
พ.ค.-60	49,253	496	1,204	50,953
มิ.ย.-60	32,792	248	1,138	34,178
ก.ค.-60	36,378	656	945	37,979
ส.ค.-60	66,049	976	1,579	68,604
ก.ย.-60	63,877	533	1,912	66,322
ต.ค.-60	60,450	505	1,954	62,909
พ.ย.-60	53,024	304	1,229	54,557
ธ.ค.-60	52,197	556	764	53,517
		อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อปี หน่วย ลบ.ม.		537,952

หมายเหตุ: หน่วย: ลูกบาศก์เมตร



ภาพ 19 แสดงกราฟเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำประปารายเดือนระหว่างปีพ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560

อ่างเก็บน้ำบริเวณหน้าบ้านพักอธิการบดี

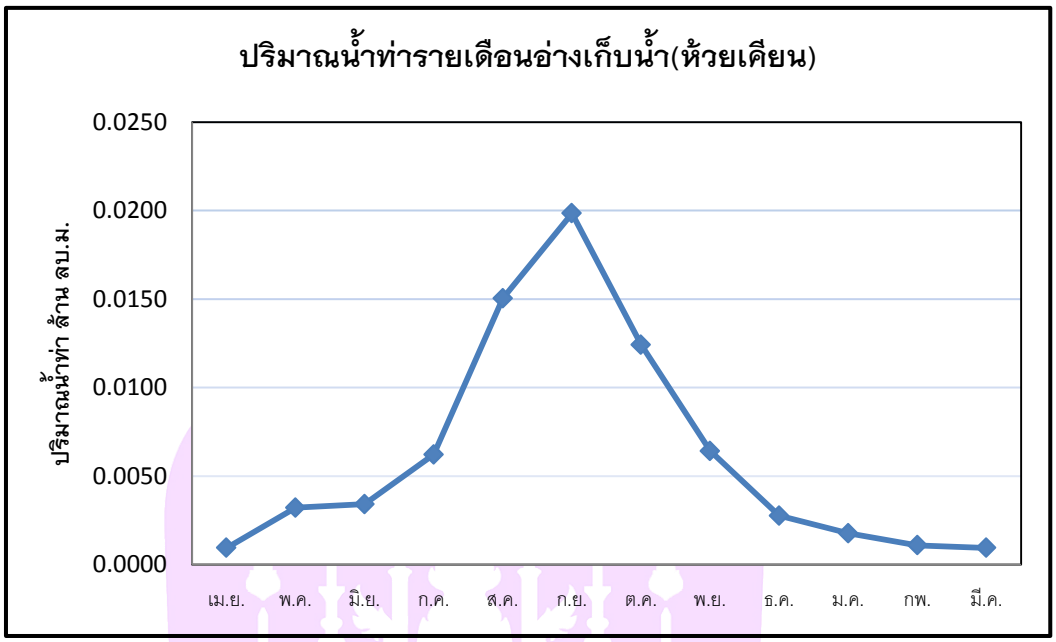
การศึกษาปริมาณน้ำท่า

ในการประเมินหาปริมาณน้ำต้นทุนของโครงการ ได้ใช้สถิติน้ำท่าของอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ ตำบลแม่กาอำเภอเมือง จังหวัดพะเยา เช่นเดียวกับฝายห้วยทับช้าง (พื้นที่รับน้ำ 132 ตารางกิโลเมตร) ซึ่งจากการประเมินปริมาณน้ำท่าที่ไหลผ่านอ่างเก็บน้ำห้วยเคียน มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 0.0742 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยเดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีปริมาณน้ำท่ามากที่สุด คือ 0.0199 ล้านลูกบาศก์เมตร ของปริมาณน้ำท่าที่ไหลผ่านฝาย โดยปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนแสดงดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน อ่างเก็บน้ำ (ห้วยเคียน)

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ทั้งปี
0.0010	0.0032	0.0034	0.0062	0.0151	0.0890	0.0199	0.0064	0.0028	0.0018	0.0011	0.0010	0.1509

หมายเหตุ: หน่วย: ล้านลูกบาศก์เมตร



ภาพ 20 แสดงกราฟปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ย อ่างเก็บน้ำ (ห้วยเคียน) มหาวิทยาลัยพะเยา

จากการศึกษาปริมาณน้ำต้นทุนทั้งฝาย (ห้วยทับช้าง) และอ่างเก็บน้ำ (ห้วยเคียน) สรุปรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

น้ำจากฝาย (ห้วยทับช้าง)

1. น้ำท่า มีปริมาณเท่ากับ 332,700 ลูกบาศก์เมตรต่อปี
2. น้ำทิ้งที่ปล่อยลงสู่ฝาย มีปริมาณเท่ากับ 537,952 ลูกบาศก์เมตรต่อปี
3. น้ำจากอ่างเก็บน้ำ (ห้วยเคียน)
4. น้ำท่า มีปริมาณเท่ากับ 74,200 ลูกบาศก์เมตรต่อปี

รวมปริมาณน้ำต้นทุนทั้งหมดเท่ากับ 944,852 ลูกบาศก์เมตรต่อปี และคิดเผื่อการสูญเสียจากการซึม การระเหย ประมาณร้อยละ 40 แล้วเหลือปริมาณน้ำเท่ากับ 566,910 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ในขณะที่ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเพาะปลูกพื้นที่ศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยพะเยา มีปริมาณเท่ากับ 186,898.25 ลูกบาศก์เมตรต่อปี จึงสรุปได้ว่าปริมาณน้ำต้นทุนที่มี เพียงพอต่อความต้องการ

การพิจารณาโครงการเบื้องต้น

งานพิจารณาโครงการของโครงการฯ ตรวจสอบสภาพปัญหา ตรวจสอบสภาพพื้นที่ และการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านต่าง ๆ

1. ตรวจสอบข้อมูลแหล่งน้ำธรรมชาติและแหล่งน้ำที่พัฒนาแล้วในบริเวณพื้นที่เป้าหมาย โดยหาได้จากบัญชีข้อมูลและแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 เพื่อพิจารณาในเบื้องต้น ว่ามีวิธีการใดที่จะพัฒนาและนำน้ำจากแหล่งน้ำที่มีอยู่มาช่วยแก้ไขปัญหาในพื้นที่เป้าหมาย

2. รวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการศึกษาโครงการ ได้แก่ ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลด้านอุทกวิทยา และข้อมูลด้านการชลประทาน (ความสัมพันธ์ ดิน–น้ำ–พืช)

3. ตรวจสอบสภาพภูมิประเทศและเก็บข้อมูลเพิ่มเติมในสนาม หมายถึงขั้นตอนที่ต้องเดินทางไปยังพื้นที่ที่ร้องขอให้ดำเนินการก่อสร้างโครงการ เพื่อตรวจสอบสภาพภูมิประเทศจริงเทียบเคียงกับแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ที่เป็นแผนที่หลักใช้ประกอบการพิจารณาโครงการ และสภาพดินทางปฐพีวิทยาและธรณีวิทยา เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นประกอบการพิจารณาออกแบบ เป็นต้น การดำเนินการมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

เตรียมงานเบื้องต้นก่อนออกสนาม ประกอบด้วย

3.1 พิจารณาสภาพภูมิประเทศโดยรวมของพื้นที่เป้าหมายและเส้นทางคมนาคมที่จะเข้าสู่พื้นที่ดังกล่าว จากแผนที่มาตราส่วน 1:50,000

3.2 ตรวจสอบข้อมูลที่รวบรวมได้และข้อมูลที่ต้องรวบรวมเพิ่มเติมในสนาม

3.3 อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในสนามประกอบด้วย แผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ระวางที่แสดงพื้นที่เป้าหมาย เข็มทิศ เครื่องตรวจสอบพิกัด (G.P.S) เครื่องวัดระยะทาง กล้องถ่ายรูป

การกำหนดเค้าโครงของโครงการขั้นต้น

ในการเลือกที่ตั้งหัวงานของอ่างเก็บกักน้ำนั้น โดยปกติมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกที่ตั้งหัวงาน ดังนี้

1. เป็นบริเวณที่มีสภาพภูมิประเทศเหมาะสม (Topographical Suitability) เช่น ควรเป็นบริเวณช่องเขาแคบ หรือมีสันเนินสูงอยู่ใกล้กัน มีบริเวณที่เป็นอ่างเก็บน้ำกว้าง ไม่ต้องสร้างทำนบดินยาวเกินไปหรือสูงเกินไป

2. เป็นบริเวณที่มีสภาพทางธรณีวิทยาและสภาพฐานรากเหมาะสม (Geological and Foundation Suitability) เช่น

2.1 ในกรณีที่เป็นทำนบดินควรเป็นบริเวณที่มีชั้นดินด้านหรือชั้นหินแข็งไม่ลึกนัก ไม่มีรอยแตกหรือรอยแยกของหินมากเกินไป จนทำให้ Grout ฐานรากไม่ได้หรือค่า Grout แพงเกินไปต้องเป็นบริเวณที่ไม่มีรอยแตกหรือรอยแยกของหินออกจากอ่างเก็บน้ำ จะเป็นเหตุให้น้ำซึมออกไปจากอ่างได้

2.2 หัวงานควรตั้งอยู่ในบริเวณที่สูง สามารถส่งหรือมี Head เพียงพอที่จะส่งน้ำไปยังพื้นที่เพาะปลูกที่ต้องการจะช่วยเหลือได้

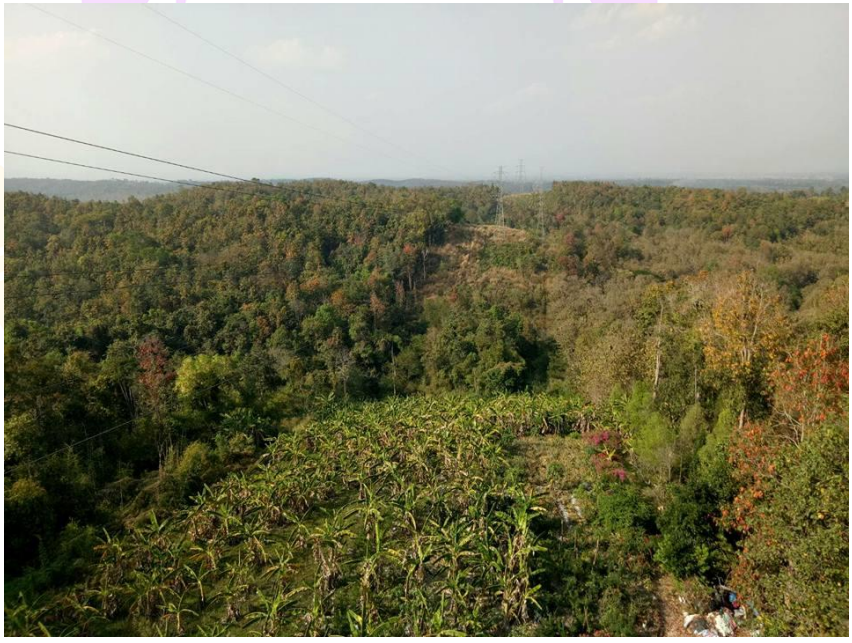
2.3 ที่ตั้งอาคารควรอยู่ในที่ ๆ สามารถส่งน้ำออกจากอ่างไปยังพื้นที่ได้รับประโยชน์ได้โดยตรง โดยไม่จำเป็นต้องสร้างอาคารทดน้ำเข้าระบบการส่งน้ำอีก อนึ่งความยาวของคลองช่วงที่ไม่สามารถจะส่งน้ำให้พื้นที่เพาะปลูกได้ไม่ควรยาวเกิน 2 กิโลเมตร

2.4 จะต้องคำนึงถึงการวางอาคารประกอบ เช่น Service Spillway, ทำนบดินปิดลำน้ำเดิม ฯลฯ ประกอบด้วย โดยในบริเวณหัวงานต้องสามารถ Lay-Out และก่อสร้างอาคารประกอบได้โดยไม่ทำให้ราคาค่าก่อสร้างสูงเกินไป

