การประมาณความต้องการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วมและการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

วิทยานิพนธ์

ของ

รัตน์สุดา งามเสริฐ

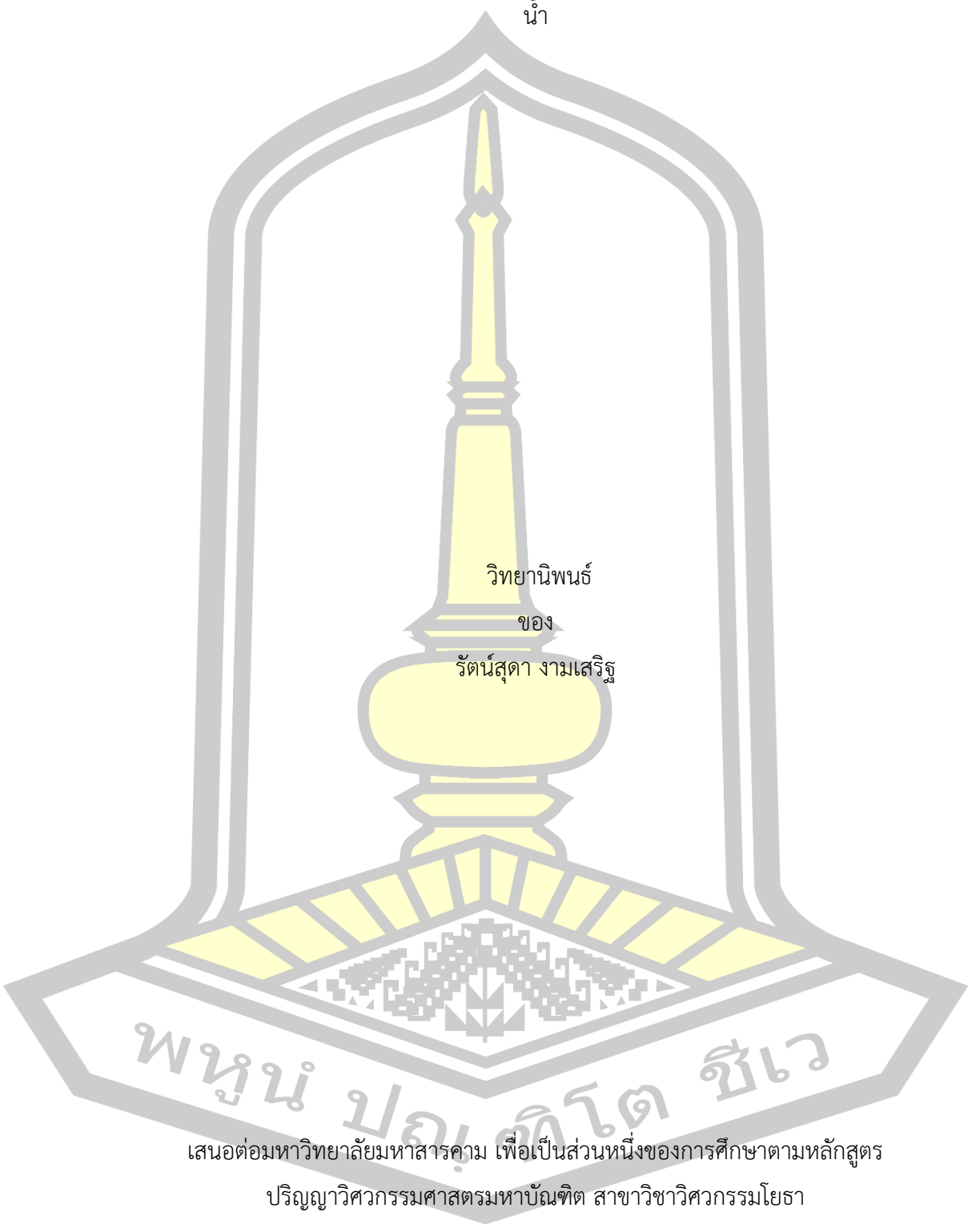
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

เมษายน 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การประมาณความต้องการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วมและการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ



วิทยานิพนธ์

ของ

รัตน์สุดา งามเสริฐ

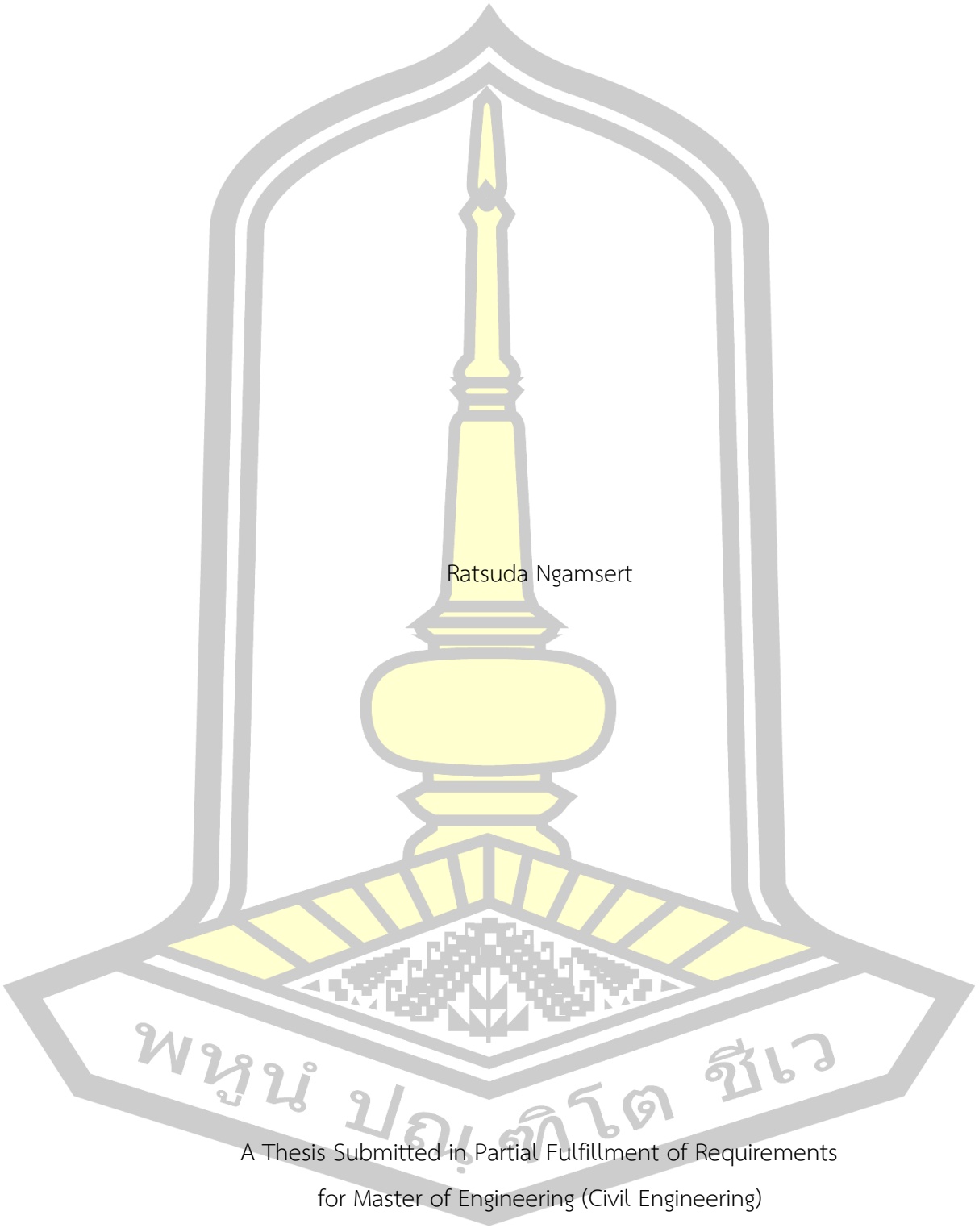
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

เมษายน 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Estimation of Water Demand from Reservoirby Participation and Reservoir Operation



Ratsuda Ngamsert

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Engineering (Civil Engineering)

April 2019

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวรัตน์สุดา งามเสริฐ แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผศ. ดร. กิตติเวช ขันติยวิชัย)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รศ. ดร. อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง)

.....กรรมการ
(ผศ. ดร. รัตนา หอมวิเชียร)

.....กรรมการ
(ผศ. ดร. อลงกรณ์ ละม่อม)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....

(รศ. ดร. อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ผศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ชื่อเรื่อง การประมาณความต้องการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วมและการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ
ผู้วิจัย รัตน์สุดา งามเสริฐ
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อประยุกต์ใช้กระบวนการมีส่วนร่วมกับการประมาณการความต้องการใช้น้ำรายเดือนท้ายอ่างเก็บน้ำ และประยุกต์ใช้เทคนิค Genetic Programming (GP) เพื่อปรับปรุงโค้งควบคุมที่เหมาะสมสูงสุดของอ่างเก็บน้ำ การศึกษานี้พิจารณาข้อมูลของอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก จังหวัดยโสธร เป็นกรณีศึกษา ซึ่งประกอบไปด้วยการสำรวจปริมาณความต้องการใช้น้ำและระดับการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการน้ำ จากกลุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณและคุณภาพ คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างตามสัดส่วนแต่ละหมู่บ้านในพื้นที่ศึกษา รวมจำนวน 196 คน โดยใช้สูตร Taro Yamane ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 90% ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลความต้องการใช้น้ำด้านท้ายอ่างโดยกระบวนการมีส่วนร่วม และวิเคราะห์ข้อมูลสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Division) รวมทั้งสำรวจรวบรวมข้อมูลปริมาณความต้องการใช้น้ำปัจจุบัน ข้อมูลปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ ข้อมูลอุทกวิทยา และข้อมูลทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำ นอกจากนี้ยังได้สังเคราะห์ข้อมูลน้ำท่ารายเดือนที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำจากข้อมูลอดีตจำนวน 1,000 ชุด เพื่อใช้ประเมินประสิทธิภาพของโค้งควบคุมที่ได้จากแบบจำลอง ซึ่งแสดงผลในรูปแบบความถี่ ช่วงเวลาของเหตุการณ์ ปริมาณน้ำเฉลี่ย และปริมาณน้ำสูงสุด ทั้งสถานการณ์น้ำขาดแคลนน้ำไหลล้น

ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วมในพื้นที่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกเพิ่มปริมาณขึ้นจากเดิมในช่วงฤดูแล้ง และลดลงจากเดิมในช่วงฤดูฝน ภาพรวมระดับการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนอยู่ในระดับน้อย ส่วนอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก อยู่ในระดับมาก ในส่วนของโค้งควบคุมใหม่ที่ได้มีลักษณะรูปร่างแตกต่างกับโค้งควบคุมเดิมและโค้งควบคุมที่ได้จากวิธีเจเนติกอัลกอริทึม (GA) เมื่อนำโค้งควบคุมใหม่นี้ไปทดสอบเพื่อประเมินประสิทธิภาพในการบรรเทาสถานการณ์น้ำขาดแคลนและสถานการณ์น้ำไหลล้น พบว่าโค้งใหม่ที่หาโดยเทคนิค GP สามารถบรรเทาสภาวะน้ำไหลล้นและน้ำขาดแคลนได้ดีกว่าโค้ง

ควบคุมเดิมแต่น้อยกว่าโค้งควบคุมที่ได้จากวิธีเจเนติกอัลกอริทึม ทั้งในกรณีใช้ข้อมูลน้ำท่าอดีต กรณีใช้ข้อมูลน้ำท่าสังเคราะห์ 1,000 ชุด กรณีใช้ข้อมูลความต้องการใช้น้ำปกติ และกรณีใช้ข้อมูลความต้องการใช้น้ำแบบมีส่วนร่วม

คำสำคัญ : ความต้องการใช้น้ำ, การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ, โค้งควบคุมอ่างเก็บน้ำ, การค้นหาค่าที่เหมาะสม, กระบวนการมีส่วนร่วม, Genetic Programming

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

TITLE Estimation of Water Demand from Reservoirby Participation and Reservoir Operation

AUTHOR Ratsuda Ngamsert

ADVISORS Associate Professor Anongrit Kangrang , Ph.D.

DEGREE Master of Engineering **MAJOR** Civil Engineering

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2019

ABSTRACT

This research aims to estimate water demand from reservoir using participation process and to apply Genetic Programming (GP) technique with reservoir simulation model for improving optimal reservoir rule curves. The Huay Lingjone and the Huay Sabag reservoirs, located in Yasothorn province were considered for this study. The participation process consists of collecting amount of water demand and evaluating participation level in water management by using questionnaires. The quantitative and qualitative samples were selected of 196 samples based on the Taro Yamane formula at the 90 percentage of confidence. Descriptive statistics presenting results of this study were percentage, mean and standard deviation. The information of the Huay Lingjone and the Huay Sabag reservoirs such as currently water demand, monthly inflow to reservoir, hydrologic data and physical data of the reservoir were collected for using in this study. In addition, 1,000 samples of synthetic inflow were used to evaluate the efficiency of the obtained rule curves, that presenting in terms of frequency, magnitude and duration of water shortage and excess release water.

The results found that water demand from reservoir by participation process in the Huay Lingjone and the Huay Sabag reservoirs were increased during dry season and decreased during rainy season. Overview of participation level in water management of the Huay Lingjone reservoir was low level, whereas participation level of the Huay Sabag reservoir was higher level. The results also

found that the patterns of new obtained rule curves were different from the existing rule curves and the obtained rule curves from genetic algorithm technique. Furthermore, the results found that the new obtained rule curves from GP technique can alleviate situations of water shortage and excess water more than the existing rule curves but slightly less than rule curves from GA both using historic inflow and synthetic inflow cases when considering both current water demand and estimated water demand by participation process cases too.

Keyword : Water demand, Reservoir management, Control curves of reservoirs, Paticipation, Optimization, Genetic Programming (GP)

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความช่วยเหลือด้านข้อมูลจากกรมชลประทาน กลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก อำเภอเลิงนกทา และกรมพัฒนาที่ดิน จังหวัดยโสธร ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง ที่เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งให้คำปรึกษา แนะนำ และเสนอแนะ ตลอดจนเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ จนทำให้การวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการไปด้วยความเรียบร้อยด้วยดี ได้รับความกรุณาอย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตนา หอมวิเชียร กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลงกรณ์ ละม่อม กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิตติเวช ขันติยวิชัย ประธานกรรมการสอบ ขอขอบพระคุณ ครอบครัว ที่ให้กำลังใจและพลังในการดำรงชีวิตเสมอมา

รัตน์สุดา งามเสริฐ

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฏ

สารบัญภาพประกอบ ..... ฒ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 4

1.3 ขอบเขตการศึกษา 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

2.1 แบบจำลองด้านอุทกวิทยา 7

2.2 สมดุลน้ำ (Water Balance) 10

2.3 การจัดสรรน้ำ (Water Management) 11

2.4 ความต้องการใช้น้ำ (Water demand) 14

2.4.1 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค (Consumption demand) 14

2.4.2 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรม (Industrial demand) 15

2.4.3 ความต้องการน้ำเพื่อการท่องเที่ยว (Tourism demand) 16

2.4.4 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการปศุสัตว์ 17

2.4.5 ความต้องการน้ำเพื่อรักษาสมดุลระบบนิเวศน์ท้ายน้ำ 17

2.4.6 ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร 18

2.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลกระบวนการมีส่วนร่วม 22
2.6 การมีส่วนร่วมของภาคประชาชนในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 26
2.7 อ่างเก็บน้ำ (Reservoir) 29
2.7.1 ประเภทของอ่างเก็บน้ำตามวัตถุประสงค์ของการใช้น้ำ 30
2.8 การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir operations) 31
2.9 หลักการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยโค้งควบคุม 33
2.10 Genetic Programming 42
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 45
2.10.1 ความต้องการใช้น้ำ 45
2.10.2 กระบวนการมีส่วนร่วม 48
2.10.3 Optimization 51
2.10.4 Genetic Programming 54
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 55
3.1 พื้นที่การศึกษา 56
3.1.1 อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน 57
3.1.2 อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก 59
3.2 ประชากรกลุ่มตัวอย่าง 69
3.3 การคำนวณความต้องการใช้น้ำท้ายอ่าง 71
3.3 การประยุกต์ Genetic Programming เพื่อค้นหาโค้งควบคุมที่เหมาะสม 75
3.4 การประเมินประสิทธิภาพโค้งควบคุม 77
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย 80
4.1 ผลความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกทั้งกรณีปัจจุบัน และกรณีใช้กระบวนการมีส่วนร่วม 80
4.1.1 ความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างเก็บน้ำกรณีปัจจุบัน 80

4.1.2 ผลการประมาณความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกกรณีใช้กระบวนการมีส่วนร่วม 99
4.2 ผลการศึกษาโค้งควบคุมอ่างเก็บน้ำที่เหมาะสมที่พัฒนาด้วยเทคนิค Genetic Programming 122
4.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพระหว่างโค้งควบคุมอ่างเก็บน้ำเดิมที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันกับโค้งควบคุมที่สร้างขึ้นใหม่ด้วยเทคนิค Genetic Programming 126
4.3.1 กรณีน้ำท่าอดีตร่วมกับความต้องการใช้น้ำปัจจุบัน (ฟังก์ชันวัตถุประสงค์: น้ำขาดแคลนเฉลี่ยน้อยที่สุด) 127
4.3.2 กรณีน้ำท่าอดีตร่วมกับความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม (ฟังก์ชันวัตถุประสงค์: น้ำขาดแคลนเฉลี่ยน้อยที่สุด) 131
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 136
5.1 สรุปผล 136
5.2 ข้อเสนอแนะ 137
บรรณานุกรม 139
ภาคผนวก 145
ภาคผนวก ก แบบสอบถามในงานวิจัย 146
ภาคผนวก ข ภาพข้อมูลประกอบ 154
ภาคผนวก ค ภาพประกอบการลงพื้นที่ศึกษา 165
ประวัติผู้เขียน 172

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 2.1 ปริมาณการใช้น้ำในเขตพื้นที่ต่างๆ 15
ตาราง 2.2 อัตราการใช้น้ำอุปโภค บริโภคตามปริมาณประชากร 15
ตาราง 2.3 อัตราการใช้น้ำด้านอุตสาหกรรม 16
ตาราง 2.4 อัตราการใช้น้ำและจำนวนวันที่ใช้เลี้ยงสัตว์ 17
ตาราง 2.5 ตัวอย่างของค่าสัมประสิทธิ์พืชเฉลี่ยตลอดอายุที่ได้จากผลการทดลอง 21
ตาราง 3.1 ตารางแสดงลุ่มน้ำหลักและลุ่มน้ำย่อยในจังหวัดยโสธร 62
ตาราง 3.2 ปริมาณน้ำเก็บกักและพื้นที่ใช้ประโยชน์ของโครงการชลประทานขนาดกลาง ของจังหวัดยโสธร ปี 2554 – 2559 64
ตาราง 3.3 ข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน 65
ตาราง 3.4 ข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก 67
ตาราง 3.5 จำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน 70
ตาราง 3.6 จำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก 71
ตาราง 3.7 ความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างเก็บน้ำกรณีปัจจุบันอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก (ล้านลูกบาศก์เมตร) 73
ตาราง 3.8 ความต้องการใช้น้ำรวมพื้นที่ท้ายอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกโดยกระบวนการมีส่วนร่วม (ล้านลูกบาศก์เมตร) 74
ตาราง 4.1 ระยะเวลาเพาะปลูกพืช ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน 81
ตาราง 4.2 ระยะเวลาเพาะปลูกพืช ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก 82
ตาราง 4.3 ปริมาณการใช้น้ำรายเดือนของพืช อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน 83
ตาราง 4.4 ปริมาณการใช้น้ำรายเดือนของพืช อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก 85
ตาราง 4.5 ปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตร อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน 88
ตาราง 4.6 ปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการเษตร อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน 89
ตาราง 4.7 ปริมาณความต้องการใช้น้ำอุปโภค-บริโภค อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน 92
ตาราง 4.8 ปริมาณความต้องการใช้น้ำอุปโภค-บริโภค อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก 93
ตาราง 4.9 ปริมาณความต้องการใช้น้ำสัตว์แต่ละชนิด อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน 95
ตาราง 4.10 ปริมาณความต้องการใช้น้ำสัตว์แต่ละชนิด อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก 96

หน้า

ตาราง 4.11 ความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างเก็บน้ำกรณีน้ำปัจจุบันกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก (หน่วยล้านลูกบาศก์เมตร)..... 98
ตาราง 4.12 จำนวนร้อยละเกี่ยวกับสถานภาพของผู้กลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน..... 99
ตาราง 4.13 จำนวนร้อยละเกี่ยวกับสถานภาพของผู้กลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก..... 104
ตาราง 4.14 ความถี่และค่าร้อยละ ระดับความต้องการใช้น้ำด้านการเกษตรรายเดือนโดยกระบวนการมีส่วนร่วมบริหารจัดการน้ำของเกษตรกรกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน.....108
ตาราง 4.15 ความถี่และค่าร้อยละ ระดับความต้องการใช้น้ำด้านการเกษตรรายเดือนโดยกระบวนการมีส่วนร่วมบริหารจัดการน้ำของเกษตรกรกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก.....109
ตาราง 4.16 ความถี่และค่าร้อยละ ระดับความต้องการใช้น้ำด้านอุปโภค-บริโภครายเดือนโดยกระบวนการมีส่วนร่วมบริหารจัดการน้ำของเกษตรกรกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน..... 110
ตาราง 4.17 ความถี่และค่าร้อยละ ระดับความต้องการใช้น้ำด้านอุปโภค-บริโภครายเดือนโดยกระบวนการมีส่วนร่วมบริหารจัดการน้ำของเกษตรกรกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก.....111
ตาราง 4.18 ความถี่และค่าร้อยละ ระดับความต้องการใช้น้ำด้านปศุสัตว์รายเดือน โดยกระบวนการมีส่วนร่วมบริหารจัดการน้ำของเกษตรกรกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน..... 112
ตาราง 4.19 ความถี่และค่าร้อยละ ระดับความต้องการใช้น้ำด้านปศุสัตว์รายเดือน โดยกระบวนการมีส่วนร่วมบริหารจัดการน้ำของเกษตรกรกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำสะแบก 113
ตาราง 4.20 ความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างเก็บน้ำกรณีมีส่วนร่วมกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก (หน่วยล้านลูกบาศก์เมตร)..... 114
ตาราง 4.21 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับการมีส่วนร่วมส่วนบริหารจัดการน้ำของเกษตรกรกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน..... 115
ตาราง 4.22 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับการมีส่วนร่วมส่วนบริหารจัดการน้ำของเกษตร . กรกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก 118
ตาราง 4.23 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) โดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน 24 ปี (พ.ศ.2537 – 2560)..... 127
ตาราง 4.24 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) โดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน สังเคราะห์ข้อมูลขึ้นมา 1,000 ชุดข้อมูล..... 128
ตาราง 4.25 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) โดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก 22 ปี (พ.ศ.2539 – 2560)..... 129

หน้า

ตาราง 4.26 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) โดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก สังเคราะห์ข้อมูลขึ้นมา 1,000 ชุดข้อมูล..... 130
ตาราง 4.27 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) โดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน 24 ปี (พ.ศ.2539 – 2560)..... 131
ตาราง 4.28 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) โดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน สังเคราะห์ข้อมูลขึ้นมา 1,000 ชุดข้อมูล..... 132
ตาราง 4.28 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) โดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน สังเคราะห์ข้อมูลขึ้นมา 1,000 ชุดข้อมูล (ต่อ)..... 133
ตาราง 4.29 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) โดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก 22 ปี (พ.ศ.2537 – 2560)..... 134
ตาราง 4.30 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) โดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก สังเคราะห์ข้อมูลขึ้นมา 1,000 ชุดข้อมูล..... 135

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

สารบัญภาพประกอบ

หน้า

ภาพประกอบ 2.1 วัฏจักรของอุทกวิทยา 8
ภาพประกอบ 2.2 แบบจำลองอย่างง่ายของสมดุลน้ำ 10
ภาพประกอบ 2.3 แบบจำลองอย่างง่ายของสมดุลน้ำ 10
ภาพประกอบ 2.4 สมดุลน้ำในอ่างเก็บน้ำ 11
ภาพประกอบ 2.5 ระดับน้ำต่างๆ ในอ่างเก็บน้ำ 32
ภาพประกอบ 2.6 ตัวอย่างโครโมโซมที่ประกอบด้วยยีน 4 ตัว 36
ภาพประกอบ 2.7 รูปแบบของการแลกเปลี่ยนยีน 38
ภาพประกอบ 2.8 ขั้นตอนการทำงานของ GA 39
ภาพประกอบ 2.9 การสลับสายพันธุ์ (Crossover) และการกลายพันธุ์ (Mutation) ของ MA 40
ภาพประกอบ 2.10 การสลับสายพันธุ์ (Crossover) และการกลายพันธุ์ (Mutation) ของ SFL 40
ภาพประกอบ 2.11 ตัวอย่างของการแยกวิเคราะห์ต้นไม้ 43
ภาพประกอบ 2.12 ขั้นตอนการทำงานของเทคนิค Genetic- Programming 44
ภาพประกอบ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 55
ภาพประกอบ 3.2 ตำแหน่งที่ตั้งอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก 56
ภาพประกอบ 3.3 แผนผังการไหลของลุ่มน้ำลำเซบาย 57
ภาพประกอบ 3.4 ตำแหน่งที่ตั้งอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน 57
ภาพประกอบ 3.5 ตำแหน่งที่ตั้งอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก 59
ภาพประกอบ 3.6 ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน 68
ภาพประกอบ 3.7 ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก 68
ภาพประกอบ 3.8 Genetic Programming เชื่อมกับแบบสำลองอ่างเก็บน้ำ 75
ภาพประกอบ 3.9 ปริมาณน้ำเข้าอ่างเก็บน้ำหลายๆเหตุการณ์ที่สังเคราะห์ขึ้นด้วยแบบจำลอง 78
ภาพประกอบ 4.1 โค้งควบคุมที่เหมาะสมของอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน (กรณีความต้องการใช้น้ำปัจจุบัน) 123
ภาพประกอบ 4.2 โค้งควบคุมที่เหมาะสมของอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก (กรณีความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม) 123
ภาพประกอบ 4.3 โค้งควบคุมที่เหมาะสมของอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน (กรณีความต้องการใช้น้ำปัจจุบัน) 124

หน้า

ภาพประกอบ 4.4 โค้งควบคุมที่เหมาะสมของอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก (กรณีความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม) 125
ภาพประกอบ ข1 ข้อมูลสรุปของสถาบันเกษตรผู้ใช้น้ำชลประทาน 155
ภาพประกอบ ข2 โครงสร้างการบริการองค์กรผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก 156
ภาพประกอบ ข3 แผนที่แสดงขอบเขตของพื้นที่ เขตการส่งน้ำ 157
ภาพประกอบ ข4 การปลูกพืชจำแนกแต่ละชนิดพืช 158
ภาพประกอบ ข5 การปลูกพืชจำแนกแต่ละชนิดพืช (ต่อ) 159
ภาพประกอบ ข6 รายชื่อผู้มีส่วนเข้าร่วมแสดงความคิดเห็นเพื่อบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก 160
ภาพประกอบ ข7 รายชื่อผู้มีส่วนเข้าร่วมแสดงความคิดเห็นเพื่อบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก (ต่อ) 161
ภาพประกอบ ข8 รายชื่อผู้มีส่วนเข้าร่วมแสดงความคิดเห็นเพื่อบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน 162
ภาพประกอบ ข9 สภาพทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานของเทศบาลตำบลบุ่งค้า 163
ภาพประกอบ ข10 สภาพทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานของเทศบาลตำบลบุ่งค้า (ต่อ) 164
ภาพประกอบ ค1 ร่วมถ่ายภาพกับชาวบ้าน 166
ภาพประกอบ ค2 การยกมือแสดงความคิดเห็นของชาวบ้านของอ่างห้วยลิงโจน 166
ภาพประกอบ ค3 การประชุมและแสดงความคิดเห็นของชาวบ้านอ่างห้วยสะแบก 167
ภาพประกอบ ค4 ลงพื้นที่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน 167
ภาพประกอบ ค5 ลงพื้นที่เกษตรกรรมสอบถามเกี่ยวกับการเพาะปลูก 168
ภาพประกอบ ค6 เจ้าหน้าที่อ่างเก็บน้ำชี้จุดการเพาะปลูกในแผนที่ 168
ภาพประกอบ ค7 เจ้าหน้าที่อ่างเก็บน้ำอธิบายเกี่ยวกับพื้นที่เพาะปลูก 169
ภาพประกอบ ค8 ผลผลิตพืชของเกษตรกรรมพื้นที่ท้ายอ่าง 169
ภาพประกอบ ค9 ผลผลิตพืชของเกษตรกรรมพื้นที่ท้ายอ่าง (ต่อ) 170
ภาพประกอบ ค10 ผลผลิตพืชของเกษตรกรรมพื้นที่ท้ายอ่าง (ต่อ) 170
ภาพประกอบ ค11 ผลผลิตพืชของเกษตรกรรมพื้นที่ท้ายอ่าง (ต่อ) 171

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

จากอดีตจนถึงปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่า “น้ำ” เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญและเป็นปัจจัยหลักต่อการดำรงชีพของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายในระบบนิเวศน์ แต่เนื่องจากน้ำนั้นเป็นทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดในแต่ละช่วงเวลาและสถานที่ ซึ่งในปัจจุบันน้ำยังเป็นทรัพยากรที่มีความต้องการใช้เพื่อตอบสนองการเจริญเติบโตทั้งทางด้านการเพิ่มขึ้นของประชาชน อุตสาหกรรม สังคม โดยแบ่งความต้องการใช้น้ำออกเป็นหลายด้าน อาทิเช่น ด้านอุปโภคบริโภค ด้านการเกษตร ด้านอุตสาหกรรม ด้านการคมนาคม ด้านการท่องเที่ยว และด้านสมดุลในระบบนิเวศน์ เป็นต้น ในปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่า สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอย่างรวดเร็ว สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงเช่นนี้ส่งผลทำให้ระบบนิเวศน์เปลี่ยนไปจากเดิม ยกตัวอย่างเช่น ฤดูฝนสั้น แต่ฤดูแล้งยาว เมื่อฤดูการแปรปรวน ส่งผลโดยตรงต่อการดำรงชีวิตในระบบนิเวศน์และหนึ่งในผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศนั้นก็คือ วัฏจักรของน้ำเมื่อวัฏจักรของน้ำ (Zhu et al., 2016; Zhang et al., 2017) ขาดสมดุล ทำให้เกิดน้ำท่วม น้ำแล้ง และยังก่อปัญหาความขัดแย้งจากผู้ใช้น้ำภายในสังคม ดังนั้นการบริการจัดการทรัพยากรน้ำจึงสำคัญต่อการดำเนินการเพื่อให้สอดคล้องกับสภาวะปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและอนาคต

การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ในสภาวะปัจจุบันน้ำเป็นทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดในแต่ละช่วงเวลาและสถานที่ มนุษย์และสิ่งมีชีวิตบนพื้นโลกมีความต้องการน้ำเพื่อการดำรงชีวิต การเพิ่มขึ้นของประชากรโลก การเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจ สังคม ทำให้มีความต้องการน้ำเพิ่มมากขึ้น มีแนวโน้มที่จะเกิดวิกฤติด้านน้ำในอนาคต ดังนั้นการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในปัจจุบันจึงมุ่งเน้นการบริหารจัดการน้ำทั้งประสิทธิภาพด้านเศรษฐศาสตร์ ความเป็นธรรมด้านสังคม และความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อให้สอดคลองกับการจัดการน้ำ ทั้งการจัดการด้านต้นทุน (Supply management) ในแหล่งเก็บน้ำเช่น อ่างเก็บน้ำ แม่น้ำ ล้ำห้วย หนองคลอง และการจัดการด้านความต้องการใช้น้ำ (Demand management) โดยการวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำทั้งหมดในลุ่มน้ำ การจัดสรรน้ำ การจัดการทรัพยากรน้ำร่วมกับทรัพยากรอื่น การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสีย การจัดทำบัญชีความต้องการใช้น้ำทั้งในส่วนปัจจุบันและอนาคตเป็นต้น นอกจากการจัดการน้ำข้างต้นที่ได้กล่าวมายังสามารถจำแนกการบริหารจัดการน้ำโดยใช้เกณฑ์อย่างอื่นเข้ามาแบ่งการบริหารจัดการน้ำ อันได้แก่ แบบการใช้สิ่งก่อสร้าง (Construction) ยกตัวอย่างเช่น

การสร้างเขื่อน อ่างเก็บน้ำ คลองชลประทาน การใช้สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า การผันน้ำจากลุ่มน้ำ เจาะบ่อบาดาล เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามการบริหารจัดการน้ำแบบใช้สิ่งนั้นต้องใช้เวลา งบประมาณ การยอมรับค่อนข้างน้อยในปัจจุบัน การเห็นผลค่อนข้างช้า และยังอาจจะผลอาจส่งกระทบต่อทรัพยากรด้านอื่นที่เกี่ยวข้องได้อีกด้วย ส่วนการบริหารจัดการน้ำต้นทุนแบบไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง (Non-construction) เป็นการบริหารจัดการน้ำที่ประหยัดและส่งผลกระทบต่อด้านอื่นน้อยสุด และยังเป็นแนวทางที่รัฐบาลประกาศนำมาแก้ไขจัดการปัญหาด้านการบริหารจัดการน้ำในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 เช่น การเพิ่มศักยภาพน้ำต้นทุน รูปแบบการให้น้ำ ขุดลอกคลอง การอนุรักษ์ป่าต้นน้ำ การหารูปแบบการเพาะปลูกที่เหมาะสม การประมาณค่าประสิทธิภาพการชลประทาน และการปรับปรุงบริหารอ่างเก็บน้ำ

การบริหารอ่างเก็บน้ำนั้นจะต้องอาศัยข้อมูลที่สำคัญและจำเป็นในการคำนวณเช่นความต้องการใช้น้ำท้ายอ่าง ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่าง ลักษณะทางกายภาพของอ่าง เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลข้างต้นยังอาจจะยังขาดประสิทธิภาพหรือยังขาดข้อมูลที่เป็นข้อมูลด้านอดีตและปัจจุบันในกระบวนการมีส่วนร่วมเนื่องจากที่ผ่านมาการคำนวณความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างจากกิจกรรมใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำเพื่อการเกษตรกรรม อุปโภคบริโภค อุตสาหกรรม รักษาระบบนิเวศน์ ซึ่งนิยมคำนวณเป็นรายเดือน รายสัปดาห์ (Zhao et al., 2016) โดยใช้ค่าเหล่านี้เป็นค่าคงที่เหมือนกันทุก ๆ ปี เมื่อนำไปใช้ในการวางแผนร่วมกับการปรับปรุงบริหารอ่างเก็บน้ำทำให้ไม่สอดคล้องกับสภาพปริมาณความต้องการใช้น้ำที่เปลี่ยนไปในแต่ละปี (Mensik et al., 2017) หากประมาณค่าปริมาณความต้องการใช้น้ำรายเดือนด้วยกระบวนการมีส่วนร่วมจากผู้มีส่วนได้เสียจากการทำกิจกรรมการใช้น้ำตามสภาพความเป็นจริงทั้งในปัจจุบันและอนาคตจะทำให้มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงการบริหารอ่างเก็บน้ำโดยปล่อยน้ำได้ตามปริมาณความต้องการใช้น้ำในแต่ละช่วงเวลาได้เหมาะสม

กระบวนการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสีย ซึ่งผู้มีส่วนได้เสีย สามารถจำแนกออกเป็นสามลักษณะใหญ่คือ กลุ่มผู้ใช้น้ำ (กลุ่มผู้ใช้น้ำท้ายอ่าง) หน่วยงานรัฐบาล (กรมชลประทาน) ประชาคม (ประชาชนทั่วไป) โดยผู้มีส่วนได้เสียเหล่านี้ล้วนแล้วแต่มีความสำคัญต่อการทราบถึงข้อมูลจากสภาวะจริงในการใช้น้ำในพื้นที่ เพื่อลดปัญหาความขัดแย้งทางสังคม ที่สำคัญยังทำให้การบริหารราชการแต่ละโครงการเกิดความโปร่งใส สุจริต เปิดเผยข้อมูล และยังเปิดโอกาสให้ประชาชนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการกำหนดนโยบายภายใต้การบังคับใช้ของข้อกฎหมายเช่น การมีส่วนร่วมในกระบวนการวางแผนการพัฒนา โดยกระบวนการมีส่วนร่วมในการวางแผนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำยังช่วยลดความขัดแย้งภายในสังคม (Apipalakul et al., 2014) ตลอดจนการเพิ่มประสิทธิภาพทางด้านข้อมูลโดยกระบวนการมีส่วนร่วมร่วมกับการปรับปรุงการบริหารอ่างเก็บน้ำโดยปล่อยน้ำได้ตามปริมาณความ

ต้องการใช้น้ำในแต่ละช่วงเวลาได้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ คือการเก็บกักน้ำในอ่างเก็บน้ำ และการส่งน้ำจากอ่างเก็บน้ำเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ โดยมีการวางแผนล่วงหน้าว่าควรจะเก็บกักและส่งน้ำจากอ่างเก็บน้ำในแต่ละช่วงเวลาเป็นปริมาณเท่าใดและมีการปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ตราบเท่าที่สภาพในอนาคตเป็นไปตามที่คาดคะเนไว้ ถ้าสภาพในอนาคตต่างจากที่คาดคะเนไว้ในตอนวางแผนการปฏิบัติการอาจต่างจากแผนที่วางไว้เพื่อลดสภาวะการขาดแคลนน้ำหรือน้ำล้นอ่างเก็บน้ำ โดยจะเป็นการอธิบายข้อมูลในรูปของระดับและเวลา หรือปริมาตรและเวลา ข้อมูลเหล่านี้ยังแสดงระดับเก็บกักน้ำในอ่างเก็บน้ำ ได้แก่ ระดับเก็บกักต่ำสุด (Minimum Pool Level) ระดับเก็บกักปกติ (Normal Pool Level) ระดับเก็บกักสูงสุด (Maximum Water Surface) โดยระดับเหล่านี้จะอยู่ภายใต้การใช้โค้งควบคุมปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญและจำเป็นพื้นฐานในการปรับปรุงการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Zhou et al., 2017) โค้งควบคุมการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Rule Curve)

โค้งควบคุมการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ หรือเรียกสั้นๆ ว่า โค้งควบคุม (Rule Curve) เป็นโค้งควบคุมระดับอ่างเก็บน้ำ ซึ่งประกอบไปด้วยเส้นกราฟสองเส้นคือ เส้นบนแสดงถึง ระดับควบคุมตอนบน (Upper Rule Curve, URC) คือ ระดับน้ำตอนบนที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐานของอ่างเก็บน้ำในแต่ละเดือน จำเป็นต้องรักษาระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำไม่ให้มีระดับน้ำสูงเกินกว่าระดับควบคุมตอนบน ทั้งนี้เพื่อสำรองปริมาตรน้ำที่อยู่ระหว่างระดับน้ำควบคุมตอนบนกับระดับน้ำเก็บกักสูงสุดไว้สำหรับป้องกันน้ำท่วม ส่วนเส้นล่างแสดง ระดับควบคุมตอนล่าง (Lower Rule Curve, LRC) คือ ระดับน้ำที่ควบคุมต่ำสุดในอ่างเก็บน้ำของแต่ละเดือนที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐานไม่ให้มีระดับน้ำต่ำกว่าระดับควบคุมตอนล่าง ทั้งนี้เพื่อสำรองปริมาตรน้ำที่อยู่ระหว่างระดับน้ำควบคุมตอนล่างกับระดับน้ำเก็บกักต่ำสุดไว้สำหรับการเพาะปลูกในช่วงฤดูแล้งที่มีการขาดแคลนน้ำ จะเห็นได้ว่าการควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำจะอยู่ภายใต้เส้นขอบบนและขอบล่างให้มากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามการควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำเป็นการใช้โค้งควบคุมบริหารจัดการในระยะยาว (Long Term Operation) นิยมใช้เป็นโค้งรายเดือน (Monthly rule curve) จะเห็นได้ว่าเมื่อนำโค้งควบคุมระดับเก็บกักน้ำมาใช้ในเวลานานอาจทำให้การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้อยประสิทธิภาพลง ในปัจจุบันได้มีการนำเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมสูงสุด (Optimization techniques) สำหรับการหาโค้งควบคุมที่ดีที่สุดเช่น การศึกษาเลียนแบบ (Simulation) โปรแกรมเชิงพลวัตร (Dynamic programming) เจเนอติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm) เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามเทคนิคต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนแล้วแต่มีข้อจำกัดในการทำงานของตนเองและเหมาะสมกับพื้นที่เฉพาะที่ปรับใช้เท่านั้น หากมีเทคนิคการหาค่าเหมาะสมสูงสุดวิธีใหม่ที่จะประยุกต์ใช้งานง่ายและมีความเหมาะสมกับพื้นที่ก็เป็นที่น่าศึกษา

เทคนิค Genetic Programming เป็นอีกเทคนิคการค่าความเหมาะสมสูงสุดและสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานและมีคำตอบแม่นยำซึ่งได้ถูกประยุกต์ใช้แก้ปัญหาทางด้านวิศวกรรรมอย่างหลากหลาย การแก้ปัญหาเชิงตัวเลขโดยใช้เทคนิคการ Genetic Programming การแก้ปัญหาสายการผลิตกับระยะเวลา สายโครงสร้างเพื่อหาพื้นที่ตัดขวางที่ดีที่สุดและความเชื่อมต่อของข้อต่อเพื่อให้ได้น้ำหนักต่ำสุดโดยใช้เทคนิค Genetic Programming (Hirad Assimi et al., 2017) อย่างไรก็ตามยังไม่นิยมนำมาใช้หาโค้งควบคุมที่เหมาะสม แต่เทคนิคหาค่าความเหมาะสม ยังจำเป็นต้องใช้ในงานทางด้านแหล่งน้ำเพื่อปรับปรุงบริหารอ่างเก็บน้ำ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเสนอกระบวนการการมีส่วนร่วมในการประเมินความต้องการใช้น้ำและวิธีการพัฒนาโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) โดยใช้เทคนิควิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดด้วย Genetic programming (GP) เพื่อให้ได้ค่าของโค้งของกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve)

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.เพื่อประยุกต์ใช้กระบวนการมีส่วนร่วมประมาณการความต้องการใช้น้ำรายเดือนท้ายอ่างเก็บน้ำ

2. ประยุกต์ใช้เทคนิค Genetic Programming เพื่อปรับปรุงโค้งควบคุมที่เหมาะสมสูงสุดของอ่างเก็บน้ำ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่ต้องใช้ในแบบจำลอง
   1.1 ข้อมูลอ่างเก็บน้ำ
      1.1.1 ลักษณะทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำ
      1.1.2 ระดับความจุของอ่างเก็บน้ำ ประกอบด้วย ระดับความจุของอ่างเก็บน้ำระดับความจุต่ำสุด ระดับความจุเก็บกักและระดับความจุสูงสุด
      1.1.3 โค้งความสัมพันธ์ระดับเก็บกัก-ความจุ-พื้นที่ผิวน้ำ
   1.2 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา-อุทกวิทยา
      1.2.1 ข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ
      1.2.2 ปริมาณน้ำฝนรายเดือน
      1.2.3 ปริมาณการระเหยของอ่างเก็บน้ำ
      1.2.4 ปริมาณการไหลสูงสุดที่ด้านท้ายอ่างจะรับได้

1.3 ข้อมูลปริมาณความต้องการใช้น้ำรายเดือนพื้นที่ท้ายอ่าง

1.3.1 ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน

1.3.2 ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค

1.4 พื้นที่ชลประทานท้ายอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและห้วยสะแบก

2. ช่วงข้อมูลปีฐานสำหรับข้อมูลปริมาณน้ำฝนและปริมาณความต้องการใช้น้ำท้ายอ่าง คือ ระหว่างปี พ.ศ. 2550 - 2560

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์โค้งควบคุม (rule curve)

3.1 โปรแกรม Matlab เวอร์ชัน 6.1

3.2 เทคนิค Genetic Programming

4. พื้นที่การวิจัย

4.1 อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน บ้านหนองบึง ตำบลห้วยแซง อำเภอเลิงนกทา จังหวัดยโสธร อ่างเก็บน้ำขนาดกลางสำนักงานกรมชลประทานที่ 7

4.2 อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก บ้านป่าขี้ยาง ตำบลบุ่งค้า อำเภอเลิงนกทา จังหวัดยโสธร อ่างเก็บน้ำขนาดกลางสำนักงานกรมชลประทานที่ 7

5. การมีส่วนร่วมของประชาชนผู้มีส่วนได้เสียในพื้นที่โครงการชลประทาน ในการร่วมหาแนวทางจัดสรรน้ำ ภายใต้ลักษณะพื้นที่และสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนไปตามปริมาณความต้องการใช้น้ำในแต่ละกิจกรรม โดยกลุ่มประชาชนผู้มีส่วนได้เสียได้แก่

5.1 อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน จำนวน 2 ตำบลประกอบด้วย ตำบลสามัคคี ตำบลห้องแซง

5.2 อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก จำนวน 2 ตำบล 1 เทศบาล ประกอบด้วย ตำบลบุ่งค้า ตำบลโคกสำราญ เทศบาลบ้านไร่ศรีสุข

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำความรู้ด้านทฤษฎีมาใช้ในการปฏิบัติงานจริง
2. ประยุกต์ใช้เทคนิค Genetic Programming เพื่อปรับปรุงโค้งควบคุมที่เหมาะสมสูงสุดของอ่างเก็บน้ำ
3. ประยุกต์ใช้กระบวนการมีส่วนร่วมเพื่อประเมินการปล่อยน้ำตามปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำและความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างเก็บน้ำ
4. เพิ่มประสิทธิภาพการชลประทานและเป็นข้อมูลด้านการชลประทาน

5. เพื่อพัฒนาศักยภาพ เพิ่มประสบการณ์การเรียนรู้ด้านการออกแบบและนำการจำลองสภาพด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะกับสถานการณ์ปัจจุบัน
6. สามารถเป็นประโยชน์ในฐานข้อมูลงานวิจัย เพื่อนำไปใช้ประโยชน์แก่ผู้ที่มีความสนใจหรือนำไปต่อยอดในงานวิศวกรรม ทางด้านการบริหารจัดการบริหารจัดการทรัพยากรแหล่งน้ำร่วมกับการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้เป็นการศึกษาถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เกิดความเข้าใจในทฤษฎีต่างๆ ที่นำมาใช้ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้

1) แบบจำลองด้านอุทกวิทยา
2) สมดุลน้ำ (Water Balance)
3) การจัดสรรน้ำ (Water Management)
4) ความต้องการใช้น้ำ (water demand)
5) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลกระบวนการมีส่วนร่วม
6) การมีส่วนร่วมของภาคประชาชนในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ
7) อ่างเก็บน้ำ (Reservoir)
8) การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir operations)
9) หลักการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยโค้งควบคุม
10) Genetic Programming
11) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แบบจำลองด้านอุทกวิทยา

น้ำฝน จุดสำคัญที่สุดของวัฏจักรน้ำ เป็นข้อมูลที่ได้รับการพิจารณาเป็นอันดับแรกของความสำคัญ ในด้านการวางแผนในการปฏิบัติงานและเกี่ยวกับการออกแบบ น้ำฝนจึงเป็นข้อมูลที่ต้องใช้องค์ความรู้ความเข้าใจตลอดจนความละเอียดอ่อนทางวิชาการอย่างมาก เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ถูกต้องที่สุด สิ่งที่ควรรู้มีอะไรบ้าง ปัจจัยการเกิดฝน ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่าง ความหนักเบาระยะเวลาตก ปริมาณ ความถี่ และการกระจาย การหาค่าเฉลี่ยน้ำฝนของลุ่มน้ำ วิธีหาพื้นที่รับน้ำฝน การวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนใช้การ (Effective Rainfall)

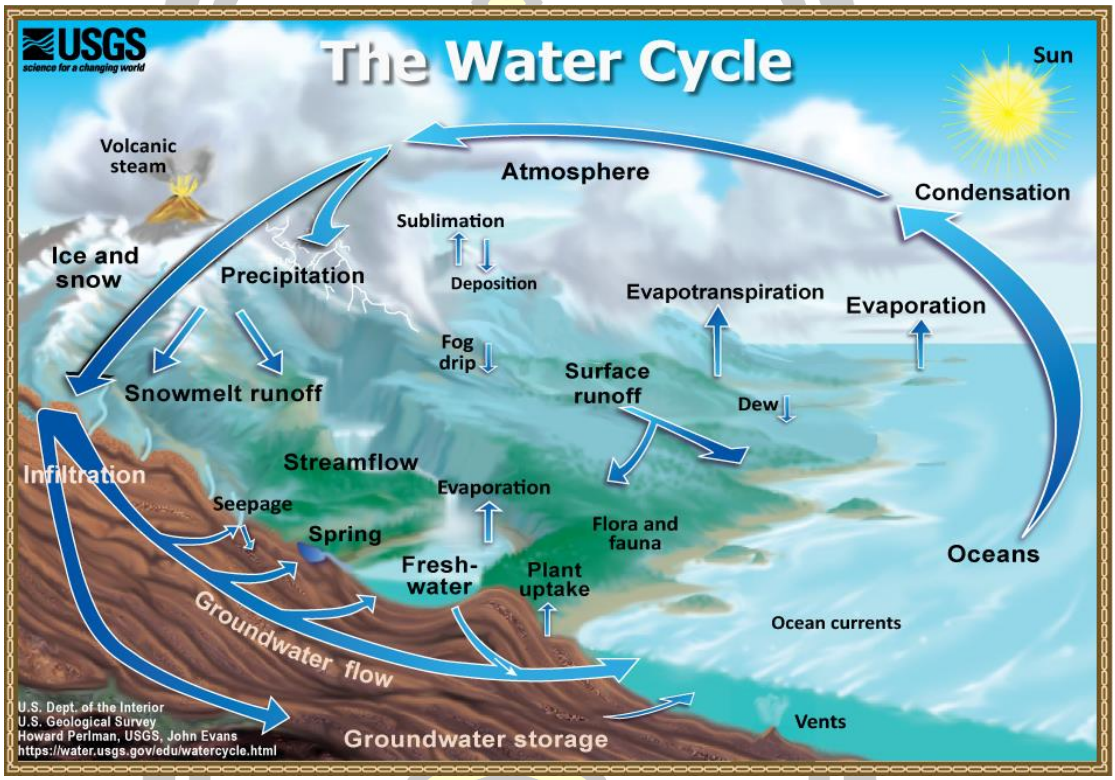
ปัจจัยการเกิดฝน

1) ไอน้ำในบรรยากาศ ปริมาณฝนจะตกมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณไอน้ำในบรรยากาศ

2) อนุภาคของฝุ่นละออง เปรียบเสมือนแกนกลางที่จะดูดซับไอน้ำให้เป็นการก่อเริ่มฟอร์มเม็ดฝน

3) กระบวนการเกิดความเย็น ที่สามารถทำให้เกิดการควบแน่น

ทั้ง 3 ปัจจัยนี้จะขาดปัจจัยหนึ่งปัจจัยใดมิได้เพราะขาดไปเพียงปัจจัยเดียวก็ไม่สามารถทำให้เกิดฝนได้



ภาพประกอบ 2.1 วัฏจักรของอุทกวิทยา

ที่มา: Periman et al. (2013)

วัฏจักรน้ำ คือการเคลื่อนย้ายของน้ำ จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง หรือจากระบบหนึ่งไปยังอีกระบบหนึ่ง โดยอาจเปลี่ยนสถานะ (ของแข็ง ของเหลวและก๊าซ) หรือไม่เปลี่ยนสถานะก็ได้ ซึ่งในที่สุดก็จะหมุนเวียนกลับมาสู่ที่เดิม หรือระบบเดิม วัฏจักรน้ำที่สมบูรณ์ที่สุด โดยเริ่มจาก เมฆ (Cloud) -> ฝน (Precipitation) -> การดัก (Interception) -> การตกผ่าน (Throughfall) -> การไหลบ่า (Overland flow)-> การไหลในลำน้ำ (Stream flow) -> การแทรกซึม (Infiltration) -> การซึมลึก (Percolation) -> การซึมออก (Exfiltration) -> การคายระเหย (Evapotranspiration) -> เมฆ

(Cloud) ข้อมูลความสัมพันธ์ ระหว่างความหนักเบา (Intensity) ระยะเวลาตก (Duration) ปริมาณ (Depth) ความถี่ในการตก (Frequency) และการกระจาย (Area distribution)

สภาพฝนที่ตกในพื้นที่ลุ่มน้ำมีอิทธิพลโดยตรงต่อน้ำที่เกิดในลำน้ำลำธาร ดังนี้

1. ความเข้มของฝนที่ตก หมายถึง ปริมาณฝนที่ตกในหนึ่งหน่วยเวลา นิยมวัดเป็นมิลลิลิตรต่อนาทีหรือมิลลิลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มของฝนตกเมื่อมากกว่าอัตราการซึมของน้ำที่ไหลลงไปในดินแล้ว ปริมาณน้ำท่าที่ไหลบนผิวดินจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามอัตราการเพิ่มของฝนที่ตก อย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำท่าที่ไหลบนผิวดินอาจไม่เพิ่มเป็นจำนวนน้ำฝนที่เหลือจากการซึมสูญหายลงไปในดินเท่าใดนัก ทั้งนี้เพราะฝนที่เหลือดังกล่าวส่วนหนึ่งมักถูกเก็บขังในลักษณะน้ำนองในที่ลุ่มก่อนที่จะไหลหลากเป็นน้ำท่า

2. ระยะเวลาที่ฝนตก ระยะเวลาที่ฝนตกในพื้นที่ลุ่มน้ำมีส่วนสำคัญที่จะทำให้เกิดน้ำท่าเป็น จำนวนมากหรือน้อยเพียงใด เมื่อฝนตกครั้งหนึ่งๆระยะเวลาที่ฝนตกนี้ยังมีส่วนเกี่ยวข้องต่อการลดอัตราการไหลซึมของน้ำลงไปในดินด้วย ดังนั้นแม้ว่าอัตราความเข้มของฝนที่ตกในเขตพื้นที่ลุ่มจะอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง แต่ถ้าฝนตกเป็นระยะเวลานานแล้วก็ย่อมจะเกิดน้ำท่าในลาธารลำห้วยได้เช่นกัน

3. การแผ่กระจายของฝนที่ตกในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำ สภาพฝนที่ตกแผ่กระจายอย่างสม่ำเสมอตลอดพื้นที่ลุ่มน้ำ มักจะทาให้เกิดน้ำท่าไหลมาเป็นจำนวนมาก สำหรับลุ่มน้ำขนาดใหญ่การเกิดน้ำท่วมอาจเนื่องมาจากฝนธรรมดาที่ตกครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำ มากกว่าฝนที่ตกหนักแต่ไม่กระจายทั่วทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำสำหรับการเกิดลำธารและแม่น้ำของลุ่มน้ำหนึ่งๆ กล่าวได้ว่ามีต้นกำเนิดซึ่งอาจเริ่มจากบริเวณภูเขา แหล่งน้ำซับ น้ำพุ หรือทะเลสาบในที่สูง ในระยะแรกเมื่อเกิดน้ำไหลบนผิวดินไปตามสภาพภูมิประเทศที่มีความลาดเอียง ซึ่งน้ำที่ไหลสะสมจะมีปริมาณมากขึ้นเป็นลำดับและไหลเร็วขึ้น จึงเริ่มกัดเซาะแผ่นดินเกิดเป็นร่องน้ำและลำธารเล็กๆต่อจากนั้นน้ำที่ไหลมาจากลำธารหลายสายจะรวมตัวกันมีปริมาณมากขึ้นแล้วไหลลงสู่บริเวณที่ต่าง ซึ่งการกัดเซาะร่องน้ำยังเกิดขึ้นทั้งแนวดิ่งและแนวราบตามทางที่น้ำไหลผ่านจนกว่าลำน้ำจะมีความลาดเท ขนาดความกว้างและความลึกของลำน้ำ มีสภาพสมดุลสามารถรองรับปริมาณน้ำไหลหลากที่เกิดจากบริเวณลุ่มน้ำทั้งหมดได้แล้วไหลออกสู่ปากแม่น้ำและทะเลต่อไป

4. ปริมาณน้ำฝนที่ลงมายังพื้นดินบางครั้งไม่ได้แทรกซึมลงไปในดินทั้งหมด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอัตราการแทรกซึม (Infiltration Rate) ถ้าปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในอัตราน้อยกว่าการแทรกซึม น้ำฝนจะแทรกซึมลงในดินทั้งหมด แต่ถ้าปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในอัตราที่มากกว่าอัตราแทรกซึม น้ำฝนที่เหลือจากการแทรกซึมลงในดินก็จะเกิดการไหลบ่าผ่านผิวดิน (Surface Runoff) ลงสู่ที่ต่ำ กรณีที่มีพืชพรรณหรือป่าไม้ขึ้นปกคลุม พื้นดิน ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาบางส่วนจะถูกยึดไว้ (Interception) โดยใบ กิ่งก้าน และลำต้น จะมีมากหรือน้อย ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชพรรณหรือ

ประเภทของป่าไม้ ถึงแม้ว่าปริมาณน้ำฝนที่ตกจะแทรกซึมลงในดินทั้งหมดหรือเป็นบางส่วนก็ตาม ดินก็จะได้รับความชื้นเพิ่มขึ้นทำให้ดินมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นจึงมีผลทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างมวลดินด้วยกันหรือระหว่างมวลดินกับหิน ลดลง ขณะเดียวกันแรงต้านต่อการยึดเหนี่ยวหรือแรงผลักดันมีเพิ่มมากขึ้นประกอบกับสภาพพื้นที่ตามลาดไหล่ เขามีความลาดชันและมีแรงโน้มถ่วงของโลกจึงเป็นสาเหตุให้ดินและหินแตกหลุดออกจากกันและเกิดการถล่มลงมา

2.2 สมดุลน้ำ (Water Balance)

การวิเคราะห์สมดุลน้ำ คือการวิเคราะห์ปริมาณของน้ำฝนที่แปรสภาพเป็นปริมาณน้ำในลักษณะต่าง ๆ ของวัฏจักรน้ำ โดยสัดส่วนของน้ำจะเป็นเปลี่ยนแปลงที่ตกลงในพื้นที่แนวคิดสมการมีดังนี้

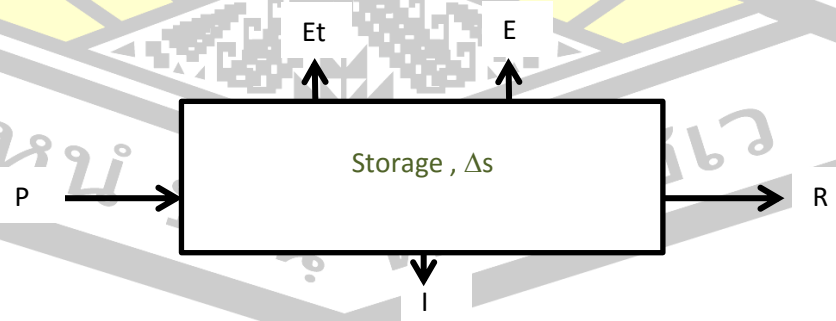
ภาพประกอบ 2.2 แบบจำลองอย่างง่ายของสมดุลน้ำ

ที่มา: อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง (2553)

ปริมาณการไหลเข้าสู่ระบบ - ปริมาณการไหลออกจากระบบ = การเปลี่ยนแปลงปริมาตร

Inflow - Outflow = Change of Storage

$$I - O = \Delta s \quad \text{..... (2.1)}$$



ภาพประกอบ 2.3 แบบจำลองอย่างง่ายของสมดุลน้ำ

ที่มา: อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง (2553)

$$P - R - (E + ET + I) = \Delta s \text{ ..... } (2.2)$$

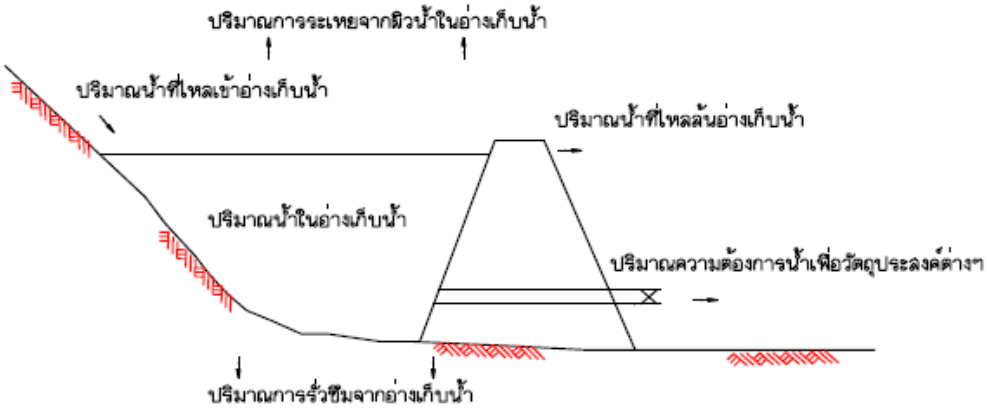
-ปริมาณน้ำฝนไหลเข้าระบบ (P)