2.5 เป็นบริเวณที่สามารถจะเข้าไปสำราจรายละเอียดต่าง ๆ รวมทั้งเข้าทำการก่อสร้างได้โดยสะดวก โดยไม่ต้องตัดถนน เข้าหัวงานที่ยาวเกินความจำเป็น (ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับราคาค่าก่อสร้างโครงการ)

2.6 จะต้องคำนึงถึงแหล่งวัสดุที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้างด้วย ทั้งนี้เพื่อเลือกแบบอาคารที่เหมาะสมกับสภาพของแหล่งวัสดุก่อสร้างที่มีอยู่

ภาพ 21 แสดงฝายหน้าหอพัก (ฝายห้วยทับช้าง) มหาวิทยาลัยพะเยา



ภาพ 22 แสดงบริเวณหัวงานอ่างเก็บน้ำ (ห้วยเคียน) มหาวิทยาลัยพะเยา

การออกแบบลักษณะโครงการเบื้องต้น

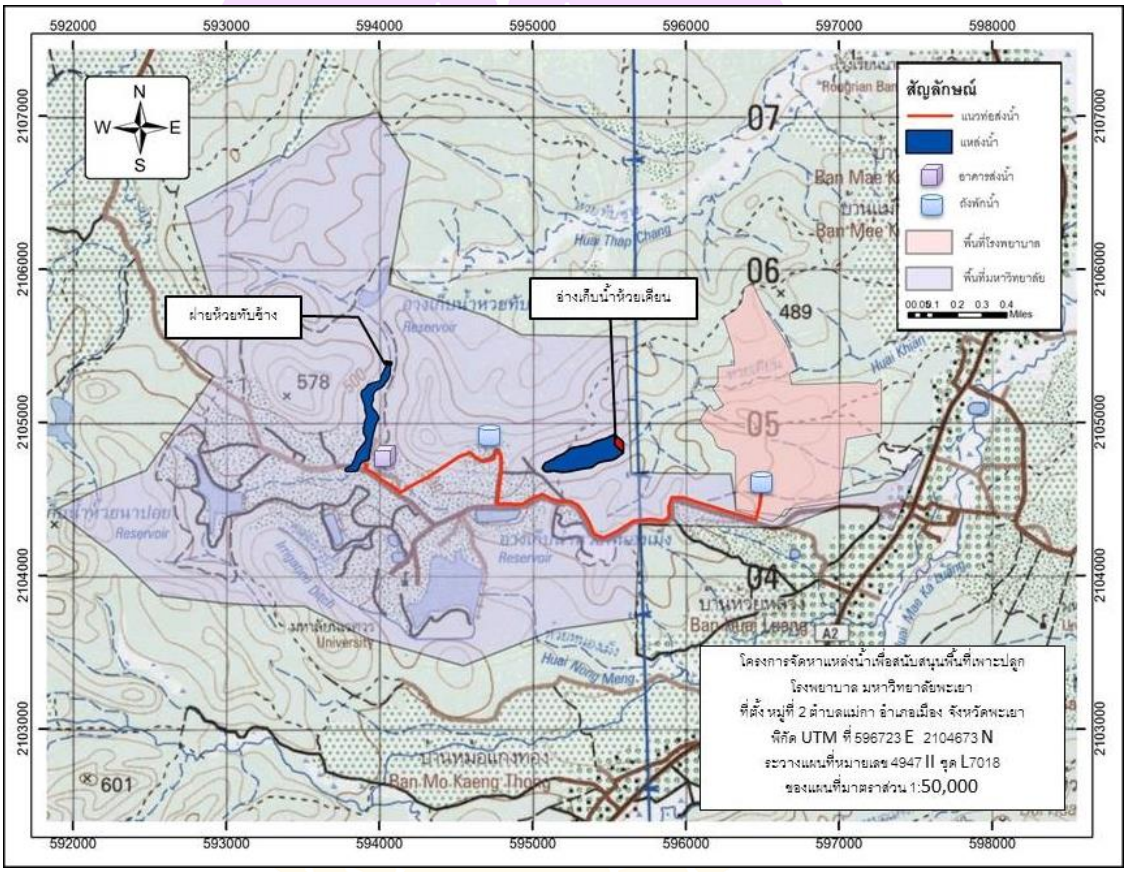
จากการพิจารณาแผนที่ กรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:50,000 ประกอบกับการสำรวจภูมิประเทศจริงในสนาม สามารถสรุปได้ว่า

โครงการที่มีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่มากที่สุด จากการวิเคราะห์ ควรเป็นโครงการสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า สูบจากฝายห้วยทับช้างบริเวณหน้าอาคารหอพัก เนื่องจากมีน้ำไหลตลอดทั้งปีจากการอุปโภคบริโภคของประชากรในมหาวิทยาลัย อีกทั้งพื้นที่บริเวณนั้นมีความสามารถในการพัฒนาเป็นที่ตั้งของสถานีสูบน้ำได้ และการก่อสร้างอ่างกักเก็บน้ำบริเวณหน้าบ้านพักอธิการบดีเพื่อกักเก็บและสนับสนุนปริมาณน้ำเพิ่มเติม

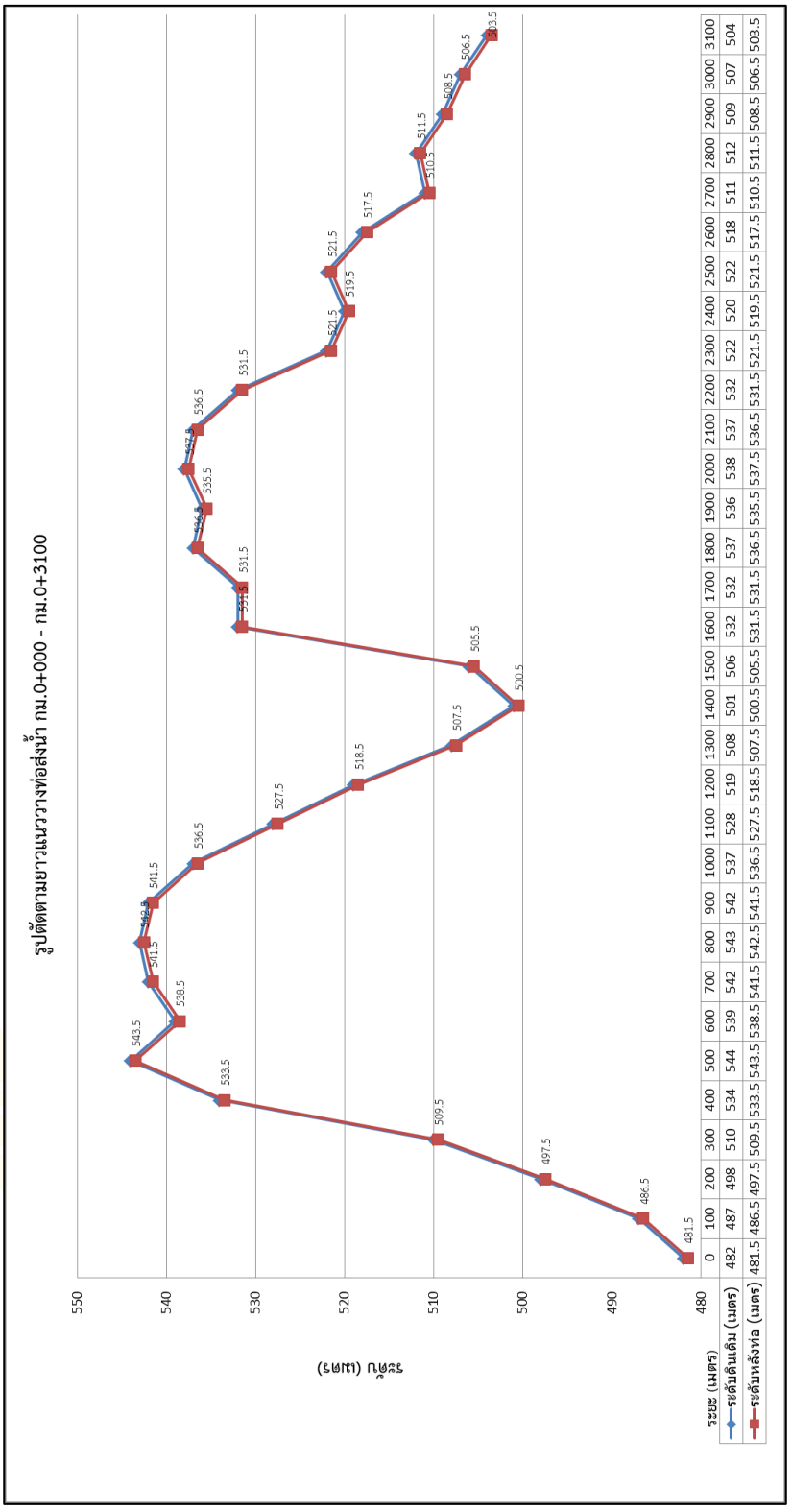
การออกแบบเชิงวิศวกรรมของสถานีสูบน้ำ ประกอบด้วย การคำนวณหาความต้องการใช้น้ำสูงสุดของพืช การออกแบบขนาดของคลอง/ท่อส่งน้ำ การคำนวณการสูญเสีย Head ในระบบท่อส่งน้ำ การออกแบบอัตราการสูบ และระดับส่งของเครื่องสูบน้ำ การเลือกประเภทของเครื่องสูบน้ำที่เหมาะสม การคำนวณหาระดับติดตั้งสูงสุดของเครื่องสูบน้ำเพื่อป้องกันการเกิดโพรง (Cavitation) และการคำนวณเกี่ยวกับความดันที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการกระแทกของน้ำ เป็นต้น

บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากการที่ได้รวบรวมข้อมูลและนำผลข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มาวิเคราะห์รูปแบบเค้าโครงของโครงการ การหาขนาดท่อส่งน้ำที่เหมาะสม ขนาดของปั้ม ระยะทางของท่อส่งน้ำ ตำแหน่งอ่างเก็บน้ำ พื้นที่ผิวอ่าง โค้งความจุ ตลอดจนรูปแบบ ขนาดและขอบเขตของอ่างเก็บน้ำ ดังนี้



ภาพ 23 แสดงแผนผังแสดงตำแหน่งต่าง ๆ ของโครงการ



ระยะ (เมตร)	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900	3000	3100
ระดับดินเดิม (เมตร)	482	487	498	510	534	544	539	542	543	542	537	528	519	508	501	506	532	532	537	536	538	537	532	522	520	522	518	511	512	509	507	504
ระดับหลังท่อ (เมตร)	481.5	486.5	497.5	509.5	533.5	543.5	538.5	541.5	542.5	541.5	536.5	527.5	518.5	507.5	500.5	505.5	531.5	531.5	536.5	535.5	537.5	536.5	531.5	521.5	519.5	521.5	517.5	510.5	511.5	508.5	506.5	503.5

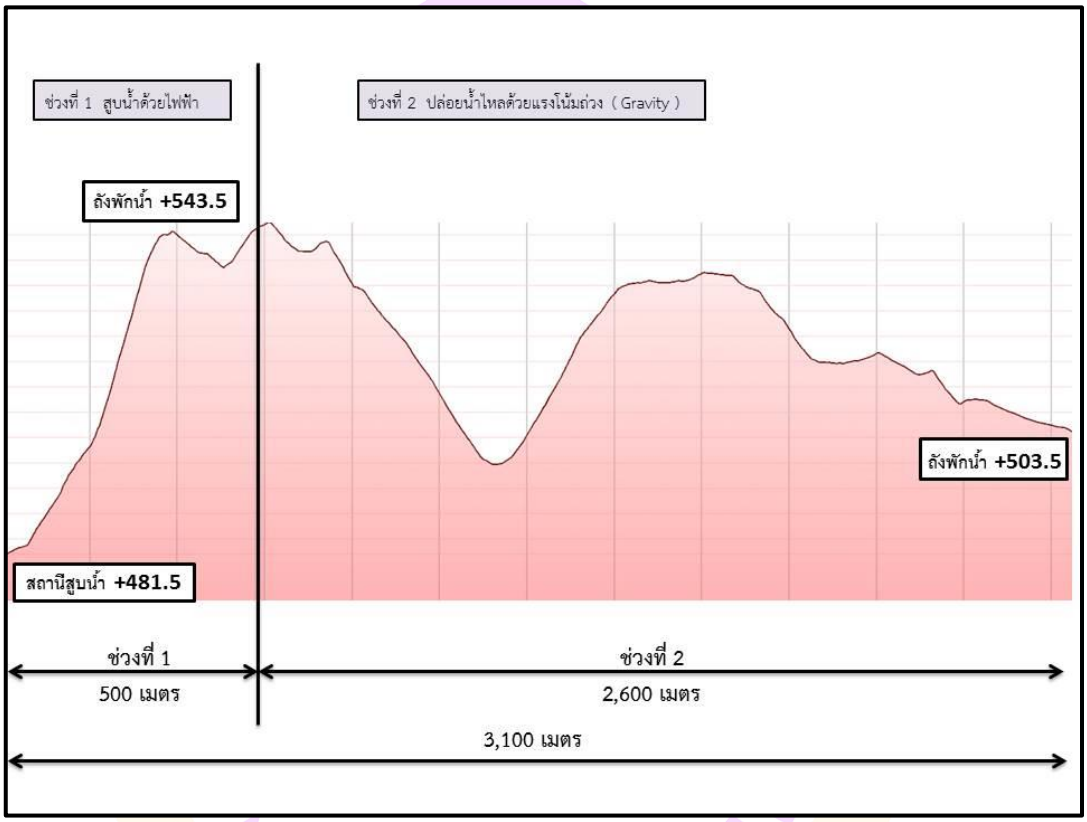
ภาพ 24 แสดงรูปตัดตามยาวแนววางท่อส่งน้ำ

การออกแบบท่อส่งน้ำเบื้องต้น

จากการวิเคราะห์ระดับความสูงของแนววางท่อ สามารถออกแบบได้เป็น 2 ช่วง

ช่วงที่ 1 สูบน้ำจากแหล่งน้ำขึ้นที่สูงด้วยปั้มน้ำ ระยะทาง 500 เมตร

ช่วงที่ 2 ปล่อยน้ำลงไปยังพื้นที่โดยอาศัยแรงโน้มถ่วง ระยะทาง 2,600 เมตร



ภาพ 25 แสดงแนวทางลักษณะการออกแบบท่อส่งน้ำ

ช่วงที่ 1 สูบน้ำด้วยไฟฟ้า

การหาขนาดท่อส่งน้ำ

ปริมาณการไหลของน้ำ (Q) = 0.0119 m^3/s

ความยาวของท่อส่งน้ำเท่ากับ 500 เมตร

ค่าเฮดเท่ากับ 65 เมตร (ระดับเก็บกักอยู่ที่ระดับ 543.50 เมตร รทก. และระดับเส้นชั้นความสูงของพื้นที่บริเวณปลายท่อสูบน้ำอยู่ที่ระดับ 478.5 เมตร รทก.)

จากสูตร

$$D^5 = \frac{8fLQ^2}{gh_f\pi^2} \qquad R = \frac{4Q}{\vartheta\pi D}$$

สมมุติ f = 0.019

$$D^5 = \frac{8\times0.019\times500\times0.0119^2}{\pi^2\times9.81\times65}$$

$$D = 0.087\ m.$$

$$R = \frac{4\times0.0116}{1\times10^{-5}\times\pi\times0.087}$$

$$R = 17{,}156.24$$

ค่าความขรุขระของผนังท่อ (∈) ท่อเหล็กเคลือบสังกะสีมีค่าเท่ากับ 0.00000152 m.

จากตาราง 15

$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{0.00000152}{0.088} = 0.000017211$$

จาก Moody Diagram จะได้ f = 0.019 จากภาพ 30

$f_{สมมุติ} = f_{คำนวณ}$ ใช้ได้

ดังนั้น D = 0.088 เมตร

เพราะฉะนั้นใช้ขนาดท่อส่งน้ำ D = 10 เซนติเมตร หรือขนาด 4 นิ้ว

การหาค่าสูญเสีย Head เนื่องจากความเสียดทานภายในท่อ

ปริมาณการไหลของน้ำ (Q) = 0.0119 m^3/s

ความยาวท่อ (L) = 500 เมตร

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ (D) = 0.10 เมตร

– จากสูตร Hazen William

$$h_f = k_1 \frac{LQ^{1.852}}{C^{1.852}D^{4.871}}$$

$$h_f(m) = 10.665\frac{LQ^{1.852}}{C^{1.852}D^{4.871}} = 10.665\frac{(m)\left(\frac{m}{S}\right)^{1.852}}{C^{1.852}(m)^{4.871}}$$

เลือก C ท่อเคลือบสังกะสี เท่ากับ 120 จากตาราง 15

แทนค่าในสมการ

การสูญเสียหลัก

$$h_f = 10.665 \frac{500 \times 0.0119^{1.852}}{120^{1.852}0.10^{4.871}}$$

$$= 15.30\, m.$$

การสูญเสียรอง $H_m = h_f \times 0.1 = 15.30 \times 0.10 = 1.53\, m.$

การสูญเสียรวม $H_L = H_f + H_m = 15.30 + 1.53 = 16.83\, m.$

$$\frac{H_L}{L} = 0.03366$$

$$H_{st} = 543.5 - 478.5 = 65\, m.$$

$H_P = H_L + H_{ST} = 16.83 + 65 = 81.83\, m.$ ใช้ 85 เมตร

ความเร็ว $V = \frac{Q}{A}$ เมื่อ $A = \frac{D^2}{4}$

$$= \frac{4\times0.0119}{3.14\times0.10^2}$$

$= 1.52\ m/s\ (_{V_{max}} < 2\, m/s)$

กำลังของปั๊ม $Power = \frac{\rho g Q H_P}{eff}$

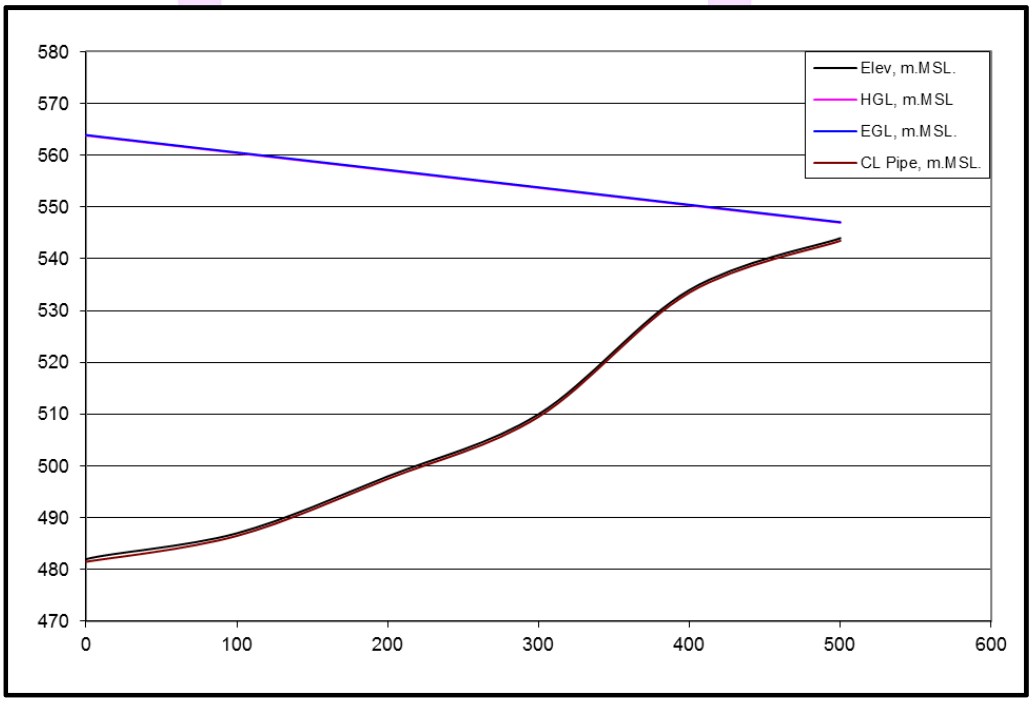
$$= \frac{1000 \times 9.81 \times 0.011947 \times 85}{0.70}$$

$$= 14231.44\ N.m/s \text{ หรือ } W$$

$$= 14.23\ kw$$

ตาราง 10 แสดงการคำนวณค่า HGL ค่า EGL ค่าระดับท่อ และค่าแรงดันน้ำช่วงที่ 1

Dis, m.	Elev, m.MSL.	HGL, m.MSL	EGL, m.MSL.	CL Pipe, m.MSL.	Pressure, m.
-2.000	479.000	563.883	564.000	478.500	
0.000	482.000	563.816	563.933	481.500	82.316
100.000	487.000	560.449	560.566	486.500	73.949
200.000	498.000	557.083	557.200	497.500	59.583
300.000	510.000	553.717	553.834	509.500	44.217
400.000	534.000	550.351	550.468	533.500	16.851
500.000	544.000	546.985	547.102	543.500	3.485



ภาพ 26 แสดงกราฟแสดงค่า HGL ค่า EGL ระดับดินและระดับท่อช่วงที่ 1

ช่วงที่ 2 ปล่อยตามแรงโน้มถ่วง

การหาขนาดท่อส่งน้ำ

ปริมาณการไหลของน้ำ (Q) = 0.0119 m^3/s

ความยาวขอท่อส่งน้ำเท่ากับ 2,600 เมตร

ค่าเฮดเท่ากับ 65 เมตร (ระดับเก็บกักอยู่ที่ระดับ 543.50 เมตร รทก. และระดับเส้นชั้นความสูงของพื้นที่ส่งน้ำบริเวณปลายระบบท่อส่งน้ำอยู่ที่ระดับ 503.50 เมตร รทก.)

จากสูตร

$$D^5 = \frac{8fLQ^2}{g h_f \pi^2} \qquad R = \frac{4Q}{\vartheta \pi D}$$

สมมุติ f = 0.031

$$D^5 = \frac{8 \times 0.031 \times 2600 \times 0.0119^2}{\pi^2 \times 9.81 \times 40}$$

$$D = 0.149 \text{ m.}$$

$$R = \frac{4 \times 0.0119}{1 \times 10^{-5} \times \pi \times 0.148}$$

$$R = 10{,}151.47$$

ค่าความขรุขระของผนังท่อ (ϵ) ท่อ HDPE มีค่าเท่ากับ 0.00000152 m.