-ปริมาณน้ำที่ไหลบนผิวดิน (R)

-ปริมาณการระเหยกลับไปสู่บรรยากาศ (Et)

-ปริมาณการซึม (I)

-การเปลี่ยนแปลงปริมาตรการกักเก็บ (Δs)



ภาพประกอบ 2.4 สมดุลน้ำในอ่างเก็บน้ำ

ที่มา: อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง (2553)

2.3 การจัดสรรน้ำ (Water Management)

การจัดการน้ำ คือการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในลุ่มน้ำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด กล่าวคือ การจัดการน้ำต้นทุนหรือเรียกว่าการจัดการด้านอุปทาน (Supply Management) และการจัดการด้านความต้องการสำหรับกิจกรรมการใช้น้ำ หรือที่เรียกว่าการจัดการด้านอุปสงค์ (Demand Management) ในการจัดการด้านอุปทานต้องพยายามใช้น้ำต้นทุนที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพประกอบสูงสุด โดยพยายามใช้น้ำต้นทุนนั้นให้สอดคล้องกับความต้องการใช้น้ำในปัจจุบันปริมาณทรัพยากรน้ำมีอยู่อย่างจำกัด ทำให้ต้องมีการวางแผนการจัดการอย่างรอบคอบเพื่อไม่ทำให้เกิดวิกฤตการณ์น้ำ โดยมีงานหลายสาขาที่เกี่ยวข้อง เช่น ไฮดรอลิก การจัดการแหล่งน้ำรวมทั้งด้านสิ่งแวดล้อมร่วมกับการใช้ทรัพยากรด้านอื่น เช่น การใช้ที่ดิน แร่ธาตุ และการขยายตัวของชุมชน เป็นต้น เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด อนึ่งเพื่อป้องกันปัญหาทางด้านแหล่งน้ำ ที่จะส่งผลกระทบต่อ

ปัญหาด้านอื่นๆ เช่น กระบวนการผลิตอาหาร การเพาะปลูก การเลี้ยงสัตว์ และอุตสาหกรรมที่มีความจำเป็นต้องใช้น้ำเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้น้ำยังเป็นแหล่งผลิตพลังงาน และรักษาสมดุลของสภาพสิ่งแวดล้อมอีกด้วยความต้อการน้ำที่มีมากขึ้น ทำให้ต้องมีการบริหารจัดการน้ำเพื่ออุปโภคบริโภคมากขึ้น การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในลุ่มน้ำ ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด จำเป็นต้องบริหารจัดการทั้งระบบซึ่งการบริหารทรัพยากรน้ำไม่ใช่เป็นเรื่องที่ทำกันวันต่อวันหรือปีต่อปี แต่ต้องเป็นการบริหารระยะยาวหลายปี มีการวางแผนล่วงหน้า โดยมีหลักการกระจายน้ำจากพื้นที่ ส่วนเกินไปยังพื้นที่ขาดแคลนในจังหวะเวลาที่พอดี ซึ่งก็คือ ต้องมีฐานข้อมูลปริมาณน้ำและความต้องการใช้น้ำในอดีตและปัจจุบัน จำแนกตามพื้นที่ ฤดูกาล ลักษณะการใช้ และผู้ใช้อย่างละเอียดรวมทั้งมีการคำนวณถึงภาวะในอนาคต แล้วมีโครงการต่างๆ มารองรับการจัดการน้ำต้นทุน (Supply Management) และการจัดการด้านความต้องการสำหรับกิจกรรมการใช้น้ำ (Demand Management)

1. การจัดการด้านน้ำต้นทุน การจัดการบริหารน้ำต้นทุนจะต้องพยายามใช้น้ำต้นทุนที่มีอยู่ให้ประสิทธิภาพประกอบสูงสุด โดยพยายามใช้น้ำต้นทุนนั้น ให้สอดคล้องกับความต้องการใช้น้ำอย่างไรก็ตามถ้าขนาดของต้นทุนไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำจะต้องพยายามหาน้ำมาเพิ่มเติมให้แก้ลุ่มน้ำก่อน เช่น การผลิตฝนหลวงเพื่อปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าในลุ่มน้ำ แต่การเพิ่มปริมาณน้ำให้แก่ลุ่มน้ำโดยการทำฝนหลวง จะมีความคุมค่าทางเศรษฐศาสตร์ เฉพาะในกรณีของการขาดแคลนน้ำ ที่เกิดขึ้นเนื่องจากฝนทิ้งช่วงในฤดูฝนเท่านั้น หรือการสร้างอ่างเก็บน้ำและระบบท่อเพิ่มเติมในพื้นที่ที่จำเป็น นอกจากนี้ยังหาน้ำต้นทุนได้จากแหล่งน้ำใต้ดิน ซึ่งเป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่ อย่างไรก็ตามวิธีนี้จะทำได้เฉพาะพื้นที่ที่น้ำใต้ดินมีคุณภาพเหมาะสมเท่านั้น หรือการจัดตั้งโครงการธนาคารน้ำเป็นการรวบรวมเก็บกักน้ำต้นทุน จากแหล่งน้ำธรรมชาติตามศักยภาพของพื้นที่ไม่ว่าจะเป็นแหล่งน้ำจากน้ำฝน แหล่งน้ำจากน้ำผิวดิน แหล่งน้ำจากน้ำใต้ดิน เพื่อเก็บออมสะสมไว้ใช้ประโยชน์ โดยมีการบริหารจัดการรวมกันอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นธรรมและยั่งยืน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการจัดการด้านอุปทานในที่นี้ก็คือ การจัดการอ่างเก็บน้ำ แต่ปัจจุบัน การบริหารจัดการน้ำถูกกระจายไปสู่หน่วยงานต่างๆ จำนวนมากหลายกรม หลายกระทรวง โดยไม่มีฐานข้อมูลที่เป็นเอกภาพ ไม่มีใครรู้จริงว่า ในแต่ละประเทศไทยมีปริมาณน้ำเท่าใด กระจายในพื้นที่ใดบ้าง ลักษณะการใช้และผู้ใช้เป็นอย่างไร ในปีหน้าและปีต่อๆ ไปแต่ละพื้นที่มีน้ำพอใช้หรือไม่ แล้วควรจะมีโครงการผันน้ำ อย่างไรและที่ใดบ้าง เป็นต้นดังนั้นการใช้ทรัพยากรน้ำต้นทุนที่มีอยู่และการเพิ่มปริมาณน้ำต้นทุนให้แก่แหล่งน้ำธรรมชาติและอ่างเก็บน้ำที่ได้ก่อสร้างไว้แล้วให้เกิดประโยชน์สูงสุด นับเป็นอีกหนทางหนึ่งในการพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่แหล่งน้ำที่ควรจะดำเนินคู่ขนานกันไป นอกจากนั้นการกระจายน้ำไปยังพื้นที่ต่างๆ ให้แก่ราษฎรอย่างทั่วถึงนับเป็นความจำเป็นอย่างหนึ่งที่จะทำให้ราษฎรในพื้นที่ต่างๆ มีโอกาสได้มีน้ำใช้อย่างเพียงพออย่างน้อยเพื่อการอุปโภคบริโภคตลอดทั้งอันจะเป็นผลให้ราษฎรมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

2. การจัดการด้านความต้องการน้ำ น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิต ทั้งเพื่อการอุปโภคบริโภคและเพื่อการเพาะปลูกปริมาณน้ำที่มีอยู่ตามแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีอยู่เฉพาะในช่วงฤดูฝน แม้ว่าทางหน่วยราชการต่างๆจะได้ก่อสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดต่างๆ กระจายอยู่ตามพื้นที่ที่มีความเหมาะสม เพื่อเก็บกักน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้งให้มากที่สุดก็ตามก็ยังมีน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการซึ่งนับวันจะมีความต้องการน้ำเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วจากจำนวนราษฎรที่มากขึ้น และน้ำซึ่งเคยเป็นทรัพยากรที่คิดกันว่ามีมากมายในประเทศไทย ขณะนี้กำลังกลายเป็นทรัพยากรที่มีจำกัดและต้องแย่งชิงกัน ปัญหาเกิดจากความต้องการน้ำของกลุ่มต่างๆ ที่เพิ่มมากขึ้นในขณะที่การใช้น้ำยังขาดประสิทธิภาพ ปริมาณน้ำจืดที่หมุนเวียนในกระบวนการอุทกวิทยาตามธรรมชาติลดน้อยลงเนื่องจากการตัดไม่ทำลายป่า น้ำในบางส่วนก็เสื่อมคุณภาพจนยากต่อการนำมาใช้ประโยชน์ เนื่องจากน้ำเสียจากชุมชนและอุตสาหกรรม ตลอดจนสารเคมี กลยุทธ์และมาตรการเพื่อการจัดหาน้ำให้เพียงพอต่อความต้องการและควบคุมการใช้ประโยชน์อย่างมี ประสิทธิภาพ เสมอภาค และยุติธรรม จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ นอกจากนั้นจัดการความขัดแย้งและการประสานการใช้น้ำระหว่างกลุ่มผลประโยชน์ต่างๆ อย่างยุติธรรม ยังเป็นฐานรากที่สำคัญสำหรับความมั่นคงของชุมชนและประเทศ (Wirojanagud et al., 1997)

ในปัจจุบันชุมชนที่มีความเจริญและมีประชากรหนาแน่นส่วนใหญ่จะอยู่ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีความอุดมสมบูรณและน้ำเป็นปัจจัยสำคัญเพื่อการผลิตทางการเกษตร อุตสาหกรรมการคมนาคม ตลอดจนการทองเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจใจ และกิจกรรมอื่นๆ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อหาวิธีที่รัดกุม ในการวางแผนการดำเนินงานอ่างเก็บน้ำแบบรายเดือน สำหรับการใช้ที่ดินในปัจจุบัน และแนวโน้มการใช้และเสนอแผนการผันน้ำ ที่เหมาะสมเมื่อความต้องการการใช้น้ำและปริมาณน้ำไหลเจ้าอ่างเก็บน้ำเปลี่ยนไป ดังนั้นจึงควรมีการวางมาตรการเพื่อรับมือและป้องกันวิกฤตการณ์การขาดแคลนน้ำจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น ความต้องการน้ำใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น ความสมดุลของทรัพยากรน้ำระหว่างฤดูแล้และฤดูฝนไม่สมดุล รวมถึงการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ ที่ขาดแผนการใช้ที่รัดกุมและเหมาะสม รวมทั้งขาดองค์กรระดับชาติที่จะเข้ามาบริหารจัดการแหล่งน้ำ ตลอดจนแหล่งน้ำที่มีอยู่ในปัจจุบันมีสภาพเสื่อมโทรม เน่าเสีย คุณภาพไม่เหมาะสม ไม่สามารถนำมาใช้ได้จากปัญหาที่กล่าวมานี้ เกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น

1. สภาพแหล่งต้นน้ำลำธารถูกทำลาย การบุกรุกทำลายแหล่งน้ำ ส่งผลให้พื้นที่ต้นน้ำลำธารอันเป็นแหล่งกำเนิดน้ำ ไม่สามารถดูดซับหรือชะลอน้ำไว้ในดินเมื่อเกิดฝนตกหนักจึงทำให้มีน้ำไหลบ่าลงมาท่วมพื้นที่ตอนล่างอย่างรวดเร็วและรุนแรง

2. สภาพน้ำท่า เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่ตกชุก ในทุกๆ ภาคของประเทศมีปริมาณน้อยกว่าเกณฑ์เฉลี่ย โดยเฉพาะในภาคเหนือ ภาคกลางและภาคตะวนออกเฉียงเหนือมีแนวโน้มลดลง ส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าปริมาณลดลงไปด้วย

3. การใช้น้ำและความต้องการน้ำเพิ่มขึ้นในทุกลุ่มน้ำ กิจกรรมต่าง ๆ ทั้งทางอุตสาหกรรม เกษตรกรรม อุปโภคและบริโภค การทองเที่ยว ตลอดจนการพัฒนาด้านสังคมและวัฒนธรรมล้วนเป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความต้องการใช้น้ำเพิ่มมากขึ้น

4. การบุกรุกทำลายพื้นที่ชุ่มน้ำต่าง ๆ การขยายตัวของบ้านจัดสรรโรงงานอุตสาหกรรม การพัฒนาการคมนาคมขนส่ง โดยขาดการวางแผนก่อให้เกิดการบุกรุกทำลายพื้นที่ชุ่มน้ำหรืออาจทำให้มีการปนเปื้อนของสารพิษลงสูแหล่งน้ำ เป็นต้น

2.4 ความต้องการใช้น้ำ (Water demand)

การวิเคราะห์ระบบทรัพยากรน้ำมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณาถึงความต้องการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ ภายในลุ่มน้ำ เช่น ด้านอุปโภคบริโภค การเกษตร อุตสาหกรรม และการท่องเที่ยว ทั้งนี้ความต้องการใช้น้ำ เพื่อกิจกรรมต่างๆเหล่านั้นย่อมขึ้นกับการเพิ่มขึ้นของประชากรการขยายตัวทางเศรษฐกิจการขยายตัวทางด้านอุตสาหกรรมและการท่องเที่ยว เป็นผลให้ประชากรทั้งในเมืองและชนบทมีความต้องการใช้น้ำเพิ่มขึ้น รวมทั้งการ ส่งเสริมการเกษตรโดยเฉพาะการใช้น้ำในภาคเกษตรซึ่งมีปริมาณร้อยละ 85 ของการใช้น้ำทั้งหมดมีการเพิ่มพื้นที่ เพาะปลูกในฤดูแล้งมากขึ้นทำให้มีแนวโน้มการใช้น้ำเพิ่มขึ้นในอนาคตในการประเมินความต้องการใช้น้ำภายในลุ่มน้ำได้ทำการพิจารณาแบ่งกิจกรรมการใช้น้ำในลุ่มน้ำดังนี้

1) ด้านอุปโภค บริโภค

2) ด้านอุตสาหกรรม

3) ด้านการท่องเที่ยว

4) ด้านการปศุสัตว์

5) ด้านรักษาสมดุลนิเวศน์ท้ายน้ำ เช่น การรักษาสภาพลาน้ำ การเดินเรือการส่งเสริมวัฒนธรรม และการส่งเสริมประเพณี เป็นต้น

6) ด้านการเกษตร โดยจะแยกประเมินเป็น 2 ระยะ คือ ปัจจุบันและในอนาคตอีก 10 ปี

2.4.1 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค (Consumption demand)

การประเมินความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค คำนวณได้จากการใช้ข้อมูลอัตราใช้น้ำคูณกับจำนวนประชากรในเขตเมืองและชนบทในพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งรวบรวมจากสำนักบริหารการทะเบียนกระทรวงมหาดไทยและสำนักงานสถิติแห่งชาติ โดยขั้นตอนการประเมิน สำหรับอัตราการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคในเขตเมืองและเขตชนบท กำหนดดังนี้

อัตราการใช้น้ำของประชากรในเขตเมืองและนอกเมือง จะมีค่าแปรเปลี่ยนตามจำนวนประชากร โดยกำหนดจำนวนประชากรเริ่มต้นที่ 3,000 คน ใช้น้ำในอัตรา 120 ลิตร /คน/วัน และเพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากรจนถึงประชากรมากกว่า 50,000 คน ใช้น้ำในอัตรา 300 ลิตร/คน/วัน

ตาราง 2.1 ปริมาณการใช้น้ำในเขตพื้นที่ต่างๆ

พื้นที่	ปริมาณน้ำที่ใช้ (ลิตร/คน/วัน)
กรุงเทพมหานคร	300
นอกเขตเทศบาล	50
เทศบาลตำบล	120
เทศบาลเมือง	200
ชุมชนเมืองที่ยกฐานะเป็นเทศบาลตำบล	110

ที่มา: การประปาส่วนภูมิภาค อ้างโดยกรมทรัพยากรน้ำ (2549)

ตาราง 2.2 อัตราการใช้น้ำอุปโภค บริโภคตามปริมาณประชากร

ปริมาณประชากร (ราย)	อัตราการใช้น้ำ (ลิตร/คน/วัน)
3,000 - 10,000	120
10,001 - 20,000	170
20,001- 30,000	200
30,001- 50,000	250
มากกว่า 50,000	300

ที่มา: การประปาส่วนภูมิภาค อ้างโดยกรมทรัพยากรน้ำ (2549)

2.4.2 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรม (Industrial demand)

โรงงานอุตสาหกรรมมีอยู่หลายประเภท บางประเภทจะไม่ต้องการน้ำใช้มากนักในกระบวนการผลิต เพียงแต่ใช้สำหรับห้องน้ำเท่านั้น แต่บางประเภทจะต้องการน้ำประปามากในกระบวนการผลิตทำให้จำเป็นต้องค้นคว้าหาข้อมูลของการใช้น้ำในโรงงานให้เป็นไปตามความเป็นจริงที่สุด โดยอาจพิจารณาอัตราการใช้น้ำประปาในหน่วยของลูกบาศก์เมตรต่อพื้นที่โรงงานหรือต่อ

น้ำหนักของสินค้าที่ผลิตได้ การประเมินอัตราการใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรมตามประเภทของอุตสาหกรรมหลักในประเทศไทย ซึ่งได้ทำการประเมินโดยสำนักนโยบายสาธารณะ สำนักงานสภาที่ปรึกษาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ พ.ศ.2547 ได้แสดงรายละเอียดการประเมินไว้ในตาราง 2.3 สำหรับชุมชนหรือประเทศที่มีการพัฒนาทางอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง ปริมาณน้ำใช้เพื่อกิจการอาจมีสัดส่วนสูงกว่าปริมาณน้ำใช้ในครัวเรือนเป็นอย่างมาก เช่น ในประเทศอังกฤษ ร้อยละ 85 ของน้ำที่มีอยู่ถูกใช้ไปในกิจการอุตสาหกรรม ที่เหลือร้อยละ 15 จะใช้สำหรับในครัวเรือน การใช้น้ำส่วนใหญ่มักใช้เพื่อการระบายความร้อน ถัดลงมาคือการใช้ในสายการผลิต

ตาราง 2.3 อัตราการใช้น้ำด้านอุตสาหกรรม

รหัส	ประเภท	รายละเอียดประเภทอุตสาหกรรมหลัก	ปริมาณความต้องการ (ลบ.ม./ไร่/วัน)
01	Accessory	อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์	6
02	Chemical	อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์	8
03	Food	อุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่ม	12
04	Metal	อุตสาหกรรมถลุง หล่อ โลหะ	5
05	Other	อุตสาหกรรมทั่วไป	7
06	Outside	อุตสาหกรรมกลางแจ้ง เช่น โม่-บดหิน ดูดทราย เผาถ่าน หีบฝ้าย อบเมล็ดพืช	4
07	Paper	อุตสาหกรรมกระดาษ เช่น ผลิตเยื่อกระดาษ ภาชนะจากกระดาษ ฯลฯ	4
08	Textile	อุตสาหกรรมสิ่งทอ ฟอกหนัง ย้อมสี	5
09	Unmetal	อุตสาหกรรมอโลหะ เช่น แก้ว กระเบื้องเคลือบ ปูนซีเมนต์ ฯลฯ	8
10	Wood	อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ไม้ เครื่องเรือน	3

ที่มา: สำนักนโยบายสาธารณะ สำนักงานสภาที่ปรึกษาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2547)

2.4.3 ความต้องการน้ำเพื่อการท่องเที่ยว (Tourism demand)

การประเมินความต้องการใช้น้ำเพื่อการท่องเที่ยว พิจารณาแบ่งประเภทความต้องการใช้น้ำของนักท่องเที่ยวออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) นักทัศนาจร หมายถึง นักท่องเที่ยวที่ไม่ค้างคืน

2) นักท่องเที่ยวที่ค้างคืน

โดยกำหนดให้นักท่องเที่ยวที่มีการพักค้างคืนเฉลี่ย 3 วัน มีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ย 350 ลิตรต่อคนต่อวัน โดยพิจารณาจากอัตราการใช้น้ำของนักท่องเที่ยวที่พักในโรงแรมที่คิดในอัตรา 300-400 ลิตรต่อคนต่อวัน สำหรับนักทัศนาจรที่ไม่พักค้างคืน กำหนดให้มีการใช้น้ำในอัตราเฉลี่ย 30 ลิตรต่อคนต่อวัน

2.4.4 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการปศุสัตว์

การประเมินความต้องการใช้น้ำเพื่อการปศุสัตว์ ในที่นี้ครอบคลุมถึงฟาร์มปศุสัตว์และสัตว์เลี้ยงในครัวเรือน โดยรวบรวมจำนวนสัตว์เลี้ยงที่นิยมเลี้ยงของแต่ละจังหวัดในพื้นที่ลุ่มน้ำ จากข้อมูลสถิติของกรมปศุสัตว์ซึ่งได้มาจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ ประกอบกับปริมาณน้ำใช้ของสัตว์แต่ละชนิดดังตาราง 2.4

ตาราง 2.4 อัตราการใช้น้ำและจำนวนวันที่ใช้เลี้ยงสัตว์

สัตว์	**อัตราการใช้น้ำ(ลิตร/ตัว/วัน)**
โค/กระบือ (Cattle/Buffaloes)	80
เป็ด/ไก่ (Duck/Chicken)	0.5
สุกร (Swine)	20
แพะ/แกะ (Goat/Sheep)	15

ที่มา: คู่มือปฏิบัติการจัดสรรน้ำ กรมชลประทาน เล่มที่ 8 (2551)

2.4.5 ความต้องการน้ำเพื่อรักษาสมดุลระบบนิเวศน์ท้ายน้ำ

เนื่องจากการใช้น้ำในพื้นที่ต้นน้ำมีผลทำให้น้ำในพื้นที่ปลายน้ำลดลงจึงต้องมีการวางแผนและจัดการการใช้น้ำให้เกิดความเป็นธรรม อนึ่งในการใช้น้ำจะต้องมีการปล่อยน้ำลงท้ายน้ำในปริมาณที่เหมาะสม เป็นธรรมต่อผู้ที่อยู่ท้ายน้ำได้ใช้น้ำและเป็นการรักษาสมดุลนิเวศท้ายน้ำความต้องการใช้น้ำเพื่อรักษาสมดุลนิเวศวิทยาท้ายน้ำ คือ ปริมาณน้ำต่ำสุดที่ไหลในฤดูแล้งของลำน้ำนั้นๆ ในอดีต ซึ่งประเมินจากอัตราการไหลรายวัน ในช่วงระยะเวลาระหว่างเดือนมกราคมถึงเมษายน เนื่องจากเป็นช่วงที่อัตราการไหลมีค่าต่ำ และทำการวิเคราะห์จากสถิติข้อมูลน้ำท่าที่สถานีวัดน้ำในลุ่มน้ำ ซึ่งค่าอัตราการไหลต่ำสุดที่ได้เป็นค่าที่ความมั่นคงไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของเวลา ณ สถานีที่นามาวิเคราะห์ ผลที่ได้จะนำมากำหนดอัตราการไหลขั้นต่ำ (Minimum flow) ในทุกลำน้ำของลุ่มน้ำย่อย ต่อพื้นที่รับน้ำ 1 ตารางกิโลเมตร ความต้องการปริมาณน้ำต่ำสุดด้านท้ายน้ำ โดยปกติจะ

กำหนดจากผลการวิเคราะห์ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมเพื่อรักษาสมดุลของระบบ และในบางครั้งก็จะกำหนดตามปริมาณความต้องการน้ำด้านท้ายน้ำ เช่น การขับไล่น้ำเค็ม-น้ำเสีย การรักษาระดับน้ำเพื่อการเดินเรือ ความต้องการด้านอุปโภค-บริโภค อุตสาหกรรมเป็นต้น ดังนั้น ปริมาณน้ำต่ำสุดด้านท้ายน้ำที่จาเป็นต้องรักษาไว้ในแต่ละโครงการจึงมีความแตกต่างกัน จากรายงานการศึกษาโครงการจัดทำแผนรวมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำโขง (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) และรายงานการศึกษาโครงการจัดทำแผนรวมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำกกและโขง (ภาคเหนือ) โดยกรมทรัพยากรน้ำ ปี พ.ศ. 2549 พิจารณาปริมาณน้ำต่ำสุดจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาหรือร้อยละของเวลาทั้งหมด กับข้อมูลอัตราการไหลที่เรียงกัน หรือเรียกว่า Flow duration curve ของปริมาณน้ำท่ารายเดือนโดยพิจารณาที่ค่าปริมาณน้ำท่าร้อยละ 90 ซึ่งจากการคำนวณตามเกณฑ์ดังกล่าว พบว่า ลุ่มน้ำโขง (ภาคเหนือ) มีความต้องการน้ำเพื่อรักษานิเวศท้ายน้ำ 20.45 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ส่วนลุ่มน้ำโขง (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) มีความต้องการน้ำเพื่อรักษานิเวศท้ายน้ำ 529.3 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี รวมความต้องการน้ำเพื่อรักษานิเวศท้ายน้ำลุ่มน้ำโขง 549.75 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี (สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร, 2556)

2.4.6 ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร

ความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรเป็นความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทานเพื่อการเพาะปลูกพืชเป็นหลักโดยจะต้องคำนวณความต้องการใช้น้ำชลประทานสำหรับพื้นที่เพาะปลูกที่ตั้งอยู่ในโครงการชลประทานเป็นหลักซึ่งในความต้องการใช้น้ำด้านการเกษตรมีองค์ประกอบหลักที่ต้องนำมาใช้ประเมินดังนี้

1. พื้นที่ชลประทานในปัจจุบันและในอนาคต

พื้นที่ชลประทานในปัจจุบันและที่วางแผนในอนาคตสำหรับลุ่มน้ำที่พิจารณาประกอบด้วยโครงการพัฒนาแหล่งน้ำทั้งขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก รวมทั้งโครงการชลประทานสูบน้ำด้วยไฟฟ้า ซึ่งเป็นแหล่งน้ำต้นทุนในด้านการเกษตร อุปโภคบริโภค และการใช้น้ำเพื่อกิจกรรมต่างๆซึ่งข้อมูลพื้นที่ชลประทานเหล่านี้ได้รวบรวมมาจากสถิติโครงการชลประทาน สำหรับข้อมูลพื้นที่ชลประทานทั้งในปัจจุบันและอนาคตที่รวบรวมได้นี้ จะนำไปใช้ในการคำนวณความต้องการใช้น้ำของพืชในการคำนวณสมดุลน้ำของลุ่มน้ำต่อไป

2. รูปแบบการเพาะปลูกพืชและพื้นที่เพาะปลูกพืชฤดูฝนและฤดูแล้ง

ในการคำนวณความต้องการใช้น้ำของพืชจำเป็นต้องทราบรูปแบบการเพาะปลูกรวมทั้งพืชที่ใช้ในการเพาะปลูกแต่ละชนิดในแต่ละฤดูกาล การกำหนดพื้นที่เพาะปลูกพืชชนิดต่างๆฤดูฝนและฤดูแล้งรวมทั้งปฏิทินปลูกพืชชนิดต่างๆในพื้นที่โครงการชลประทานในลุ่มน้ำที่พิจารณา จะแยกพิจารณาดังนี้ ในกรณีโครงการชลประทานขนาดใหญ่ พื้นที่เพาะปลูกพืชในฤดูฝนและฤดูแล้ง

คำนวณ ค่าเฉลี่ยของพื้นที่เพาะปลูกในฤดูต่างๆ โดยใช้ข้อมูลอดีตและให้ถือว่าเป็นรูปแบบการเพาะปลูกพืชโดยเฉลี่ยของลุ่มน้ำต่างๆที่พิจารณานั้น สำหรับโครงการชลประทานขนาดกลาง (ความจุอ่างเก็บน้ำขนาด 30-90 ล้าน ลบ.ม.) ถ้าไม่มีสถิติของพื้นที่เพาะปลูกในฤดูฝนและฤดูแล้ง ให้คำนวณโดยใช้ข้อมูลรูปแบบการเพาะปลูกของโครงการชลประทานขนาดใหญ่ในบริเวณใกล้เคียงในลุ่มน้ำเดียวกัน ประกอบกับข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกจากเกษตรจังหวัด โดยพิจารณาเป็นรายจังหวัดและรายอำเภอในพื้นที่ชลประทานของโครงการ ในกรณีโครงการของชลประทานขนาดกลาง ขนาดเล็กและโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าซึ่งไม่มีสถิติของพื้นที่เพาะปลูกของโครงการ ให้คำนวณจากข้อมูลการเพาะปลูกในพื้นที่ชลประทานขนาดใหญ่ในลุ่มน้ำประกอบกับรูปแบบการเพาะปลูกของโครงการขนาดใหญ่และข้อมูลการเกษตรรายจังหวัดและอำเภอ โดยพิจารณาเป็นกลุ่มของโครงการที่ตั้งอยู่ใกล้เคียงกันให้มีรูปแบบเหมือนกัน สัมประสิทธิ์การคายระเหยของพืชชนิดต่างๆนำค่ามาจากการศึกษาและคำนวณไว้เป็นมาตรฐานโดยกรมชลประทานสำหรับการพยากรณ์การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ชลประทานมีหลักเกณฑ์และข้อกำหนดดังนี้

1) สำหรับโครงการชลประทานขนาดใหญ่และขนาดกลางใช้สถิติของพื้นที่เพาะปลูกในพื้นที่โครงการเป็นข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์อัตราเพิ่มขึ้นในการคาดการณ์พื้นที่เพาะปลูกในอนาคตโดยมีเงื่อนไขคือพื้นที่เพาะปลูกที่มากที่สุดที่คาดการณ์ได้ต้องไม่เกินขนาดพื้นที่เพาะปลูกเป้าหมายของโครงการนั้นๆ

2) สำหรับโครงการขนาดเล็กและโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า พิจารณาจากการเพิ่มของพื้นที่เพาะปลูกจากข้อมูลสถิติพื้นที่เพาะปลูกในอดีตจนถึงปัจจุบันโดยรวบรวมข้อมูลจากกรมชลประทานและรายงานการศึกษาต่างๆที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอัตราเพิ่มขึ้นของพื้นที่เพาะปลูกในแต่ละโครงการจะแตกต่างกันและให้นำเอาอัตราเพิ่มขึ้นนี้ไปใช้ในการคาดการณ์พื้นที่เพาะปลูกในอนาคตอีก 10 ปีข้างหน้า

องค์ประกอบในการหาปริมาณการใช้น้ำของพืช

1) การคายน้ำของพืช (Transpiration, T) หมายถึง การระเหยของน้ำออกจากต้นพืชโดยผ่าทางปากใบและผิวใบมีหน่วยเป็นความลึกของน้ำ/หน่วยเวลาหรือปริมาตรของน้ำ/หน่วยเวลา/หน่วยพื้นที่ เช่นมิลลิเมตร/วัน

2) การระเหย (Evaporation, E) หมายถึง การระเหยของน้ำจากผิวน้ำและ/หรือผิวดินมีหน่วยเป็นความลึกของน้ำ/หน่วยเวลาหรือปริมาตรของน้ำ/หน่วยเวลา/หน่วยพื้นที่ เช่น มิลลิเมตร/วัน

3) ปริมาณการใช้น้ำของพืชหรือการคายระเหยน้ำของพืช (Crop Evapotranspiration, ET) หมายถึง ปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้จริงๆ รวมถึงปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากแปลงปลูกโดย

ขบวนการคายน้ำของพืชและการระเหย มีหน่วยเป็นความลึกของน้ำ/หน่วยเวลา หรือปริมาตรของน้ำ/หน่วยเวลา /หน่วยพื้นที่ เช่นมิลลิเมตร/วัน

4) ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration, ETo) หรืออาจจะหมายรวมถึงค่า Potential Evapotranspiration (ETp) ด้วยนั้น หมายถึงหลักการในการคำนวณหาปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากพื้นที่เพาะปลูกที่มีพืชปกคลุมอยู่อย่างทั่วถึงโดยที่ดินจะต้องมีความชื้นอยู่อย่างเพียงพอกับความต้องการของพืชตลอดเวลาและพื้นที่เพาะปลูกนั้นจะต้องมีบริเวณกว้างใหญ่พอที่จะไม่ทำให้การระเหยและการคายน้ำของพืชต้องกระทบกระเทือนจากอิทธิพลภายนอกมากนัก เช่นการพัดผ่านของลมที่แห้งและร้อนทั้งนี้เพราะเพื่อต้องการให้ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงนี้ขึ้นอยู่กับความเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศรอบข้างแต่เพียงอย่างเดียว เช่น อิทธิพลที่เกิดจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ชั่วโมงแสงแดด เป็นต้น การคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง จะเป็นการนำเอาข้อมูลของสภาพภูมิอากาศ ณ ช่วงเวลาและสถานที่ที่ใช้ทดลองนั้นหรือเป็นสถานที่ที่จะนำค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิงไปใช้งาน ข้อมูลดังกล่าวจะต้องผ่านการตรวจสอบ วิเคราะห์ ปรับปรุงตลอดจนแบ่งช่วงให้ตรงกับช่วงการเจริญเติบโตหรืออายุพืชหรือช่วงเวลาที่จะนำไปใช้ โดยใช้สูตรหรือวิธีการคิดคำนวณที่ปัจจุบันนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น Modified Penman, Penman Monteith, Pan Method เป็นต้น

5) ค่าสัมประสิทธิ์พืช (Crop Coefficient, Kc) หมายถึง ค่าคงที่ของพืชที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้น้ำของพืช (ET) ที่ทำการทดลองและตรวจวัดได้จากถังวัดการใช้น้ำของพืช (Lysimeter) กับผลการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) จากสูตรใดสูตรหนึ่ง โดยอยู่ในรูปสมการ(2.3)

$$ET = ETo \times Kc \quad \text{..... (2.3)}$$

โดย ET คือ อัตราความต้องการใช้น้ำของพืชต่อหน่วยพื้นที่ (มม./วัน)
ETo คือ ค่าการคายระเหยรวมการระเหยน้ำอ้างอิงของพืช
Kc คือ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำในแต่ละช่วงอายุสำหรับพืชชนิดต่างๆ

ค่าสัมประสิทธิ์พืชจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการนำไปใช้งานในด้านชลประทานและการเกษตร ในกรณีที่ต้องการปลูกพืชในท้องถิ่นอื่นที่ยังไม่มีการทำการทดลองหาปริมาณการใช้น้ำของพืชชนิดนั้นมาก่อนเลย เมื่อต้องการทราบก็สามารถนำค่า Kc มาคำนวณหาค่า ET ร่วมกับค่า ETo ที่ได้จากข้อมูลของสภาพภูมิอากาศของท้องถิ่นนั้นได้สิ่งสำคัญที่สุดของการนำค่าสัมประสิทธิ์พืชไปใช้งานคือ จะต้องจำไว้เสมอว่าพืชแต่ละชนิด Kc ที่ได้จากการคำนวณสูตรหลายค่าด้วยกัน ดังนั้นก่อนนำ

ค่า Kc ไปใช้งานต้องตรวจสอบเสียก่อนว่าเป็นค่า Kc ของสูตรใดเพื่อจะได้นำค่า ETo ของสูตรนั้นมาใช้ เพื่อค่า ET ที่ถูกต้องและนำไปใช้งานงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ค่าสัมประสิทธิ์พืชจะมีค่าที่แตกต่างกันทั้งนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและช่วงการเจริญเติบโตของพืชและสูตรที่ใช้ในการคำนวณหา ETo เป็นสำคัญ

ตาราง 2.5 ตัวอย่างของค่าสัมประสิทธิ์พืชเฉลี่ยตลอดอายุที่ได้จากผลการทดลอง

สูตรหรือวิธีการคำนวณ	**ค่าสัมประสิทธิ์พืชเฉลี่ยตลอดอายุ**		
	ข้าว (117 วัน)	**งาดำ (89 วัน)**	**มะระ (74 วัน)**
Modified Penman	1.37	0.84	1.03
Blaney-Criddle	0.98	0.64	1.21
Pan Method	1.49	0.89	1.08

ที่มา: กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2555)

ความต้องการใช้น้ำชลประทานหรือการเกษตรเป็นการศึกษาความต้องการใช้น้ำนอกเหนือจากปริมาณฝนใช้การของพื้นที่เกษตรกรรมพื้นที่ต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำโดยพิจารณาจากชนิดของพืช ขนาดพื้นที่ และปริมาณฝนใช้การ ในการประมาณการความต้องใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรมของพื้นที่ลุ่มน้ำ อาจจัดกลุ่มพืชตามแผนที่การใช้งานประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน และปรับปรุงการจัดกลุ่มบางส่วนเพื่อความสะดวกในการศึกษา เช่น นาข้าว พืชไร่ผสม มันสำปะหลัง สับประรด ไม้ผลผสม ไม้ยืนต้นผสม ยางพารา มะพร้าว ป่าผลัดใบเสื่อมโทรม ป่าเบญจพรรณ ไม้พุ่ม ทุ่งหญ้าสลับไม้พุ่ม เป็นต้น พืชแต่ละกลุ่มจะมีปริมาณการใช้น้ำ และอายุพืชไม่เท่ากัน ข้อมูลอัตราการใช้น้ำตลอดอายุพืช (ลบ.ม. /ไร่) และอายุพืช (เดือน) แต่ละกลุ่มนั้นได้จากสมการ (2.4)

คำนวณหาความต้องการใช้น้ำชลประทานจากสมการ

$$Va = ET \times A \quad \text{..... (2.4)}$$

โดย Va คือ ความต้องการใช้น้ำชลประทานประมาณการ

ET คือ อัตราความต้องการใช้น้ำของพืชต่อหน่วยพื้นที่ (มม. /วัน)

A คือ พื้นที่ชลประทาน

2.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลกระบวนการมีส่วนร่วม

1. วิธีการกำหนดกลุ่มตัวอย่างวิธีการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีด้วยกันหลากหลายวิธี ในที่นี้จะเสนอการกำหนดขนาดของ กลุ่มตัวอย่างจากการกำหนดเกณฑ์ การใช้เกณฑ์และสูตรคำนวณ ดังนี้

1.1 การกำหนดเกณฑ์

ในกรณีนี้ผู้วิจัยต้องทราบจำนวนประชากรที่แน่นอนก่อนแล้ว ใช้เกณฑ์โดยกำหนดเป็นร้อยละของประชากรในการพิจารณา ดังนี้

ถ้าขนาดประชากรเป็นหลักร้อย ควรใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 25%

ถ้าขนาดประชากรเป็นหลักพัน ควรใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 10%

ถ้าขนาดประชากรเป็นหลักหมื่น ควรใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 5%

ถ้าขนาดประชากรเป็นหลักแสน ควรใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 1%

1.2 การใช้สูตรคำนวณประชากร

1. กรณีทราบขนาดของประชากร

สูตรของ ทาโร ยามาเน่

$$n = \frac{N}{1+Ne^2}$$

เมื่อ n แทน ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ

N แทน ขนาดประชากรทั้งหมด

e แทน ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างที่ยอมรับได้

ระดับความเชื่อมั่น 90% สัดส่วนความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.10

ระดับความเชื่อมั่น 95% สัดส่วนความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.05

ระดับความเชื่อมั่น 99% สัดส่วนความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.01

2. วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบสอบถามทั้งฉบับโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (บุญชม ศรีสะอาด, 2543)

สูตร (Alpha Coefficient)

$$\alpha = \frac{n}{n-1}\left\{\frac{1-\sum S_i^2}{S_t^2}\right\}$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา

n แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

$\sum s_i^2$ แทน ผลรวมค่าความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมของแต่ละคน

3. สถิติพื้นฐาน ได้แก่

3.1 ร้อยละ โดยใช้สูตรต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2543)

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

3.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยให้สูตรต่อไปนี้

$$\bar{x} = \frac{\sum fx}{N}$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน คะแนนค่าเฉลี่ย

$\sum fx$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

3.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน ค่าแต่ละตัว

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

$\sum$ แทน ผลรวม

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

3.4 ค่าความแปรปรวน

$$s^2 = \frac{\sum(X - \bar{x})}{N - 1}$$

เมื่อ $s^{2.}$ แทน ความแปรปรวน

X แทน ค่าแต่ละตัว

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

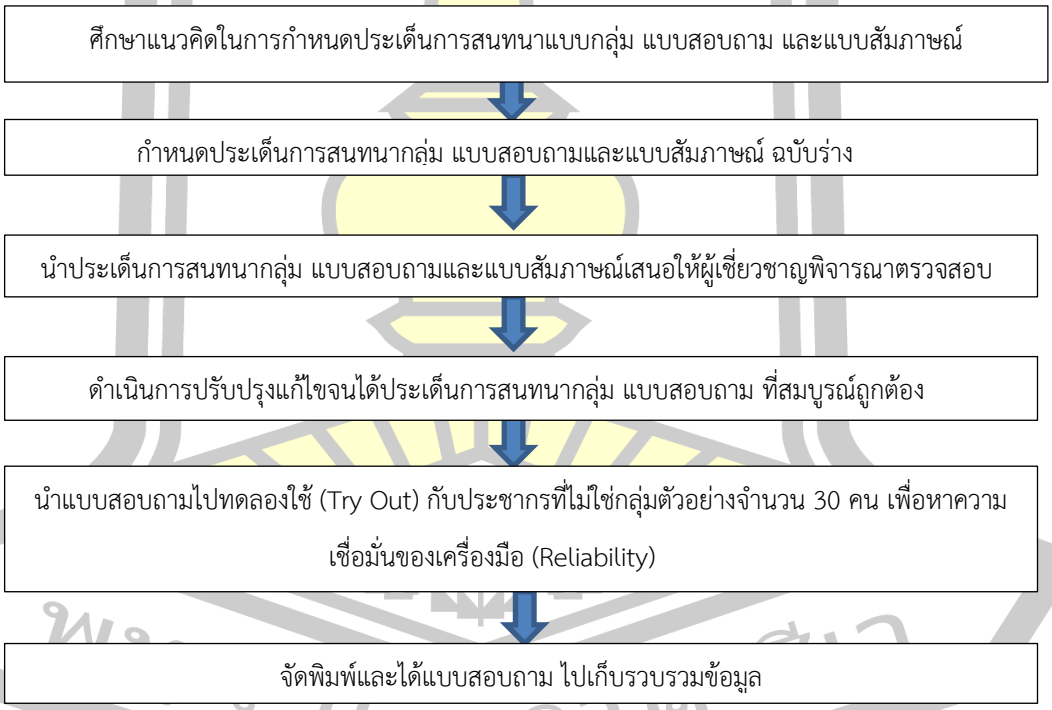
N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

$\sum$ แทน ผลรวม

4. การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. แบบสอบถาม

1.1 การตรวจความสมบูรณ์ของแบบสอบถามที่ได้รับกลับคืนมา



ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม

ที่มา: อาดือนา นิโด และคณะ (2557)

1.2 ตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนตามหลักเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2543) ดังต่อไปนี้

มีความพึงพอใจมากที่สุด กำหนดให้ 5 คะแนน
มีความพึงพอใจมาก กำหนดให้ 4 คะแนน
มีความพึงพอใจปานกลาง กำหนดให้ 3 คะแนน
มีความพึงพอใจน้อย กำหนดให้ 2 คะแนน
มีความพึงพอใจน้อยที่สุด กำหนดให้ 1 คะแนน

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำค่าคะแนนของผู้ตอบแบบสอบถามในแต่ละแบบสอบถาม ไปหาค่าเฉลี่ยและกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายค่าเฉลี่ยสำหรับการประมาณความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วมร่วมกับกรมชลประทานอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก เพื่อหาช่วงค่าเฉลี่ยในการแปลผลให้ออกมาอยู่ในรูปแบบเพิ่มหรือลดปริมาณน้ำรายเดือนในแต่ละความต้องการใช้น้ำ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

5 หมายถึงเกินหรือขาดในระดับมากที่สุดและเพิ่มหรือลดปริมาณน้ำ 20%
4 หมายถึงเกินหรือขาดในระดับมากและเพิ่มหรือลดปริมาณน้ำ 15%
3 หมายถึงเกินหรือขาดในระดับปานกลางและเพิ่มหรือลดปริมาณน้ำ 10%
2 หมายถึงเกินหรือขาดในระดับน้อยและเพิ่มหรือลดปริมาณน้ำ 5%
1 หมายถึงเกินหรือขาดในระดับน้อยที่สุดและเพิ่มหรือลดปริมาณน้ำ 0%

นำค่าคะแนนของผู้ตอบแบบสอบถามในแต่ละแบบสอบถาม ไปหาค่าเฉลี่ยและกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง เกินหรือขาดในระดับ มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง เกินหรือขาดในระดับ มาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง เกินหรือขาดในระดับ ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง เกินหรือขาดในระดับ น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง เกินหรือขาดในระดับ น้อยที่สุด

1.4 แบบสอบถามส่วนที่ 3 คำถามปลายเปิด (Open End) ใช้การวิเคราะห์เนื้อหาโดยการสรุปประเด็นเพื่อหาความหมาย นำมาแจกแจงความถี่ในแต่ละด้าน

1.5 จัดเรียงแบบสอบถามตามตัวแปรที่ศึกษา แล้วบันทึกข้อมูลในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean = $\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation = S.D.)

2.6 การมีส่วนร่วมของภาคประชาชนในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ

การมีส่วนร่วมของประชาชน เป็นหลักการสากลที่อารยประเทศให้ความสำคัญ และเป็นประเด็นหลักที่สังคมไทยให้ความสนใจเพื่อพัฒนาการเมืองเข้าสู่ระบอบประชาธิปไตยแบบมีส่วนร่วม ตามหลักการธรรมมาภิบาลที่ภาครัฐจะต้องเปิดโอกาสให้ประชาชนและผู้เกี่ยวข้องทุกภาคส่วนรับรู้ ร่วมคิด ร่วมตัดสินใจ เพื่อสร้างความโปร่งใสและเพิ่มคุณภาพการตัดสินใจของภาครัฐให้ดีขึ้น และเป็นที่ยอมรับร่วมกันของทุก ๆ ฝ่าย ในการบริหารราชการเพื่อประโยชน์สุขของประชาชนตามรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาไทย พ.ศ. 2540 พระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน (ฉบับที่ 5) พ.ศ. 2545 และพระราชกฤษฎีกาว่าด้วยหลักเกณฑ์และวิธีการบริหารกิจการบ้านเมืองที่ดี พ.ศ. 2546 จึงต่างให้ความสำคัญต่อการบริหารราชการอย่างโปร่งใส สุจริต เปิดเผยข้อมูล และการเปิดโอกาสให้ประชาชนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการกำหนดนโยบายสาธารณะ การตัดสินใจทางการเมือง รวมถึงการตรวจสอบการใช้อำนาจรัฐในทุกระดับ

2.6.1 หลักการสร้างการมีส่วนร่วมของประชาชน หมายถึง การเปิดโอกาสให้ประชาชนและผู้ที่เกี่ยวข้องทุกภาคส่วนของสังคมได้เข้ามามีส่วนร่วมกับภาคราชการนั้น International Association for Public Participation ได้แบ่งระดับของการสร้างการมีส่วนร่วมของประชาชนเป็น 5 ระดับ ดังนี้

1) การให้ข้อมูลข่าวสาร ถือเป็นการมีส่วนร่วมของประชาชนในระดับต่ำที่สุด แต่เป็นระดับที่สำคัญที่สุด เพราะเป็นก้าวแรกของการที่ภาคราชการจะเปิดโอกาสให้ประชาชนเข้าสู่กระบวนการมีส่วนร่วมในเรื่องต่างๆ วิธีการให้ข้อมูลสามารถใช้ช่องทางต่าง ๆ เช่น เอกสารสิ่งพิมพ์ การเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารผ่านทางเสื่อต่าง ๆ การจัดนิทรรศการ จดหมายข่าว การจัดงานแถลงข่าว การติดประกาศ และการให้ข้อมูลผ่านเว็บไซต์ เป็นต้น

2) การรับฟังความคิดเห็น เป็นกระบวนการที่เปิดให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลข้อเท็จจริงและความคิดเห็นเพื่อประกอบการตัดสินใจของหน่วยงานภาครัฐด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น

การรับฟังความคิดเห็น การสำรวจความคิดเห็น การจัดเวทีสาธารณะ การแสดงความคิดเห็นผ่านเว็บไซต์ เป็นต้น

3) การเกี่ยวข้อง เป็นการเปิดโอกาสให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติงาน หรือร่วมเสนอแนะทางที่นำไปสู่การตัดสินใจ เพื่อสร้างความมั่นใจให้ประชาชนว่าข้อมูลความคิดเห็นและความต้องการของประชาชนจะถูกนำไปพิจารณาเป็นทางเลือกในการบริหารงานของภาครัฐ เช่น การประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อพิจารณาประเด็นนโยบายสาธารณะ ประชาพิจารณ์ การจัดตั้งคณะทำงานเพื่อเสนอแนะประเด็นนโยบาย เป็นต้น

4) ความร่วมมือ เป็นการให้กลุ่มประชาชนผู้แทนภาคสาธารณะมีส่วนร่วม โดยเป็นหุ้นส่วนกับภาครัฐในทุกขั้นตอนของการตัดสินใจ และมีการดำเนินกิจกรรมร่วมกันอย่างต่อเนื่อง เช่น คณะกรรมการที่มีฝ่ายประชาชนร่วมเป็นกรรมการ เป็นต้น

5) การเสริมอำนาจแก่ประชาชน เป็นขั้นที่ให้บทบาทประชาชนในระดับสูงที่สุด โดยให้ประชาชนเป็นผู้ตัดสินใจ เช่น การลงประชามติในประเด็นสาธารณะต่าง ๆ โครงการกองทุนหมู่บ้านที่มอบอำนาจให้ประชาชนเป็นผู้ตัดสินใจทั้งหมด

การสร้างการมีส่วนร่วมของประชาชน อาจทำได้หลายระดับและหลายวิธี ซึ่งบางวิธีสามารถทำได้อย่างง่าย ๆ แต่บางวิธีก็ต้องใช้เวลา ขึ้นอยู่กับความต้องการเข้ามามีส่วนร่วมของประชาชน ค่าใช้จ่ายและความจำเป็นในการเปิดโอกาสให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วม การมีส่วนร่วมของประชาชนเป็นเรื่องละเอียดอ่อน จึงต้องมีการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในการให้ข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้องแก่ประชาชน การรับฟังความคิดเห็น การเปิดโอกาสให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วม รวมทั้งพัฒนาทักษะและศักยภาพของข้าราชการทุกระดับควบคู่กันไปด้วย การมีส่วนร่วมที่มาจากทุกภาคส่วนของสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ประชาชนผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และชุมชนท้องถิ่น จะช่วยทำให้ได้รับทราบความต้องการและปัญหาที่แท้จริง ลดความขัดแย้งและต่อต้าน ทั้งยังเป็นการสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ที่เสริมสร้างให้ประชาชน ร่วมคิด ร่วมตัดสินใจในประเด็นสาธารณะ ซึ่งเป็นบทบาทที่จะต้องดำเนินการให้เกิดขึ้น

2.6.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการมีส่วนร่วม

ทฤษฎีเกี่ยวกับการมีส่วนร่วม มีนักวิชาการได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

1. ทฤษฎีการกระทำสังคม (The Theory of Social Action)

ทฤษฎีการกระทำสังคมที่เกี่ยวข้องตำราทางวิชาการของนักวิชาการหลากหลายท่านจึงได้ให้ความหมายมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

รีดเดอร์ (Reeder) ได้ให้ความหมายว่า การกระทำของมนุษย์ในเรื่องใดก็ตามขึ้นอยู่กับปัจจัยดังกล่าวต่อไปนี้

1) เป้าหมาย (Gold)

2) ความเชื่อที่สืบทอดกันมา (Believes Orientation)

3) ค่านิยมมาตรฐาน (Standard Values)

4) นิสัยและขนบธรรมเนียมประเพณี (Habit and Custom)

5) ความคาดหมาย (Expectation)

6) ความผูกพัน (Commitments)

7) แรงเสริม (Reinforcement)

8) โอกาส (Opportunity)

9) ความสามารถ (Ability)

10) การสนับสนุน (Support)

รีดเดอร์ (Reeder) ได้อธิบายถึง ปัจจัยหรือสาเหตุที่มีผลต่อการกระทำทางสังคมไว้ดังนี้

1. สถานการณ์การกระทำของสังคม จะเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมทางสังคม ซึ่งแต่ละคนก็มีเหตุผลแต่ละอย่างในการตัดสินใจในการกระทำ

2. บุคคลหรือองค์การ จะตัดสินใจหรือแสดงการกระทำบนพื้นฐานของกลุ่มเหตุผลซึ่งตัดสินใจเองได้ว่ามันสอดคล้องหรือตรงปัญหาและสถานการณ์นั้นๆ

3. เหตุผลบางประการอาจสนับสนุนการตัดสินใจ และเหตุผลบางประการอาจต่อต้านการตัดสินใจ

4. เหตุผลนั้นผู้ตัดสินใจให้น้ำหนักที่แตกต่างกัน การเลือกเหตุผลหรือปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจ

5. เหตุผลในการตัดสินใจนั้นมิใช่มาจากเหตุผลใดเหตุผลหนึ่ง

6. การตัดสินใจของกลุ่มเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นๆจะมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจในทุกโอกาส

7. กลุ่มของปัจจัยหรือเหตุผลที่มีอิทธิพลต่อการกระทำทางสังคมนั้นย่อมจะมีการเปลี่ยนแปลง

8. สำหรับกรณีเฉพาะอย่างภายใต้การกระทำทางสังคมจะมีบ่อยครั้งที่ทางเลือกสองหรือสามทางเพื่อที่จะตอบสนองต่อสถานการณ์นั้นๆ

9. ผู้กระทำหรือผู้ตัดสินใจอาจเลือกทางใดทางหนึ่ง

10. เหตุผลที่จะตัดสินใจสามารถที่จะมองเห็นได้จากทางเลือกที่ถูกต้องแล้ว

2.6.3 ทฤษฎีจิตวิทยาสังคม (Theory of Social Psychology)

ทฤษฎีจิตวิทยาสังคมที่เกี่ยวข้องตาราทางวิชาการของนักวิชาการหลากหลายท่านจึงได้ให้ความหมายมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

มาสโลว์ (Maslow) ได้ค้นคว้าเกี่ยวกับแรงจูงใจ (Motivation) ของการกระทำของมนุษย์ไว้หลายประการ และได้อธิบายถึงพฤติกรรมของมนุษย์ที่เกี่ยวกับความต้องาการพื้นฐานที่เกิดขึ้นจากความพึงพอใจ ความต้องการเหล่านั้น ถูกจากัดลำดับขั้นของความต้องการจากน้อยไปหามากเมื่อความต้องการใดเกิดขึ้นแล้วไม่ได้รับการบำบัดเพียงพอ ความต้องการเหล่านั้นก็ยังคงอยู่และจะเป็นแรงขับที่มีพลังผลักดันให้บุคคลที่พฤติกรรมโน้มไปในทางที่ จะบำบัดความต้องการเหล่านั้นอยู่เสมอ ความต้องการพื้นฐานที่ทาให้แสดงพฤติกรรมต่างๆ มีอยู่ 1 ประการแยกออกเป็นระดับต่างๆ ดังนี้

1. ความต้องการทางด้านร่างกาย (Physiological Need) เป็นความต้องการขั้นแรก
2. ความต้องการความปลอดภัย (Safety Need)
3. ความต้องการความรัก (Love or Belong Need)
4. ความต้องการความยกย่องนับถือจากคนอื่นหรือมีเกียรติในสังคม (Esteem Need)
5. ความต้องการประสบผลสำเร็จ (Self-Actualization Need) ต้องการแสดงความสามารถของตนให้ประจักษ์แก่ผู้อื่น

2.7 อ่างเก็บน้ำ (Reservoir)

อ่างเก็บน้ำ คือกลไกที่มนุษย์สร้างขึ้นมา เพื่อทำหน้าที่ควบคุมปริมาณน้ำที่ไหลมาตามธรรมชาติ เพื่อวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง (Single Purpose Reservoir) หรือหลายอย่าง (Multipurpose Reservoir) เช่น การเกษตร การอุปโภค-บริโภค การอุตสาหกรรม การคมนาคม เป็นต้น อ่างเก็บน้ำจะประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 3 ส่วน คือ ตัวอ่างเก็บน้ำ (Reservoir) ทางระบายน้ำล้น (Spillway) และอาคารทางออก (Outlet Works) (วราวุธ วุฒิวณิชย์, 2539)

ตัวอ่างเก็บน้ำ (Reservoir) เกิดจากการสร้างเขื่อนกั้นหุบเขา ปริมาตรอ่างเก็บน้ำขึ้นอยู่กับลักษณะหุบเขาและความสูงของเขื่อนอ่างเก็บน้ำจะแบ่งปริมาตรออกเป็นส่วนต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วยระดับต่ำสุด (Minimum Pool Level) ระดับเก็บกักปกติ (Normal Pool Level) ระดับสูงสุด (Maximum Level) และฟรีบอร์ด (Freeboard)

ทางระบายน้ำล้น (Spillway) เป็นอาคารประกอบเขื่อนที่ทำหน้าที่ในการระบายน้ำส่วนเกินความจุจากระดับเก็บกักปกติ ในช่วงที่มีปริมาณน้ำไหลหลากเข้าอ่างเก็บน้ำมาก ๆ เพื่อความปลอดภัย

ต่อตัวเขื่อนและเป็นการชะลอปริมาณน้ำส่วนเกินนี้ไปก่อให้เกิดน้ำท่วมทางด้านท้ายอ่างเก็บน้ำ ซึ่งขนาดและลักษณะของทางระบายน้ำล้นจะขึ้นอยู่กับขนาดของปริมาณน้ำสูงสุดที่ใช้ในการออกแบบ เป็นสำคัญอาคารส่งน้ำ เป็นอาคารประกอบเขื่อนที่ทำหน้าที่ในการควบคุมการปล่อยน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำเข้าสู่ระบบส่งน้ำชลประทานเพื่อนาไปใช้ในวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ดังที่กล่าวมา และอาคารส่งน้ำจะมีทั้งเป็นท่อสี่เหลี่ยมหรือท่อกลม และมีประตูที่ใช้สำหรับปิด-เปิด เพื่อควบคุมปริมาณน้ำตามที่มีความต้องการในแต่ละช่วงเวลา

ปริมาตรน้ำตาย คือ ปริมาณน้ำที่อยู่ต่ำกว่าระดับเก็บกักต่ำสุด ซึ่งไม่สามารถนาเอาปริมาณน้ำส่วนนี้ไปใช้งานได้ และปริมาตรนี้จะใช้ประโยชน์สำหรับการตกตะกอนในช่วงอายุการใช้งานของอ่างเก็บน้ำ สำหรับระดับเก็บกักต่ำสุดจะเป็นระดับน้ำต่ำสุดที่จะส่งน้ำออกจากเขื่อนได้และจะเป็นค่าระดับเดียวกันกับระดับธรณีของอาคารทางออก

ปริมาตรน้ำใช้การ คือ ปริมาณน้ำที่อยู่ระหว่างระดับเก็บกักปกติกับระดับเก็บกักต่ำสุดซึ่งปริมาตรน้ำในส่วนนี้จะสามารถนาไปใช้ในวัตถุประสงค์ต่าง ๆ และระดับเก็บกักปกติจะเป็นค่าระดับเดียวกันกับสันทางระบายน้ำล้น

ปริมาตรน้ำส่วนเกิน คือ ปริมาณน้ำที่อยู่ระหว่างระดับน้ำสูงสุดกับระดับเก็บกักปกติ ใช้สำหรับเก็บกักน้ำในช่วงเวลาที่มีน้ำไหลหลากมาก ๆ เข้ามาสู่อ่างเก็บน้ำและจะชะลอไม่ให้ปริมาณน้ำส่วนนี้ไปก่อให้เกิดน้ำท่วมด้านท้ายอ่างเก็บน้ำ

ทั้งนี้ยังมีปริมาตรส่วนหนึ่งที่อยู่ระหว่างระดับสันเขื่อนกับระดับน้ำสูงสุดที่เรียกว่า ฟรีบอร์ด (Freeboard) ซึ่งเผื่อไว้ไม่ให้เกิดการไหลล้นข้ามสันเขื่อน เมื่อมีปริมาณน้ำไหลหลากขนาดใหญ่ผ่านอ่างเก็บน้ำ (วราวุธ วุฒิวณิชย์, 2539)