จากตาราง 15

$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{0.00000152}{0.148} = 0.000010184$$

จาก Moody Diagram จะได้ f = 0.031 จากภาพ 30

$f_{สมมุติ} = f_{คำนวณ}$ ใช้ได้

ดังนั้น D = 0.149 เมตร

เพราะฉะนั้นใช้ขนาดท่อส่งน้ำ D = 15 เซนติเมตร หรือขนาด 6 นิ้ว

การหาค่าสูญเสีย Head เนื่องจากความเสียดทานภายในท่อ

ปริมาณการไหลของน้ำ (Q) = 0.0119 m^3/s

ความยาวท่อ (L) = 2,600 เมตร

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ (D) = 0.15 เมตร

– จากสูตร Hazen William

$$h_f = k_1 \frac{LQ^{1.852}}{C^{1.852}D^{4.871}}$$

$$h_f(m) = 10.665\frac{LQ^{1.852}}{C^{1.852}D^{4.871}} = 10.665\frac{(m)\left(\frac{m}{S}\right)^{1.852}}{C^{1.852}(m)^{4.871}}$$

เลือกค่า C ท่อ HDPE ได้เท่ากับ 120 จากตาราง 15

แทนค่าในสมการ

การสูญเสียหลัก

$$h_f = 10.665 \quad \frac{2600 \times 0.0119^{1.852}}{120^{1.852}0.15^{4.871}}$$
$$= 11.04\,m.$$

การสูญเสียรอง $H_m = h_f \times 0.1 = 11.04 \times 0.10 = 1.10\,m.$

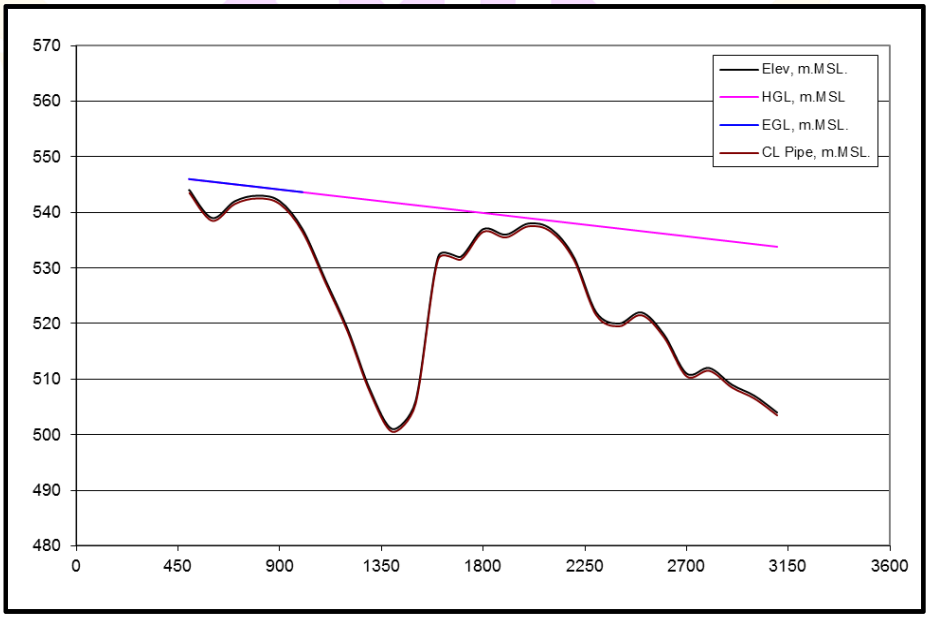
$H_P = H_m = 1.10\,m.$ ยกถังพักน้ำให้สูงจากระดับเดิม 2 เมตร

ความเร็ว $V = \frac{Q}{A}$ เมื่อ $A = \frac{D^2}{4}$

$$= \frac{4\times0.0119}{3.14\times0.15^2}$$
$$= 0.67\ m/s\ (_{V_{max}} < 2\,m/s)$$

ตาราง 11 แสดงการคำนวณค่า HGL ค่า EGL ค่าระดับท่อ และค่าแรงดันน้ำช่วงที่ 2

Dis, m.	Elev, m.MSL.	HGL, m.MSL	EGL, m.MSL.	CL Pipe, m.MSL.	Pressure, m.
498.000	544.000	545.977	546.000		
500.000	544.000	545.968	545.991	543.500	2.468
600.000	539.000	545.500	545.524	538.500	7.000
700.000	542.000	545.033	545.056	541.500	3.533
800.000	543.000	544.566	544.589	542.500	2.066
900.000	542.000	544.099	544.122	541.500	2.599
1000.000	537.000	543.632	543.655	536.500	7.132
1100.000	528.000	543.165	543.188	527.500	15.665
1200.000	519.000	542.698	542.721	518.500	24.198
1300.000	508.000	542.231	542.254	507.500	34.731
1400.000	501.000	541.764	541.787	500.500	41.264
1500.000	506.000	541.297	541.320	505.500	35.797
1600.000	532.000	540.830	540.853	531.500	9.330
1700.000	532.000	540.362	540.386	531.500	8.862
1800.000	537.000	539.895	539.919	536.500	3.395
1900.000	536.000	539.428	539.451	535.500	3.928
2000.000	538.000	538.961	538.984	537.500	1.461
2100.000	537.000	538.494	538.517	536.500	1.994
2200.000	532.000	538.027	538.050	531.500	6.527
2300.000	522.000	537.560	537.583	521.500	16.060
2400.000	520.000	537.093	537.116	519.500	17.593
2500.000	522.000	536.626	536.649	521.500	15.126
2600.000	518.000	536.159	536.182	517.500	18.659
2700.000	511.000	535.692	535.715	510.500	25.192
2800.000	512.000	535.225	535.248	511.500	23.725
2900.000	509.000	534.757	534.781	508.500	26.257
3000.000	507.000	534.290	534.313	506.500	27.790
3100.000	504.000	533.823	533.846	503.500	30.323



ภาพ 27 แสดงกราฟแสดงค่า HGL ค่า EGL ระดับดินและระดับท่อช่วงที่ 2

การออกแบบอ่างเก็บน้ำเบื้องต้น

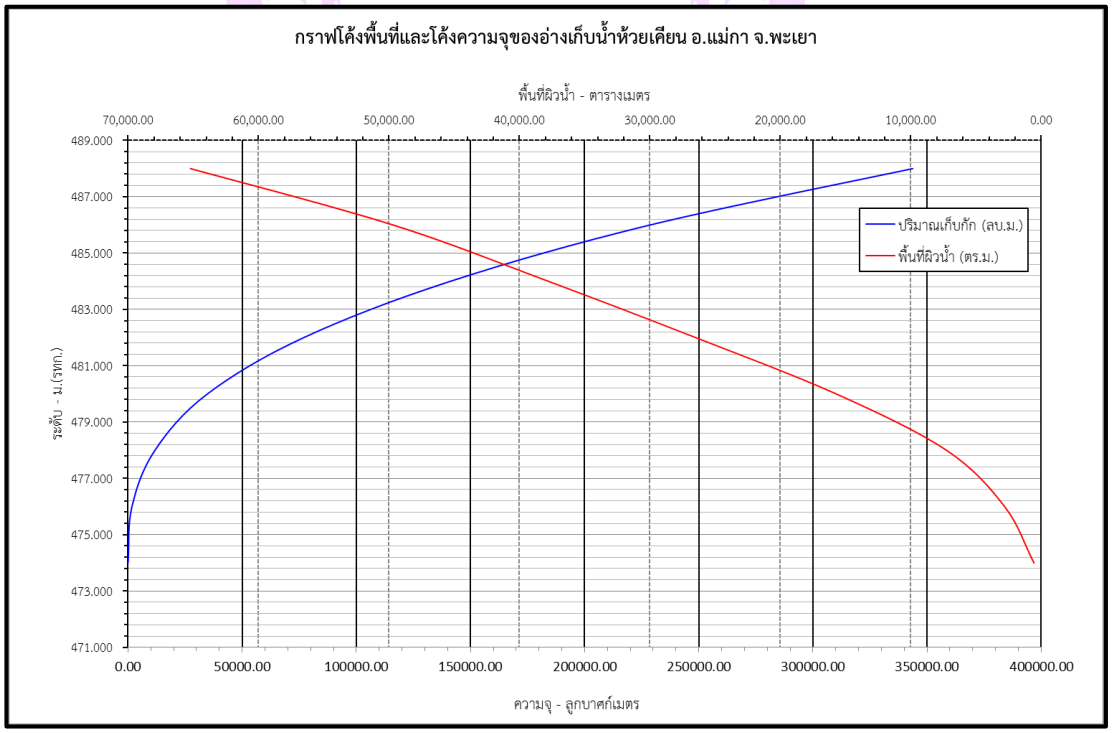
ข้อมูลทั่วไป

1. พื้นที่รับน้ำฝน = 0.33 ตร.กม.

2. ปริมาณน้ำท่า = 74,200 ลบ.ม.

ตาราง 12 แสดงการคำนวณพื้นที่ผิวอ่างและปริมาตรความจุ

ลำดับที่	พื้นที่ (ตร.ม.)	ปริมาตรความจุ (ลบ.ม.)	ปริมาตรความจุสะสม (ลบ.ม.)	ระดับ (เมตร)	หมายเหตุ
1	561.00	0.00	0.00	474	
2	2,807.00	1,684.00	1,684.00	476	
3	7,270.00	10,077.00	11,761.00	478	
4	15,719.00	22,989.00	34,750.00	480	
5	26,498.00	42,217.00	76,967.00	482	**ระดับเก็บกัก**
6	37,802.00	64,300.00	141,267.00	484	
7	49,706.00	87,508.00	228,775.00	486	
8	65,220.00	114,926.00	343,701.00	488	



ภาพ 28 แสดงกราฟโค้งพื้นที่และโค้งความจุ

การศึกษาปริมาณตะกอน

V= C x d x A x n x 1,000

C = Coefficient of Terrain ‘ Slope จากตาราง 16

D = อัตราการกัดเซาะผิวดิน จากตาราง 17

n = อายุอ่างเก็บน้ำ จากตาราง 18

จากสมการ ปริมาณตะกอนบริเวณหัวงานโครงการอ่างเก็บน้ำห้วยเคียน สรุปได้ดังนี้

ในที่นี้ค่า C =1 , d = 0.20 , A = 0.33 , n = 50 ปี

V = 1 x0.20 x 0.33 x 50 x 1,000

ปริมาณตะกอน = 3,300 ลบ.ม.

การออกแบบความสูงของเขื่อนดิน

$$H_f = h_w + \frac{h_e}{2} + h_i$$

H_f = ระยะเผื่อพ้นน้ำ (Freeboard) (เมตร)

h_w = ความสูงของคลื่นเนื่องจากลม (เมตร)

h_e = ความสูงของคลื่นเนื่องจากแผ่นดินไหว (เมตร)

h_e = ความสูงของคลื่นเนื่องจากแผ่นดินไหว (เมตร)

h_i = ความสูงของคลื่นเนื่องจากชนิดของเขื่อน (เมตร)

$h_w = 0.032(V \times F)^{0.5} + 0.76 - 0.26(F)^{0.25}$ (Stevenson Equation)

V = 50 knots หรือ 91.80 กม./ชม.

F = 0.52 กม.

$h_w = 0.032(91.80 \times 0.52)^{0.5} + 0.76 - 0.26 \times (0.52)^{0.25}$

$h_w = 0.76$ เมตร

$h_e = \frac{K \times E}{2\pi} \sqrt{gH}$ (Seiichi Sato)

$K = 0.05\ g$

$E = 2$ วินาที

$g = 9.807$ เมตร/วินาที^{2}

$H = 8$ เมตร

$$h_e = \frac{0.05 \times 2}{2\pi} 8$$

$= 0.14$ เมตร

$h_i = 1.00$ (เขื่อนดิน) แทนค่าใน $H_f = h_w + \frac{h_e}{2} + h_i$

$$H_f = 0.76 + \frac{0.14}{2} + 1$$

$= 1.83 \approx 2.00$ เมตร

$\therefore$ ระดับสันเขื่อน $= 483 + 2 = 485$ เมตร (รทก.)

การออกแบบความกว้างสันเขื่อน

$$W = \left\{\frac{Z}{5} + 10\right\} \times 0.30$$

$W =$ ความกว้างสันเขื่อน

$Z =$ ความสูงของตัวเขื่อนเหนือท้องน้ำ (หน่วยฟุต) $= 36.67$ ฟุต

$$W = \left\{\frac{36.67}{5} + 10\right\} \times 0.30$$

$W = 5.20$ เมตร

การออกแบบ Slope Protection

ทางด้านเหนือน้ำ จะใช้ slope 1:3 (ตามข้อกำหนดของกรมชลประทาน) และใช้ Slope Protection เป็นหินทิ้ง (Riprap) ซึ่งจะสัมพันธ์กับคลื่นลม (h_w) ในที่นี้ h_w = 0.76 เมตร จากตารางผนวก 7 ได้ขนาดหินทิ้งเฉลี่ย 0.19 เมตร หินขนาดใหญ่สูงสุด เท่ากับ 0.27 เมตร โดยความหนาหินทิ้ง (RipRap) จะมีค่าประมาณ 1–1.5 เท่าของขนาดหินใหญ่สุด

$\therefore$ จะได้ความหนาหินทิ้ง เท่ากับ 0.27 x 1.50 = 0.405 เมตร ใช้ 0.40 เมตร

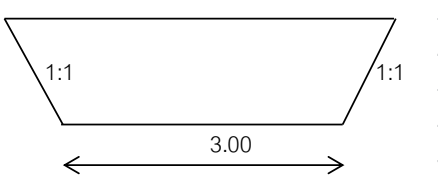
ความหนาของกรวดทรายรองพื้น (Bedding) เท่ากับ 0.15 เมตร

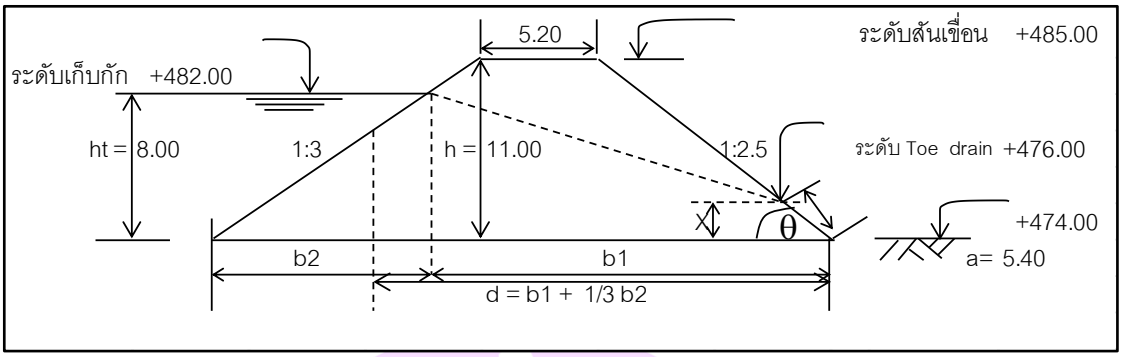
ทางด้านท้ายน้ำใช้ Slope เท่ากับ 1:2.5 ป้องกันการกัดเซาะเนื่องจากน้ำฝนที่ตกบนลาดเขื่อน จะออกแบบป้องกันโดยการปลูกหญ้าให้มีความหนาประมาณ 0.15 เมตร

การออกแบบขนาดร่องแกน

W = h – d = (482 – 474) – 5

W = 8 – 5 = 3 เมตร





ภาพ 29 แสดงรูปตัดด้านข้างของตัวเขื่อน

การหา Upper Limit Of Seepage (a)

จากรูปที่ 29 $h_{\text{เขื่อน}} = 11$ เมตร

$tan\theta = \frac{1}{2.5}$: $\theta = 21.801°$

$sin21.801° = 0.371\,, cot21.801° = 2.50$

ด้านเหนือน้ำ ; $b_2 = 3h_{\text{น้ำ}} = (3 \times 8) = 24$ เมตร

ด้านท้ายน้ำ ; $b_1 = (h_{\text{เขื่อน}} \times 3.0) + (h_{\text{เขื่อน}} \times 2.50) + W - b_2$

$b_1 = 5.5h + 5.20 - b_2$

$b_1 = (5.5 \times 11) + 5.20 - 24 = 41.70$

$d = b_1 + \frac{1}{3}b_2$

แทนค่า ; $d = 41.70 + \frac{1}{3}(24) = 49.70$ เมตร

จาก $\sqrt{d^2 + h^2} - \sqrt{d^2 - h_t^2\, cot^2\theta}$; $h = h_{\text{เขื่อน}}$, $h_t = h_{\text{น้ำ}}$

$= \sqrt{49.70^2 + 11^2} - \sqrt{49.70^2 - 8^2(2.5)^2}$

$= \sqrt{2{,}591.09} - \sqrt{2{,}070.09} = 50.90 - 45.50$

$a = 5.40\, m.$

การออกแบบเพื่อกำหนดระดับ Toe Drain

$$sin\theta = \frac{x}{a}$$

$$x = asin\theta$$

$$x = \ 5.40sin21.801$$

$$x = 2.006$$

ระดับ Toe Drain = +474 + 2.006 = +476.006 เมตร

จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าต่อปีของอ่างเก็บน้ำ มีเท่ากับ 74,200 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีขนาดน้อยมาก การก่อสร้างอ่างเก็บน้ำจะก่อสร้างในลักษณะกักเก็บน้ำตลอดทั้งปี จึงไม่มีทางระบายน้ำล้น มีการบริหารจัดการน้ำโดยควบคุมด้วยระบบท่อส่งน้ำปล่อยตามแรงโน้มถ่วงเข้าสู่ลำน้ำเดิมและทดน้ำเข้าสู่พื้นที่ภูมิทัศน์บริเวณศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาล มหาวิทยาลัยพะเยา

รายละเอียดระบบท่อส่งน้ำและทำนบดินหัวงาน

ระบบท่อส่งน้ำ

1. ช่วงที่ 1 ระยะทาง 500 เมตร ขนาดท่อที่ใช้ 0.10 เมตร
2. ช่วงที่ 2 ระยะทาง 2,600 เมตร ขนาดท่อที่ใช้ 0.15 เมตร
3. กำลังของปั้ม เท่ากับ 14.23 กิโลวัตต์

ทำนบดินหัวงาน

1. ที่ตั้ง หมู่ที่ 2 ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา
2. พิกัด UTM ที่ 598723 E 2104873 N

3. พื้นที่รับน้ำฝนที่ตั้งหัวงาน	0.33	ตารางกิโลเมตร
4. ปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปี	1,081.04	มิลลิเมตร
5. ปริมาณน้ำไหลผ่านหัวงานเฉลี่ยทั้งปี	74,200.00	ลูกบาศก์เมตร

ข้อมูลโครงการเบื้องต้นมีรายละเอียดดังนี้

1. อาคารหัวงาน

ทำนบดินกว้าง	5.20	เมตร
ทำนบดินสูง	11.00	เมตร
ระดับท้องลำน้ำ	+474	เมตร
ระดับน้ำต่ำสุด	+477	เมตร
ระดับน้ำเก็บกัก	+482	เมตร
ระดับน้ำสูงสุด	+483	เมตร
ระดับสันทำนบ	+485	เมตร
ความจุของอ่างที่ระดับน้ำเก็บกัก	76,967	ลูกบาศก์เมตร
ความจุของอ่างที่ระดับน้ำสูงสุด	110,000	ลูกบาศก์เมตร

2. อาคารประกอบ

ท่อส่งน้ำจากอ่างเก็บน้ำ Concrete Steel Liner จำนวน 1 แถว ขนาด 0.30 เมตร

3. ระบบส่งน้ำ

ออกแบบให้ระบายน้ำลงลำน้ำเดิมและทดน้ำเข้าสู่พื้นที่เพาะปลูก

4. ประโยชน์ที่ได้รับ

ส่งน้ำช่วยพื้นที่เพาะปลูกบริเวณโรงพยาบาลในฤดูแล้งได้ 365 ไร่

บทที่ 5

บทสรุป

ผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์การศึกษาหาปริมาณน้ำต้นทุนของโครงการ ได้แก่ แหล่งน้ำจากฝายหน้าหอพัก และอ่างเก็บน้ำบริเวณหน้าบ้านพักอธิการบดี พบว่า น้ำต้นทุนเมื่อคิดเผื่อการสูญเสียที่ร้อยละ 40 แล้ว มีค่าเท่ากับ 566,910 ลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ปริมาณความต้องการน้ำของพืช ในขอบเขตพื้นที่ 365 ไร่ มีค่าเท่ากับ 186,898 ลูกบาศก์เมตรต่อปี

การศึกษาหาตำแหน่งที่ตั้งของโครงการ ตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของโครงการนั้นแบ่งเป็น 2 โครงการด้วยกัน โครงการแรก โครงการสูบน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า จุดสูบน้ำจะอยู่ที่ฝายหน้ามหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นจุดที่น้ำใช้อุปโภคบริโภคทั้งหมดไหลรวมผ่านมาตำแหน่งนี้ เดินท่อส่งน้ำขึ้นไปพักน้ำที่จุดสูงสุดของเนินเขาบริเวณเรือนพักรับรองแล้วเดินท่อตามไหล่ทางของถนนไปยังบริเวณพื้นที่รับประโยชน์ โครงการก่อสร้างอ่างกักเก็บน้ำ พื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยที่พอมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นอ่างเก็บน้ำนั้น พิจารณาจากพื้นที่มีช่องเขาและเป็นเนินเขาอยู่ใกล้กัน สามารถกักเก็บน้ำได้มาก อยู่บริเวณสูงสามารถส่งน้ำไปยังพื้นที่เพาะปลูกได้ นั่นคือพื้นที่บริเวณหน้าบ้านพักอธิการบดี

ผลของข้อมูล การส่งน้ำจากฝายบริเวณหน้าหอพักไปยังพื้นที่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยพะเยาจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง ช่วงแรกใช้แรงจากปั้มชักน้ำขนาดกำลังของปั้มประมาณ 14.23 กิโลวัตต์และพักน้ำที่ถังน้ำบริเวณยอดเขาเรือนพักรับรอง ระยะทาง 500 เมตร ใช้ท่อขนาด 4 นิ้ว ช่วงที่ 2 ปล่อยน้ำสู่พื้นที่ศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยพะเยาด้วยแรงโน้มถ่วง ระยะทาง 2,600 เมตร ใช้ท่อขนาด 6 นิ้ว

ขนาดของเขื่อนสรุปได้ว่า ทำนบดินมีความสูง 11 เมตร ความกว้างทำนบดิน 5.20 เมตร ความยาวทำนบดิน 140 เมตร ความจุที่ระดับสูงสุดเท่ากับ 110,000.00 ลูกบาศก์เมตร ความจุที่ระดับเก็บกักเท่ากับ 76,967.00 ลูกบาศก์เมตร

วิจารณ์และสรุปผลการศึกษา

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาค้นคว้าเรื่อง การพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อสนับสนุนพื้นที่ภูมิทัศน์ในศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยพะเยา มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดหาแหล่งน้ำรองรับการขนาดแคลนน้ำของพื้นที่ในอนาคตรวมทั้งการขยายตัวของประชากรภายในมหาวิทยาลัยและบริเวณข้างเคียง โดยการหาปริมาณน้ำต้นทุนต่อความต้องการน้ำของพื้นที่ว่าเพียงพอต่อความต้องการหรือไม่ โดยพบว่าน้ำต้นทุนมีค่าเท่ากับ 566,910 ลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ปริมาณความต้องการน้ำของพืชในพื้นที่ มีค่าเท่ากับ 186,898 ลูกบาศก์เมตรต่อปี จึงสรุปได้ว่าปริมาณน้ำเพียงพอต่อความต้องการ รูปแบบโครงการจะประกอบด้วย โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าและอ่างกักเก็บน้ำ โดยทั้ง 2 โครงการสามารถช่วยเหลือพื้นที่ป่าไม้ขนาด 365 ไร่ ในบริเวณศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยพะเยา ได้อย่างเพียงพอต่อความต้องการ อีกทั้งยังช่วยในการป้องกัน แก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำในพื้นที่มหาวิทยาลัยได้อีกด้วย

อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาค้นคว้าเรื่อง การพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อสนับสนุนพื้นที่ภูมิทัศน์ในศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยพะเยา เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการในเชิงเทคนิคว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด ปริมาณน้ำในพื้นที่พบว่าเพียงพอต่อความต้องการ แต่ก็มีข้อกำจัดทางด้านคุณภาพน้ำที่นำมาใช้ ว่ามีคุณสมบัติเหมาะสมหรือไม่ อาจต้องมีการตรวจวัดคุณภาพน้ำในขั้นตอนลำดับต่อไป