2.7.1 ประเภทของอ่างเก็บน้ำตามวัตถุประสงค์ของการใช้น้ำ

อ่างเก็บน้ำถ้าแบ่งตามวัตถุประสงค์ของการใช้น้ำจะแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ อ่างเก็บน้ำเอกประสงค์ (Single Purpose Reservoir) และอ่างเก็บน้ำอเนกประสงค์ (Multi Purpose Reservoir)

1. อ่างเก็บน้ำเอกประสงค์ (Single Purpose Reservoir) เป็นอ่างเก็บน้ำที่ทำหน้าที่เก็บน้ำไว้ใช้สำหรับวัตถุประสงค์เพียงอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น เช่น การเกษตร หรือการอุปโภค-บริโภค หรือการผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งการบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำจะง่ายที่สุด

2. อ่างเก็บน้ำอเนกประสงค์ (Multi-Purpose Reservoir) เป็นอ่างเก็บน้ำที่ทำหน้าที่เก็บน้ำไว้ใช้สำหรับหลายวัตถุประสงค์พร้อมกัน เช่น การเกษตร การอุปโภค-บริโภค การอุตสาหกรรม การคมนาคม เป็นต้น ดังนั้นการบริหารจัดการน้ำย่อมมีความสลับซับซ้อนและยุ่งยากมากขึ้นกว่าอ่างเก็บน้ำเอกประสงค์

2.7.2 การปรับปรุงบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ (Improvement of Reservoir Operation) การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ ประกอบด้วย การดำเนินงาน 4 ขั้นตอนคือการวางแผนปันน้ำ แผนการส่งน้ำ การดำเนินการส่งน้ำ และการประเมินผลการจัดการอ่างเก็บน้ำ แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

1. การวางแผนแบ่งปันน้ำ ประกอบด้วย การกำหนดพื้นที่เป้าหมายของการส่งน้ำ การสำรวจความต้องการใช้น้ำจากกลุ่มผู้ใช้น้ำ การประเมินปริมาณน้ำต้นทุน การประเมินความต้องการใช้น้ำ การจัดทำร่างแผนการจัดสรรน้ำ การจัดทำร่างข้อต้องลงการใช้น้ำ และการพิจารณาข้อตกลงร่วมกัน

2. แผนการส่งน้ำ ประกอบด้วย ข้อตกลงในการส่งน้ำ เพื่อสอดคล้องกับความต้องการน้ำ ประชาสัมพันธ์ให้ผู้เกี่ยวข้องทราบ

3. ดำเนินการส่งน้ำ ประกอบด้วย การเปิดปิดอาคารส่งน้ำและระบายน้ำตามแผนการส่งน้ำการปรับแผนการส่งน้ำตามปริมาณน้ำต้นทุนจริง การบำรุงรักษาอาคารส่งน้ำ

4. การประเมินผลการจัดการอ่างเก็บน้ำ ประกอบด้วย การสรุปผลการดำเนินการส่งน้ำ การระบุปัญหาอุปสรรค แนวทางแก้ไขปัญหา และรายงานเพื่อประเมินผลการดำเนินการ

2.8 การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir operations)

การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำหมายถึงการเก็บกักน้ำในอ่างเก็บน้ำและส่งน้ำเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆโดยมีการวางแผนล่วงหน้าว่าควรจะเก็บกักและส่งน้ำจากอ่างเก็บน้ำในแต่ละช่วงเวลาเป็นปริมาณเท่าใด และได้มีการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ การปฏิบัติงานอาจแตกต่างจากแผนที่วางไว้เพื่อลดสภาวะการขาดแคลนน้ำหรือน้ำล้นอ่าง

1. หลักการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยโค้งควบคุม

อ่างเก็บน้ำเป็นกลไกที่มนุษย์สร้างขึ้นมา เพื่อทำหน้าที่ควบคุมปริมาณน้ำที่ไหลมาตามธรรมชาติ เพื่อวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง (Single purpose reservoir) หรือหลายวัตถุประสงค์ (Multipurpose reservoir) เช่น การเกษตร การอุปโภค บริโภค การอุตสาหกรรม การคมนาคม เป็นต้น อ่างเก็บน้ำจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ ตัวอ่างเก็บน้ำ (Reservoir) ทางระบายน้ำล้น (Spillway) และอาคารทางออก (Outlet works)

2. การปรับปรุงระบบบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ

การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำเกี่ยวข้องโดยตรงกับการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ (Reservoir operation) ซึ่งหมายถึงการเก็บกักน้ำในอ่างและการส่งน้ำเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ โดยมีการวางแผนล่วงหน้าว่าควรจะเก็บกักและส่งน้ำในแต่ละช่วงเวลาเป็นปริมาณเท่าใด และมีการปฏิบัติ

ตามแผนที่วางไว้ตราบเท่าที่สภาพในอนาคตเป็นไปตามช่วงที่คาดการณ์ไว้ ถ้าสภาพในอนาคตแตกต่างจากที่คาดการณ์ไว้ในตอนวางแผน การปฏิบัติการอาจมีการปรับเปลี่ยนให้ต่างจากแผนที่วางไว้เพื่อลดสภาวะการขาดแคลนน้ำหรือน้ำล้นอ่าง อ่างเก็บน้ำเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทหนึ่ง ที่มีความสำคัญมากต่อการเก็บกักน้ำเพื่อการนำน้ำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ โดยมากอ่างเก็บน้ำจะรับน้ำมาจากน้ำฝนที่ไหลลงจากพื้นที่ที่สูงกว่าไหลลงมารวมกันที่อ่างเก็บน้ำ ดังนั้นความหมายของอ่างเก็บน้ำคือ ทะเลสาบน้ำจืดที่สร้างขึ้นโดยการก่อสร้างเขื่อนขวางปิดกั้นลำน้ำธรรมชาติ ทำให้เกิดแหล่งเก็บกักน้ำฝนให้มีปริมาณที่เหมาะสมสำหรับการนำน้ำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ต่อไป ขนาดความจุของอ่างเก็บน้ำที่ต้องการจะเป็นผลรวมของปริมาณน้ำลักษณะต่างๆ ดังแสดงในสมการ 2.5 สำหรับระดับความลึกของอ่างเก็บน้ำสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับ ดังแสดงในภาพประกอบ 2.5 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

$$VT = VR + E + P + F + S \quad .....(2.5)$$

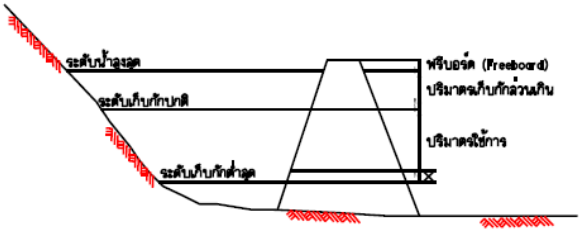
โดยที่ VT = ขนาดความจุของอ่างเก็บน้ำ

VR = ปริมาณน้ำที่ต้องเก็บกัก

E = ปริมาณน้ำที่ระเหยสู่บรรยากาศ

F = ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านอ่างเก็บน้ำ

S = ปริมาณตะกอนน้ำที่พัดพามาตกทับถมบริเวณก้นอ่างเก็บน้ำ



ภาพประกอบ 2.5 ระดับน้ำต่างๆ ในอ่างเก็บน้ำ

ที่มา: อนุงค์ฤทธิ์ แข็งแรง (2553)

จากภาพประกอบ 2.5 ระดับน้ำสูงสุด (Maximum level) คือส่วนปริมาณน้ำสำหรับป้องกันน้ำท่วม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของอ่างเก็บน้ำที่ออกแบบสำรองไว้เพื่อเก็บน้ำในฤดูน้ำหลาก เพื่อไม่ให้น้ำไหลบ่าไปท่วมพื้นที่ท้ายน้ำของอ่างเก็บน้ำ ระดับน้ำปกติในอ่างเก็บน้ำ (Normal level) เป็น

ส่วนปริมาณน้ำสำหรับใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ เช่น การใช้อุปโภค บริโภค การชลประทาน การผลิตพลังงานและการคมนาคม เป็นต้น และระดับน้ำต่ำสุด (Minimum level) คือส่วนปริมาณน้ำก้นอ่างเป็นปริมาณน้ำที่ต้องเก็บกักไว้ในอ่างเก็บน้ำตลอดเวลา เพื่อรักษาสภาพของอ่างเก็บน้ำให้กับสิ่งมีชีวิตในน้ำทั้งพืชและสัตว์ให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

2.9 หลักการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยโค้งควบคุม

1. หลักการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยโค้งควบคุม

อ่างเก็บน้ำเป็นกลไกที่มนุษย์สร้างขึ้นมา เพื่อทำหน้าที่ควบคุมปริมาณน้ำที่ไหลมาตามธรรมชาติ เพื่อวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง (Single purpose reservoir) หรือหลายวัตถุประสงค์ (Multipurpose reservoir) เช่น การเกษตร การอุปโภค บริโภค การอุตสาหกรรม การคมนาคม เป็นต้น อ่างเก็บน้ำจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ ตัวอ่างเก็บน้ำ (Reservoir) ทางระบายน้ำล้น (Spillway) และอาคารทางออก (Outlet works)

จากภาพประกอบ 2.5 แสดงถึงระดับสูงสุด (Maximum level) และฟรีบอร์ด (Freeboard) ทางระบายน้ำล้นเป็นอาคารที่ทำหน้าที่ระบายน้ำส่วนเกินในยามที่คลื่นน้ำท่วมขนาดใหญ่เคลื่อนตัวผ่านอ่างเก็บน้ำ และอาคารทางออกเป็นอาคารที่ทำหน้าที่ควบคุมการปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำเพื่อนำไปใช้ในวัตถุประสงค์ต่างๆ ความสัมพันธ์ระหว่างความจุและผลผลิตของอ่างเก็บน้ำ จะบอกถึงความจุของอ่างเก็บน้ำที่ต่างกันย่อมมีผลผลิตที่แตกต่างกันด้วย ดังนั้นผลผลิตของอ่างเก็บน้ำจึงเป็นปริมาณน้ำที่จะสามารถนำเอาไปใช้ได้ในช่วงระยะเวลาที่กำหนด โดยปกติช่วงระยะเวลาที่กำหนดคือ 1 ปี และผลผลิตของอ่างเก็บน้ำที่กำหนดขึ้นจะอยู่กับปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ ซึ่งจะมีความผันแปรในแต่ละปี ดังนั้นการออกแบบเพื่อความปลอดภัยจึงใช้ผลผลิตที่แน่นอน (Firm yield) เป็นผลผลิตที่น้อยที่สุด ซึ่งจะเป็นปริมาณน้ำที่มากที่สุดที่จะประกันได้ว่าสามารถนำเอาไปใช้จากอ่างเก็บน้ำที่มีความจุที่กำหนดไว้ในช่วงเวลาที่วิกฤติ (Critical period) ซึ่งช่วงเวลาวิกฤตคือช่วงที่มีความแตกต่างของปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำกับความต้องการใช้น้ำมากที่สุดซึ่งก็คือฤดูแล้ง

ดังนั้นผลผลิตที่แน่นอนคือผลผลิตที่มีค่าน้อยที่สุดในช่วงอายุการใช้งานของอ่างเก็บน้ำ ดังนั้นในปีที่แล้งที่สุดสามารถประกันได้ว่าจะมีน้ำใช้อย่างเพียงพอสาหรับความต้องการน้ำประเภทต่างๆ ซึ่งส่วนนั้นเรียกว่า ผลผลิตรอง (Secondary yield) สามารถจะนำไปใช้กับวัตถุประสงค์อื่นที่รองลงมาได้ และอ่างเก็บน้ำไม่ว่าจะสร้างให้มีความจุขนาดใหญ่ได้เพียงใด ผลผลิตที่แน่นอนก็จะไม่มากไปกว่าผลผลิตที่เป็นไปได้สูงสุด (Maximum possible yield) ซึ่งผลผลิตที่เป็นไปได้สูงสุดจะเท่ากับปริมาตรน้ำไหลเข้าอ่างเฉลี่ย (Mean flow) หักด้วยการสูญเสียต่างๆ จากอ่างเก็บน้ำ หลังจากที่ก่อสร้างอ่างเก็บน้ำแล้วเสร็จ เพื่อที่จะให้บรรลุวัตถุประสงค์และใช้ประโยชน์อย่างเต็มศักยภาพ การ

บริหารจัดการอ่างเก็บน้ำจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ดังนั้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้ควบคุมการใช้อ่างเก็บน้ำและปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กล่าวมา และก่อให้เกิดผลผลิตในเชิงเศรษฐศาสตร์มากที่สุด จึงจำเป็นต้องมีการวางกฎการปฏิบัติงานของอ่างเก็บน้ำ (Reservoir operating rule) ซึ่งกฎนี้จะใช้ในช่วงเวลาการปฏิบัติงานตามปกติ ไม่ใช่ช่วงหลังการก่อสร้างใหม่ หรือช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงวัตถุประสงค์การใช้อ่างเก็บน้ำ ในการเริ่มต้นคำนวณสภาพสมดุลน้ำของแต่ละอ่างจากโค้งควบคุม จะกำหนดให้ปริมาตรเก็บกักเริ่มต้นของอ่างเก็บน้ำที่ระดับเต็มอ่างหรือระดับเก็บกักสูงสุด (Full capacity) ส่วนปริมาณน้ำระบายจะหาได้ตามเกณฑ์การปล่อยน้ำมาตรฐาน (Standard operating rule) สำหรับกฎการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ต่อการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ ซึ่งมีหลายแบบ แต่ละแบบจะบอกปริมาณน้ำที่ต้องปล่อยจากอ่างเก็บน้ำหรือไม่ก็บอกปริมาณน้ำที่ต้องการเก็บกักในอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลาต่างๆ ของปี ซึ่งเรียกว่า โค้งกฎการปฏิบัติงาน (Rule curves) และหนึ่งในจำนวนที่มากมายของเครื่องมือที่มีประโยชน์ต่อการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำคือ โค้งปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ (Reservoir operation rule curve) หรือบางครั้งเรียกว่า โค้งแนวปฏิบัติ (Guide curve) ซึ่งจะได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลอุทกวิทยาในอดีต (Historical data) ซึ่งมีเงื่อนไขต่างๆ กันร่วมกับความต้องการน้ำในการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ โดยเฉพาะอ่างเก็บน้ำแบบเอนกประสงค์นั้น จำเป็นต้องมีเกณฑ์ในการปฏิบัติงานหลายเกณฑ์ร่วมกัน เช่น เกณฑ์ทางด้านสังคม เศรษฐศาสตร์และวิศวกรรม เป็นต้น ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์มีความยุติธรรมและประสิทธิภาพมากที่สุด หลังจากนั้นจึงสร้างเป็นกฎการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ และพัฒนาให้เป็นเครื่องมืออย่างง่ายในการปฏิบัติคือ โค้งการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ ซึ่งหลักการของการพัฒนาโค้งกฎการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำคือช่วงฤดูฝนจะพร่องน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนดในปริมาณเท่าใด เพื่อให้มีปริมาตรว่างสำหรับรับปริมาณน้ำหลากที่จะไหลเข้าอ่างเก็บน้ำโดยไม่เกิดการไหลล้นอ่าง ซึ่งจะก่อให้เกิดอุทกภัยในบริเวณท้ายอ่างเก็บน้ำ หรือหากเกิดการไหลล้นอ่างก็ให้เกิดน้อยที่สุด และในขณะเดียวกันต้องรักษาปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้ง ซึ่งเส้นโค้งของกฎการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำเส้นนี้เรียกว่า Upper Rule Curve (URC) และในช่วงฤดูแล้งจะรักษาปริมาณน้ำไว้ในอ่างเก็บน้ำในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนดไว้เท่าใด จึงจะลดความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำแห้งในอ่างเก็บน้ำ ซึ่งโค้งของกฎการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำเส้นนี้เรียกว่า Lower Rule Curve (LRC)

2. เทคนิคการหาค่าเหมาะสมที่สุดสำหรับการหาโค้งควบคุม

เทคนิคการหาค่าเหมาะสมสูงสุดสำหรับการหาโค้งควบคุมของอ่างเก็บน้ำคือ การศึกษาเลียนแบบ (Simulation) ซึ่งเป็นกระบวนการจำลองเพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบ จากกฎของการ

จัดการและควบคุม แต่ไม่สามารถประกันได้ว่ากฎของการจัดการและควบคุมนั้นดีที่สุด ซึ่งการพัฒนาโค้งของการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำที่ใช้วิธีนี้ได้แก่

1) การวิเคราะห์ระบบอ่างเก็บน้ำสำหรับการเก็บกักน้ำ (Reservoir system analysis for conservation) เป็นการจำลองพฤติกรรมของระบบอ่างเก็บน้ำจากกฎต่างๆ ที่กำหนดไว้ว่าจะผันน้ำหรือขาดน้ำในช่วงใด มีปริมาณเท่าใด เป็นต้น ซึ่งสามารถนำผลการวิเคราะห์จากระบบอ่างเก็บน้ำมาสร้างโค้งกฎการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำได้ โดยทั่วไปคือแบบจาลอง HEC-3

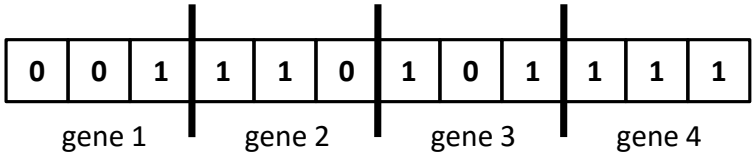
2) Vacancy – minimum storage requirements rule curve จะอาศัยแนวคิดที่ว่าปริมาตรน้ำในอ่างเก็บน้ำที่จะเต็มอ่างพอดีเมื่อสิ้นฤดูฝน ในขณะเดียวกันเมื่อสิ้นสุดฤดูแล้งปริมาตรน้ำในอ่างเก็บน้ำจะแห้งอ่างเก็บน้ำพอดี ดังนั้นในช่วงฤดูฝนจะต้องมีการพร่องน้ำในอ่างเก็บน้ำไว้เพื่อรองรับน้ำที่คาดว่าจะไหลเข้าอ่างตลอดช่วงฤดูฝน โดยปล่อยน้ำในอัตราที่เพิ่มขึ้น และในช่วงต้นฤดูแล้งจะต้องสารองน้ำในอ่างเก็บน้ำให้เพียงพอกับความต้องการตลอดช่วงฤดูแล้ง

3) Standard operating policy เป็นเกณฑ์ที่ค่อนข้างง่าย โดยจะปล่อยน้ำให้เป็นไปตามความต้องการของทุกช่วงเวลา ดังนั้นหากปริมาณน้ำในอ่างมีไม่เพียงพอตามความต้องการระดับน้ำในอ่างก็จะลดลงเรื่อยๆ ขณะเดียวกันในช่วงฤดูฝนที่มีน้ำมาก ระดับน้ำในอ่างก็จะเพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งปล่อยให้ไหลล้นอ่างเก็บน้ำต่อไป หรืออาจกล่าวได้ว่าเกณฑ์การปฏิบัติงานโดยวิธี Standard operating policy เป็นเกณฑ์ที่มีศักยภาพมาในการลดปริมาณการขาดน้ำทั้งหมด (Total deficit) ในช่วงเวลาที่พิจารณา

4) Probability based rule curves เป็นวิธีที่ใช้หลักของทฤษฎีความน่าจะเป็นเพื่อพิจารณาการเก็บกักและการระบายน้ำที่ความเสี่ยงต่างๆ โดยในฤดูน้ำหลากจะพิจารณาว่าจะรักษาระดับน้ำหรือปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่มากที่สุดที่จะทำให้ความเสี่ยงต่อการที่อ่างเก็บน้ำมีปริมาตรไม่พอที่จะรับน้ำนองให้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ในทางตรงกันข้ามฤดูแล้งจะพิจารณาว่าควรจะรักษาระดับน้ำหรือปริมาณน้ำไว้เพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำในอนาคตหรืออยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

5) Optimization เป็นกระบวนการหาคำตอบที่ดีที่สุด จากการจัดการตามวัตถุประสงค์ (Objectives) และข้อจำกัด (Constrain) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุด ทั้งนี้เพราะสามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดตามวัตถุประสงค์และข้อจำกัดต่างๆ แต่อย่างไรก็ตามการใช้วิธีหาคำตอบที่ดีที่สุดมีความจำเป็นจะต้องจำลองระบบเสียก่อน ซึ่งในการพัฒนาโค้งกฎการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำที่ใช้วิธีนี้ได้แก่ Chance-constrained model with linear decision rule โดยเป็นการพัฒนากฎการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำด้วยแบบจำลอง โอกาส ข้อจำกัด ร่วมกับกฎการตัดสินใจเชิงเส้น ในปัจจุบันได้มีการประยุกต์ใช้เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization Technique) มาค้นหาคำตอบที่เหมาะสม ซึ่งมีหลายวิธีเช่น

5.1) วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm, GA) เป็นปัญญาประดิษฐ์ที่ใช้ในการค้นหา (Search) ความเหมาะสม (Optimization) การเรียนรู้ (Learning) ค่าสูงสุด ต่ำสุด และค่าอุตมภาพ (Optimization Problem) ของฟังก์ชั่นใด ๆ ที่ต้องการ ไม่ว่าฟังก์ชั่นดังกล่าวจะเป็นเส้นตรง (Linear) หรือไม่เป็นเส้นตรง (Non-Linear) ก็ตาม GA ถูกค้นค้นขึ้นครั้งแรกโดย John Holland ในปี ค.ศ.1971 และมีการนำมาประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาความเหมาะสมในหลาย ๆ แขนงวิชาเรื่อยมา ไม่ว่าจะเป็นงานวิศวกรรม คอมพิวเตอร์ การวิจัยดำเนินการ อุตสาหกรรม ชีววิทยา ฟิสิกส์ การแพทย์ การบริหารธุรกิจ เป็นต้น วิธีการหาค่าเหมาะสมที่สุดที่เลียนแบบกลไกการคัดเลือกตามธรรมชาติซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีวิวัฒนาการทางธรรมชาติ กล่าวคือ ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable) ของปัญหาจะถูกแทนค่าโดยแถวของตัวเลข (String) หรือเรียกโดยใช้ศัพท์ทางชีววิทยาว่าโครโมโซม (Chromosome) GA จะทำการสร้างโครโมโซมขึ้นมาเรียกว่า Population โดยแต่ละโครโมโซมจะประกอบไปด้วย บล็อกหรือยีน (Gene) ที่แทนค่าด้วยตัวแปรตัดสินใจแต่ละตัว ยีนในยุคเริ่มแรกของ GA จะประกอบด้วยเลขไบนารี่ (Binary Bits) คือ 0 และ 1 ดังแสดงในภาพประกอบ 2.9 ที่แต่ละยีนประกอบไปด้วยเลขไบนารี่ 3 ตัว หรือเรียกว่า 3 อัลลีลส์ (Alleles) ซึ่งเมื่อถอดรหัสแล้วจะได้ค่าของตัวแปรตัดสินใจออกมาซึ่งอาจจะเป็นจำนวนจริง (Real-Value) จำนวนเต็ม (Integer) เซต (Set) หรือแมทริกซ์ (Matrix) ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ศึกษาเป็นผู้กำหนดให้เหมาะสมกับปัญหา



ภาพประกอบ 2.6 ตัวอย่างโครโมโซมที่ประกอบด้วยยีน 4 ตัว

ที่มา: อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง (2551)

GA ในยุคหลังนิยมใช้จำนวนจริงแทนการใช้เลขไบนารี่ ทำให้โครโมโซมสั้นลง เนื่องจากไม่ต้องแบ่งยีนเป็นหลาย ๆ อัลลีลส์ เมื่อทำการถอดรหัสยีนทุกตัวในโครโมโซมออกมาเป็นตัวแปรและทำการแทนค่าตัวแปรเหล่านั้นลงในฟังก์ชั่นเป้าหมาย (Objective Function) แล้ว โครโมโซมหนึ่งจะให้ผลลัพธ์ออกมาเรียกว่าค่า Fitness ของโครโมโซมนั้น ซึ่งค่า Fitness ของโครโมโซมแต่ละตัวใน Population นี้เป็นเพียงค่าที่เป็นไปได้ (Possible Solution) แต่อาจจะไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุดของปัญหา โครโมโซมเหล่านี้จะต้องผ่านกระบวนการของ GA ซึ่งเป็นกระบวนการเลียนแบบกลไกการ

คัดเลือกตามธรรมชาติอีก 3 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการคัดเลือก ขั้นตอนการแลกเปลี่ยนยีน และขั้นตอนการดัดแปลงยีน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ขั้นตอนการคัดเลือก (Selection Operation)

หลักการของขั้นตอนการคัดเลือกคือ โครโมโซมที่มีค่า Fitness ดีที่สุดใน Population (สูงสุดหรือต่ำสุดแล้วแต่ประเภทของปัญหา) จะมีโอกาสถูกคัดเลือกให้เข้าไปสู่กระบวนการในขั้นตอนถัดไปมากที่สุด วิธีที่ใช้กันโดยทั่วไปเรียกว่า Proportional Selection ซึ่งกำหนดค่าความเป็นไปได้ในการถูกคัดเลือก (Probability of Selection, Pi) ให้แต่ละโครโมโซมทั้งหมดใน Population

2) ขั้นตอนการแลกเปลี่ยนยีน (Crossover Operation)

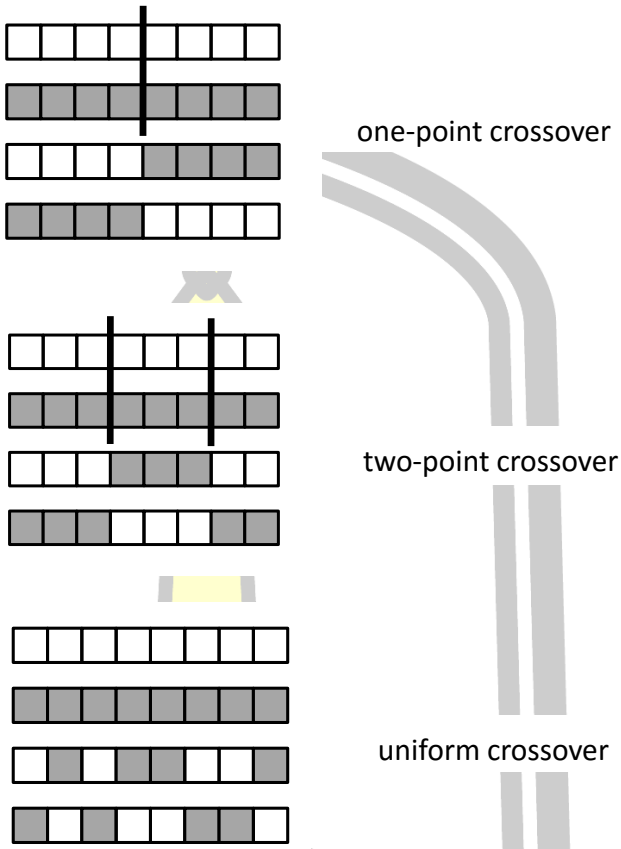
ขั้นตอนนี้จะทำการสุ่มเลือกโครโมโซมใน Population นั้นมาทำการจับคู่แลกเปลี่ยนยีนกัน โดยโอกาสที่แต่ละโครโมโซมจะถูกสุ่มขึ้นมาจับคู่กันขึ้นอยู่กับค่า Probability of Crossover ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่ผู้ศึกษานำเข้าสู่กระบวนการ ส่วนประเภทของ Crossover จำแนกไว้มีอยู่ 3 ประเภทคือ

2.1) Crossover 1 ตำแหน่ง (One-Point Crossover) ซึ่งจะทำการแลกเปลี่ยนยีนของโครโมโซมที่ถูกจับคู่กัน ณ ตำแหน่งจีนที่ถูกสุ่มขึ้นมาจนถึงยีนในตำแหน่งสุดท้าย

2.2) Crossover 2 ตำแหน่ง (Two-Point Crossover) จะทำการแลกเปลี่ยนยีนที่อยู่ระหว่างตำแหน่งทั้ง 2 ที่ถูกสุ่มขึ้นมา และ

2.3) Crossover หลายตำแหน่ง (Uniform Crossover) ยีนที่อยู่ในตำแหน่งเดียวกันของโครโมโซมที่ถูกจับคู่กันจะถูกสุ่มให้มีการแลกเปลี่ยนกันแบบยีนต่อยีน Crossover ทั้ง 3 ประเภท ได้แสดงในภาพประกอบ 2.7 คือ

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว



ภาพประกอบ 2.7 รูปแบบของการแลกเปลี่ยนยีน
ที่มา: อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง (2551)

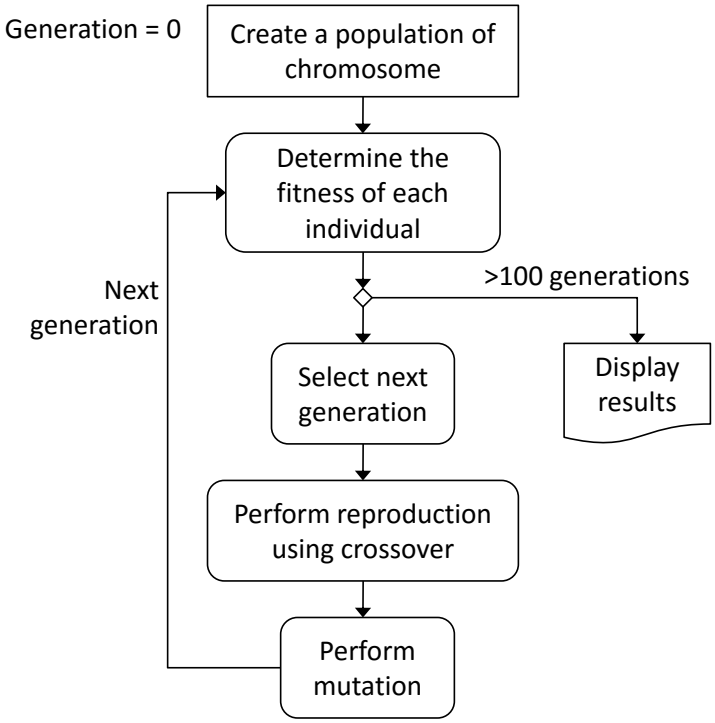
3) ขั้นตอนการดัดแปลงยีน (Mutation Operation)

ในขั้นตอนนี้ยีนจะถูกสุ่มดัดแปลงให้ผิดแผกไปจากเดิมโดยสิ้นเชิง และความเป็นไปได้ที่ยีนจะถูกสุ่มขึ้นมาทำการดัดแปลงนั้นขึ้นอยู่กับค่า Probability of Mutation ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่ผู้ศึกษานำเข้าสู่กระบวนการใน GA ที่ใช้รหัสแบบไบนารี่ การดัดแปลงยีนจะกระทำโดยการเปลี่ยนค่า 0 เป็น 1 หรือ 1 เป็น 0 สำหรับ GA ที่ใช้รหัสแบบจำนวนจริง (Real-Value Coding) นั้น มีรูปแบบการดัดแปลงยีนที่มีรายละเอียดมากกว่าแบบไบนารี่มากมาย โดย Michalewicz ได้จำแนกไว้ 3 แบบคือ

3.1) Uniform Mutation ซึ่งค่าของยีนจะถูกดัดแปลงภายในพิสัย (Range) ที่กำหนด

3.2) Non-Uniform Mutation ซึ่งจะดัดแปลงยีนด้วยค่าที่ค่อย ๆ ลดลงเรื่อย ๆ ใน generation ถัดไปของกระบวนการ GA และ

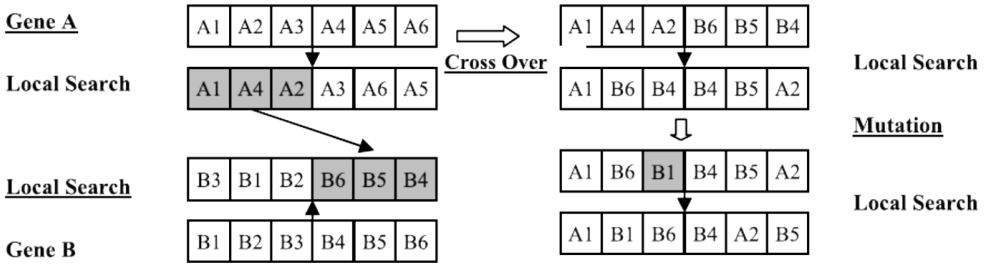
3.3) Modified Uniform Mutation ซึ่งค่าของยีนจะถูกดัดแปลงโดยค่าคงที่เพียงค่าเดียว เมื่อผ่านขั้นตอนทั้ง 3 นี้เรียบร้อยแล้วจะได้โครโมโซมชุดใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม โครโมโซมชุดนี้จะถูกแทนที่ด้วยโครโมโซมชุดเดิมที่กลายเป็น Population ใหม่ กระบวนการทั้งหมดนี้เรียกว่าเป็นหนึ่ง Generation จากนั้น GA จะดำเนินการกระบวนการทั้งหมดกับ Population ใหม่นี้อีกครั้งหนึ่ง และจะกระทำซ้ำไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะครบตามจำนวน Generation ที่ผู้ศึกษากำหนดและได้ใช้ชุดของโครโมโซมที่ทำให้ค่า Fitness ที่ดีที่สุดในตอนท้ายของกระบวนการ GA สำหรับขั้นตอนการทำงานของ GA ได้แสดงในภาพประกอบ 2.8



ภาพประกอบ 2.8 ขั้นตอนการทำงานของ GA
ที่มา: อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง (2551)

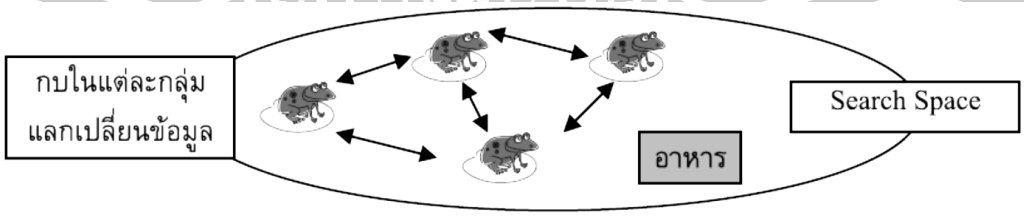
3.4) มีมีติกอัลกอริธึม (Memetic Algorithm หรือ MA) ถูกคิดค้นโดย Merz และ Freisleben และมีลักษณะคล้ายกับ GA เพียงแต่ยีนส์ของโครโมโซมถูกเรียกว่า มีมี (Meme) แทนและมีลักษณะพิเศษกว่า GA ตรงที่โครโมโซมสามารถเพิ่มประสบการณ์ผ่านการค้นหาแบบเฉพาะที่ (Local Search) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพก่อนที่จะผ่านขบวนการทางพันธุกรรม (Crossover และ Mutation)

ขั้นตอนของ MA เริ่มต้นคล้ายกับ GA โดยที่ประชากรเบื้องต้นจะถูกสร้างขึ้นด้วยการสุ่ม หลังจากนั้นจะทำการค้นหาแบบ Local Search ของประชากรทุกตัวเพื่อที่จะเพิ่มประสบการณ์ การค้นหาแบบเฉพาะที่คือการค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดภายในคำตอบข้างเคียง (Neighborhood) หรือ Local นั่นเอง หลังจากนั้นจะทำการ Crossover และ Mutation เพื่อหาโครโมโซมลูกหลานใหม่ต่อไป ดังในภาพประกอบ 2.9



ภาพประกอบ 2.9 การสลับสายพันธุ์ (Crossover) และการกลายพันธุ์ (Mutation) ของ MA
ที่มา: อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง (2551)

3.5) ซัฟเฟิลฟรอกลีปปิง (Shuffled Frog Leaping Algorithm หรือ SFL) ถูกพัฒนาโดย Eusuff และ Lansey ซึ่งเป็นการผสมผสานระหว่าง MA และ PSO โดยที่ประชากรผลลัพธ์จะถูกสุ่มขึ้นมาแล้วทำการแบ่งเป็นหลายๆ กลุ่ม หรือ Memeplex เพื่อค้นหาแหล่งอาหารโดยในแต่ละกลุ่มจะทำการค้นหาแบบ Local Search หลังจากนั้นกบจะแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกลุ่มด้วยการสับกลุ่ม (Shuffling) นั่นเอง ดังแสดงในภาพประกอบ 2.10



ภาพประกอบ 2.10 การสลับสายพันธุ์ (Crossover) และการกลายพันธุ์ (Mutation) ของ SFL
ที่มา: อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง (2551)

ขั้นตอนการทำงานของเทคนิค SFL เริ่มต้นด้วยการสร้างประชากรเริ่มต้นของกบ (Frogs) ขนาด P แล้วคำนวณค่า Fitness ของกบทั้งหมดและเรียงลำดับกบตามค่า Fitness จากมากไปน้อย แล้วทำการแบ่งกบออกเป็น m มีมีเพล็ก (Memeplex) โดยแต่ละมีมีเพล็กจะมีกบจำนวน n ตัว ในการแบ่งกลุ่มจะจัดให้กบที่มีค่า Fitness สูงสุดอยู่ในมีมีเพล็กที่หนึ่ง กบตัวที่สองจัดให้อยู่ในมีมีเพล็กที่สอง กบตัวที่ *m* จัดให้อยู่ในมีมีเพล็กที่ m และกบตัวที่ *m+1* จัดให้ย้อนกลับไปที่มีมีเพล็กที่หนึ่ง ในแต่ละมีมีเพล็กจะค้นหากบตัวที่มีค่า Fitness มากที่สุดและน้อยที่สุด ซึ่งแทนด้วย Y_{best} และ Y_{worst} ตามลำดับส่วนกบที่มีค่า Fitness มากที่สุดในทุกมีมีเพล็กให้แทนด้วย Y_{great} จากนั้นจะปรับปรุงค่า Fitness ของกบในแต่ละมีมีเพล็ก โดยจะปรับปรุงกบที่มีค่า Fitness น้อยที่สุดเพียงตัวเดียวให้มีค่า Fitness มากขึ้น

ตำแหน่งของกบตัวที่ i หรือ $D_i = \text{Unif}(0,1) \times (Y_{best} - Y_{worst})$

ตำแหน่งใหม่ของ Y_{worst} = ตำแหน่งปัจจุบัน Y_{worst} + ตำแหน่งของกบตัวที่ i,

$$-D_{max} \leq D_i \leq D_{max}$$

โดย D_{max} คือค่าสูงสุดในการเปลี่ยนตำแหน่งและจะมีการกำหนดจำนวนการทำซ้ำเพื่อปรับปรุง (Maximum Number of Iteration) ไว้ด้วย ซึ่งถ้าทำซ้ำจนครบจำนวนครั้งแล้ว หากพบว่า ค่า Fitness ของกบตัวที่แย่ที่สุดตัวนั้นยังไม่ดีขึ้นหรือค่า Fitness ยังมีค่าไม่เท่ากับกบตัวที่ดีที่สุด Ygreat แล้วกบตัวนี้จะถูกคัดออกแล้วจึงทำการสุ่มสร้างกบตัวใหม่ขึ้นมาแทน ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวจะถูกทำซ้ำในทุกๆ มีมีเพล็ก หลังจากนั้นจะทำการสับมีมีเพล็ก (Shuffling Memeplex) โดยการรวมกบทุกตัวเข้าด้วยกันแล้วทำการเรียงลำดับกบตามค่า Fitness เหมือนตอนเริ่มต้น แล้วทำการปรับปรุงกบตัวที่แย่อีกครั้งหนึ่งขั้นตอนจะหยุดก็ต่อเมื่อจำนวนครั้งที่ทำการสับมีมีเพล็กเกินจำนวนการทำซ้ำที่ตั้งไว้

3.6) อัลกอริธึมแบบอาณานิคมมด Ant-Colony Optimization (ACO) เลียนแบบพฤติกรรมของมดจริงๆในธรรมชาติมดนั้นสามารถเดินทางจากรังของมันไปยังแหล่งอาหารและกลับมาสู่รังได้โดยมดจะเลือกเส้นทางที่จะใช้เดินให้มีระยะทางรวมนั้นเกือบจะได้เป็นระยะทางที่สั้นที่สุด จากแนวคิดนี้ทำให้ Dorigo (Dorigo & Stutzle, 2004) ได้พัฒนาอัลกอริธึมอาณาจักรมดขึ้นมาซึ่งนับเป็นอัลกอริธึมสำหรับหาค่าที่ดีที่สุดแบบหนึ่งซึ่งมีประสิทธิภาพในการทำงาน การหาคำตอบที่ดีที่สุดแบบอัลกอริธึมอาณานิคมมด (Ant Colony Optimization Algorithm) หรือต่อไปจะเรียกว่า ACO Algorithm เป็นการอัลกอริธึมซึ่งจำลองการทำงานมาจากชีวิตและพฤติกรรมจริงของการทำงานของมด โดยมดนั้นเกือบจะตาบอด (Dorigo & Gambardella, 1997) แต่อย่างไรก็ตามมดนั้นสามารถค้นหาเส้นทางจากรังของมันไปยังแหล่งอาหารและย้อนกลับมายังรังของมันได้ โดยระยะทางที่มดใช้ในการเดินทางนั้นเกือบจะมีระยะทางใกล้เคียงกับเส้นทางที่สั้นที่สุด

2.10 Genetic Programming

Genetic Programming โมเดลเชิงเส้นในพารามิเตอร์มีความแพร่หลายมากในกระบวนการเคมีอุตสาหกรรมและวิศวกรรมเช่น NAARX รูปแบบ ARMA แบบพหุนาม ฯลฯ การเขียนโปรแกรมทางพันธุกรรม (GP) สามารถสร้างรูปแบบการป้อนข้อมูลและการส่งออกแบบไม่เชิงเส้นของระบบไดนามิกที่แสดงในโครงสร้างของต้นไม้

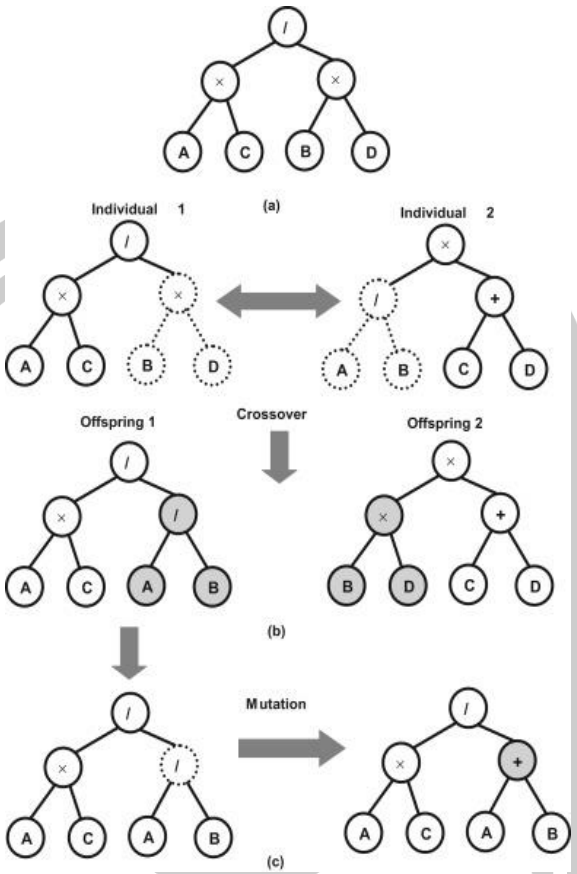
กระบวนการของ Genetic Programming (GP) ในการค้นหาโค้งควบคุมและแบบจำลองอ่างเก็บน้ำมีดังต่อไปนี้

1. GP มีกระบวนการ เริ่มต้นโดยสุ่มของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โปรแกรมแต่ละตัวที่มีอยู่ในประชากรหมายถึงต้นไม้แยก (ภาพประกอบ 2.12 (a)) ซึ่งถูกสร้างโดยการรวมกันของฟังก์ชัน (โหนด) และขั้ว (ใบ) ที่กำหนดไว้ในชุดฟังก์ชั่นและเทอร์มินัลเซ็ตที่เหมาะสม กับปัญหาตามลำดับชุดฟังก์ชันอาจประกอบไปด้วยตัวดำเนินการเลขคณิตพื้นฐานฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ เงื่อนไข บูลีนฟังก์ชันซ้ำและฟังก์ชันหรือผู้ใช้กำหนดขณะที่เทอร์มินัลเซ็ตมีอาร์กิวเมนต์สำหรับฟังก์ชัน

2. ประชากรเริ่มต้นถูกสร้างขึ้นขั้นตอนต่อไปคือการแทนที่ประชากรปัจจุบันด้วยประชากรใหม่ (หรือคนรุ่นใหม่)โดยใช้ตัวดำเนินการทางพันธุกรรม (การสืบพันธุ์ครอสโอเวอร์และการกลายพันธุ์) อาจเป็นไปได้จนกว่าจะมีค่าคำตอบของสมการที่ดีที่สุดของประชากร ตัวดำเนินการทางพันธุกรรมที่ใช้ใน GP เป็นตัวดำเนินการแบบ GA ขั้นพื้นฐาน การทำสำเนาเป็นกระบวนการคัดลอกโปรแกรมเฉพาะที่เลือกไปยังประชากรใหม่ (ภาพประกอบ 2.12 (b)) ตัวดำเนินการกลายพันธุ์จะแลกเปลี่ยนส่วนที่เลือกแบบสุ่มของโปรแกรมที่เลือกไว้เพื่อสร้างโปรแกรมลูกหลานใหม่สำหรับประชากรใหม่ (ภาพประกอบ 2.12 (c)) โปรแกรมลูกหลานที่ดีที่สุดที่ปรากฏในยุคใดหรือทางออกที่ดีที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้คือสามารถแก้ปัญหาที่กำหนดได้ดี (Koc Balas et al., 2016)

3. สำหรับในการศึกษานี้ ตัวแปรสำหรับการตัดสินใจ (decision variable) คือปริมาณน้ำที่ เก็บกักเฉลี่ยในแต่ละเดือนของโค้งควบคุมอ่างเก็บน้ำ ซึ่งจะกำหนดเป็นขอบเขตบน (Upper bound) และขอบเขตล่าง (Lower bound) โดยเป็นค่าที่อยู่ระหว่างโค้งควบคุมที่ใช้งานอยู่ ณ เวลาปัจจุบัน (Existing rule curve)

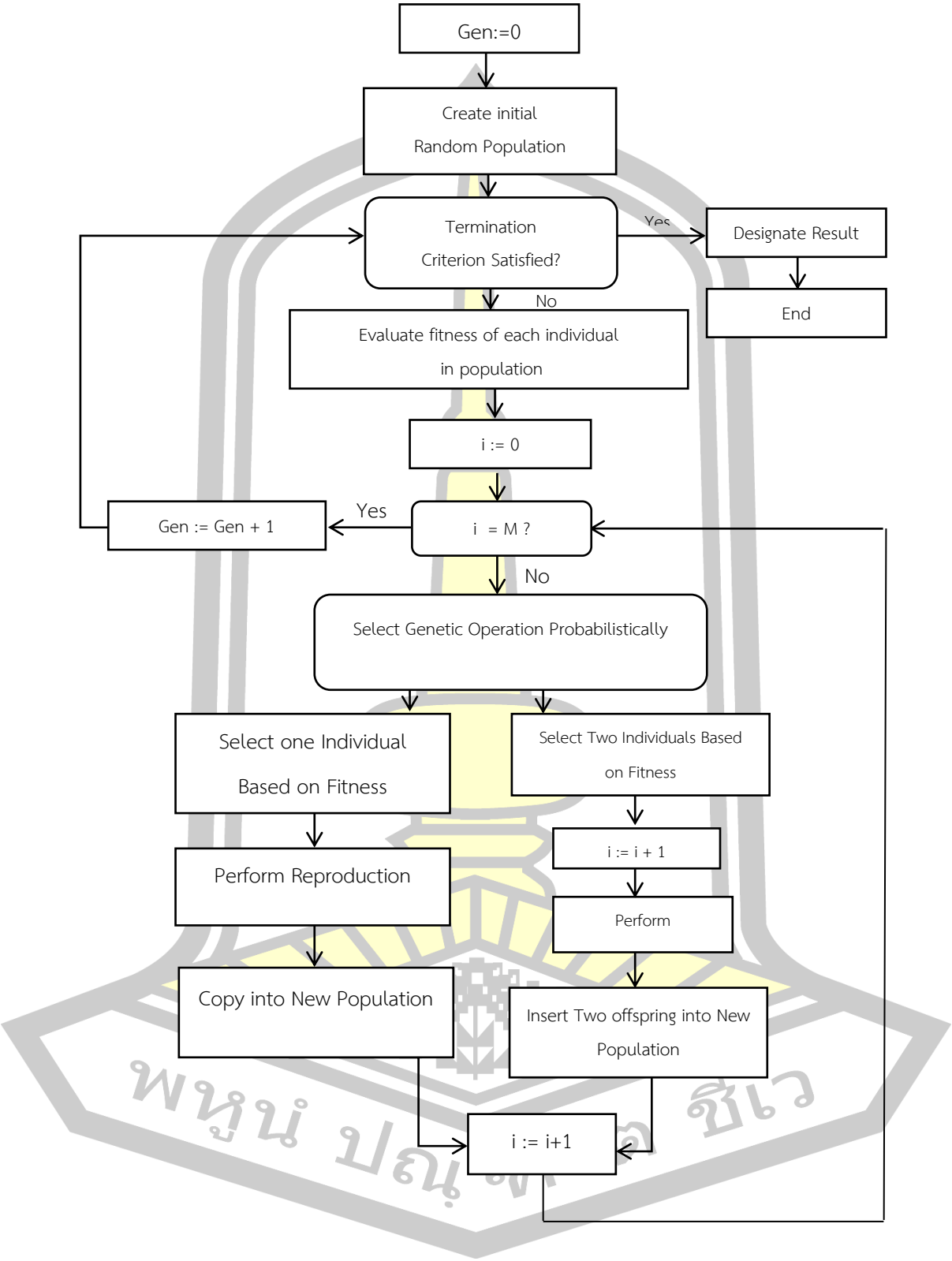
4. ที่โครโมโซมจำนวน 1 ชุด (หรือโค้งควบคุมจำนวน 24 ค่า จากโค้งควบคุมบน 12 ค่าและโค้งควบคุมล่าง 12 ค่า) ซึ่งเป็นประชากรต้นกำเนิด (Initial population) ได้ถูกคำนวณแล้วนั้นปริมาณการปล่อยน้ำจะถูกคำนวณซ้ำอีกครั้งด้วยวิธีการแบบจำลองเลียนแบบสถานการณ์โดยใช้โค้งควบคุมนี้



ภาพประกอบ 2.11 ตัวอย่างของการแยกวิเคราะห์ต้นไม้

ที่มา: Balas et al. (2016)

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว



ภาพประกอบ 2.12 ขั้นตอนการทำงานของเทคนิค Genetic- Programming

ที่มา: Balas et al. (2016)

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.10.1 ความต้องการใช้น้ำ

Eun-MiHong et al. (2016) ได้ศึกษาการกำหนดความต้องการชลประทานสำหรับพืชไร่โดยใช้แบบจำลองความชื้นในดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในเกาหลีใต้ โดยประมาณค่า ETo ในแต่ละวันโดยใช้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาและสมการ Penman-Monteith ตามคำแนะนำขององค์การอาหารและการเกษตรของสหประชาชาติ วิเคราะห์ 29 พืชไร่ที่สำคัญในประเทศเกาหลีใต้ ใช้ฐานข้อมูลข้อมูลพืชผล ดินและข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและได้ทำการศึกษาโดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศจากอดีต (พ.ศ. 2524-2553) และการคาดการณ์ในอนาคต (พ.ศ. 2554-2100) โดยใช้รูปแบบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ วิเคราะห์และประเมินผลการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และระยะเวลาของ IR เพาะปลูกสำหรับพืชแต่ละชนิดเพื่อพิจารณาว่าพืชและพื้นที่ใดมีความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผลการศึกษานี้สามารถใช้เป็นตัวพยากรณ์ความต้องการในการเพาะปลูกภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและเป็นแนวทางในการปรับรูปแบบการเพาะปลูกการปรับระบบชลประทานและการจัดการน้ำในดินของพืชไร่บนดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และรูปแบบการเพาะปลูกในอนาคต

Hossam Moursi et al. (2017) ได้ศึกษาการประเมินความไม่แน่นอนทางการเกษตรของน้ำในอ่างเก็บน้ำกึ่งแห้งแล้งและหิมะถล่มภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศการวางแผนและการจัดการทรัพยากรน้ำมีความสำคัญในภูมิภาคกึ่งแห้งแล้งเพื่อลดความขาดแคลนน้ำ โดยใช้การคาดการณ์สภาพภูมิอากาศรวมทั้งการคาดการณ์จากแบบจำลอง Aqua Crop (ความขาดแคลนของน้ำถูกกำหนดโดยใช้ดัชนีเปรียบเทียบน้ำที่มีอยู่กับความต้องการน้ำของพืชที่คาดการณ์ไว้ตามแบบจำลอง) จากองค์การอาหารและการเกษตร เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำในปี พ.ศ. 2543-2542 เปรียบเทียบน้ำที่มีอยู่กับความต้องการน้ำของพืชที่คาดการณ์ไว้ พบว่าดัชนีการตกตะกอนนอกฤดูเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่ส่งผลต่อความขาดแคลนน้ำในลุ่มน้ำตามด้วยความต้องการใช้น้ำและอุณหภูมิในช่วงฤดูเพาะปลูก การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงการประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่อาจเกิดขึ้นต่อการขาดแคลนน้ำในลุ่มน้ำ Sevier River ของยูทาห์ซึ่งมีแหล่งน้ำที่ขับเคลื่อนด้วยเกล็ดหิมะและความต้องการน้ำในการเกษตรสูงโดยใช้กรอบการตัดสินการตัดสินใจ ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นความกังวลของผู้บริหารและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในพื้นที่ลุ่มน้ำกึ่งแห้งแล้งและมีปริมาณน้ำที่จำกัด

JunguoLiu et al. (2016) ได้ศึกษาการประเมินภาวะขาดแคลนน้ำด้วยการพิจารณาความต้องการในการไหลของน้ำปริมาณและคุณภาพน้ำ ในการศึกษานี้ได้พัฒนาแนวทางในการประเมินความขาดแคลนน้ำด้วยการพิจารณาทั้งปริมาณและคุณภาพของน้ำในขณะเดียวกันก็พิจารณา

EFR โดยใช้วิธีวัดปริมาณคุณภาพ - EFR (QQE) สำหรับลุ่มน้ำแม่น้ำ Huangqihai ในมองโกเลียในประเทศจีน พบว่าเพื่อให้ระบบนิเวศของแม่น้ำมีระดับ "ดี" (เหมาะสำหรับการว่ายน้ำการประมงและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) 26% ของน้ำสีฟ้าทั้งหมดควรจัดสรรทรัพยากรให้ตรงกับ EFR ตัวบ่งชี้ความขาดแคลนน้ำตามปริมาณและคุณภาพตามตัวบ่งชี้คือ 1.3 และ 14.2 ตามลำดับ ทั้งสองข้างอยู่เหนือเกณฑ์ 1.0 ตัวบ่งชี้การขาดแคลนน้ำของ QQE จะแสดงเป็น 1.3 (26%) | 14.2 บ่งชี้ว่าลุ่มน้ำต้องเผชิญกับปัญหาความขาดแคลนที่เกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำและคุณภาพน้ำในอัตราที่กำหนดของ EFR การใช้น้ำในปัจจุบันส่งผลให้ระบบนิเวศของลุ่มน้ำลดลงและ EFR ไม่สามารถพบได้ภายใน 3 เดือนของปี ในการแก้ไขสถานการณ์นี้นโยบายในอนาคตควรมุ่งเน้นที่จะลดการใช้น้ำและปล่อยมลพิษให้สอดคล้องกับ EFR เพื่อรักษาระบบนิเวศของแม่น้ำที่มีสุขภาพดีและปรับปรุงการบำบัดมลพิษอย่างมาก

Katrin Drastig et al. (2016) ได้ศึกษาความต้องการน้ำชลประทานของพืชผลทางการเกษตรที่คัดเลือกในเยอรมนีระหว่างปีพ.ศ.2445 ถึง พ.ศ.2553 เพื่อคำนวณและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และระยะเวลาในการทำ งานของชลประทาน ของข้าวสาลีฤดูใบไม้ผลิข้าวโอ๊ตข้าวสาลีฤดูหนาวและมันสำปะหลังระหว่างปี พ. ศ. 2445 และ พ.ศ. 2553 ในประเทศเยอรมนีโดยใช้แบบจำลอง AgroHyd Farmmodel ภายใต้สภาวะการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ และการเปลี่ยนแปลงในการปลูกพืชรูปแบบและพื้นที่เพาะปลูกในช่วงศตวรรษที่ผ่าน จากการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าผลกระทบจากการเลือกปลูกพืชผล (ในกรณีนี้การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการปลูกพืชในประเทศเยอรมนี) มีอิทธิพลต่อทรัพยากรน้ำในระดับภูมิภาคมากขึ้นกว่าความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ แต่อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในแหล่งน้ำก็มีความสัมพันธ์กันกับผลผลิตของพืชซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่จะนำมาพิจารณา

Saeid Sajedipour et al. (2017) ได้ศึกษาการประเมินความต้องการน้ำด้านสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีทางนิเวศวิทยา: กรณีศึกษาทะเลสาบ Bakhtegan ประเทศอิหร่านในฐานะที่เป็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่สำคัญการทำลายพื้นที่ชุ่มน้ำอาจส่งผลกระทบต่อหลายด้านของระบบนิเวศในโลกรวมถึงการลดความหลากหลายทางชีวภาพและการให้บริการทางนิเวศวิทยาของพื้นที่ชุ่มน้ำตลอดจนก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภาวะโลกร้อน การศึกษาทางนิเวศวิทยาวิธีการทางวิศวกรรมและการวิเคราะห์ทางสถิติสามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบสาเหตุและชดเชยผลกระทบนี้ในแนวทางที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดเพื่อที่นอกเหนือจากการรักษาแหล่งทรัพยากรทางนิเวศวิทยาที่สำคัญที่สุดแห่งหนึ่งแล้วการจัดการทรัพยากรน้ำสามารถทำได้โดยการประเมินความต้องการน้ำ Bakhtegan Lake ซึ่งเป็นหนึ่งในพื้นที่ชุ่มน้ำระดับโลกในอิหร่านที่มีบทบาทสำคัญในระดับภูมิภาคและค่าที่อยู่อาศัยที่หลากหลายได้รับเลือกให้เป็นกรณีศึกษาในการวิจัยในปัจจุบัน ได้มีการนำวิธีการทางนิเวศวิทยามาใช้ในการประเมินความต้องการน้ำในสิ่งแวดล้อม อันเป็นผลมาจาก

การตรวจสอบอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมปัจจัยทางฟิสิกส์เคมีชีวภาพและระบบนิเวศวิทยานกฟลามิงโกที่ยิ่งใหญ่ได้รับเลือกให้เป็นตัวบ่งชี้การประมาณค่าหลัก ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนกฟลามิงโกกับพื้นที่ผิวของทะเลสาบได้รับการศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความต้องการด้านสิ่งแวดล้อมของทะเลสาบโดยมุ่งเน้นการอยู่รอดของนกฟลามิงโก้ การวิเคราะห์ความต้องการน้ำต้องมีค่าเท่ากับ 680 และ 1870 ล้านลูกบาศก์เมตรเป็นระดับต่ำสุดและที่พึงประสงค์ตามลำดับ หลังจากการตรวจสอบความสมดุลของน้ำของทะเลสาบ Bakhtegan ปริมาณน้ำที่ต้องการเข้าสู่ทะเลสาบผ่าน Kor River ถูกคำนวณ

Sun S.K et al. (2018) ได้ทำการศึกษาการประเมินความต้องการน้ำในการเกษตรภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตสามแห่งในที่ราบสูงเมืองหลวงของมณฑลส่านซีตอนเหนือ (LPNS) ประเทศจีน ด้วยแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมและการหาค่าสัมประสิทธิ์การเพาะปลูกพืชด้วยสมการ Penman-Monteith พบว่าอุณหภูมิการตกตะกอนที่มีประสิทธิภาพและความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นความเร็วลมลดลงเล็กน้อยและแนวโน้มของระยะเวลาแสงแดดไม่ชัดเจน ความต้องการน้ำชลประทานของพืชหลักมีแนวโน้มลดลงภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต ความต้องการน้ำชลประทานมีแนวโน้ม ความต้องการน้ำชลประทานของอุตสาหกรรมการเกษตรพบว่ามีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