โครงการส่งน้ำด้วยท่อไม่สามารถใช้แรงโน้มถ่วงได้ตลอดแนว เนื่องจากปัจจัยทางด้านสภาพภูมิประเทศที่เป็นเนินเขา จึงต้องนำระบบสูบน้ำเข้ามาช่วยในการนำน้ำส่งไปยังพื้นที่ ซึ่งจะทำให้โครงการมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น จึงต้องศึกษารายละเอียดความคุ้มทุนของโครงการต่อไป

ประเภทท่อ ใช้ท่อ HDPE เนื่องจากคุณสมบัติในการโค้งงอ สามารถ โค้งงอได้เยอะ อายุการใช้งานที่ยาวนาน ไม่เปราะแตกหักง่าย ทนต่อสารเคมี และรับแรงดันได้มาก แต่ก็มีข้อเสียที่ราคาข้อนข้างสูง

เขื่อนเป็นชนิดเขื่อนดินประเภทแบ่งส่วน(ZONE TYPE DAM) เนื่องจากดินที่ใช้ในการถมตัวเขื่อนนั้นหาได้ยาก และต้องใช้ในปริมาณที่มาก ขณะเดียวกันวัสดุที่มีคุณสมบัติที่ดีในการถมตัวเขื่อนก็มีอยู่อย่างจำกัด แต่การก่อสร้างเขื่อนที่ดีและแข็งแรงก็มีปัจจัยหลายๆอย่างประกอบกันทั้งในเรื่องของ วัสดุ ขั้นตอนและ วิธีการก่อสร้าง

ข้อเสนอแนะ

ในอนาคต หากพื้นที่ขยายเพิ่มมากขึ้น ความต้องการก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย การรับมือเตรียมความพร้อม ควรหาแหล่งน้ำสนับสนุนบริเวณมหาวิทยาลัยเพิ่มเติม เช่น การขุดสระน้ำ การนำน้ำอุปโภคบริโภคภายในศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาลมาบำบัด

หากมีการวิจัยต่อยอดในลักษณะเดียวกัน ควรเพิ่มเติมข้อมูลทางด้านผลการวิเคราะห์ด้านธรณีวิทยาว่าเหมาะสมในการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำหรือไม่ ข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์ถึงความคุ้มค่าในการลงทุนของโครงการ แบบก่อสร้างในการประมาณราคาค่าก่อสร้าง และผลการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำว่ามีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

หากงบประมาณในการดำเนินโครงการมีอยู่อย่างจำกัด สามารถเลือกทางเลือกระบบสูบน้ำจากฝายเพียงโครงการเดียวก็มีศักยภาพเพียงพอต่อความต้องการน้ำ ที่จะสนับสนุนพื้นที่ในปัจจุบันแล้ว

บรรณานุกรม

กนกศักดิ์ ตัสมาและสุรสิทธิ์ อินทรประชา. (2548). **การออกแบบเขื่อนดิน (แนวทางขั้นพื้นฐานทั่วไป)**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์กรมชลประทาน.

กองอาคารและสถานที่. (2560). **แผนปฏิบัติการประจำปี 2560**. พะเยา: โรงพิมพ์กองอาคารและ สถานที่มหาวิทยาลัยพะเยา.

การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย. (ม.ป.ป.). **แผนที่ท่องเที่ยวจังหวัดพะเยา**. สืบค้นเมื่อ 20 พฤษภาคม 2561. จาก http://thai.tourismthailand.org/fileadmin/upload_img/multimedia/map/181/img_d71542890685994ffc90e60819118bf9.gif

กิติพงษ์ พงษ์บุญ พิณทิพย์ ธิติโรจนะวัฒน์ และพงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล. (2544). **สมดุลน้ำของป่าดิบแล้งที่สถานีวิจัยต้นน้ำมูล**. นครราชสีมา: โรงพิมพ์แห่งกรมอุทยานแห่งชาติและสัตว์ป่าและพันธุ์พืช.

คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานระบบส่งน้ำและระบายน้ำ. (2555). **แนวทางและหลักเกณฑ์ในการออกแบบระบบท่อส่งน้ำรับแรงดัน.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์กรมชลประทาน.

ฝ่ายวิจัยและอุทกวิทยาประยุกต์ ส่วนอุทกวิทยา. (11 ส.ค. 2560). ส.บ.อ. 2906/2560. **ลักษณะทางอุทกวิทยาของโครงการอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ ต.แม่กา อ.เมือง จ.พะเยา**

วิบูลย์ บุญยธโรกุล. (2526). **หลักการชลประทาน.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน.

สมเกียรติ ประจำวงษ์. (2542). **การวางโครงการชลประทาน (Irrigation Project Planing)**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์กรมชลประทาน.

สำนักบริหารโครงการ กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2560). **รายงานการศึกษาวางโครงการพิเศษ (Special Study Report) โครงการเพิ่มประสิทธิภาพเก็บกักน้ำอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำ ต.แม่กา อ.เมือง จ.พะเยา.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์กรมชลประทาน.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ตารางและกราฟที่ใช้ประกอบการออกแบบ

ตาราง 13 แสดงสถิติข้อมูลอากาศเฉลี่ยย้อนหลัง 30 ปี จ.พะเยา

(พ.ศ.2528–พ.ศ.2557)

CLIMATOLOGICAL DATA FOR THE PERIOD 1985-2014

Station	PHAYAO	Elevation of station above MSL	396.89	Meters
Index Station	48310	Height of barometer above MSL	398.94	Meters
Latitude	19° 8' 0.0" N	Height of Thermometer above ground	1.5	Meters
Longitude	99° 54' 0.0" E	Height of wind vane above ground	11.8	Meters
		Height of rainguage	1	Meters

Elements		N-Years	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Annual
Pressure(hPa)	Mean	30	1013.2	1011.2	1008.4	1006.7	1005.5	1004	1004.1	1004.7	1007.1	1010.7	1013.1	1014.9	1008.63
	Mean Daily Range	30	6.8	8.2	7.2	6.8	5.5	4.6	4.2	4.5	5.1	5.5	5.9	6.4	5.89
	Ext.Max.	29	1025.47	1024.28	1030.01	1020.36	1014.32	1011.37	1012.56	1012.18	1015.94	1021.73	1027.28	1027.56	1030.01
	Ext.Min.	29	1001.48	999.6	997.59	995.12	995.97	995.39	994.88	995.26	996.78	999.97	1000.83	1001.97	994.88
Temperature(Celsius)	Mean Max.	30	29.5	32.2	34.8	35.8	33.6	32.6	31.7	31.4	31.4	30.8	29.5	27.9	31.8
	Ext.Max.	30	34.3	37.1	39.7	41.8	40.7	40	37.2	35.6	35.2	36.1	34.6	33.6	41.8
	Mean Min.	30	14	15.6	19.5	22.9	23.6	24	23.7	23.5	23	21.6	18.2	14.3	20.3
	Ext.Min.	30	6	7	8.5	16	17	17	20.6	20.5	18.7	12.6	9.5	2.5	2.5
	Mean	30	20.6	22.9	26.4	28.6	27.8	27.6	27	26.7	26.4	25.3	22.9	20.1	25.2
Dew Point Temp.(Celsius)	Mean	30	15.2	15	16.5	19.7	22.3	23	23.1	23.3	23.3	22.1	19.1	15.8	19.9
Relative Humidity(%)	Mean	30	75	66	59	62	75	78	80	83	84	84	81	79	75.5
	Mean Max.	30	94	90	83	83	90	91	92	94	96	96	96	96	91.8
	Mean Min.	30	43	33	32	39	54	60	64	66	65	62	55	49	51.8
	Ext.Min.	30	16	12	11	11	17	30	36	41	41	33	28	24	11
Visibility(Km.)	Mean	30	6.6	6.4	5.8	7.1	9.6	10.5	10.3	10.1	9.2	7.7	7.3	6.7	8.1
	07.00LST	30	4.2	4.8	4.6	6.3	9	10	9.7	9.2	7.4	5	4.5	3.8	6.5
Cloud Amount(1-10)	Mean	30	2.3	2.1	2.5	4.1	6.4	7.4	8	8.1	7.2	5.7	3.9	2.9	5.1
Wind (Knots)	Prev.Wind	30	S	S	S	SE	SE	SE	SE	SE	SE	NW	NW	NW	-
	Mean	30	0.7	0.9	1.3	1.5	1.3	1.7	1.5	1	0.6	0.4	0.5	0.6	1
	Max.	30	22	29	33	50	40	30	26	40	30	21	32	20	50
Pan Evaporation(mm.)	Total	30	93.4	108.6	149.5	167.3	147	130.8	118.8	109.8	103.1	98.4	87	83.7	1397.4
Rainfall(mm)	Total	30	7.1	8.8	33.5	85.1	181	105.3	145.4	211.2	211.8	125.3	41.3	12.9	1168.7
	Num. of Days	30	1.3	1.6	3.5	8.6	15.6	15	17.8	19.7	17.1	11.1	4.1	1.4	116.8
	Daily Max.	30	48.2	63.3	79.5	87.6	114.8	93.6	80.9	154.3	118.4	105.5	79.9	52.4	154.3
Sunshine Duration(hr.)	Mean	3	57	79	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	145
Phenomena(Days)	Fog	30	4.7	0.5	0.2	0.1	0	0	0	0	1.2	6.1	7.8	8.8	29.4
	Haze	30	24.1	25.3	28.2	23.2	6	2.9	1.1	1	2.7	9.5	13.3	20.4	157.7
	Hail	30	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2
	ThunderStorm	30	0.4	0.5	2.1	8.1	10.7	6.6	6.1	7.9	8.4	4.8	0.9	0.3	56.8
	Squall	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตาราง 14 แสดงค่า ETO Penman Monteith

(ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงรายเดือน ภาคเหนือ)