Sean A.Woznicki et al. (2015) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความต้องการใช้น้ำชลประทาน เพื่อทำความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคาดว่าจะมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อการผลิตทางการเกษตร และจัดการทรัพยากรน้ำที่มีประสิทธิภาพ โดยใช้เครื่องมือประเมินดินและน้ำใช้เพื่อประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อความต้องการในการชลประทานของข้าวโพดและถั่วเหลืองในลุ่มน้ำแม่น้ำคาลามาซู ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ลดทอนเชิงสถิติจากรูปแบบสภาพภูมิอากาศทั่วโลก 10 รูปแบบและสถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก 4 รูปแบบถูกใช้ในแบบจำลอง SWAT เพื่อพัฒนาประมาณการความต้องการและผลผลิตการชลประทานในปี พ.ศ. 2020-2039 และ พ.ศ. 2060-2079 ได้มีการปรับเปลี่ยนสถานการณ์การปรับตัวเพื่อปรับเปลี่ยนวันที่ปลูก (ปลูกก่อนหน้านี้และต่อมาในช่วงฤดูปลูก) เพื่อใช้ประโยชน์จากช่วงเวลาที่มีปริมาณน้ำฝนมากขึ้นหรือการเพิ่มอุณหภูมิต่ำลง พบว่าความไม่แน่นอนของความต้องการในการชลประทานเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2563-2582 และ ปี พ.ศ. 2560 ถึง พ.ศ. 2522 โดยมีแนวโน้มที่ความต้องการลดลงต่อไปในอนาคตสำหรับข้าวโพดและถั่วเหลือง การเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาของความต้องการการชลประทานสูงสุดและการเพิ่มอุณหภูมิทำให้ผลผลิตข้าวโพดลดลง แต่ผลผลิตถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นภายใต้สภาวะดังกล่าวการปรับตัวของการปลูกก่อนหน้านี้ทำให้เพิ่มความต้องการใช้น้ำชลประทานและการคายน้ำในขณะที่การปลูกพืชล่าช้าส่งผลให้ความต้องการลดลงสำหรับทั้งสองพืช

U. Surendran et al. (2015) ได้ศึกษาการสร้างแบบจำลองความต้องการน้ำประปาโดยใช้ FAO-CROPWAT และการประเมินแหล่งน้ำเพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำอย่างยั่งยืน: กรณีศึกษาเขต Palakkad เขตร้อนชื้นประเทศอินเดีย โดยพิจารณาการปลูกพืชหลัก ได้แก่ ข้าว มะพร้าวกล้วย ผักพัลส์ยางพารา ชา ผลไม้กระป๋องน้ำ พริกแกง กะลามะพร้าว น้ำพริก กะหล่ำปลี กาแฟ ฝ้าย ฯลฯ ความต้องการน้ำทั้งหมดสำหรับพืชเหล่านี้ในโซนเกษตรนิเวศวิทยาต่างๆได้รับการคำนวณ จากการใช้การคายระเหย (ET_0) และปริมาณน้ำฝนที่มีประสิทธิภาพในแต่ละหน่วยระบบนิเวศเกษตร (AEU) ความต้องการการชลประทานสุทธิความต้องการชลประทานขั้นต้นและช่วงชลประทานสำหรับพืชต่างๆที่ปลูกใน AEU ที่แตกต่างกันได้รับการคำนวณ ความต้องการการชลประทานขั้นต้นสำหรับอำเภอคือ 1146 ลบ.ม. ซึ่งใน 981 ลบ.ม. มาจากน้ำผิวดินและ 165 ลบ.ม. จากแหล่งน้ำใต้ดิน การวิเคราะห์ความสมดุลของน้ำได้ถูกนำมาใช้ในสถานการณ์ปัจจุบันและความต้องการในอนาคตของการเกษตรความต้องการในประเทศและอุตสาหกรรม ในอนาคตคาดการณ์ความต้องการน้ำเพื่อการชลประทานรวมดื่มและวัตถุประสงค์อุตสาหกรรมจะเป็น 3841 มม.^{3} อย่างไรก็ตามข้อมูลที่สองแสดงให้เห็นว่าทรัพยากรน้ำที่ใช้ประโยชน์ได้ของเขต Palakkad น้อยลงและจะสร้างสถานการณ์การขาดดุล การขาดดุลนี้แสดงให้เห็นว่าหากพื้นที่ทั้งหมดถูกนำมาภายใต้การชลประทานจะมีปีขาดดุลและในช่วงระยะเวลาดังกล่าวการขาดดุลการชลประทานหรือการลดพื้นที่บัญชาการอาจต้องถูกนำมาใช้ ได้มีการกล่าวถึงรูปแบบกว้าง ๆ ในเอกสารพร้อมทั้งแนวทางในการจัดการแหล่งน้ำในอนาคต

Ying and Yanjun. (2016) ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุปสงค์และอุปทานของแหล่งน้ำทางการเกษตรภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่คาดการณ์ในอนาคตในพื้นที่แห้งแล้งของจีนตะวันตกเฉียงเหนือ ด้วยจำลองแบบ CMIP5 เพื่อ แนวโน้มของสภาพอากาศในอนาคตและความต้องการใช้น้ำจะประมาณค่าขึ้น พบว่าผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิต่อความต้องการน้ำชลประทานจะเพิ่มขึ้น ช่วง 60 ปี ข้างหน้า เมื่อเทียบกับความต้องการ ในช่วง คศ. 1971-2000 ส่วนน้ำท่าประจำปีจะเพิ่มขึ้น 4.8-8.5 พันล้าน ลบ.ม. ซึ่งเทียบเท่าหรือน้อยกว่าความต้องการน้ำชลประทานที่เพิ่มขึ้น(อุตสาหกรรมและระบบนิเวศไม่ได้พิจารณา) นี่ความขัดแย้งด้านน้ำประปาและน้ำต้นทุนจะส่งผลให้เกิดภาวะขาดแคลนน้ำมากขึ้นในอนาคต

2.10.2 กระบวนการมีส่วนร่วม

อาดือนา นิโด และคณะ (2557) ได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์การบริหารจัดการแหล่งน้ำเดิมที่มีอยู่ในชุมชนพร้อมกับพิจารณาถึงความต้องการระบบชลประทานของชุมชน อำเภอบ้านตาขุน จังหวัดสุราษฎร์ธานี เพื่อนำไปใช้เสนอแผนในการบริหารจัดการแหล่งน้ำเดิมที่มีอยู่ให้เหมาะสมกับพื้นที่ ด้วยการสำรวจปริมารน้ำต้นทุนเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับปริมาตรความต้องการใช้น้ำของคนและพืช ด้วยข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ จากกลุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ 375 คน และผู้รู้

เชิงคุณภาพ 79 คน ผลการวิจัยพบว่า การบริหารจัดการแหล่งน้ำที่มีอยู่ส่วนใหญ่บริหารจัดการโดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทั้งองค์การบริหารส่วนตำบลและเทศบาล และระดับการมีส่วนร่วมในด้านการบริหารจัดการทรัพยากรของกลุ่มตัวอย่าง อยู่ในระดับน้อย

Anyanitha et al. (2017) ได้ทำการศึกษาการจัดการทรัพยากรน้ำโดยอาศัยความร่วมมือของชุมชนโดยเน้นถึงปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการจัดการทรัพยากรน้ำของชุมชน จัดทำขึ้นตามโครงการริเริ่มในเขตภาคใต้ของประเทศไทย ใช้การวิเคราะห์เชิงคุณภาพและใช้กรณีศึกษาเป็นยุทธศาสตร์การวิจัย ข้อมูลที่ได้จากเอกสารที่เกี่ยวข้องการสังเกตและการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ให้ข้อมูลหลัก 30 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหาและการตรวจสอบความถูกต้องกับบุคคลที่เกี่ยวข้องจนกว่าจะมีข้อสรุป ทำการสังเคราะห์เพื่ออธิบายความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างบริบท ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของภูมิศาสตร์วิถีการดำเนินชีวิตความเป็นเจ้าของและรูปแบบการปฏิบัติของประชาชนในพื้นที่ตลอดจนการมีส่วนร่วมของเครือข่ายหน่วยงานของรัฐ (สถาบันวิจัยระบบสารสนเทศทางน้ำและการเกษตรและหน่วยงานราชการส่วนท้องถิ่น) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์และ ชุมชนบ้านควน หน่วยงานภาครัฐและมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์มีส่วนร่วมในการสนับสนุนชุมชนในด้านการถ่ายทอดความรู้ช่วยในการวิเคราะห์สถานการณ์และปัญหาที่มีอยู่และให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาการสนับสนุนประเด็นที่เกี่ยวกับการจัดการและการประสานงานกับหน่วยงานบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ และหน่วยงานรัฐบาลอื่นๆ ปฏิสัมพันธ์เหล่านี้สามารถเปลี่ยนแนวคิดการจัดการทรัพยากรน้ำของชุมชนให้เป็นจริงและสร้างการพัฒนาอย่างยั่งยืนสำหรับชุมชน

Chansya et al. (2015) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการความขัดแย้งทางน้ำโดยวิจัยเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการความขัดแย้งทางน้ำของลุ่มน้ำโป่ง ครัวเรือนที่ใช้เป็นตัวอย่างจากหมู่บ้านสามแห่ง ได้แก่ ห้วยโจ้ หนองบัวน้อย อ.น้อม ตั้งอยู่ที่ตำบลกุดเนียง อำเภอโป่ง จังหวัดขอนแก่น การศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือศึกษาสถานการณ์ปัจจุบันปัญหาและความต้องการของชุมชน.การรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยการสำรวจการสนทนากลุ่มสนทนาและการพูดคุยในชุมชน พบว่าปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความขัดแย้งคือผู้ใช้ประโยชน์จากการใช้น้ำจากแม่น้ำปองควรมีการตกลงร่วมกันในเพื่อให้สามารถจัดการน้ำและแก้ปัญหาความขัดแย้งในน้ำได้

Kuntiyawichai and Inthavong (2017) ได้ศึกษาการประเมินการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการน้ำชลประทานในโครงการชลประทานน้ำแฮด (NHLIP) โดยพิจารณาบทบาทในครัวเรือนและชุมชนและหาระดับการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการจัดการน้ำชลประทานของ NHLIP ใช้กลุ่มตัวอย่างจากสมการ ทาโร่ ยาโกมา ที่ความเชื่อมั่น 90% เพื่อคำนวณหากลุ่มตัวอย่าง จากการตอบกลับของผู้ตอบแบบสอบถามพบว่าบทบาทในครัวเรือนของสามีภรรยามีบทบาทโดดเด่นในการ

จัดการน้ำชลประทานของ NHLIP ในการทำนาปี ผลการวิจัยพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในการจัดการน้ำชลประทานของโครงการ NHLIP โดยมีระดับการมีส่วนร่วมอยู่ที่ระดับสูง มีผลต่อการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการจัดการน้ำชลประทานของ NHLIP ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงความเต็มใจที่จะมีส่วนร่วมในการให้ความร่วมมือและสนับสนุนกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงและบริหารโครงการ NHLIP

Liu Jingling et al. (2010) การมีส่วนร่วมของประชาชนในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ของแม่น้ำ Haihe ประเทศจีน ปัจจัยที่สำในการปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำให้ประสบความสำเร็จคือการบริหารจัดการที่คลอบคลุม จนถึงการบริหารจัดการพื้นที่เชิงนิเวศน์ที่เป็นป่าต้นน้ำการมีส่วนร่วมของชุมชนโดยการ สำรวจความต้องการ การตอบแบบสอบถามกับกลุ่มคนที่มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่และการขอคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญในพื้นที่เพื่อที่จะให้เห็นสภาพความต้องการที่จริงจะได้นำมาวิเคราะห์ประเมิน รวมไปถึงการประเมินสภาพสิ่งแวดล้อมของผู้อยู่อาศัยในพื้นที่อีกด้วยเหล่านี้ล้วนเป็นข้อมูลสำคัญอย่างยิ่ง การมีส่วนร่วมของประชาชนจะมีลักษณะที่แตกต่างกันตามพฤติกรรมการใช้น้ำในการศึกษาครั้งนี้พบว่าพื้นที่ชุมชนตระหนักถึงการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำส่วนพื้นที่ชนบทการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำค่อนข้างน้อยและมีความรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมยังมีไม่มากดังนั้นควรดำเนินการกิจกรรมประชาสัมพันธ์อย่างง่ายๆในรูปแบบที่เป็นการยอมรับ

James et al. (2011) ได้ทำการศึกษาการจัดโครงสร้างการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของนิวซีแลนด์ โดยเน้นที่การใช้เกณฑ์การประเมินและการถ่วงน้ำหนักในการจัดโครงสร้างการปรึกษาหารือของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและความชัดเจนและความโปร่งใสในกระบวนการตัดสินใจ ประโยชน์บางประการของการใช้เกณฑ์การถ่วงน้ำหนักเพื่อสะท้อนถึงลำดับความสำคัญของบุคคล ได้แก่ ความสามารถในการสร้างมุมมองและความต้องการต่างๆเพื่อเริ่มต้นการพิจารณาและเพิ่มความเข้าใจในมุมมองและความคิดเห็นของผู้อื่นต่อผู้มีส่วนได้เสียทั้งหมดคำนึงถึงแง่มุมต่าง ๆ รวมทั้งการพัฒนาเกณฑ์เฉพาะสำหรับผลประโยชน์ของชาวเมารี สรุปว่าการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียในการตัดสินใจเป็นสิ่งที่เป็นประโยชน์และมีความจำเป็นมากขึ้นในการแก้ไขปัญหาและความตึงเครียดรอบ ๆ การปกครองของแหล่งน้ำใน Canterbury พวกเขายังแสดงให้เห็นว่ามีอุปสรรคในเชิงปฏิบัติและเป็นระบบจำนวนมากที่ต้องเอาชนะหากศักยภาพประกอบจะได้รับรู้อย่างเต็มที่คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีที่กระบวนการมีส่วนร่วมดังกล่าวสามารถนำมาใช้เพื่อสร้างผลลัพธ์ที่มีความหมายและมีประสิทธิภาพ

S. Sharaunga et al. (2018) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการบำรุงรักษาโครงสร้างพื้นฐานการชลประทานโดยรวมในควาซูลู – เนทัล การศึกษาครั้งนี้เป็นตัวบ่งชี้ถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจและขอบเขตการมีส่วนร่วมในการบำรุงรักษา

โครงสร้างพื้นฐานของระบบชลประทานในจังหวัด KwaZulu-Natal ประเทศแอฟริกาใต้โดยใช้ข้อมูลจากกลุ่มเกษตรกรผู้เพาะปลูกรายย่อยที่สุ่มเลือกจำนวน 320 ราย แบบจำลองการถดถอยแบบ Heckman แบบสองขั้นตอนถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ พบว่าครัวเรือนที่สูงอายุคณะกรรมการควบคุมโดยมีพื้นที่ชลประทานขนาดใหญ่มีคุณภาพดินที่ดีและประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำชลประทานอย่างรุนแรงมีแนวโน้มที่จะมีส่วนร่วมในการบำรุงรักษาโครงสร้างพื้นฐานของระบบชลประทาน ในทางกลับกัน เกษตรกรที่มีการครอบครองที่ดินที่ไม่มั่นคงและไม่มีการเข้าถึงน้ำชลประทานมีโอกาสน้อยที่จะตัดสินใจเข้าร่วม เกษตรกรที่เป็นสมาชิกของสหกรณ์การเกษตรและคณะกรรมการป้องกันและผู้ที่จ่ายค่าใช้จ่ายน้ำชลประทานมีแนวโน้มที่จะมีส่วนร่วมอย่างมากในการรักษาโครงสร้างพื้นฐานด้านชลประทาน ดังนั้นการกระจายอำนาจเพียงอย่างเดียวไม่สามารถนำไปสู่การปรับปรุงผลชลประทาน มีหลายปัจจัยที่จำเป็นสำหรับครัวเรือนที่จะมีส่วนร่วมอย่างมากในการดูแลรักษาโครงสร้างพื้นฐานของระบบชลประทาน รัฐบาลควรจัดการกับความท้าทายเหล่านี้ก่อนที่จะให้แผนการชลประทานแก่ผู้รับประโยชน์

2.10.3 Optimization

ตระการ และอนงค์ฤทธิ์ (2016) ได้ศึกษาเกณฑ์การจัดสรรน้ำที่เหมาะสม โดยวิธีหาค่าที่เหมาะสมที่สุดด้วยเทคนิค วิธีอาณาจักรผึ้ง เพื่อประยุกต์ใช้วิธีหาค่าที่เหมาะสมที่สุดด้วยเทคนิควิธีการอาณาจักรผึ้งร่วมกับแบบจำลองการเลียนแบบเพื่อปรับปรุงโค้งควบคุมของอ่างเก็บน้ำ โดยใช้ค่าเฉลี่ยของการขาดแคลนน้ำน้อยที่สุด ความถี่ของการขาดแคลนน้ำน้อยที่สุด และปริมาณการขาดแคลนสูงสุดที่น้อยที่สุดเป็นฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในกระบวนการค้นหาคำตอบ โดยใช้อ่างเก็บน้ำลำปาว จังหวัดกาฬสินธุ์ เป็นกรณีศึกษาพบว่า เมื่อใช้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ทั้ง 3 รูปแบบข้างต้น จะได้โค้งควบคุมใหม่ที่มีรูปร่างคล้ายคลึงกับโค้งควบคุมเดิม เมื่อนำโค้ง ใหม่ที่หาโดยใช้ค่าเฉลี่ยของการขาดแคลนน้ำน้อยที่สุดเป็นฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในกระบวนการค้นหาคำตอบมาทดสอบและเปรียบเทียบกับโค้งควบคุมเดิมที่ใช้อยู่พบว่า สามารถบรรเทาสภาวะน้ำท่วมและน้ำขาดแคลนได้ดีกว่าโค้งที่เกิดจากการใช้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์อื่นและยังดีกว่าโค้งควบคุมเดิม

ปกรณ์ และปกรณ์ (2018) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้การหาค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับค้นหาโค้งกฎการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ โดยใช้วิธีฮาร์โมนีเซิร์ชร่วมกับแบบจำลองการเลียนแบบ โดยพิจารณาปริมาณการขาดแคลนน้ำน้อยที่สุดร่วมกับ ปริมาณน้ำไหลล้นอ่างน้อยที่สุดเป็นฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ในกระบวนการค้นหาคำตอบ พบว่าโค้งกฎการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ ที่ได้จากวิธีหาค่าที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้วิธีฮาร์โมนีเซิร์ชร่วมกับแบบจำลองการเลียนแบบมีประสิทธิภาพประกอบดีเนื่องจากไม่มีเหตุการณ์น้ำ ขาดแคลนและน้ำไหลน้ำอ่างเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทดสอบจำนวน 216 เดือน เมื่อเทียบกับโค้งกฎการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเดิมซึ่งมีน้ำขาดแคลนจำนวน 11 ครั้ง โดยโค้งควบคุมเส้นล่างใหม่มีรูปร่างแตกต่างจากโค้งควบคุมของอ่างเก็บน้ำ เดิมเล็กน้อยคือในช่วงฤดูแล้ง จะ

สูงกว่าโค้งควบคุมของอ่างเก็บน้ำ เดิมเล็กน้อยเพื่อเก็บกักน้ำ ไว้ตอบสนองความต้องการใช้น้ำส่วนโค้งควบคุมเส้นบนใหม่ จะสูงกว่าโค้งควบคุมของอ่างเก็บน้ำเดิม เพื่อกักเก็บน้ำไว้ตอบสนองความต้องการใช้น้ำ

วิษณุกรณ์ และ อนงค์ฤทธิ์ (2008) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวเพื่อหาค่าเหมาะสมของ โค้งควบคุมอ่างเก็บน้ำสิรินธร และอ่างเก็บน้ำอุบลรัตน์ โดยการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวเชื่อมต่อกับแบบจำลองการเลียนแบบ เพื่อหาโค้งควบคุมที่เหมาะสมของอ่างเก็บน้ำ โดยใช้ปริมาณการขาดแคลนน้ำน้อยที่สุดเป็นฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ในการค้นหาคำตอบโค้งควบคุม แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นนี้ได้ถูกประยุกต์ใช้ค้นหาโค้งควบคุมที่เหมาะสมสำหรับอ่างเก็บน้ำเก็บน้ำสิรินธร และอ่างเก็บน้ำอุบลรัตน์ พบว่าของ โค้งควบคุมได้ของอ่างเก็บน้ำสิรินธรมีลักษณะรูปร่างแตกต่างจากโค้งควบคุมเดิมอย่างชัดเจน เมื่อนำโคงควบคุมนี้ไปจำลองสภาพสมดุลของอางเก็บน้ำสิรินธรและอางเก็บน้ำอุบลรัตน พบวาโคงควบคุมใหมนี้ใหคาความถี่ของปริมาณการขาดแคลนน้ำ ปริมาณการขาดแคลนน้ำเฉลี่ย ความถี่ของปริมาณการไหลลนและปริมาณการไหลลนลดลงจากกรณีที่ใชโค้งควบคุม เทคนิคอัลกอลิทึมการจำลองการอบเหนียวสามารถประยุกตใชคนหาโคงควบคุมที่เหมาะสมของอางเก็บน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ และโคงควบคุมที่ได้ใหม่สามารถบรรเทาสถานการณน้ำขาดแคลนและน้ำไหลลนไดดีกวาโคงควบคุมเดิม

วิรัตน์ และคณะ (2015) ได้ศึกษาเกณฑ์การจัดสรรน้ำที่เหมาะสมด้วยวิธีหาค่าที่เหมาะสมที่สุดแบบกลุ่มอนุภาคเพื่อค้นหาโค้งควบคุมของอ่างเก็บน้ำที่ดีที่สุด ใช้ปริมาณการขาดแคลนน้ำน้อยที่สุดเป็นฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ในกระบวนการค้นหาคำตอบ โดยใช้อ่างเก็บน้ำลำปาว จังหวัดกาฬสินธุ์ เป็นกรณี พบว่าโค้งควบคุมที่ได้จากวิธีหาค่าที่เหมาะสมที่สุดแบบกลุ่มอนุภาคร่วมกับแบบจำลองการเลียนแบบ มีรูปร่างคล้ายคลึงกับโค้งควบคุมเดิม โดยโค้งควบคุมใหม่เส้นล่างจะสูงกว่าโค้งควบเดิมในช่วงฤดูแล้ง เพื่อเก็บกักน้ำไว้ตอบสนองความต้องการใช้น้ำ ส่วนโค้งควบคุมใหม่เส้นบนนั้นต่ำกว่าโค้งควบคุมเดิมทำให้ต้องพร่องน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำเพื่อลดความเสี่ยงโอกาสที่จะเกิดปัญหาน้ำท่วมในฤดูฝน ตลอดจนสามารถรองรับน้ำได้เพิ่มขึ้น ส่วนผลการประเมินประสิทธิภาพของโค้งควบคุมใหม่ที่ได้พบว่าสถานการณ์น้ำขาดแคลนและน้ำไหลล้นมีค่าลดลงเล็กน้อย โดยรวมวิธีหาค่าที่เหมาะสมที่สุดแบบกลุ่มอนุภาคร่วมกับแบบจำลองการเลียนแบบสามารถประยุกต์ใช้ค้นหาโค้งควบคุมที่เหมาะสมของอ่างเก็บน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ และโค้งควบคุมที่ได้ใหม่สามารถบรรเทาสถานการณ์น้ำขาดแคลนและน้ำไหลล้นได้ดี

รัตนา และคณะ (2010) ได้ศึกษาการพัฒนาโคงควบคุมโดยใชวิธีดิฟเฟอรเรนเชียลเอฟโวลูชั่นเพื่อการพัฒนาแบบจำลองการจัดการอางเก็บน้ำโดยอาศัยระเบียบวิธีการดิฟเฟอรเรนเชียลเอฟโวลูชั่นและแบบจำลองทางชลศาสตรของระบบอางเก็บน้ำในการวิจัยจะพิจารณาขอมูลโคงควบคุมรายเดือนของอ่างเก็บน้ำลำปาว จังหวัดกาฬสินธุ เปนกรณีศึกษา พบว่าโคงควบคุมอางเก็บน้ำใหมจาก

แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมานี้ให้ความถี่และขนาดของการเกิดภัยแล้งต่ำกว่าของโค้งควบคุมเดิมและโค้งควบคุมที่ได้จากแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นนี้มีประสิทธิภาพในการรองรับปริมาณความต้องการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้นในอนาคตได้ หรือเปลี่ยนฟังก์ชันวัตถุประสงค์และสมการข้อจำกัดของอ่างเก็บน้ำอื่น ๆ

Khodabakhshi et al. (2009) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้วิธีการ Simulated Annealing (SA) เพื่อค้นหาการดำเนินการจัดการที่เหมาะสมของระบบเครือข่ายการส่งน้ำ เนื่องจากระบบส่งน้ำดังกล่าวมีความซับซ้อนและมีขนาดใหญ่และยังขาดประสิทธิภาพ โดยใช้ระบบส่งน้ำในลุ่มน้ำ Sirvan ทางทิศตะวันตกของประเทศอิรักเป็นกรณีศึกษา ซึ่งเป็นโครงการขนาดใหญ่แห่งหนึ่งของประเทศทางตะวันออกกลาง ที่meการส่งน้ำไปยังพื้นที่เขตร้อน พบว่า วิธีการ SAสามารถแก้ปัญหาซับซ้อนในการจัดการน้ำได้ดีและใช้เวลาไม่มาก เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับแบบจำลอง MODSIM ที ปรากฏว่า วิธีการ SA มีประสิทธิภาพดีกว่า แบบจำลอง MODSIM

Kangrang et al. (2011) ศึกษาการใช้เทคนิคการหาค่าเหมาะสมที่สุดด้วยวิธี GA และสมการสมดุลน้ำ (Genetic Algorithms and Water Balance Equation, GAs-WB) เชื่อมต่อกับวิธีแบบจำลองสถานการณ์ เพื่อวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงโค้งควบคุมอ่างเก็บน้ำแก่งเลิงจาน จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งเป็นอ่างเก็บน้ำมีวัตถุประสงค์การใช้งานเพื่อป้องการน้ำท่วมและภัยแล้ง โดยได้กำหนดฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ในการค้นหาคำตอบคือค่าเฉลี่ยการขาดแคลนน้ำน้อยที่สุด ผลจากการสร้างโค้งควบคุมใหม่ที่ปรับปรุงด้วยวิธี GAs-WB นั้นมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับโค้งควบคุมเดิมใช้งานอยู่ในปัจจุบัน โดยในช่วงฤดูฝนอ่างเก็บน้ำเก็บน้ำจะลดปริมาตรเก็บกักลงเพื่อรับน้ำเพิ่มเพื่อวัตถุประสงค์การบรรเทาปัญหาน้ำท่วม และในช่วงฤดูแล้งจะมีการปล่อยน้ำเพิ่มมากขึ้นเพื่อลดการขาดแคลนน้ำ นอกจากนี้ยังได้ประเมินประสิทธิภาพของโค้งควบคุมสำหรับการใช้งานในระยะเวลาที่ยาวนานมากขึ้นด้วยการสังเคราะห์เหตุการณ์ที่มีปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 20 และ 30 สำหรับการประเมินสถานการณ์ขาดแคลนน้ำและน้ำท่วมที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเมื่อปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้นจะเป็นสาเหตุการขาดแคลนน้ำลดลงแต่ในทางตรงกันข้ามอาจจะทำให้เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมเพิ่มขึ้นในพื้นที่ท้ายน้ำ

R. Hormwichian et al. (2009) ได้ศึกษาแบบจำลอง A Conditional Genetic Algorithm (CGAs) สำหรับการค้นหาโค้งควบคุมของอ่างเก็บน้ำที่ดีที่สุด เพื่อลดปัญหาการขาดแคลนน้ำโดยใช้อ่างเก็บน้ำลำปาว จังหวัดกาฬสินธุ์ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเป็นกรณีศึกษา พบว่าโค้งควบคุมที่ได้จาก GAs คล้ายกับโค้งควบคุมเดิมที่มีอยู่ ส่วน CGAs ให้การคำนวณที่รวดเร็วกว่า GAs แบบเดิม เมื่อนำโค้งควบคุมนี้ไปจำลองสภาพสมดุลของอ่างเก็บน้ำลำปาวเปรียบเทียบกันพบว่า CGAs พบว่าโค้งควบคุมใหม่นี้สถานการณ์ปริมาณการขาดแคลนน้ำ และสถานการณ์ปริมาณไหลล้นลดลงจากการใช้โค้ง GAs เดิมที่มีอยู่

2.10.4 Genetic Programming

Alaa Al-Mosawe et al. (2017) ได้ศึกษาความแข็งแรงของข้อต่อสายรัดข้อต่อแบบ Cfrp-steel ภายใต้แรงกระแทกโดยใช้ Genetic programming (GP) ในการทำนายความแข็งแรงพันธะของรอยต่อคู่สาย CFRP-steel ที่มีแรงดึงโดยตรง โดยใช้ข้อมูลจากการทดสอบเชิงทดลอง พารามิเตอร์ที่เลือกใช้ได้แก่ ความยาวพันธบัตรค่าโมดูลัส CFRP และอัตราภาระงาน พบว่าการทำนายแบบจำลองด้วย GP เทียบกับค่าที่ทดลองแบบจำลองนี้มีค่า R สูงมากซึ่งแสดงถึงความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จาก GP

Mehmet LeventKoç et al. (2016) ได้ศึกษาการประเมินเสถียรภาพของทุ่นระเบิดกองหินโดยใช้ Genetic programming(GP) โดยใช้ข้อมูลรูปแบบการเขียน GP จากการทดลองของแวนเดอร์เมียร์ (1988) พบว่าผลของรูปแบบการเขียน GP มีการทำนายที่ดีกว่าสมการความมั่นคงของ Van der Meer และการเขียน GP มีศักยภาพในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในด้านวิศวกรรมชายฝั่งทะเล

Hirad Assimi et al. (2017) ได้ศึกษาวิธีการเขียน Genetic programming(GP) สำหรับการปรับขนาดและโครงสร้างของโครงข้อ เพื่อหาพื้นที่ตัดขวางที่ดีที่สุดและความเชื่อมต่อของข้อต่อเพื่อให้ได้น้ำหนักต่ำสุด วิธีนี้ใช้การแทนค่าตัวแปรที่เป็นไปได้ลงใน GP เพื่อค้นหาค่าที่เหมาะสมที่สุด GP นี้มีความสามารถในการหาชิ้นส่วนและข้อต่อที่ซ้ำซ้อนในพื้นที่ออกแบบ GP สามารถสำรวจพื้นที่การค้นหาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของปัญหาโครงสร้างโครงถักและโครงสร้างโครงถ่วงน้ำหนักเบากว่าวิธีการแก้ปัญหาที่มีอยู่ในอดีต SOGP และยังแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการระบุสมาชิกที่ซ้ำซ้อนและข้อต่อในพื้นที่ออกแบบของโครงข้อศอกในกระบวนการวิวัฒนาการ

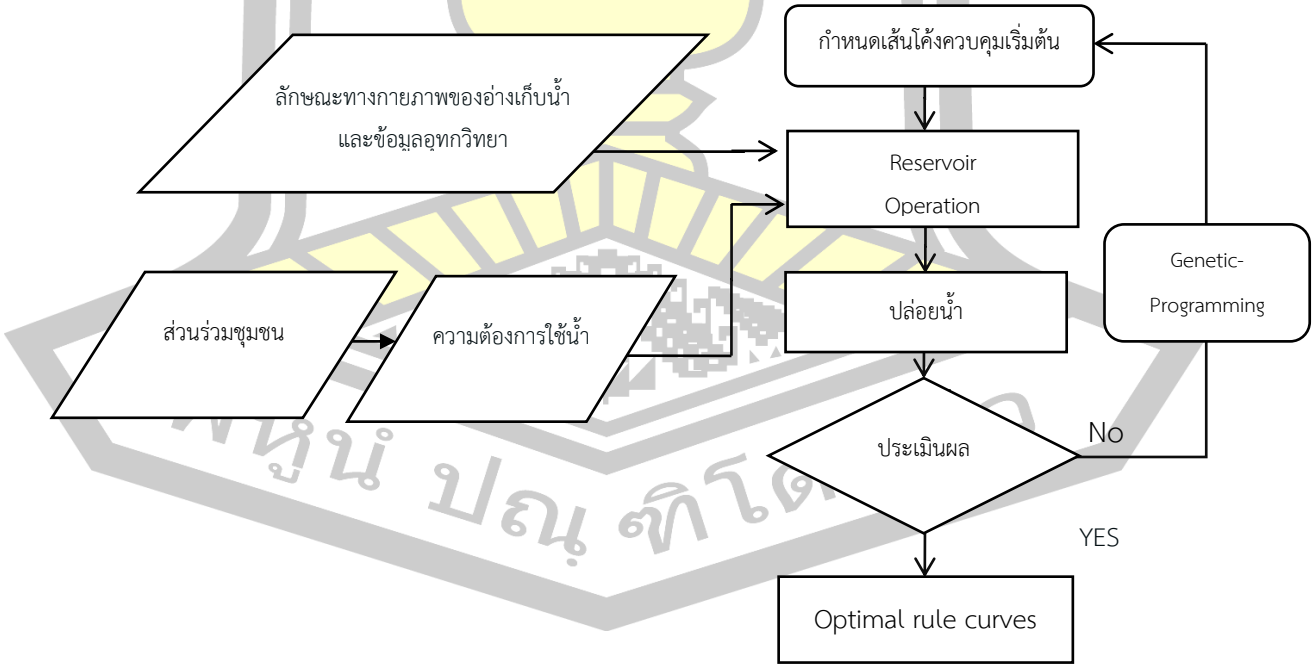
พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

บทนี้เป็นการอธิบายถึงวิธีดำเนินการวิจัยเสนอรายละเอียดวิธีการดำเนินการวิจัยโดยแบ่งออกเป็นพื้นที่การศึกษา จะอธิบายสภาพข้อมูลทั่วไป ปัญหาด้านทรัพยากรน้ำของพื้นที่อ่างเก็บน้ำ ลักษณะทางกายภาพ ลักษณะทางอุทกวิทยาของอ่างเก็บน้ำ รายละเอียดของปริมาณน้ำไหลเข้าและปริมาณความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างเก็บน้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม หัวข้อต่อมาการบริหารอ่างเก็บน้ำ แสดงถึงรายละเอียดของการปรับปรุงโค้งควบคุมที่เหมาะสมสูงสุดด้วยเทคนิค Optimization ปริมาณการปล่อยน้ำ ประเมินผลตามวัตถุประสงค์ความต้องการใช้น้ำ หากผ่านวัตถุประสงค์ปริมาณน้ำเพียงพอและเป็นที่ยอมรับกระบวนการมีส่วนร่วม ก็จะได้โค้งควบคุมที่เหมาะสมรายละเอียดวิธีดำเนินการวิจัยสามารถแสดงได้ดังภาพประกอบ 3.1 และแบ่งหัวข้อหลักวิธีการศึกษาดังหัวข้อต่อไปนี้

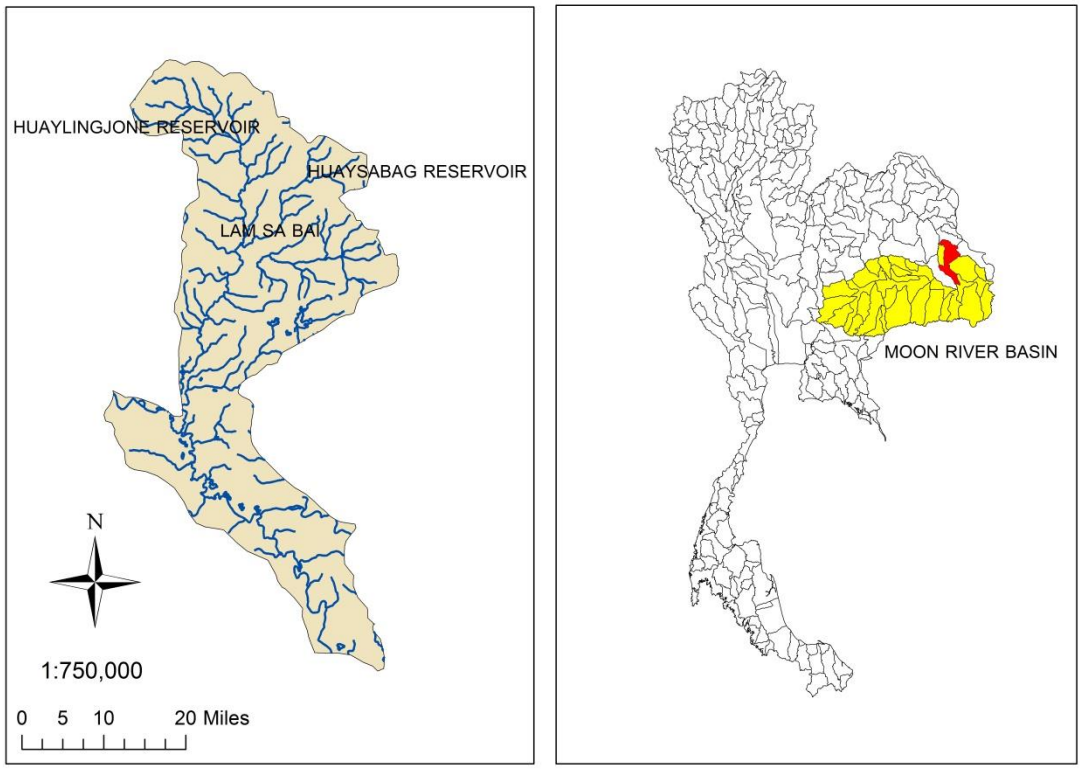
1. พื้นที่ศึกษา
2. การคำนวณความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างโดยกระบวนการมีส่วนร่วม
3. การประยุกต์ Genetic Programming เพื่อค้นหาโค้งควบคุมที่เหมาะสม
4. วิธีการประเมินประสิทธิภาพโค้งควบคุม



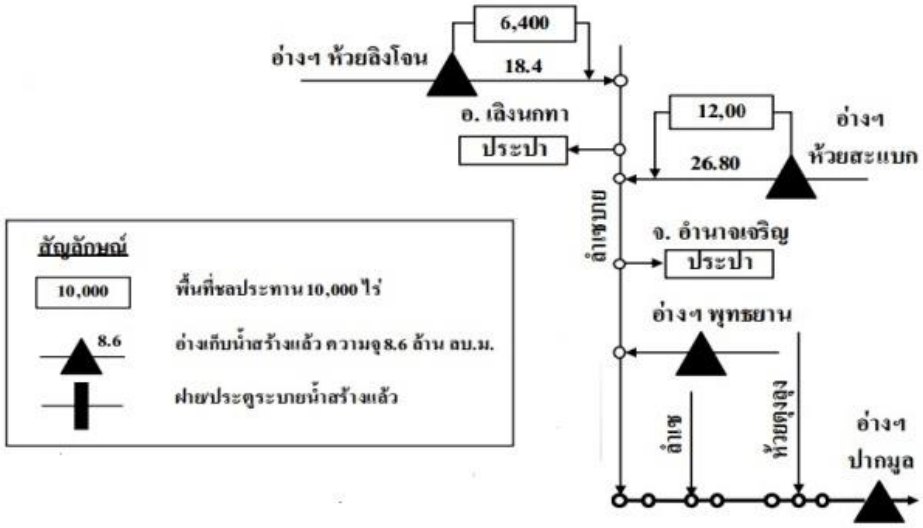
ภาพประกอบ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 พื้นที่การศึกษา

ในการศึกษาส่วนแรกเป็นการศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดกระบวนการของกรณีศึกษา คือ อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน และอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก ที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ จังหวัดยโสธร ภาพประกอบ 3.2 ตำแหน่งที่ตั้งอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก ลักษณะทางกายภาพและระบบอุทกวิทยาของอ่างเก็บน้ำ ได้แก่ลักษณะของสิ่งปกคลุมดินหรือการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีการ เปลี่ยนแปลงซึ่งคาดว่าจะส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำ ซึ่งจะไหลเข้าสู่ระบบอ่างเก็บน้ำ ตลอดจนการจัดสรรน้ำไปสู่ความต้องการใช้น้ำของพื้นที่ท้ายน้ำตามวัตถุประสงค์ต่างๆ ต่อไป เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ด้านเหนือน้ำของอ่างเก็บน้ำที่ใช้เป็นดังนี้

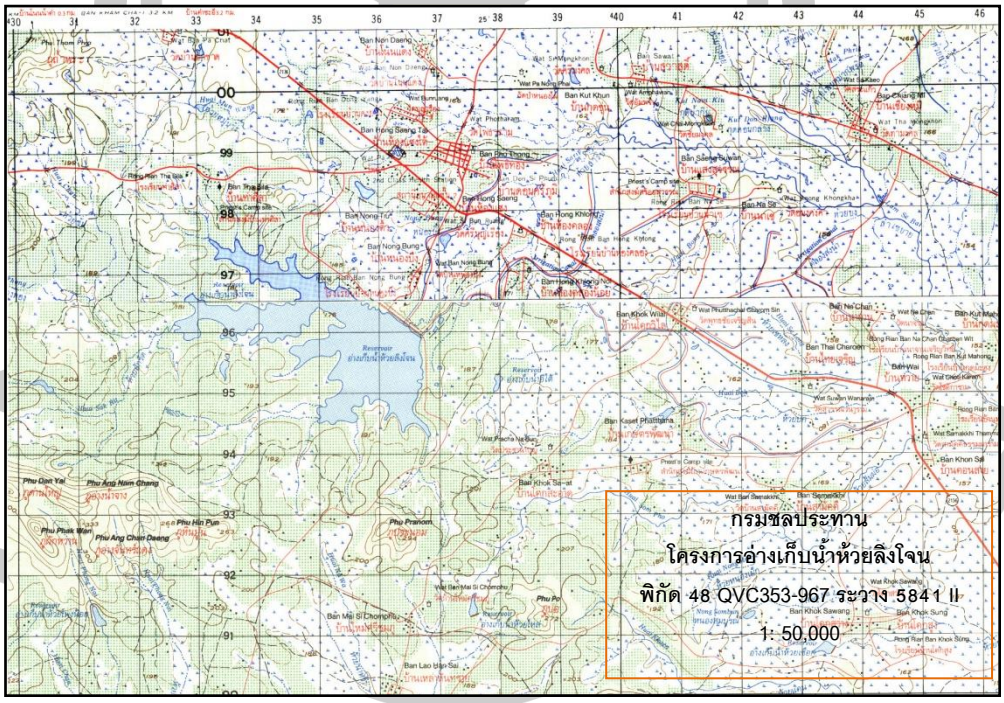


ภาพประกอบ 3.2 ตำแหน่งที่ตั้งอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก



ภาพประกอบ 3.3 แผนผังการไหลของลุ่มน้ำลำเซบาย

3.1.1 อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน



ภาพประกอบ 3.4 ตำแหน่งที่ตั้งอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน เป็นอ่างเก็บน้ำขนาดกลางของกรมชลประทาน ซึ่งมีปริมาณน้ำเก็บกักน้อย กว่า 100 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีพื้นที่ชลประทานน้อยกว่า 80,000 ไร่ เป็นโครงการชลประทานประเภทเพิ่ม ผลผลิต รวมของประเทศ ที่ได้รับการบรรจุไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2515 - พ.ศ. 2519) แต่ติดขัดในเรื่องปัญหาที่ดินด้วยราษฎรบางรายไม่ยินยอม จึงไม่สามารถ ดำเนินการก่อสร้าง ในระยะเวลาดังกล่าวได้ จนในที่สุดปัญหาเรื่องที่ดินซึ่งได้พิจารณาแก้ไขมาเป็นลำดับจนได้รับการยอมรับจากราษฎร จึงได้เริ่มดำเนินการก่อสร้าง เมื่อปีงบประมาณ 2530 อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน ตั้งอยู่ที่บ้านหนองบึง ตำบลห้องแซง อำเภอเลิงนกทา จังหวัดยโสธร หรือที่พิกัด 48 QVC 367 - 960 ระวาง 5841 II เส้นทางการคมนาคม จาก อำเภอเมืองยโสธร ตามถนนทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 2169 สายยโสธร -บ้านเลิงเก่า ระยะทาง 65 กม. จากเลิงเก่า แยกซ้ายตามถนนทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 212 สายเลิงเก่า-อำเภอหนองพอก ถึงบ้านห้องแซง ระยะทาง 22 กม. จากบ้านห้องแซง แยกซ้ายเข้า อ่าง ฯ ห้วยลิงโจน ระยะทาง 3กม.รวมระยะทางทั้งสิ้น 90 กม. ปีที่ก่อสร้าง เริ่มก่อสร้างเมื่อปีงบประมาณ 2530 แล้วเสร็จเมื่อปีงบประมาณ 2536

ข้อมูลด้านอุทกวิทยา

1) พื้นที่รับน้ำฝน (W.A) 52 ตร.กม

2) ฝนตกเฉลี่ย 1,633 มม./ปี ที่อำเภอเลิงนกทา (พ.ศ. 2495 - พ.ศ. 2539)

3) ปริมาณน้ำไหลลง (Inflow) 22.89 ล้าน ลบ.ม. / ปี

4) การระเหยเฉลี่ย 1,135.3 มม./ปี (ที่จังหวัดมุกดาหาร)

ข้อมูลหัวงาน

1) ทำนบดิน แบบ Zone type

2) หลังทานบลาด Asphalt ผิวจราจร 6 ม.

3) กว้าง 8 ม. - ยาว 2,000 ม. -สูง (สุด) 13.50 ม.

4) อาคารระบายน้ำล้น แบบ Ogee Modifed Side Channel Spillway

5) สันทางระบายยาว 60.71 ม.

6) Channel กว้าง 10.00 ม. ; ยาว 101.00 ม.

7) ระบายน้ำได้ 129 ลบ.ม. /วินาที

ข้อมูลการเก็บกักน้ำ

1) เก็บกักน้ำ ประมาณ 80 % ของปริมาณไหลลง (Inflow)

2) ที่ระดับธรณีท่อ +168.00 รทก. ปริมาณน้ำ 0.40 ล้าน ลบ.ม. พื้นที่ผิวน้ำ 250 ไร่

3) ที่ระดับเก็บกัก +175.00 รทก. ปริมาณน้ำ 18.40 ล้าน ลบ.ม. พื้นที่ผิวน้ำ 3,172 ไร่

4) ที่ระดับน้ำสูงสุด + 176.45 รทก.

5) ระดับหลังทำนบดิน + 178.50 รทก.

พื้นที่รับประโยชน์

1) ฤดูแล้ง 2,500 ไร่ (พืชไร่ -พืชผัก)

2) ฤดูฝน 14,544 ไร่ (นาปี)

ข้อมูลคลองส่งน้ำและเกษตรกรผู้รับน้ำ

คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย

1) ความจุคลอง 0.5642 ลบ.ม. /วินาที ยาว 5+000 กม.

2) พื้นที่รับน้ำ 1,121 ไร่ ไม่มีคลองส่งน้ำสายซอย

3) จำนวนเกษตรกร 113 ราย

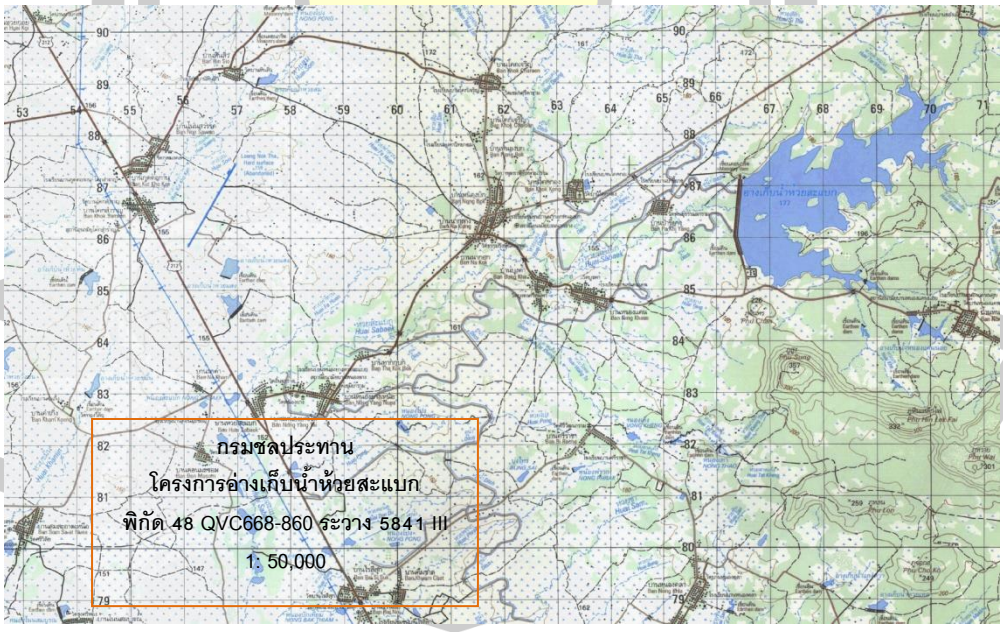
คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวา

1) ความจุคลอง 3.0465 $ม^3$ /วินาที ยาว 12+830 กม.

2) พื้นที่รับน้ำ 12,423 ไร่ มีคลองส่งน้ำสายซอยและ แยกซอย 10 สาย

3) จำนวนเกษตรกร 251 ราย

3.1.2 อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก



ภาพประกอบ 3.5 ตำแหน่งที่ตั้งอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก สำนักเลขาธิการนายกรัฐมนตรี ได้มีหนังสือที่ สร 0107 / 141416 ลงวันที่ 18 ตุลาคม 2519 ถึง กรมชลประทาน เพื่อให้พิจารณาก่อสร้างอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกตามที่ ราษฎรบ้านป่าขี้ยาง ตำบลบุ่งค้า อำเภอเลิงนกทา จังหวัดยโสธร ได้เสนอขอ เพื่อบรรเทาปัญหาการขาดแคลนน้ำในการเกษตร ผลจากการพิจารณาความ เหมาะสมในการก่อสร้าง มีความเป็นไปได้ในเชิง วิศวกรรม จึงได้ศึกษาในชั้นรายละเอียดของโครงการฯและได้รับ การพิจารณาบรรจุ ไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 (พ.ศ.2524 - พ.ศ.2529) และได้รับ งบประมาณให้ดำเนินการก่อสร้างในปี 2529 โดยเป็นโครงการชลประทานขนาด กลาง (มีปริมาณน้ำเก็บกักและพื้นที่ชลประทานน้อยกว่า 100 ล้านลูกบาศก์เมตร และ 80,000 ไร่ตามลำดับ) อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก ตั้งอยู่ที่ บ้านป่าขี้ยาง ตำบลบุ่งค้า อำเภอเลิงนกทา จังหวัดยโสธร หรือที่พิกัด 48 QVC 668-850 ระวาง 5941 III เส้นทางคมนาคม จากอำเภอเมืองยโสธร ไปตามถนนหมายเลข 2169 (ยโสธร –อ. เลิงนกทา) ระยะทาง ประมาณ 70 กม. แยกขวา ตามทางหมายเลข 212 (อ.เลิงนกทา -อุบลฯ) ระยะทางประมาณ 12 กม. ถึงบ้าน ห้วยสะแบก แยกซ้าย ตามถนนลาดยางถึง บ้านนากอก ระยะทาง ประมาณ 6 กม. แยกขวาตามถนน รพช.จาก บ้านนากอกถึง อ่างเก็บน้ำ ห้วยสะแบก ระยะทาง ประมาณ 6 กม. รวมระยะทางทั้งสิ้น 94 กม. ปีที่ก่อสร้าง เริ่ม ก่อสร้างเมื่อปีงบประมาณ 2529 แล้วเสร็จเมื่อปีงบประมาณ 2536 งบประมาณในการก่อสร้าง รวม 174.110 ล้านบาท

ข้อมูลด้านอุทกวิทยา

1) พื้นที่รับน้ำฝน (W.A) 49 ตร.กม

2) ฝนตกเฉลี่ย 1,633 มม./ ปีที่อำเภอเลิงนกทา (2495-2534)

3) ปริมาณน้ำไหลลง (Inflow) 20.00 ล้านลบ.ม./ปี

4) การระเหยเฉลี่ย 1,602.50 มม.

ข้อมูลหัวงาน

1) ทำนบดินแบบ ZoneType (หลังทานบลาดAsphalt ผิวจราจรกว้าง6เมตร)

2) กว้าง 8.00 เมตร –ยาว 1,932.00 เมตร –สูงสุด 19.00 เมตร

3) อาคารระบายน้ำล้นแบบ Ogee Weir Side Channel Spillway

4) สันทางระบายยาว 40.00 เมตร - Channel กว้าง 40.00 เมตร ยาว 275.00 เมตร

5) ระบายน้ำได้ 100.00 ลบ.ม/วินาที

ข้อมูลการเก็บกักน้ำ

1) ที่ระดับธรณีท่อ +167.00 รทก. ปริมาณน้ำ 0.60 ล้าน ลบ.ม.

2) พื้นที่ผิวน้ำ 500 ไร่ ที่ระดับเก็บกัก +176.00 รทก. ปริมาณน้ำ 26.80 ล้านลบ.ม.

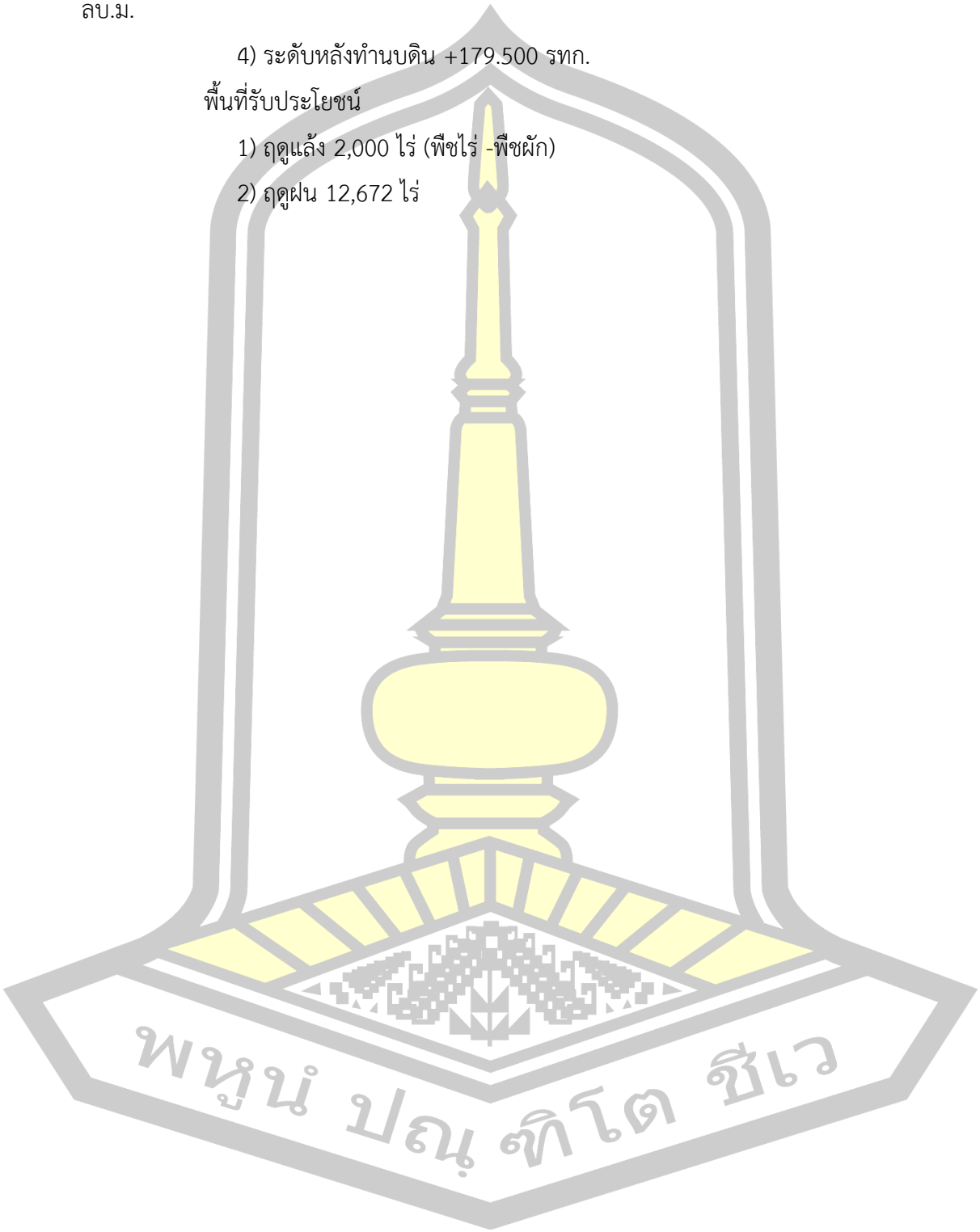
3) พื้นที่ผิวน้ำ 4,068 ไร่ ที่ระดับน้ำสูงสุด +177.250 รทก. ปริมาณน้ำ 36.00 ล้าน-ลบ.ม.

4) ระดับหลังทำนบดิน +179.500 รทก.