๒. ค่า ETo Penman Monteith

ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธี Penman-Monteith รายเดือน

ภาคเหนือ

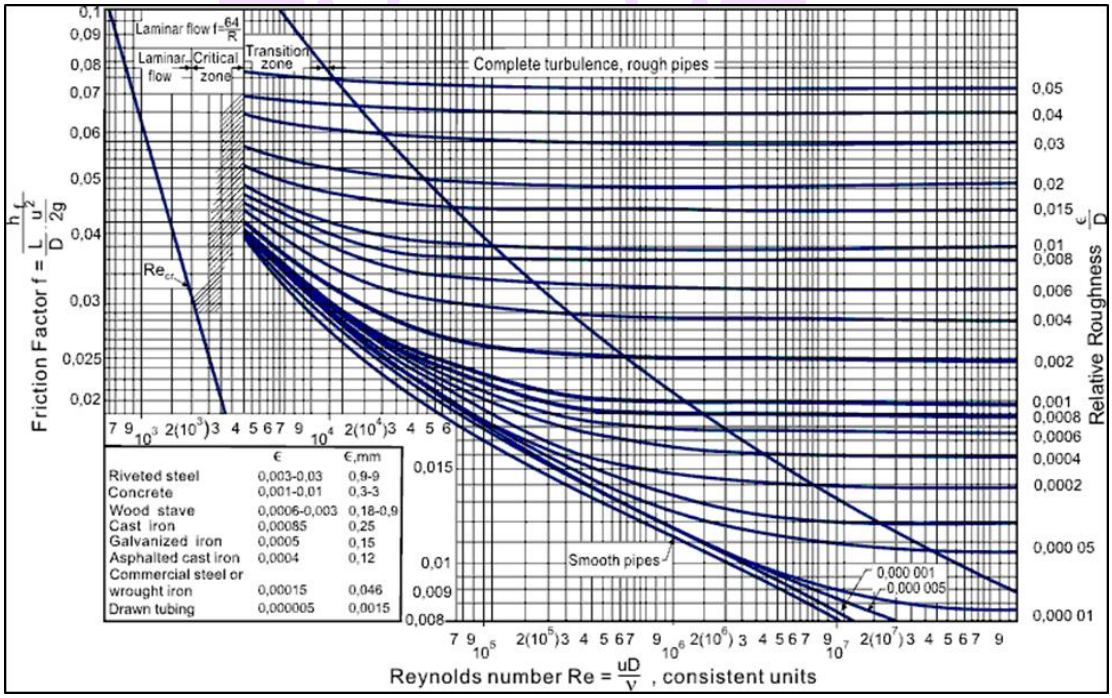
ม.ม./วัน

จังหวัด	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
แม่ฮ่องสอน	๒.๘๓	๓.๕๕	๔.๕๑	๕.๒๒	๔.๔๖	๓.๕๙	๒.๙๓	๓.๓๒	๓.๑๑	๓.๓๒	๓.๐๒	๒.๖๘
-แม่สะเรียง	๒.๘๙	๓.๘๖	๔.๗๘	๕.๑๑	๔.๓๕	๒.๙๒	๒.๘๒	๒.๗๒	๓.๐๗	๓.๐๙	๒.๙๓	๒.๘๔
เชียงราย	๒.๘๓	๓.๕๐	๔.๔๐	๕.๐๕	๔.๓๕	๔.๐๐	๓.๕๓	๓.๓๘	๓.๔๕	๓.๔๓	๓.๑๗	๒.๖๓
-สถานีฯเกษตร เชียงรา	๒.๗๙	๓.๔๒	๔.๒๖	๔.๗๗	๔.๑๓	๓.๘๕	๓.๔๐	๓.๒๗	๓.๗๑	๓.๓๘	๓.๑๔	๒.๖๔
พะเยา	๒.๘๓	๓.๕๓	๔.๔๕	๔.๙๑	๔.๔๐	๓.๖๙	๓.๕๘	๓.๓๘	๓.๔๐	๓.๒๓	๒.๙๒	๒.๕๘
เชียงใหม่	๓.๒๑	๔.๐๙	๕.๒๖	๖.๑๒	๔.๙๗	๔.๓๐	๓.๘๐	๓.๖๒	๓.๖๗	๓.๗๔	๓.๓๕	๓.๐๓
-ดอยอ่างขาง	๓.๑๖	๔.๓๖	๕.๓๐	๕.๑๘	๓.๙๕	๓.๕๐	๓.๒๗	๓.๐๖	๓.๒๓	๒.๙๒	๒.๙๘	๒.๖๕
-สถานีฯเกษตร แม่โจ้	๓.๐๗	๓.๗๑	๔.๕๙	๔.๘๕	๓.๘๖	๓.๙๒	๒.๙๔	๓.๓๗	๓.๐๙	๓.๖๘	๓.๓๘	๓.๐๓
ลำปาง	๓.๐๗	๓.๗๓	๔.๖๙	๔.๙๘	๔.๔๔	๔.๐๖	๓.๖๑	๓.๔๖	๓.๕๑	๓.๔๒	๓.๑๓	๒.๘๔
-เถิน	๓.๖๔	๔.๕๔	๕.๖๐	๕.๗๗	๔.๓๙	๔.๒๗	๓.๘๖	๓.๖๗	๓.๗๓	๓.๖๔	๓.๗๗	๓.๔๕
-สถานีฯเกษตร ลำปาง	๒.๗๗	๓.๒๖	๔.๐๖	๔.๒๒	๓.๗๘	๓.๔๕	๓.๓๗	๓.๒๘	๓.๐๖	๓.๒๙	๓.๑๑	๒.๗๐
ลำพูน	๒.๙๔	๓.๗๙	๔.๗๓	๕.๔๖	๔.๕๖	๓.๗๘	๓.๖๘	๓.๔๗	๓.๔๗	๓.๓๕	๓.๐๖	๒.๗๔
แพร่	๒.๙๘	๓.๗๐	๔.๔๘	๔.๙๑	๔.๕๗	๓.๗๓	๓.๕๙	๓.๔๔	๓.๕๐	๓.๔๑	๓.๑๗	๒.๖๘
น่าน	๒.๘๘	๓.๔๙	๔.๓๙	๔.๖๓	๔.๒๕	๓.๘๘	๓.๔๓	๓.๓๓	๓.๔๓	๓.๔๗	๓.๐๔	๒.๗๐
-สถานีฯเกษตร น่าน	๒.๘๘	๓.๕๔	๔.๓๗	๔.๘๓	๔.๑๔	๓.๗๘	๓.๓๗	๓.๒๗	๓.๗๒	๓.๗๔	๓.๓๒	๒.๘๑
-ท่าวังผา	๒.๘๘	๓.๕๖	๔.๕๕	๔.๖๗	๔.๒๘	๓.๕๖	๓.๔๖	๒.๗๘	๓.๔๑	๓.๔๐	๓.๑๑	๒.๖๕
-ทุ่งช้าง	๓.๑๔	๓.๘๑	๔.๗๖	๔.๙๑	๔.๓๙	๔.๒๒	๓.๗๖	๓.๒๙	๓.๗๓	๓.๙๒	๓.๒๙	๒.๙๐
อุตรดิตถ์	๓.๒๕	๓.๘๘	๔.๗๗	๔.๙๑	๔.๔๓	๓.๕๙	๓.๕๐	๓.๔๐	๓.๕๒	๓.๕๙	๓.๔๘	๒.๙๙
ตาก	๓.๒๐	๔.๑๖	๕.๒๕	๕.๘๐	๔.๙๔	๓.๘๖	๓.๙๓	๓.๘๔	๓.๓๓	๓.๓๙	๓.๒๑	๒.๙๔
-แม่สอด	๓.๓๒	๔.๐๘	๔.๙๖	๕.๔๑	๔.๒๑	๓.๐๐	๒.๘๘	๒.๗๙	๓.๑๕	๓.๕๒	๓.๔๘	๓.๓๑
-เขื่อนภูมิพล	๓.๒๓	๔.๑๒	๕.๑๔	๕.๖๗	๔.๕๙	๓.๘๑	๓.๘๐	๓.๗๔	๓.๒๖	๓.๔๑	๓.๑๖	๓.๐๑
-อุ้มผาง	๓.๑๒	๓.๗๑	๔.๓๐	๔.๕๑	๓.๗๐	๒.๗๕	๒.๖๙	๒.๖๔	๒.๕๒	๒.๙๙	๓.๓๓	๒.๙๘

ตาราง 15 แสดงค่าสัมประสิทธิความขรุขระของผิวภายในท่อ : C

ค่าความสูงของผิวขรุขระของท่อ : ε และค่าสัมประสิทธิความขรุขระของผิวภายในท่อ : C

ลักษณะผิว	Surface	Absolute Roughness - k (ε) (m)	Absolute Roughness - k (ε) (feet)	Hazen-Williams Coefficient : C
ทองแดง, ตะกั่ว, ทองเหลือง, อลูมิเนียม, (ใหม่)	Copper, Lead, Brass, Aluminum (new)	$1.0 - 2.0 \times 10^{-6}$	$3.3 - 6.7 \times 10^{-6}$	130
ท่อพีวีซี ท่อพลาสติก, ท่อแก้ว	PVC, Plastic and Glass Pipes	$1.5 - 7.0 \times 10^{-6}$	$0.5 - 2.33 \times 10^{-5}$	150
ท่ออีพ็อกซี่, ไวนิลเอสเตอร์	Epoxy, Vinyl Ester	5.2×10^{-6}	1.7×10^{-5}	140
เหล็กกล้าไร้สนิม	Stainless steel	1.52×10^{-5}	5×10^{-5}	130
ท่อเหล็กเชิงพาณิชย์	Steel commercial pipe	$4.5 - 9.14 \times 10^{-5}$	$1.5 - 3 \times 10^{-4}$	100
เหล็กยืด	Stretched steel	1.52×10^{-5}	5×10^{-5}	140
เหล็กผิวเชื่อม	Weld steel	4.5×10^{-5}	1.5×10^{-4}	100
เหล็กชุบสังกะสี	Galvanized steel	1.52×10^{-4}	5×10^{-4}	120
เหล็กมีสนิม (ถูกกัดกร่อน)	Rusted steel (corrosion)	$1.52 - 4.0 \times 10^{-4}$	$5 - 13.3 \times 10^{-4}$	120
เหล็กหล่อใหม่	New cast iron	$2.44 - 8.23 \times 10^{-4}$	$8 - 27 \times 10^{-4}$	130
เหล็กหล่อสึกกร่อน	Worn cast iron	$8.23 - 15.2 \times 10^{-4}$	$2.7 - 5 \times 10^{-3}$	89 - 100
เหล็กหล่อเป็นสนิม	Rusty cast iron	$1.52 - 2.5 \times 10^{-3}$	$5 - 8.3 \times 10^{-3}$	64 - 83
เหล็กแผ่น หรือลูกเคลือบผิวด้วยแอสฟัลท์	Sheet or asphalted cast iron	$1.0 - 1.52 \times 10^{-5}$	$3.33 - 5 \times 10^{-5}$	130 - 140
คอนกรีตฉาบผิวเรียบ	Smoothed cement	3.05×10^{-4}	1×10^{-3}	130
คอนกรีตผิวธรรมดา	Ordinary concrete	$0.3 - 1.0 \times 10^{-3}$	$1 - 3.33 \times 10^{-3}$	120
คอนกรีตผิวหยาบ	Coarse concrete	$0.3 - 5.0 \times 10^{-3}$	$1 - 16.7 \times 10^{-3}$	100 - 110
ไม้ใสผิวเรียบ	Well planed wood	$1.83 - 9.4 \times 10^{-4}$	$6 - 30 \times 10^{-4}$	89 - 100



ภาพ 30 แสดงกราฟ Moody Diagram

ตาราง 16 แสดงตารางแสดงค่า Coefficient of Terrain's Slope

Slope	ค่า C
มากกว่า 1 : 200	1.00
1 : 200 - 1 : 500	0.90
1 : 500 - 1 : 1,000	0.80
น้อยกว่า 1 : 1,000	0.70

ตาราง 17 แสดงตารางแสดงอัตราการกัดเซาะผิวดิน

พื้นที่รับน้ำลงอ่าง (ตร.กม.)	อัตราการกัดเซาะผิวดิน - มม./ปี/ตร.กม.		
	ป่าปกคลุมดี	ป่าถูกทำลายบางส่วน	ป่าถูกทำลาย
< 100	0.20	0.25	0.30
100 - 1,000	0.15	0.20	0.25
> 1,000	0.10	0.15	0.20

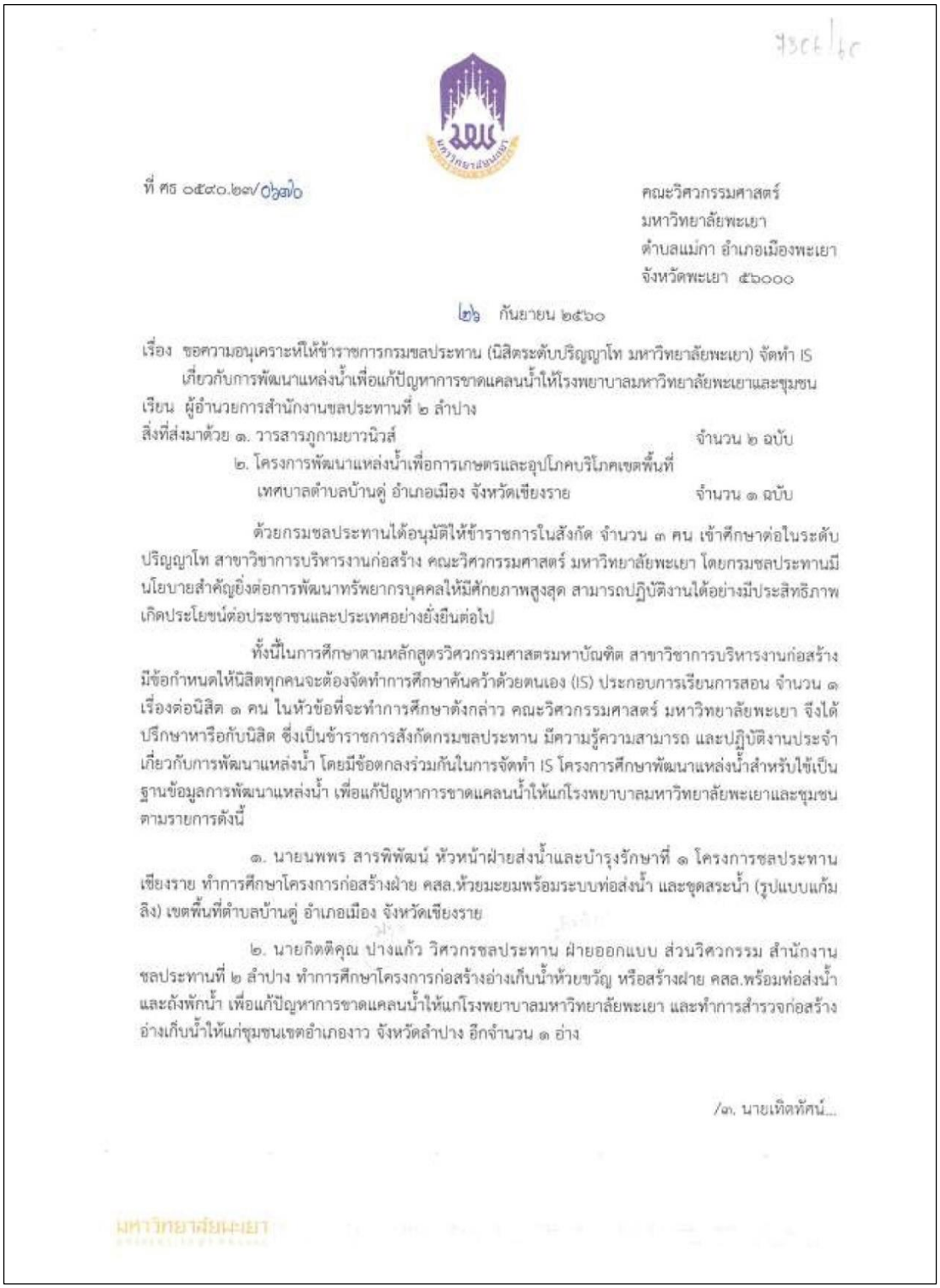
ตาราง 18 แสดงตารางความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำไหลลงอ่างและอายุการใช้งานอ่างเก็บน้ำ

ปริมาณน้ำไหลลงอ่าง (ล้าน ลบ.ม./ปี)	อายุการใช้งานอ่างเก็บน้ำ (n)
< 50	50
50 - 500	100
> 500	พิจารณาตามความเหมาะสม

ตาราง 19 แสดงขนาดของหินทิ้งตาม U.S. Corps of Engineers (1984)

ความสูงคลื่น (ม.)	ขนาดของหินทิ้ง (ม.)			
	3H : 1V (slope)		2H : 1V (slope)	
	D_{50}	D_{100}	D_{50}	D_{100}
0.5	0.19	0.27	0.21	0.30
1.0	0.37	0.55	0.42	0.63
1.5	0.55	0.82	0.63	0.95
2.0	0.73	1.10	0.84	1.26
2.5	0.92	1.38	1.05	1.58

ภาคผนวก ข เรื่องขอความอนุเคราะห์



ที่ ศธ ๐๕๘๐.๒๙/๐๒๗๐

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยพะเยา
ตำบลแม่กา อำเภอเมืองพะเยา
จังหวัดพะเยา ๕๖๐๐๐

๒๖ กันยายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้ข้าราชการกรมชลประทาน (นิสิตระดับปริญญาโท มหาวิทยาลัยพะเยา) จัดทำ IS เกี่ยวกับการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำให้โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยพะเยาและชุมชน

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานชลประทานที่ ๒ ลำปาง

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. วารสารภูกามยาวนิวส์ จำนวน ๒ ฉบับ
๒. โครงการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรและอุปโภคบริโภคเขตพื้นที่ เทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยกรมชลประทานได้อนุมัติให้ข้าราชการในสังกัด จำนวน ๓ คน เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยกรมชลประทานมีนโยบายสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาทรัพยากรบุคคลให้มีศักยภาพสูงสุด สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดประโยชน์ต่อประชาชนและประเทศอย่างยั่งยืนต่อไป

ทั้งนี้ในการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง มีข้อกำหนดให้นิสิตทุกคนจะต้องจัดทำการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง (IS) ประกอบการเรียนการสอน จำนวน ๑ เรื่องต่อนิสิต ๑ คน ในหัวข้อที่จะทำการศึกษาดังกล่าว คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จึงได้ปรึกษาหารือกับนิสิต ซึ่งเป็นข้าราชการสังกัดกรมชลประทาน มีความรู้ความสามารถ และปฏิบัติงานประจำเกี่ยวกับการพัฒนาแหล่งน้ำ โดยมีข้อตกลงร่วมกันในการจัดทำ IS โครงการศึกษาพัฒนาแหล่งน้ำสำหรับใช้เป็นฐานข้อมูลการพัฒนาแหล่งน้ำ เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำให้แก่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยพะเยาและชุมชน ตามรายการดังนี้

๑. นายนพพร สารพิพัฒน์ หัวหน้าฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ ๑ โครงการชลประทานเชียงราย ทำการศึกษาโครงการก่อสร้างฝาย คสล.ห้วยมะยมพร้อมระบบท่อส่งน้ำ และชุดสระน้ำ (รูปแบบแก้มลิง) เขตพื้นที่ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

๒. นายกิตติคุณ ปางแก้ว วิศวกรชลประทาน ฝ่ายออกแบบ ส่วนวิศวกรรม สำนักงานชลประทานที่ ๒ ลำปาง ทำการศึกษาโครงการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำห้วยขวัญ หรือสร้างฝาย คสล.พร้อมท่อส่งน้ำและถังพักน้ำ เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำให้แก่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยพะเยา และทำการสำรวจก่อสร้างอ่างเก็บน้ำให้แก่ชุมชนเขตอำเภองาว จังหวัดลำปาง อีกจำนวน ๑ อ่าง

/๓. นายเทิดทัศน์...

มหาวิทยาลัยพะเยา

๓. นายเทิดทัศน์ ภูริธรรมวิวัฒน์ วิศวกรโยธา สำนักงานชลประทานที่ ๒ ลำปาง จัดทำ ๒ โครงการ

๓.๑ โครงการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำบริเวณหุบเขา (หน้าอาคารบ้านรับรองอธิการบดี) จำนวน ๑ อ่าง

๓.๒ โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าพร้อมระบบส่งน้ำด้วยท่อและวางระบบการบริหารจัดการน้ำ ครอบคลุมพื้นที่ ๕๐๐ – ๗๐๐ ไร่ (มหาวิทยาลัยจัดเตรียมข้อมูลรายละเอียดไว้ส่วนหนึ่งแล้ว)

อนึ่ง มหาวิทยาลัยพะเยาขอเรียนเพิ่มเติม ดังนี้

(๑) มหาวิทยาลัยพะเยาได้มอบหมายให้อาจารย์ผู้มีความรู้และประสบการณ์ทางด้านนี้เป็นที่ปรึกษาและเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัยพะเยาร่วมปฏิบัติร่วมกับนิสิตจนงานแล้วเสร็จ

(๒) จัดหาปัจจัยสนับสนุนการปฏิบัติงานของนิสิต เป็นวงเงิน ๓๒,๐๐๐ บาท (โดยนายประทีป ต่ายไหญ่เที่ยง ผู้สนับสนุน)

(๓) มหาวิทยาลัยพะเยา ขอยืนยันว่าข้าราชการของกรมชลประทานทั้ง ๓ คนดังกล่าว เป็นนิสิตที่ดีเยี่ยมของมหาวิทยาลัย โดยเฉพาะความกตัญญูอันพึงปฏิบัติต่อสถาบันและอาจารย์ผู้สอน

(๔) มหาวิทยาลัยพะเยา รู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณในความกรุณาของกรมชลประทานที่สนับสนุนแหล่งน้ำเพื่อพัฒนาการศึกษาของมหาวิทยาลัยและชุมชนโดยรอบมหาวิทยาลัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์เทอดศักดิ์ โกไศยกานนท์)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

สำนักงานคณะวิศวกรรมศาสตร์
โทร. ๐ ๕๔๔๖ ๖๖๖๖ ต่อ ๓๓๔๙
โทรสาร ๐ ๕๔๔๖ ๖๗๓๐

ที่ กษ ๐๓๑๑/๕๓๕ | ๒๕๖๐

สำนักงานชลประทานที่ ๒
๒๗๑ ต.สวนดอก อ.เมือง
จ.ลำปาง ๕๒๑๐๐

๕ ตุลาคม ๒๕๖๐

เรื่อง อนุเคราะห์ให้ข้าราชการกรมชลประทาน (นิสิตระดับปริญญาโท มหาวิทยาลัยพะเยา) จัดทำ IS เกี่ยวกับการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำให้โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยพะเยาและชุมชน

เรียน คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

อ้างถึง หนังสือคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ ศธ ๐๕๙๐.๒๗/๐๖๗๐ ลงวันที่ ๒๖ กันยายน ๒๕๖๐

ตามหนังสือที่อ้างถึง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ขอความอนุเคราะห์ให้ข้าราชการในสังกัด จำนวน ๓ คน จัดทำ IS เกี่ยวกับการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำให้โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยพะเยาและชุมชน ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

สำนักงานชลประทานที่ ๒ ขอเรียนว่ายินดีให้การสนับสนุนในการศึกษาและจัดทำ IS ตามหัวข้อการพัฒนาแหล่งน้ำดังกล่าว แก่ข้าราชการ จำนวน ๒ คน ได้แก่ นายนพพร สารพิพัฒน์ และนายกิตติคุณ ปวงแก้ว สำหรับนายเทิดทัศน์ ภูริธรรมวิวัฒน์ ได้บรรจุเป็นข้าราชการ ตำแหน่งวิศวกรชลประทานปฏิบัติการ สังกัดสำนักบริหารโครงการ กรมชลประทาน ตั้งแต่วันที่ ๑ กันยายน ๒๕๖๐ จึงขอให้คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา มีหนังสือไปยังต้นสังกัดโดยตรง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายไชยงค์ จงอาสาชาติ)
ผู้อำนวยการสำนักงานชลประทานที่ ๒

ฝ่ายบริหารทั่วไป
โทร ๐ ๕๔๒๑ ๗๑๘๖, ๐ ๕๔๒๑ ๘๙๖๐
โทรสาร ๐ ๕๔๒๒ ๓๐๖๑

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	เทิดทัศน์ ภูริธรรมวิวัฒน์
วัน เดือน ปี เกิด	17 มิถุนายน 2530
สถานที่เกิด	จังหวัดพะเยา
วุฒิการศึกษา	พ.ศ.2552 วศ.บ.(โยธา), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพมหานคร
ที่อยู่ปัจจุบัน	719/3 หมู่ 5 ตำบลรอบเวียง อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57000
ผลงานตีพิมพ์	ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง เทิดทัศน์ ภูริธรรมวิวัฒน์ (ผู้บรรยาย). (16 มิถุนายน 2561). การพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อสนับสนุนพื้นที่ภูมิทัศน์ในศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยพะเยา. ในการประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 4 (หน้า 232-241). พะเยา; มหาวิทยาลัยพะเยา.
รางวัลที่ได้รับ	-