พื้นที่รับประโยชน์

1) ฤดูแล้ง 2,000 ไร่ (พืชไร่ -พืชผัก)

2) ฤดูฝน 12,672 ไร่



ตาราง 3.1 ตารางแสดงลุ่มน้ำหลักและลุ่มน้ำย่อยในจังหวัดยโสธร

ลำดับที่	ลุ่มน้ำย่อย	ลุ่มน้ำหลัก	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)	ปริมาณน้ำท่า (ตร.กม.)	อำเภอในเขตลุ่มน้ำ	พื้นที่ในลุ่ม น้ำ (ตร.กม.)
1	ลำห้วยทม	โขง	180.00	66.01	เลิงนกทา	70.89
2	ลำน้ำยัง	ชี	1,145.00	228.39	กุดชุม,ทรายมูล,เมือง	398.87
3	ลำทวน	ชี	450.00	215.86	ทรายมูล,เมือง	450.00
4	ลำชี	ชี	1,260.00	1,087.23	เมือง,คาเขื่อนแก้ว,มหาชนะชัย , ค้อวัง	926.00
5	ลำเซบาย	มูล	3,050.00	1,200.92	เลิงนกทา,ไทยเจริญ,ป่าติ้ว,คำเขื่อนแก้ว	1,302.00
6	ห้วยโพง	ลำเซบาย/มูล	939.00	946.60	เลิงนกทา,ไทยเจริญ,กุดชุม, เมือง ,ป่าติ้ว,คาเขื่อนแก้ว	939.00
7	น้ำเค็ม	เสียว/มูล	70.91	68.02	มหาชนะชัย	73.91
รวม			**10,094.91**	**3,813.03**	-	**4,160.67**

ที่มา: กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2559

ตาราง 3.2 ปริมาณน้ำเก็บกักและพื้นที่ใช้ประโยชน์ของโครงการชลประทานขนาดกลาง ของจังหวัดยโสธร ปี 2554 – 2559

โครงการชลประทาน (อ่างเก็บน้ำ)	ปี 2554		ปี 2555		ปี 2556		ปี 2557		ปี 2558		ปี 2559	
	ปริมาณน้ำเก็บกัก (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่ใช้ประโยชน์ (ไร่)	ปริมาณน้ำเก็บกัก (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่ใช้ประโยชน์ (ไร่)	ปริมาณน้ำเก็บกัก (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่ใช้ประโยชน์ (ไร่)	ปริมาณน้ำเก็บกัก (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่ใช้ประโยชน์ (ไร่)	ปริมาณน้ำเก็บกัก (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่ใช้ประโยชน์ (ไร่)	ปริมาณน้ำเก็บกัก (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่ใช้ประโยชน์ (ไร่)
ห้วยลิงโจน	15.70	14,544	2.99	14,544	16.95	14,544	17.05	14,544	8.26	14,544	3.62	14,544
ห้วยสะแบก	23.51	12,672	6.20	12,672	22.41	12,672	25.68	12,672	18.19	12,672	9.25	12,672
รวม	39.21	27,216	9.19	27,216	39.36	27,216	42.73	27,216	26.45	27,216	12.87	27,216

ที่มา: โครงการชลประทานยโสธร ข้อมูล ณ 1 กรกฎาคม 2559

ตาราง 3.3 ข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

ปี/เดือน	ปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)												รายปี
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
2537	-	0.093	-	-	1.001	5.576	0.004	7.879	0.301	-	-	-	14.854
2538	-	-	-	-	0.553	2.071	15.074	3.448	-	-	-	-	21.146
2539	-	-	-	-	0.046	0.779	2.473	16.278	29.463	-	-	-	49.039
2540	-	-	-	-	0.711	3.318	1.965	4.175	2.143	-	-	-	12.312
2541	-	-	-	-	2.370	4.215	2.711	6.115	2.074	-	-	-	17.485
2542	-	-	0.053	-	31.566	1.297	4.273	2.396	5.132	-	-	-	44.717
2543	-	-	-	-	3.581	6.368	5.564	3.537	0.913	-	-	-	19.963
2544	-	-	0.234	-	3.677	10.501	5.305	18.952	4.015	-	-	-	42.684
2545	-	-	0.145	-	3.960	5.044	4.912	12.688	8.397	-	-	-	35.146
2546	-	-	0.053	0.051	0.341	2.479	5.014	7.746	14.677	-	-	-	30.361
2547	-	0.006	-	0.348	0.411	3.229	11.109	3.522	1.156	-	-	-	19.781
2548	-	-	-		0.948	2.135	12.543	10.747	3.083	-	-	-	29.456
2549	-	-	-	0.168	1.390	0.770	1.165	5.151	6.042	4.368	-	-	19.054

ตาราง 3.3 ข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน (ต่อ)

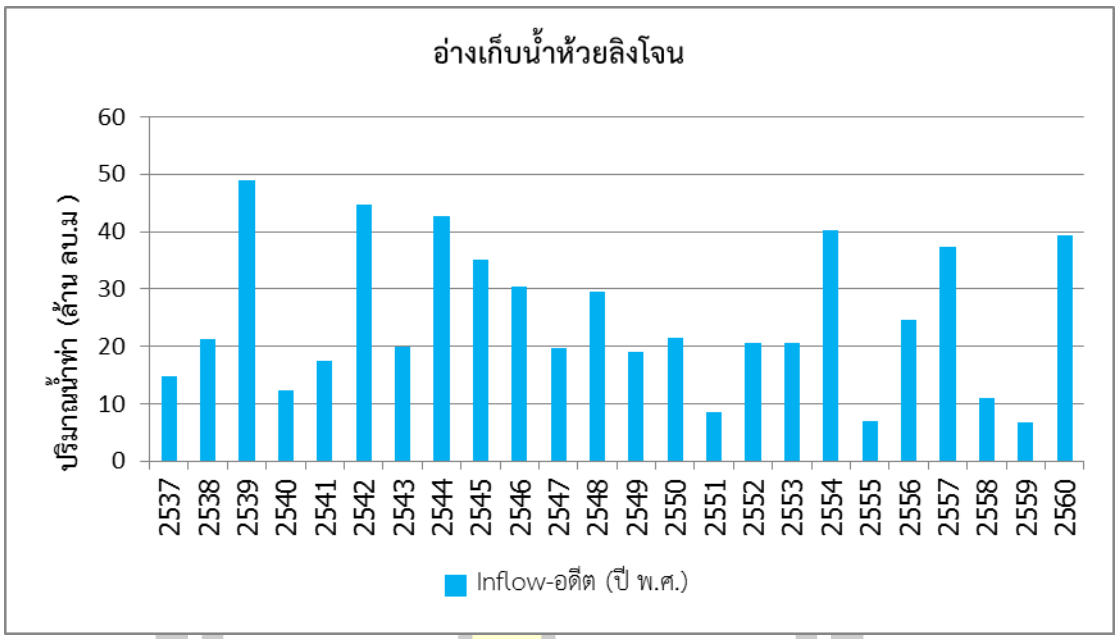
ปี/เดือน	ปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)												รายปี
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
2550	-	-	0.122	-	2.559	0.335	1.610	10.438	1.012	5.499	-	-	21.575
2551		-	-	-	0.217	-	0.665	1.892	5.055	-	-	-	8.422
2552	-	-	0.435	0.649	2.370	3.640	5.487	3.197	4.746	0.053	-	-	20.577
2553		-	-	-	0.551	0.405	1.082	23.581	1.203	1.954	-	-	28.776
2554	-	-	-	-	0.333	5.369	4.739	22.848	5.982	1.056	-	-	40.327
2555		-	-	-	3.205	0.729	0.137	0.725	2.017	0.085			6.898
2556	-	-	-	0.641	4.105	3.792	3.734	0.505	11.823	-	-	-	24.600
2557	-	-	-	0.112	0.015	9.624	13.977	7.810	5.799	-	-	-	37.337
2558	-	-	-	-	-	1.103	4.594	0.943	0.833	3.424	-	-	10.897
2559	0.000	0.000	0.000	0.041	0.043	4.256	0.000	0.800	1.604	0.000	0.000	0.000	6.744
2560	0.000	0.000	0.000	0.155	3.057	3.318	23.241	7.117	2.431	0.000	0.000	0.000	39.319

ตาราง 3.4 ข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

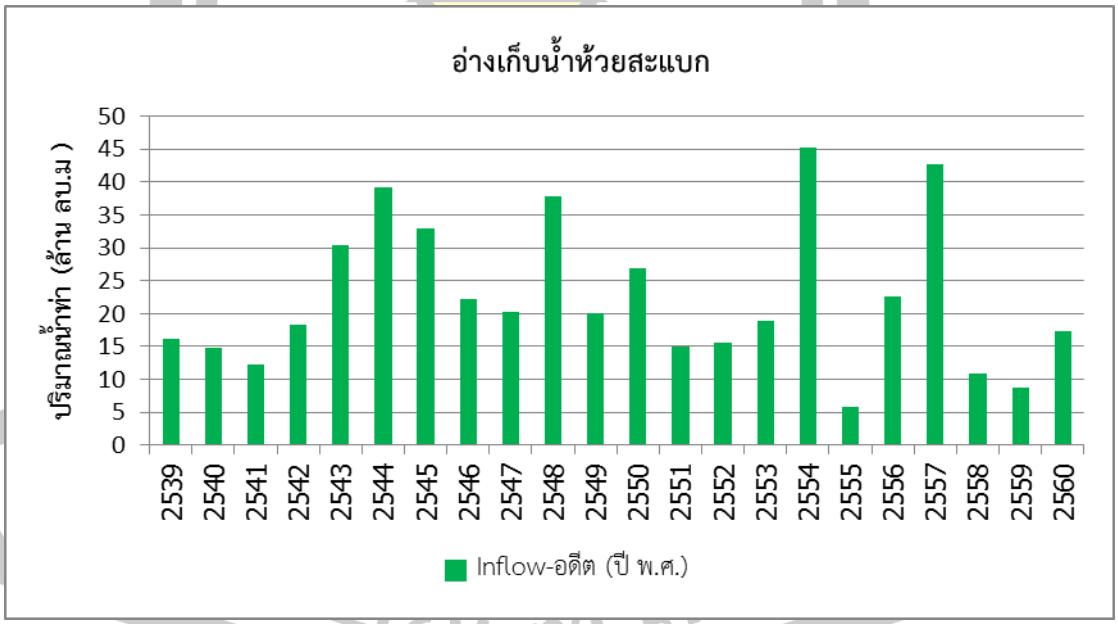
ปี/เดือน	ปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)												รายปี
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
2539	-	-	-	-	-	-	-	1.007	15.178	-	-	-	16.185
2540	-	-	-	0.951	1.028	3.427	5.637	3.667	-	-	-	-	14.710
2541	-	-	-	0.083	3.468	0.269	4.013	3.771	0.585	-	-	-	12.189
2542	-	-	-	0.262	5.357	2.146	6.698	0.960	2.832	-	-	-	18.255
2543	-	-	-	7.162	6.297	2.840	9.232	2.771	1.989	0.025	-	-	30.316
2544	-	-	-	-	0.046	0.779	2.473	16.278	29.463	-	-	-	49.039
2545	-	-	-	-	0.711	3.318	1.965	4.175	2.143	-	-	-	12.312
2546	-	-	-	-	2.370	4.215	2.711	6.115	2.074	-	-	-	17.485
2547	-	-	0.053	-	31.566	1.297	4.273	2.396	5.132	-	-	-	44.717
2548	-	-	-	-	3.581	6.368	5.564	3.537	0.913	-	-	-	19.963
2549	-	-	0.234	-	3.677	10.501	5.305	18.952	4.015	-	-	-	42.684
2550	-	-	0.145	-	3.960	5.044	4.915	12.688	8.397	-	-	-	35.146
2551	-	-	0.053	0.051	0.341	2.479	5.014	7.746	14.677	-	-	-	30.361

ตาราง 3.4 ข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก (ต่อ)

ปี/เดือน	ปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)												รายปี
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
2552	-	0.006	-	0.348	0.411	3.229	11.109	3.522	1.156	-	-	-	19.781
2553	-	-	-	-	0.948	2.135	12.543	10.747	3.083	-	-	-	29.456
2554	-	-	-	0.168	1.390	0.770	1.165	5.151	6.042	4.368	-	-	19.054
2555	-	-	0.122	-	2.559	0.335	1.610	10.438	1.012	5.499	-	-	21.575
2556	-	-	-	-	0.217	-	0.665	1..892	5.055	-	-	-	8.422
2557	-	-	-	-	0.187	7.141	23.249	6.747	5.361	-	-	-	42.685
2558	-	-	4.435	0.649	2.370	3.640	5.487	3.197	4.746	0.053	-	-	20.577
2559	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000	1.180	3.320	1.440	2.260	0.010	0.530	0.000	8.740
2560	0.000	0.000	0.110	0.000	0.000	2.120	1.350	12.350	1.500	0.000	0.000	0.000	17.430



ภาพประกอบ 3.6 ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน



ภาพประกอบ 3.7 ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

3.2 ประชากรกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

1.1 ประชากรเชิงปริมาณ

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเชิงปริมาณในครั้งนี้ คือ ประชาชนที่อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่ชลประทานท้ายอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

1.1.1 อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน จำนวน 2 ตำบล คือ 1) ตำบลห้องแซง จำนวน 3 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ 1 บ้านห้องแซง จำนวน 542 คน หมู่ 5 บ้านห้องแซง จำนวน 565 คน บ้านโพธิ์ทอง หมู่ 12 จำนวน 466 คน 2) ตำบลสามัคคี จำนวน 6 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ที่ 3 บ้านไทยเจริญ จำนวน 390 คน หมู่ที่ 7 บ้านแสงสุวรรณ จำนวน 345 คน หมู่ที่ 9 นาเซ จำนวน 225 คน หมู่ที่ 10 บ้านนาจาน จำนวน487 คน หมู่ที่ 12 บ้านโคกวิไล จำนวน 624 คน หมู่ที่ 15 บ้านหวาย จำนวน 576 คน จำนวนประชากรทั้งหมด 4,220 คน

1.1.2 อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก จำนวน 3 ตำบล คือ 1) ตำบลไร่สีสุก จ. อำนาจเจริญ จำนวน 1 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ที่ 1 บ้านไร่สีสุก จำนวน 1,024 คน 2) ตำบลโคกสำราญ จำนวน 1 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ที่ 11 บ้านหนองยางใต้ จำนวน 1,121 คน 3) ตำบลบุ่งค้า จำนวน 3 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ที่ 2 บ้านป่าขี้ยาง จำนวน 667 คน หมู่ที่ 3 บ้านหนองแคน จำนวน 744 คน หมู่ที่ 9 บ้านโคกก่อง จำนวน 522 คน จำนวนประชากรทั้งหมด 4,078 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

2.1 การวิจัยเชิงปริมาณ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเชิงปริมาณ คือ ชาวบ้านที่อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่ชลประทานท้ายอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก กระจายตามตำบลต่าง ๆ

2.1.1 อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน จำนวน 2 ตำบล คือ 1) ตำบลห้องแซง จำนวน 3 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ 1 บ้านห้องแซง จำนวน 13 คน หมู่ 5 บ้านห้องแซง จำนวน 13 คน บ้านโพธิ์ทอง หมู่ 12 จำนวน 11 คน 2) ตำบลสามัคคี จำนวน 6 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ที่ 3 บ้านไทยเจริญ จำนวน 9 คน หมู่ที่ 7 บ้านแสงสุวรรณ จำนวน 8 คน หมู่ที่ 9 นาเซ จำนวน 5 คน หมู่ที่ 10 บ้านนาจาน จำนวน 11 คน หมู่ที่ 12 บ้านโคกวิไล จำนวน 14 คน หมู่ที่ 15 บ้านหวาย จำนวน 13 คน จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 98 คน

2.1.2 อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก จำนวน 3 ตำบล คือ 1) ตำบลไร่สีสุก จ. อำนาจเจริญ จำนวน 1 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ที่ 1 บ้านไร่สีสุก จำนวน 27 คน 2) ตำบลโคกสำราญ จำนวน 1 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ที่ 11 บ้านหนองยางใต้ จำนวน 16 คน 3) ตำบลบุ่งค้า จำนวน 3 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ที่ 2 บ้านป่าขี้ยาง จำนวน 18 คน หมู่ที่ 3 บ้านหนองแคน จำนวน 12 คน หมู่ที่ 9

บ้านโคกก่อง จำนวน 25 คน จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 98 คน โดยผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้การสุ่มแบบชั้น

ขั้นตอนที่ 1 ใช้วิธีการเปรียบเทียบบัญญัติไตรยางศ์ให้เป็นไปตามสัดส่วนของชาวบ้านที่อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่ชลประทานท้ายอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกและทำกระจายกลุ่มตัวอย่างให้เป็นไปตามสัดส่วนของประชาชนแต่ละตำบล

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อได้กลุ่มตัวอย่างตามที่กำหนดแล้วทำการสุ่มแบบบังเอิญ (Accidental Sampling) จนได้จำนวนครบในแต่ละหมู่บ้านและตามตำบลที่ต้องการ ดังแสดงในตาราง 3.5 และ 3.6

ตาราง 3.5 จำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

ตำบล	กลุ่มตัวอย่าง			
	หมู่ที่	หมู่บ้าน	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง
1. ห้องแซง	1	ห้องแซง	542	13
	5	ห้องแซง	565	13
	12	โพธิ์ทอง	466	11
2. สามัคคี	3	ไทยเจริญ	390	9
	7	แสงสุวรรณ	345	8
	9	นาเซ	225	6
	10	นาจาน	487	11
	12	โคกวิไล	624	14
	15	หวาย	576	13
รวม			4,220	98

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง 3.6 จำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

ตำบล	กลุ่มตัวอย่าง			
	หมู่ที่	หมู่บ้าน	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง
1. โคกสำราญ	11	หนองยางใต้	1,121	27
2.บุ้งค้า	2	ป่าขี้ยาง	667	16
	3	หนองแคน	744	18
	9	โคกก่อง	522	12
3.ไร่สีสุก จ.อำนาจเจริญ	1	ไร่สีสุก	1,024	25
รวม			4,078	98

3.3 การคำนวณความต้องการใช้น้ำท้ายอ่าง

3.3.1 การคำนวณความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างแบบเดิม

โดยทั่วไปการคำนวณความต้องการใช้น้ำท้ายอ่าง เป็นความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน เป็นการคำนวณศึกษาความต้องการใช้น้ำนอกเหนือจากปริมาณฝนใช้การของพื้นที่เกษตรกรรมพื้นที่ต่าง ๆ ในพื้นที่ท้ายอ่างเก็บน้ำโดยพิจารณาจากชนิดของพืช ขนาดพื้นที่ และปริมาณฝนใช้การ ในการคำนวณการประมาณการความต้องการใช้น้ำ อาจจัดกลุ่มของพืชตามแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน

3.3.2 การคำนวณความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างโดยกระบวนการมีส่วนร่วม

เนื่องจากความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างเก็บน้ำในปัจจุบันจะเน้นหนักไปยังภาคการเกษตร ดังนั้นทิศทางใน การใช้น้ำท้ายอ่างไม่เคยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกว่าเมื่อมีการเปลี่ยนพื้นที่เพาะปลูกพืชชนิดหนึ่งเพิ่มขึ้น หรือลดลงในอนาคตจะเป็นอย่างไรหรือปรับเปลี่ยนตามนโยบายของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หรือกรมชลประทาน แม้กระทั่งตามความต้องการของสภาวะเศรษฐกิจโลก และในปัจจุบันรัฐบาลได้ส่งเสริมให้มีการเพาะพืชให้เหมาะสมกับพื้นที่ และการส่งน้ำให้กับพื้นที่เพาะปลูกจะต้องเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดพืชและความต้องการใช้น้ำของพืชที่เกิดขึ้น ดังนั้นในอนาคตแผนที่การใช้ที่ดินจะเปลี่ยนไปตามการส่งเสริมพื้นที่เพาะปลูก ดังนั้นผู้วิจัยจะดำเนินการศึกษาความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างโดยกระบวนการมีส่วนร่วม ดังนี้

1. ลงพื้นที่แสดงรูปแบบแผนการดำเนินงานให้แก่ผู้นำแต่ละตำบลเพื่อให้เข้าใจวัตถุประสงค์และนัดหมายคนในชุมชนเข้าร่วมกระบวนการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลความต้องการใช้น้ำจากอดีตจนถึงปัจจุบัน

2. คำนวณหาความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภคของประชากรทั้งหมดที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ท้ายอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและห้วยสะแบกตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงตามข้อมูลปัจจุบันหรือตามปริมาณที่ขอใช้น้ำ

3. คำนวณความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรมสำหรับพื้นที่การเกษตรในภาพรวมทั้งหมด ให้นำพื้นที่เพาะปลูก แต่ละชนิดที่ได้จากการลงพื้นที่โดยให้ผู้มีส่วนได้เสียท้ายอ่างแสดงข้อมูล ความคิดเห็น เกี่ยวกับชนิดพืชที่ปลูก และช่วงเวลาเพาะปลูกในปัจจุบัน แล้วนำข้อมูลไปคำนวณค่าความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรกรรม

4. ปรับเปลี่ยนพื้นที่ เพาะปลูกพืชชนิดเดิมแต่ปรับเปลี่ยนเป็นร้อยละของพื้นที่เพาะปลูกทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง เพื่อที่จะให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ร่วมตัดสินใจในความต้องการใช้น้ำพื้นที่ท้ายอ่างเก็บน้ำดังกล่าว

5. รวบรวมข้อมูลจาก ข้อ 2 – 4 แล้วนำไปผ่านกระบวนการมีส่วนร่วมโดยชี้แจงด้านข้อมูล ปริมาณความต้องการใช้น้ำทั้งด้านอุปโภค-บริโภค และเกษตรกรรม เพื่อผ่านการเห็นชอบของผู้มีส่วนได้เสียในพื้นที่ท้ายอ่างเก็บน้ำอีกครั้งก่อนนำข้อมูลไปวิเคราะห์หาโค้งควบคุมที่เหมาะสมสูงสุดในหัวข้อต่อไป

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง 3.7 ความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างเก็บน้ำกรณีปัจจุบันอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก (ล้านลูกบาศก์เมตร)

อ่างเก็บน้ำ	ชนิดการใช้น้ำ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ห้วยลิงโจน	ด้านการเกษตร	0.127	0.809	0.809	0.841	3.029	3.029	2.997	2.997	2.979	2.979	0.127	0.127
	ด้านการอุปโภค-บริโภค	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026
	ด้านปศุสัตว์	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	รักษาระบบนิเวศท้ายน้ำ	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
ห้วยสะแบก	ด้านการเกษตร	0.332	0.428	0.428	0.505	3.053	2.975	2.975	2.975	2.864	2.864	0.224	0.332
	ด้านการอุปโภค-	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022
	ด้านปศุสัตว์	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
	รักษาระบบนิเวศท้ายน้ำ	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006

หมายเหตุ ความต้องการใช้น้ำอื่น ๆ คือ ผลักดินเค็ม รักษาระบบนิเวศน์ท้ายน้ำ

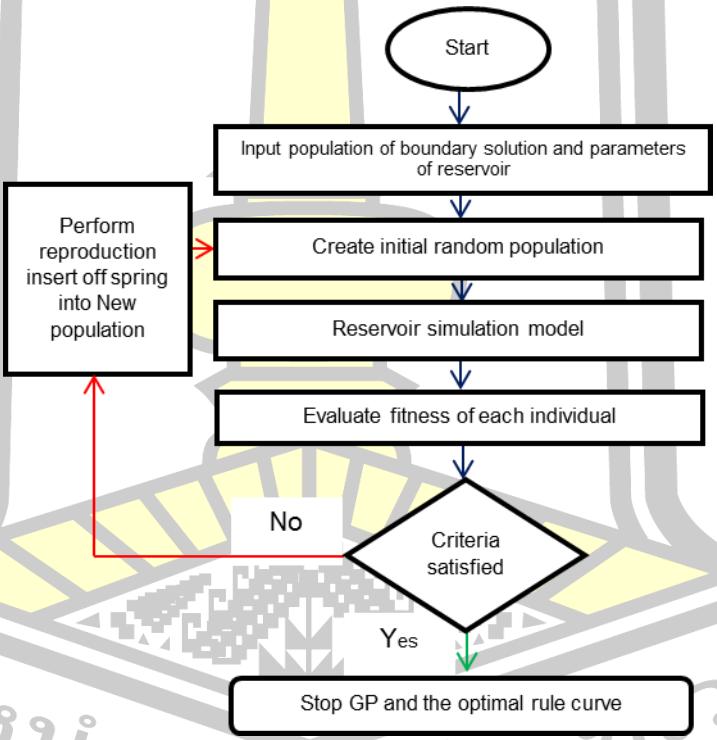
ตาราง 3.8 ความต้องการใช้น้ำรวมพื้นที่ท้ายอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกโดยกระบวนการมีส่วนร่วม (ล้านลูกบาศก์เมตร)

อ่างเก็บน้ำ	ชนิดการใช้น้ำ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ห้วยลิงโจน	ด้านการเกษตร	0.044	0.440	0.047	0.046	0.244	4.346	5.339	5.530	2.950	0.503	0.036	0.044
	ด้านการอุปโภค-บริโภค	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028
	ด้านปศุสัตว์	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
	รักษาระบบนิเวศท้ายน้ำ	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
ห้วยสะแบก	ด้านการเกษตร	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041
	ด้านการอุปโภค-	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024
	ด้านปศุสัตว์	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
	รักษาระบบนิเวศท้ายน้ำ	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006

หมายเหตุ ความต้องการใช้น้ำอื่น ๆ คือ ผลักดินเค็ม รักษาระบบนิเวศน์ท้ายน้ำ (ตัวเลขสมมุติ)

3.3 การประยุกต์ Genetic Programming เพื่อค้นหาโค้งควบคุมที่เหมาะสม

3.3.1 การค้นหาโค้งควบคุมของอ่างเก็บน้ำการจัดทำโค้งควบคุมอ่างเก็บน้ำที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธีการสร้างแบบจำลองการเลียนแบบสถานการณ์ เชื่อมต่อกับการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธี Genetic Programming โดยมีฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ในการหาคำตอบ (ภาพประกอบ3.8) คือ ปริมาณขาดแคลนเฉลี่ยน้อยที่สุด เป็นการใช้ข้อมูลสถานการณ์ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ความต้องการใช้น้ำในกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งในช่วงเวลาอดีตจนถึงอนาคต นำมาสร้างโค้งควบคุมที่มีความเหมาะสม ตามสถานการณ์นั้น ดังนั้นเพื่อให้โค้งควบคุมอ่างเก็บน้ำสามารถใช้งานได้อย่างเหมาะสม ครอบคลุมทุก สถานการณ์ ทุกช่วงเวลา ผู้วิจัยจึงได้จัดทำโค้งควบคุมด้วยวิธีการที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยแบ่งเป็น 2 สถานการณ์คือ ใช้ข้อมูลในช่วงเวลาอดีตและช่วงเวลาอนาคตโดยกระบวนการมีส่วนร่วมรายละเอียดการจัดทำโค้งควบคุมอ่างเก็บน้ำที่เหมาะสม มีดังนี้



ภาพประกอบ 3.8 Genetic Programming เชื่อมกับแบบสำลองอ่างเก็บน้ำ

3.3.1.1. โค้งควบคุมที่สร้างจากข้อมูลในอดีตของอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนคือ 24 ปี (พ.ศ. 2537- พ.ศ. 2560) และอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน (พ.ศ. 2539- พ.ศ. 2560) หรือ RC1 สำหรับกรณีสถานการณ์ปริมาณความต้องการใช้น้ำในอดีต

1. จัดเตรียมข้อมูลที่สำคัญทางอุทกวิทยาระหว่าง ใช้สำหรับการสร้างโค้งควบคุมอ่างเก็บน้ำแบบรายเดือน ได้แก่

1) ข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลเข้ารายเดือนอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

2) ข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลเข้ารายเดือนอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

3) ข้อมูลฝนเฉลี่ยรายเดือนอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

4) ข้อมูลฝนเฉลี่ยรายเดือนอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

5) ข้อมูลฝนใช้การเฉลี่ยรายเดือนอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

6) ข้อมูลฝนใช้การเฉลี่ยรายเดือนอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

7) ข้อมูลปริมาณการระเหยรายเดือนอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

8) ข้อมูลปริมาณการระเหยรายเดือนอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

2. จัดเตรียมข้อมูลปริมาณความต้องการใช้น้ำจากพื้นที่ท้ายน้ำ ได้แก่

1) ข้อมูลปริมาณความต้องการใช้น้ำด้านชลประทานรายเดือนอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

2) ข้อมูลปริมาณความต้องการใช้น้ำด้านชลประทานรายเดือนอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

3) ข้อมูลปริมาณความต้องการใช้น้ำด้านอุปโภค-บริโภครายเดือนอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

4) ข้อมูลปริมาณความต้องการใช้น้ำด้านอุปโภค-บริโภครายเดือนอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

5) ข้อมูลปริมาณความต้องการใช้น้ำด้านอุตสาหกรรมรายเดือนอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

6) ข้อมูลปริมาณความต้องการใช้น้ำด้านอุตสาหกรรมรายเดือนอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

3. สร้างโค้งควบคุมอ่างเก็บน้ำ โดยการนำผลการคำนวณจากเทคนิคแบบจำลองการเลียนแบบสถานการณ์ เชื่อมต่อด้วยเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดด้วยเทคนิค Genetic Programming โดยกำหนดฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ คือปริมาณน้ำขาดแคลนน้ำเฉลี่ยน้อยที่สุด โค้งควบคุมที่สร้างขึ้นจากข้อมูลชุดนี้จะแทนด้วยสัญลักษณ์ RC1

3.3.1.2. โค้งควบคุมที่สร้างจากข้อมูลสังเคราะห์ หรือ RC2 สำหรับกรณีสถานการณ์ปริมาณความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม

1. จัดเตรียมข้อมูลปริมาณโดยใช้ข้อมูลน้ำท่ารายเดือนสังเคราะห์ อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนคือ 24 ปี (พ.ศ. 2537- พ.ศ. 2560) และอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน 22 ปี (พ.ศ. 2539- พ.ศ. 2560) เพื่อใช้สำหรับการสร้างโค้งควบคุมอ่างเก็บน้ำ และข้อมูลอ่างเก็บน้ำ ประกอบด้วยข้อมูล ปริมาณฝนเฉลี่ย ปริมาณฝนใช้การรายเดือน และปริมาณการระเหยรายเดือน

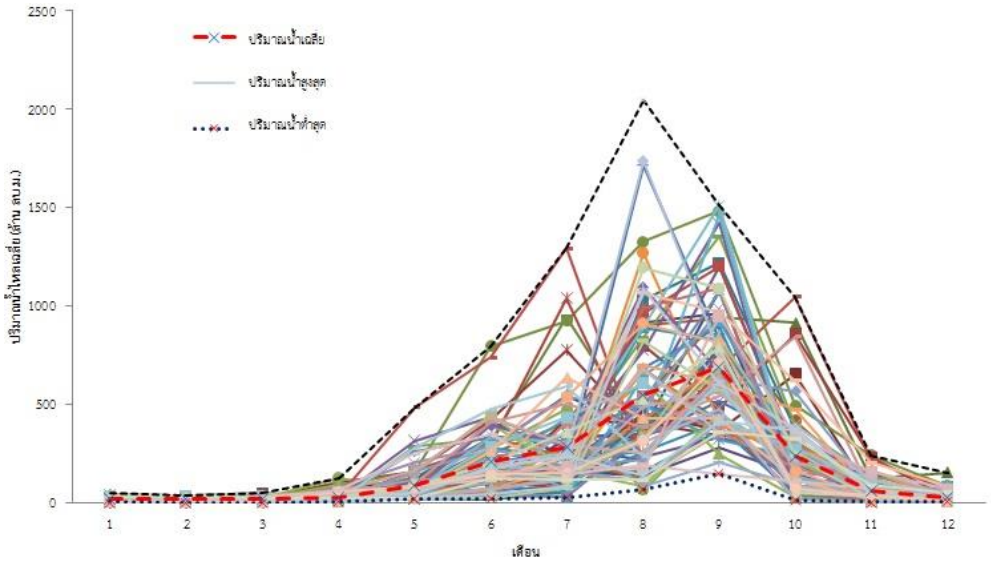
2. จัดเตรียมข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน คำนวณปริมาณฝนใช้การรายเดือนและปริมาณการระเหยรายเดือน

3. จัดเตรียมข้อมูลปริมาณความต้องการใช้น้ำจากพื้นที่ท้ายน้ำ ได้แก่ ความต้องการด้านชลประทาน ด้านอุปโภค-บริโภค อุตสาหกรรม โดยแบ่งออกเป็น 2 กรณี ปริมาณความต้องการใช้น้ำในอดีต และ ปริมาณความต้องการใช้น้ำในอนาคตโดยกระบวนการมีส่วนร่วม

4. สร้างโค้งควบคุมอ่างเก็บน้ำ โดยการนำผลการคำนวณจากเทคนิคแบบจำลองการเลียนแบบ สถานการณ์ เชื่อมต่อด้วยเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดด้วย Genetic Programming โดยกำหนดฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ คือปริมาณน้ำขาดแคลนน้ำเฉลี่ยน้อยที่สุด โค้งควบคุมที่สร้างขึ้นจากข้อมูลชุดนี้จะแทนด้วยสัญลักษณ์ RC1 สำหรับกรณีคาดการณ์ปริมาณความต้องการใช้น้ำในอดีต และ RC2 สำหรับกรณีคาดการณ์ปริมาณความต้องการใช้น้ำในอนาคตโดยกระบวนการมีส่วนร่วม โค้งควบคุมที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันหรือ RC3 หมายถึงโค้งควบคุมที่อ่างเก็บน้ำจัดทำขึ้น เพื่อใช้ในการจัดสรรในช่วงเวลาปัจจุบันวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการตรวจสอบและประเมินประสิทธิภาพของ RC1 และ RC2 ซึ่ง จะต้องถูกนำมาประเมินการทางงานจัดสรรน้ำร่วมกับ RC3

3.4 การประเมินประสิทธิภาพโค้งควบคุม

3.4.1 นำโค้งของเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) ที่เหมาะสมของอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและห้วยสะแบก จากปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำในระยะยาวด้วยข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำด้วยข้อมูลที่สังเคราะห์ขึ้นมา 1,000 ชุดข้อมูล จากข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกจำนวน 24 ปี (พ.ศ. 2537 – 2560) และ 22 ปี (พ.ศ. 2539 – 2560) ครอบคลุมเหตุการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้รวมถึงเหตุการณ์ในอดีตที่เคยเกิดขึ้นผ่านมา ทำการจำลองสภาพการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำในระยะยาวด้วยดำเนินการจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Simulation) เพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบจากกฎของการจัดการและควบคุม แล้วคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องปล่อยในแต่ละเดือนภายใต้โค้งของเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ



ภาพประกอบ 3.9 ปริมาณน้ำเข้าอ่างเก็บน้ำหลายๆเหตุการณ์ที่สังเคราะห์ขึ้นด้วยแบบจำลอง
ที่มา: วิรัตน์ นวนนุกูล (2557)

ซึ่งในการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด Genetic-Programmingมี 2 กรณี คือ

1. กรณีความต้องการใช้น้ำปกติ

1.1 อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

1) ประเมินประสิทธิภาพกับโค้งของเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำที่สร้างจากข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน จำนวน 24 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2537– 2560

2) ประเมินประสิทธิภาพกับโค้งของเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำที่สร้างจากข้อมูลสังเคราะห์ขึ้นมา 1,000 ชุดข้อมูล ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ ตั้งแต่ พ.ศ. 2537 – 2560

1.2 อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

1) ประเมินประสิทธิภาพกับโค้งของเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำที่สร้างจากข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน จำนวน 22 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2539– 2560

2) ประเมินประสิทธิภาพกับโค้งของเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำที่สร้างจากข้อมูลสังเคราะห์ขึ้นมาอย่างน้อย 1,000 ชุดข้อมูล ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ ตั้งแต่ พ.ศ. 2539-2560

2. กรณีความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม

2.1 อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

1) ประเมินประสิทธิภาพกับโค้งของเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำที่สร้างจากข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน จำนวน 24 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2537– 2560

2) ประเมินประสิทธิภาพกับโค้งของเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำที่สร้างจากข้อมูลสังเคราะห์ขึ้นมา 1,000 ชุดข้อมูล ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ ตั้งแต่ พ.ศ. 2537 – 2560

2.2 อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

1) ประเมินประสิทธิภาพกับโค้งของเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำที่สร้างจากข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน จำนวน 22 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2539– 2560

2) ประเมินประสิทธิภาพกับโค้งของเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำที่สร้างจากข้อมูลสังเคราะห์ขึ้นมาอย่างน้อย 1,000 ชุดข้อมูล ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ ตั้งแต่ พ.ศ. 2539 – 2560

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

บทนี้เป็นการอธิบายถึงผลการวิจัยและการอภิปราย ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ต่อเนื่อง จึงจะอธิบายถึงผลการวิจัยและการอภิปรายดังหัวข้อต่อไปนี้

4.1 ผลการประมาณความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกและอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนทั้งกรณีปัจจุบันและกรณีใช้กระบวนการมีส่วนร่วม

4.2 ผลการศึกษาโค้งควบคุมอ่างเก็บน้ำที่เหมาะสมที่พัฒนาด้วยเทคนิค Genetic Programming

4.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพระหว่างโค้งควบคุมอ่างเก็บน้ำเดิมที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันกับโค้งควบคุมที่สร้างขึ้นใหม่ด้วยเทคนิค Genetic Programming

4.1 ผลความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกทั้งกรณีปัจจุบันและกรณีใช้กระบวนการมีส่วนร่วม

4.1.1 ความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างเก็บน้ำกรณีปัจจุบัน

ความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างเก็บน้ำกรณีปัจจุบันของอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกจากการรวบรวมเก็บข้อมูลในพื้นที่ศึกษา มีดังต่อไปนี้

1. ความต้องใช้น้ำด้านการเกษตร

ข้อมูลที่นำมาพิจารณาในการคำนวณความต้องการใช้น้ำด้านการเกษตรในพื้นที่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก ได้แก่ ข้อมูลชนิดพืชเพาะปลูก พื้นที่การเพาะปลูก ช่วงระยะเวลาการเพาะปลูก ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำในแต่ละช่วงอายุสำหรับพืชชนิดต่างๆ อัตราความต้องการใช้น้ำของพืชต่อหน่วยพื้นที่ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ได้จากการสำรวจและข้อมูลจากหน่วยงานราชการ นำมารวบรวมและวิเคราะห์ดังแสดงในตาราง 4.1 ถึง 4.6 ตามลำดับ

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

ตาราง 4.1 ระยะเวลาเพาะปลูกพืช ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

ลำดับ	ชนิดพืช	ระยะการเพาะปลูก (เดือน)												พื้นที่ (ไร่)
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
1	ข้าว กข (นาปี)					■	■	■	■	■				2,259
2	ข้าว กข (นาปลัง)	■	■									■	■	1,425
3	ข้าวหอมมะลิ					■	■	■	■	■				3,881
4	ข้าวโพดหวาน										■	■	■	303
5	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	■									■	■	■	345
6	มันสำปะหลัง	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	812
7	อ้อย										■	■	■	3,417
8	มะระ										■	■	■	420
9	แตงโม	■	■	■										236
10	ยางพารา	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	252
													รวม	13,350

ที่มา: กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทานอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน (2560)

หมายเหตุ พื้นที่ชลประทาทั้งหมด 14,544 ไร่

ตาราง 4.2 ระยะเวลาเพาะปลูกพืช ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

ลำดับ	ชนิดพืช	ระยะการเพาะปลูก (เดือน)												พื้นที่ (ไร่)
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
1	ข้าว กข (นาปี)					■	■	■	■	■				3,570
2	ข้าว กข (นาปลัง)	■	■									■	■	1,190
3	ข้าวหอมมะลิ					■	■	■	■	■				4,596
4	ข้าวโพดหวาน	■										■	■	450
5	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	■	■									■	■	115
6	มันสำปะหลัง	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	580
7	อ้อย	■										■	■	450
8	แตงโม	■	■	■										90
9	ถั่วลิสง	■	■	■	■									103
10	ถั่วเหลือง	■	■	■	■									210
11	น้ำเต้า	■	■	■										128
12	ฟักทอง	■	■	■	■									63
13	ยางพารา	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	150
													รวม	11,695

ที่มา: กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทานอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก (2560)

หมายเหตุ พื้นที่ชลประทาทั้งหมด 12,672 ไร่

ตาราง 4.3 ปริมาณการใช้น้ำรายเดือนของพืช อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

เดือน	ET_0	ชนิดพืช										ปริมาณความต้องการใช้น้ำ (ลบ.ม.)
		ข้าว กข (นาปี)		ข้าว กข (นาปลัง)		ข้าวหอมมะลิ		ข้าวโพดหวาน		ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์		
		Kc	พื้นที่ (ไร่)	Kc	พื้นที่ (ไร่)	Kc	พื้นที่ (ไร่)	Kc	พื้นที่ (ไร่)	Kc	พื้นที่ (ไร่)	
ม.ค.	108.27	-	-	1.628	1,425	-	-	-	-	0.393	345	0.425
ก.พ.	117.27	-	-	1.143	1,425	-	-	-	-	-	-	0.306
มี.ค.	156.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เม.ย.	159.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
พ.ค.	144.29	1.000	2,259	-	-	1.000	3,881	-	-	-	-	1.417
มิ.ย.	125.30	1.130	2,259	-	-	0.900	3,881	-	-	-	-	1.212
ก.ค.	126.60	1.450	2,259	-	-	1.528	3,881	-	-	-	-	1.865
ส.ค.	116.75	1.230	2,259	-	-	1.558	3,881	-	-	-	-	1.649
ก.ย.	119.71	0.860	2,259	-	-	0.590	3,881	-	-	-	-	0.811
ต.ค.	124.48	-	-	-	-	-	-	0.790	303	0.835	345	0.105
พ.ค.	113.44	-	-	0.463	1,425	-	-	1.185	303	1.528	345	0.281
ธ.ค.	105.40	-		1.425	1,425	-	-	0.573	303	1.403	345	0.453

หมายเหตุ ET_0 คือ ค่าการคายรวบรวมการระเหยน้ำอ้างอิงของพืช, ETc คือ อัตราความต้องการใช้น้ำของพืชต่อหน่วยพื้นที่ (มิลิเมตรต่อเดือน)

Kc คือ เพาะปลูก ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำในแต่ละช่วง อายุสำหรับพืชชนิดต่าง ๆ (ภาคผนวก)

ตาราง 4.3 ปริมาณการใช้น้ำรายเดือนของพืช อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน (ต่อ)

เดือน	ET_0	ชนิดพืช										ปริมาณความต้องการใช้น้ำ (ลบ.ม.)
		มันสำปะหลัง		อ้อย		มะระ		แตงโม		ยางพารา		
		Kc	พื้นที่ (ไร่)	Kc	พื้นที่ (ไร่)	Kc	พื้นที่ (ไร่)	Kc	พื้นที่ (ไร่)	Kc	พื้นที่ (ไร่)	
ม.ค.	108.27	0.400	812	-	-	-	-	1.415	236	2.570	252	0.226
ก.พ.	117.27	0.600	812	-	-	-	-	1.793	236	2.010	252	0.266
มี.ค.	156.70	0.800	812	-	-	-	-	0.738	236	1.410	252	0.296
เม.ย.	159.45	0.800	812	-	-	-	-	-	-	2.130	252	0.303
พ.ค.	144.29	0.800	812	-	-	-	-	-	-	1.250	252	0.223
มิ.ย.	125.30	0.800	812	-	-	-	-	-	-	1.780	252	0.220
ก.ค.	126.60	0.800	812	-	-	-	-	-	-	2.710	252	0.270
ส.ค.	116.75	0.700	812	-	-	-	-	-	-	2.490	252	0.223
ก.ย.	119.71	0.600	812	-	-	-	-	-	-	1.870	252	0.184
ต.ค.	124.48	0.500	812	0.998	3,417	1.138	420	-	-	2.180	252	0.965
พ.ค.	113.44	0.300	812	1.245	3,417	1.460	420	-	-	3.990	252	1.110
ธ.ค.	105.40	0.300	812	0.288	3,417	1.015	420	-	-	3.640	252	0.434

หมายเหตุ ET_0 คือ ค่าการคายรวบรวมการระเหยน้ำอ้างอิงของพืช, ETc คือ อัตราความต้องการใช้น้ำของพืชต่อหน่วยพื้นที่ (มิลิเมตรต่อเดือน)

Kc คือ เพาะปลูก ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำในแต่ละช่วง อายุสำหรับพืชชนิดต่าง ๆ (ภาคผนวก)

ตาราง 4.4 ปริมาณการใช้น้ำรายเดือนของพืช อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

เดือน	ET_0	ชนิดพืช										ปริมาณความต้องการใช้น้ำ (ลบ.ม.)
		ข้าว กข (นาปี)		ข้าว กข (นาปลัง)		ข้าวหอมมะลิ		ข้าวโพดหวาน		ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์		
		Kc	พื้นที่ (ไร่)	Kc	พื้นที่ (ไร่)	Kc	พื้นที่ (ไร่)	Kc	พื้นที่ (ไร่)	Kc	พื้นที่ (ไร่)	
ม.ค.	108.27	-	-	1.628	1,190	-	-	0.573	450	1.403	115	0.408
ก.พ.	117.27	-	-	1.143	1,190	-	-	-	-	0.393	115	0.264
มี.ค.	156.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เม.ย.	159.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
พ.ค.	144.29	1.000	3,570	-	-	1.000	4,596	-	-	-	-	1.885
มิ.ย.	125.30	1.130	3,570	-	-	0.900	4,596	-	-	-	-	1.638
ก.ค.	126.60	1.450	3,570	-	-	1.528	4,596	-	-	-	-	2.471
ส.ค.	116.75	1.230	3,570	-	-	1.558	4,596	-	-	-	-	2.158
ก.ย.	119.71	0.860	3,570	-	-	0.590	4,596	-	-	-	-	1.107
ต.ค.	124.48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
พ.ค.	113.44	-	-	0.463	1,190	-	-	0.790	450	0.835	115	0.182
ธ.ค.	105.40	-	-	1.425	1,190	-	-	1.185	450	1.528	115	0.406

หมายเหตุ ET_0 คือ ค่าการคายรวบรวมการระเหยน้ำอ้างอิงของพืช, ETc คือ อัตราความต้องการใช้น้ำของพืชต่อหน่วยพื้นที่ (มิลิเมตรต่อเดือน)

Kc คือ เพาะปลูก ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำในแต่ละช่วง อายุสำหรับพืชชนิดต่าง ๆ (ภาคผนวก)

ตาราง 4.4 ปริมาณการใช้น้ำรายเดือนของพืช อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก (ต่อ)

เดือน	ET_0	ชนิดพืช										ปริมาณความต้องการใช้น้ำ (ลบ.ม.)
		มันสำปะหลัง		อ้อย		แตงโม		ถั่วลิสง		ถั่วเหลือง		
		Kc	พื้นที่ (ไร่)	Kc	พื้นที่ (ไร่)	Kc	พื้นที่ (ไร่)	Kc	พื้นที่ (ไร่)	Kc	พื้นที่ (ไร่)	
ม.ค.	108.27	0.400	580	0.288	450	1.415	90	0.778	103	0.788	210	0.121
ก.พ.	117.27	0.600	580	-	-	1.793	90	1.263	103	1.310	210	0.172
มี.ค.	156.70	0.800	580	-	-	0.738	90	0.928	103	0.988	210	0.209
เม.ย.	159.45	0.800	580	-	-	-	-	0.388	103	0.365	210	0.148
พ.ค.	144.29	0.800	580	-	-	-	-	-	-	-	-	0.107
มิ.ย.	125.30	0.800	580	-	-	-	-	-	-	-	-	0.093
ก.ค.	126.60	0.800	580	-	-	-	-	-	-	-		0.094
ส.ค.	116.75	0.700	580	-	-	-	-	-	-	-	-	0.076
ก.ย.	119.71	0.600	580	-	-	-	-	-	-	-		0.067
ต.ค.	124.48	0.500	580	-	-	-	-	-	-	-	-	0.058
พ.ค.	113.44	0.300	580	0.998	450	-	-	-	-	-	-	0.090
ธ.ค.	105.40	0.300	580	1.245	450	-	-	-	-	-	-	0.097

หมายเหตุ ET_0 คือ ค่าการคายรวบรวมการระเหยน้ำอ้างอิงของพืช, ETc คือ อัตราความต้องการใช้น้ำของพืชต่อหน่วยพื้นที่ (มิลิเมตรต่อเดือน)

Kc คือ เพาะปลูก ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำในแต่ละช่วง อายุสำหรับพืชชนิดต่าง ๆ (ภาคผนวก)

ตาราง 4.4 ปริมาณการใช้น้ำรายเดือนของพืช อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก (ต่อ)

เดือน	ET_0	ชนิดพืช										ปริมาณความต้องการใช้น้ำ(ลบ.ม.)
		น้ำเต้า		ฟักทอง		ยางพารา						
		Kc	พื้นที่ (ไร่)	Kc	พื้นที่ (ไร่)	Kc	พื้นที่ (ไร่)					
ม.ค.	108.27	1.420	128	1.000	63	2.570	150					0.109
ก.พ.	117.27	0.790	128	0.910	63	2.010	150					0.086
มี.ค.	156.70	0.740	128	1.080	63	1.410	150					0.094
เม.ย.	159.45	-	-	1.000	-	2.130	150					0.098
พ.ค.	144.29	-	-	-	-	1.250	150					0.043
มิ.ย.	125.30	-	-	-	-	1.780	150					0.054
ก.ค.	126.60	-	-	-	-	2.710	150					0.082
ส.ค.	116.75	-	-	-	-	2.490	150					0.070
ก.ย.	119.71	-	-	-	-	1.870	150					0.054
ต.ค.	124.48	-	-	-	-	2.180	150					0.065
พ.ค.	113.44	-	-	-	-	3.990	150					0.109
ธ.ค.	105.40	-	-	-	-	3.640	150					0.092

หมายเหตุ ET_0 คือ ค่าการคายรวบรวมการระเหยน้ำอ้างอิงของพืช, ETc คือ อัตราความต้องการใช้น้ำของพืชต่อหน่วยพื้นที่ (มิลิเมตรต่อเดือน)

Kc คือ เพาะปลูก ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำในแต่ละช่วง อายุสำหรับพืชชนิดต่าง ๆ (ภาคผนวก)

ตาราง 4.5 ปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตร อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

ชนิดพืช	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.
	ปริมาณความต้องการใช้น้ำ (ล้าน ลบ.ม./เดือน)											
ข้าว กข (นาปี)	-	-	-	-	0.522	0.512	0.664	0.519	0.372	-	-	-
ข้าว กข (นาปลัง)	0.402	0.306	-	-	-	-	-	-	-	-	0.120	0.342
ข้าวหอมมะลิ	-	-	-	-	0.896	0.700	1.201	1.130	0.439	-	-	-
ข้าวโพดหวาน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.048	0.065	0.029
ข้าวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	0.023	-	-	-	-	-	-	-	-	0.057	0.096	0.082
มันสำปะหลัง	0.056	0.091	0.163	0.166	0.150	0.130	0.132	0.106	0.093	0.081	0.044	0.041
อ้อย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.679	0.772	0.166
มะระ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.095	0.111	0.072
แตงโม	0.058	0.079	0.044	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ยางพารา	0.112	0.095	0.089	0.137	0.073	0.090	0.138	0.117	0.090	0.109	0.183	0.155
รวม	0.652	0.571	0.296	0.303	1.640	1.432	2.135	1.872	0.994	1.070	1.391	0.887

ตาราง 4.6 ปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตร อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

ชนิดพืช	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.
	ปริมาณความต้องการใช้น้ำ (ล้าน ลบ.ม./เดือน)											
ข้าว กข (นาปี)	-	-	-	-	0.824	0.809	1.049	0.820	0.588	-	-	-
ข้าว กข (นาปลัง)	0.336	0.255								-	0.100	0.286
ข้าวหอมมะลิ	-	-	-	-	1.061	0.829	1.423	1.338	0.519	-		
ข้าวโพดหวาน	0.045	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.065	0.090
ข้าวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	0.028	0.008	-	-	-	-		-	-	-	0.017	0.030
มันสำปะหลัง	0.040	0.065	0.116	0.118	0.107	0.093	0.094	0.076	0.067	0.058	0.032	0.029
อ้อย	0.016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.058	0.067
แตงโม	0.022	0.030	0.017	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ถั่วลิสง	0.014	0.024	0.024	0.010	-	-	-	-	-	-	-	-
ถั่วเหลือง	0.029	0.052	0.052	0.020			-	-	-	-	-	-
น้ำเต้า	0.031	0.019	0.024		-	-	-	-	-	-	-	-
ฟักทอง	0.011	0.011	0.017	0.016	-	-	-	-	-	-	-	-
ยางพารา	0.067	0.057	0.053	0.082	0.043	0.054	0.082	0.070	0.054	0.065	0.109	0.092
รวม	0.638	0.522	0.303	0.246	2.036	1.785	2.647	2.304	1.228	0.123	0.380	0.594

ตัวอย่างการคำนวณ

จากตาราง 4.4 กำหนดให้ปลูกถั่วเหลือง ในช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายน จำนวน 210 ไร่ ค่าการคายรวบรวมการระเหยน้ำอ้างอิงของพืช (ET_0) เท่ากับ 108.27 117.27 156.70 159.45 มิลลิเมตร/เดือน และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Kc) รายเดือน เท่ากับ 0.788 1.310 0.988 0.365 ตามลำดับ

<u>วิธีทำ</u>

จากสมการ

อัตราความต้องการใช้น้ำของพืชต่อหน่วยพื้นที่ (ETc) = $ET_0 \times Kc$

แทนค่า

ETc_{Jan} = $ET_0 \times Kc_{Jan}$

= 108.27 x 0.788

= 85.317 มิลลิเมตรต่อเดือน

ETc_{Feb} = $ET_0 \times Kc_{Feb}$

= 117.27 x 1.310

= 153.624 มิลลิเมตรต่อเดือน

ETc_{Mar} = $ET_0 \times Kc_{Mar}$

= 156.70 x 0.988

= 154.820 มิลลิเมตรต่อเดือน

ETc_{Apr} = $ET_0 \times Kc_{Apr}$

= 159.450 x 0.365

= 58.199 มิลลิเมตรต่อเดือน

จากสมการ

ความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตร (Vd) = $ETc \times A$

แทนค่า

Vd_{Jan} = $(85.317 \times 210 \times 1{,}600 \times 10^{-3})$

= 28,666.512 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

= 0.029 ล้าน ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

Vd_{Feb} = $(153.624 \times 210 \times 1{,}600 \times 10^{-3})$

= 51,617.664 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

= 0.052 ล้าน ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

Vd_{Mar} = $(154.820 \times 210 \times 1{,}600 \times 10^{-3})$

= 52,019.520 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

= 0.052 ล้าน ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

Vd_{Apr} = $(58.199 \times 210x \times 1{,}600 \times 10^{-3})$

= 19,554.864 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

= 0.020 ล้าน ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

ดังนั้นปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูกถั่วเหลือง ในเดือนมกราคมถึงเมษายน จำนวน 210 ไร่ เท่ากับ 0.029 0.052 0.052 0.020 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อเดือน ตามลำดับ

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

2. ความต้องใช้น้ำด้านการอุปโภค-บริโภค

ข้อมูลที่นำมาพิจารณาในการคำนวณความต้องการใช้น้ำด้านการอุปโภค-บริโภค ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก ได้แก่ ข้อมูลจำนวนประชากร อัตราความต้องการใช้น้ำรายวัน นำมารวบรวมและวิเคราะห์ดังแสดงในตาราง 4.7 และ 4.8 ตามลำดับ

ตาราง 4.7 ปริมาณความต้องการใช้น้ำอุปโภค-บริโภค อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

ตำบล	หมู่ที่	หมู่บ้าน	จำนวนประชากร (คน)	ปริมาณความต้องการใช้น้ำ(ลิตร/วัน)	ปริมาณความต้องการใช้น้ำ (ลบ.ม./เดือน)
1. ห้องแซง	1	ห้องแซง	542	120	1,951.200
	5	ห้องแซง	565	120	2,034.000
	12	โพธิ์ทอง	466	120	1,677.600
2. สามัคคี	3	ไทยเจริญ	390	120	1,404.000
	7	แสงสุวรรณ	345	120	1,242.000
	9	นาเซ	225	120	810.000
	10	นาจาน	487	120	1,753.200
	12	โคกวิไล	624	120	2,246.400
	15	หวาย	576	120	2,073.600
	รวม		4,220		15,192.000

หมายเหตุ อัตราการใช้น้ำของประชากรในเขตเมืองและนอกเมืองจะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามจำนวนประชากรโดยกำหนด จำนวนประชากรจำนวนเริ่มตั้งแต่ 3,000 คน ใช้น้ำในอัตรา 120 ลิตรต่อคนต่อวัน และ เพิ่มประชากรมากกว่า 50,000 คน ใช้น้ำในอัตรา 300 ลิตรต่อคนต่อวัน

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

ตาราง 4.8 ปริมาณความต้องการใช้น้ำอุปโภค-บริโภค อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

ตำบล	หมู่ที่	หมู่บ้าน	จำนวนประชากร (คน)	ปริมาณความต้องการใช้น้ำ (ลิตร/วัน)	ปริมาณความต้องการใช้น้ำ (ลบ.ม./เดือน)
1. โคกสำราญ	11	หนองยางใต้	1,121	120	4,035.600
2.บุ่งค้า	2	ป่าขี้ยาง	667	120	2,401.200
	3	หนองแคน	744	120	2,678.400
	9	โคกก่อง	522	120	1,879.200
3.ไร่สีสุก จ.อำนาจเจริญ	1	ไร่สีสุก	1,024	120	3,686.400
รวม			4,078		21,639.600

หมายเหตุ อัตราการใช้น้ำของประชากรในเขตเมืองและนอกเมืองจะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามจำนวนประชากรโดยกำหนดจำนวนประชากรจำนวนเริ่มตั้งแต่ 3,000 คน ใช้น้ำในอัตรา 120 ลิตรต่อคนต่อวัน และ เพิ่มประชากรมากกว่า 50,000 คน ใช้น้ำในอัตรา 300 ลิตรต่อคนต่อวัน

ตัวอย่างการคำนวณ

จากตาราง 4.7 หมู่ 1 บ้านโคกวิไล มีจำนวนประชากรจำนวน 542 คน กำหนดให้อัตราการใช้น้ำ 120 ลิตรต่อคนต่อวัน

<u>วิธีทำ</u>

จากสมการ

อัตราความต้องการใช้น้ำด้านการอุปโภค-บริโภค (Vd) = P x Rd

โดย P คือ จำนวนประชากร (คน)

Rd คือ อัตราการใช้น้ำรายวัน (ลบ.ม./วัน)

แทนค่า

Vd = P x Rd

= [(542x 120 x 30)/1000]

= 1,951.200 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

ดังนั้นปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค หมู่ 1 บ้านโคกวิไล เท่ากับ 1,951.200 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน หรือ 0.002 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

3. ความต้องใช้น้ำด้านปศุสัตว์

ข้อมูลที่นำมาพิจารณาในการคำนวณความต้องการใช้น้ำด้านการปศุสัตว์ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก ได้แก่ ข้อมูลชนิดสัตว์ จำนวนสัตว์ อัตราความต้องการใช้น้ำรายวัน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ได้จากการสำรวจข้อมูลจากหน่วยงาน นำมารวบรวมและวิเคราะห์ดังแสดงในตาราง 4.9 และ 4.10 ตามลำดับ

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง 4.9 ปริมาณความต้องการใช้น้ำสัตว์แต่ละชนิด อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

ชนิด			สุกร (พื้นที่)	โค	กระบือ	แพะ	แกะ	สัตว์ปีก	ปริมาณความต้องการใช้น้ำ (ลบ.ม./เดือน)
อัตราการใช้น้ำ (ลิตร/ตัว/วัน๗รายวัน)			20	80	80	15	15	0.5	
พื้นที่			จำนวน (ตัว)						
ตำบล	หมู่	บ้าน							
ห้องแซง	1	ห้องแซง	25	128	54	-	-	-	451.800
	5	ห้องแซง	10	74	24	-	-	-	241.200
	12	โพธิ์ทอง	6	43	38	-	-	-	198.000
สามัคคี	3	ไทยเจริญ	0	45	29	32	24	-	202.800
	7	แสงสุวรรณ	30	28	47	-	-	-	198.000
บ่อปลา									136,000.000
								รวม	137,291.800

หมายเหตุ 1.จำนวนสัตว์ ที่มา รายงานจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์และปศุสัตว์ ระดับ เขต/จังหวัด/อำเภอ กรมปศุสัตว์ ณ : วันที่ 19 เดือน มิถุนายน 2560

2. อัตราการใช้น้ำรายวัน คู่มือปฏิบัติการ จัดสรรน้ำ เล่ม ๘

ตาราง 4.10 ปริมาณความต้องการใช้น้ำสัตว์แต่ละชนิด อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

ชนิด			สุกร (พื้นที่)	โค	กระบือ	แพะ	แกะ	สัตว์ปีก	ปริมาณความต้องการใช้น้ำ (ลบ.ม./เดือน)
อัตราการใช้น้ำ (ลิตร/ตัว/วัน๗รายวัน)			20	80	80	15	15	0.5	
พื้นที่			จำนวน (ตัว)						
ตำบล	หมู่	บ้าน							
โคกสำราญ	11	หนองยางใต้	-	98	47	-	22	-	357.900
บุ้งค้า	2	ป่าขี้ยาง	-	64	51	-	-	-	276.000
	3	หนองแคน	24	102	43	-	2	-	363.300
	9	โคกก่อง	3	41	52	-	-	-	225.000
ไร่สีสุก	1	ไร่สีสุก	-	32	61	-	-	-	223.200
บ่อปลา									62,000.000
รวม									63,445.400

หมายเหตุ 1.จำนวนสัตว์ ที่มา รายงานจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์และปศุสัตว์ ระดับ เขต/จังหวัด/อำเภอ กรมปศุสัตว์ ณ : วันที่ 19 เดือน มิถุนายน 2560

2. อัตราการใช้น้ำรายวัน คู่มือปฏิบัติการ จัดสรรน้ำ เล่ม ๘

ตัวอย่างการคำนวณ

จากตาราง 4.9 หมู่ 1 บ้านห้องแซง มีจำนวนโคทั้งหมด จำนวน 128 ตัว กำหนดให้อัตราการใช้น้ำ 80 ลิตรต่อตัวต่อวัน

<u>วิธีทำ</u>

จากสมการ

อัตราความต้องการใช้น้ำของโค = จำนวนวัว (ตัว) x อัตราการใช้น้ำรายวัน (ลิตร/ตัว/วัน)

= 128 X 80

= (10,240 x 30)/1,000

= 307.200 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

4. ความต้องใช้น้ำด้านรักษาระบบนิเวศน์

ในการศึกษาครั้งนี้จะคิดปริมาณน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศน์รายเดือนอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก เท่ากับ 0.004 0.006 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อเดือนตามลำดับ

จากวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการใช้น้ำในปัจจุบันอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก ทั้งการเกษตร อุปโภค-บริโภค ปศุสัตว์ ระบบนิเวศน์ สามารถสรุป ปริมาณความต้องการใช้น้ำรายเดือน ดังแสดงในตาราง 4.11

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ตาราง 4.11 ความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างเก็บน้ำกรณีน้ำปัจจุบันกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก (หน่วยล้านลูกบาศก์

อ่างเก็บน้ำ	ชนิดการใช้น้ำ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ห้วยลิงโจน	ด้านการเกษตร	0.652	0.571	0.296	0.303	1.640	1.432	2.135	1.872	0.994	1.070	1.391	0.887
	*ด้านการอุปโภค-บริโภค	0.515	0.515	0.515	0.515	0.515	0.515	0.515	0.515	0.515	0.515	0.515	0.515
	ด้านปศุสัตว์	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137
	รักษาระบบนิเวศท้ายน้ำ	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
ห้วยสะแบก	ด้านการเกษตร	0.638	0.522	0.303	0.246	2.036	1.785	2.647	2.304	1.228	0.123	0.380	0.594
	ด้านการอุปโภค-บริโภค	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
	ด้านปศุสัตว์	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063
	รักษาระบบนิเวศท้ายน้ำ	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006

หมายเหตุ * การประปาเลิงนกทาขอใช้น้ำต้นทุนจากอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน 500,000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

4.1.2 ผลการประมาณความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกกรณีใช้กระบวนการมีส่วนร่วม

ผลความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกกรณีใช้กระบวนการมีส่วนร่วม เป็นการประมาณความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกโดยกระบวนการมีส่วนร่วม ในที่นี้ ได้ผลจากการสำรวจเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างประชากรกลุ่มผู้ใช้น้ำในพื้นที่ศึกษา โดยข้อมูลที่ได้จากการตอบกลับแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้ ความถี่และค่าร้อยละของแบบสอบถามส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ตาราง 4.12 จำนวนร้อยละเกี่ยวกับสถานภาพของผู้กลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม	**ความถี่ (N= 98)**	**ร้อยละ**
1. เพศ		
1.1 ชาย	52	53.1
1.2 หญิง	46	46.9
2. อายุ		
2.1 ต่ำกว่า 20 ปี	4	4.1
2.2 21-30 ปี	21	21.4
2.3 31-40 ปี	42	42.9
2.4 41-50 ปี	28	28.6
2.5 มากกว่า 50 ปี	3	3.1
3. ระดับการศึกษา		
3.1 ประถมศึกษา	25	25.5
3.2 มัธยมต้น	21	21.4
3.3 มัธยมปลาย	43	43.9
3.4 ปริญญาตรี	8	8.2
3.5 สูงกว่าปริญญาตรี	1	1.0

ตาราง 4.12 จำนวนร้อยละเกี่ยวกับสถานภาพของผู้กลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน (ต่อ)

สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม	ความถี่ (N=98)	ร้อยละ
4. อาชีพ		
4.1 รับราชการ	11	11.2
4.2 เอกชน/รัฐวิสาหกิจ	3	3.1
4.3 นักเรียน/นักศึกษา	15	15.3
4.4 ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	14	14.3
4.5 เกษตรกรรม	54	55.1
4.6 อื่น ๆ	1	1.0
5. ตำแหน่งปัจจุบัน		
5.1 ประธานกลุ่มผู้ใช้น้ำ	1	1.0
5.2 คณะกรรมการกลุ่มผู้ใช้น้ำ	12	12.2
5.3 สมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำ	85	86.7
5.4 อื่นๆ (ระบุ)	5	5.1
6. ตำแหน่งคลองส่งน้ำที่ท่านใช้		
6.1 ใกล้กับอ่างเก็บน้ำ	37	37.8
6.2 ไกลจากอ่างเก็บน้ำ	61	62.2
7. ผู้กรอกข้อมูล		
7.1 ห้องแซง หมู่1	13	12.8
7.2 ห้องแซง หมู่5	13	13.3
7.3 โพธิ์ทอง	11	11.0
7.4 ไทยเจริญ	9	9.2
7.5 แสงสุวรรณ	8	8.1
7.6 นาเซ	5	5.3
7.7 นาจาน	11	11.5
7.8 โคกวิไล	14	14.7
7.9 หวาย	13	13.6

ตาราง 4.12 จำนวนร้อยละเกี่ยวกับสถานภาพของผู้กลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน (ต่อ)

สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม	ความถี่ (N=98)	ร้อยละ
8. แหล่งน้ำหลักที่ใช้ทางการเกษตร		
8.1 น้ำฝน	3	3.1
8.2 คลองชลประทาน	58	59.2
8.3 ประปา	0	0.0
8.4 บ่อบาดาล	13	13.3
8.5 อ่างเก็บน้ำ	2	2.0
8.6 สระน้ำ	15	15.3
8.7 ห้วย/หนอง	3	3.1
8.8 อื่นๆ ระบุ.....	4	4.1
9. แหล่งน้ำสำรองที่ใช้ทางการเกษตร		
9.1 น้ำฝน	23	23.5
9.2 คลองชลประทาน	2	2.0
9.3 ประปา	0	0.0
9.4 บ่อบาดาล	25	25.5
9.5 อ่างเก็บน้ำ	0	0.0
9.6 สระน้ำ	30	30.6
9.7 ห้วย/หนอง	14	14.3
9.8 อื่นๆ ระบุ.....	4	4.1
10. แหล่งน้ำหลักที่ใช้อุปโภค-บริโภค		
10.1 น้ำฝน	3	3.1
10.2 คลองชลประทาน	3	3.1
10.3 บ่อบาดาล	10	10.2
10.4 ประปา	73	74.5
10.5 อ่างเก็บน้ำ	0	0.0
10.6 สระน้ำ	0	0.0
10.7 ห้วย/หนอง	0	0.0

ตาราง 4.12 จำนวนร้อยละเกี่ยวกับสถานภาพของผู้กลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน (ต่อ)

สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม	ความถี่ (N=98)	ร้อยละ
10.8 อื่น ๆ ระบุ.....	9	9.2
11. แหล่งน้ำสำรองที่ใช้อุปโภค-บริโภค	2	2.0
11.1 น้ำฝน	57	58.2
11.2 คลองชลประทาน	16	16.3
11.3 บ่อบาดาล	5	5.1
11.4 ประปา	0	0.0
11.5 อ่างเก็บน้ำ	0	0.0
11.6 สระน้ำ	0	0.0
11.7 ห้วย/หนอง	18	18.4
11.8 อื่นๆ ระบุ.....		
12. แหล่งน้ำหลักที่ใช้ทางปศุสัตว์	0	0.0
12.1 น้ำฝน	13	13.3
12.2 คลองชลประทาน	0	0.0
12.3 ประปา	11	11.2
12.4 บ่อบาดาล	0	0.0
12.5 อ่างเก็บน้ำ	26	26.5
12.6 สระน้ำ	48	49.0
12.7 ห้วย/หนอง	0	0.0
12.8 อื่นๆ ระบุ.....		
13. แหล่งน้ำสำรองที่ใช้ทางปศุสัตว์		
13.1 น้ำฝน	14	14.3
13.2 คลองชลประทาน	9	9.2
13.3 ประปา	2	2.0
13.4 บ่อบาดาล	41	41.8
13.5 อ่างเก็บน้ำ	14	14.3
13.6 สระน้ำ	11	11.2

ตาราง 4.12 จำนวนร้อยละเกี่ยวกับสถานภาพของผู้กลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน (ต่อ)

สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม	ความถี่ (N=98)	ร้อยละ
13.8 อื่นๆ ระบุ.....	0	0.0
13.7 ห้วย/หนอง	7	7.1
14. พื้นที่การเกษตรไกลแหล่งน้ำ		
14.1 ใช่	65	66.3
14.2 ไม่ใช่	33	33.7
15. คุณภาพน้ำอุปโภค-บริโภค		
15.1 สะอาด	78	79.6
15.2 สกปรก	20	20.4

จากตาราง 4.12 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุระหว่าง 31-40 ปี ระดับการศึกษา มัธยมปลาย อาชีพเกษตรกรรม เป็นสมาชิกกลุ่มใช้น้ำ ตำแหน่งคลองส่งน้ำอยู่ไกลจากบริเวณที่ใช้น้ำ ผู้กรอกข้อมูลส่วนใหญ่กระจายในหมู่บ้านต่าง ๆ ในเขตชลประทาน แหล่งน้ำหลักที่ใช้ในการเกษตรคือ คลองชลประทาน แหล่งน้ำสำรองทางการเกษตรคือ สระน้ำ ส่วนแหล่งน้ำหลักในการอุปโภค-บริโภค คือ ประปา แหล่งน้ำสำรองในการอุปโภค-บริโภค คือ คลองชลประทาน และแหล่งน้ำหลักในการปศุสัตว์ คือ ห้วย/หนอง แหล่งน้ำสำรองในการปศุสัตว์ คือ บ่อบาดาล พื้นที่การเกษตรไกลจากแหล่งน้ำ คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำสะอาด

ตาราง 4.13 จำนวนร้อยละเกี่ยวกับสถานภาพของผู้กลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม	ความถี่ (N=98)	ร้อยละ
1. เพศ		
1.1 ชาย	61	62.2
1.2 หญิง	37	37.8
2. อายุ		
2.1 ต่ำกว่า 20 ปี	0	0.0
2.2 21-30 ปี	21	21.4
2.3 31-40 ปี	46	46.9
2.4 41-50 ปี	25	25.5
2.5 มากกว่า 50 ปี	6	6.1
3. ระดับการศึกษา		
3.1 ประถมศึกษา	51	52.0
3.2 มัธยมต้น	18	18.4
3.3 มัธยมปลาย	20	20.4
3.4 ปริญญาตรี	7	7.1
3.5 สูงกว่าปริญญาตรี	2	2.0
4. อาชีพ		
4.1 รับราชการ	16	16.3
4.2 เอกชน/รัฐวิสาหกิจ	1	1.0
4.3 นักเรียน/นักศึกษา	6	6.1
4.4 ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	16	16.3
4.5 เกษตร	59	60.2
4.6 อื่น ๆ	0	0.00

ตาราง 4.13 จำนวนร้อยละเกี่ยวกับสถานภาพของผู้กลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก (ต่อ)

สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม	ความถี่ (N=98)	ร้อยละ
5. ตำแหน่งปัจจุบัน		
5.1 ประธานกลุ่มผู้ใช้น้ำ	1	1.0
5.2 คณะกรรมการกลุ่มผู้ใช้น้ำ	17	17.3
5.3 สมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำ	80	81.6
5.4 อื่นๆ (ระบุ)	2	2.0
6. ตำแหน่งคลองส่งน้ำที่ท่านใช้		
6.1 ใกล้กับอ่างเก็บน้ำ	21	21.4
6.2 ไกลจากอ่างเก็บน้ำ	77	78.6
7. ผู้กรอกข้อมูล		
7.1 หนองยางใต้	27	27.6
7.2 ป่าขี้ยาง	16	16.3
7.3 หนองแคน	18	18.4
7.4 โคกก่อง	12	12.2
7.5 ไร่สีสุก หมู่1 จ.อำนาจเจริญ	25	25.5
8. แหล่งน้ำหลักที่ใช้ทางการเกษตร		
8.1 น้ำฝน	6	6.1
8.2 คลองชลประทาน	63	64.3
8.3 บ่อบาดาล	10	10.2
8.4 ประปา	0	0.0
8.5 อ่างเก็บน้ำ	0	0.0
8.6 สระน้ำ	11	11.2
8.7 ห้วย/หนอง	8	8.2
8.8 อื่นๆ ระบุ.....	0	0.0

ตาราง 4.13 จำนวนร้อยละเกี่ยวกับสถานภาพของผู้กลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก (ต่อ)

สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม	ความถี่ (N=98)	ร้อยละ
9. แหล่งน้ำสำรองที่ใช้ทางการเกษตร		
9.1 น้ำฝน	13	13.3
9.2 คลองชลประทาน	3	3.1
9.3 บ่อบาดาล	29	29.6
9.4 ประปา	0	0.0
9.5 อ่างเก็บน้ำ	0	0.0
9.6 สระน้ำ	33	33.7
9.7 ห้วย/หนอง	18	18.4
9.8 อื่นๆ ระบุ.....	2	2.0
10. แหล่งน้ำหลักที่ใช้อุปโภค-บริโภค		
10.1 น้ำฝน	2	2.0
10.2 คลองชลประทาน	4	4.1
10.3 บ่อบาดาล	15	15.3
10.4 ประปา	66	67.3
10.5 สระน้ำ	0	0.0
10.6 อ่างเก็บน้ำ	0	0.0
10.7 ห้วย/หนอง	0	0.0
10.8 อื่นๆ ระบุ.....	11	11.2
11. แหล่งน้ำสำรองที่ใช้อุปโภค-บริโภค		
11.1 น้ำฝน	3	3.1
11.2 คลองชลประทาน	28	28.6
11.3 บ่อบาดาล	5	5.1
11.4 ประปา	29	29.6
11.5 สระน้ำ	0	0.0
11.6 อ่างเก็บน้ำ	0	0.0
11.7 ห้วย/หนอง	0	0.0

ตาราง 4.13 จำนวนร้อยละเกี่ยวกับสถานภาพของผู้กลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก (ต่อ)

สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม	ความถี่ (N=98)	ร้อยละ
11.8 อื่นๆ ระบุ.....	33	33.7
12. แหล่งน้ำหลักที่ใช้ทางปศุสัตว์		
12.1 น้ำฝน	0	0.0
12.2 คลองชลประทาน	16	16.3
12.3 ประปา	0	0.0
12.4 บ่อบาดาล	13	13.3
12.5 อ่างเก็บน้ำ	0	0.0
12.6 สระน้ำ	28	28.6
12.7 ห้วย/หนอง	41	41.8
12.8 อื่นๆ ระบุ.....	0	0.0
13. แหล่งน้ำสำรองที่ใช้ทางปศุสัตว์		
13.1 น้ำฝน	12	12.2
13.2 คลองชลประทาน	13	13.3
13.3 ประปา	0	0.0
13.4 บ่อบาดาล	47	48.0
13.5 อ่างเก็บน้ำ	10	10.2
13.6 สระน้ำ	8	8.2
13.7 ห้วย/หนอง	5	5.1
13.8 อื่นๆ ระบุ.....	3	3.1
14. พื้นที่การเกษตรไกลแหล่งน้ำ		
14.1 ใช่	77	78.6
14.2 ไม่ใช่	21	21.4
15. คุณภาพน้ำอุปโภค-บริโภค		
15.1 สะอาด	89	90.8
15.2 สกปรก	9	9.2

จากตาราง 4.13 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุระหว่าง 31-40 ปี ระดับการศึกษา ประถมศึกษา อาชีพเกษตรกรรม เป็นสมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำ ตำแหน่งคลองส่งน้ำอยู่ไกลจากบริเวณที่ใช้น้ำ ผู้กรอกข้อมูลส่วนใหญ่กระจายในหมู่บ้านต่าง ๆ ในเขตชลประทาน แหล่งน้ำหลักที่ใช้ในการเกษตรคือ คลองชลประทาน แหล่งน้ำสำรองทางการเกษตรคือ สระน้ำ ส่วนแหล่งน้ำหลักในการอุปโภค-บริโภค คือ ประปา แหล่งน้ำสำรองในการอุปโภค-บริโภค คือ บ่อบาดาล และแหล่งน้ำหลักในการปศุสัตว์ คือ ห้วย/หนอง แหล่งน้ำสำรองในการปศุสัตว์ คือ บ่อบาดาล พื้นที่การเกษตรไกลจากแหล่งน้ำ คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำสะอาด

ความถี่และค่าร้อยละของแบบสอบถามส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับระดับความต้องการใช้น้ำรายเดือนโดยกระบวนการมีส่วนร่วมบริหารจัดการน้ำของเกษตรกรกลุ่มผู้ใช้น้ำ

ตาราง 4.14 ความถี่และค่าร้อยละ ระดับความต้องการใช้น้ำด้านการเกษตรรายเดือนโดยกระบวนการมีส่วนร่วมบริหารจัดการน้ำของเกษตรกรกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

เดือน	**ความต้องการใช้น้ำ**				**ระดับความต้องการใช้น้ำ**
	ขาด		**เกิน**		
	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	
1. มกราคม	4.60	0.00	0.00	0.00	เพิ่ม 20%
2. กุมภาพันธ์	4.66	0.00	0.00	0.00	เพิ่ม 20%
3. มีนาคม	4.20	0.00	0.00	0.00	เพิ่ม 15%
4. เมษายน	4.35	0.00	0.00	0.00	เพิ่ม 15%
5. พฤษภาคม	2.33	0.28	1.59	0.27	เพิ่ม 5%
6. มิถุนายน	2.49	0.28	1.58	0.27	เพิ่ม 5%
7. กรกฎาคม	2.50	0.28	1.60	0.27	เพิ่ม 5%
8. สิงหาคม	0.68	0.17	1.39	0.17	คงที่
9. กันยายน	0.94	0.17	1.21	0.17	คงที่
10. ตุลาคม	4.59	0.00	0.00	0.00	เพิ่ม 20%
11. พฤศจิกายน	4.56	0.00	0.00	0.00	เพิ่ม 20%
12. ธันวาคม	4.65	0.00	0.00	0.00	เพิ่ม 20%
รวม	**3.38**	**0.46**	**0.61**	**0.10**	**เพิ่ม**

จากตาราง 4.14 พบว่า โดยภาพรวม ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนมีความต้องการเพิ่มปริมาณความต้องการใช้น้ำ ($\bar{x}$ =3.38) เพิ่มจากความต้องการใช้น้ำปกติเป็นร้อยละ 20 ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์และช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม ส่วนช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม ผู้ตอบแบบสอบถามมีความต้องการเพิ่มปริมาณความต้องการใช้น้ำ โดยเพิ่มจากความต้องการใช้น้ำปกติเป็นร้อยละ 5 จากปริมาณความต้องการใช้น้ำปกติ ส่วนเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายนไม่มีการเพิ่มหรือลดปริมาณน้ำความต้องการใช้น้ำ

ตาราง 4.15 ความถี่และค่าร้อยละ ระดับความต้องการใช้น้ำด้านการเกษตรรายเดือนโดยกระบวนการมีส่วนร่วมบริหารจัดการน้ำของเกษตรกรกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

เดือน	ความต้องการใช้น้ำ				ระดับความต้องการใช้น้ำ
	ขาด		เกิน		
	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	
มกราคม	4.07	0.00	0.00	0.00	เพิ่ม 15%
กุมภาพันธ์	4.07	0.00	0.00	0.00	เพิ่ม 15%
มีนาคม	4.07	0.00	0.00	0.00	เพิ่ม 15%
เมษายน	4.07	0.00	0.00	0.00	เพิ่ม 15%
พฤษภาคม	0.85	0.40	3.38	0.45	ลด 10%
มิถุนายน	0.12	0.39	3.57	0.44	ลด 15%
กรกฎาคม	0.08	0.39	3.56	0.44	ลด 15%
สิงหาคม	0.18	0.38	3.34	0.43	ลด 15%
กันยายน	0.18	0.38	3.41	0.43	ลด 10%
ตุลาคม	3.14	0.21	0.79	0.19	เพิ่ม 15%
พฤศจิกายน	3.54	0.13	0.26	0.11	เพิ่ม 15%
ธันวาคม	3.66	0.00	0.00	0.00	เพิ่ม 15%
รวม	**2.34**	**0.19**	**1.53**	**0.17**	**เพิ่ม**

จากตาราง 4.15 พบว่า ภาพรวมผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกมีความต้องการเพิ่มปริมาณความต้องการใช้น้ำช่วงเดือน มกราคมถึงเมษายนและช่วงเดือน

ตุลาคมถึงเดือนธันวาคม โดยเพิ่มจากปริมาณความต้องการใช้น้ำปกติร้อยละ 15 และต้องการลดปริมาณความต้องการใช้น้ำลงร้อยละ 10 ในเดือนพฤษภาคมและเดือนกันยายน ส่วนในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงกาคมต้องการลดปริมาณความต้องการใช้น้ำลงร้อยละ 15 จากความต้องการใช้น้ำปกติ

ตาราง 4.16 ความถี่และค่าร้อยละ ระดับความต้องการใช้น้ำด้านอุปโภค-บริโภครายเดือนโดยกระบวนการมีส่วนร่วมบริหารจัดการน้ำของเกษตรกรกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

เดือน	ความต้องการใช้น้ำ				ระดับความต้องการใช้น้ำ
	ขาด		เกิน		
	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	
มกราคม	0.59	0.130	1.01	0.208	0%
กุมภาพันธ์	0.59	0.130	1.01	0.208	0%
มีนาคม	0.59	0.130	1.01	0.208	0%
เมษายน	0.59	0.130	0.00	0.00	0%
พฤษภาคม	0.00	0.00	0.00	0.00	0%
มิถุนายน	0.00	0.00	0.00	0.00	0%
กรกฎาคม	0.00	0.00	0.00	0.00	0%
สิงหาคม	0.00	0.00	0.00	0.00	0%
กันยายน	0.00	0.00	0.00	0.00	0%
ตุลาคม	0.00	0.00	0.00	0.00	0%
พฤศจิกายน	0.00	0.00	0.00	0.00	0%
ธันวาคม	0.00	0.00	0.00	0.00	0%
รวม	0.20	0.04	0.25	0.05	คงที่

จากตาราง 4.16 พบว่า ภาพรวมผู้ตอบแบบสอบถามในพื้นที่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนส่วนใหญ่ไม่มีความต้องการเพิ่มและลดปริมาณความต้องการใช้น้ำ จากปริมาณความต้องการใช้น้ำแบบปกติ

ตาราง 4.17 ความถี่และค่าร้อยละ ระดับความต้องการใช้น้ำด้านอุปโภค-บริโภครายเดือนโดยกระบวนการมีส่วนร่วมบริหารจัดการน้ำของเกษตรกรกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

เดือน	ความต้องการใช้น้ำ				ระดับความต้องการใช้น้ำ
	ขาด		เกิน		
	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	
มกราคม	0.00	0.00	0.00	0.00	0%
กุมภาพันธ์	0.00	0.00	0.00	0.00	0%
มีนาคม	0.00	0.00	0.04	0.03	0%
เมษายน	0.01	0.01	0.01	0.01	0%
พฤษภาคม	0.00	0.00	0.02	0.02	0%
มิถุนายน	0.02	0.01	0.04	0.03	0%
กรกฎาคม	0.01	0.01	0.07	0.04	0%
สิงหาคม	0.01	0.01	0.01	0.01	0%
กันยายน	0.00	0.00	0.02	0.02	0%
ตุลาคม	0.00	0.00	0.04	0.03	0%
พฤศจิกายน	0.02	0.01	0.12	0.05	0%
ธันวาคม	0.01	0.01	0.01	0.01	0%
รวม	0.00	0.00	0.03	0.02	คงที่

จากตาราง 4.17 พบว่า ภาพรวมผู้ตอบแบบสอบถามในพื้นที่อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกส่วนใหญ่ไม่มีความต้องการเพิ่มและลดปริมาณความต้องการใช้น้ำ จากปริมาณความต้องการใช้น้ำแบบปกติ

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง 4.18 ความถี่และค่าร้อยละ ระดับความต้องการใช้น้ำด้านปศุสัตว์รายเดือน โดยกระบวนการมีส่วนร่วมบริหารจัดการน้ำของเกษตรกรกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

เดือน	ความต้องการใช้น้ำ				ระดับความต้องการใช้น้ำ
	ขาด		เกิน		
	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	
มกราคม	0.73	0.15	0.00	0.00	0%
กุมภาพันธ์	0.73	0.15	0.00	0.00	0%
มีนาคม	0.40	0.11	0.00	0.00	0%
เมษายน	0.40	0.11	0.00	0.00	0%
พฤษภาคม	0.08	0.05	0.00	0.00	0%
มิถุนายน	0.12	0.05	0.00	0.00	0%
กรกฎาคม	0.00	0.00	0.00	0.00	0%
สิงหาคม	0.18	0.06	0.00	0.00	0%
กันยายน	0.18	0.06	0.00	0.00	0%
ตุลาคม	0.50	0.12	0.00	0.00	0%
พฤศจิกายน	0.31	0.10	0.00	0.00	0%
ธันวาคม	0.28	0.09	0.00	0.00	0%
รวม	**0.33**	**0.09**	**0.00**	**0.00**	**คงที่**

จากตาราง 4.18 พบว่า ภาพรวมผู้ตอบแบบสอบถามในพื้นที่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนส่วนใหญ่ไม่มีความต้องการเพิ่มและลดปริมาณความต้องการใช้น้ำ จากปริมาณความต้องการใช้น้ำแบบปกติ

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง 4. 19 ความถี่และค่าร้อยละ ระดับความต้องการใช้น้ำด้านปศุสัตว์รายเดือน โดยกระบวนการมีส่วนร่วมบริหารจัดการน้ำของเกษตรกรกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำสะแบก

เดือน	ความต้องการใช้น้ำ				ระดับความต้องการใช้น้ำ
	ขาด		เกิน		
	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	
1. มกราคม	0.00	0.00	0.00	0.00	0%
2. กุมภาพันธ์	0.00	0.00	0.00	0.00	0%
3. มีนาคม	0.00	0.00	0.00	0.00	0%
4. เมษายน	0.28	0.09	0.00	0.00	0%
5. พฤษภาคม	0.00	0.00	0.00	0.00	0%
6. มิถุนายน	0.00	0.00	0.04	0.03	0%
7. กรกฎาคม	0.00	0.00	0.00	0.00	0%
8. สิงหาคม	0.00	0.00	0.00	0.00	0%
9. กันยายน	0.00	0.00	0.00	0.00	0%
10. ตุลาคม	0.00	0.00	0.00	0.00	0%
11. พฤศจิกายน	0.00	0.00	0.00	0.00	0%
12. ธันวาคม	0.01	0.01	0.07	0.04	0%
รวม	0.02	0.00	0.00	0.00	คงที่

จากตาราง 4.19 พบว่า ภาพรวมผู้ตอบแบบสอบถามในพื้นที่อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกส่วนใหญ่ไม่มีความต้องการเพิ่มและลดปริมาณความต้องการใช้น้ำ จากปริมาณความต้องการใช้น้ำแบบปกติ

จากตาราง 4.14 ถึง 4.19 พบว่าความถี่และค่าร้อยละ ระดับความต้องการใช้น้ำรายเดือนโดยกระบวนการมีส่วนร่วมบริหารจัดการน้ำของเกษตรกรกลุ่มผู้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก สามารถสรุปได้ดังตาราง 4.20

ตาราง 4.20 ความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างเก็บน้ำกรณีมีส่วนร่วมกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก (หน่วยล้านลูกบาศก์เมตร)

อ่างเก็บน้ำ	ชนิดการใช้น้ำ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ห้วยลิงโจน	ด้านการเกษตร	0.782	0.686	0.340	0.348	1.722	1.504	2.241	1.872	0.994	1.284	1.669	1.064
	ด้านการอุปโภค-บริโภค	0.515	0.515	0.515	0.515	0.515	0.515	0.515	0.515	0.515	0.515	0.515	0.515
	ด้านปศุสัตว์	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137
ห้วยสะแบก	ด้านการเกษตร	0.734	0.600	0.348	0.283	2.341	2.052	3.045	2.649	1.412	0.141	0.437	0.683
	ด้านการอุปโภค-บริโภค	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
	ด้านปศุสัตว์	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063

ตาราง 4. 21 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับการมีส่วนร่วมส่วนบริหารจัดการน้ำของเกษตรกรกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

คำถาม	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ
ด้านการบริหารจัดการน้ำ			
1. ท่านเข้าร่วมประชุมวางแผนการใช้น้ำในแต่ละปี เพื่อทราบวัตถุประสงค์ ในการบริหารจัดการน้ำ	2.53	0.33	ปานกลาง
2. ท่านเข้าร่วมประชุมวางแผนการจัดทำข้อตกลงในการจัดสรรน้ำและส่งน้ำ	2.78	0.35	ปานกลาง
3. ท่านมีส่วนร่วมกับเจ้าหน้าที่ในการส่งน้ำเข้าสู่พื้นที่การเกษตร ให้ทันกับความต้องการใช้น้ำ	3.02	0.38	ปานกลาง
4. ท่านช่วยเหลือเจ้าหน้าที่ที่ทำการเปิดปิดน้ำตามระยะเวลา	2.43	0.30	น้อย
5. ท่านเข้าร่วมประชุม กำหนดแผนการปลูกพืชในแต่ละปี	2.48	0.32	น้อย
6. ท่านแจ้งความต้องการน้ำ ชนิดพืชที่ปลูก จำนวนพื้นที่เพาะปลูก และช่วงเวลาในการเพาะปลูก	2.50	0.32	น้อย
7. ท่านแก้ไขปัญหาการลักลอบขโมยน้ำก่อนถึงรอบรับการใช้น้ำของสมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำ	2.39	0.29	น้อย
8. ท่านแก้ไขปัญหาการจัดสรรน้ำ และความขัดแย้งในการใช้น้ำภายในกลุ่มผู้ใช้น้ำ	2.45	0.31	น้อย
9. ท่านไปศึกษาหรือเข้าร่วมกิจกรรมให้ความรู้เกษตรกรเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำและการใช้น้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด	2.45	0.31	น้อย
10. ท่านใช้น้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด	2.47	0.32	น้อย
11. ท่านประชาสัมพันธ์ กับกลุ่มผู้ใช้น้ำด้วยกันเองเพื่อสร้างความความเข้าใจในการจัดสรรน้ำไปยังพื้นที่เพาะปลูก	2.50	0.32	น้อย
12. ท่านปฏิบัติตามข้อตกลงในการใช้น้ำ	2.27	0.28	น้อย
13. ท่านแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดสรรน้ำ	2.31	0.29	น้อย

ตาราง 4.21 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับการมีส่วนร่วมส่วนบริหารจัดการน้ำของเกษตรกรกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน (ต่อ)

คำถาม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
14. ท่านแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแผนการเพาะปลูกพืช	2.32	0.29	น้อย
รวม	**2.49**	**0.31**	**น้อย**
ด้านการบำรุงรักษา			
15. ท่านดูแลรักษา คลองส่งน้ำ	2.34	0.31	น้อย
16. ท่านขุดลอกคูคลองส่งน้ำ/ การกำจัดวัชพืชหญ้าในคลองส่งน้ำ	2.35	0.30	น้อย
17. ท่านแจ้งการพัง/ชำรุด ของคลองส่งน้ำ	2.42	0.31	น้อย
18. ท่านเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจ/การแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการบำรุงรักษาระบบชลประทาน	2.44	0.31	น้อย
19. ภายในกลุ่มผู้ใช้น้ำของท่าน มีส่วนร่วมในการดูแลรักษาคูคลองส่งน้ำ	2.17	0.26	น้อย
20. ภายในกลุ่มผู้ใช้น้ำทั้งหมด มีส่วนร่วมในการดูแลรักษาคูคลองส่งน้ำ	2.44	0.31	น้อย
รวม	**2.36**	**0.30**	**น้อย**
ด้านการติดตามและประเมินผล			
21. ท่านติดตามในการประชุมการวางแผนการจัดสรรน้ำ	2.18	0.27	น้อย
22. ท่านตรวจสอบ ติดตามและประเมินผลการจัดสรรน้ำ	2.58	0.32	ปานกลาง
23. ท่านร่วมเป็นคณะกรรมการตรวจสอบการดำเนินงานกลุ่มผู้ใช้น้ำ	2.39	0.30	น้อย
24. ท่านติดตามผลการซ่อมบำรุง/รักษาคลองส่งน้ำ	2.41	0.30	น้อย
รวม	**2.39**	**0.30**	**น้อย**

จากตาราง 4.21 พบว่า การมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนโดยภาพรวมอยู่ในระดับน้อย ($\overline{X}$ = 2.41) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า

1. การมีส่วนร่วมในด้านการบริหารจัดการน้ำรวมอยู่ในระดับน้อย เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อเรียงจากน้อยไปมากได้ดังนี้ ปฏิบัติตามข้อตกลงในการใช้น้ำ แสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดสรรน้ำ แสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแผนการเพาะปลูกพืช แก้ไขปัญหาการลักลอบขโมยน้ำก่อนถึงรอบรับการใช้น้ำของสมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำ เข้าร่วมประชุม กำหนดแผนการปลูกพืชในแต่ละปี แก้ไขปัญหาการจัดสรรน้ำ และความขัดแย้งในการใช้น้ำภายในกลุ่มผู้ใช้น้ำ ไปศึกษาหรือเข้าร่วมกิจกรรมให้ความรู้เกษตรกรเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำและการใช้น้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด ใช้น้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด เข้าร่วมประชุม กำหนดแผนการปลูกพืชในแต่ละปี แจ้งความต้องการน้ำ ชนิดพืชที่ปลูก จำนวนพื้นที่เพาะปลูก และช่วงเวลาในการเพาะปลูก ประชาสัมพันธ์ กับกลุ่มผู้ใช้น้ำด้วยกันเองเพื่อสร้างความความเข้าใจในการจัดสรรน้ำไปยังพื้นที่เพาะปลูก และระดับปานกลาง พิจารณารายข้อเรียงจากน้อยไปมากได้ดังนี้ เข้าร่วมประชุมวางแผนการใช้น้ำในแต่ละปีเพื่อทราบวัตถุประสงค์ในการบริหารจัดการน้ำ เข้าร่วมประชุมวางแผนการจัดทำข้อตกลงในการจัดสรรน้ำและส่งน้ำ มีส่วนร่วมกับเจ้าหน้าที่ในการส่งน้ำเข้าสู่พื้นที่การเกษตรให้ทันกับความต้องการใช้น้ำ

2. การมีส่วนร่วมด้านการบำรุงรักษา อยู่ในระดับน้อย เมื่อพิจารณารายข้อเรียงจากน้อยไปมากได้ดังนี้ กลุ่มผู้ใช้น้ำของท่าน มีส่วนร่วมในการดูแลรักษาคูคลองส่งน้ำ ดูแลรักษา คลองส่งน้ำ ขุดลอกคูคลองส่งน้ำ/ การกำจัดวัชพืช หญ้า ในคลองส่งน้ำ แจ้งการพัง/ชำรุด ของคลองส่งน้ำ เผยแพร่ความรู้ความเข้าใจ/การแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการบำรุงรักษาระบบชลประทาน กลุ่มผู้ใช้น้ำทั้งหมด มีส่วนร่วมในการดูแลรักษาคูคลองส่งน้ำ

3. การมีส่วนร่วมด้านการติดตามและประเมินผล อยู่ในระดับน้อย เมื่อพิจารณารายข้อเรียงจากน้อยไปมากได้ดังนี้ ติดตามในการประชุมการวางแผนการจัดสรรน้ำ ร่วมเป็นคณะกรรมการตรวจสอบการดำเนินงานกลุ่มผู้ใช้น้ำ ติดตามผลการซ่อมบำรุง/รักษาคลองส่งน้ำ ตรวจสอบ ติดตามและประเมินผลการจัดสรรน้ำ

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ตาราง 4. 22 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับการมีส่วนร่วมส่วนบริหารจัดการน้ำของเกษตรกรกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

คำถาม	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ
ด้านการบริหารจัดการน้ำ			
1. ท่านเข้าร่วมประชุมวางแผนการใช้น้ำในแต่ละปี เพื่อทราบวัตถุประสงค์ ในการบริหารจัดการน้ำ	4.27	0.54	มาก
2. ท่านเข้าร่วมประชุมวางแผนการจัดทำข้อตกลงในการจัดสรรน้ำและส่งน้ำ	4.17	0.53	มาก
3. ท่านมีส่วนร่วมกับเจ้าหน้าที่ในการส่งน้ำเข้าสู่พื้นที่การเกษตร ให้ทันกับความต้องการใช้น้ำ	3.52	0.44	มาก
4. ท่านช่วยเหลือเจ้าหน้าที่ที่ทำการเปิดปิดน้ำตามระยะเวลา	3.33	0.41	ปานกลาง
5. ท่านเข้าร่วมประชุม กำหนดแผนการปลูกพืชในแต่ละปี	4.09	0.52	มาก
6. ท่านแจ้งความต้องการน้ำ ชนิดพืชที่ปลูก จำนวนพื้นที่เพาะปลูก และช่วงเวลาในการเพาะปลูก	4.13	0.52	มาก
7. ท่านแก้ไขปัญหาการลักลอบขโมยน้ำก่อนถึงรอบรับการใช้น้ำของสมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำ	3.77	0.46	มาก
8. ท่านแก้ไขปัญหาการจัดสรรน้ำ และความขัดแย้งในการใช้น้ำภายในกลุ่มผู้ใช้น้ำ	3.98	0.50	มาก
9. ท่านไปศึกษาหรือเข้าร่วมกิจกรรมให้ความรู้เกษตรกรเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำและการใช้น้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด	4.15	0.52	มาก
10. ท่านใช้น้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด	3.86	0.48	มาก
11. ท่านประชาสัมพันธ์ กับกลุ่มผู้ใช้น้ำด้วยกันเองเพื่อสร้างความความเข้าใจในการจัดสรรน้ำไปยังพื้นที่เพาะปลูก	3.89	0.48	มาก
12. ท่านปฏิบัติตามข้อตกลงในการใช้น้ำ	3.87	0.49	มาก
13. ท่านแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดสรรน้ำ	4.14	0.52	มาก
14. ท่านแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแผนการเพาะปลูกพืช	4.08	0.51	มาก
รวม	3.95	0.49	มาก

ตาราง 4.22 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับการมีส่วนร่วมส่วนบริหารจัดการน้ำของเกษตรกรกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก (ต่อ)

คำถาม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
ด้านการบำรุงรักษา			
15. ท่านดูแลรักษา คลองส่งน้ำ	3.67	0.46	มาก
16. ท่านขุดลอกคูคลองส่งน้ำ/ การกำจัดวัชพืชหญ้าในคลองส่งน้ำ	4.02	0.51	มาก
17. ท่านแจ้งการพัง/ชำรุด ของคลองส่งน้ำ	3.61	0.45	มาก
18. ท่านเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจ/การแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการบำรุงรักษาระบบชลประทาน	3.37	0.42	ปานกลาง
19. ภายในกลุ่มผู้ใช้น้ำของท่าน มีส่วนร่วมในการดูแลรักษาคุคลองน้ำ	3.60	0.45	มาก
20. ภายในกลุ่มผู้ใช้น้ำทั้งหมด มีส่วนร่วมในการดูแลรักษาคูคลองส่งน้ำ	3.89	0.49	มาก
รวม	3.69	0.46	มาก
ด้านการติดตามและประเมินผล			
21. ท่านติดตามในการประชุมการวางแผนการจัดสรรน้ำ	3.60	0.44	มาก
22. ท่านตรวจสอบ ติดตามและประเมินผลการจัดสรรน้ำ	3.82	0.48	มาก
23. ท่านร่วมเป็นคณะกรรมการตรวจสอบการดำเนินงานกลุ่มผู้ใช้น้ำ	3.96	0.50	มาก
24. ท่านติดตามผลการซ่อมบำรุง/รักษาคลองส่งน้ำ	3.74	0.48	มาก
รวม	3.78	0.47	มาก

จากตาราง 4.22 พบว่า การมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.81) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า

1. การมีส่วนร่วมภาพรวมในด้านการบริหารจัดการน้ำรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.95) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อเรียงจากน้อยไปมากได้ดังนี้ มีส่วนร่วมช่วยเหลือเจ้าหน้าที่ที่ทำการเปิดปิดน้ำตามระยะเวลา ในระดับปานกลาง และมีส่วนร่วมกับเจ้าหน้าที่ในการส่งน้ำเข้าสู่พื้นที่การเกษตร ให้ทันกับความต้องการใช้น้ำ แก้ไขปัญหาการลักลอบขโมยน้ำก่อนถึงรอบรับการใช้น้ำของสมาชิกกลุ่ม

ผู้ใช้น้ำ ปฏิบัติตามข้อตกลงในการใช้น้ำ ประชาสัมพันธ์ กับกลุ่มผู้ใช้น้ำด้วยกันเองเพื่อสร้างความความเข้าใจในการจัดสรรน้ำไปยังพื้นที่เพาะปลูก แก้ไขปัญหาการจัดสรรน้ำ และความขัดแย้งในการใช้น้ำภายในกลุ่มผู้ใช้น้ำ แสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแผนการเพาะปลูกพืช เข้าร่วมประชุมกำหนดแผนการปลูกพืชในแต่ละปี แจ้งความต้องการน้ำชนิดพืชที่ปลูกจำนวนพื้นที่เพาะปลูกและช่วงเวลาในการเพาะปลูก แสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดสรรน้ำ ไปศึกษาหรือเข้าร่วมกิจกรรมให้ความรู้เกษตรกรเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำและการใช้น้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด เข้าร่วมประชุมวางแผนการจัดทำข้อตกลงในการจัดสรรน้ำและส่งน้ำ เข้าร่วมประชุมวางแผนการใช้น้ำในแต่ละปี เพื่อทราบวัตถุประสงค์ ในการบริหารจัดการน้ำ

2. การมีส่วนร่วมด้านการบำรุงรักษา อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.69) เมื่อพิจารณารายข้อเรียงจากน้อยไปมากได้ดังนี้ มีส่วนร่วมเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจ/การแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการบำรุงรักษาระบบชลประทานระดับปานกลาง และกลุ่มผู้ใช้น้ำของท่าน มีส่วนร่วมในการดูแลรักษาคูคลองส่งน้ำ ดูแลรักษาคลองส่งน้ำ แจ้งการพัง/ชำรุด ของคลองส่งน้ำ ดูแลรักษาคลองส่งน้ำ กลุ่มผู้ใช้น้ำทั้งหมดมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาคูคลองส่งน้ำ ขุดลอกคูคลองส่งน้ำ/การกำจัดวัชพืช หญ้า ในคลองส่งน้ำ

3. การมีส่วนร่วมด้านการติดตามและประเมินผล อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.78) เมื่อพิจารณารายข้อเรียงจากน้อยไปมากได้ดังนี้ ติดตามผลการซ่อมบำรุง/รักษาคลองส่งน้ำ ติดตามในการประชุมการวางแผนการจัดสรรน้ำ ตรวจสอบ ติดตามและประเมินผลการจัดสรรน้ำ ร่วมเป็นคณะกรรมการตรวจสอบการดำเนินงานกลุ่มผู้ใช้น้ำ

4. ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

4.1 เกษตรกรกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

1. อยากให้มีการปรับเปลี่ยนองค์กรกลุ่มผู้ใช้น้ำใหม่

2. ควรมีการจัดกิจกรรมระหว่างองค์กรกลุ่มผู้ใช้น้ำร่วมกับกลุ่มผู้ใช้น้ำเพื่อเชื่อมสัมพันธ์และเข้าถึงการบริหารงาน

3. ควรจัดสรรน้ำให้ตรงต่อความต้องการในช่วงฤดูเพาะปลูก

4. ประชาสัมพันธ์และรงณรงค์ให้ความรู้แก่คนในชุมชนให้ช่วยกันดูแลคลองส่งน้ำให้มีความพร้อมในการใช้งานเสมอ

5. ควรดำเนินงานแก้ไขการจัดส่งน้ำให้รวดเร็ว

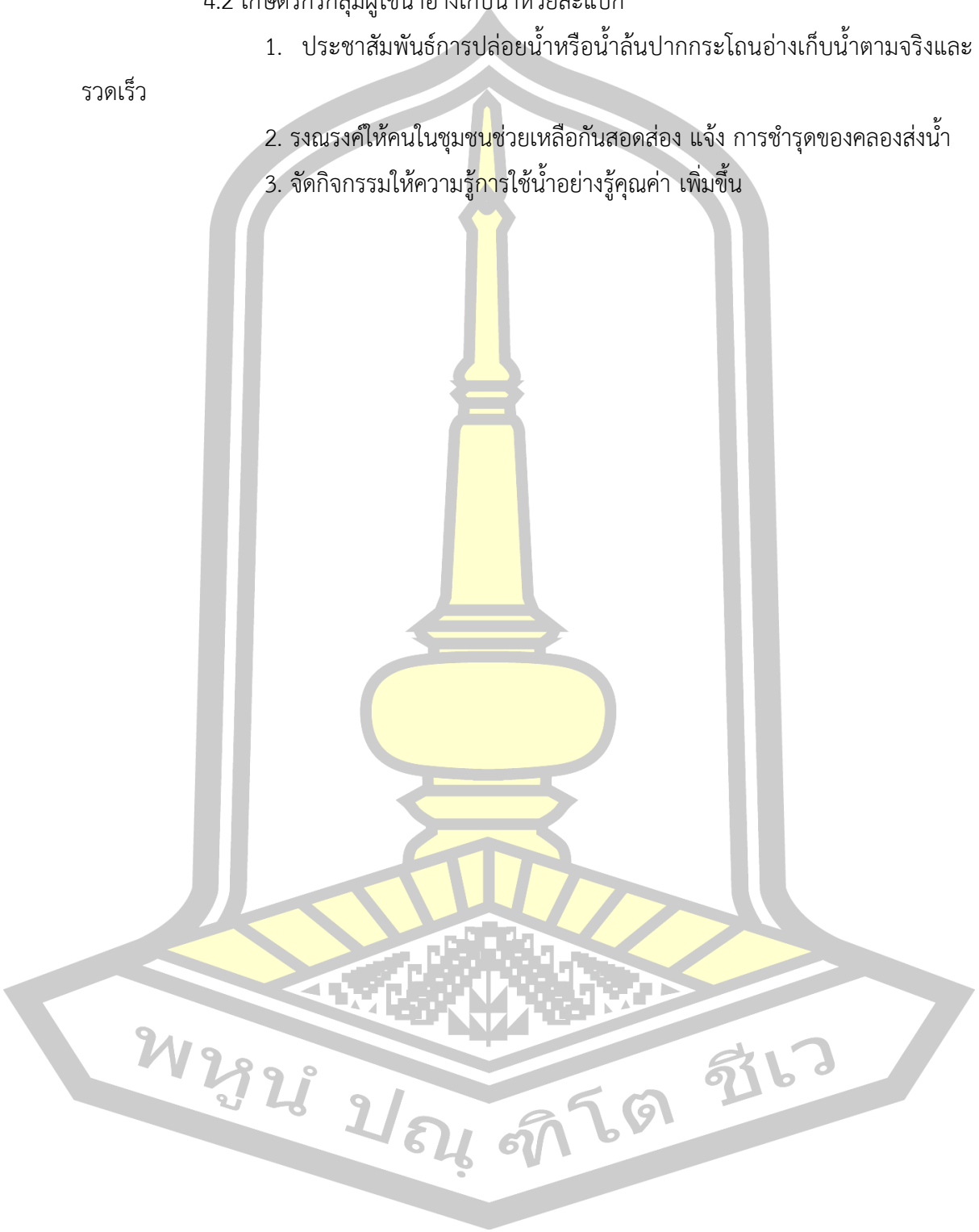
6. ควรมีการจัดการกับการลักลอบใช้น้ำในคลองส่งน้ำ เนื่องจากคนที่อยู่ท้ายน้ำไม่ได้รับน้ำ

7. ควรมีการตั้งกฎกติกา ของกลุ่มผู้ใช้น้ำในการใช้น้ำอย่างชัดเจน

8. รูปแบบการบริหารงานขององค์กรกลุ่มผู้ใช้น้ำควรมีความชัดเจน

4.2 เกษตรกรกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

1. ประชาสัมพันธ์การปล่อยน้ำหรือน้ำล้นปากกระโถนอ่างเก็บน้ำตามจริงและรวดเร็ว
2. รงณรงค์ให้คนในชุมชนช่วยเหลือกันสอดส่อง แจ้ง การชำรุดของคลองส่งน้ำ
3. จัดกิจกรรมให้ความรู้การใช้น้ำอย่างรู้คุณค่า เพิ่มขึ้น



4.2 ผลการศึกษาโค้งควบคุมอ่างเก็บน้ำที่เหมาะสมที่พัฒนาด้วยเทคนิค Genetic Programming

โค้งควบคุมปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำที่สร้างจากเทคนิค Genetic Programming (GP) เชื่อมต่อกับแบบจำลองสมดุลอ่างเก็บน้ำ รายละเอียดในการค้นหามีดังต่อไปนี้

1. กรณีปริมาณน้ำท่ารายเดือนในอดีต โดยแบ่งออกเป็น

1.1 อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

1.1.1 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนในอดีต 24 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2537- 2560 ร่วมกับความต้องการใช้น้ำปัจจุบัน

1.1.2 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนในอดีต 24 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2537- 2560 ร่วมกับความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม

1.2 อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

1.2.1 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนในอดีต 22 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2539- 2560 ร่วมกับความต้องการใช้น้ำปัจจุบัน

1.2.2 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนในอดีต 22 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2539- 2560 ร่วมกับความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม

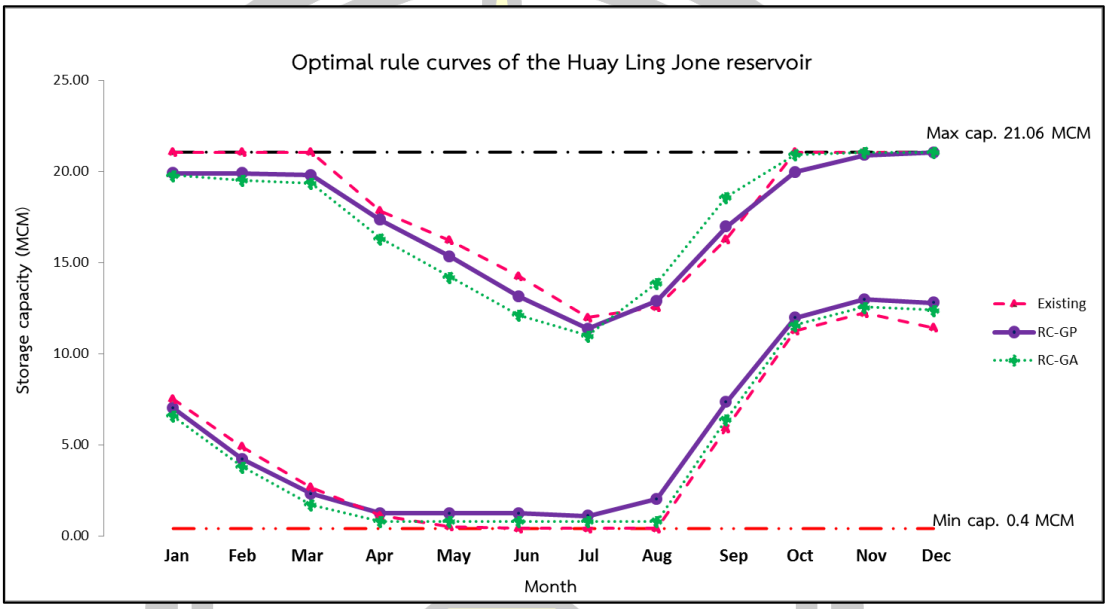
2. ฟังก์ชั่นวัตถุของการค้นหาโค้งปฏิบัติการเก็บน้ำ

การกำหนดฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ของการค้นหา โดยกำหนดตามสถานการณ์ปัจจุบันที่เกิดขึ้นภายในอ่างเก็บน้ำ โดยกำหนดให้อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก มีฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ของการค้นหาคือ น้ำขาดแคลนเฉลี่ยน้อยที่สุด

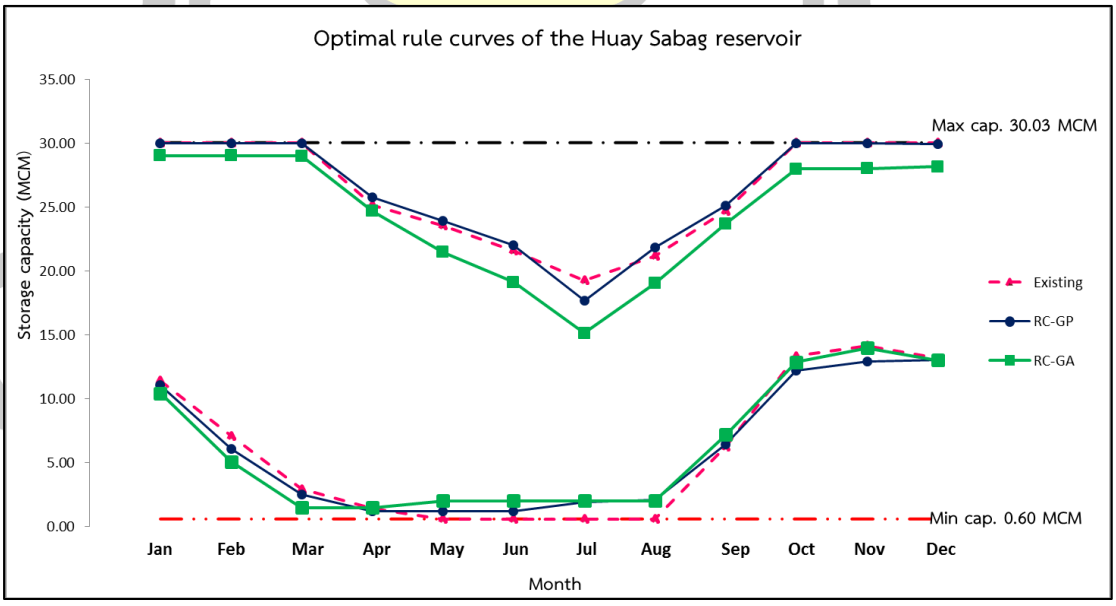
รายละเอียดผลการโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำดังแสดงในหัวข้อถัดไป

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

4.2.1 โค้งควบคุมปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก กรณีความต้องการใช้น้ำปัจจุบัน (ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ : น้ำขาดแคลนเฉลี่ยน้อยที่สุด) ดังแสดงในรูปที่ 4.1 และ 4.2



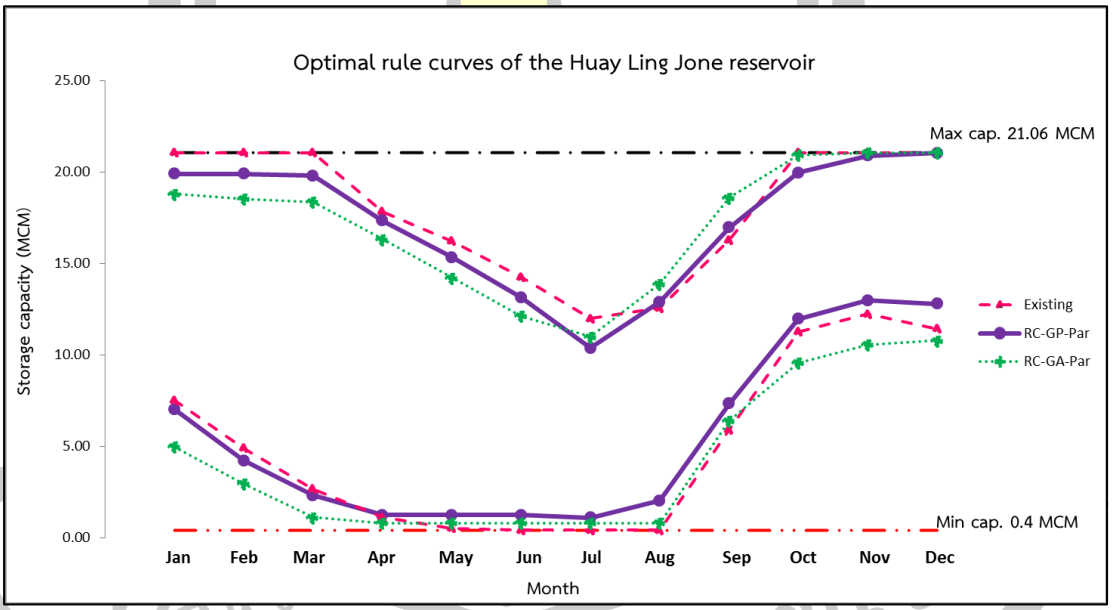
ภาพประกอบ 4.1 โค้งควบคุมที่เหมาะสมของอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน
(กรณีความต้องการใช้น้ำปัจจุบัน)



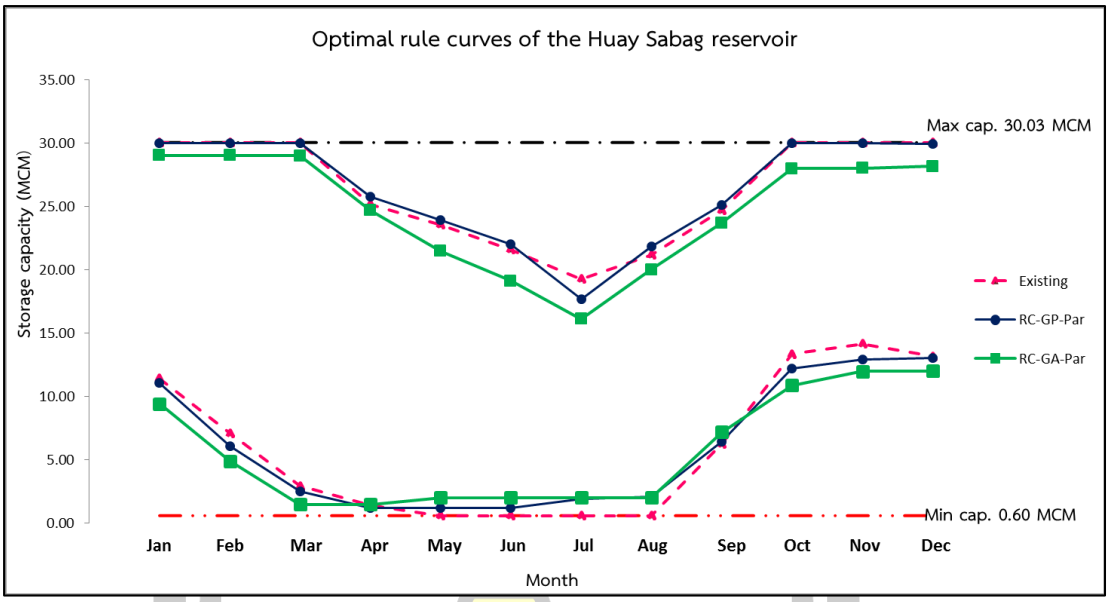
ภาพประกอบ 4.2 โค้งควบคุมที่เหมาะสมของอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก
(กรณีความต้องการใช้น้ำปัจจุบัน)

จากภาพประกอบ 4.1 และ 4.2 พบว่า โค้งควบคุมใหม่ตามฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ที่ได้มีลักษณะรูปร่างคล้ายกับโค้งควบคุมเดิมและโค้งควบคุมวิธีเจเนติกอัลกอริทึม กล่าวคือ โค้งควบคุมใหม่เส้นบนจะมีลักษณะลู่ไปตามเส้นโค้งควบคุมเดิม แต่ระดับเส้นกราฟมีลักษณะต่ำลงและสูงขึ้นในช่วงฤดูฝนเพื่อพร่องน้ำออกไว้สำหรับหากช่วงปีที่ฤดูฝนมาช้ากว่าปกติ ปริมาณการเก็บกักน้ำสำรองไว้ในฤดูการเพาะปลูกในฤดูแล้งสามารถบรรเทาความเสี่ยงการขาดแคลนน้ำในฤดูเพาะปลูกถัดไป ส่วนโค้งควบคุมเส้นล่างทั้งเส้นโค้งควบคุม (RC-GP) และโค้งควบคุม (RC-GA) ต่ำกว่าเส้นโค้งเดิมที่ใช้งานในปัจจุบัน (RC-Existing) เล็กน้อย แสดงถึงเกณฑ์การปล่อยน้ำที่เพิ่มขึ้นจากเกณฑ์การปล่อยน้ำที่ใช้งานปัจจุบันซึ่งจะช่วยเพิ่มโอกาสที่ปริมาณน้ำจะมีความเพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำในพื้นที่เขตชลประทาน หลังจากนั้นเส้นกราฟจะยกสูงขึ้นเพื่อเตรียมกักเก็บน้ำในช่วงฤดูการถัดไป

4.2.2 โค้งควบคุมปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก กรณีความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม (ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ : น้ำขาดแคลนเฉลี่ยน้อยที่สุด) ดังแสดงในรูปที่ 4.4 และ 4.5



ภาพประกอบ 4.3 โค้งควบคุมที่เหมาะสมของอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน
(กรณีความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม)



ภาพประกอบ 4.4 โค้งควบคุมที่เหมาะสมของอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก
(กรณีความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม)

จากภาพประกอบ 4.3 และ 4.4 พบว่า เส้นโค้งควบคุมใหม่ กรณีน้ำท่ารายเดือนในอดีตร่วมกับความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม (RC-GP-Par) เมื่อเทียบกับเส้นโค้งเดิมที่ใช้งานปัจจุบัน (Existing) พบว่าโค้งควบคุมเส้นบน (URC) มีลักษณะลู่ไปตามเส้นโค้งควบคุมเดิมเช่นกัน แต่ระดับเส้นกราฟมีลักษณะยกสูงขึ้นในช่วงฤดูฝนเพื่อเพิ่มปริมาณการเก็บกักน้ำสำรองไว้ในฤดูการเพาะปลูกในฤดูแล้งสามารถบรรเทาความเสี่ยงการขาดแคลนน้ำในฤดูเพาะปลูกถัดไปลักษณะเส้นโค้งควบคุมเส้นล่าง (LRC) มีลักษณะเส้นกราฟต่ำลงกว่าเส้นโค้งเดิมที่ใช้งานในปัจจุบัน (RC-Existing) เล็กน้อย ส่วนเส้นโค้ง (RC-GA-Par) มีลักษณะเส้นกราฟที่ต่ำกว่าเส้นโค้งควบคุมเดิมที่ใช้งานในปัจจุบันและเส้นโค้ง (RC-GP-Par) เนื่องจากปริมาณความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วมเพิ่มขึ้นจากเดิม เส้นโค้งที่ได้จึงแสดงถึงเกณฑ์การปล่อยน้ำที่เพิ่มขึ้นจากเกณฑ์การปล่อยน้ำที่ใช้งานปัจจุบันซึ่งจะช่วยเพิ่มโอกาสที่ปริมาณน้ำจะมีความเพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำในพื้นที่เขตชลประทาน หลังจากนั้นเส้นกราฟจะยกสูงขึ้นเพื่อเตรียมกักเก็บน้ำในช่วงฤดูการถัดไป

4.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพระหว่างโค้งควบคุมอ่างเก็บน้ำเดิมที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันกับโค้งควบคุมที่สร้างขึ้นใหม่ด้วยเทคนิค Genetic Programming

การประเมินประสิทธิภาพระหว่างโค้งควบคุมอ่างเก็บน้ำเดิมที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันกับโค้งควบคุมที่สร้างขึ้นใหม่ด้วยเทคนิค Genetic Programming รายละเอียดในการค้นหามีดังต่อไปนี้

1. อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

1.1 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนในอดีต 24 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2537- 2560 ร่วมกับความต้องการใช้น้ำปัจจุบัน

1.2 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนในอดีต 24 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2537- 2560 ร่วมกับความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม

2. อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

2.1 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนในอดีต 22 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2539- 2560 ร่วมกับความต้องการใช้น้ำปัจจุบัน

2.2 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนในอดีต 22 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2539- 2560 ร่วมกับความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

4.3.1 กรณีน้ำท่าอดีตร่วมกับความต้องการใช้น้ำปัจจุบัน (ฟังก์ชันวัตถุประสงค์: น้ำขาดแคลนเฉลี่ยน้อยที่สุด)

1.อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) โดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนด้วยข้อมูลอดีต 24 ปี (พ.ศ.2537 – 2560) กรณีน้ำท่าอดีตร่วมกับความต้องการใช้น้ำปัจจุบัน (ฟังก์ชันวัตถุประสงค์: น้ำขาดแคลนเฉลี่ยน้อยที่สุด) เพื่อประเมินสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ การไหลล้น ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้แสดงถึงสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ และไหลล้นของอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนเมื่อใช้โครงควบคุมใหม่ที่ได้จากวิธี Genetic Programming (RC-GP) โค้งควบคุมเดิม (Existing) และโค้งควบคุมเจเนติกอัลกอลิทึม (RC-GA) ดังแสดงในตาราง 4.23

ตาราง 4.23 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) โดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน 24 ปี (พ.ศ.2537 – 2560)

คุณสมบัติ	การขาดแคลนน้ำ			การไหลล้น		
	RC-Existing	RC-GA	RC-GP	RC-Existing	RC-GA	RC-GP
ความถี่ (ครั้ง/ปี)	0.458	0.083	0.167	1.000	0.917	0.958
ช่วงเวลาเฉลี่ย (ปี)	2.200	1.000	1.333	24.000	7.333	11.500
ช่วงเวลายาวที่สุด (ปี)	4.000	1.000	2.000	24.000	14.000	22.000
ขนาดเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	0.750	0.208	0.333	11.825	10.643	10.941
ขนาดมากที่สุด (ล้าน ลบ.ม.)	3.000	3.000	4.000	22.097	22.001	22.086

จากตาราง 4.23 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) กรณีน้ำท่าอดีตร่วมกับความต้องการใช้น้ำปัจจุบัน (ฟังก์ชันวัตถุประสงค์: น้ำขาดแคลนเฉลี่ยน้อยที่สุด) เพื่อประเมินสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ การไหลล้น พบว่าความถี่ของปริมาณน้ำที่ขาดแคลน ปริมาณน้ำที่ขาดแคลนเฉลี่ย และช่วงเวลาการขาดแคลนเฉลี่ย โค้งควบคุมใหม่ Genetic Programming (RC-GP) มีค่า 0.167 ครั้ง/ปี 0.333 ล้าน ลบ.ม. และ 1.333 ปี ตามลำดับ

สถานการณ์การไหลล้น พบว่า ความถี่ของการไหลล้น การไหลล้นจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย และช่วงเวลาการไหลล้นจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย มีค่า 0.958 ครั้ง/ปี 10.941 ล้าน ลบ.ม. และ 11.500 ปี ตามลำดับ

การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) ในระยะยาวโดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกด้วยข้อมูลที่สังเคราะห์จากข้อมูลอดีต 24 ปี (พ.ศ.2537 –

2560) จำนวน 1,000 ชุดข้อมูล กรณีน้ำท่าอดีตร่วมกับความต้องการใช้น้ำปัจจุบัน (ฟังก์ชันวัตถุประสงค์: น้ำขาดแคลนเฉลี่ยน้อยที่สุด) เพื่อประเมินสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ การไหลล้น ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้แสดงถึงสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ และไหลล้นของอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนเมื่อใช้โครงควบคุมใหม่ที่ได้จากวิธี Genetic Programming (RC-GP) โค้งควบคุมเดิม (Existing) และโค้งควบคุมเจเนติกอัลกอลิทึม (RC-GA) ดังแสดงในตาราง 4.24

ตาราง 4.24 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) โดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน สังเคราะห์ข้อมูลขึ้นมา 1,000 ชุดข้อมูล

คุณสมบัติ		**การขาดแคลน**			**การไหลล้น**		
		RC-Existing	RC-GA	RC-GP	RC-Existing	RC-GA	RC-GP
ความถี่ (ครั้ง/ปี)	μ	0.404	0.159	0.254	0.973	0.930	0.969
	σ	0.131	0.103	0.127	0.037	0.060	0.039
ช่วงเวลาเฉลี่ย (ปี)	μ	2.504	1.760	2.405	18.111	12.811	17.594
	σ	1.143	1.050	1.246	6.835	6.838	6.982
ช่วงเวลายาวที่สุด (ปี)	μ	4.426	2.267	3.315	20.544	16.933	20.234
	σ	2.129	1.433	1.771	4.527	5.213	4.649
ขนาดเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	μ	0.848	0.395	0.642	12.124	11.493	11.808
	σ	0.388	0.320	0.400	2.216	2.389	2.320
ขนาดมากที่สุด (ล้าน ลบ.ม.)	μ	4.723	3.626	4.458	21.939	20.093	21.278
	σ	2.129	2.084	2.115	0.738	0.834	0.770

μ = ค่าเฉลี่ย σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตาราง 4.24 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) ในระยะยาวโดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนด้วยข้อมูลที่สังเคราะห์จากข้อมูลอดีต 24 ปี (พ.ศ.2537 – 2560) จำนวน 1,000 ชุดข้อมูล กรณีน้ำท่าอดีตร่วมกับความต้องการใช้น้ำปัจจุบัน (ฟังก์ชันวัตถุประสงค์: น้ำขาดแคลนเฉลี่ยน้อยที่สุด) เพื่อประเมินสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ การไหลล้น พบว่าความถี่ของปริมาณน้ำที่ขาดแคลน ปริมาณน้ำที่ขาดแคลนเฉลี่ย และช่วงเวลาการขาดแคลนเฉลี่ย มีค่า 0.254±0.0.127 ครั้ง/ปี 0.642±0.400 ล้าน ลบ.ม. และ 2.405±1.246 ปี ตามลำดับ สถานการณ์การไหลล้น พบว่า ความถี่ของการไหลล้น การไหลล้นจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย

และช่วงเวลาการไหลล้นจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย มีค่า 0.969±0.039 ครั้ง/ปี 11.808±2.320 ล้าน ลบ.ม. และ 20.234±4.649 ปี ตามลำดับ โดยภาพรวมแล้วสถานการณ์น้ำขาดแคลนและสถานการณ์น้ำไหลล้นจาการใช้โค้งควบคุมใหม่ Genetic Programming (RC-GP) จะสูงกว่าโค้งควบเดิม (Existing) แต่น้อยกว่าโค้งควบคุมเจเนติกอัลกอลิทึม (RC-GA)

2. อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) โดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกด้วยข้อมูลอดีต 22 ปี (พ.ศ.2539 – 2560) กรณีน้ำท่าอดีตร่วมกับความต้องการใช้น้ำปัจจุบัน (ฟังก์ชันวัตถุประสงค์: น้ำขาดแคลนเฉลี่ยน้อยที่สุด) เพื่อประเมินสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ การไหลล้น ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้แสดงถึงสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ และไหลล้นของอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนเมื่อใช้โครงควบคุมใหม่ที่ได้จากวิธี Genetic Programming (RC-GP) โค้งควบคุมเดิม (Existing) และโค้งควบคุมเจเนติกอัลกอลิทึม (RC-GA) ดังแสดงในตาราง 4.25

ตาราง 4.25 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) โดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก 22 ปี (พ.ศ.2539 – 2560)

คุณสมบัติ	การขาดแคลนน้ำ			การไหลล้น		
	RC-Existing	RC-GA	RC-GP	RC-Existing	RC-GA	RC-GP
ความถี่ (ครั้ง/ปี)	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000
ช่วงเวลาเฉลี่ย (ปี)	0.000	0.000	0.000	22.000	22.000	22.000
ช่วงเวลายาวที่สุด (ปี)	0.000	0.000	0.000	22.000	22.000	22.000
ขนาดเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	0.000	0.000	0.000	3.991	3.159	3.159
ขนาดมากที่สุด (ล้าน ลบ.ม.)	0.000	0.000	0.000	3.998	3.160	3.160

จากตาราง 4.25 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) กรณีน้ำท่าอดีตร่วมกับความต้องการใช้น้ำปัจจุบัน (ฟังก์ชันวัตถุประสงค์: น้ำขาดแคลนเฉลี่ยน้อยที่สุด) เพื่อประเมินสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ การไหลล้น พบว่าความถี่ของปริมาณน้ำที่ขาดแคลน ปริมาณน้ำที่ขาดแคลนเฉลี่ย และช่วงเวลาการขาดแคลนเฉลี่ย โค้งควบคุมใหม่ Genetic Programming (RC-GP) ไม่มีค่าการขาดแคลนเฉลี่ย ส่วนสถานการณ์การไหลล้น พบว่า ความถี่ของ

การไหลล้น การไหลล้นจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย และช่วงเวลาการไหลล้นจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย มีค่า 1.000 ครั้ง/ปี 3.159 ล้าน ลบ.ม. และ 22.00 ปี ตามลำดับ

การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) ในระยะยาวโดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกด้วยข้อมูลที่สังเคราะห์จากข้อมูลอดีต 22 ปี (พ.ศ.2539 – 2560) จำนวน 1,000 ชุดข้อมูล กรณีน้ำท่าอดีตร่วมกับความต้องการใช้น้ำปัจจุบัน (ฟังก์ชันวัตถุประสงค์: น้ำขาดแคลนเฉลี่ยน้อยที่สุด) เพื่อประเมินสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ การไหลล้น ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้แสดงถึงสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ และไหลล้นของอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนเมื่อใช้โครงควบคุมใหม่ที่ได้จากวิธี Genetic Programming (RC-GP) โค้งควบคุมเดิม (Existing) และโค้งควบคุมเจเนติกอัลกอลิทึม (RC-GA) ดังแสดงในตาราง 4.26

ตาราง 4.26 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) โดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก สังเคราะห์ข้อมูลขึ้นมา 1,000 ชุดข้อมูล

คุณสมบัติ		**การขาดแคลน**			**การไหลล้น**		
		RC-Existing	RC-GA	RC-GP	RC-Existing	RC-GA	RC-GP
ความถี่ (ครั้ง/ปี)	μ	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000
	σ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ช่วงเวลาเฉลี่ย (ปี)	μ	0.000	0.000	0.000	22.000	22.000	22.000
	σ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ช่วงเวลายาวที่สุด (ปี)	μ	0.000	0.000	0.000	22.000	22.000	22.000
	σ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ขนาดเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	μ	0.000	0.000	0.000	3.989	3.158	3.146
	σ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007
ขนาดมากที่สุด (ล้าน ลบ.ม.)	μ	0.000	0.000	0.000	3.991	3.160	3.159
	σ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

μ = ค่าเฉลี่ย σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตาราง 4.26 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) ในระยะยาวโดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกด้วยข้อมูลที่สังเคราะห์จากข้อมูลอดีต 22 ปี (พ.ศ.2539 – 2560) จำนวน 1,000 ชุดข้อมูล กรณีน้ำท่าอดีตร่วมกับความต้องการใช้น้ำปัจจุบัน (ฟังก์ชันวัตถุประสงค์: น้ำขาดแคลนเฉลี่ยน้อยที่สุด) เพื่อประเมินสถานการณ์การขาดแคลน

น้ำ การไหลล้น พบว่าความถี่ของปริมาณน้ำที่ขาดแคลน ปริมาณน้ำที่ขาดแคลนเฉลี่ย และช่วงเวลาการขาดแคลนเฉลี่ย มีค่า 0.000±0.000 ครั้ง/ปี 0.000±0.000 ล้าน ลบ.ม. และ 0.000±0.000 ปี ตามลำดับ สถานการณ์การไหลล้น พบว่า ความถี่ของการไหลล้น การไหลล้นจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย และช่วงเวลาการไหลล้นจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย มีค่า 1.000±0.000 ครั้ง/ปี 3.146±0.007 ล้าน ลบ.ม. และ 22.000±0.000 ปี ตามลำดับ โดยภาพรวมแล้วสถานการณ์น้ำไหลล้นจาการใช้โค้งควบคุมใหม่ Genetic Programming (RC-GP) จะสูงกว่าโค้งควบเดิม (Existing) แต่ประสิทธิภาพจะน้อยกว่าโค้งควบคุมเจเนติกอัลกอลิทึม (RC-GA)

4.3.2 กรณีน้ำท่าอดีตร่วมกับความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม (ฟังก์ชันวัตถุประสงค์: น้ำขาดแคลนเฉลี่ยน้อยที่สุด)

1. อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) โดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนด้วยข้อมูลอดีต 24 ปี (พ.ศ.2537 – 2560) กรณีน้ำท่าอดีตร่วมกับความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม (ฟังก์ชันวัตถุประสงค์: น้ำขาดแคลนเฉลี่ยน้อยที่สุด) เพื่อประเมินสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ การไหลล้น ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้แสดงถึงสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ และไหลล้นของอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนเมื่อใช้โครงควบคุมใหม่ที่ได้จากวิธี Genetic Programming (RC-GP) โค้งควบคุมเดิม (Existing) และโค้งควบคุมเจเนติกอัลกอลิทึม (RC-GA) ดังแสดงในตาราง 4.27

ตาราง 4.27 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) โดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน 24 ปี (พ.ศ.2539 – 2560)

คุณสมบัติ	การขาดแคลนน้ำ			การไหลล้น		
	Existing-Par	RC-GA-Par	RC-GP-Par	Existing-Par	RC-GA-Par	RC-GP-Par
ความถี่ (ครั้ง/ปี)	0.833	0.500	0.792	1.000	0.875	0.958
ช่วงเวลาเฉลี่ย (ปี)	5.000	2.400	3.800	24.000	5.250	11.500
ช่วงเวลายาวที่สุด (ปี)	14.000	3.000	8.000	24.000	12.000	22.000
ขนาดเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	5.125	2.125	4.917	9.396	6.434	9.190
ขนาดมากที่สุด (ล้าน ลบ.ม.)	12.000	9.000	12.000	15.868	13.705	15.868

จากตาราง 4.27 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) โดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนด้วยข้อมูลอดีต 24 ปี (พ.ศ.2537 – 2560) กรณีน้ำท่าอดีตร่วมกับความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม (ฟังก์ชันวัตถุประสงค์: น้ำขาดแคลนเฉลี่ยน้อยที่สุด) เพื่อประเมินสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ การไหลล้น พบว่าความถี่ของปริมาณน้ำที่ขาดแคลน ปริมาณน้ำที่ขาดแคลนเฉลี่ย และช่วงเวลาการขาดแคลนเฉลี่ย โค้งควบคุมใหม่ Genetic Programming (RC-GP) มีค่า 0.792ครั้ง/ปี 4.917 ล้าน ลบ.ม.และ 3.800 ปี ตามลำดับ สถานการณ์การไหลล้น พบว่า ความถี่ของการไหลล้น การไหลล้นจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย และช่วงเวลาการไหลล้นจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย มีค่า 0.958 ครั้ง/ปี 9.190 ล้าน ลบ.ม.และ 11.500 ปี ตามลำดับ โดยภาพรวมแล้วสถานการณ์น้ำขาดแคลนและสถานการณ์น้ำไหลล้นจาการใช้โค้งควบคุมใหม่ Genetic Programming (RC-GP) จะสูงกว่าโค้งควบเดิม (Existing) แต่น้อยกว่าโค้งควบคุมเจเนติกอัลกอลิทึม (RC-GA)

การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) ในระยะยาวโดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนด้วยข้อมูลที่สังเคราะห์จากข้อมูลอดีต 24 ปี (พ.ศ.2537 – 2560) จำนวน 1,000 ชุดข้อมูล กรณีน้ำท่าอดีตร่วมกับความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม (ฟังก์ชันวัตถุประสงค์: น้ำขาดแคลนเฉลี่ยน้อยที่สุด) เพื่อประเมินสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ การไหลล้น ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้แสดงถึงสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ และไหลล้นของอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน เมื่อใช้โครงควบคุมใหม่ที่ได้จากวิธี Genetic Programming (RC-GP) โค้งควบคุมเดิม (Existing) และโค้งควบคุมเจเนติกอัลกอลิทึม (RC-GA) ดังแสดงในตาราง 4.28

ตาราง 4.28 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) โดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน สังเคราะห์ข้อมูลขึ้นมา 1,000 ชุดข้อมูล

คุณสมบัติ		การขาดแคลน			การไหลล้น		
		Existing-Par	RC-GA-Par	RC-GP-Par	Existing-Par	RC-GA-Par	RC-GP-Par
ความถี่ (ครั้ง/ปี)	μ	0.718	0.500	0.717	0.983	0.875	0.958
	σ	0.137	0.000	0.137	0.028	0.000	0.046
ช่วงเวลาเฉลี่ย (ปี)	μ	5.471	2.400	5.385	19.916	5.250	15.906
	σ	3.410	0.000	3.417	6.146	0.000	7.156
ช่วงเวลายาวที่สุด (ปี)	μ	9.477	3.000	9.432	21.672	12.000	19.108
	σ	4.053	0.000	4.063	3.928	0.000	4.987

ตาราง 4.29 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) โดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน สังเคราะห์ข้อมูลขึ้นมา 1,000 ชุดข้อมูล (ต่อ)

คุณสมบัติ		การขาดแคลน			การไหลล้น		
		Existing-Par	RC-GA-Par	RC-GP-Par	Existing-Par	RC-GA-Par	RC-GP-Par
ขนาดเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	μ	4.877	2.125	4.601	9.958	6.434	9.623
	σ	1.172	0.000	1.042	1.404	0.000	1.526
ขนาดมากที่สุด (ล้าน ลบ.ม.)	μ	11.950	9.000	10.818	15.716	13.705	15.736
	σ	1.881	0.000	2.506	0.539	0.000	0.508

μ = ค่าเฉลี่ย σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตาราง 4.28 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) ในระยะยาวโดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนด้วยข้อมูลที่สังเคราะห์จากข้อมูลอดีต 24 ปี (พ.ศ.2537 – 2560) จำนวน 1,000 ชุดข้อมูล กรณีน้ำท่าอดีตร่วมกับความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม (ฟังก์ชันวัตถุประสงค์: น้ำขาดแคลนเฉลี่ยน้อยที่สุด) เพื่อประเมินสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ การไหลล้น พบว่าความถี่ของปริมาณน้ำที่ขาดแคลน ปริมาณน้ำที่ขาดแคลนเฉลี่ยและช่วงเวลาการขาดแคลนเฉลี่ย มีค่า 0.717±0.137 ครั้ง/ปี 4.061±1.042 ล้าน ลบ.ม.และ 5.385±3.417 ปี ตามลำดับ สถานการณ์การไหลล้น พบว่า ความถี่ของการไหลล้น การไหลล้นจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย และช่วงเวลาการไหลล้นจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย มีค่า 0.958±0.046 ครั้ง/ปี 9.623±1.526 ล้าน ลบ.ม.และ 15.906±7.156 ปี ตามลำดับ โดยภาพรวมแล้วสถานการณ์น้ำขาดแคลนและสถานการณ์น้ำไหลล้นจาการใช้โค้งควบคุมใหม่ Genetic Programming (RC-GP) จะสูงกว่าโค้งควบเดิม(Existing) แต่น้อยกว่าโค้งควบคุมเจเนติกอัลกอลิทึม (RC-GA)

2. อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) โดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกด้วยข้อมูลอดีต 22 ปี (พ.ศ.2539 – 2560) กรณีน้ำท่าอดีตร่วมกับความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม (ฟังก์ชันวัตถุประสงค์: น้ำขาดแคลนเฉลี่ยน้อยที่สุด) เพื่อประเมินสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ การไหลล้น ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้แสดงถึงสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ และไหลล้นของอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนเมื่อใช้โครงควบคุมใหม่ที่ได้จากวิธี Genetic Programming (RC-GP) โค้งควบคุมเดิม (Existing) และโค้งควบคุมเจเนติกอัลกอลิทึม(RC-GA) ดังแสดงในตาราง 4.29

ตาราง 4.30 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) โดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก 22 ปี (พ.ศ.2537 – 2560)

คุณสมบัติ	การขาดแคลนน้ำ			การไหลล้น		
	Existing-Par	RC-GA-Par	RC-GP-Par	Existing-Par	RC-GA-Par	RC-GP-Par
ความถี่ (ครั้ง/ปี)	1.000	0.955	0.953	1.000	1.000	1.000
ช่วงเวลาเฉลี่ย (ปี)	22.000	21.000	21.000	22.000	22.000	22.000
ช่วงเวลายาวที่สุด (ปี)	22.000	21.000	21.000	22.000	22.000	22.000
ขนาดเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	1.000	0.955	0.955	3.011	3.011	3.001
ขนาดมากที่สุด (ล้าน ลบ.ม.)	1.250	1.000	1.000	3.024	3.024	3.011

จากตาราง 4.29 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) กรณีน้ำท่าอดีตร่วมกับความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม (ฟังก์ชันวัตถุประสงค์: น้ำขาดแคลนเฉลี่ยน้อยที่สุด) เพื่อประเมินสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ การไหลล้น พบว่าความถี่ของปริมาณน้ำที่ขาดแคลน ปริมาณน้ำที่ขาดแคลนเฉลี่ย และช่วงเวลาการขาดแคลนเฉลี่ย โค้งควบคุมใหม่ Genetic Programming (RC-GP) ไม่มีค่าการขาดแคลนเฉลี่ย ส่วนสถานการณ์การไหลล้น พบว่า ความถี่ของการไหลล้น การไหลล้นจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย และช่วงเวลาการไหลล้นจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย มีค่า 0.953 ครั้ง/ปี 0.955 ล้าน ลบ.ม. และ 21.000 ปี ตามลำดับ

การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) ในระยะยาวโดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกด้วยข้อมูลที่สังเคราะห์จากข้อมูลอดีต 22 ปี (พ.ศ.2539 – 2560) จำนวน 1,000 ชุดข้อมูล กรณีน้ำท่าอดีตร่วมกับความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม (ฟังก์ชันวัตถุประสงค์: น้ำขาดแคลนเฉลี่ยน้อยที่สุด) เพื่อประเมินสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ การไหลล้น ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้แสดงถึงสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ และไหลล้นของอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน เมื่อใช้โครงควบคุมใหม่ที่ได้จากวิธี Genetic Programming (RC-GP) โค้งควบคุมเดิม (Existing) และโค้งควบคุมเจเนติกอัลกอลิทึม (RC-GA) ดังแสดงในตาราง 4.30

ตาราง 4. 31 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) โดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก สังเคราะห์ข้อมูลขึ้นมา 1,000 ชุดข้อมูล

คุณสมบัติ		การขาดแคลน			การไหลล้น		
		Existing-Par	RC-GA-Par	RC-GP-Par	Existing-Par	RC-GA-Par	RC-GP-Par
ความถี่ (ครั้ง/ปี)	μ	1.000	0.952	0.953	1.000	1.000	1.000
	σ	0.001	0.013	0.010	0.000	0.000	0.000
ช่วงเวลาเฉลี่ย (ปี)	μ	21.989	20.928	20.963	22.000	22.000	22.000
	σ	0.364	0.281	0.218	0.000	0.000	0.000
ช่วงเวลายาวที่สุด (ปี)	μ	21.998	20.928	20.963	22.000	22.000	22.000
	σ	0.063	0.281	0.218	0.000	0.000	0.000
ขนาดเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	μ	1.000	0.952	0.953	3.013	3.001	3.011
	σ	0.001	0.013	0.010	0.003	0.000	0.006
ขนาดมากที่สุด (ล้าน ลบ.ม.)	μ	1.250	1.000	1.000	3.023	3.011	3.021
	σ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

μ = ค่าเฉลี่ย σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตาราง 4.30 การประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) ในระยะยาวโดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกด้วยข้อมูลที่สังเคราะห์จากข้อมูลอดีต 22 ปี (พ.ศ.2539 – 2560) จำนวน 1,000 ชุดข้อมูล กรณีน้ำท่าอดีตร่วมกับความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม (ฟังก์ชันวัตถุประสงค์: น้ำขาดแคลนเฉลี่ยน้อยที่สุด) เพื่อประเมินสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ การไหลล้น พบว่าความถี่ของปริมาณน้ำที่ขาดแคลน ปริมาณน้ำที่ขาดแคลนเฉลี่ย และช่วงเวลาการขาดแคลนเฉลี่ย มีค่า 0.953±0.010 ครั้ง/ปี 0.953±0.013 ล้าน ลบ.ม.และ 20.963±0.218 ปี ตามลำดับ สถานการณ์การไหลล้น พบว่า ความถี่ของการไหลล้น การไหลล้นจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย และช่วงเวลาการไหลล้นจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย มีค่า 1.000±0.000 ครั้ง/ปี 3.001±0.006 ล้าน ลบ.ม. และ 22.000±0.000 ปี ตามลำดับ โดยภาพรวมแล้วสถานการณ์น้ำไหลล้นจากการใช้โค้งควบคุมใหม่ Genetic Programming (RC-GP) จะสูงกว่าโค้งควบเดิม (Existing) แต่ประสิทธิภาพจะน้อยกว่าโค้งควบคุมเจเนติกอัลกอลิทึม (RC-GA)

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

บทนี้เป็นการสรุปถึงวิธีการศึกษาการประมาณค่าความต้องการที่เหมาะสมและการประยุกต์ใช้วิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด Genetic Programming เพื่อสร้างโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก อำเภอเลิงนกทา จังหวัดยโสธร สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การประมาณความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม พบว่าภาพรวมผู้ตอบแบบสอบถามอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกมีความต้องการเพิ่มความต้องการใช้น้ำด้านการเกษตร เนื่องจากเพาะปลูกพืชที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละช่วงเวลา พืชเศรษฐกิจ และการส่งเสริมการเพาะปลูกของหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ดังนั้นค่าการประมาณความต้องการใช้น้ำด้านการเกษตรซึ่งเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมดังแสดงผลในบทที่ผ่านมา ส่วนความต้องการน้ำด้านอุปโภค-บริโภค และปศุสัตว์ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มหรือลดปริมาณความต้องการใช้น้ำ

2. ระดับการมีส่วนร่วมโดยภาพรวมผู้ตอบแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนมีระดับการส่วนร่วมในระดับน้อยในด้านการบริหารจัดการน้ำ ด้านการบำรุงรักษา ด้านการติดตามและประเมินผล ส่วนอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกระดับการมีส่วนร่วมโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากในทุกด้านของแบบสอบถาม

3. วิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดแบบ Genetic Programming(GP) เป็นอีกหนึ่งเทคนิคหนึ่งในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมโดยประมาณ ซึ่งวิธีการ GP ใช้หลักการทฤษฎีจำลองกระบวนการวิวัฒนาการทางธรรมชาติ โดยเลียนแบบการแตกกิ่งการของต้นไม้ ผลคำตอบจะแสดงในรูปของโหนดต้นไม้ GP สามารถประยุกต์ใช้ค้นหาโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำรายเดือนได้ โดยได้แสดงตัวอย่างประยุกต์หาโค้งควบคุมที่เหมาะสมของอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก ใช้ค่าการขาดแคลนน้ำเฉลี่ยน้อยที่สุดเป็นฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในการค้นหาคำตอบโค้งควบคุมร่วมกับข้อมูลอดีตและข้อมูล

4. โค้งควบคุมอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก กรณีน้ำท่าอดีตกับความต้องการใช้น้ำปัจจุบัน ลักษณะเส้นโค้งมีทิศทางสอดคล้องกับเส้นโค้งเดิม มีค่าระดับน้ำสูงกว่าเส้นโค้งเดิมเพื่อเก็บกักน้ำไว้ตอบสนองความต้องการใช้น้ำในเขตพื้นที่ชลประทานในช่วงฤดูแล้ง และมี

ค่าระดับสูงกว่าเส้นโค้งเดิมในฤดูฝนเพื่อเก็บกักน้ำรักษาปริมาณน้ำ จากนั้นแนวโน้มของเดือนธันวาคมจะพร่องน้ำในส่วนปริมาณน้ำส่วนเกินเก็บกักน้ำไว้ในช่วงฤดูแล้ง ส่งผลให้มีปริมาณน้ำเพียงพอสนองความต้องการใช้น้ำในเขตพื้นที่ชลประทานที่มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องลดปัญหาการขาดแคลนน้ำ

5. ผลการประเมินประสิทธิภาพของโค้งควบคุม Genetic Programming (GP) สำหรับเกณฑ์การจัดสรรน้ำที่เหมาะสมของอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบกและอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน พบว่า มีความเหมาะสมสามารถควบคุมการบริหารจัดการน้ำบรรเทาการขาดแคลนน้ำ และการไหลล้นได้ดีกว่าโค้งของเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเดิมแต่ประสิทธิภาพน้อยกว่าโค้งควบคุมที่ได้จากเทคนิคเจเนติกอัลกอลิทึมทั้งกรณีน้ำท่าอดีตกับความต้องการใช้น้ำปัจจุบัน และกรณีน้ำท่าอดีตกับความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. กระบวนการมีส่วนร่วมควรเพิ่มปริมาณกลุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ และคุณภาพ และเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความเชื่อมั่นให้มีความละเอียดและมากกว่างานวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัดด้านพื้นที่ เวลา และงบประมาณ

2. การกำหนดช่วงในการหาระดับความต้องการน้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วมควรกำหนดช่วงให้แคบลง เพื่อแสดงค่าระดับความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม ทั้งด้านอุปโภค-บริโภค ปศุสัตว์ ในการเพิ่มหรือลดปริมาณความต้องการใช้น้ำ

3. ผลจากการสร้างวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดแบบ Genetic Programming (GP) สำหรับโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) ของอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก ให้เกิดความขาดแคลนน้ำน้อยที่สุด พบว่า ให้ผลตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งเอาไว้ ดังนั้นหากทำการเปลี่ยนวัตถุประสงค์และสมการข้อจำกัดต่างๆ ให้เหมาะสมกับสภาวะอื่นๆ ก็สามารถประยุกต์ใช้โค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) กับสภาวะอื่นๆ ได้ เช่น ป้องกันบรรเทาอุทกภัยในสภาวะน้ำมาก การเพิ่มพื้นที่ชลประทานมากที่สุด

4. การสร้างแบบจำลองวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดแบบ Genetic Programming (GP) สำหรับโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) ของอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและห้วยสะแบก ได้พิจารณาการเป็นรายเดือน ดังนั้น การศึกษาในครั้งต่อไปควรจะมีการพิจารณาการดำเนินงานอ่างเก็บน้ำทั้งสองเป็นรายสัปดาห์ หรือรายวัน ตามแผนการความต้องการใช้น้ำของ แต่ละฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาของโครงการนั้นๆ

5. การประมาณความต้องการใช้น้ำรายเดือนพิจารณาเพียงความต้องการใช้น้ำในอดีตและความต้องการใช้น้ำในปัจจุบัน ดังนั้น การศึกษาครั้งต่อไปควรจะมีการพิจารณาความต้องการใช้น้ำรายเดือนในอนาคต เพื่อนำความต้องการใช้น้ำในอนาคต มาเป็นข้อมูลในการค้นหาโค้งควบคุมสำหรับอนาคต และข้อมูลในการประเมินประสิทธิภาพโค้งควบคุมในสถานการณ์น้ำท่าอนาคตอีกด้วย

6. ควรใช้แบบจำลองทางอุทกวิทยาที่สามารถทำนายปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ ในอนาคต เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์ในการจัดทำโค้งควบคุมที่เหมาะสมในอนาคต โดยพิจารณาวัตถุประสงค์ตามแนวโน้มความต้องการใช้น้ำที่อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน

7. โค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ ที่คำนวณได้ควรที่จะมีการปรับปรุง เป็นระยะ เพื่อให้มีความทันสมัยสอดคล้องกับสภาพน้ำต้นทุนสภาพ น้ำฝนน้ำท่า สภาพการใช้น้ำ ตลอดจนพื้นที่ผลกระทบของพื้นที่ท้ายน้ำ

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมทรัพยากรน้ำ. (2552). *มาตรฐานการแบ่งลุ่มน้ำหลักและลุ่มน้ำสาขาของประเทศไทย อ้างอิงแผนที่ภูมิประเทศชุด L7018 มาตราส่วน 1:50,000.* ส่วนวิจัยและพัฒนาทรัพยากรน้ำ. กรมทรัพยากรน้ำ. กรุงเทพมหานคร.

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2549). *แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model : DEM) มาตราส่วน 1 : 4,000*. [ออนไลน์]. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งที่มา: http://www.lddservice.org/services/dem.php [สืบค้นเมื่อ 14 พฤศจิกายน 2560].

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2548). *สถิติภูมิอากาศของประเทศไทย ในคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2514-2543)*. กรมอุตุนิยมวิทยา. กรุงเทพมหานคร.

เจษฎา แก้วกัลยา. (2535). *เอกสารประกอบการเรียนวิชา Water Management*. ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ตระการ กาสีใส และ อนงคฤทธิ์ แข็งแรง. (2559). เกณฑ์การจัดสรรน้ำที่เหมาะสม โดยวิธีหาค่าที่เหมาะสม ที่สุดด้วยเทคนิค วิธีอาณาจักรผึ้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ณัฐวุฒิ สร้อยประเสริฐ. (2550). การประยุกต์พันธุกรรมคอมพิวเตอร์เพื่อการจัดสรรน้ำ ณ เวลาจริง : กรณีศึกษา โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสองพี่น้อง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

ธนชาติ สุขอนันตวงษ์. (2547). การประยุกต์เจเนติกอัลกอริทึ่มในการวางแผนการปล่อยน้ำจากเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร.

ธนัญชัย ลีภักดิ์ปรีดา. (2543). การหาค่าเหมาะสมที่สุด หลักการพื้นฐานและขั้นตอนวิธีการ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

บัญชา ขวัญยืน. (2541). การวิเคราะห์ระบบเพื่อการวางแผนและการจัดการโครงการชลประทาน. นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.

บุญชม ศรีสะอาด. *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2543.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. *ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่7. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์และปกเจริญผล. 2540.

ปกรณ์ ณ ศิริ และ ดร.ปกรณ์ ดิษฐกิจ.โค้งกฎการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำที่เหมาะสมโดยใช้วิธีฮาโมนีเซิร์ช: กรณีศึกษาอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใส,NGRC การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 19. 9 มีนาคม 2561.

มิ่งสรรพ์ ขาวสอาด และอัจฉรี ศัสตรศาสตร์. (2544). *แนวนโยบายการจัดการน้ำสำหรับประเทศไทย. กรุงเทพฯ*: สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (ทีดีอาร์ไอ).

รัตนา หอมวิเชียร อนงคฤทธิ์ แข็งแรง และ อลงกรณ ละมอม การพัฒนาโคงควบคุมโดยใชวิธีดิฟเฟอรเรนเชียลเอฟโวลูชั่น[วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมมหาบัณฑิต]. มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2553.

วราวุธ วุฒิวณิชย์. (2539). *อุทกวิทยาประยุกต์.* ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.

วิรัตน์ นวนนุกูล. (2557). เกณฑ์การจัดสรรน้ำที่เหมาะสมด้วยวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดแบบกลุ่มอนุภาค. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วิษณุกรณ ชัยภูมิ และอนงคฤทธิ์ แข็งแรง. (2557) การประยุกต์ใช้อัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวเพื่อหาค่าที่เหมาะสมของโคงควบคุมอางเก็บน้ำสิรินธรและอางเก็บน้ำอุบลรัตน์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อนงคฤทธิ์ แข็งแรง. (2550). *การวางแผนและจัดการทรัพยากรน้ำระดับลุ่มน้ำ*. มหาสารคาม: สำนักพิมพมหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อนงคฤทธิ์ แข็งแรง. (2551). *การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำโดยใชโคงควบคุมที่เหมาะสม*. มหาสารคาม: คณะวิศวกรรมศาสตร มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อนงคฤทธิ์ แข็งแรง. (2553). *เอกสารคำสอนการวางแผนและจัดการทรัพยากรน้ำระดับลุ่มน้ำ*. วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อนงคฤทธิ์ แข็งแรง. (2558). *การหาค่าเหมาะสมที่สุดขั้นสูงสำหรับการจัดการน้ำ*. วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเมหาสารคาม.

อาดือนา นิโด และธนสาร เดชนะ. (2556). การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำโดยกระบวนการชุมชนมีส่วนร่วม. สุราษฎร์ธานี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี.

Apipalakula, C., Wirojangudb, W. and Ngangc, T.K. 2015. Development of Community Participation on Water Resource. Procedia Social and Behavioral Sciences.186, 325-330.

Assimi, H., Jamali, A. and Nariman, N. 2017. Sizing and topology optimization of truss structures using genetic programming, Swarm and Evolutionary Computation, 37, 90-103.

Cui, L., Li, G.,Wang, X., Lin, Q., Chen, J., Lu, N. and Lu, J. 2017. A ranking-based adaptive artificial bee colony algorithm for global numerical optimization, Information Sciences, 417, 169-185.

Distanont, A., Khongmalai, O., Rassameethes, R. and Distanont, S. 2017. Collaborative triangle for effective community water resource management in Thailand, Kasetsart Journal of Social Sciences. 30, 1-7

Drastig, K., Prochnow, A., Libra, J., Koch, H. and Rolinski, H. 2016. Irrigation water demand of selected agricultural crops in Germanybetween 1902 and 2010, Science of the Total Environment. 269-270, 1299-1314.

Guo, Y. and Shen, Y. 2016. Agricultural water supply/demand changes under projected future climate change in the arid region of northwestern China. Journal of Hydrology, 540, 257-273.

Hong, E.M., Nam, W.H., Choi, J.Y.and Pachepsky, Y.A. 2016. Projected irrigation requirements for upland crops using soil moisturemodel under climate change in South Korea. Agricultural Water Management, 165, 163-180.

Hormwichian, R., Kangrang, A. and LAMOM, A. 2009. A conditional Algorithm Model for Searching Optimal Reservoir Rule Curves, J. Applied Sci. 9(19), 3575-3580 , 27-34.

Jawarneh, S. and Abdullah, S. 2015. Sequential Insertion Heuristic with Adaptive Bee Colony Optimisation Algorithm for Vehicle Routing Problem with Time Windows. Plos one,PlOSOne,10(7):e130224doi:10.1371/journal.pone.0130224.

Kangrang A., Compliew S. & Hormwichian R. 2011. Optimal Reservoir Rule Curves Using Simulated Annealing. Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Water Management, 164(WM1).

Karaboga, D. and S. Ökdem.2004 .A Simple and Global Optimization Algorithm forEngineering Problems , Differential Evolution Algorithm, Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences. 12(1), 53-60.

Koç, M.L., Balas, C.E. and Koç, D.L. 2016. Stability assessment of rubble-mound breakwatersusing genetic programming, Ocean Engineering. 111, 8-12

Kuntiyawichai K., Dau Q.V., Inthavong S. (2017). *Community engagement for irrigation water management in Lao PDR.* Journal of Water and Land Development. No. 35 p. 121–128.

Liu, J., Liu, Q. and Oryan, S. 2016. Assessing water scarcity by simultaneously consideringenvironmental flow requirements, water quantity, and water quality, Ecological Indicators. 60, 434-441.

Lennox, J., Proctor, W. and Russell, S. 2011. Structuring stakeholder participation in New Zealand's water resource governance, Ecological Economics. 70, 1381-1394.

Mensika, P. and Martona, D. 2016. Hybrid optimization method for strategic control of water withdrawal from water reservoir with using support vector machines. Procedia Engineering, 186, 491-498.

Moursi, H., Kim, D. and Kaluarachchi, J. 2017. A probabilistic assessment of agricultural water scarcity in a semi-aridand snowmelt-dominated river basin under climate change, Agricultural Water Management. 193, 142-152.

Mosawe, A.A., Kalfat, R. and Mahaidi, R.A. 2017. Strength of Cfrp-steel double strap joints under impact loads usinggenetic programming, Composite Structures. 160, 1205-1211.

Parsinejad, M., Yazdi, A.B., Araghinejad, S., Nejadhashemi, A.P. and Tabrizi, M.S. 2016. Optimal water allocation in irrigation networks based on real time climatic data. Agricultural Water Management, 117, 1-8.

Sajedipour, S., Zarei, H. and Oryan, S. 2017. Estimation of environmental water requirements via an ecological approach: A case study of Bakhtegan Lake, Iran, Ecological Engineering. 100, 246-255.

Sun, S.K, Li, C., Wu, P.T., Zhao, X.N. and Wang, Y.B. 2018. Irrigation water demand of selected agricultural crops in Germanybetween 1902 and 2010,Ecological Indicators. 84, 811-819.

Surendran, U., Sushanth, C.M., Mammen, G. and Joseph, E.J. 2015. Modelling the crop water requirement using FAO-CROPWAT andassessment of water resources for sustainable water resourcemanagement: A case study in Palakkad district of humid tropicalKerala, Aquatic Procedia. 4, 1211-1219.

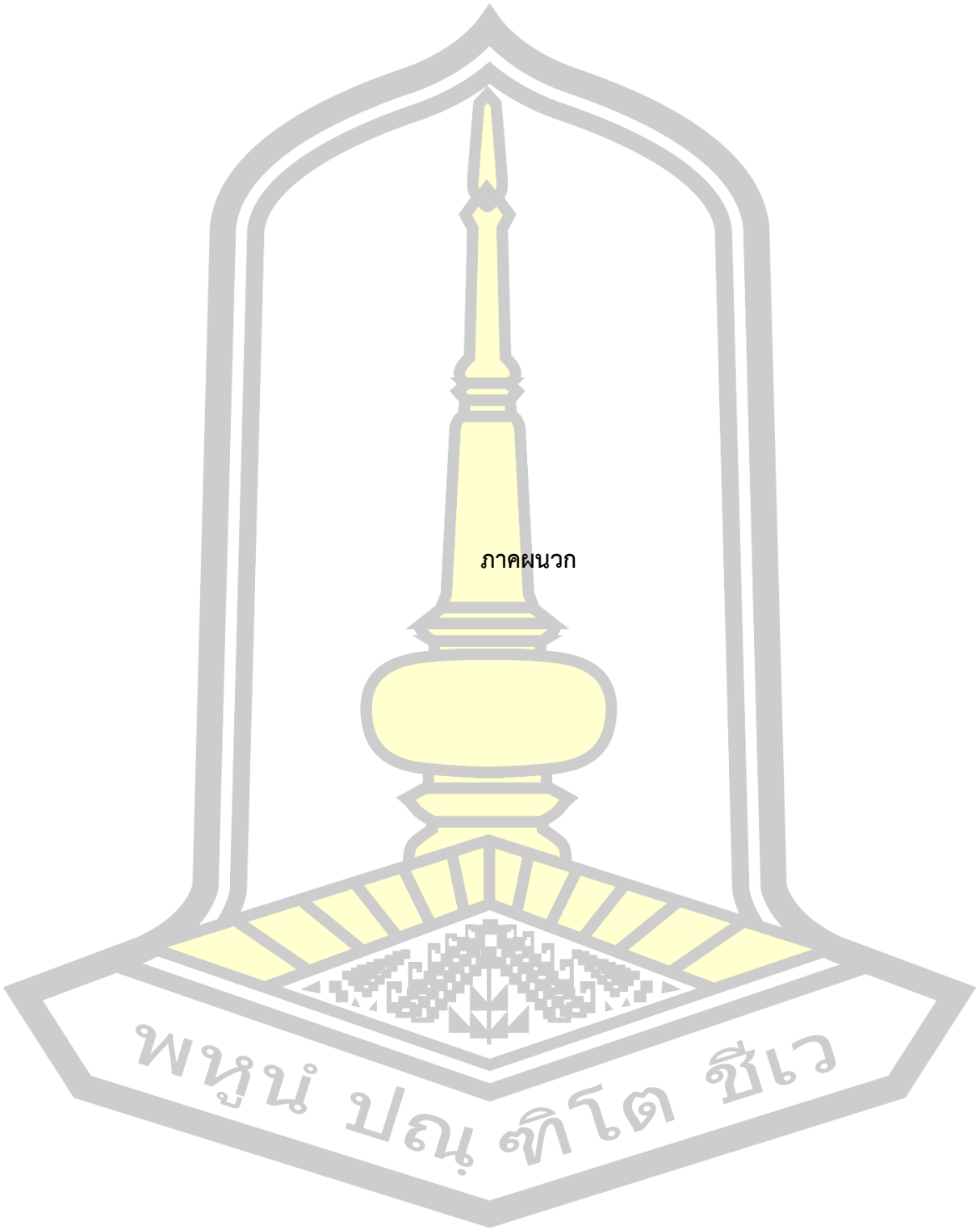
Woznicki, S.A. and Nejadhashemi, A.P. 2016. Climate change and irrigation demand:Uncertainty and adaptation. Journal of Hydrology: RegionalStudies, 3, 247-264.

Zhang, W., Liu ,P., Wang,H., Chen,J., Lei,X. and Feng, M. 2017. Reservoir adaptive operating rules based on both of historical streamflow and future projections. Journal of Hydrology, 553, 691-707.

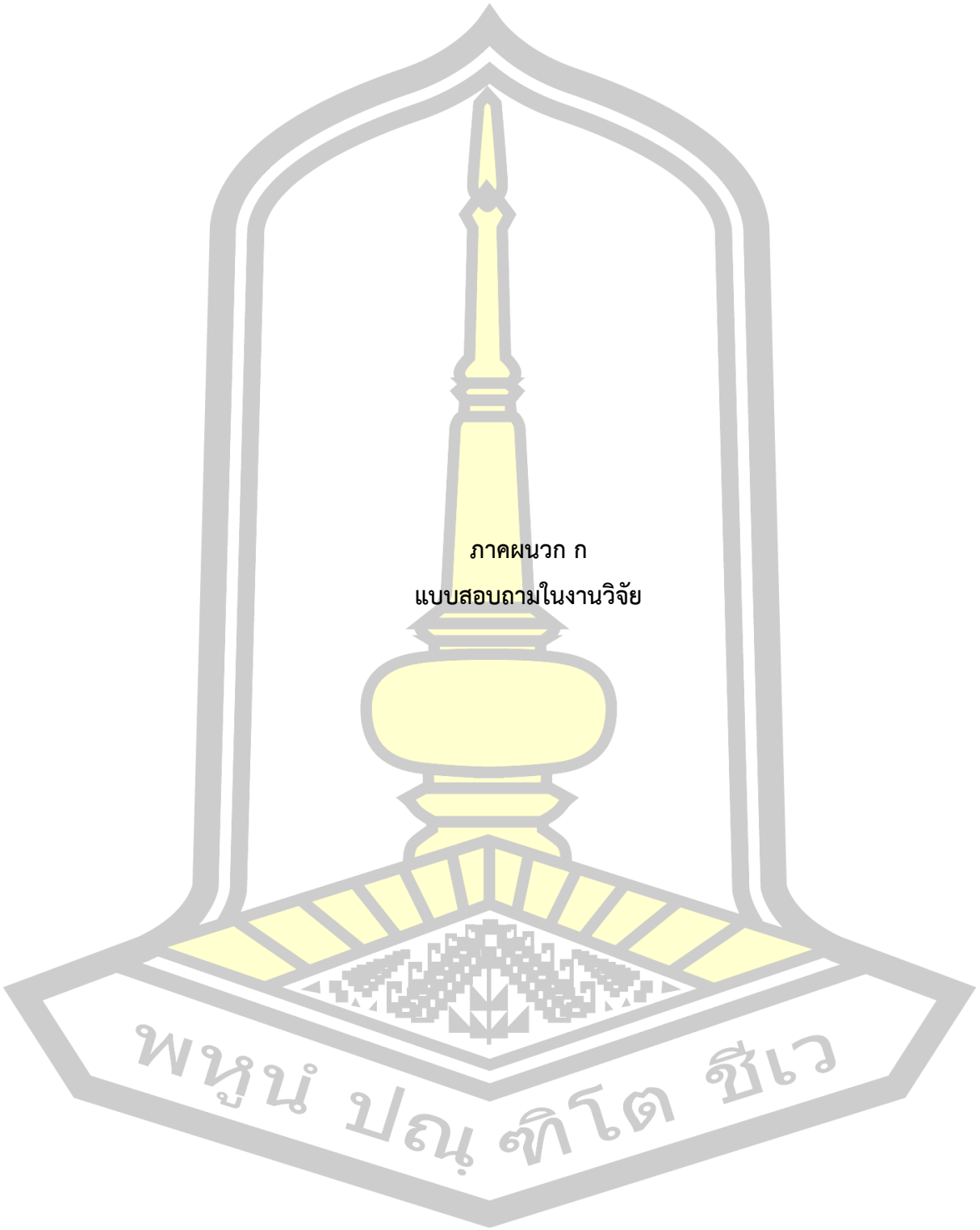
Zhao, G., Gao, H., Naz.B.S., Kao, S. and Voisin, N. 2016. Integrating a reservoir regulation scheme into a spatially distributed hydrological model . Advances in Water Resources, 98, 16-31.

Zhou, Y., and Guo, S. 2013. Incorporating ecological requirement into multipurpose reservoiroperating rule curves for adaptation to climate change. Journal of Hydrology, 498, 153-164.

Zhua, Y.,Linb, Z., Wanga, J., Zhao, Y. and Hea, F. 2016. Impacts of climate changes on water resources in Yellow RiverBasin, China. Procedia Engineering. 154, 687-695.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

แบบสอบถามในงานวิจัย

แบบสอบถามสำหรับการวิจัย

เรื่อง ความต้องการใช้น้ำโดยกระบวนการมีส่วนร่วม
โครงการชลประทานอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจนและอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก อำเภอเลิงนกทา จังหวัดยโสธร

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้ใช้ในการศึกษาวิจัย เพื่อทำการค้นคว้าอิสระของหลักสูตรปริญญาโท สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ข้อมูลที่ได้จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ในเชิงวิชาการและถูกเก็บเป็นความลับ ไม่มีผลกระทบใดๆ แก่ท่าน จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอ่านคำชี้แจงในการตอบแบบสอบถามแต่ละตอน โดยกรอกแบบสอบถามฉบับนี้ด้วยความเป็นจริงและครบถ้วนสมบูรณ์ก่อนจัดส่งคืน

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้

นางสาวรัตน์สุดา งามเสริฐ

นิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

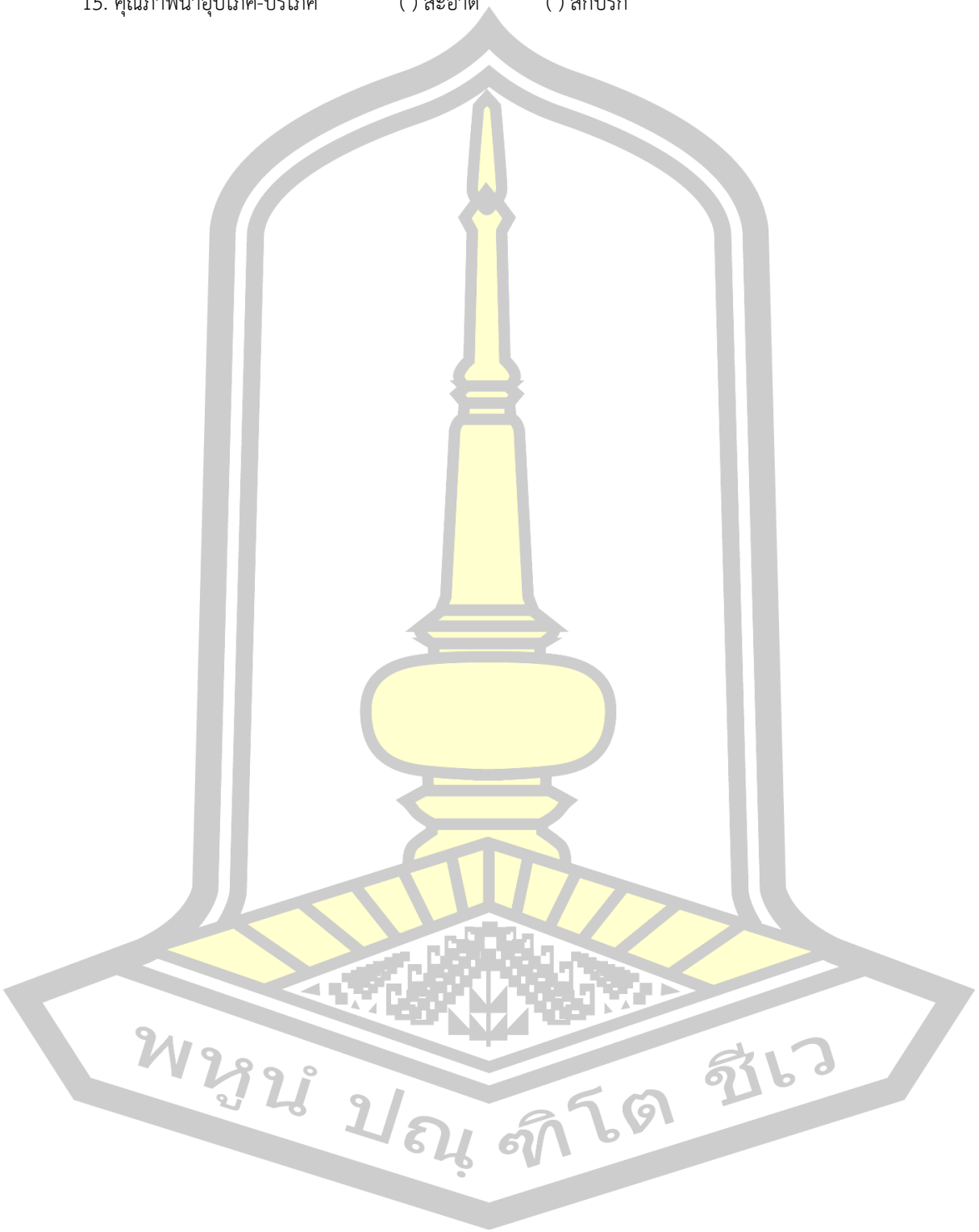
ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

คำชี้แจง กรุณาตอบแบบสอบถามต่อไปนี้ โดยเติมคำลงในช่องว่าง หรือกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ( ) หน้าข้อความที่ท่านแสดงความคิดเห็นในแต่ละประเด็น ดังต่อไปนี้

1. เพศ ( ) ชาย ( ) หญิง
2. อายุ ( ) ต่ำกว่า 20 ปี ( ) 21-30 ปี ( ) 31-40 ปี ( ) 41-50 ปี ( ) มากกว่า 50 ปี
3. ระดับการศึกษา ( ) ประถมศึกษา ( ) มัธยมต้น ( ) มัธยมปลาย ( ) ปริญญาตรี ( ) สูงกว่าปริญญาตรี
4. อาชีพ ( ) รับราชการ ( ) เอกชน/รัฐวิสาหกิจ ( ) นักเรียน/นักศึกษา ( ) ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว
   ( ) อื่นๆ .....
   ( ) เกษตรกรรม (โปรดระบุพืช/ผักหลักที่เพราะปลูก) .....
   ( ) นาปี ( ) นาปลัง ( ) พืชระยะสั้น (แตงโม แคนตาลูป แตงไทย ถั่ว อื่น ๆ .....)
   ( ) ยางพารา ( ) อ้อย ( ) มันสำปะหลัง
   ( ) ปาล์ม ( ) ข้าวโพด ( ) อื่นๆ (ระบุ).....
5. ตำแหน่งปัจจุบัน ( ) ประธานกลุ่มผู้ใช้น้ำ ( ) คณะกรรมการกลุ่มผู้ใช้น้ำ
   ( ) สมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำ ( ) อื่นๆ (ระบุ) .....
6. ตำแหน่งคลองส่งน้ำที่ท่านใช้ ( ) ใกล้กับอ่างเก็บน้ำ ( ) ไกลจากอ่างเก็บน้ำ
7. ผู้กรอกข้อมูล อยู่ที่ บ้าน ..... หมู่..... ตำบล .....
8. แหล่งน้ำหลักที่ใช้ทางการเกษตร ( ) น้ำฝน ( ) คลองชลประทาน ( ) ประปา ( ) บ่อบาดาล ( ) อ่างเก็บน้ำ ( ) สระน้ำ
   ( ) ห้วย/หนอง ( ) อื่นๆ ระบุ.....
9. แหล่งน้ำสำรองที่ใช้ทางการเกษตร ( ) น้ำฝน ( ) คลองชลประทาน ( ) ประปา ( ) บ่อบาดาล ( ) อ่างเก็บน้ำ ( ) สระน้ำ
   ( ) ห้วย/หนอง ( ) อื่นๆ ระบุ.....
10. แหล่งน้ำหลักที่ใช้อุปโภค-บริโภค ( ) น้ำฝน ( ) คลองชลประทาน ( ) ประปา ( ) บ่อบาดาล ( ) อ่างเก็บน้ำ ( ) สระน้ำ
    ( ) ห้วย/หนอง ( ) อื่นๆ ระบุ.....
11. แหล่งน้ำสำรองที่ใช้อุปโภค-บริโภค ( ) น้ำฝน ( ) คลองชลประทาน ( ) ประปา ( ) บ่อบาดาล ( ) อ่างเก็บน้ำ ( ) สระน้ำ
    ( ) ห้วย/หนอง ( ) อื่นๆ ระบุ.....
12. แหล่งน้ำหลักที่ใช้ทางปศุสัตว์ ( ) น้ำฝน ( ) คลองชลประทาน ( ) ประปา ( ) บ่อบาดาล ( ) อ่างเก็บน้ำ ( ) สระน้ำ
    ( ) ห้วย/หนอง ( ) อื่นๆ ระบุ.....
13. แหล่งน้ำสำรองที่ใช้ทางปศุสัตว์ ( ) น้ำฝน ( ) คลองชลประทาน ( ) ประปา ( ) บ่อบาดาล ( ) อ่างเก็บน้ำ ( ) สระน้ำ
    ( ) ห้วย/หนอง ( ) อื่นๆ ระบุ.....

14. พื้นที่การเกษตรไกลแหล่งน้ำ ( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่

15. คุณภาพน้ำอุปโภค-บริโภค ( ) สะอาด ( ) สกปรก



ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมบริหารจัดการน้ำของเกษตรกรกลุ่มผู้ใช้น้ำ

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องตัวเลือกช่องใดช่องหนึ่งที่ตรงกับระดับความต้องการใช้น้ำรายเดือนของท่าน

5	หมายถึงเกินหรือขาดในระดับมากที่สุดและเพิ่มหรือลดปริมาณน้ำ	20%
4	หมายถึงเกินหรือขาดในระดับมากและเพิ่มหรือลดปริมาณน้ำ	15%
3	หมายถึงเกินหรือขาดในระดับปานกลางและเพิ่มหรือลดปริมาณน้ำ	10%
2	หมายถึงเกินหรือขาดในระดับน้อยและเพิ่มหรือลดปริมาณน้ำ	5%
1	หมายถึงเกินหรือขาดในระดับน้อยที่สุดและเพิ่มหรือลดปริมาณน้ำ	0%

ตารางที่ 1 ข้อมูลการใช้น้ำจากความต้องการใช้น้ำด้าน การเกษตร

ระดับ/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.	
	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข
มากที่สุด(5)																								
มาก(4)																								
ปานกลาง(3)																								
น้อย(2)																								
น้อยที่สุด(1)																								

หมายเหตุ ก คือ เกิน, ข คือ ขาด

ตารางที่ 2 ข้อมูลการใช้น้ำจากความต้องการใช้น้ำด้าน อุปโภค-บริโภค

ระดับ/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.	
	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข
มากที่สุด(5)																								
มาก(4)																								
ปานกลาง(3)																								
น้อย(2)																								
น้อยที่สุด(1)																								

หมายเหตุ ก คือ เกิน, ข คือ ขาด

ตารางที่ 3 ข้อมูลการใช้น้ำจากความต้องการใช้น้ำด้าน ปศุสัตว์

ระดับ/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.	
	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข	ก	ข
มากที่สุด(5)																								
มาก(4)																								
ปานกลาง(3)																								
น้อย(2)																								
น้อยที่สุด(1)																								

หมายเหตุ ก คือ เกิน, ข คือ ขาด

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมบริหารจัดการน้ำของเกษตรกรกลุ่มผู้ใช้น้ำ

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องตัวเลือกช่องใดช่องหนึ่งที่ตรงกับระดับการมีส่วนร่วมของท่าน

5 หมายถึง ระดับการมีส่วนร่วมมากที่สุด

4 หมายถึง ระดับการมีส่วนร่วมมาก

3 หมายถึง ระดับการมีส่วนร่วมปานกลาง

2 หมายถึง ระดับการมีส่วนร่วมน้อย

1 หมายถึง ระดับการมีส่วนร่วมน้อยที่สุด

ข้อที่	ลักษณะการมีส่วนร่วม	ระดับการมีส่วนร่วม				
		5	4	3	2	1
	ด้านการบริหารจัดการน้ำ					
1	ท่านเข้าร่วมประชุมวางแผนการใช้น้ำในแต่ละปี เพื่อทราบวัตถุประสงค์ ในการบริหารจัดการน้ำ					
2	ท่านเข้าร่วมประชุมวางแผนการจัดทำข้อตกลงในการจัดสรรน้ำและส่งน้ำ					
3	ท่านมีส่วนร่วมกับเจ้าหน้าที่ในการส่งน้ำเข้าสู่พื้นที่การเกษตร ให้ทันกับความต้องการใช้น้ำ					
4	ท่านช่วยเหลือเจ้าหน้าที่ที่ทำการเปิดปิดน้ำตามระยะเวลา					
5	ท่านเข้าร่วมประชุม กำหนดแผนการปลูกพืชในแต่ละปี					
6	ท่านแจ้งความต้องการน้ำ ชนิดพืชที่ปลูก จำนวนพื้นที่เพาะปลูก และช่วงเวลาในการเพาะปลูก					
7	ท่านแก้ไขปัญหาการลักลอบขโมยน้ำก่อนถึงรอบรับการใช้น้ำของสมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำ					
8	ท่านแก้ไขปัญหาการจัดสรรน้ำ และความขัดแย้งในการใช้น้ำภายในกลุ่มผู้ใช้น้ำ					
9	ท่านไปศึกษาหรือเข้าร่วมกิจกรรมให้ความรู้เกษตรกรเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำและการใช้น้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด					
10	ท่านใช้น้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด					
11	ท่านประชาสัมพันธ์ กับกลุ่มผู้ใช้น้ำด้วยกันเองเพื่อสร้างความความเข้าใจในการจัดสรรน้ำไปยังพื้นที่เพาะปลูก					
12	ท่านปฏิบัติตามข้อตกลงในการใช้น้ำ					
13	ท่านแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดสรรน้ำ					
14	ท่านแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแผนการเพาะปลูกพืช					

15	**ด้านการบำรุงรักษา** ท่านดูแลรักษา คลองส่งน้ำ					
ข้อที่	**ลักษณะการมีส่วนร่วม**	**ระดับการมีส่วนร่วม**				
		5	4	3	2	1
16	ท่านขุดลอกคูคลองส่งน้ำ/ การกำจัดวัชพืช หญ้า ในคลองส่งน้ำ					
17	ท่านแจ้งการพัง/ชำรุด ของคลองส่งน้ำ					
18	ท่านเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจ/การแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการบำรุงรักษาระบบชลประทาน					
19	ภายในกลุ่มผู้ใช้น้ำของท่าน มีส่วนร่วมในการดูแลรักษาคูคลองส่งน้ำ					
20	ภายในกลุ่มผู้ใช้น้ำทั้งหมด มีส่วนร่วมในการดูแลรักษาคูคลองส่งน้ำ					
21	**ด้านการติดตามและประเมินผล** ท่านติดตามในการประชุมการวางแผนการจัดสรรน้ำ					
22	ท่านตรวจสอบ ติดตามและประเมินผลการจัดสรรน้ำ					
23	ท่านร่วมเป็นคณะกรรมการตรวจสอบการดำเนินงานกลุ่มผู้ใช้น้ำ					
24	ท่านติดตามผลการซ่อมบำรุง/รักษาคลองส่งน้ำ					

ส่วนที่ 4 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

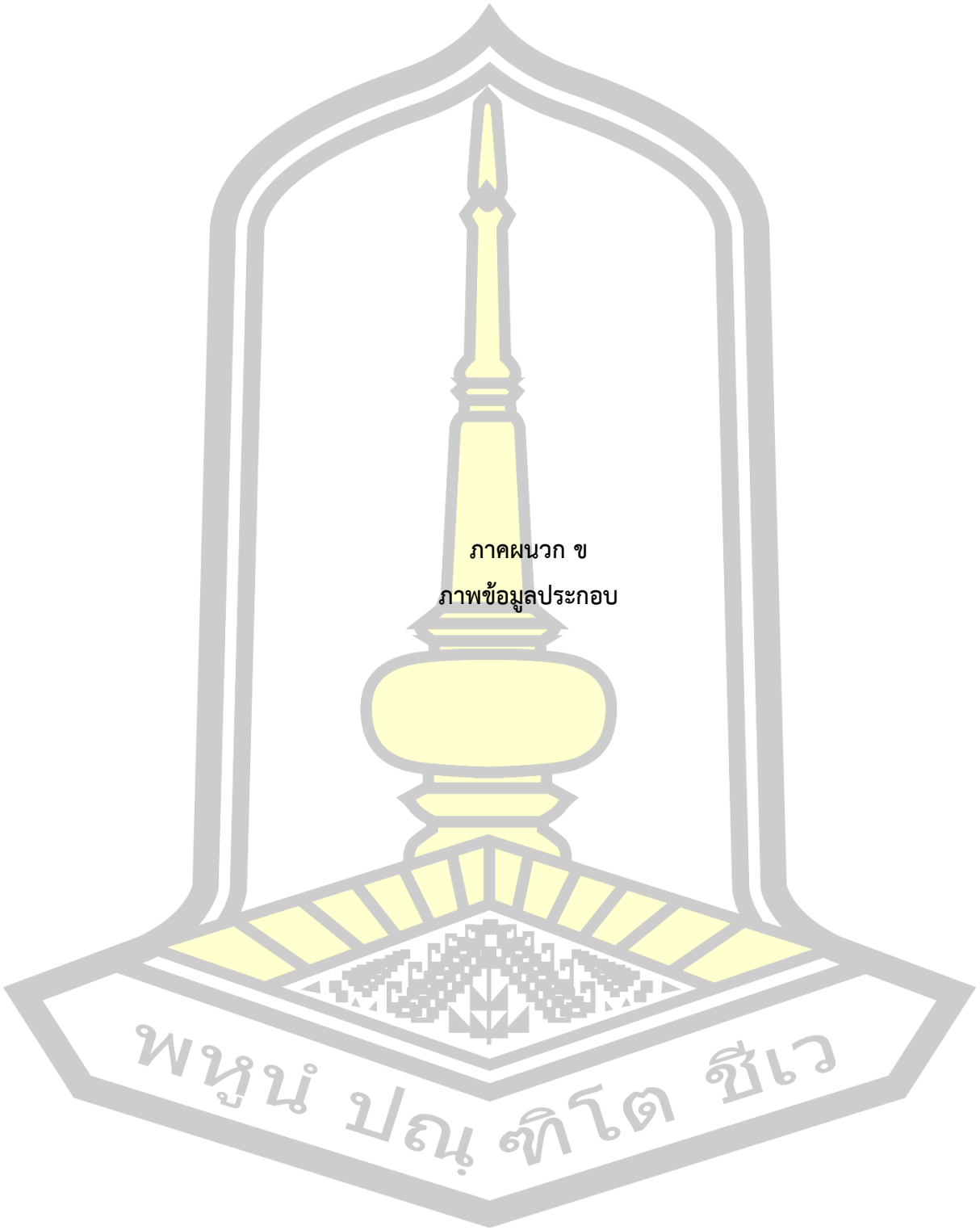
.....

.....

.....

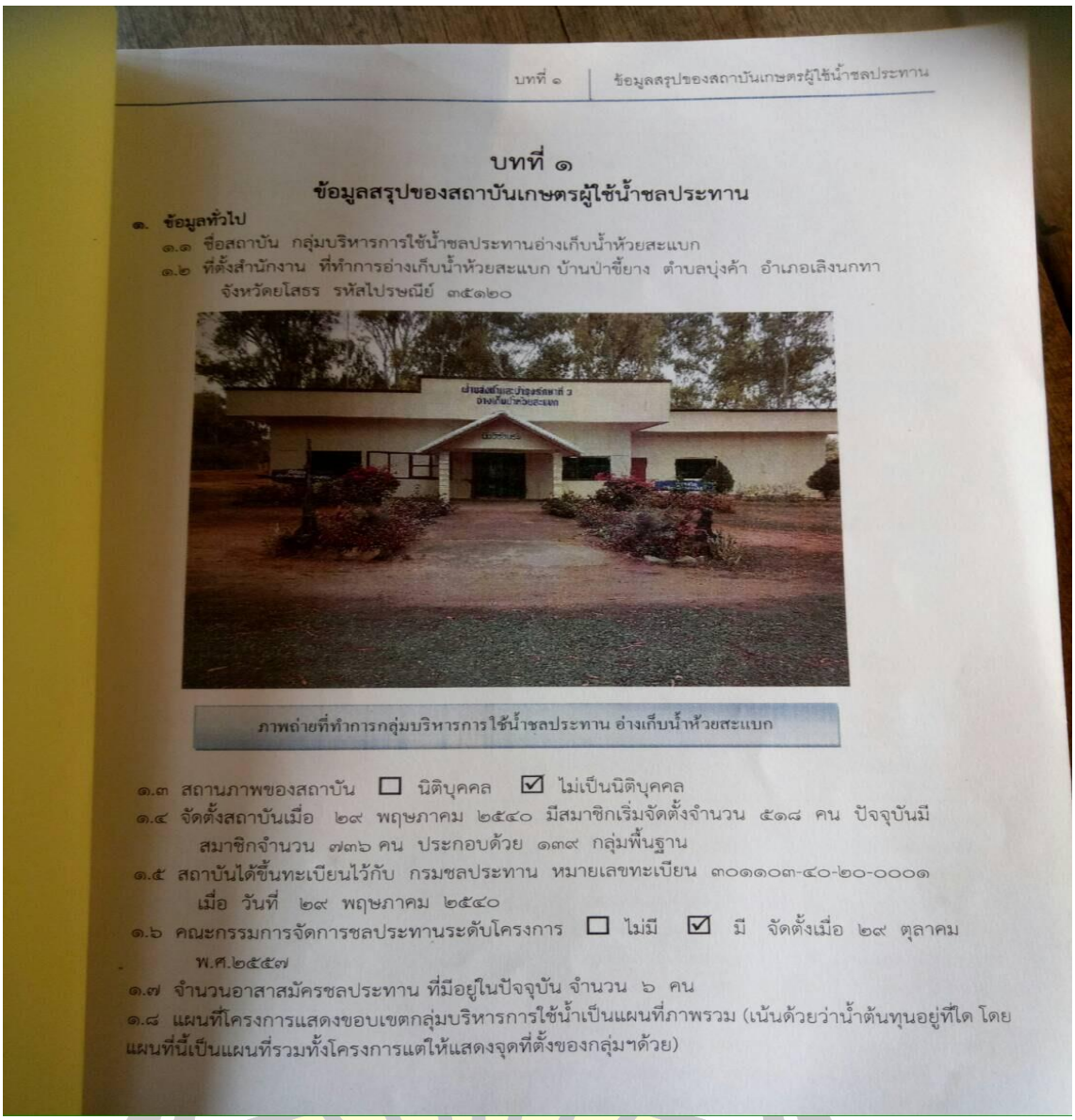
.....

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว



ภาคผนวก ข

ภาพข้อมูลประกอบ



บทที่ ๑ | ข้อมูลสรุปของสถาบันเกษตรผู้ใช้น้ำชลประทาน

บทที่ ๑
ข้อมูลสรุปของสถาบันเกษตรผู้ใช้น้ำชลประทาน

๑. ข้อมูลทั่วไป

๑.๑ ชื่อสถาบัน กลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทานอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

๑.๒ ที่ตั้งสำนักงาน ที่ทำการอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก บ้านป่าขี้ยาง ตำบลบุ่งค้า อำเภอเลิงนกทา จังหวัดยโสธร รหัสไปรษณีย์ ๓๕๑๒๐

ภาพถ่ายที่ทำการกลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน อ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

๑.๓ สถานภาพของสถาบัน ☐ นิติบุคคล ☑ ไม่เป็นนิติบุคคล

๑.๔ จัดตั้งสถาบันเมื่อ ๒๙ พฤษภาคม ๒๕๔๐ มีสมาชิกเริ่มจัดตั้งจำนวน ๕๑๘ คน ปัจจุบันมีสมาชิกจำนวน ๗๓๖ คน ประกอบด้วย ๑๓๙ กลุ่มพื้นฐาน

๑.๕ สถาบันได้ขึ้นทะเบียนไว้กับ กรมชลประทาน หมายเลขทะเบียน ๓๐๑๑๐๓-๔๐-๒๐-๐๐๐๑ เมื่อ วันที่ ๒๙ พฤษภาคม ๒๕๔๐

๑.๖ คณะกรรมการจัดการชลประทานระดับโครงการ ☐ ไม่มี ☑ มี จัดตั้งเมื่อ ๒๙ ตุลาคม พ.ศ.๒๕๕๗

๑.๗ จำนวนอาสาสมัครชลประทาน ที่มีอยู่ในปัจจุบัน จำนวน ๖ คน

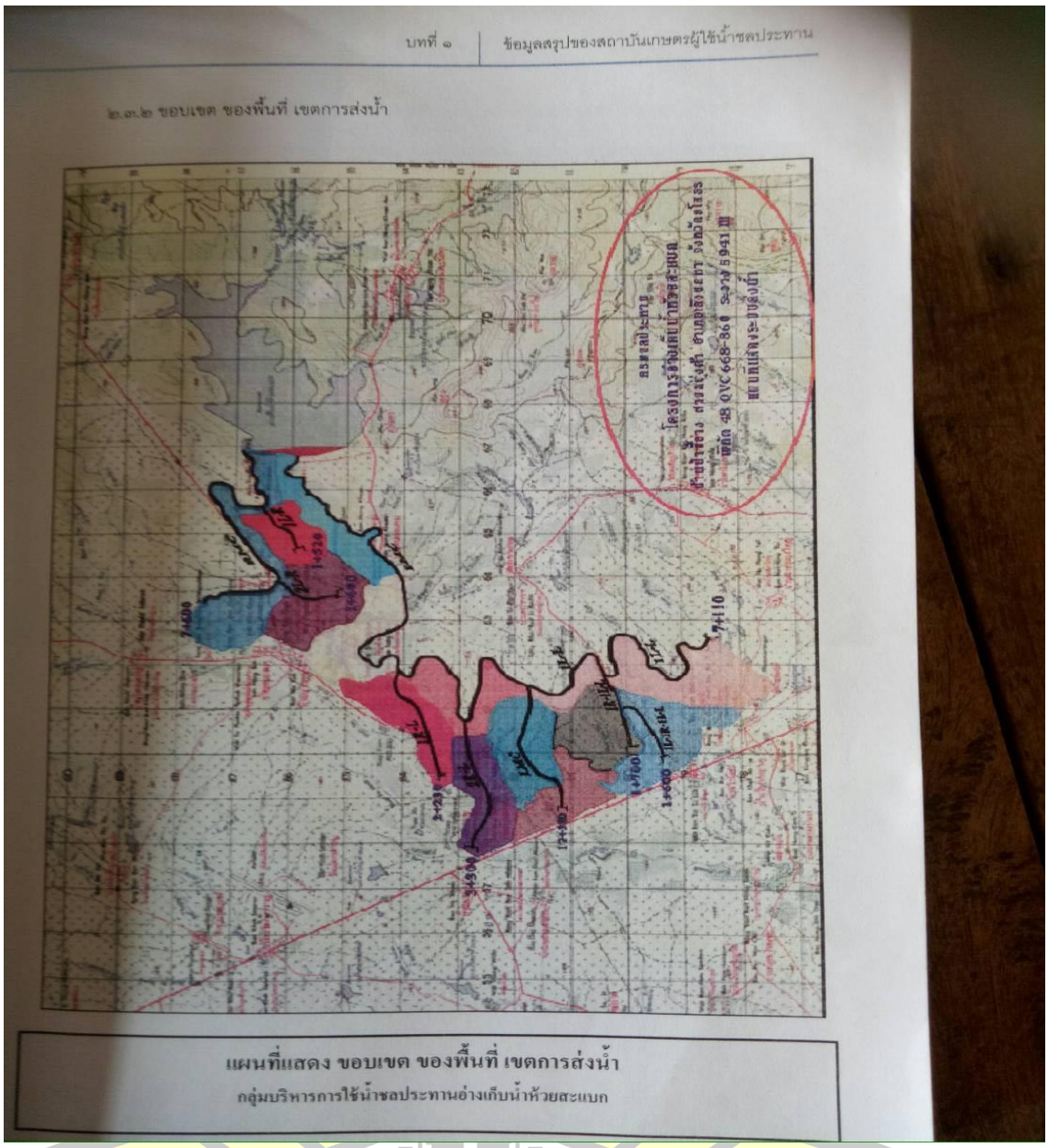
๑.๘ แผนที่โครงการแสดงขอบเขตกลุ่มบริหารการใช้น้ำเป็นแผนที่ภาพรวม (เน้นด้วยว่าน้ำต้นทุนอยู่ที่ใด โดยแผนที่นี้เป็นแผนที่รวมทั้งโครงการแต่ให้แสดงจุดที่ตั้งของกลุ่มฯด้วย)

ภาพประกอบ ข1 ข้อมูลสรุปของสถาบันเกษตรผู้ใช้น้ำชลประทาน

พหูน ปณฺ ฑิโต ชีเว

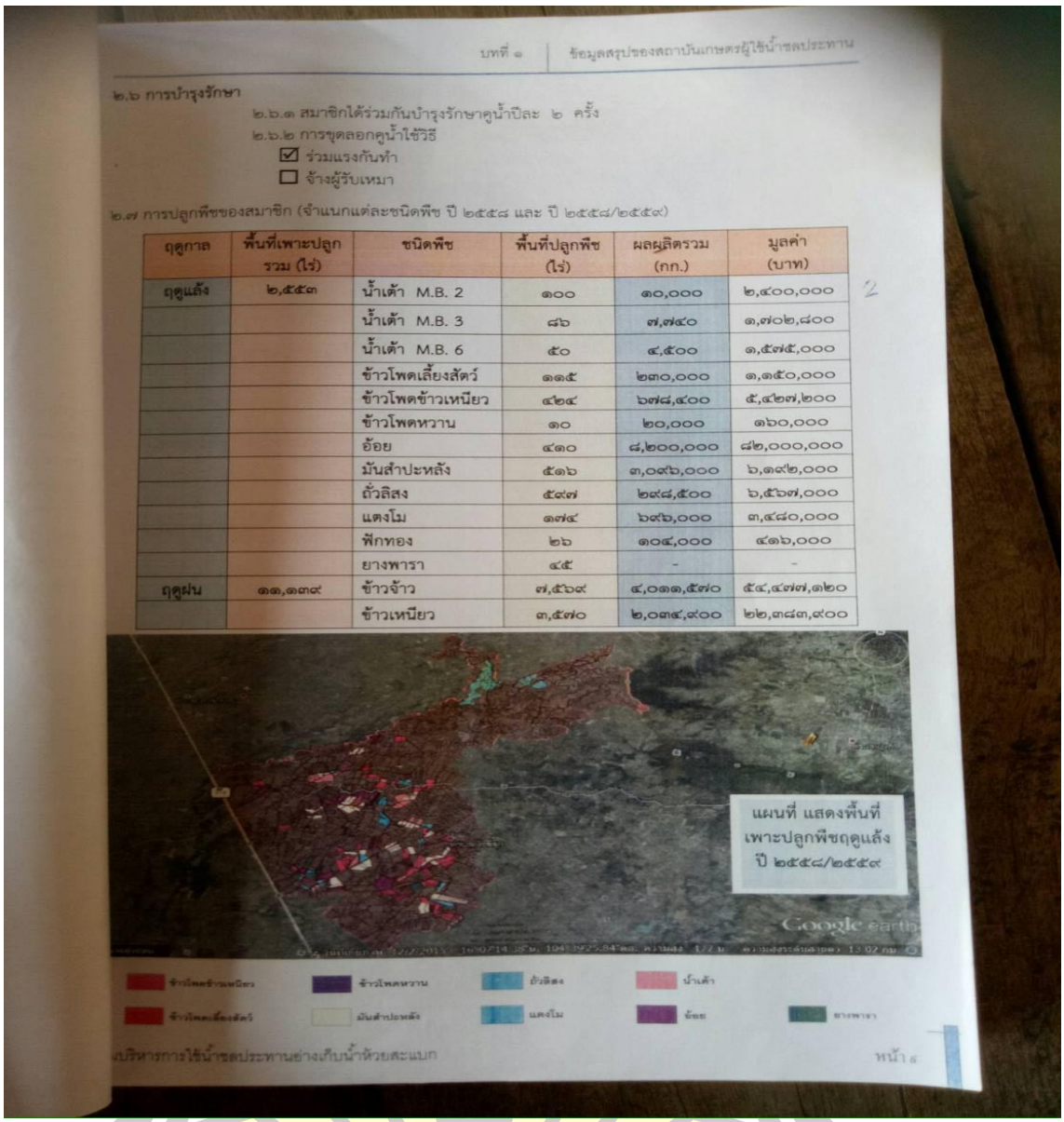
ภาพประกอบ ข2 โครงสร้างการบริการองค์กรผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

พหูน ปณฺ ฑิโต ชีเว



ภาพประกอบ ข3 แผนที่แสดงขอบเขตของพื้นที่ เขตการส่งน้ำ

พหูน ปณฺ ฑิโต ชีเว



บทที่ ๑ | ข้อมูลสรุปของสถาบันเกษตรผู้ใช้น้ำชลประทาน

๒.๖ การบำรุงรักษา

๒.๖.๑ สมาชิกได้ร่วมกันบำรุงรักษาคูน้ำปีละ ๒ ครั้ง

๒.๖.๒ การขุดลอกคูน้ำใช้วิธี

☑ ร่วมแรงกันทำ

☐ จ้างผู้รับเหมา

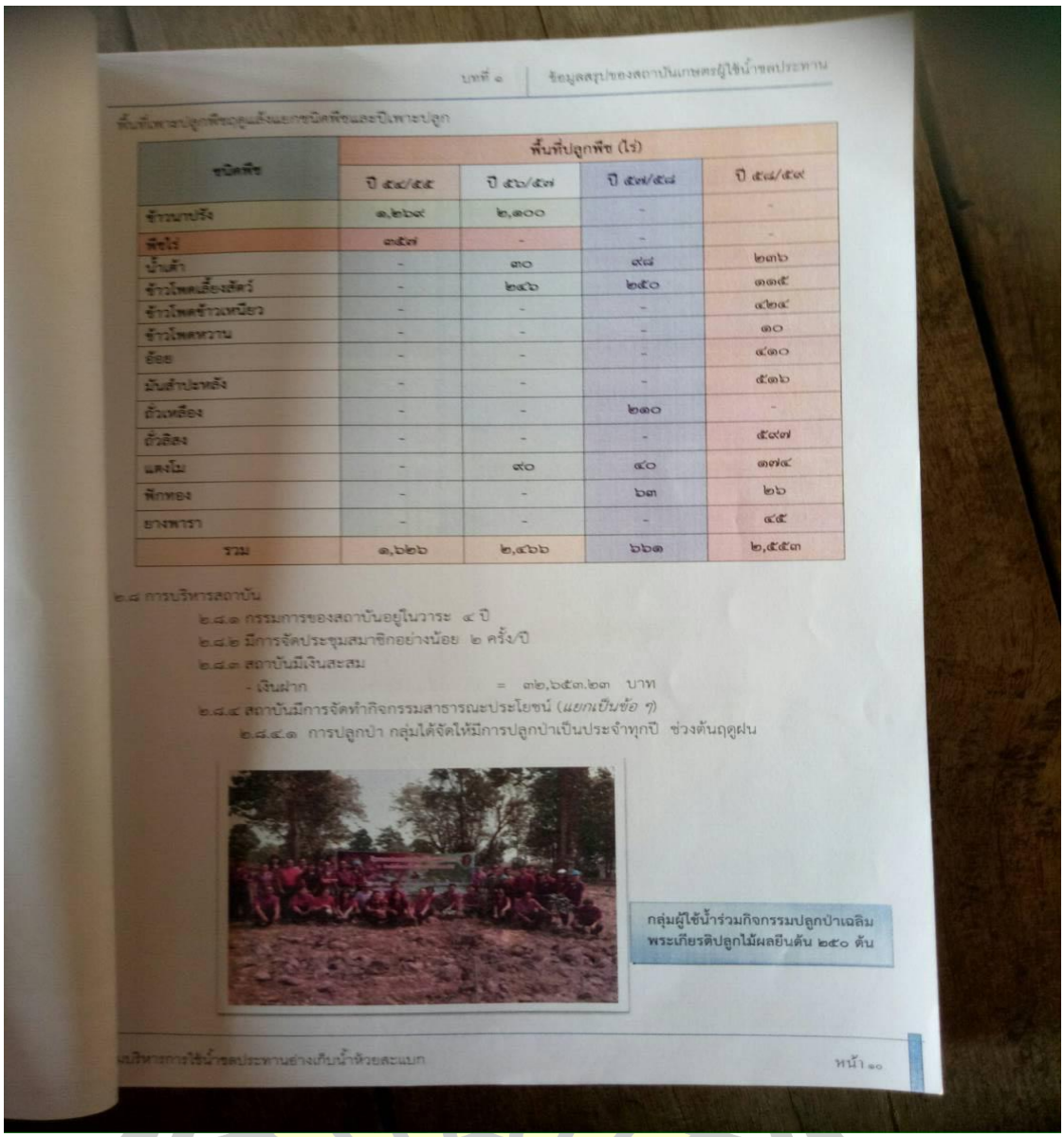
๒.๗ การปลูกพืชของสมาชิก (จำแนกแต่ละชนิดพืช ปี ๒๕๕๘ และ ปี ๒๕๕๘/๒๕๕๙)

ฤดูกาล	พื้นที่เพาะปลูกรวม (ไร่)	ชนิดพืช	พื้นที่ปลูกพืช (ไร่)	ผลผลิตรวม (กก.)	มูลค่า (บาท)
ฤดูแล้ง	๒,๕๕๓	น้ำเต้า M.B. 2	๑๐๐	๑๐,๐๐๐	๒,๔๐๐,๐๐๐
		น้ำเต้า M.B. 3	๘๖	๗,๗๔๐	๑,๗๐๒,๘๐๐
		น้ำเต้า M.B. 6	๕๐	๔,๕๐๐	๑,๕๗๕,๐๐๐
		ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	๑๑๕	๒๓๐,๐๐๐	๑,๑๕๐,๐๐๐
		ข้าวโพดข้าวเหนียว	๔๒๔	๖๗๘,๔๐๐	๕,๔๒๗,๒๐๐
		ข้าวโพดหวาน	๑๐	๒๐,๐๐๐	๑๖๐,๐๐๐
		อ้อย	๔๑๐	๘,๒๐๐,๐๐๐	๘๒,๐๐๐,๐๐๐
		มันสำปะหลัง	๕๑๖	๓,๐๙๖,๐๐๐	๖,๑๙๒,๐๐๐
		ถั่วลิสง	๕๙๗	๒๙๘,๕๐๐	๖,๕๖๗,๐๐๐
		แตงโม	๑๗๔	๖๙๖,๐๐๐	๓,๔๘๐,๐๐๐
		ฟักทอง	๒๖	๑๐๔,๐๐๐	๔๑๖,๐๐๐
		ยางพารา	๔๕	-	-
ฤดูฝน	๑๑,๑๓๙	ข้าวจ้าว	๗,๕๖๙	๔,๐๑๑,๕๗๐	๕๔,๔๗๗,๑๒๐
		ข้าวเหนียว	๓,๕๗๐	๒,๐๓๔,๙๐๐	๒๒,๓๘๓,๙๐๐

งบริหารการใช้น้ำชลประทานอย่างเก็บน้ำด้วยสะแบก หน้า ๘

ภาพประกอบ ข4 การปลูกพืชจำแนกแต่ละชนิดพืช

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว



บทที่ ๑ | ข้อมูลสรุปของสถาบันเกษตรผู้ใช้น้ำชลประทาน

ที่ตั้งที่เพาะปลูกพืชจำแนกแยกชนิดพืชและปีเพาะปลูก

ชนิดพืช	พื้นที่ปลูกพืช (ไร่)			
	ปี ๕๔/๕๕	ปี ๕๖/๕๗	ปี ๕๗/๕๘	ปี ๕๘/๕๙
ข้าวนาปรัง	๑,๒๖๙	๒,๑๐๐	-	-
พืชไร่	๓๕๗	-	-	-
น้ำเต้า	-	๓๐	๙๘	๒๓๖
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	-	๒๔๖	๒๕๐	๑๑๕
ข้าวโพดข้าวเหนียว	-	-	-	๔๒๔
ข้าวโพดหวาน	-	-	-	๑๐
ฮ่อย	-	-	-	๔๑๐
มันสำปะหลัง	-	-	-	๕๓๖
ถั่วเหลือง	-	-	๒๑๐	-
ถั่วลิสง	-	-	-	๕๙๗
แตงโม	-	๙๐	๔๐	๑๗๔
ฟักทอง	-	-	๖๓	๒๖
ยางพารา	-	-	-	๔๕
รวม	๑,๖๒๖	๒,๔๖๖	๖๖๑	๒,๕๕๓

๒.๘ การบริหารสถาบัน

๒.๘.๑ กรรมการของสถาบันอยู่ในวาระ ๔ ปี

๒.๘.๒ มีการจัดประชุมสมาชิกอย่างน้อย ๒ ครั้ง/ปี

๒.๘.๓ สถาบันมีเงินสะสม

- เงินฝาก = ๓๒,๖๕๓.๒๓ บาท

๒.๘.๔ สถาบันมีการจัดทำกิจกรรมสาธารณะประโยชน์ (*แยกเป็นข้อ ๆ*)

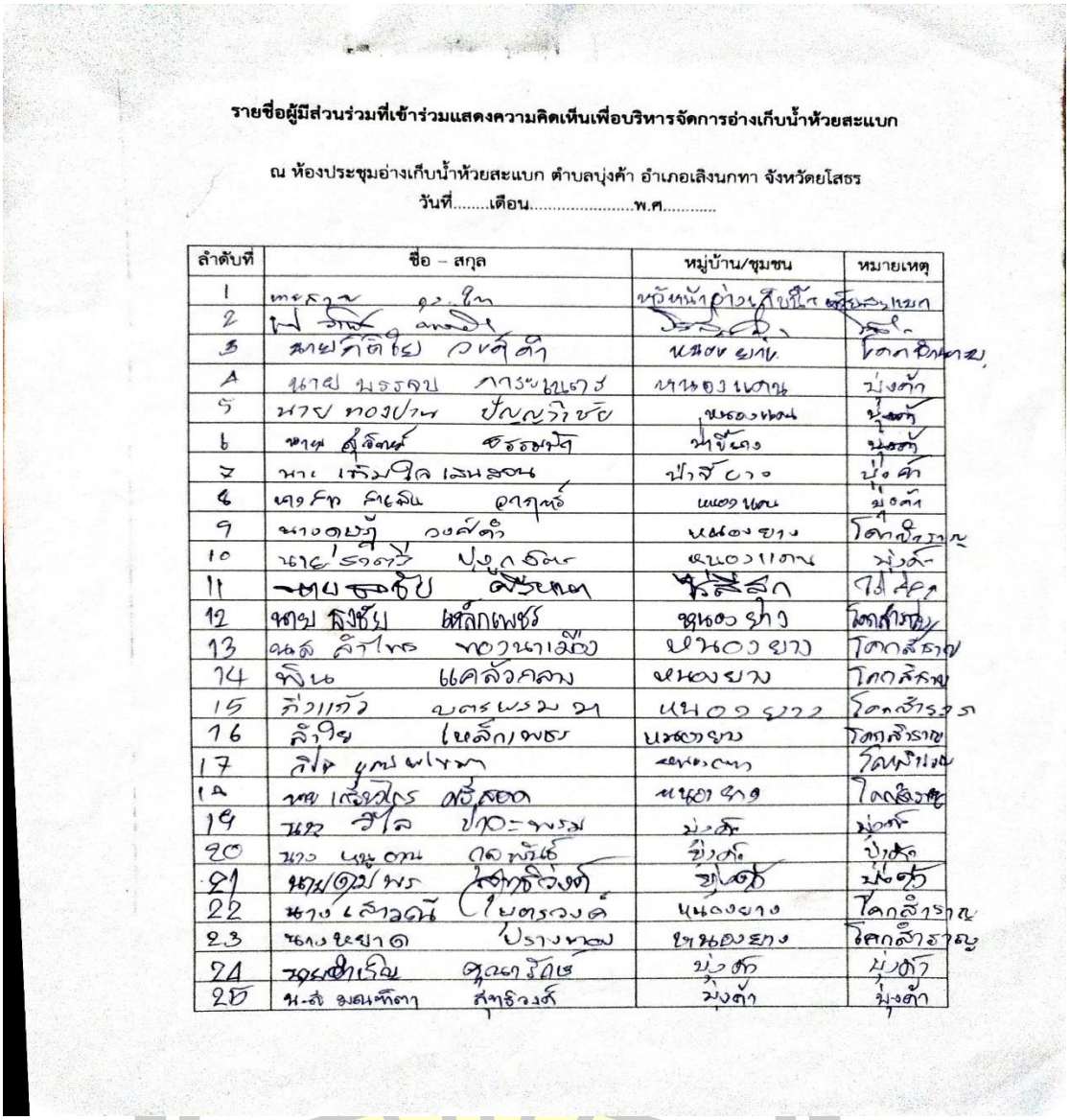
๒.๘.๔.๑ การปลูกป่า กลุ่มได้จัดให้มีการปลูกป่าเป็นประจำทุกปี ช่วงต้นฤดูฝน

กลุ่มผู้ใช้น้ำร่วมกิจกรรมปลูกป่าเฉลิมพระเกียรติปลูกไม้ผลยืนต้น ๒๕๐ ต้น

การบริหารการใช้น้ำชลประทานอย่างเกื้อกูลน้ำด้วยสะแบก หน้า ๑๐

ภาพประกอบ ข5 การปลูกพืชจำแนกแต่ละชนิดพืช (ต่อ)

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว



รายชื่อผู้มีส่วนร่วมที่เข้าร่วมแสดงความคิดเห็นเพื่อบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

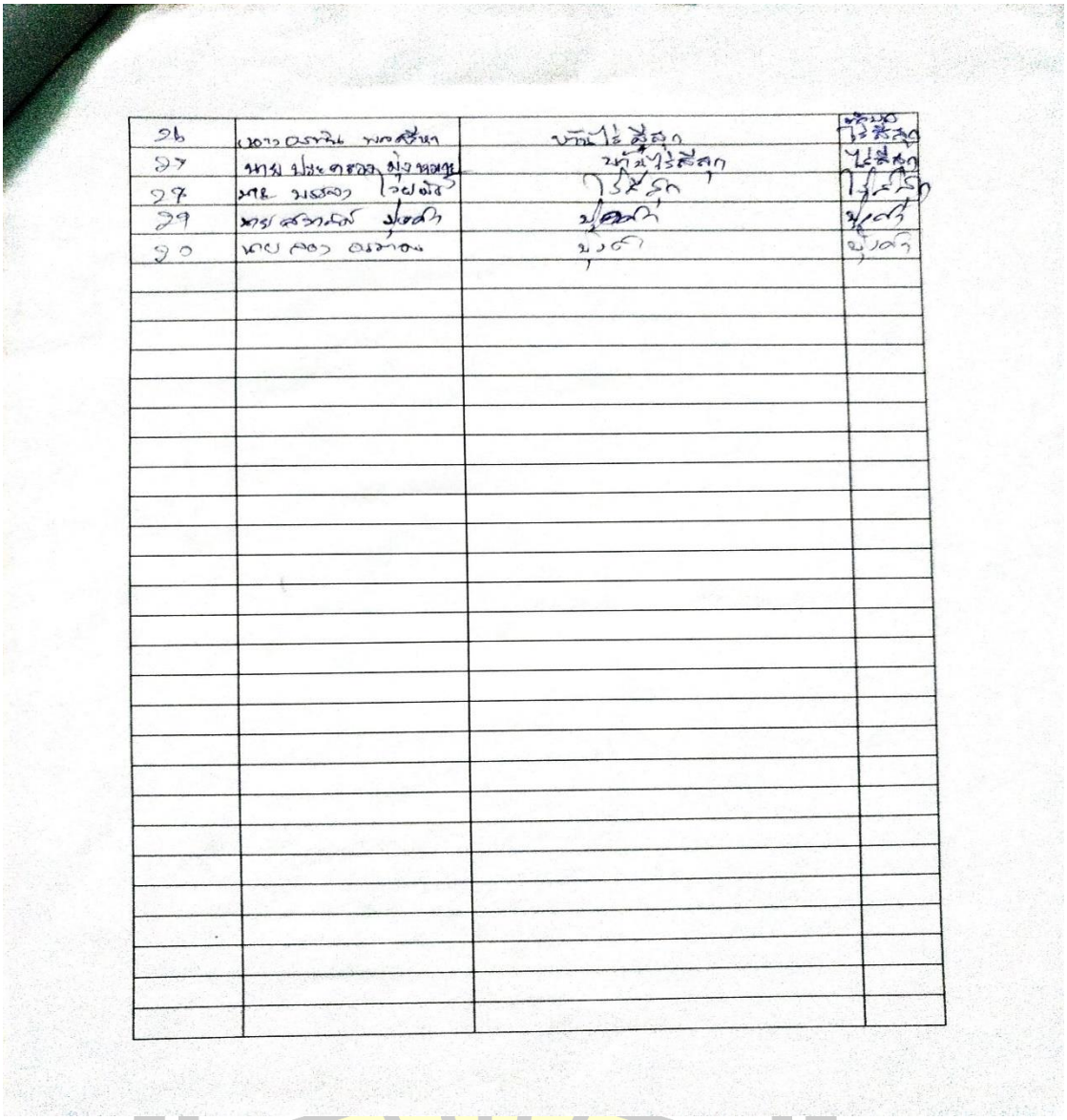
ณ ห้องประชุมอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก ตำบลบุ่งค้า อำเภอเลิงนกทา จังหวัดยโสธร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลำดับที่	ชื่อ – สกุล	หมู่บ้าน/ชุมชน	หมายเหตุ
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

ภาพประกอบ ข6 รายชื่อผู้มีส่วนเข้าร่วมแสดงความคิดเห็นเพื่อบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก

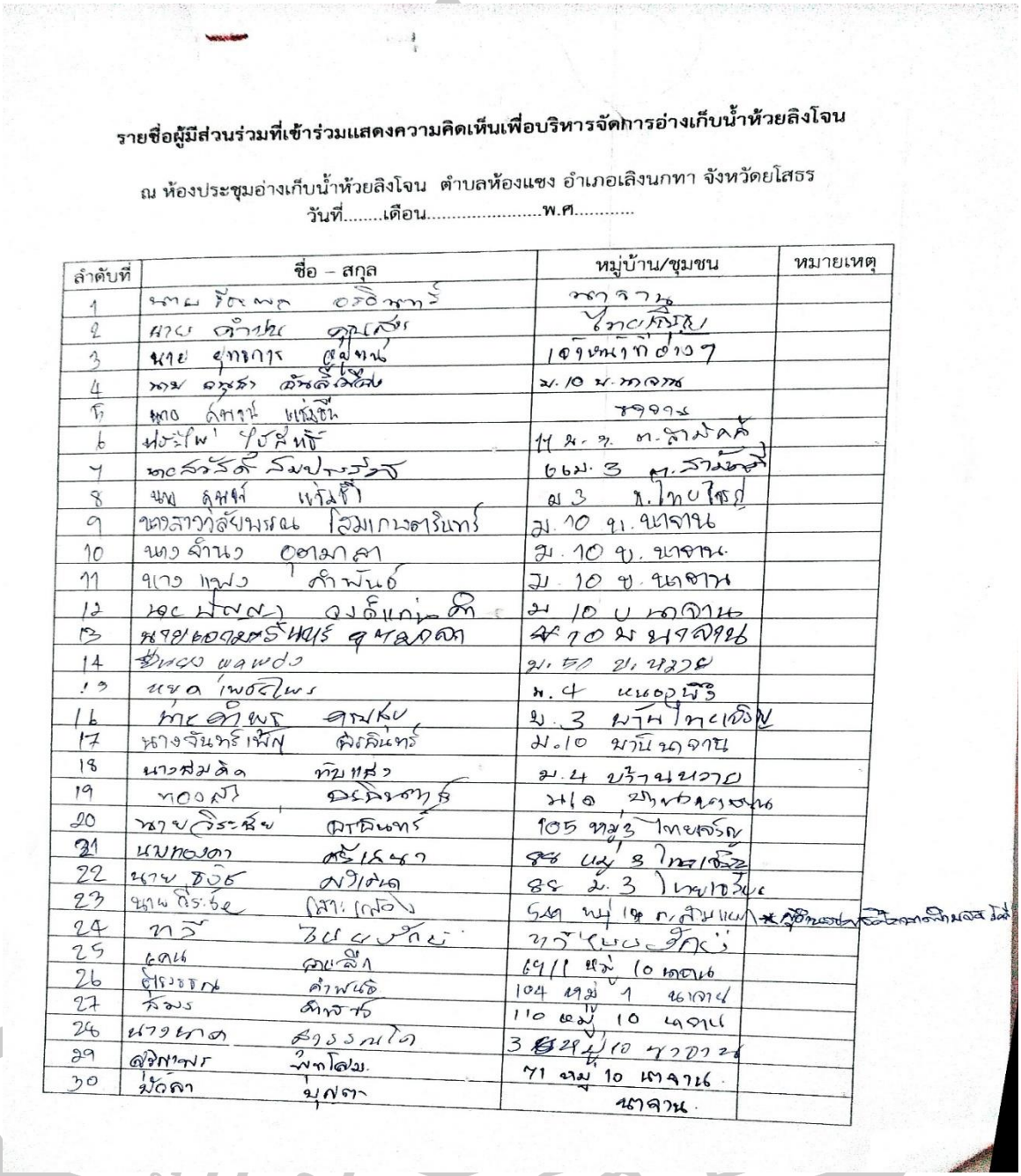
พหูน ปณฺ ฑิโต ชีเว



26	นางอรวิน พลศิษา	บ้านไร่สีสุก	ไร่สีสุก
27	นาย ปิยะ ตรอง ปุ่ง ขอมหู	หน้าไร่สีสุก	ไร่สีสุก
28	นาย มนตรา ไวยมัธ	ไร่สีสุก	ไร่สีสุก
29	นาย ศรีวงษ์ ปุ่งศรี	ปุ่งศรี	ปุ่งศรี
30	นาย ศรา อมาตย์	ปุ่งศรี	ปุ่งศรี

ภาพประกอบ ข7 รายชื่อผู้มีส่วนเข้าร่วมแสดงความคิดเห็นเพื่อบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำห้วยสะแบก (ต่อ)

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว



รายชื่อผู้มีส่วนร่วมที่เข้าร่วมแสดงความคิดเห็นเพื่อบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

ณ ห้องประชุมอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน ตำบลห้องแซง อำเภอเลิงนกทา จังหวัดยโสธร
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลำดับที่	ชื่อ – สกุล	หมู่บ้าน/ชุมชน	หมายเหตุ
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			

ภาพประกอบ ข8 รายชื่อผู้มีส่วนเข้าร่วมแสดงความคิดเห็นเพื่อบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

ส่วนที่ ๑
สภาพทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานของเทศบาลตำบลบุ่งค้า

(๑) สภาพทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานของเทศบาลตำบลบุ่งค้า

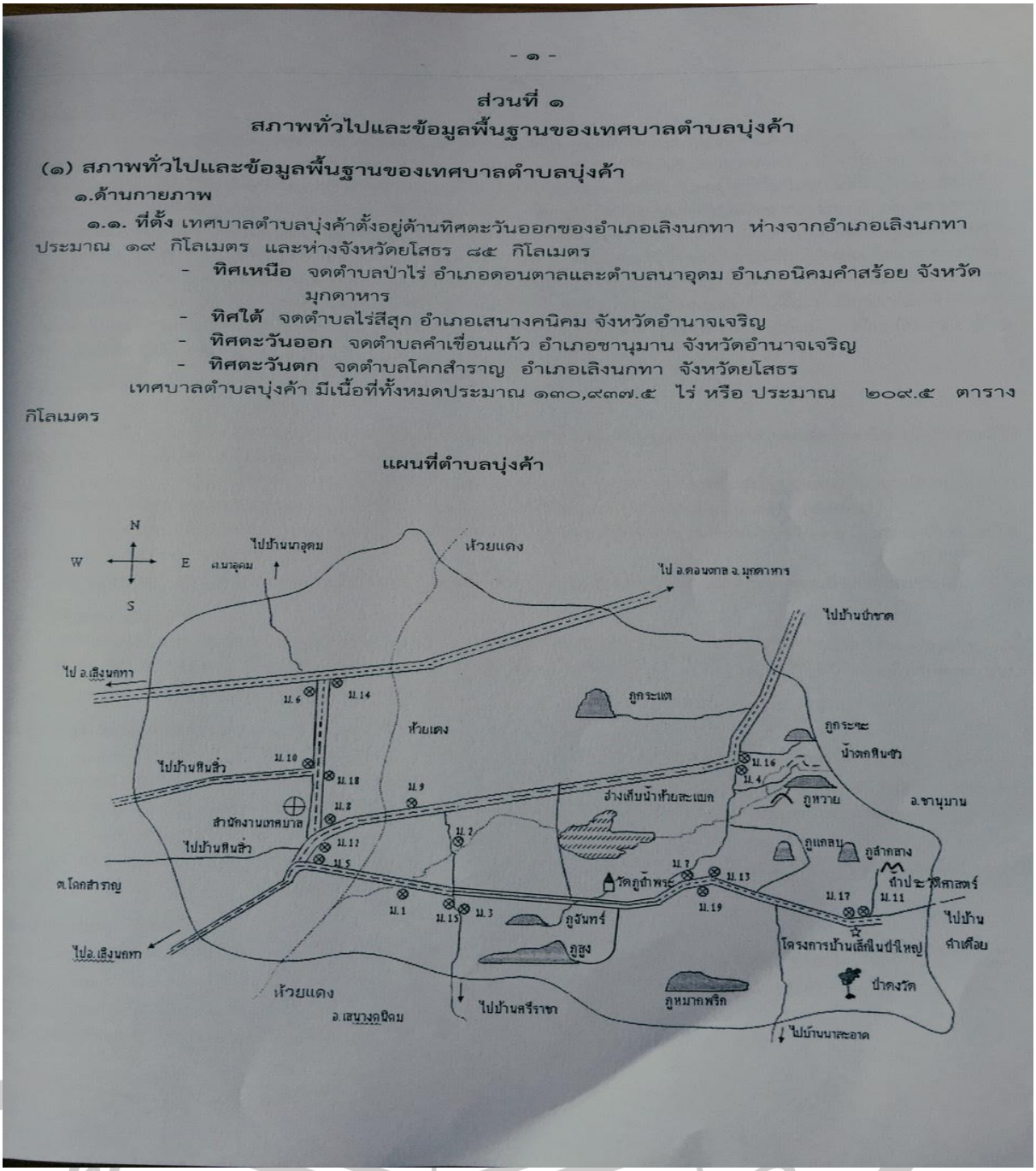
๑.ด้านกายภาพ

๑.๑. ที่ตั้ง เทศบาลตำบลบุ่งค้าตั้งอยู่ด้านทิศตะวันออกของอำเภอเลิงนกทา ห่างจากอำเภอเลิงนกทา ประมาณ ๑๙ กิโลเมตร และห่างจังหวัดยโสธร ๘๕ กิโลเมตร

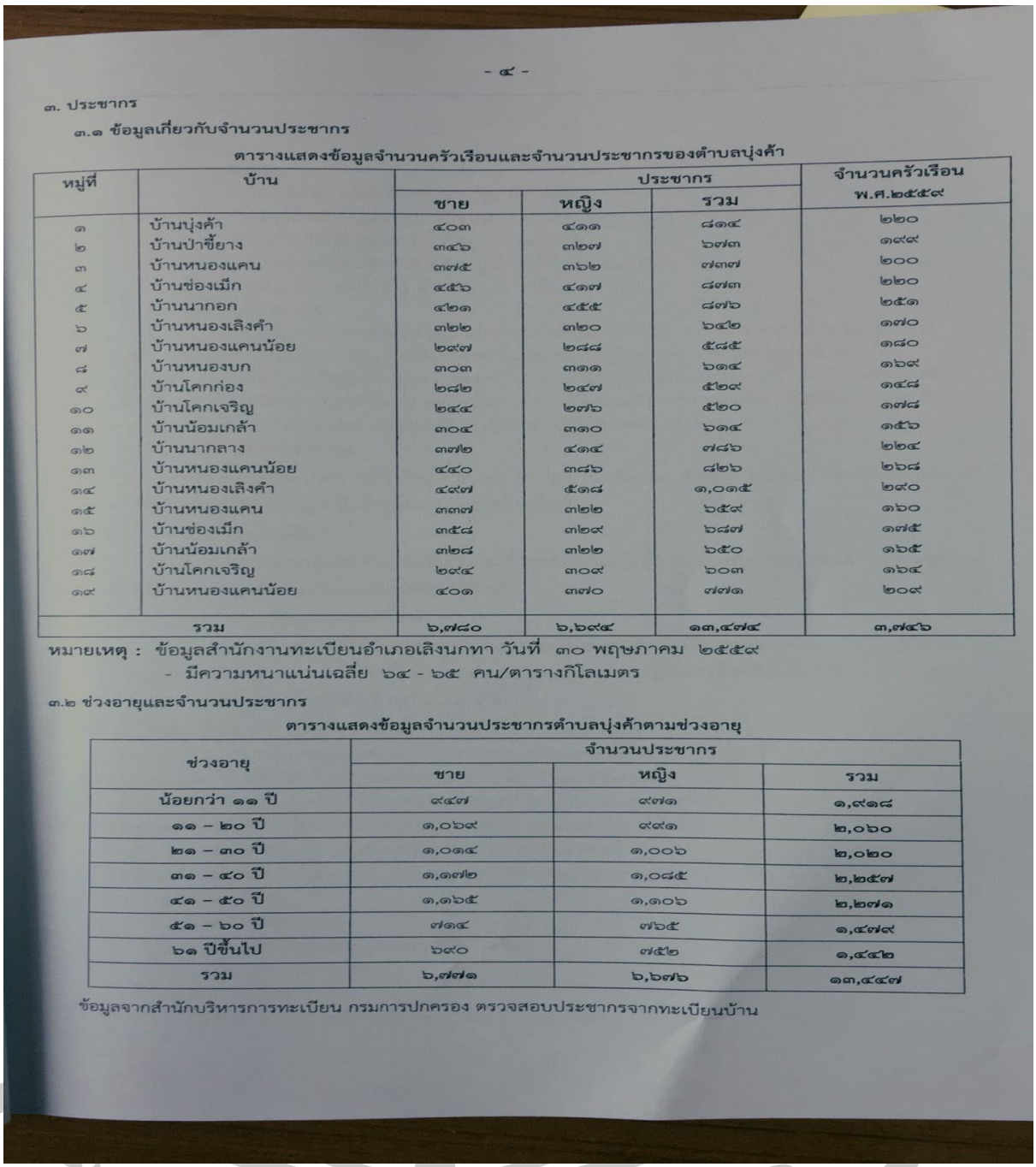
- **ทิศเหนือ** จดตำบลป่าไร่ อำเภอดอนตาลและตำบลนาอุดม อำเภอนิคมคำสร้อย จังหวัดมุกดาหาร
- **ทิศใต้** จดตำบลไร่สีสุก อำเภอเสนางคนิคม จังหวัดอำนาจเจริญ
- **ทิศตะวันออก** จดตำบลคำเขื่อนแก้ว อำเภอชานุมาน จังหวัดอำนาจเจริญ
- **ทิศตะวันตก** จดตำบลโคกสำราญ อำเภอเลิงนกทา จังหวัดยโสธร

เทศบาลตำบลบุ่งค้า มีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ ๑๓๐,๙๓๗.๕ ไร่ หรือ ประมาณ ๒๐๙.๕ ตารางกิโลเมตร

แผนที่ตำบลบุ่งค้า



ภาพประกอบ ข9 สภาพทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานของเทศบาลตำบลบุ่งค้า



- ๔ -

๓. ประชากร

๓.๑ ข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนประชากร

ตารางแสดงข้อมูลจำนวนครัวเรือนและจำนวนประชากรของตำบลบุ่งค้า

หมู่ที่	บ้าน	ประชากร			จำนวนครัวเรือน พ.ศ.๒๕๕๙
		ชาย	หญิง	รวม	
๑	บ้านบุ่งค้า	๔๐๓	๔๑๑	๘๑๔	๒๒๐
๒	บ้านป่าชี้ยาง	๓๔๖	๓๒๗	๖๗๓	๑๙๙
๓	บ้านหนองแคน	๓๗๕	๓๖๒	๗๓๗	๒๐๐
๔	บ้านช่องเม็ก	๔๕๖	๔๑๗	๘๗๓	๒๒๐
๕	บ้านนากอก	๔๒๑	๔๕๕	๘๗๖	๒๕๑
๖	บ้านหนองเลิงคำ	๓๒๒	๓๒๐	๖๔๒	๑๗๐
๗	บ้านหนองแคนน้อย	๒๙๗	๒๘๘	๕๘๕	๑๘๐
๘	บ้านหนองบก	๓๐๓	๓๑๑	๖๑๔	๑๖๙
๙	บ้านโคกก่อง	๒๘๒	๒๔๗	๕๒๙	๑๔๘
๑๐	บ้านโคกเจริญ	๒๔๔	๒๗๖	๕๒๐	๑๗๘
๑๑	บ้านน้อมเกล้า	๓๐๔	๓๑๐	๖๑๔	๑๕๖
๑๒	บ้านนากลาง	๓๗๒	๔๑๔	๗๘๖	๒๒๔
๑๓	บ้านหนองแคนน้อย	๔๔๐	๓๘๖	๘๒๖	๒๖๘
๑๔	บ้านหนองเลิงคำ	๔๙๗	๕๑๘	๑,๐๑๕	๒๙๐
๑๕	บ้านหนองแคน	๓๓๗	๓๒๒	๖๕๙	๑๖๐
๑๖	บ้านช่องเม็ก	๓๕๘	๓๒๙	๖๘๗	๑๗๕
๑๗	บ้านน้อมเกล้า	๓๒๘	๓๒๒	๖๕๐	๑๖๕
๑๘	บ้านโคกเจริญ	๒๙๔	๓๐๙	๖๐๓	๑๖๔
๑๙	บ้านหนองแคนน้อย	๔๐๑	๓๗๐	๗๗๑	๒๐๙
รวม		๖,๗๘๐	๖,๖๙๔	๑๓,๔๗๔	๓,๗๔๖

หมายเหตุ : ข้อมูลสำนักงานทะเบียนอำเภอเลิงนกทา วันที่ ๓๐ พฤษภาคม ๒๕๕๙
- มีความหนาแน่นเฉลี่ย ๖๔ - ๖๕ คน/ตารางกิโลเมตร

๓.๒ ช่วงอายุและจำนวนประชากร

ตารางแสดงข้อมูลจำนวนประชากรตำบลบุ่งค้าตามช่วงอายุ

ช่วงอายุ	จำนวนประชากร		
	ชาย	หญิง	รวม
น้อยกว่า ๑๑ ปี	๙๔๗	๙๗๑	๑,๙๑๘
๑๑ – ๒๐ ปี	๑,๐๖๙	๙๙๑	๒,๐๖๐
๒๑ – ๓๐ ปี	๑,๐๑๔	๑,๐๐๖	๒,๐๒๐
๓๑ – ๔๐ ปี	๑,๑๗๒	๑,๐๘๕	๒,๒๕๗
๔๑ – ๕๐ ปี	๑,๑๖๕	๑,๑๐๖	๒,๒๗๑
๕๑ – ๖๐ ปี	๗๑๔	๗๖๕	๑,๔๗๙
๖๑ ปีขึ้นไป	๖๙๐	๗๕๒	๑,๔๔๒
รวม	๖,๗๗๑	๖,๖๗๖	๑๓,๔๕๗

ข้อมูลจากสำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง ตรวจสอบประชากรจากทะเบียนบ้าน

พหุน ปณ ศ โต ชีเว

ภาพประกอบ ข10 สภาพทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานของเทศบาลตำบลบุ่งค้า (ต่อ)

ภาคผนวก ค
ภาพประกอบการลงพื้นที่ศึกษา

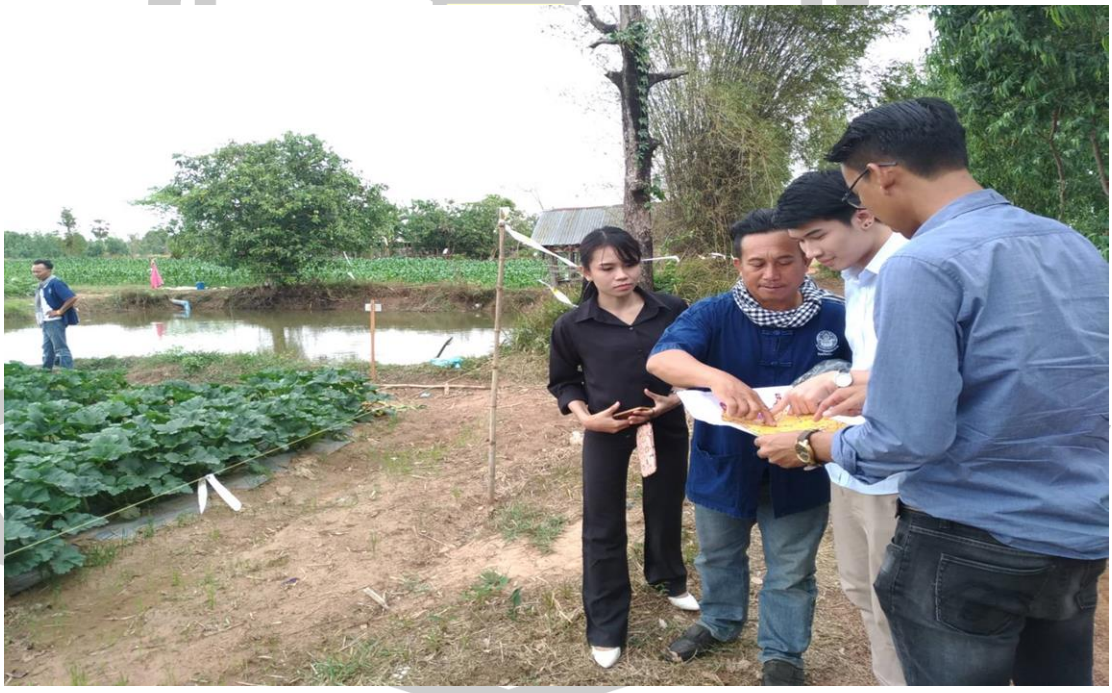
ภาพประกอบ ค1 ร่วมถ่ายภาพกับชาวบ้าน

ภาพประกอบ ค2 การยกมือแสดงความคิดเห็นของชาวบ้านของอ่างห้วยลิงโจน

ภาพประกอบ ค3 การประชุมและแสดงความคิดเห็นของชาวบ้านอ่างห้วยสะแบก

ภาพประกอบ ค4 ลงพื้นที่อ่างเก็บน้ำห้วยลิงโจน

ภาพประกอบ ค5 ลงพื้นที่เกษตรกรรมสอบถามเกี่ยวกับการเพาะปลูก



ภาพประกอบ ค6 เจ้าหน้าที่อ่างเก็บน้ำชี้จุดการเพาะปลูกในแผนที่

ภาพประกอบ ค7 เจ้าหน้าที่อ่างเก็บน้ำอธิบายเกี่ยวกับพื้นที่เพาะปลูก

ภาพประกอบ ค8 ผลผลิตพืชของเกษตรกรรมพื้นที่ท้ายอ่าง

ภาพประกอบ ค9 ผลผลิตพืชของเกษตรกรรมพื้นที่ท้ายอ่าง (ต่อ)

ภาพประกอบ ค10 ผลผลิตพืชของเกษตรกรรมพื้นที่ท้ายอ่าง (ต่อ)

ภาพประกอบ ค11 ผลผลิตพืชของเกษตรกรรมพื้นที่ท้ายอ่าง (ต่อ)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาว รัตน์สุดา งามเสริฐ
วันเกิด	วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2537
สถานที่เกิด	อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 23 หมู่ 11 ตำบลห้วยยาง อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร รหัสไปรษณีย์ 47000
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2555 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร พ.ศ. 2560 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2562 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว