



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ)

ปริญญา

วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ

สาขา

วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ

ภาควิชา

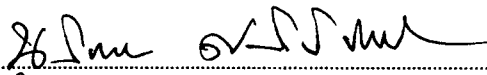
เรื่อง การศึกษาการผันน้ำจากเขื่อนแม่งัดสู่เขื่อนแม่งวง

The Study of Water Diversion from Mae Ngat Dam to Mae Kuang Dam

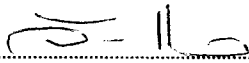
นามผู้วิจัย นายวัลลภ ทองสร้อย

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

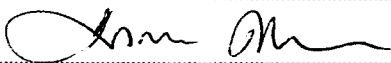
ประธานกรรมการ

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนุชนารถ ศรีวงศิตานนท์, Ph.D.)

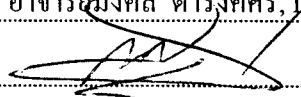
กรรมการ

( รองศาสตราจารย์วีระพล แต่สมบัติ, Ph.D.)

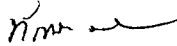
กรรมการ

( อาจารย์มงคล คำรงค์ศรี, Dr.Ing.)

หัวหน้าภาควิชา

( รองศาสตราจารย์กอบเกียรติ ผ่องบุณย์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( ศาสตราจารย์ทักษิณ อัดตะนันท์, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 5 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2546

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาการผันน้ำจากเขื่อนแม่งัดสู่เขื่อนแม่กวง

The Study of Water Diversion from Mae Ngat Dam to Mae Kuang Dam

โดย

นายวัลลภ ทองสร้อย

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ)

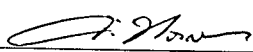
พ.ศ. 2546

ISBN 974-359-251-2

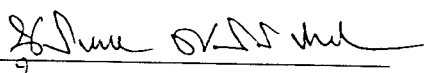
วัลลภ ทองสร้อย 2546: การศึกษาการผันน้ำจากเขื่อนแม่จตุรเขื่อนแม่กวง ปริณญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ) สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ
ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ ประชานกรรมการที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์
นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์, Ph.D. 135 หน้า
ISBN 974-359-251-2

การศึกษาการผันน้ำจากเขื่อนแม่จตุรเขื่อนแม่กวงครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยต่างๆจำนวน 6
ลุ่มน้ำย่อย ในลุ่มน้ำปิงตอนบนโดยแหล่งเก็บน้ำหลักประกอบด้วยอ่างเก็บน้ำแม่จตุและอ่างเก็บน้ำ
แม่กวง โดยอ่างเก็บน้ำแม่จตุมีความจุเก็บกัก 265 ล้าน ลบม. พื้นที่ชลประทานท้ายอ่างเก็บน้ำ
ประกอบด้วย โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จตุ โครงการแม่ปิงเก่า และโครงการ
ชลประทานราษฎร์ รวมทั้งกลุ่มโครงการชลประทานขนาดเล็กในระบบลุ่มน้ำย่อยต่างๆโดยพื้นที่
ชลประทานของโครงการดังกล่าวโดยรวมในฤดูฝน และฤดูแล้งเท่ากับ 229,102 และ 85,401 ไร่
ตามลำดับ มีความต้องการน้ำโดยรวมเท่ากับ 497.80 ล้าน ลบ.ม./ปี สำหรับอ่างเก็บน้ำแม่กวงมีความจุ
เก็บกัก 263 ล้าน ลบ.ม. ส่งน้ำให้พื้นที่ชลประทานของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่กวงในฤดูฝน
และฤดูแล้ง 142,300 และ 17,060 ไร่ ตามลำดับ มีความต้องการน้ำในสภาพปัจจุบัน (ความเข้มข้น
เพาะปลูก 1.12) เท่ากับ 215.25 ล้าน ลบ.ม./ปี และความต้องการน้ำในสภาพอนาคต (ความเข้มข้น
เพาะปลูก 1.40) เท่ากับ 290.02 ล้าน ลบ.ม./ปี

การศึกษาสมดุลน้ำในสภาพปัจจุบันของระบบลุ่มน้ำย่อย กระทำโดยการประยุกต์ใช้
แบบจำลอง HEC-5 ในช่วงเวลา 26 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517 ถึงปี พ.ศ. 2542 อย่างไรก็ตามข้อมูลปริมาณน้ำ
ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำแม่จตุและอ่างเก็บน้ำแม่กวงซึ่งตรวจวัดได้ที่สถานีวัดน้ำท่า P.28 และ P.34 ตามลำดับ
ซึ่งใช้เป็นสถานีดัชนีในการประเมินปริมาณน้ำท่ารายวันสำหรับจุดพิจารณาต่างๆ นั้นมีข้อมูลไม่
ครบถ้วนตามช่วงเวลาที่ใช้วิเคราะห์ระบบสมดุลน้ำ ดังนั้นจึงต้องทำการประเมินปริมาณน้ำท่ารายวัน
ของสถานีวัดน้ำท่าดัชนีทั้งสองให้ครบถ้วนโดยการประยุกต์แบบจำลอง NAM ซึ่งผลการเปรียบเทียบ
และการตรวจพิสูจน์แบบจำลองให้ผลเป็นที่ยอมรับได้ จึงทำการประเมินปริมาณน้ำท่ารายวันที่ไหลเข้า
อ่างเก็บน้ำทั้งสองในช่วงเวลาที่ขาดหายไป เพื่อนำไปใช้ประกอบการวิเคราะห์ระบบสมดุลน้ำ ผล
การศึกษาสมดุลน้ำโดยแบบจำลอง HEC-5 พบว่า โครงการแม่แฝก-แม่จตุ โครงการชลประทานแม่ปิง
เก่า และโครงการชลประทานราษฎร์ มีการขาดแคลนน้ำเพียงเล็กน้อย และสำหรับโครงการชลประทาน
แม่กวงมีสถานะขาดแคลนน้ำในเกณฑ์ปานกลางซึ่งเป็นที่ยอมรับได้ แต่เมื่อพิจารณาสภาพอนาคต
(ความเข้มข้นเพาะปลูก 1.40) โดยปลูกพืชฤดูฝนเท่าเดิม และฤดูแล้งเป็น 57,920 ไร่ พบว่าโครงการ
แม่กวงมีปริมาณและช่วงเวลาการขาดแคลนน้ำเท่ากับ 35.3 และ 43.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นจึง
สมควรเพิ่มปริมาณน้ำต้นทุนโดยการผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำแม่จตุมาสู่อ่างเก็บน้ำแม่กวงโดยการผันน้ำ
ในช่วงปลายฤดูฝนเป็นระยะเวลา 4 เดือน คือระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน โดยการผันน้ำ
ในอัตรา 10 ลบ.ม./วินาที คิดเป็นปริมาตร 105.4 ล้าน ลบ.ม./ปี ซึ่งสามารถเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกฤดูแล้ง
จาก 17,060 ไร่ เป็น 57,920 ไร่ โดยไม่เกิดผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์น้ำโดยรวมกับระบบลุ่มน้ำที่ศึกษา



ลายมือชื่อนิต



ลายมือชื่อประธานกรรมการ

4, 24, 254 6

Vallop Thongsoi 2003 : The Study of Water Diversion from Mae Ngat Dam to Mae Kuang Dam. Master of Engineering (Water Resources Engineering), Major Field: Water Resources Engineering, Department of Water Resources Engineering. Thesis Advisor: Assistant Professor Nuchanart Sriwongsitanon, Ph.D. 135 pages.
ISBN 974-359-251-2

The study of water diversion from Mae Ngat Dam to Mae Kuang Dam covers the area of six subbasins of the Upper Ping Basin. Main water supply consists of Mae Ngat and Mae Kuang Reservoirs. Mae Ngat Reservoir has a storage capacity of 265 MCM. The irrigation areas downstream of the reservoir consist of the area of Mae Faek - Mae Ngat Irrigation Project, Mae Ping Kao Irrigation Project, People Irrigation Project and groups of Small Scale Irrigation Projects. The irrigation area of these projects is 229,102 rai in the wet season and 85,401 rai in the dry season. Water demand of these irrigation projects is approximately 497.80 MCM per year. Mae Kuang Reservoir has a storage capacity of 263 MCM. The irrigation area downstream of the reservoir is the area of Mae Kuang Irrigation Project, which has an area of 142,300 rai in the wet season and 17,000 rai in the dry season. Water demand for this project for the cropping intensity of 1.12 is around 215.25 MCM per year and for the cropping intensity of 1.40 is around 290.02 MCM per year

Water balance study at present in the river basin carried out using HEC-5 Model for the period of 26 years between 1974 and 1999. Daily inflow data of Mae Ngat and Mae Kuang Reservoirs, measured at the gauging stations P.28 and P.34, respectively, was used as index stations to predict daily inflow for each control point in the river basin system. However daily inflow data for these stations is not cover the whole period of water balance study. Therefore, daily inflow data for the missing periods of the data was estimated using NAM Model. The results of model calibration and verification are satisfied. Therefore, the missing period of inflow data for these two stations was estimated to be used in the water balance study. The results of the water balance study show that water shortages for Mae Faek - Mae Ngat Irrigation Project, Mae Ping Kao Irrigation Project and People Irrigation Project are minor and water shortage for Mae Kuang Irrigation Project is moderate. These shortages are in the acceptable limit. However, the water balance study in the future for case of cropping intensity 1.40, with the same area in the wet season and the area of 57,920 rai in the dry season, shows that the quantity and time duration of the water shortage for Mae Kuang Irrigation Project are 35.3 and 47.3 percent, respectively. Therefore it is necessary to divert water from Mae Ngat Reservoir to Mae Kuang Reservoir for the period of 4 months between August and November, with the rate of 10 CMS and the volume of 105.4 MCM per year. This water diversion is used for increasing the dry season area from 17,060 rai to 57,920 rai without any effect to the water usages in the river basin system.

Vallop Thongsoi

Student's signature

No Sriwongsitanon

Thesis Advisor's signature

4 / 6 / 2003

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์วิระพล เต็มสมบัติ กรรมการสาขาวิชาเอก อาจารย์มงคล ดำรงค์ศรี กรรมการสาขาวิชารอง รองศาสตราจารย์ประทีป ดวงเดือน ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณกฤษณ์ สุกิตย์ ที่ให้คำปรึกษาแนะนำการใช้แบบจำลอง HEC-5 ขอขอบคุณ คุณศิริกัญญา แสงสว่าง ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำการใช้แบบจำลอง NAM ขอขอบคุณ คุณพรเทพ จูทังคะ ที่ได้ช่วยเหลือการจัดทำภาพประกอบวิทยานิพนธ์ และขอบคุณเจ้าหน้าที่ธุรการภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ ที่อำนวยความสะดวกในการจัดทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ คุณพิชฎา ทองสร้อย และ ค.ช.ภูมิกร ทองสร้อย ที่ได้สนับสนุนช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ จนสำเร็จลุล่วงได้

ประโยชน์อันเนื่องมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่ บิดา มารดา ผู้ให้กำเนิดและคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้สั่งสอนวิชาการเพื่อนำไปพัฒนาประเทศชาติต่อไป

วัลลภ ทองสร้อย

พฤษภาคม 2546

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
ขอบเขตการศึกษา	3
การตรวจเอกสาร	5
ความเป็นมาของโครงการ	5
ลักษณะโครงการอ่างเก็บน้ำแม่จัดสมบูรณ์ชล	6
ลักษณะโครงการอ่างเก็บน้ำแม่กวอดมธารา	6
ลักษณะโครงการชลประทานย่อย	7
การศึกษาเพื่อประเมินความต้องการน้ำเพื่อการชลประทาน	7
การซึมลงในดินและการซึมลึกในดิน	8
ปริมาณฝนใช้การ	8
ปริมาณน้ำที่พืชต้องการตามทฤษฎี	9
แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา	12
แบบจำลองปริมาณฝนใช้การ	12
แบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน	17
แบบจำลอง NAM	20
แบบจำลอง HEC-5	28
อุปกรณ์และวิธีการ	40
อุปกรณ์	40
วิธีการ	41
พื้นที่ศึกษา	41
การศึกษาด้านอุตุนิยมิวิทยาและอุทกวิทยา	45

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การศึกษาด้านความต้องการน้ำ ปริมาณน้ำต้นทุน และสมดุลระบบแหล่งน้ำ	56
การศึกษาด้านความต้องการน้ำชลประทาน	63
การศึกษาด้านปริมาณน้ำท่ารายวัน	78
การศึกษาสมดุลน้ำรายวันและการผันน้ำ	84
ผลและวิจารณ์	90
ผลการศึกษาด้านความต้องการน้ำชลประทาน	90
ผลการศึกษาปริมาณน้ำท่ารายวัน	92
ผลการวิเคราะห์สมดุลน้ำรายวันและการผันน้ำ	99
สรุปและเสนอแนะ	106
สรุป	106
ข้อเสนอแนะ	108
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	109
ภาคผนวก	111

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	ค่าเฉลี่ยรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศที่สถานีตรวจวัดอากาศจังหวัดเชียงใหม่ และลำพูน 48
2	รายชื่อสถานีวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษาและลุ่มน้ำใกล้เคียง 49
3	รายชื่อสถานีวัดน้ำท่าที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษาและลุ่มน้ำใกล้เคียง 52
4	ค่าเฉลี่ยรายปี ช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายเดือน และค่าเฉลี่ยสูงสุดรายเดือนของตัวแปร ภูมิอากาศ ของสถานีตรวจอากาศที่ศึกษา 55
5	ปริมาณฝนรายเดือนและรายปีเฉลี่ยของสถานีวัดน้ำฝนในลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษา และลุ่มน้ำใกล้เคียง 57
6	ปริมาณน้ำท่ารายเดือนและรายปีเฉลี่ยของสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษา และลุ่มน้ำใกล้เคียง 60
7	Rainfall Factor ของปริมาณฝนสำหรับพื้นที่โครงการ 65
8	ค่าสัมประสิทธิ์พืช (Crop Coefficient; Kc) ซึ่งประเมินโดยวิธี Modified Penman 67
9	พื้นที่เพาะปลูกโครงการขนาดใหญ่ 70
10	พื้นที่เพาะปลูกของกลุ่มโครงการชลประทานในลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงตอนบน 71
11	พื้นที่เพาะปลูกของกลุ่มโครงการชลประทานในลุ่มน้ำย่อยแม่แตง 72
12	พื้นที่เพาะปลูกของกลุ่มโครงการชลประทานในลุ่มน้ำย่อยแม่ริม 73
13	พื้นที่เพาะปลูกของกลุ่มโครงการชลประทานในลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 2 74
14	แฟคเตอร์สำหรับประเมินหาปริมาณน้ำท่ารายวัน 89
15	แสดงปริมาณความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ยรายเดือนของกลุ่มโครงการชลประทาน ในลุ่มน้ำสาขาย่อยต่างๆ 91
16	แสดงผลการประเมินปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ เขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล 97
17	แสดงผลการประเมินปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ เขื่อนแม่งัดอุ่มหารา 98
18	สรุปการขาดแคลนน้ำจากผลการศึกษา กรณีศึกษาสภาพปัจจุบัน (โครงการแม่งัดอุ่มหารา C.I. = 1.12) 100

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
19 สรุปการขาดแคลนน้จากผลการศึกษา กรณีศึกษาสภาพอนาคต (โครงการแม่กวังฤดูแล้ง C.I. = 1.40)	103
20 ปริมาณน้ำที่ผันจากอ่างเก็บน้ำแม่จัดไปยังอ่างเก็บน้ำแม่กวัง	104
21 สรุปการขาดแคลนน้จากผลการศึกษา กรณีศึกษาการผันน้ำรายวันจากอ่างเก็บน้ำแม่จัด ไปยังอ่างเก็บน้ำแม่กวัง	105
ตารางผนวกที่	
1 แสดงความต้องการน้ำชลประทานรายเดือนโครงการแม่แฝก-แม่จัด	113
2 แสดงความต้องการน้ำชลประทานรายเดือนโครงการแม่แตง	114
3 แสดงความต้องการน้ำชลประทานรายเดือนโครงการแม่ปิงเก่า	115
4 แสดงความต้องการน้ำชลประทานรายเดือนโครงการชลประทานราษฎร์	116
5 แสดงความต้องการน้ำชลประทานรายเดือนโครงการแม่กวัง (ฤดูแล้ง C.I. = 1.12)	117
6 แสดงความต้องการน้ำชลประทานรายเดือนโครงการแม่กวัง (ฤดูแล้ง C.I. = 1.40)	118
7 แสดงความขาดแคลนน้ชลประทานรายเดือนโครงการแม่แฝก-แม่จัด	120
8 แสดงความขาดแคลนน้ชลประทานรายเดือนโครงการแม่แตง กรณีปัจจุบัน	121
9 แสดงความขาดแคลนน้ชลประทานรายเดือนโครงการแม่ปิงเก่า	122
10 แสดงความขาดแคลนน้ชลประทานรายเดือนโครงการชลประทานราษฎร์	123
11 แสดงความขาดแคลนน้ชลประทานรายเดือนโครงการแม่กวังกรณีปัจจุบัน (ฤดูแล้ง C.I. = 1.12)	124
12 แสดงความขาดแคลนน้ชลประทานรายเดือนโครงการแม่กวังกรณีอนาคต (ฤดูแล้ง C.I. = 1.40)	125
13 แสดงความขาดแคลนน้ชลประทานรายเดือนโครงการแม่กวังกรณีผันน้ำ (ฤดูแล้ง C.I. = 1.40)	126
14 รายละเอียดของกลุ่มโครงการชลประทานขนาดกลาง ขนาดเล็ก และโครงการสูบน้ำ ด้วยไฟฟ้าในพื้นที่โครงการ	128

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ระดับน้ำในแปลงนาข้าว สำหรับคำนวณหาฝนใช้การ	13
2 ผังแสดงการคำนวณแบบจำลองฝนใช้การ	16
3 ผังแสดงการคำนวณแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน	19
4 โครงสร้างของแบบจำลอง NAM	21
5 ระดับเก็บกักของอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Storage Levels)	37
6 แสดงขอบเขตการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของพื้นที่ศึกษา	43
7 ที่ตั้งของโครงการชลประทานขนาดใหญ่ในพื้นที่ศึกษา	46
8 ที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ในลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษาและลุ่มน้ำใกล้เคียง	51
9 ที่ตั้งของสถานีวัดน้ำท่าที่อยู่ในลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษาและลุ่มน้ำใกล้เคียง	54
10 ข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูก (ปี 2543/2544) : กลุ่มอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารา-แม่จัดสมบูรณ์ชล	75
11 ข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูก (ปี 2543/2544) : โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แตง	76
12 ข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูก : กลุ่มโครงการชลประทานขนาดกลาง-เล็กในลุ่มน้ำย่อย	77
13 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีกับพื้นที่รับน้ำฝน	83
14 แผนภูมิระบบลุ่มน้ำของโครงการสำหรับแบบจำลอง HEC-5	86
15 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเก็บกัก พื้นที่ผิวน้ำ และความจุของอ่างเก็บน้ำแม่จัดและอ่างเก็บน้ำแม่กวง	88
16 แสดงผลการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM ที่สถานี P.28 ในปี พ.ศ.2517 - พ.ศ.2519	93
17 แสดงผลการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM ที่สถานี P.34 ในปี พ.ศ.2518 - พ.ศ.2522	95

การศึกษาการผันน้ำจากเขื่อนแม่งัดสู่เขื่อนแม่งวง

The Study of Water Diversion from Mae Ngat Dam to Mae Kuang Dam

คำนำ

ในปัจจุบัน แนวโน้มในการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ในประเทศ เพื่อแก้ปัญหาน้ำขาดแคลนแหล่งน้ำสำหรับการชลประทาน อุปโภคบริโภค หรือบรรเทาอุทกภัยเป็นไปได้ยาก และมีผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่ต้องคำนึงถึงมากมาย เช่น ปัญหาระบบนิเวศทางกายภาพและชีวภาพ หรือปัญหาคุณภาพชีวิต เป็นต้น แนวทางในการแก้ไขทางหนึ่งคือ การใช้อ่างเก็บน้ำที่สร้างเสร็จแล้วให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยการผันน้ำระหว่างอ่างเก็บน้ำ ซึ่งสามารถช่วยแก้ปัญหาน้ำขาดแคลนในพื้นที่ได้ และมีผลกระทบน้อยกว่าการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ก่อนข้างมาก

อ่างเก็บน้ำแม่งวง ตั้งอยู่ในพื้นที่ตำบลวงเหนือ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ เป็นโครงการอ่างเก็บน้ำแบบเอนกประสงค์กล่าวคือ นอกจากจะส่งน้ำเพื่อการชลประทานแล้ว ยังมีวัตถุประสงค์สำหรับการบรรเทาอุทกภัย และการส่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ซึ่งภายหลังจากการดำเนินโครงการจนถึงปัจจุบัน พบว่าความต้องการใช้น้ำต่างๆเพิ่มขึ้นจากเดิม เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน เพื่อการพัฒนาด้านสาธารณสุขโลก และความเจริญด้านต่างๆ รวมทั้งมีการลดลงของปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำแม่งวง เนื่องจากการพัฒนาโครงการแหล่งน้ำต่างๆบริเวณต้นน้ำ หรือปริมาณฝนที่มีแนวโน้มลดลง ทำให้เกิดปัญหาน้ำขาดแคลนในพื้นที่โครงการชลประทานแม่งวง ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสภาพการเพาะปลูกในพื้นที่โครงการ

จากปัญหาน้ำขาดแคลนในพื้นที่โครงการชลประทานแม่งวงสภาพปัจจุบัน ทำให้เกิดแนวความคิดที่จะเพิ่มปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำแม่งวง โดยการผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำแม่งัดซึ่งอยู่เหนืออ่างเก็บน้ำแม่งวง ซึ่งพบว่าอ่างเก็บน้ำแม่งัดมีปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยรายปีสูงกว่าปริมาณเก็บกัก น้ำจำนวนนี้จึงไหลล้นข้ามทางระบายน้ำลงสู่แม่น้ำปิง ทำให้เกิดปัญหาน้ำล้นตลิ่งท่วมตัวเมืองเชียงใหม่และลำพูน อาทิเช่น ในปีพ.ศ. 2538 ดังนั้นการผันน้ำส่วนเกินจากอ่างเก็บน้ำแม่งัดจะสามารถบรรเทาปัญหาอุทกภัยในตัวเมืองเชียงใหม่ และปัญหาน้ำขาดแคลนในพื้นที่ชลประทานแม่งวงได้ด้วย จากการศึกษาพบว่าอ่างเก็บน้ำแม่งวงมีปริมาณน้ำเฉลี่ยที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำรายปีน้อยกว่าความจุอ่างเก็บน้ำ ทำให้อ่างเก็บน้ำแม่งวงมีปริมาณน้ำในอ่างน้อยกว่าปริมาณ

เก็บกักปกติน้ำ ซึ่งสามารถรองรับน้ำจากอ่างเก็บน้ำแม่งัดได้ โดยอ่างเก็บน้ำแม่งัดมี ความจุ 265 ล้าน ลบ.ม. และอ่างเก็บน้ำแม่งัดมีความจุ 263 ล้าน ลบ.ม. ซึ่งเห็นได้ชัดว่ามีความจุใกล้เคียงกัน แต่พื้นที่รับน้ำของอ่างเก็บน้ำแม่งัดเท่ากับ 1,280 ตร.กม. ในขณะที่อ่างเก็บน้ำแม่งัดมีพื้นที่รับน้ำเพียง 569 ตร.กม. มีผลทำให้อ่างเก็บน้ำแม่งัดมีปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำน้อยกว่าปริมาณเก็บกักมาก ในขณะที่อ่างเก็บน้ำแม่งัดมีปริมาณน้ำเกินกว่าปริมาณเก็บกัก ซึ่งสามารถผันน้ำไปอ่างเก็บน้ำแม่งัดได้

ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการศึกษาการผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำแม่งัดไปยังอ่างเก็บน้ำแม่งัด โดยใช้แบบจำลอง HEC-5 ซึ่งสามารถวิเคราะห์ปริมาณการผันน้ำที่เหมาะสมเป็นรายวันได้ ทำให้ได้ข้อมูลซึ่งมีความละเอียดมากขึ้น

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาสมมูลน้ำรายวันของการใช้น้ำของโครงการอ่างเก็บน้ำแม่จัด และโครงการอ่างเก็บน้ำแม่กวงก่อนและหลังการผันน้ำ โดยใช้แบบจำลอง HEC-5 (Simulation of Flood Control and Conservation Systems)
2. ศึกษาปริมาณการผันน้ำที่เหมาะสม ซึ่งใช้ฐานข้อมูลเป็นรายวันจากอ่างเก็บน้ำแม่จัดไปยังอ่างเก็บน้ำแม่กวงด้วยแบบจำลอง HEC-5
3. ศึกษาปริมาณพื้นที่ชลประทานที่เพิ่มขึ้นหลังการผันน้ำ ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่กวง

ขอบเขตการศึกษา

1. รวบรวมและทบทวนผลการศึกษาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำ และการผันน้ำของโครงการบรรเทาอุทกภัยและการขาดแคลนน้ำ กลุ่มน้ำปิงตอนบน ในเขตจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน และโครงการเพิ่มปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารา
2. รวบรวมข้อมูลด้านอุตุ-อุทกวิทยา ของลุ่มน้ำสาขาของกลุ่มน้ำปิงในส่วนของกลุ่มน้ำย่อยต่างๆ คือแม่น้ำปิงตอนบน น้ำแม่แตง น้ำแม่จัด แม่ริม แม่น้ำปิงส่วนที่ 2 และน้ำแม่กวง ข้อมูลอ่างเก็บน้ำ ข้อมูลโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัดและแม่กวง รวมทั้งโครงการชลประทานที่เกี่ยวข้อง
3. ศึกษาการใช้น้ำของโครงการแม่จัดและโครงการแม่กวงก่อนและหลังการผันน้ำ โดยใช้แบบจำลองฝนใช้การ (Effective Rainfall Model) และแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน (Irrigation Demand Model) โดยหาความต้องการน้ำชลประทานเป็นรายสัปดาห์ แล้วมาหาค่าเฉลี่ยเป็นความต้องการน้ำรายวัน

4. ประเมินปริมาณน้ำท่าบริเวณตำแหน่งที่ตั้งอ่างเก็บน้ำ และที่จุดพิจารณาต่างๆ ในระบบ ซึ่งประกอบด้วยลุ่มน้ำย่อยแม่น้ำปิงตอนบน น้ำแม่แตง น้ำแม่จืด แม่ริม แม่น้ำปิงส่วนที่ 2 และน้ำแม่กวัง
5. ศึกษาสมมูลน้ำรายวันของโครงการก่อนและหลังการผันน้ำ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการผันน้ำที่เหมาะสมโดยใช้ฐานข้อมูลเป็นรายวัน จากอ่างเก็บน้ำแม่จืดไปยังอ่างเก็บน้ำแม่กวังโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง HEC-5
6. ศึกษาปริมาณพื้นที่ชลประทานที่เพิ่มขึ้นหลังการผันน้ำ ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่กวัง

การตรวจเอกสาร

ความเป็นมาของโครงการ

จากปัญหาการขาดแคลนน้ำในกลุ่มน้ำแม่กวัง ซึ่งเป็นลุ่มน้ำสาขาของกลุ่มน้ำปิง และการที่อ่างเก็บน้ำแม่งัดมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยรายปีสูงกว่าปริมาณเก็บกัก มีผลทำให้น้ำในแม่น้ำปิงได้ไหลล้นตลิ่งจากบริเวณเหนือตัวเมืองเชียงใหม่ เข้าท่วมพื้นที่ในเขตอำเภอเมืองและจังหวัดลำพูน เพื่อให้มีการดำเนินการแก้ไขปัญหาดังกล่าวในระบบลุ่มน้ำ จึงได้มีการศึกษาที่ผ่านมาซึ่งสรุปได้ดังนี้

กลุ่มบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา ซึ่งประกอบด้วย บริษัท ปัญญา คอนซัลแตนท์ จำกัด บริษัท เช้าที่อีสเอเชียเทคโนโลยี จำกัด บริษัท พี แอนด์ ซี แมเนจเม้นท์ จำกัด และได้รับความสนับสนุนทางเทคนิคโดย Snowy Mountains Engineering Corporation Limited ได้รับการว่าจ้างจากกรมชลประทาน เพื่อศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการบรรเทาอุทกภัยและการขาดแคลนน้ำ ลุ่มน้ำปิงตอนบน ในเขตจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน โดยกลุ่มบริษัทฯ ได้พิจารณากำหนดแผนทางเลือกในการแก้ไขปัญหาน้ำท่วม และการขาดแคลนน้ำในลุ่มน้ำปิงตอนบน ซึ่งแผนทางเลือกหนึ่งที่มีความเหมาะสม ได้แก่ การผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำแม่งัดไปยังอ่างเก็บน้ำแม่กวัง ประกอบด้วยการศึกษาจำลองระบบลุ่มน้ำปิงตอนบนด้วยแบบจำลอง HEC-3 การหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมซึ่งสามารถผันได้ จากอ่างเก็บน้ำแม่งัดไปยังอ่างเก็บน้ำแม่กวังด้วยแบบจำลอง HEC-5 โดยใช้ความต้องการน้ำชลประทานรายเดือน รวมถึงการศึกษาแนวการผันน้ำที่เหมาะสม

สำหรับโครงการวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะทำการศึกษาระบบจำลองด้วยแบบจำลอง HEC-5 ซึ่งสามารถวิเคราะห์สมดุลน้ำรายวัน และสามารถหาปริมาณการผันน้ำรายวันที่เหมาะสมจากเขื่อนแม่งัดไปสู่เขื่อนแม่กวังได้ โดยที่แบบจำลอง HEC-3 สามารถวิเคราะห์สมดุลน้ำรายเดือนได้เท่านั้น การศึกษาครั้งนี้มีการหาความต้องการน้ำชลประทานของกลุ่มน้ำย่อยต่างๆ ได้ละเอียดกว่าเดิม ในการศึกษาความต้องการน้ำชลประทานกระทำได้โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง WUSMO ซึ่งใช้ในส่วนของแบบจำลองฝนใช้การ (Effective Rainfall Model) และแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน (Irrigation Demand Model) โดยนำผลจากแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทานรายสัปดาห์ ซึ่งนำข้อมูลมาเฉลี่ยเป็นความต้องการน้ำชลประทานรายวัน ไปใช้ศึกษาสมดุลน้ำด้วยแบบจำลอง HEC-5 ต่อไป

ลักษณะโครงการอ่างเก็บน้ำแม่จัดสมบูรณ์ชล

อ่างเก็บน้ำแม่จัดสมบูรณ์ชล มีห้วงงานมีลักษณะเป็นเขื่อนหินทิ้งแกนดินเหนียว สร้างปิดกั้นลำน้ำแม่จัด กลุ่มน้ำปิง ที่ตำบลช่อแล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นเขื่อนเอนกประสงค์ ใช้ประโยชน์สำหรับการชลประทาน การผลิตกระแสไฟฟ้า และการพักผ่อนหย่อนใจ ระดับสันเขื่อนอยู่ที่ 404.00 ม.รทก. ระดับเก็บกักน้ำสูงสุด 400.00 ม.รทก. ตัวอาคารระบายน้ำเป็นแบบมีประตูควบคุม เป็นประตูบานโค้ง 3 ช่องขนาด 12.50 X 5.00 ม. สามารถระบายน้ำได้สูงสุด 1,035 ลบ.ม./วินาที ระดับสันธรณีประตู 393.82 ม.รทก. อ่างเก็บน้ำมีความจุ 265 ล้านลบ.ม. ที่ระดับ 396.00 ม.รทก. และมีพื้นที่ผิวน้ำที่ระดับเก็บกัก 15.4 ตร.กม. ระดับน้ำท้ายเขื่อนเท่ากับ 351.00 ม.รทก. ครอบคลุมพื้นที่รับน้ำฝน 1,281 ตร.กม. ก่อสร้างโดยกรมชลประทาน สามารถเก็บกักน้ำและส่งน้ำให้พื้นที่เพาะปลูกทั้งหมดได้ 188,000 ไร่ โดยเป็นพื้นที่ชลประทานของโครงการฯแม่จัด 30,000 ไร่ อีกทั้งยังสามารถส่งน้ำให้กับโครงการชลประทานแม่แฝก 70,000 ไร่ และโครงการชลประทานแม่ปิงเก่าได้อีก 158,000 ไร่ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น กรมชลประทานจึงได้รวมโครงการชลประทานแม่แฝก และโครงการชลประทานแม่จัดเข้าด้วยกัน มีการบริหารศูนย์รวมที่เดียวกัน และตั้งชื่อโครงการใหม่ว่า โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัด

ลักษณะโครงการอ่างเก็บน้ำแม่กวอดมธารา

อ่างเก็บน้ำแม่กวอดมธารา สร้างเป็นเขื่อนเอนกประสงค์ ลักษณะห้วงงานเป็นเขื่อนดิน โดยปิดกั้นลำน้ำแม่กวอดที่ตำบลหลวงเหนือ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ ครอบคลุมพื้นที่รับน้ำฝน 569 ตร.กม. มีระดับสันเขื่อนอยู่ที่ 390.00 ม.รทก. เก็บกักน้ำได้ 263 ล้าน ลบ.ม. มีพื้นที่ผิวอ่างเก็บน้ำ 11.8 ตร.กม. ที่ระดับเก็บกักปกติ 385.00 ม.รทก. ระดับเก็บกักสูงสุด 387.80 ม.รทก. สามารถระบายน้ำได้ 1,470 ลบ.ม./วินาที เป็นโครงการอ่างเก็บน้ำก่อสร้างโดยกรมชลประทาน โครงการชลประทานแม่กวอด สามารถส่งน้ำให้แก่พื้นที่ในเขตโครงการประมาณ 175,000 ไร่ โดยเป็นพื้นที่ในเขตโครงการแม่กวอดเดิม 74,750 ไร่ และเป็นพื้นที่เปิดใหม่ 100,250 ไร่

ลักษณะโครงการชลประทานย่อย

กลุ่มโครงการชลประทานลุ่มน้ำย่อยประกอบด้วย โครงการชลประทานขนาดกลาง ขนาดเล็ก และโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าของกลุ่มน้ำย่อยต่างๆ คือ แม่น้ำปิงตอนบน น้ำแม่แตง แม่ริม และแม่น้ำปิงส่วนที่ 2 โดยแม่น้ำปิงตอนบนมีจำนวนโครงการชลประทาน 34 โครงการ พื้นที่ชลประทาน 39,935 ไร่ น้ำแม่แตงมีมีจำนวนโครงการชลประทาน 22 โครงการ พื้นที่ชลประทาน 23,067 ไร่ น้ำแม่ริมมีมีจำนวนโครงการชลประทาน 16 โครงการ พื้นที่ชลประทาน 19,390 ไร่ และแม่น้ำปิงส่วนที่ 2 มีจำนวนโครงการชลประทาน 35 โครงการ พื้นที่ชลประทาน 47,150 ไร่

ในการศึกษาการใช้น้ำของโครงการนั้นเกี่ยวข้องกับความต้องการน้ำชลประทาน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

การศึกษาเพื่อประเมินความต้องการน้ำเพื่อการชลประทาน

ในการศึกษาเพื่อประเมินความต้องการน้ำเพื่อการชลประทาน จำเป็นต้องทราบทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาหาความต้องการน้ำชลประทาน ประกอบด้วย

1. การซึมลงในดินและการซึ่มลึกในดิน
2. ปริมาณฝนใช้การ
3. ปริมาณน้ำที่พืชต้องการตามทฤษฎี
4. ประสิทธิภาพการชลประทาน

รายละเอียดของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการหาความต้องการน้ำชลประทาน มีดังนี้

การซึมลงในดินและการซึมลึกในดิน

กรมชลประทานและบริษัทที่ปรึกษาเอเคอร์ (2525) กล่าวว่า อัตราการซึมลงในดิน หมายถึงปริมาณน้ำที่สามารถไหลซึมลงในดินได้ภายในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นความลึกของน้ำต่อหนึ่งหน่วยเวลา เช่น มิลลิเมตรต่อชั่วโมง การซึมลึกในดิน (Deep Percolation) หมายถึงการไหลซึมของน้ำในดิน (Free Water) ผ่านชั้นดินที่อิ่มตัวลงไปหาชั้นดินลึกลงไป นิยมวัดเป็น มิลลิเมตรต่อวัน คุณสมบัติของดินเกี่ยวกับการซึมลงในดิน และการซึมลึกในดินนั้นเกี่ยวข้องกับ ปริมาณน้ำชลประทาน และระยะเวลาที่ต้องส่งน้ำ ดินแต่ละชนิดมีอัตราการไหลซึมลงในดินที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับช่องว่างผิวดิน อุณหภูมิ และปริมาณความชื้นในดิน

นิรุทธิ์ (2528) ได้ทำการหาอัตราการซึมลึกลงดินของโครงการชลประทานแม่กวัง จังหวัด เชียงใหม่ ซึ่งแบ่งตามลักษณะของดินดังนี้ ดินเนื้อหยาบ อัตราการซึม 2 มิลลิเมตรต่อวัน ดินเนื้อ ปานกลาง 1.3 มิลลิเมตรต่อวัน และดินเนื้อละเอียด 0.8 มิลลิเมตรต่อวัน

กรมชลประทาน (2539 ข) ได้กำหนดค่าอัตราการซึมลึกลงดินของน้ำในแปลงนา เพื่อเป็น เกณฑ์ในการคำนวณออกแบบระบบส่งน้ำของโครงการชลประทาน ในการจัดทำรายงานความ เหมาะสมของโครงการเป็นภาคดังนี้ ภาคกลางใช้ 1 มิลลิเมตรต่อวัน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือใช้ 2 มิลลิเมตรต่อวัน ส่วนภาคอื่นใช้ 1.5 มิลลิเมตรต่อวัน

ปริมาณฝนใช้การ

ฉลอง (2538) อธิบายว่า ฝนใช้การ (Effective Rainfall) คือปริมาณฝนที่เป็นประโยชน์แก่ พืชที่เพาะปลูกซึ่งเป็นปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ได้ หรือหมายถึงปริมาณฝนที่ตกลงบนพื้นที่แล้ว สามารถนำไปใช้ประโยชน์แทนน้ำชลประทานที่ต้องส่งให้แก่พืชได้ น้ำฝนที่ตกลงในแปลงเพาะ ปลูกนั้น บางคราวก็ไม่อาจเป็นประโยชน์แก่พืชได้ทั้งหมด คือถ้ามีฝนตกลงมาเกินกว่าความต้องการ ใช้น้ำของพืชแล้ว ส่วนที่เหลือจากการไหลซึมลงดินก็จะไหลล้นออกจากแปลงเพาะปลูกสูญหายไป น้ำฝนที่ตกจะเป็นประโยชน์ต่อพืชในลักษณะที่พืชดูดไปใช้ได้เท่านั้น องค์ประกอบที่มีผลต่อ จำนวนฝนใช้การคือ ชนิดของดิน ความชื้นในดิน หรือระดับน้ำในแปลงนา ก่อนและหลังฝนตก ระดับน้ำใต้ดิน ความสามารถเก็บกักน้ำของดินในเขตรากพืช ความสามารถเก็บกักน้ำของคันนา

อัตราความชื้นของฝน ชนิดและอัตราการใช้^๑น้ำของพืชที่ปลูก ลักษณะของภูมิประเทศ วิธีการส่งน้ำชลประทาน และวิธีการระบายน้ำ

ปริมาณน้ำที่พืชต้องการตามทฤษฎี

กรมชลประทานและบริษัทที่ปรึกษาเอเคอร์ (2525) กล่าวว่า การคายระเหย (Evapotranspiration) หรือการใช้^๑น้ำของพืช (Consumptive Use) หมายถึง ปริมาณน้ำที่พืชต้องการในการหล่อเลี้ยงลำต้น อวัยวะต่างๆ และคายออกทางใบ (Transpiration) รวมกับปริมาณน้ำที่สูญเสียโดยการระเหย (Evaporation) จากผิวดิน หรือผิวน้ำในแปลงเพาะปลูก ซึ่งเป็นปริมาณน้ำที่พืชต้องการตามทฤษฎี ส่วนปริมาณที่พืชต้องการคือปริมาณการคายระเหย รวมทั้งการสูญเสียน้ำในแปลง เช่น การซึมลึก การรั่วซึม ด้านข้าง เป็นต้น

การศึกษาหาปริมาณน้ำที่^๑ต้องการใช้ตามทฤษฎีของข้าว แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ปริมาณน้ำใช้ในการเตรียมแปลง ปริมาณน้ำตกกล้า และปริมาณน้ำในการเจริญเติบโต (ฉลองและชัยวัฒน์, 2523) การใช้น้ำในแต่ละส่วน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ปริมาณน้ำ^๑ใช้ในการเตรียมแปลง

ฉลองและชัยวัฒน์ (2523) กล่าวว่า ปริมาณน้ำ^๑ที่ใช้ในการเตรียมแปลงจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความชื้นของดินก่อนการเตรียมแปลง ชนิดของดินซึ่งสัมพันธ์กับการรั่วซึม การระเหยระหว่างการเตรียมแปลง และลักษณะการเตรียมแปลง เช่นการเตรียมแปลงปักดำหรือการเตรียมแปลงสำหรับนาหว่านนํ้าตม ปริมาณน้ำ^๑ที่ใช้ในการเตรียมแปลง มีอัตราสูงเมื่อเทียบกับอัตราความต้องการน้ำหลังจากปักดำและหว่าน ดังนั้นระยะเวลาในการเตรียมแปลง จึงมีความสำคัญมาก เพราะถ้าระยะเวลาในการเตรียมแปลงสั้น ปริมาณน้ำ^๑ที่ต้องการใช้ในการเตรียมแปลงจะต่ำ ปริมาณน้ำ^๑ที่ใช้ในการเตรียมแปลงจึงมีความสำคัญต่อการออกแบบระบบส่งน้ำมาก

ฉลองและชัยวัฒน์ (2523) อธิบายว่า ปริมาณน้ำ^๑ที่ใช้ในช่วงการเตรียมแปลงมีปริมาณสูงกว่าปริมาณความต้องการน้ำของพืชหลังจากปักดำหรือหว่าน และพบว่าระยะเวลาในการเตรียมแปลงมีผลต่อปริมาณน้ำ^๑ที่ใช้ในการเตรียมแปลงด้วย กล่าวคือถ้าระยะเวลาในการเตรียมแปลงสั้น

ปริมาณน้ำที่ต้องการใช้ในช่วงเวลาเตรียมแปลงจะต่ำ และในฤดูฝนถ้ามีปริมาณฝนที่ตกมากในระยะเวลาที่กำลังเตรียมแปลง จะทำให้ระยะเวลาในการเตรียมแปลงลดลง

2. ปริมาณน้ำที่ใช้ในการตกกล้า

ฉลองและชัยวัฒน์ (2523) กล่าวว่า ปริมาณน้ำที่ใช้ในการตกกล้า เป็นปริมาณน้ำที่ต้นกล้าใช้ก่อนที่จะนำไปปักดำ ประกอบด้วยน้ำเตรียมแปลงตกกล้าและน้ำที่ต้นกล้าใช้ ซึ่งยังไม่มีมีการตรวจวัดข้อมูลที่แน่นอน อย่างไรก็ตามความสำคัญของปริมาณน้ำใช้ตกกล้าน้อยกว่าปริมาณน้ำใช้เตรียมแปลง ฉลอง (2538) ได้คำนวณน้ำใช้ในการตกกล้าโดยใช้สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของต้นกล้าคูณกับการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration) ซึ่งฉลองและชัยวัฒน์ (2523) ได้กำหนดสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของต้นกล้าเท่ากับ 1.0

ดิเรก (2524) กล่าวว่า ความต้องการน้ำเพื่อใช้ในการเตรียมแปลงกล้า และการเจริญเติบโตของต้นกล้าอายุ 20-30 วัน จะมีปริมาณรวมทั้งสิ้นประมาณ 400-600 มิลลิเมตร หรือคิดเป็นความลึกน้ำเท่ากับ 30-40 มิลลิเมตรต่อพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด ซึ่งต้นกล้าจากแปลงเพาะกล้า 1 ไร่ สามารถนำไปปักดำได้ 15 ไร่

3. ปริมาณน้ำที่พืชใช้ในการเจริญเติบโต

ดิเรก (2524) กล่าวว่าปริมาณน้ำส่วนนี้ เป็นปริมาณน้ำที่ต้นข้าวใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งหมายถึงการระเหย (Evaporation) รวมกับการคายน้ำของพืช (Transpiration) ค่าปริมาณน้ำที่ข้าวต้องการสามารถหาได้ด้วยวิธีการดังนี้

1. การวัดการคายน้ำรวมการระเหยของพืช (Crop Evapotranspiration, Etc) เป็นการวัดการคายระเหยจากพืชโดยตรง มีหลายวิธี ซึ่งวิธีที่ใช้กันทั่วไปในงานชลประทานคือ ถังวัดการใช้น้ำของพืช (Lysimeter) ศึกษาจากความชื้นในดินของแปลงทดลอง

2. คำนวณจากการคายน้ำรวมการระเหยสูงสุด(Potential Evapotranspiration, Etp) เป็นการหาจากการคำนวณด้วยสูตร Empirical โดยคำนวณจากข้อมูลภูมิอากาศ

การใช้น้ำเพื่อการเจริญเติบโตของพืชชนิดหนึ่งๆนอกจากขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศแล้ว ยังขึ้นอยู่กับชนิดและอายุของพืชด้วย จึงกำหนดสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient, Kc) ซึ่งผันแปรตามชนิดพันธุ์ ช่วงเวลาของการเจริญเติบโต ค่า Kc ได้จากสัดส่วนระหว่างปริมาณการใช้น้ำของพืชที่วัดโดยตรงจากสนาม (Etc) กับ Etp ซึ่งคำนวณจากข้อมูลภูมิอากาศ โดยสูตรของ Modified Penman

ดังนั้นการใช้น้ำของพืชหาได้โดยใช้ Potential Evapotranspiration (Etp) ของพื้นที่นั้นคูณกับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient, Kc) ของพืชที่ต้องการทราบปริมาณการใช้น้ำ ดังสมการต่อไปนี้

$$Etc = Kc \times Etp \quad (1)$$

4. ประสิทธิภาพการชลประทาน

คลอง (2538) กล่าวว่า ประสิทธิภาพการชลประทานในที่นี้หมายถึง ประสิทธิภาพที่ได้ตรวจสอบ จากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ได้สร้างเสร็จแล้ว และสามารถส่งน้ำให้พื้นที่เพาะปลูกได้

ประสิทธิภาพชลประทาน (IE) ซึ่งมีคำนิยามของประสิทธิภาพที่ใช้คือ

$$IE = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่พืชต้องการตามทฤษฎี} + \text{การรั่วซึมบนแปลงเพาะปลูก} - \text{ฝนใช้การ}}{\text{ปริมาณน้ำที่ส่ง}} \quad (2)$$

ถ้าจะหาประสิทธิภาพการชลประทานในระดับใด ก็ใช้ปริมาณน้ำที่ส่งในระดับนั้น เช่น ระดับคลองซอย ระดับคลองสายใหญ่หรือระดับโครงการ ปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้สำหรับข้าวคือ ผลรวมของปริมาณน้ำเตรียมแปลงตกกล้า และปักดำ ส่วนปริมาณน้ำชลประทานที่ส่งเป็นปริมาณน้ำที่วัดจริงจากอาคารหัวงาน โดยการสอบเทียบ (Calibration) ประดูระบายน้ำปากคลองส่งน้ำสายใหญ่

ศุภชัย (2540) ได้ทำการหาประสิทธิภาพการชลประทานของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แตง ในปีพ.ศ. 2537 โดยในฤดูฝนประเมินได้ 31 เปอร์เซ็นต์ ในปีพ.ศ. 2538 ประเมินได้ 52 เปอร์เซ็นต์ในฤดูแล้ง และ 31 เปอร์เซ็นต์ในฤดูฝน และในปีพ.ศ. 2539 ประเมินในฤดูแล้งได้ 54 เปอร์เซ็นต์

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษาสมมูลการใช้น้ำในระบบ และการผันน้ำของอ่างเก็บน้ำแม่จืดไปยังอ่างเก็บน้ำแม่ออง ได้ใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์มาใช้ในการวิเคราะห์ศึกษา ประกอบด้วย

1. แบบจำลองปริมาณฝนใช้การ (Effective Rainfall Model)
2. แบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน (Irrigation Demand Model)
3. แบบจำลอง NAM (NAM Model)
4. แบบจำลอง HEC-5 (Simulation of Flood Control and Conservation Systems)

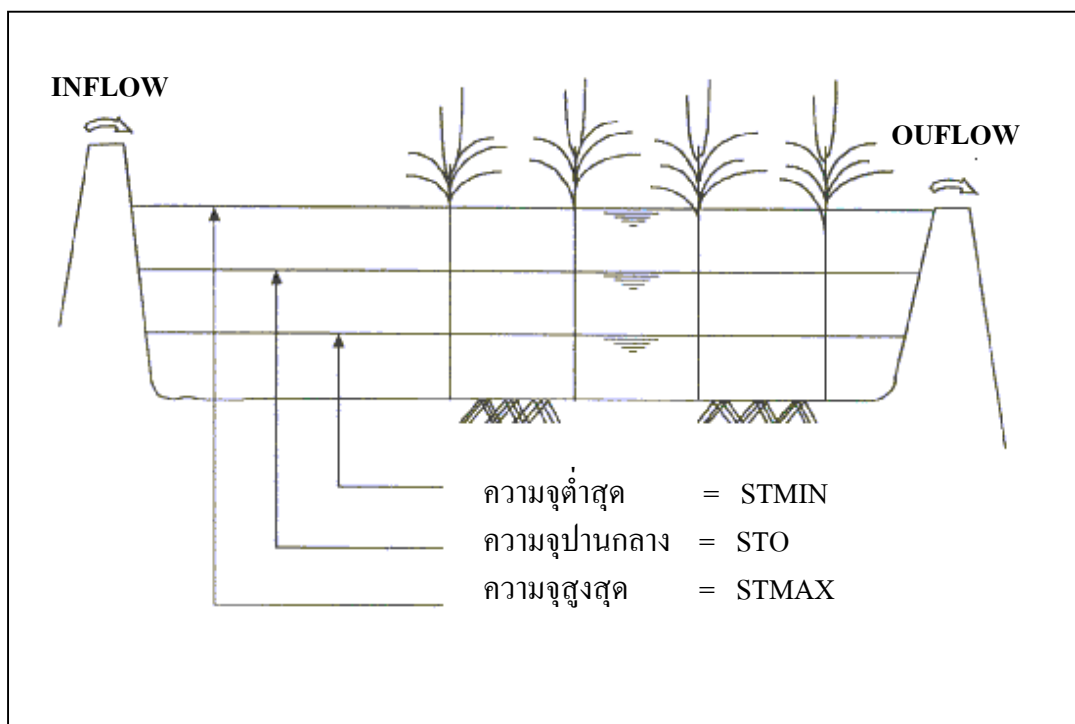
รายละเอียดของแบบจำลองข้างต้น ได้นำเสนอต่อไปนี้

1. แบบจำลองปริมาณฝนใช้การ

หลอง (2538) ปริมาณฝนใช้การขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญๆคือ ปริมาณฝนที่ตกในแต่ละช่วงเวลา ปริมาณการใช้น้ำของพืช ความเคยชินของชาวนาต่อการเก็บกักน้ำชลประทานไว้ในแปลงนา ความสูงของคันนา เช่น ชาวนานิยมเก็บน้ำชลประทานไว้ในแปลงนาที่ระดับต่ำ เมื่อฝนตกลงมาก็มีความสามารถที่จะเก็บน้ำฝนไว้ในแปลงนาได้มาก เป็นต้น นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าในสัปดาห์ที่มีฝนตกน้อย เปอร์เซ็นต์ของฝนใช้การจะสูงกว่าสัปดาห์ที่มีฝนตกมาก และยังขึ้นอยู่กับปริมาณฝนที่ตกในสัปดาห์ก่อนๆเป็นสำคัญด้วย แบบจำลองฝนใช้การแบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ

1. แบบจำลองฝนใช้การสำหรับการเพาะปลูกข้าว

Acres (1979) ได้พัฒนาวิธีการหา Effective Rainfall โดยการพิจารณาถึงระดับน้ำในแปลงเพาะปลูกในช่วงฝนตก ทำการแบ่งระดับน้ำในแปลงออกเป็น 3 ระดับ ดังแสดงในภาพที่ 1



ความจุต่ำสุด = ความจุที่ความลึกของน้ำต่ำสุดอาจใช้เพื่อกำจัดวัชพืช เริ่มให้น้ำชลประทานที่ความลึกนี้

ความจุปานกลาง = ความจุที่ความลึกหลังจากการให้น้ำชลประทาน

ความจุสูงสุด = ความจุที่ความลึกสูงสุดถ้ามีน้ำส่งมาจะกลายเป็นน้ำท่า (Runoff)

ภาพที่ 1 ระดับน้ำในแปลงนาข้าว สำหรับคำนวณหาฝนใช้การ

ที่มา: ฉลอง (2538)

จากข้อกำหนดข้างต้น แสดงระดับน้ำบนแปลงเพาะปลูกที่ใช้กับวิธีนี้ เพื่อคำนวณฝนใช้การ ในวันที่ n กำหนดให้

- R_n = ปริมาณน้ำฝนที่ตกในวันที่ n เป็นมิลลิเมตร
 R_c = ปริมาณฝนใช้การเป็น มิลลิเมตร
 $St(n-1)$ = ระดับน้ำในแปลงเพาะปลูกที่เริ่มต้นของวันที่ n
 St_n = ระดับน้ำในแปลงเพาะปลูกที่สิ้นสุดของวันที่ n
 Am = ปริมาณน้ำที่พืชต้องการเป็นมิลลิเมตร/วัน ของเดือนที่มี N วัน

$$Am = \frac{(K_c \times E_{tp} + OR)}{N} \quad (3)$$

- ซึ่ง K_c = สัมประสิทธิ์พืชในเดือนที่ m
 E_{tp} = Potential Evapotranspiration ในเดือนที่ m
 OR = ความต้องการน้ำอื่นๆในเดือนที่ m (โดยทั่วไปเป็นปริมาณน้ำใช้ในการเตรียมแปลง) เป็นมิลลิเมตร
 N = จำนวนวันในเดือน m
 ค่า St_n คำนวณได้จาก

$$St_n = St(n-1) + R_n - Am \quad (4)$$

เงื่อนไขของแบบจำลอง

ถ้า $St_n > ST_{MAX}$ จะได้ว่า

$$R_c = ST_{MAX} + Am - St(n-1)$$

$$St_n = ST_{MAX}$$

ถ้า $ST_{MIN} < St_n < ST_{MAX}$ จะได้ว่า

$$R_c = R_n$$

$$St_n = St(n-1) + R_n - Am$$

ถ้า $Stn < STMIN$ จะได้ว่า

$$Rc = Rn$$

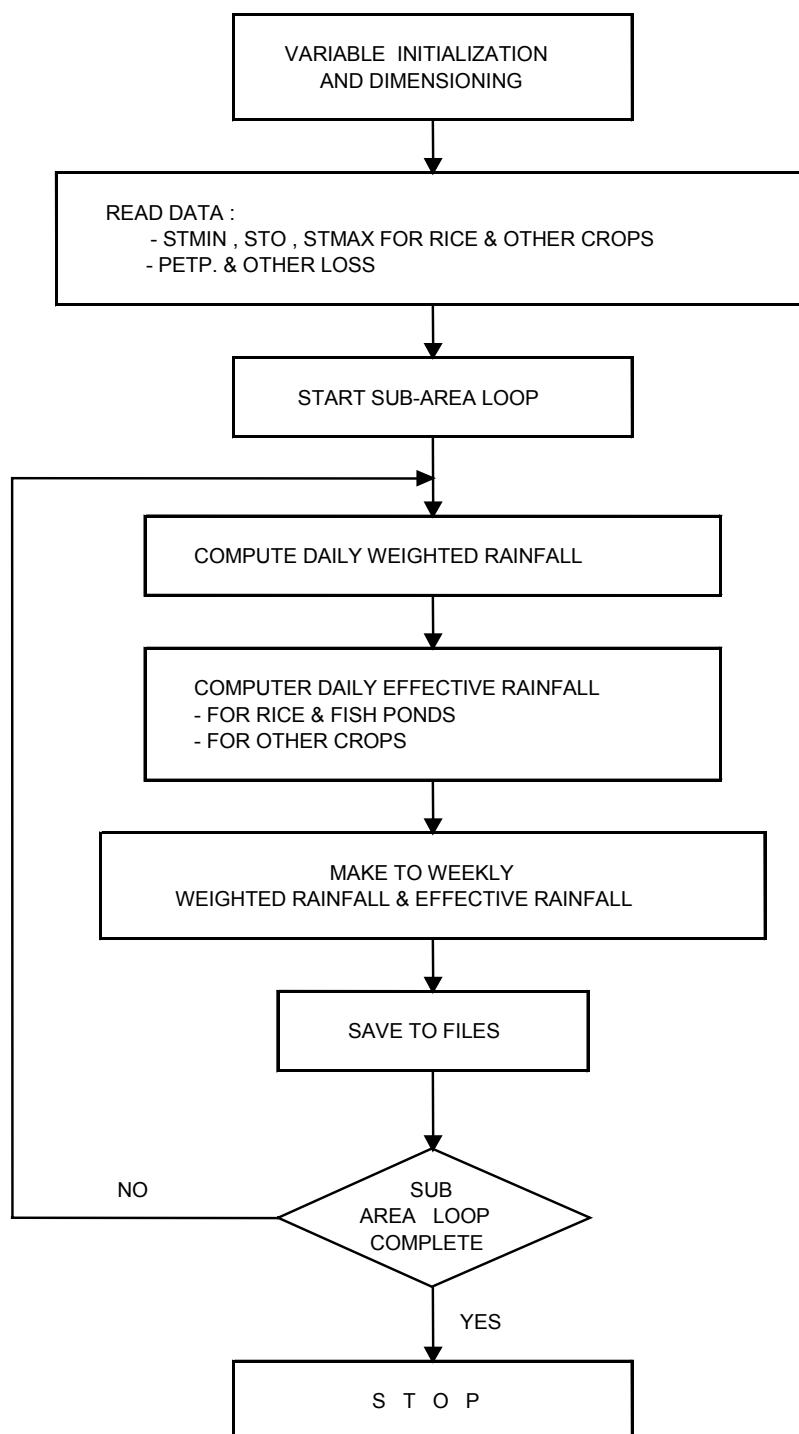
$$Stn = STO$$

ฉลอง (2538) กล่าวว่า แบบจำลองฝนใช้การสำหรับการเพาะปลูกข้าว พัฒนาขึ้นมาจากแบบจำลองพฤติกรรมการณ์การดำเนินกิจกรรมการเพาะปลูกของพืชที่เกี่ยวข้อง โดยใช้หลักการสมดุลของน้ำ (Water Balance) โดยใช้ Daily Consumptive Use, Daily Weighted Rainfall พฤติกรรมการเพาะปลูกพืชของเกษตรกร ลักษณะทางกายภาพของแปลงเพาะปลูกเพื่อการจำลองแบบ (Simulate) หาฝนใช้การรายวัน (Daily Effective Rainfall) แล้วรวบรวมเป็นฝนใช้การรายสัปดาห์ (Weekly Effective Rainfall) จากข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ โดยมีผังงานของแบบจำลองดังกล่าวที่ 2

2. แบบจำลองฝนใช้การสำหรับการเพาะปลูกพืชอื่น

ฉลอง (2538) กล่าวว่า สำหรับการหาฝนใช้การของพืชอื่น จะแตกต่างจากการหาฝนใช้การของข้าว กล่าวคือ ในการเพาะปลูกอื่นส่วนใหญ่ไม่ต้องการน้ำขังบนแปลงเพาะปลูก ดังนั้นระดับน้ำในแปลงนาจึงลดลงเหลือ 2 ระดับ กล่าวคือ ระดับน้ำในแปลงนาก่อนการส่งน้ำและหลังการส่งน้ำ ระดับน้ำในแปลงนาก่อนการส่งน้ำ คำนวณหาจากความลึกของรากพืชในดินก่อนถึงจุดอับเฉา (Wilting Point) แล้วแปลงความชื้นในดินดังกล่าวในช่วงความลึกของพืชมาเป็นความลึกของน้ำ และระดับน้ำในแปลงนาหลังการส่งน้ำ คือ ปริมาณน้ำในดินบริเวณช่วงความลึกรากพืช หรือ ปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ โดยปกติปริมาณน้ำที่อยู่ในดินหลังจากปริมาณน้ำที่เกินจุดนี้ระบายออกไปจากดินแล้วด้วยแรงดึงดูดของโลก (Field Capacity) เป็นความชื้นที่ดินสามารถอุ้มน้ำไว้ได้หลังการให้น้ำชลประทาน 2 วัน ดังนั้นความลึกของน้ำหลังการส่งน้ำจึงเท่ากับความชื้นในดินบริเวณช่วงความลึกของรากพืชที่ Field Capacity จนก่อนถึงจุดอับเฉา (Wilting Point) โดยแปลงเป็นความลึกของน้ำ รวมกับการใช้น้ำของพืชอีก 2 วัน จะได้ความลึกของน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ เมื่อฝนตกลงมามากกว่าความลึกดังกล่าว ณ เวลาใดๆ

Schwab และ Frevert (1985) เสนอแนะว่า การให้น้ำชลประทานในแต่ละครั้ง ความชื้นในดินไม่ควรลดลงมากกว่า 40 ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำที่ดินสามารถอุ้มน้ำไว้และพืชสามารถนำไปใช้ได้ ส่วนวิธีการคำนวณดำเนินการเช่นเดียวกับการหาฝนใช้การสำหรับการเพาะปลูกข้าว



ภาพที่ 2 แสดงการคำนวณแบบจำลองฝนใช้การ

ที่มา: นลอง (2538)

2. แบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน

เป็นแบบจำลองเพื่อหาความต้องการน้ำชลประทาน วิธีการและข้อมูลที่น่ามาใช้ ได้จากการจัดสรรน้ำรายสัปดาห์ของโครงการชลประทานที่สร้างเสร็จแล้ว ประยุกต์กับข้อมูลที่ได้จากการศึกษาของผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตร และการ monitor กิจกรรมการใช้น้ำที่สำคัญ เช่น น้ำใช้เพื่อการเตรียมแปลงสำหรับเพาะปลูกข้าว เป็นต้น รายละเอียดของ Irrigation Demand Model ประกอบด้วย

1. ข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูก ซึ่งได้แก่ ข้อมูลการเตรียมแปลงตกกล้า ปักดำ หว่าน และเก็บเกี่ยว สำหรับการปลูกข้าว ซึ่งจะนำมา plot เป็นโค้งกิจกรรมการเพาะปลูก

2. ประสิทธิภาพชลประทาน (IE) คำนวณของประสิทธิภาพที่ใช้คือ (ฉลอง , 2538)

$$IE = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่พืชต้องการตามทฤษฎี} + \text{การรั่วซึมบนแปลงเพาะปลูก} - \text{ฝนใช้การ}}{\text{ปริมาณน้ำที่ส่ง}}$$

3. ปริมาณน้ำใช้ในการเตรียมแปลงปลูกข้าว ใช้ปริมาณน้ำใช้ในการเตรียมแปลงของโครงการชลประทานที่ได้มีการตรวจวัดในภาคสนาม (monitor) ไว้แล้วมาเป็นบรรทัดฐานในการกำหนดปริมาณน้ำใช้ในการเตรียมแปลง

4. ฝนใช้การ (Effective Rainfall)

5. การใช้น้ำของข้าว การคำนวณการใช้น้ำของข้าว คำนวณจากค่า $K_c \times E_{tp}$

โดยที่

K_c = สัมประสิทธิ์พืชของข้าว

E_{tp} = Potential Evapotranspiration คำนวณโดยวิธี Modified Penman

6. การใช้น้ำของข้าวกล้า การใช้น้ำของข้าวกล้าคำนวณได้จาก $K_c \times E_{tp}$

7. อัตราการรั่วซึมบนแปลงเพาะปลูก ใช้ค่าที่มีการ monitor จากสนามของโครงการชลประทานในกลุ่มน้ำ มาเป็นบรรทัดฐานในการกำหนดค่าการรั่วซึมบนแปลงเพาะปลูก

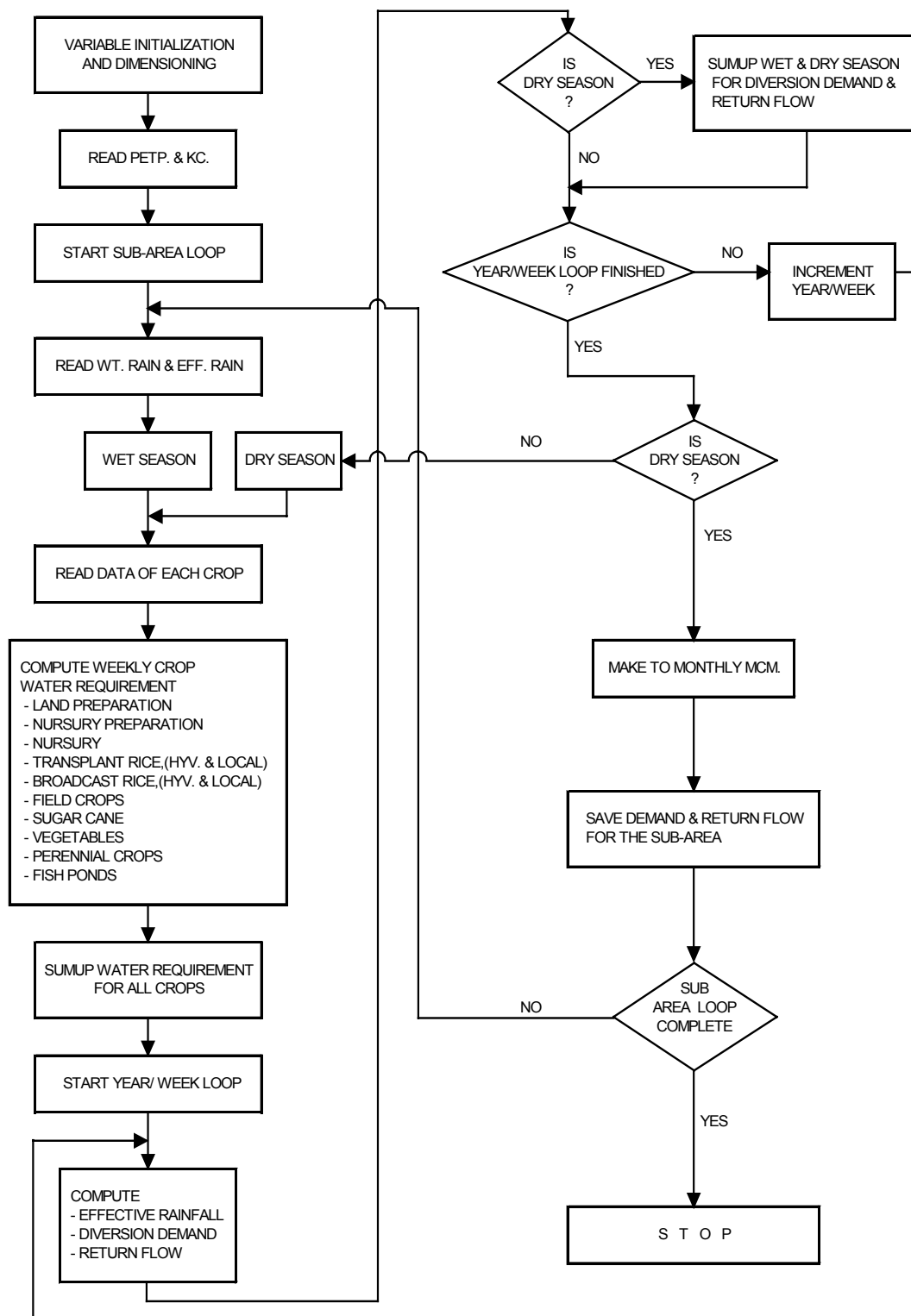
8. การใช้น้ำของพืชอื่นๆ

9. ปริมาณน้ำที่ต้องการส่ง เป็นปริมาณน้ำที่ต้องการส่งที่ปากคลองส่งน้ำ ซึ่งคำนวณจาก

$$\text{ปริมาณน้ำที่ต้องการส่ง} = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่พืชต้องการตามทฤษฎี} + \text{การรั่วซึม} - \text{ฝนใช้การ}}{\text{IE}}$$

เนื่องจากโคงกิจกรรมการเพาะปลูก ใช้โคงกิจกรรมการเพาะปลูกคงที่ตลอดช่วงเวลานำมาคิด ดังนั้นค่าประสิทธิภาพชลประทาน ปริมาณน้ำใช้ในการเตรียมแปลงปลูกข้าว การใช้น้ำของข้าว และอัตราการรั่วซึมบนแปลงเพาะปลูก จะมีค่าคงที่ตลอดช่วงเวลาที่คิด ส่วนค่าฝนใช้การนำข้อมูลในอดีตมาคิด เนื่องจากข้อมูลฝนในอดีตมีการผันแปร จึงทำให้ข้อมูลฝนใช้การประจำสัปดาห์ผันแปรด้วย ซึ่งเป็นผลทำให้ปริมาณน้ำที่ต้องการส่งผันแปรตลอดช่วงเวลาที่คิด

แบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน เป็นแบบจำลองที่ใช้คำนวณหาความต้องการน้ำชลประทาน และปริมาณน้ำที่เหลือใช้จากแปลงเพาะปลูก (Return Flow) เป็นรายสัปดาห์ แล้วรวบรวมเป็นรายเดือน โดยแบ่งพื้นที่ชลประทานออกเป็นบล็อก (Block) พังแสดงแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทานแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ฟังก์ชันการคำนวณแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน

ที่มา: นดอง (2538)

3. แบบจำลอง NAM

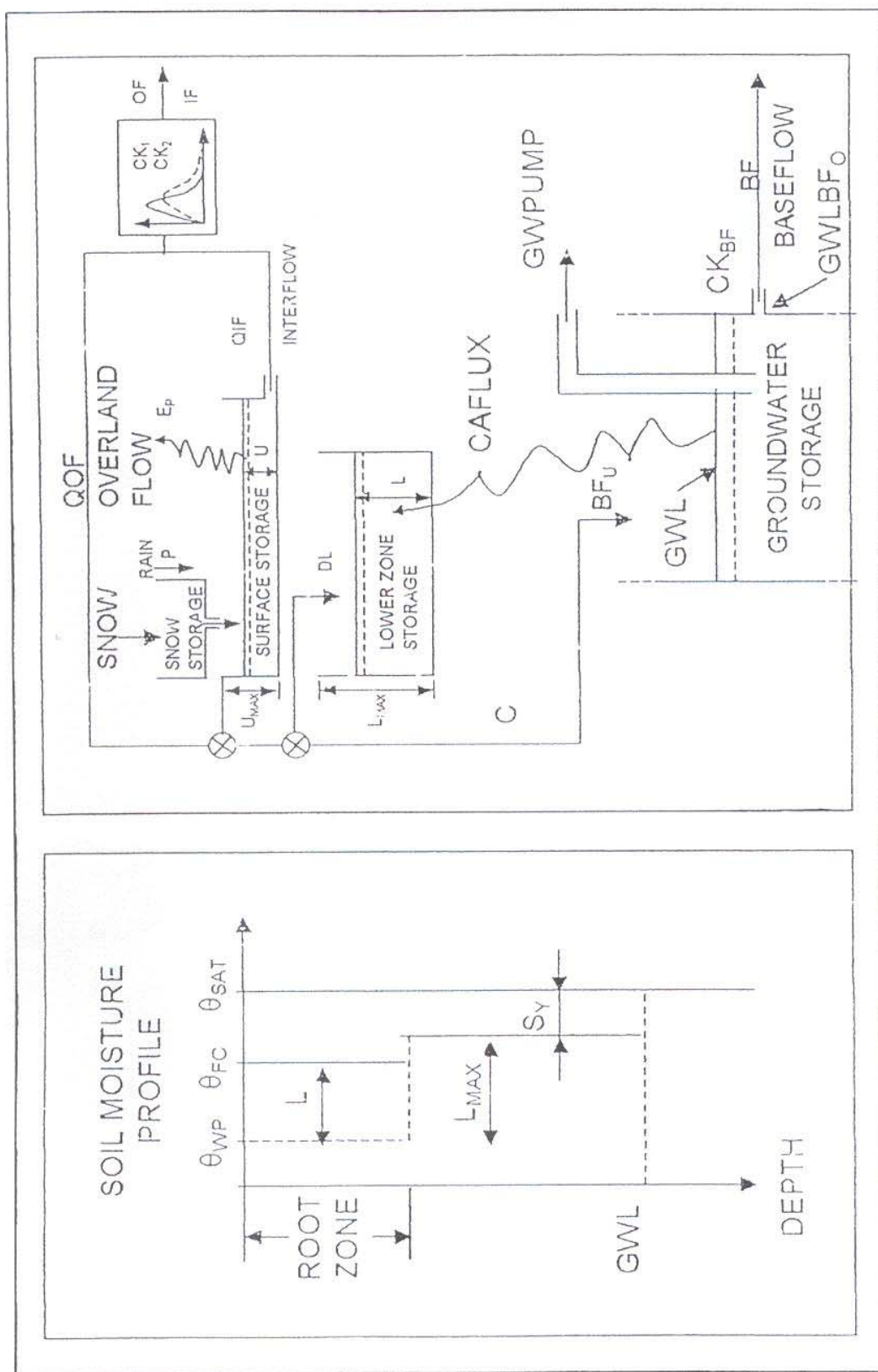
แบบจำลอง NAM เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการเปลี่ยนน้ำฝนเป็นน้ำท่า (Rainfall-Runoff Model) ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย Nielsen and Hansen แห่ง Institute of Hydrodynamics and Hydraulics Engineering, Technical University of Denmark โดยคำว่า NAM ย่อมาจาก Nedbor-Afstromings Model เป็นแบบจำลองประเภท Lumped โดยแบบจำลองจะกำหนดให้ในแต่ละลุ่มน้ำย่อยเป็นหนึ่งหน่วย ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในแบบจำลองเป็นค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นตัวแทนของลุ่มน้ำย่อย แนวคิดของแบบจำลองมีพื้นฐานมาจากโครงสร้างทางกายภาพและสมการ Semi Empirical นอกจากนี้พารามิเตอร์บางตัวสามารถประเมินจากข้อมูลทางกายภาพของลุ่มน้ำ แต่สุดท้ายแล้วค่าพารามิเตอร์จะถูกประมาณจากการสอบเทียบมาตรฐานของข้อมูลด้านเข้าและด้านออกที่สอดคล้องกัน (นุชนารถ, 2545)

ข้อมูลด้านเข้าของแบบจำลอง ได้แก่ ข้อมูลปริมาณฝนรายวัน ข้อมูลการระบายจากถาดรายวัน และอุทกภูมิ โดยผลที่ได้จากแบบจำลองเป็นน้ำท่ารายวัน ซึ่งแสดงถึงการเกิดน้ำท่าจากผลของวัฏจักรทางอุทกวิทยา ดังตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินและการไหลของน้ำใต้ดิน โครงสร้างของแบบจำลองการเปลี่ยนน้ำฝนเป็นน้ำท่าของแบบจำลอง NAM แสดงในภาพที่ 4

โครงสร้างของแบบจำลอง (Model Structure)

ในการใช้แบบจำลอง NAM นั้นจะต้องทำการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำออกเป็นลุ่มน้ำย่อยโดยมีพารามิเตอร์และตัวแปรสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อย ผู้ใช้งานจะต้องทำการสอบเทียบ (Calibrate) ค่าเหล่านั้นโดยโครงสร้างของแบบจำลองเป็นการจำลองลักษณะของพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งปริมาณน้ำจะถูกแบ่งไปเก็บไว้ในส่วนของการเก็บกักดังนี้

1. การเก็บกักของหิมะ (Snow Routing) จะขึ้นอยู่กับอัตราการละลายตัวของหิมะ Q_{melt} ซึ่งจะไปเพิ่มปริมาณน้ำให้กับ การเก็บกักของผิวดิน ส่วนประกอบนี้ไม่ใช้ในการศึกษาในประเทศไทย



ภาพที่ 4 โครงสร้างแบบจำลอง NAM

ที่มา: NAM Documentation and User's Guide (1990)

2. ปริมาณการเก็บกักบนพื้นผิว (Surface Storage) เริ่มต้นการเลียนแบบวัฏจักรทางอุทกวิทยาบนผิวดิน โดยน้ำจะถูกเก็บกักตามแหล่งต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่ฝนที่ตกลงมาจะถูกดักโดยพืชและยังตามทีลุ่มในบริเวณชั้นผิวดินโดยจะอยู่ในรูปของปริมาณเก็บกักพื้นผิว (Surface Storage) โดยจะมีค่าเก็บกักสูงสุดเท่ากับ U_{max} และในเขต root zone ในส่วนที่ต่ำกว่าพื้นผิวที่เรียกว่า Lower Zone Storage จะมีค่าเก็บกักสูงสุดเท่ากับ L_{max} โดยปริมาณน้ำใน Surface Storage (U) จะลดลงอย่างต่อเนื่องโดยการระเหย การใช้น้ำของพืช และการไหลในแนวราบ (Interflow) ปริมาณน้ำในชั้นนี้จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากปริมาณฝน แต่เมื่อปริมาณน้ำขึ้นถึงระดับ U_{max} น้ำส่วนเกิน (P_n) จะไหลออกมาในรูปของ Overland Flow และมีบางส่วนไหลซึมลงสู่ Lower Zone Storage และ Groundwater Storage

เมื่อ $U \geq U_{max}$ น้ำส่วนเกิน (P_n) จะไหลออก เมื่อ QOF เป็นส่วนหนึ่งของ P_n ที่แปรสภาพเป็น Overland Flow โดยเป็นสัดส่วนกับ P_n และแปรผันโดยตรงกับความจุความชื้นสัมพัทธ์ในดิน (L/L_{max}) ของ Lower Zone Storage ดังสมการ

$$\begin{aligned} QOF &= CQOF * \frac{L/L_{max} - TOF}{1 - TOF} * P_n && \text{สำหรับ } L/L_{max} > TOF \\ &= 0 && \text{สำหรับ } L/L_{max} \leq TOF \end{aligned} \quad (5)$$

ในเมื่อ $CQOF$ = Overland Flow Runoff Coefficient
 TOF = ค่าคงที่ที่น้ำเริ่มแปรสภาพเป็น Overland Flow

3. Lower Zone Storage เมื่อปริมาณฝนส่วนเกิน (P_n) ในส่วนที่ไม่กลายเป็น Overland Flow จะไหลซึมลงสู่ชั้น Lower Zone Storage ในปริมาณที่เท่ากับ $P_n - QOF$ ซึ่งน้ำส่วนนี้จะแยกลงสู่ชั้นใต้ดินที่ลึกกว่า คือ Groundwater Storage ในปริมาณเท่ากับ G จะเหลือส่วนที่ยังอยู่ใน Lower Zone Storage เท่ากับ DL ดังสมการ

$$\begin{aligned} G &= (P_n - QOF) * \frac{L/L_{max} - TG}{1 - TG} && \text{สำหรับ } L/L_{max} > TG \\ &= 0 && \text{สำหรับ } L/L_{max} \leq TG \end{aligned} \quad (6)$$

$$DL = (P_n - QOF) - G$$

ในเมื่อ $TG =$ ค่าคงที่สำหรับ Root Zone ที่น้ำจะไหลซึมลงสู่
Groundwater Storage ($0 \leq TG \leq 1$)

ปริมาณน้ำส่วนที่กลายเป็น interflow จะเป็นสัดส่วนกับปริมาณเก็บกักชั้นบน (U) แปรผัน
โดยตรงกับความจุความชื้นสัมพัทธ์ ($L/L_{\max}$) ในชั้น Lower Zone Storage

$$QIF = CKIF * \frac{L/L_{\max} - TIF}{1 - TIF} * U \quad \text{สำหรับ } L/L_{\max} > TIF$$

$$= 0 \quad \text{สำหรับ } L/L_{\max} \leq TIF \quad (7)$$

ในเมื่อ $CKIF =$ Time Constant for Interflow
 $TIF =$ ค่าคงที่สำหรับ Root Zone ที่น้ำเริ่มแปรสภาพเป็น Interflow

ปริมาณการคายระเหยของพืชจะเป็นข้อมูลตัวแรกที่ต้องทราบค่าเพื่อใช้ในการคำนวณใน
ส่วนของ Surface Storage ถ้าปริมาณน้ำ (U) น้อยกว่าปริมาณการระเหย พืชจะใช้น้ำจาก Lower
Zone Storage ในอัตราเท่ากับ E_a ซึ่งเป็นสัดส่วนกับ Potential Evapotranspiration (E_p) ดังสมการ

$$E_a = E_p * (L / L_{\max}) \quad (8)$$

Capillary Flux ของน้ำจาก Groundwater Table มายัง Lower Zone Storage จะกำหนดให้
ขึ้นกับความลึกของน้ำใต้ดินจากระดับผิวดิน (GWL) และความจุความชื้นสัมพัทธ์ ($L/L_{\max}$) ในชั้น
Lower Zone Storage ดังสมการ

$$CAFLUX = \left(1 - \frac{L}{L_{\max}}\right)^{1/2} * \left(\frac{GWL}{GWLFL_1}\right)^{-\alpha} \quad 1 \text{ มม./วัน} \quad (9)$$

$$\alpha = 1.5 + 0.45 GWLFL_1$$

$GWLFL_1$ คือค่าความลึกของ Groundwater Table ของดินซึ่งทำให้ Capillary Flux
(CAFLUX) มีค่าเท่ากับ 1 มม. ในสภาพที่ Lower Zone Storage แห้งสนิท ($L = 0$)

ระดับน้ำใต้ดินจะคำนวณจากปริมาณน้ำที่เพิ่มเข้ามา คือ G (CAFLUX, GWPUMP (Net Groundwater Abstraction) และ BF (Baseflow) โดย Baseflow จะคำนวณเป็นการไหลออกจาก Linear reservoir ด้วย CKBF (Time Constant for Baseflow) ดังสมการ

$$BF = (GWLBF_0 - GWL) Sy (CKBF)^{-1} \quad \text{สำหรับ } GWL \leq GWLBF_0 \quad (10)$$

$$= 0 \quad \text{สำหรับ } GWL > GWLBF_0$$

ในเมื่อ $GWLBF_0$ = ความลึกของ Groundwater Table ที่มากที่สุดที่ทำให้เกิด Baseflow

Sy = Specific Yield ของ Groundwater Reservoir

การเคลื่อนตัวของปริมาณน้ำในส่วนของ Interflow จะ Routing ในลักษณะของอ่างเก็บน้ำเชิงเส้น 2 ครั้ง ด้วยค่าคงที่ของเวลา CK_1 และ CK_2 ดังสมการ

$$CK = CK_{par} \quad , OF \leq OF_{min}$$

$$= CK_{par} * \left(\frac{OF}{OF_{min}} \right)^{-\beta} \quad , OF > OF_{min} \quad (11)$$

ในเมื่อ OF = อัตราการไหลของ Overland Flow (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)

CK_{par} = ค่าพารามิเตอร์ CK_1 หรือ CK_2 (ชั่วโมง)

OF_{min} = จีดจำกัดต่ำสุดสำหรับ Non-Linear Routing Dynamic (0.4 มิลลิเมตร/ชั่วโมง)

β = ค่าสัมประสิทธิ์ทางพลศาสตร์การไหลของ Chezy (0.33)

พารามิเตอร์ของแบบจำลอง (Model Parameter)

จากเอกสาร NAM Documentation and User's Guide (1990) สรุปว่าโดยปกติแล้วจะสามารถประมาณค่าเริ่มต้นของ Parameter ต่าง ๆ จากลักษณะทั่วไปของกลุ่มน้ำ เช่น ความลาดชันของกลุ่มน้ำ ความลาดชันของแม่น้ำ ความหนาแน่นของแม่น้ำในกลุ่มน้ำ ลักษณะดิน ลักษณะชั้นดิน

และชนิดของพืชที่ปลูก แต่ในขั้นของการเปรียบเทียบแบบจำลอง ค่าพารามิเตอร์อาจแปรเปลี่ยนไป โดยยึดเกณฑ์ของความคล้ายคลึงกันของกราฟน้ำท่าจริงกับกราฟน้ำท่าจากแบบจำลอง แบบจำลอง NAM ประกอบด้วยพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้

1. $U_{\max}$: Maximum Water Content in Surface Storage หมายถึงค่าสูงที่สุดของปริมาณน้ำที่ขังไว้บนผิวดินในลักษณะของแอ่งน้ำตื้น ๆ หรือหลุมบ่อตื้น โดยทั่วไปจะมีค่าอยู่ระหว่าง 10-20 มิลลิเมตร

2. $L_{\max}$: Maximum Water Content in Root Zone Storage หมายถึงปริมาณความชื้นสูงสุดในดินที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยมีค่าเท่ากับผลต่างของจุดอิ่มตัวของน้ำ (Field Capacity) และจุดเหี่ยวเฉาถาวร (Wilting Point) ของดินคูณกับค่าความลึกใช้การของรากพืช ซึ่งค่าเหล่านี้จะประมาณจากข้อมูลดิน

3. CQOF : Overland Flow Runoff Coefficient หมายถึงพารามิเตอร์ที่ใช้แบ่ง Excess Rainfall ระหว่าง Overland Flow Runoff และ Infiltration ซึ่งไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์นี้ได้โดยตรงจากข้อมูลดิน แต่จะสามารถประมาณความสัมพันธ์ได้คือ ถ้าลุ่มน้ำมีความลาดชันน้อย รวมทั้งมีลักษณะเป็นดินหยาบหรือดินทราย และมีชั้นดินอุ้มน้ำไว้ไม่ลึก ค่า CQOF จะมีค่าต่ำถ้าดินในลุ่มน้ำเป็นดินที่มีค่าความชื้นต่ำ เช่น ดินเหนียวหรือหินจะมีค่า CQOF สูง โดยทั่วไปจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.01-0.90

4. CKIF : Time Constant for Interflow เป็นพารามิเตอร์นี้ไม่มีความสำคัญมากนักเนื่องจาก Interflow ไม่ใช่ตัวหลักที่ทำให้เกิด Streamflow โดย Interflow จะมีค่าลดลงเมื่อ CKIF มีค่าสูงขึ้น ค่าที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 500-1,000 ชั่วโมง

5. TOF : Root Zone Threshold Value for Overland Flow หมายถึงค่าที่เป็นตัวกำหนดให้เกิด Overland Flow ในพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีน้ำมากและน้ำน้อยสลับกัน โดยจะเกิด Overland Flow ก็ต่อเมื่อความชื้นในเขตรากพืช (Root Zone) ต้องมากกว่าค่า TOF ค่านี้มีผลต่อเวลาเริ่มต้นเป็นอย่างมากของการเกิด Overland Flow หลังจากช่วงน้ำน้อยปกติจะใช้ค่า 0-70 เปอร์เซ็นต์ของ $L_{\max}$

6. TIF : Root Zone Threshold Value for Interflow หมายถึงค่าที่เป็นตัวกำหนดให้เกิด Interflow มีความหมายทำนองเดียวกับ TOF มีความสำคัญไม่มากนัก ส่วนมากจะกำหนดให้มีค่าเป็นศูนย์

7. TG : Root Zone Threshold Value for Groundwater Recharge หมายถึงค่าที่เป็นตัวกำหนดให้เกิด Groundwater Recharge มีความหมายทำนองเดียวกับ TOF เป็นแฟกเตอร์สำคัญในการปรับเทียบแบบจำลอง

8. CK_1, CK_2 : Time Constant for Routing Interflow and Overland Flow หมายถึงพารามิเตอร์เพื่อการอธิบายรูปร่างของ Peak สำหรับ Overland Flow, Interflow และระยะเวลาการเกิด Peak โดยทั่วไปจะกำหนดให้เป็นศูนย์ทั้งสองค่าและจะเลือกปรับตัวใดตัวหนึ่งระหว่างการปรับเทียบแบบจำลอง

9. Sy : Specific Yield หมายถึง Specific Yield ของแหล่งเก็บกักน้ำใต้ดินอาจจะกำหนดจากข้อมูลอุทกธรณีวิทยา หรือ Pumping Test โดยจะหาจากค่าความแตกต่างของชนิดดิน สำหรับดินเหนียวมีค่า 1-10 เปอร์เซนต์ ดินทรายมีค่า 10-30 เปอร์เซนต์

10. CKBF : Time Constant for Routing Baseflow หมายถึงค่าที่ประมาณจาก Baseflow Recession Curve ในช่วงเริ่มต้นของฤดูแล้ง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 500-5,000 ชั่วโมง

11. $GWLBF_0$: Maximum Groundwater Depth Causing Baseflow หมายถึงค่าความลึกมีหน่วยเป็นเมตร แปรผันอยู่ระหว่างค่าระดับผิวดินเฉลี่ยของพื้นที่ลุ่มน้ำกับระดับน้ำต่ำสุดที่จุดไหลออกสู่ลำน้ำ ที่ระดับน้ำใต้ดินเกือบถึงระดับผิวดินจะได้ค่าที่เหมาะสมคือ $GWLBF_0$ มีค่า 20 เมตร และค่า Sy ใช้ค่า 0.5 โดยมีข้อกำหนดว่าระดับน้ำใต้ดินต้องอยู่ต่ำกว่าระดับผิวดินเฉลี่ย เพราะฉะนั้นค่า Baseflow คำนวณได้จากค่าเริ่มต้นค่านี้

12. $GWLBF_1$: Groundwater Depth for Unit Capillary Flux หมายถึงค่าความลึกของระดับน้ำใต้ดิน (Groundwater Table) ที่จะทำให้เกิด Upward Capillary เท่ากับ 1 มิลลิเมตร/วัน ในเงื่อนไขที่ Lower Zone Storage อยู่ในสภาพที่แห้งสนิท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของดินด้วย โดย $GWLBF_1$ มีค่าเป็นศูนย์ที่ Zero Capillary Flux

โดยค่า TOF, TIF และ TG เป็นค่าเริ่มต้นของการไหลในสมการ สำหรับ Overland Flow, Interflow และ Recharge มีค่าเป็นบวกและน้อยกว่าค่าความจุความอิ่มตัวสูงสุด (L_{max}) นั่นคือถ้า L มีค่าน้อยกว่าค่า TOF, TIF และ TG แล้วจะไม่เกิดการไหลในทั้งสามส่วนที่กล่าวมาข้างต้น (นุชนารถ, 2545)

ไพรัตน์ (2536) ได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลอง NAM เพื่อในการศึกษาปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำสวย เนื่องจากลำน้ำสวยได้รับอิทธิพลของ Backwater จากแม่น้ำโขง ข้อมูลการวัดปริมาณน้ำที่ได้มีการจดบันทึกไว้และนำมาใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง โดยได้เลือกใช้สถานีบ้านสมสะอาด มีพื้นที่รับน้ำฝน 170 ตารางกิโลเมตร ซึ่งตั้งอยู่ทางตอนต้นของลุ่มน้ำจึงไม่มีผลกระทบจาก Backwater และใช้ค่าข้อมูลฝนที่สถานีอำเภอเพ็ญ จังหวัดอุดรธานี ค่าการใช้น้ำของพืช (PETP) ใช้สถานีจังหวัดอุดรธานี ผลการสอบเทียบแบบจำลองพบว่าปริมาณน้ำที่ได้จากแบบจำลอง และจากข้อมูลที่วัดได้มีความสอดคล้องกัน ดังนั้นค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองที่ได้จึงสามารถใช้เป็นตัวแทนของลุ่มน้ำได้

ยุพิน (2540) ทำการจำลองแบบเพื่อเปลี่ยนน้ำฝนเป็นน้ำท่า โดยแบบจำลอง NAM ที่สถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำบางปะกงจำนวน 5 สถานี ผลของการจำลองน้ำท่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดจริง แต่พบว่าในบางปีค่าที่คำนวณได้ผิดไปจากความเป็นจริงมาก ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากค่าปริมาณฝนเฉลี่ยที่ใช้ไม่เป็นตัวแทนที่ดีในบางลุ่มน้ำเนื่องจากได้ใช้ค่าข้อมูลน้ำฝนเพียงสถานีเดียวเป็นค่าเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำและบางสถานีไม่มีสถานีวัดน้ำฝนอยู่ในพื้นที่เลย จึงเป็นผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้

Poomthaisong (1997) ศึกษาการควบคุมสภาพการเกิดน้ำท่วมของพื้นที่ลุ่มน้ำกกและลุ่มน้ำอิงโดยใช้แบบจำลอง NAM หาปริมาณน้ำท่าจากปริมาณฝนในลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำน่านเพื่อนำค่า Local Flow ด้านเหนือมาใช้ ซึ่งผลจากแบบจำลอง NAM ได้กราฟน้ำท่าที่มีส่วนยอด (Peak Flow) ต่ำกว่าความเป็นจริงสำหรับในฤดูแล้ง ส่วนในช่วงฤดูฝนกราฟส่วนขึ้น (Rising Limb) มีค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริง

4. แบบจำลอง HEC-5

แบบจำลอง HEC-5 ถูกเขียนขึ้นด้วยภาษาฟอร์แทรน เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ได้รับการพัฒนาขึ้นที่ The Hydrologic Engineering Center โดยมีการใช้กันอย่างกว้างขวางในสหรัฐอเมริกา และในหลายๆประเทศ โปรแกรมสามารถใช้ในการศึกษาวางแผนประเมินระบบอ่างเก็บน้ำ และช่วยคำนวณความจุอ่างเก็บน้ำที่ต้องการทราบในการควบคุมอุทกภัยและการอนุรักษ์น้ำ ในการควบคุมอุทกภัยสามารถวัดได้ในเทอมของการไหลที่เกิดการทำลายอย่างรุนแรง ความเสียหายรายปีที่คาดหวัง ค่าใช้จ่าย และผลกำไรสุทธิของระบบสำหรับการลดค่าความเสียหายจากอุทกภัย โปรแกรมนี้ยังมีประโยชน์ในการคัดเลือกอ่างเก็บน้ำที่เหมาะสมในการปล่อยน้ำผ่านระบบขณะน้ำท่วมฉุกเฉิน เพื่อที่จะลดความรุนแรงและทำให้ระบบว่างโดยเร็วเท่าที่จะเป็นไปได้ ขณะเดียวกันก็รักษาสมดุลของการเก็บกักเพื่อควบคุมน้ำท่วม (Flood Control Storage) ของอ่างเก็บน้ำด้วย ความสามารถหลักของแบบจำลอง HEC-5 สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การดำเนินการควบคุมอุทกภัย รวมถึงการคำนวณความเสียหายรายปี
2. การหาผลผลิตของอ่างเก็บน้ำในด้านการผลิตกระแสไฟฟ้าและความต้องการน้ำ
3. การจำลองแบบระบบไฟฟ้า
4. การวิเคราะห์และดำเนินงานอ่างเก็บน้ำอเนกประสงค์ของระบบอ่างเก็บน้ำ
5. จำลองแบบการดำเนินงานของเครื่องสูบน้ำที่อยู่ในหรือนอกระบบเก็บกัก

แบบจำลอง HEC-5 เป็นการจำลองแบบที่ใช้ในการดำเนินการอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลาหนึ่งถึงอีกช่วงเวลาหนึ่งของระบบอ่างเก็บน้ำอเนกประสงค์ โดยใช้ข้อมูลด้านเข้าที่ต่อเนื่องของการไหลในลำน้ำที่ไม่ได้ควบคุม และอัตราการระเหยของอ่างเก็บน้ำ แบบจำลองนี้ใช้ช่วงเวลา (time interval) ที่ผันแปรได้ เช่น ข้อมูลรายเดือนหรือรายวันโดยใช้ระหว่างช่วงเวลาการไหลปกติ หรือการไหลต่ำ ภาวะแล้ง หรือผสมกันระหว่างรายวัน รายชั่วโมงเมื่อเวลาเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม ผู้ใช้สามารถบ่งบอกกฎการดำเนินงาน (operating rule) ในโปรแกรมโดยการใส่ข้อมูลด้านเข้าของโซนการกักเก็บของอ่างเก็บน้ำ การผันน้ำ และเป้าหมายการไหลในลำน้ำต่ำสุด รวมทั้งการไหลของน้ำท่วมที่ยอมให้ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือ โปรแกรมจะคำนวณการปล่อยน้ำจนถึงระดับการกักเก็บเพื่อควบคุมน้ำท่วม เพื่อให้ได้ตามความต้องการของผู้ใช้ในการผันน้ำ และเป้าหมายการไหลในลำน้ำ โดยใช้พื้นฐานค่าที่คำนวณของระดับการกักเก็บในอ่างเก็บน้ำ และการไหลในลำน้ำที่ตำแหน่งด้านท้ายน้ำ

การศึกษาครั้งนี้จะใช้แบบจำลอง HEC-5 เพื่อหาปริมาณการผันน้ำที่เหมาะสม โดยใช้ฐานข้อมูลเป็นรายวัน จากอ่างเก็บน้ำแม่งัดไปยังอ่างเก็บน้ำแม่วาง

ฮาร์ดแวร์ และ ซอฟต์แวร์ ที่ระบบต้องการสำหรับแบบจำลอง HEC-5

แบบจำลอง HEC-5 นี้ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษา FORTRAN IV เวอร์ชันที่ออกมาในนั้น จำลองแบบการดำเนินการอ่างเก็บน้ำ 10 อ่าง 15 จุดควบคุม 11 จุดผันน้ำ โรงไฟฟ้า (Power Plants) 5 โรง แบบจำลองนี้สามารถใช้ระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กได้ ถ้ามีจำนวนลำดับมิติพอสมควร ข้อจำกัดสำหรับระบบคอมพิวเตอร์ทั่วไปที่มีค่าสูงขึ้น ใช้อ่างเก็บน้ำได้ 35 อ่าง 55 จุดควบคุม 20 จุดผันน้ำ และ 9 โรงไฟฟ้า สำหรับตัวเลขในช่วงเวลาใดๆในแต่ละเหตุการณ์ของการปล่อยน้ำแต่ละช่วงเวลา แบบจำลองเวอร์ชันปัจจุบัน มีข้อจำกัดมิติกว้างขึ้น คงใช้บนคอมพิวเตอร์ BCS LBL และ HARRIS 500 ข้อจำกัดมิติสำหรับตัวเลขสูงสุดของอ่างเก็บน้ำ จุดควบคุม จุดผันน้ำ และ โรงไฟฟ้า สามารถถูกพิมพ์ออกมาในแต่ละเหตุการณ์ของแบบจำลอง

ความสามารถทั่วไป และข้อจำกัดของแบบจำลอง

ความสามารถทั่วไป และข้อจำกัดของแบบจำลอง HEC-5 สามารถสรุปได้ดังนี้

1. รูปแบบระบบอ่างเก็บน้ำจะต้องไม่เกินจำนวนอ่างเก็บน้ำ และจำนวนของจุดควบคุมที่กำหนด รูปแบบของระบบอ่างเก็บน้ำระบุโดยการเคลื่อนตัวของปริมาณน้ำที่ไปถึง (เคลื่อนตัวจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งบน RT การ์ด) หรือขึ้นอยู่กับความเร็วลำดับปริมาณความต้องการทางด้านท้ายน้ำของข้อมูลด้านเข้าของจุดควบคุม
2. จุดควบคุมทางด้านเหนือในแต่ละสายน้ำถือว่าเป็นอ่างเก็บน้ำอันหนึ่ง (อาจสมมติเป็นอ่างเก็บน้ำที่ไม่มี ความจุ) จุดควบคุมสุดท้ายในระบบต้องเป็นจุดควบคุมที่ไม่มีอ่างเก็บน้ำ ตำแหน่งทั้งหมดรวมทั้งอ่างเก็บน้ำถือว่าเป็นจุดควบคุมทั้งหมด และต้องเชื่อมกันดังที่ได้อธิบายใน RT การ์ด
3. อ่างเก็บน้ำที่มีความจุควบคุมอุทกภัย อาจดำเนินการลดขนาดของอุทกภัยได้ ที่จำนวนจุดควบคุมทางด้านท้ายน้ำ

4. อ่างเก็บน้ำที่ไม่มีความจุเก็บกักเพื่อป้องกันอุทกภัย สามารถดำเนินการได้ด้วยความต้องการของตัวเอง (มีกำลังไฟฟ้า หรือการไหลต่ำ) และสามารถดำเนินการจัดความต้องการเพื่อการไหลต่ำให้จำนวนจุดควบคุมทางด้านท้ายน้ำใดๆ (ตำแหน่งเดียวกับที่ระบุใน RO การ์ด)

5. อ่างเก็บน้ำในระบบที่ดำเนินการกับจุดควบคุมทั่วไป จะถูกปรับให้อยู่ในภาวะสมดุลเท่าที่สามารถเป็นไปได้ ในเทอมของระดับน้ำของอ่างเก็บน้ำ (RL การ์ด) สำหรับทั้งการจัดการอุทกภัย และเพื่อการอนุรักษ์ (Conservation)

6. จำนวนที่ระบุของอ่างเก็บน้ำในระบบ และจุดควบคุม อาจเป็นจำนวนเต็มใดๆได้ถึง 6 หลัก คอมพิวเตอร์จะใช้ชุดตัวเลขที่สร้างขึ้นเองสำหรับรายละเอียดที่เปลี่ยนแปลงไป

7. จีดจำกัดของมิติสำหรับเวอร์ชันที่ออกมาเรื่อยๆนั้น ปรับปรุงได้ง่ายโดยการเปลี่ยนค่าที่เปลี่ยนแปลงไปและกำหนดโดยค่าเหล่านี้คือ

KNCP	=	15	หมายถึง จำนวนของจุดควบคุม
KRES	=	10	หมายถึง จำนวนของอ่างเก็บน้ำ
KCHSTG	=	18	หมายถึง จำนวนค่าของความจุของทางน้ำ และ อัตราการไหล
KDIV	=	11	หมายถึง จำนวนของการผันน้ำ
KLEV	=	15	หมายถึง จำนวนของระดับน้ำเป้าหมายของอ่างเก็บน้ำ
KNCAP	=	18	หมายถึง จำนวนค่าของ ความจุอ่างเก็บน้ำ อัตราการไหล
KPWR	=	5	หมายถึง จำนวนของโรงไฟฟ้า
KPWRS	=	2	หมายถึง จำนวนของระบบไฟฟ้า

รายละเอียดของอ่างเก็บน้ำ

1. อ่างเก็บน้ำแต่ละตัวต้องมีค่าความจุเริ่มต้น และค่าของความจุในแต่ละระดับน้ำเป้าหมาย (Target Level) ค่าของระดับเป้าหมายซึ่งกำหนดเฉพาะเพื่อจุดประสงค์สำหรับความจุเก็บกักเพื่อควบคุมอุทกภัย และความจุเก็บกักเพื่อการอนุรักษ์ (ผลิตกระแสไฟฟ้าและแหล่งน้ำ) สามารถผันแปรไปในแต่ละเดือน หรือมีค่าคงที่ก็ได้

2. แต่ละอ่างเก็บน้ำทำงานเพื่อตัวเอง และทำงานด้วย จุดท้ายน้ำ หลายค่าเป็นค่า desire

3. แต่ละอ่างเก็บน้ำมีความสามารถในการปล่อยน้ำที่จุดน้ำออก (Outlet Capacity) เช่นเดียวกับ ฟังก์ชันของความจุของอ่างเก็บน้ำ

4. แต่ละอ่างเก็บน้ำพิจารณาถึงจุดควบคุม และต้องการข้อมูลของจุดควบคุมด้วย

รายละเอียดของจุดควบคุม (Control Point) ประกอบด้วย

1. แต่ละจุดควบคุมต้องมีการจัดการขีดความสามารถในการรับน้ำได้ของทางน้ำ (Channel Capacity) ค่าความจุของช่องทางน้ำเป็นค่าคงที่ได้ หรือแปรผันในแต่ละเดือน หรือแปรผันกับการไหลของทางน้ำที่ตำแหน่งอื่นๆ หรือแปรผกผันกับระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำที่อ่างเก็บน้ำใดๆ

2. แต่ละจุดควบคุมอาจมีค่าการไหลของปริมาณน้ำต่ำๆ (Low Flow) ซึ่งแปรผันในแต่ละเดือน หรือแปรผันกับเวลาในแต่ละช่วงเวลา

3. แต่ละจุดควบคุมอาจกำหนดโค้งความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณการไหลกับระดับน้ำ (Discharge – Stage Rating Curve) เพื่อกำหนด Regulated และ Natural Stage Hydrograph

4. แต่ละจุดควบคุมถูกเชื่อมกับจุดทางด้านท้ายน้ำถัดไป โดยพิจารณาถึงการเคลื่อนตัวของปริมาณน้ำในทางน้ำที่ระบุไว้

5. สามารถเพิ่มเติมข้อมูลระดับน้ำ ความจุของลำนํ้า และอัตราการไหล ให้กับลำนํ้าได้

ข้อมูลการไหล (Flow data) มีข้อกำหนดดังนี้

1. การไหลในแบบจำลองโดยปกติใช้ค่า Local Flow ที่เพิ่มขึ้น (การไหลระหว่างจุดควบคุมที่อยู่ติดกัน) ในระบบเส้นทาง
2. ค่าที่เพิ่มขึ้นของ Local Flow สามารถอ่านได้หรือคำนวณได้จากอัตราการไหลที่สังเกตได้ และ ปริมาณการปล่อยน้ำของอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Release)
3. ค่าที่เพิ่มขึ้นของ local flow สามารถคำนวณได้จากการไหลธรรมชาติ (Natural Flow)
4. ข้อมูลการไหลที่จุดควบคุมบางค่าอาจเป็นอัตราส่วนของการไหลที่จุดอื่นของระบบโดยการไหลอาจเปลี่ยนแปลงช่วงเวลา (Time Interval) ของการคำนวณทั้งหมดได้ด้วย
5. ค่าสะสมของ Local Flow และ Natural Flow (สามารถถูกพิมพ์ออกมาเพื่อดูรายละเอียดได้)
6. ข้อมูลการไหลโดยปกติอ่านได้ใน 10 Field Card แต่สามารถอ่านได้ใน 12 Field สำหรับการไหลรายเดือน (Monthly Flow)
7. ข้อมูลการไหล หรือ ข้อมูล Time Series อื่นๆ สามารถอ่านได้จาก Separate Data File (HEC-DSS) เพื่อเติมลงใน ZR card

การผันน้ำ (Diversion) มีข้อกำหนดดังนี้

1. การผันน้ำได้จากอ่างเก็บน้ำใดๆหรือจุดควบคุม ขึ้นอยู่กับขีดจำกัดมิติ (KDIV = 11) โดยให้มีการผันน้ำได้จุดเดียวจากแต่ละจุดควบคุม หรือแต่ละอ่างเก็บน้ำ
2. การผันน้ำใช้เป็นค่าคำนวณจุดควบคุมทางด้านท้ายน้ำหรืออ่างเก็บน้ำ หรือไม่ใช่ค่าในการคำนวณเลขก็ได้ ทางเลือกพิเศษทางเลือกหนึ่งคือยอมให้การผันน้ำเป็น Upstream Location ได้

3. การผันน้ำอาจทำ Routing ด้วยการใช้วิธีเชิงเส้นตรง (Linear Method) ใดๆที่กำหนดให้ และคูณด้วยค่าคงที่ ที่เป็นตัวแทนของอัตราส่วนของปริมาณน้ำที่เหลือกลับมาที่ลำน้ำ (Return Flow)

4. ชนิดของการผันน้ำ

4.1 การผันน้ำเป็นฟังก์ชันหนึ่งของ Inflow เช่น

QS (การไหลในลำน้ำ)	0	10	20	50
QD (การผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำ)	0	5	7	10

4.2 การผันน้ำเป็นฟังก์ชันหนึ่งของความจุอ่างเก็บน้ำ เช่น

RS (ปริมาตรเก็บกัก)	0	10,000	20,000	30,000
RD (การผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำ)	0	50	700	1,000

4.3 การผันน้ำเป็นค่าคงที่ (เช่น 50 ลบ.ม./วินาที สำหรับจุดควบคุม # 5)

4.4 การผันน้ำเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละเดือน หรือเปลี่ยนแปลงไป ตามคาบเวลา

4.5 การผันน้ำใช้เป็นค่าสำหรับปริมาณส่วนเกินทั้งหมดที่อยู่เหนือระดับน้ำเก็บกักสูงสุด (Top of Conservation Pool) ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถในการผันน้ำ (Diversion Capacity)

ไฟฟ้าพลังน้ำ (Hydropower) มีข้อกำหนดดังนี้

1. สามารถเก็บข้อมูลอ่างเก็บน้ำเป็นรายเดือน รายสัปดาห์ รายวันและจำนวนชั่วโมงของค่าความต้องการไฟฟ้าพลังงานน้ำ (Hydropower) เบื้องต้นหรืออาจใช้เป็นโค้งกฎเกณฑ์ (Rule Curve) ที่สัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ความจุเก็บกักในโรงไฟฟ้า และยังสามารถใช้ในรูปแบบของกระแสน้ำในแม่น้ำได้ด้วย

2. ความต้องการพลังงานในระบบ สามารถกำหนดให้ใช้ได้กับโรงไฟฟ้าถึงสองโรง แบบจำลองจะหาค่าความต้องการของระบบเป็นค่าพื้นฐานในการทำให้ระดับน้ำของอ่างเก็บน้ำสมดุล

3. ความสามารถสูงสุดของการผลิตกระแสไฟฟ้าอาจเป็นค่าคงที่หรือเป็นฟังก์ชันของความจุอ่างเก็บน้ำ เป็นฟังก์ชันของปริมาณการปล่อยน้ำของอ่างเก็บน้ำ หรือเป็นฟังก์ชันของ Operation Head

4. ประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าอาจเป็นค่าคงที่หรือเป็นฟังก์ชันของความจุอ่างเก็บน้ำ

5. ค่าคงที่ที่น้ำรั่วไหลออกจากเขื่อนสามารถระบุได้ ปริมาณน้ำนี้ไม่เกี่ยวข้องกับเครื่องกำเนิดพลังงานที่หาได้

6. ความจุของการสูบน้ำ (Pump Storage) สามารถจำลองได้โดยการใช้ตำแหน่งของอ่างเก็บน้ำเสมือน (Dummy Reservoir) เพื่อหาค่าข้อมูลการสูบน้ำ และค่าพลังงานที่สามารถหาได้ (Energy Availability)

ข้อมูลด้านเข้า (Input Data) มีข้อกำหนดดังนี้

1. ข้อมูลการ์ดทั้งหมดใช้สองคอลัมน์แรกเป็นตัวกำหนด
2. ข้อมูลการ์ดส่วนใหญ่เลือกใช้ได้และไม่ใช้ก็ได้ ถ้าค่าที่เลือกไม่ใช่ Desired Card (เช่น J2 J8 เป็นต้น)
3. ค่าข้อมูลด้านเข้าทำเป็นรหัสเลขฐานสิบ 8 คอลัมน์สำหรับค่าข้อมูลด้านเข้าทั้งหมดยกเว้นข้อมูลการไหลจัดเรียงเป็น 6 คอลัมน์สำหรับการ์ด ZR และ ZW
4. ช่อง (Field) ที่ว่างถือว่าเป็น 0

5. การ์ดที่ใช้ทั้งหมดต้องเรียงลำดับให้ถูกต้องเช่นเดียวกันกับที่อยู่ในการ์ดสรุปผล (Summary Card) และ จุดควบคุมต้องอยู่ในการเรียงลำดับของการทดลองในการเคลื่อนที่ของการไหล (Routing Flow) และการรวมกันของการไหล (Combining Flow)

6. ใช้ได้ทั้งระบบมาตราเมตริก และระบบมาตราอังกฤษ

ผลลัพธ์ (Output) รูปแบบของผลลัพธ์สามารถแสดงได้ดังนี้

1. ข้อมูลการไหล
2. ผลของระบบดำเนินการที่เรียงตามลำดับจนถึงท้ายน้ำสำหรับอ่างเก็บน้ำและจุดควบคุม
3. ข้อมูลอ่างเก็บน้ำโดยคาบเวลา (Period)
4. การปล่อยน้ำของอ่างเก็บน้ำและจุดควบคุมเป็นการไหลโดยคาบเวลา
5. ผลสรุปของอุทกภัยในระบบของแต่ละเหตุการณ์ของอุทกภัย
6. ผลสรุปค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดสำหรับอุทกภัยทั้งหมด
7. ผลลัพธ์แบบย่อ
8. ผลสรุปของค่าความเสียหายรายปีที่คาดไว้ของระบบอ่างเก็บน้ำ และผลกำไรสุทธิของระบบควบคุมอุทกภัย
9. การคำนวณของ Local Flow ที่เพิ่มขึ้น
10. การตรวจสอบความผิดพลาดของผลลัพธ์

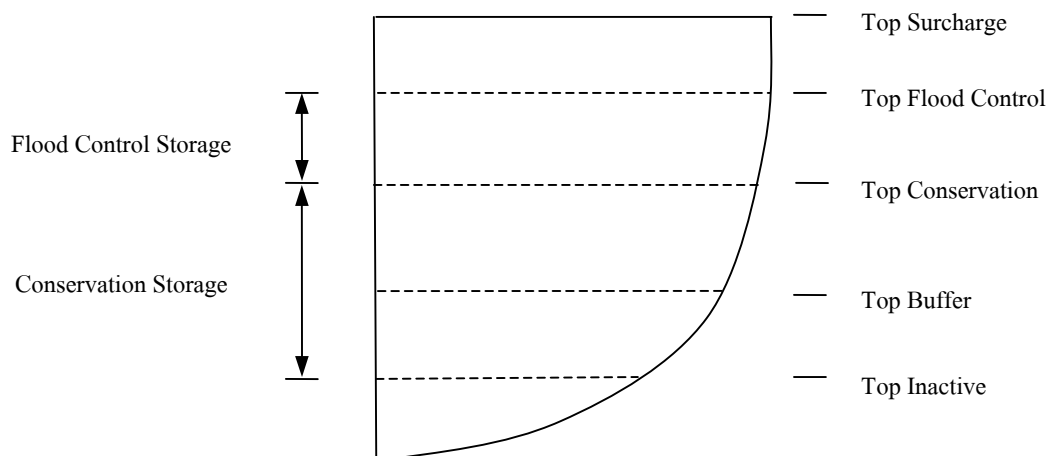
11. สามารถแสดงรายละเอียดทางอุทกวิทยาออกมาในรูปของกราฟได้
12. ผลสรุปของพลังงานไฟฟ้าพลังน้ำ และ ผลกำไร
13. ผลสรุปรายปี สูงสุด ต่ำสุด หรือค่าเฉลี่ย จากจุดควบคุมต่างๆกันที่เลือก
14. จุดควบคุมที่พิจารณาสามารถถูกพิมพ์ออกเพื่อบอกรายละเอียดต่างๆได้ตลอดทุกคาบเวลา (ผลลัพธ์ที่ผู้ใช้กำหนด)
15. ผลลัพธ์ที่เลือกไว้ (JZ card) จากแบบจำลอง สามารถเก็บไว้ใน Data File (HEC-DSS) เพื่อประมวลผลในภายหลังด้วยแบบจำลอง HEC-5 โดยการใช้ ZW card

การประยุกต์ใช้แบบจำลอง HEC-5

แบบจำลอง HEC-5 ใช้ศึกษาสมมูลน้ำรายวันระหว่างปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างและปริมาณความต้องการน้ำด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความต้องการน้ำชลประทาน ปริมาณน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและปริมาณน้ำใช้เพื่อรักษาสมดุลทางนิเวศวิทยาท้ายน้ำ ในการศึกษาสมมูลน้ำรายวัน จำเป็นต้องทราบรายละเอียดของแบบจำลอง ดังนี้

1. กฎเกณฑ์การจัดการ (Operating Criteria) มีการกำหนดระดับบรรณานุกรม (Index Level) ของอ่างเก็บน้ำ เพื่อใช้ประโยชน์ในการลำดับก่อนหลังในการปล่อยน้ำของอ่างเก็บน้ำ โดยที่ระดับต่าง ๆ แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังแสดงในภาพที่ 5 ประกอบด้วย

- ระดับน้ำต่ำสุด (Top Inactive)
- ระดับกึ่งกลางของระดับน้ำเก็บกักและระดับน้ำต่ำสุด (Top Buffer)
- ระดับน้ำเก็บกัก (Top Conservation)
- ระดับน้ำนองสูงสุด (Top Flood Control)
- ระดับน้ำล้น (Top Surge)



ภาพที่ 5 ระดับเก็บกักของอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Storage Levels)

ที่มา: US Army Corps of Engineers (1990)

ในแต่ละอ่างเก็บน้ำจะต้องมีการจัดการเพื่อให้เป็นไปตามความต้องการน้ำที่จุดควบคุมต่าง ๆ ในระบบส่งน้ำ โดยกำหนดหลักเกณฑ์ปกติของลำดับความสำคัญก่อนหลัง (Normal Priority) โดยการนำเอาน้ำไปใช้ดังนี้

1.1 เมื่อน้ำท่วมเกิดขึ้นที่จุดควบคุมด้านท้ายน้ำ จะลดปริมาณในส่วนที่จะผลิตกระแสไฟฟ้าและจะไม่มีการปล่อยน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำ

1.2 เมื่อระดับของอ่างเก็บน้ำอยู่ระหว่างระดับน้ำเก็บกักสูงสุด (Top Conservation) และระดับน้ำนองสูงสุด (Top Flood Control) การปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำจะถูกดำเนินการจนกระทั่งระดับน้ำลดลงมาที่จุดสูงสุดของระดับน้ำเก็บกัก โดยปริมาณน้ำจะไม่เกินความจุของทางน้ำด้านออก (Channel Capacity) ของอ่างเก็บน้ำ

1.3 การผันน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำ จะผันน้ำจากระดับบนสุดไปสู่ระดับกึ่งกลางของระดับน้ำเก็บกักและระดับน้ำต่ำสุด (Top Buffer) จึงหยุดการผันน้ำ

1.4 การปล่อยน้ำเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าต่อการใช้งานเบื้องต้น จะปล่อยจนระดับน้ำลดลงมาอยู่ที่ระดับ Top Buffer จึงหยุดการปล่อยน้ำ

1.5 การปล่อยน้ำเพื่อรักษาการไหลที่จุดควบคุมด้านท้ายน้ำ กรณีระดับกักเก็บของอ่างเก็บน้ำอยู่ระหว่างระดับ Top Conservation และระดับ Top Buffer อ่างเก็บน้ำจะปล่อยน้ำเท่ากับค่า Minimum Desired Flow แต่กรณีระดับเก็บกักอยู่ระหว่างระดับ Top Buffer และระดับ Top Inactive จะมีการปล่อยน้ำเท่ากับค่า Minimum Required Flow และจะไม่มีการปล่อยน้ำเมื่อระดับน้ำต่ำลงมาถึงระดับ Top Inactive

ลำดับความสำคัญในการปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำ จะปล่อยน้ำจากระดับสูงสุดลดลงมาเรื่อย ๆ จนถึงระดับต่ำสุด โดยจะต้องรักษาอ่างเก็บน้ำทุกแห่งในระบบให้สมดุลเท่าที่จะเป็นไปได้ ในการจำลองระบบต้องกำหนดปริมาณน้ำเก็บกักเริ่มต้น อาจใช้ค่าจริงหรือค่าที่สมมติขึ้น

2. สมดุลทางอุทกวิทยา (Hydrologic Balance) ใช้สมการพื้นฐานในการคำนวณคือ

$$S_t = S_{t-1} + I_t - O_t - E_t \quad (12)$$

เมื่อ	S_t	=	ปริมาณน้ำที่เก็บกักไว้ที่สิ้นเดือน t
	S_{t-1}	=	ปริมาณน้ำที่เก็บกักไว้ที่สิ้นเดือน t-1
	I_t	=	ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างในช่วงเดือน t
	O_t	=	ปริมาณน้ำที่ปล่อยจากอ่างในช่วงเดือน t
	E_t	=	ปริมาณน้ำที่สูญเสียเนื่องจากการระเหยจากผิวอ่างในช่วงเดือน t เป็นฟังก์ชันของพื้นที่ผิวของอ่างเก็บน้ำ

ในการจำลองระบบลุ่มน้ำรายวันจะไม่คิดปริมาณน้ำที่สูญเสีย เนื่องจากการระเหยจากผิวอ่าง

Poomthaisong (1997) ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 และ HEC-5 ในการควบคุมสภาพการเกิดน้ำท่วมของพื้นที่ลุ่มน้ำกกและลุ่มน้ำอิง โดยจำลองการไหลของน้ำแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือกรณีการผันน้ำจากแม่น้ำอิงผ่านแม่น้ำน่านลงสู่เขื่อนสิริกิติ์ และกรณีการผันน้ำ

จากแม่น้ำน่านลงสู่อ่างเก็บน้ำเพื่อควบคุมน้ำท่วม และใช้ HEC-5 ในการจำลองระบบอ่างเก็บน้ำใหม่ที่กำลังสร้างขึ้น เพื่อควบคุมการเกิดน้ำท่วม โดยเปรียบเทียบผลกระทบจากการจำลองการไหลของน้ำทั้ง 2 กรณี ผลการศึกษาพบว่าอ่างเก็บน้ำในอนาคตเพื่อควบคุมน้ำท่วมสามารถลดขนาดของน้ำท่วมได้ โดยควรมีการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของลำน้ำท้ายน้ำ และคันกั้นน้ำเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการควบคุมน้ำท่วม

Chaiyasing (1997) ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์เพื่อหา Rule Curve ในการปฏิบัติการของเขื่อนสิริกิติ์ โดยใช้แบบจำลอง HEC-5 ในการวิเคราะห์ จากผลการศึกษาได้ Rule Curve ที่เหมาะสมเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า การชลประทาน และการควบคุมอุทกภัย

กฤษณ์ (2545) ได้ทำการศึกษาและปรับปรุงแบบจำลอง HEC-5 เพื่อการคำนวณการไหลแบบไม่คงตัวนั้น และกำหนดพื้นที่เป้าหมายเพาะปลูกพืชฤดูแล้ง จากผลการศึกษาได้ปรับปรุงแบบจำลองให้สามารถผันแปรพื้นที่เป้าหมายเพาะปลูกพืชฤดูแล้งให้ขึ้นอยู่กับปริมาณเก็บกักในอ่างเก็บน้ำที่ปลายฤดูฝน โดยใช้กราฟกำหนดพื้นที่เพาะปลูกพืชฤดูแล้ง (DSAR Curve) และปรับปรุงส่วนของการวิเคราะห์การไหลกรณีที่มีอิทธิพลทางด้านท้ายน้ำ ซึ่งได้ทำการเพิ่ม Hydrodynamic Model เข้าสู่แบบจำลอง HEC-5

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. รายงานการศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการบรรเทาอุทกภัย และการขาดแคลนน้ำลุ่มน้ำปิงตอนบน
2. รายงานการศึกษาความเหมาะสมและศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการเพิ่มปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารา จังหวัดเชียงใหม่
3. เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ และแบบจำลองประกอบด้วยแบบจำลอง Effective Rainfall, Irrigation Demand, NAM และHEC-5
4. แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร
5. เครื่องมือวัดพื้นที่

วิธีการ

พื้นที่ศึกษา

1. สภาพภูมิประเทศ

พื้นที่ศึกษามีที่ตั้งอยู่บริเวณลุ่มน้ำปิงตอนบน สภาพภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสลับซับซ้อนปกคลุมด้วยป่าไม้ และมีที่ราบในหุบเขาตามบริเวณชุมชน แม่น้ำปิงในเขตพื้นที่อำเภอเชียงดาวมีระดับความสูงอยู่ระหว่าง 500-1,300 ม.รทก. มีความลาดชันประมาณ 1:40 แม่น้ำปิงจะไหลไปตามหุบเขาตอนบนของเขตอำเภอแม่แตง มีระดับความสูงอยู่ประมาณ 320-500 ม.รทก. มีความลาดชันประมาณ 1:50 และไหลผ่านที่ราบในหุบเขาในเขตอำเภอแม่แตง อำเภอแม่อิง อำเภอเมืองจังหวัดเชียงใหม่ มีระดับความสูงอยู่ประมาณ 260-300 ม.รทก. มีความลาดชันประมาณ 1:1,800 จากนั้นแม่น้ำปิงจะไหลผ่านพื้นที่ราบบริเวณหุบเขาก่อนไปลงอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล

2. การแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยในพื้นที่ศึกษา

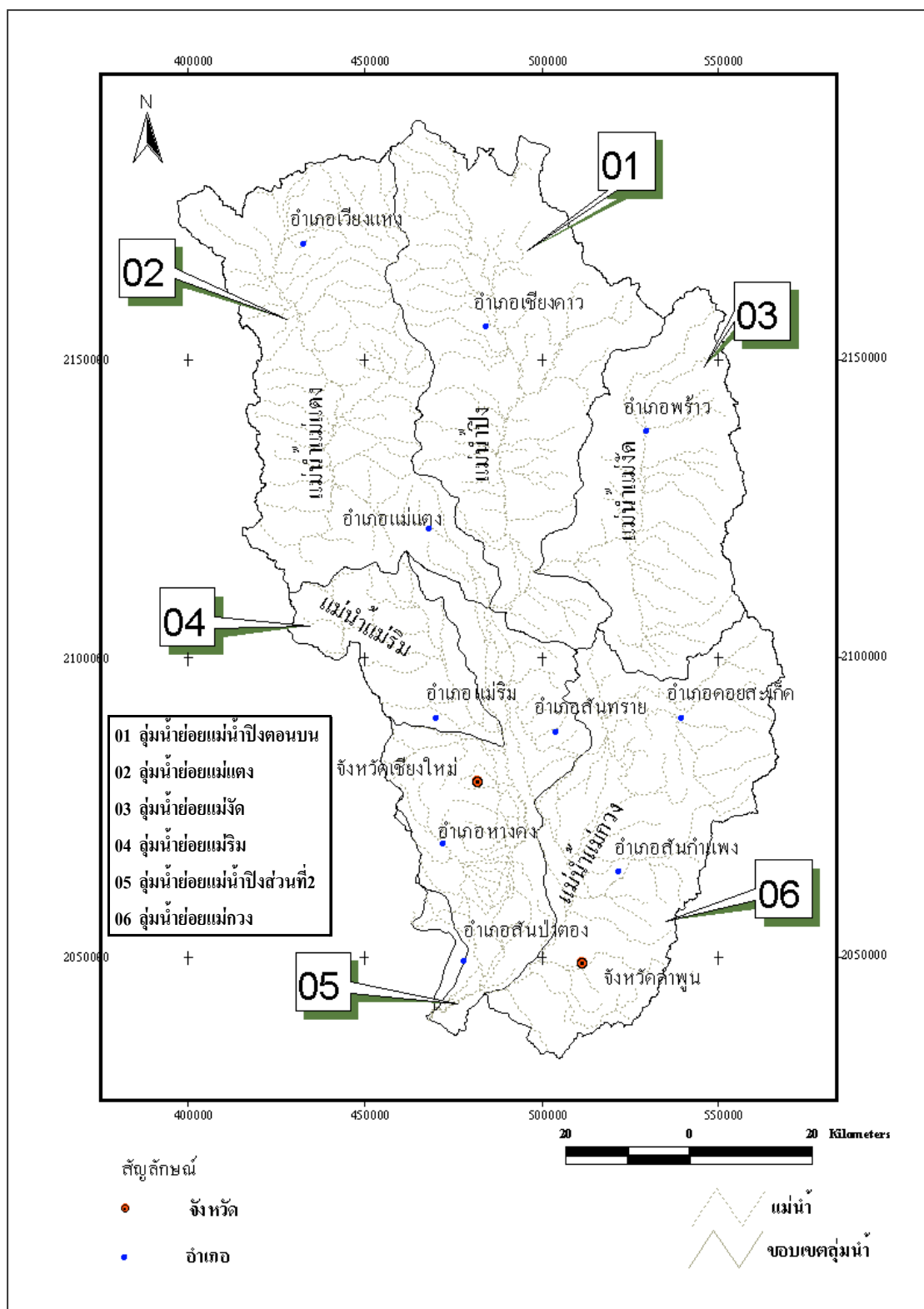
ในพื้นที่ศึกษา มีการแบ่งขอบเขตของกลุ่มน้ำย่อยที่จัดแบ่งยึดตามสันปันน้ำ และจุดบรรจบของลำน้ำต่างๆ เป็นหลักในการแบ่ง โดยสามารถแบ่งได้เป็น 6 กลุ่มน้ำย่อยดังรายละเอียดแสดงในตารางต่อไปนี้

รหัสลุ่มน้ำ	ลุ่มน้ำย่อย	ลุ่มน้ำสาขา ของลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)
01	แม่น้ำปิงตอนบน		1,979
		011	875.60
		012	329.64
		013	774.07

รหัสลุ่มน้ำ	ลุ่มน้ำย่อย	ลุ่มน้ำสาขา ของลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)
02	น้ำแม่แตง		1,931
		021	362.66
		022	121.81
		023	443.36
		024	195.87
		025	291.97
		026	228.09
		027	287.70
03	น้ำแม่จืด		1,287
04	แม่ริม		525
		041	154.81
		042	218.61
		043	151.86
05	แม่น้ำปิงส่วนที่ 2	051	1,267
06	น้ำแม่กวัง		1,694

จากตารางดังกล่าวได้แสดงรหัสลุ่มน้ำย่อยและรหัสลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำย่อย โดยรหัสลุ่มน้ำย่อยประกอบด้วยเลข 2 ตัวเช่น 01 หมายถึง ลุ่มน้ำย่อยแม่น้ำปิงตอนบน สำหรับรหัสลุ่มน้ำสาขาย่อยประกอบด้วยเลข 3 ตัวเช่น 011 ซึ่งเลข 2 ตัวแรกแสดงรหัสลุ่มน้ำย่อย และตัวเลขตัวที่ 3 แสดงรหัสลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงตอนบน

ขอบเขตการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงขอบเขตการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของพื้นที่ศึกษา

3. โครงการชลประทานในพื้นที่ศึกษา

ข้อมูลโครงการชลประทานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัด อ่างเก็บน้ำแม่จัดสมบูรณ์ชลเป็นโครงการอ่างเก็บน้ำแบบเอนกประสงค์ ทั้งประโยชน์เพิ่มการชลประทาน การป้องกันน้ำท่วมการผลิตกระแสไฟฟ้าและอื่นๆ ก่อสร้างโดยกรมชลประทานในปี พ.ศ. 2520 และเสร็จสมบูรณ์ในปี พ.ศ. 2528 ปิดกั้นแม่น้ำจัดซึ่งเป็นสาขาหนึ่งของแม่น้ำปิง ที่ตำบลช่อแล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ก่อสร้างเป็นเขื่อนดินสูง 59 ม. มีระดับสันเขื่อนที่ + 40 ม.รทก. ตัวอ่างมีความจุ 265 ล้าน ลบ.ม. มีพื้นที่อ่างเก็บน้ำ 20 ตร.กม. ที่ระดับกักเก็บสูงสุด+400 ม.รทก. เขื่อนแม่จัดสมบูรณ์ชล มีพื้นที่รับน้ำฝนทั้งสิ้น 1,281 ตร.กม. ในปัจจุบันได้ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จำนวน 2 เครื่อง มีกำลังผลิตเครื่องละ 4,500 กิโลวัตต์ ผลิตพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยปีละ 28 ล้านหน่วย มีพื้นที่ได้รับประโยชน์ทางด้านชลประทานโดยตรง จำนวน 30,000 ไร่ และยังสามารถส่งน้ำไปช่วยโครงการในตอนล่างของลำน้ำ ได้แก่โครงการแม่แฝก 70,000 ไร่ โครงการแม่ปิงเก่า 49,000 ไร่ และโครงการชลประทานราษฎร์ 20,200 ไร่

ในปัจจุบันกรมชลประทาน ได้รวมโครงการชลประทานแม่แฝกและโครงการชลประทานแม่จัดเข้าด้วยกัน มีการบริหารศูนย์รวมที่เดียวกันเพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และตั้งชื่อโครงการใหม่ว่า โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัด โดยโครงการชลประทานแม่แฝก เป็นโครงการชลประทานที่มีอาคารหัวงานเป็นฝายทดน้ำจากแม่น้ำปิงเข้าสู่พื้นที่โครงการฝั่งซ้ายของแม่น้ำปิง คลองสายใหญ่มีความจุการระบายน้ำออกแบบ 12.35 ลบ.ม./วินาที ยาวทั้งสิ้น 36 กม. พื้นที่ได้รับประโยชน์ของโครงการ 70,000 ไร่

โครงการชลประทานแม่ปิงเก่า มีหัวงานเป็นฝายทดน้ำตั้งอยู่บนแม่น้ำปิงห่างจากตัวจังหวัดเชียงใหม่ไปทางท้ายน้ำประมาณ 12 กม. ระบบส่งน้ำใช้แม่น้ำปิงสายเดิมเป็นคลองสายใหญ่ ซึ่งมีประสิทธิภาพการส่งน้ำค่อนข้างต่ำ ความยาวคลองส่งน้ำสายใหญ่ 13.8 กม. พื้นที่ได้รับประโยชน์ของโครงการ 49,000 ไร่

โครงการชลประทานราษฎร์ ประกอบด้วยฝายต่างๆ ในพื้นที่โครงการ ได้แก่ ฝายพญาค่า ฝายท่าวังตาล ฝายหนองผึ้ง ฝาย หลวง ฝายบกรกน้อย ฝายมังกะละโป และฝายป่าบง โดยมีพื้นที่ชลประทาน 20,200 ไร่

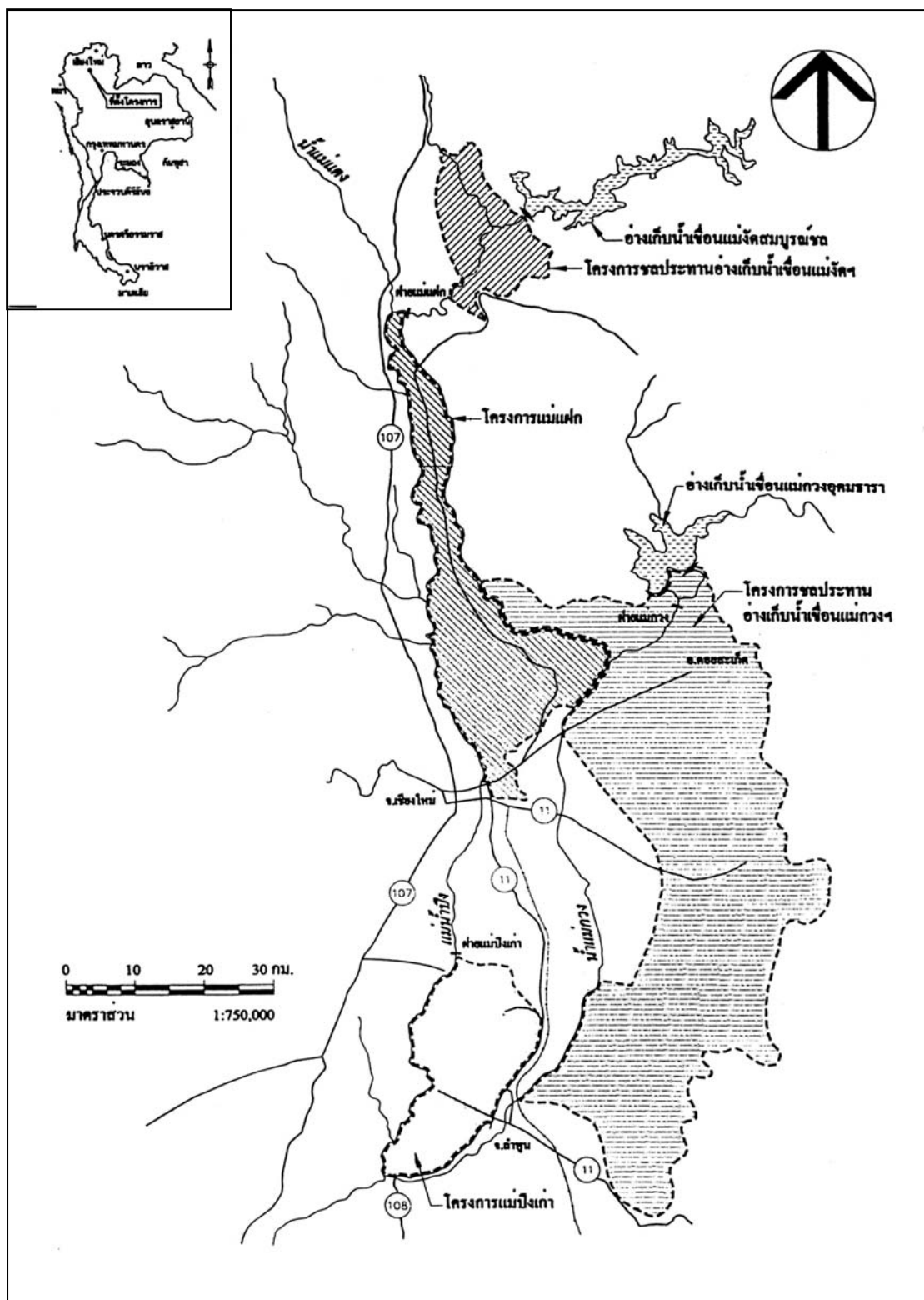
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แตง อาคารหัวงานออกแบบเป็นฝายคอนกรีตเสริมเหล็ก สามารถระบายน้ำได้สูงสุด 24 ลบ.ม./วินาที เข้าคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวายาว 75 กม. พื้นที่ได้รับประโยชน์ของโครงการ 148,000 ไร่

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่กวัง เป็นเขื่อนดินปิดกั้นลำน้ำแม่กวัง ซึ่งเป็นสาขาหนึ่งของแม่น้ำปิง ที่ตำบลหลวงเหนือ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ ตัวเขื่อนสูง 73 ม. ระดับสันเขื่อนอยู่ที่ + 390 ม.รทก. เก็บกักน้ำได้ 263 ล้านลบ.ม. ที่ระดับเก็บกักปกติ + 385.0 ม.รทก. มีพื้นที่อ่างเก็บน้ำ ทั้งสิ้น 11.8 ตร.กม. พื้นที่รับน้ำฝน 569 ตร.กม. เริ่มก่อสร้างเมื่อปี 2519 แล้วเสร็จในปี 2534 มีพื้นที่ได้รับประโยชน์ด้านชลประทาน 175,000 ไร่ และสามารถป้องกันน้ำท่วมในเขตอำเภอดอยสะเก็ด สันกำแพง สารภี จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอป่าซาง อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปลา ท่องเที่ยว และพักผ่อนหย่อนใจ

กลุ่มโครงการชลประทานลุ่มน้ำย่อย กลุ่มโครงการชลประทานลุ่มน้ำย่อยประกอบด้วยโครงการชลประทานขนาดกลาง ขนาดเล็ก และโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าของกลุ่มน้ำย่อยต่างๆ ได้แก่ กลุ่มน้ำย่อยแม่น้ำปิงตอนบนพื้นที่ลุ่มน้ำ 1,979 ตร.กม. ลุ่มน้ำย่อยน้ำแม่แตงพื้นที่ลุ่มน้ำ 1,931 ตร.กม. ลุ่มน้ำย่อยน้ำแม่ริมพื้นที่ลุ่มน้ำ 525 ตร.กม. และกลุ่มน้ำย่อยแม่น้ำปิงส่วนที่ 2 พื้นที่ลุ่มน้ำ 1,267 ตร.กม. รายละเอียดที่ตั้งของโครงการชลประทานแม่จัด โครงการชลประทานแม่แฝก โครงการชลประทานแม่กวัง และโครงการชลประทานแม่ปิงเก่า แสดงรายละเอียดในภาพที่ 7

การศึกษาด้านอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา

สภาพภูมิอากาศมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปตามอิทธิพลลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยเริ่มประมาณเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม จึงจัดอยู่ในช่วงฤดูฝน ในช่วงเวลาดังกล่าวสภาพอากาศโดยทั่วไปจะร้อนชื้น ความกดอากาศค่อนข้างต่ำ มีเมฆมากและฝนตกชุก สำหรับในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ หรือฤดูหนาวจะเริ่มประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ สภาพค่อนข้างเย็น มีฝนน้อย ฟ้าโปร่ง ความกดอากาศค่อนข้างสูง สำหรับฤดูร้อนจะอยู่ในช่วงเดือนมีนาคมและเมษายน ซึ่งเป็นช่วงรอยต่อระหว่างลมมรสุมประจำปี



ภาพที่ 7 ที่ตั้งของโครงการชลประทานขนาดใหญ่ในพื้นที่ศึกษา
ที่มา: กรมชลประทาน (2543)

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลภูมิอากาศ จากข้อมูลภูมิอากาศที่สถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่โครงการจำนวน 2 สถานี คือสถานีในจังหวัด เชียงใหม่ และลำพูน โดยจะใช้เป็นตัวแทนสภาพภูมิอากาศของพื้นที่โครงการ ซึ่งมีสถิติช่วงปีข้อมูลปี พ.ศ.2514 – 2543 ค่าเฉลี่ยรายเดือนและรายปีของตัวแปรภูมิอากาศที่สำคัญของสถานีแสดงไว้ในตารางที่ 1

1.2 การรวบรวมข้อมูลฝน ปริมาณน้ำฝนรวบรวมข้อมูลปริมาณฝนจากหน่วยงานต่างๆ โดยทำการคัดเลือกสถานีที่เก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนในกลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษาและกลุ่มน้ำใกล้เคียง โดยรวบรวมข้อมูลฝนตามอำเภอต่างๆ ของจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดลำพูน โดยกรมอุตุนิยมวิทยาจำนวน 41 สถานี รายชื่อสถานีวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่ในพื้นที่โครงการแสดงไว้ในตารางที่ 2 และที่ตั้งสถานีแสดงไว้ในภาพที่ 8

1.3 การรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำท่า รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่าในกลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษาและกลุ่มน้ำใกล้เคียง โดยรวบรวมข้อมูลน้ำท่าจากหน่วยงานต่างๆ ได้ทำการคัดเลือกสถานีวัดน้ำท่าจำนวน 45 สถานี รายชื่อสถานีวัดน้ำท่าที่ตั้งอยู่ในพื้นที่โครงการแสดงไว้ใน ตารางที่ 3 และที่ตั้งสถานีแสดงไว้ในภาพที่ 9

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลภูมิอากาศ สามารถสรุปค่าเฉลี่ยรายปีของตัวแปรภูมิอากาศที่สำคัญจากสถานีตรวจอากาศเชียงใหม่และลำพูนซึ่งมีสถิติช่วงปีข้อมูลปี พ.ศ.2514 – 2543 ได้คือ อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี 25.85 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายปี 71 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วลมเฉลี่ยรายปี 1.9 น็อต และปริมาณการระเหยจากผิวน้ำเฉลี่ยรายปี 1,686.7 มิลลิเมตร รายละเอียดข้อมูลที่สำคัญไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศที่สถานีตรวจวัดอากาศจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน

สถานีตรวจ วัดอากาศ	ตัวแปรภูมิอากาศ	ค่าเฉลี่ยรายเดือน												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.	
เชียงใหม่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	20.9	23.3	26.7	28.8	28.1	27.6	27.1	26.7	26.6	25.9	23.8	21.1	25.6
	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	69.0	60.0	54.0	58.0	71.0	77.0	78.0	81.0	81.0	78.0	75.0	73.0	71.0
	เมฆปกคลุม (0-10)	2.2	2.0	2.2	3.7	6.2	7.7	8.4	8.5	7.5	5.9	4.5	3.2	5.2
	ความเร็วลม (น็อต)	1.3	2.0	2.6	3.3	3.3	3.1	2.7	2.5	2.3	2.2	1.8	1.6	-
	ความกดอากาศ (มิลลิบาร์)	1,014	1,011	1,009	1,007	1,006	1,005	1,005	1,005	1,008	1,011	1,013	1,015	1,009
	ปริมาณการระเหยจากผาด (มิลลิเมตร)	108.1	128.7	171.7	189.4	178.6	143.7	129.6	126.3	128.8	129.0	106.8	98.3	1,639.0
ลำพูน	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	21.6	24.2	27.9	29.9	28.9	28.2	27.8	27.3	26.9	26.0	23.9	21.1	26.1
	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	69.0	58.0	51.0	56.0	70.0	75.0	76.0	79.0	83.0	83.0	81.0	75.0	71.0
	เมฆปกคลุม (0-10)	2.4	2.0	2.1	3.8	6.6	8.0	8.4	8.6	7.7	6.2	4.7	3.0	5.3
	ความเร็วลม (น็อต)	0.7	1.3	1.9	2.2	2.0	2.4	2.1	1.7	0.9	0.6	0.5	0.5	-
	ความกดอากาศ (มิลลิบาร์)	1,014	1,011	1,009	1,007	1,006	1,005	1,005	1,005	1,008	1,011	1,013	1,015	1,009
	ปริมาณการระเหยจากผาด (มิลลิเมตร)	109.5	142.2	205.0	216.8	197.0	162.1	149.3	136.7	118.1	107.5	94.4	95.8	1,734.4

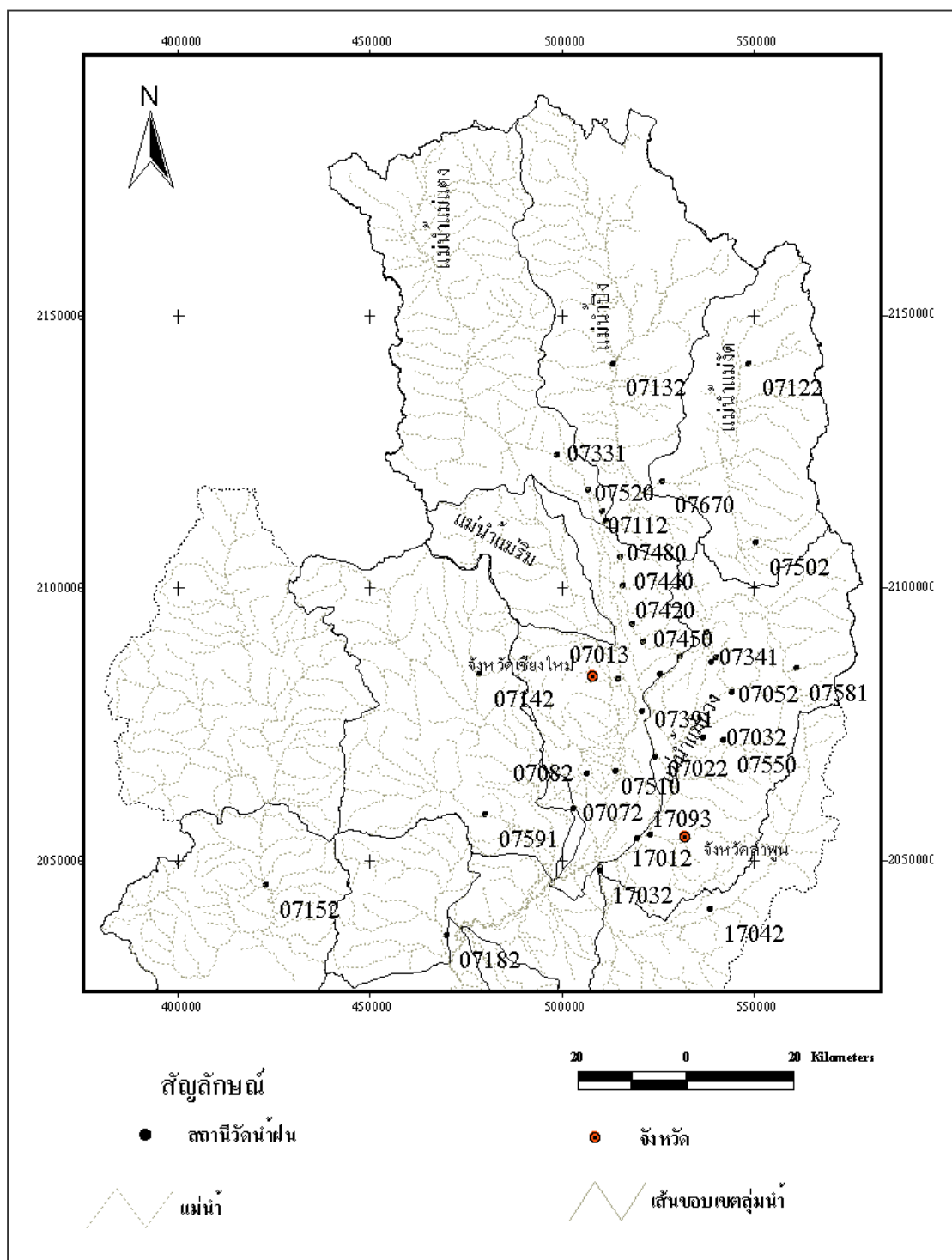
ตารางที่ 2 รายชื่อสถานีวิคน้ำฝนที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษาและลุ่มน้ำใกล้เคียง

ลำดับ ที่	ชื่อสถานี	จังหวัด	รหัส สถานี	พิกัด		ช่วงสถิติข้อมูล ที่รวบรวมได้
				ละติจูด	ลองจิจูด	
1	อ.เมือง เชียงใหม่	เชียงใหม่	07013	18-50-23	98-58-32	2457 - 2543
2	อ.สารภี	เชียงใหม่	07022	18-42-48	99-02-09	2464 - 2543
3	อ.สันกำแพง	เชียงใหม่	07032	18-44-39	99-07-28	2464 - 2543
4	อ.สันทราย	เชียงใหม่	07042	18-50-51	99-02-54	2464 - 2543
5	อ.ดอยสะเก็ด	เชียงใหม่	07052	18-52-08	99-02-88	2464 - 2543
6	อ.แม่ริม	เชียงใหม่	07062	18-54-47	99-56-52	2464 - 2543
7	อ.หางดง	เชียงใหม่	07072	18-41-10	98-55-19	2466 - 2543
8	อ.สันป่าตอง	เชียงใหม่	07082	18-37-37	98-53-56	2466 - 2543
9	อ.ฮอด	เชียงใหม่	07092	18-11-26	98-36-52	2464 - 2543
10	อ.แม่แตง	เชียงใหม่	07112	19-07-08	98-56-52	2464 - 2543
11	อ.พร้าว	เชียงใหม่	07122	19-21-53	99-12-17	2464 - 2543
12	อ.เชียงดาว	เชียงใหม่	07132	19-21-52	98-44-09	2464 - 2543
13	อ.สะเมิง	เชียงใหม่	07142	18-50-52	99-44-09	2464 - 2543
14	อ.แม่แจ่ม	เชียงใหม่	07152	18-29-54	98-21-36	2474 - 2543
15	อ.อมก๋อย	เชียงใหม่	07162	17-47-45	98-21-54	2495 - 2543
16	อ.จอมทอง	เชียงใหม่	07182	18-24-57	98-40-47	2465 - 2543
17	แก่งกื๊ด (P.13)	เชียงใหม่	07331	19-12-45	98-52-12	2495 - 2523
18	แม่กวง (P.25)	เชียงใหม่	07431	18-55-04	99-07-50	2507 - 2541
19	แม่จัด	เชียงใหม่	07361	-	-	2511 - 2541
20	ศูนย์อุทกวิทยาที่ 1 ชป.1	เชียงใหม่	07391	18-47-21	99-01-01	2514 - 2543
21	ไซฟอนห้วยแม่แฝก	เชียงใหม่	07420	18-59-44	98-59-00	2478 - 2543
22	ไซฟอนห้วยแม่โจ้	เชียงใหม่	07430	18-54-06	99-01-14	2478 - 2543
23	ไซฟอนห้วยแก้ว	เชียงใหม่	07440	19-02-33	98-58-52	2478 - 2543
24	ไซฟอนห้วยแม่เตาไห	เชียงใหม่	07450	18-55-57	99-00-02	2478 - 2543
25	ปตร.น้ำแม่แฝก	เชียงใหม่	07460	18-52-40	99-05-08	2478 - 2543

ตารางที่ 2 (ต่อ) รายชื่อสถานีวิัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษาและลุ่มน้ำใกล้เคียง

ลำดับ ที่	ชื่อสถานี	จังหวัด	รหัส สถานี	พิกัด		ช่วงสถิติข้อมูล ที่รวบรวมได้
				ละติจูด	ลองจิจูด	
26	ฝายแม่แฝก	เชียงใหม่	07480	19-06-08	98-57-21	2478 - 2541
27	สวนป่าแม่หอพระ	เชียงใหม่	07502	19-04-00	99-13-00	2551 - 2543
28	โครงการแม่ปิงเก่า	เชียงใหม่	07510	18-41-22	98-58-20	2523 - 2532
29	ห้วยงานแม่แดง	เชียงใหม่	07520	19-09-16	99-08-48	2517 - 2541
30	ไซฟอนแม่ฮ่องฮัก	เชียงใหม่	07530	18-52-35	99-10-32	2517 - 2541
31	ไซฟอนแม่โป่ง	เชียงใหม่	07540	18-49-17	99-09-37	2517 - 2541
32	บ้านลัมวัวแดง	เชียงใหม่	07550	18-44-26	99-09-37	2520 - 2541
33	ห้วยแม่ลาย (P36)	เชียงใหม่	07581	18-51-25	99-17-12	2522 - 2528
34	บ้านปางเดิม (P41)	เชียงใหม่	07591	18-37-00	98-4-43	2527 - 2542
35	โครงการแม่จัด	เชียงใหม่	07670	19-10-10	99-03-09	2532 - 2541
36	อ.เวียงแห	เชียงใหม่	07702	-	-	2532 - 2543
37	อ.เมืองลำพูน	ลำพูน	17012	18-34-38	99-00-34	2463 - 2543
38	อ.ป่าซาง	ลำพูน	17032	18-31-35	98-56-38	2464 - 2543
39	อ.แม่ทา	ลำพูน	17042	18-27-35	99-08-14	2466 - 2543
40	อ.บ้านโฮ้ง	ลำพูน	17052	18-18-52	98-49-21	2465 - 2543
41	สถานีตรวจอากาศลำพูน	ลำพูน	17093	18-35-00	99-20-00	2523 - 2543

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน และกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน



ภาพที่ 8 ที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ในลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษาและลุ่มน้ำใกล้เคียง

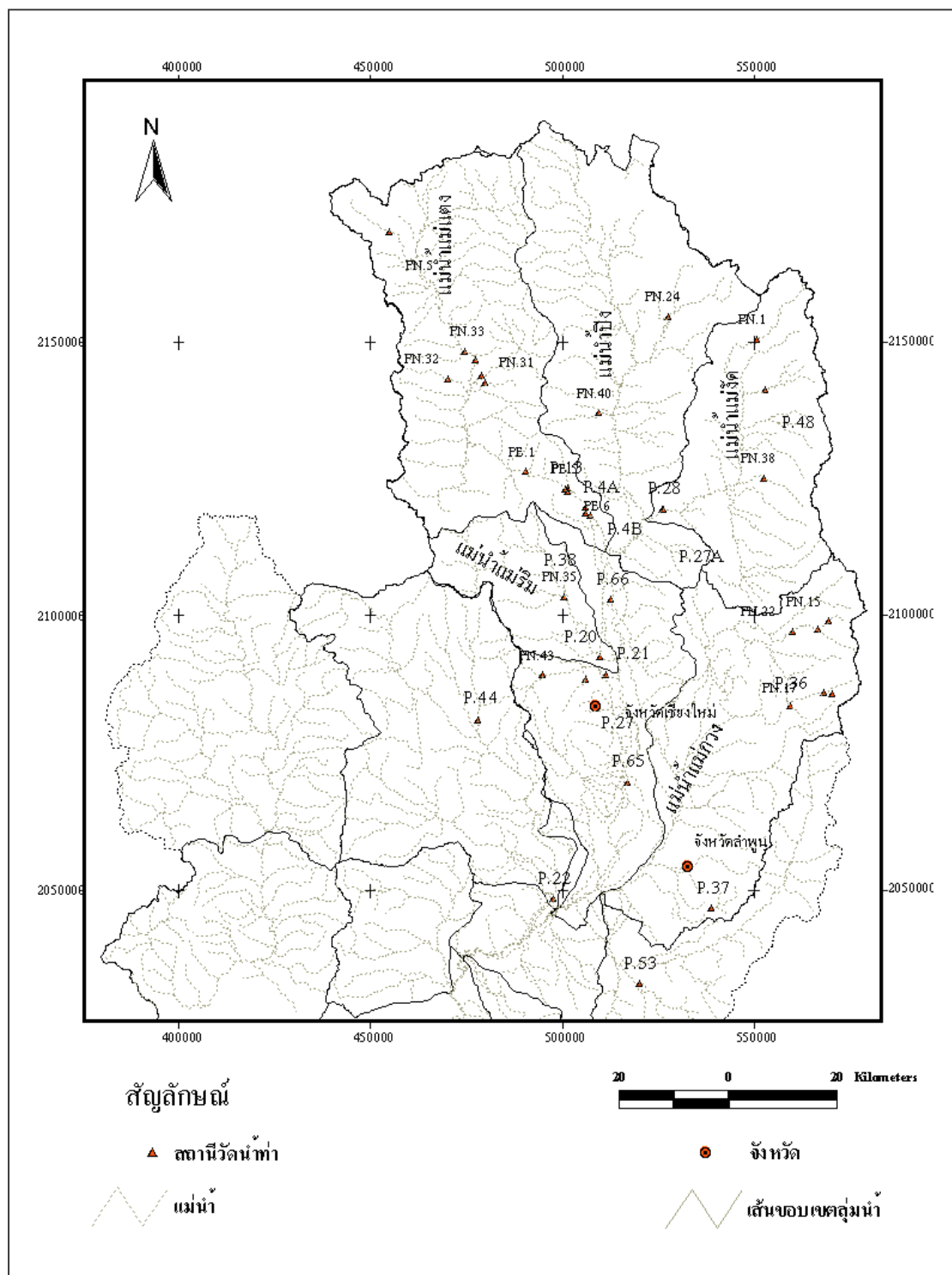
ตารางที่ 3 รายชื่อสถานีวิัดน้ำท่าที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษาและลุ่มน้ำใกล้เคียง

ลำดับ ที่	ชื่อสถานี	รหัส สถานี	จังหวัด	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)	พิกัด		ช่วงสถิติข้อมูล ที่รวบรวมได้
					ละติจูด	ลองจิจูด	
1	สะพานนวรรัตน์	P.1	เชียงใหม่	6,355	18-50-23	98-58-32	2464 - 2543
2	สะพานแม่แดง	P.4A	เชียงใหม่	1,902	18-42-48	99-02-09	2498 - 2543
3	ห้วยसान	P.4B	เชียงใหม่	1,833	18-44-39	99-07-28	2500 - 2508
4	ลำพูน	P.5	ลำพูน	1,569	18-50-51	99-02-54	2494 - 2535
5	บ้านท่าจักร	P.5A	ลำพูน	1,740	18-52-08	99-02-88	2495 - 2536
6	แก่งกี้ด	P.13	เชียงใหม่	1,765	18-54-47	99-56-52	2495 - 2523
7	เชียงดาว	P.20	เชียงใหม่	1,355	18-41-10	98-55-19	2496 - 2524
8	สะพานแม่ริม	P.21	เชียงใหม่	515	18-37-37	98-53-56	2497 - 2543
9	สะพานแม่สา	P.22	เชียงใหม่	135	18-11-26	98-36-52	2498 - 2544
10	บ้านผาแตก	P.25	เชียงใหม่	572	19-07-08	98-56-52	2507 - 2511
11	บ้านผาม่วง	P.27	เชียงใหม่	24	19-21-53	99-12-17	2498 - 2544
12	บ้านแม่ใน	P.27A	เชียงใหม่	18	19-21-52	98-44-09	2510 - 2522
13	บ้านใหม่	P.28	เชียงใหม่	1,261	18-50-52	99-44-09	2509 - 2522
14	เกียงคาใหม่	P.30	เชียงใหม่	466	18-29-54	98-21-36	2510 - 2522
15	บ้านผาแตก	P.34	เชียงใหม่	566	17-47-45	98-21-54	2517 - 2525
16	บ้านห้วยแก้ว	P.36	เชียงใหม่	35	18-24-57	98-40-47	2520 - 2526
17	บ้านห้วยแก้ว	P.37	เชียงใหม่	14	19-12-45	98-52-12	2520 - 2526
18	บ้านจำเริญ	P.38	ลำพูน	34	18-55-04	99-07-50	2510 - 2522
19	บ้านหนองหอย	P.44	ลำพูน	35	18-47-21	99-01-01	2509 - 2522
20	บ้านแม่สะป๊อก	P.48	ลำพูน	74	18-59-44	98-59-00	2510 - 2522
21	บ้านแม่ขันธ์	P.53	ลำพูน	146	18-54-06	99-01-14	2517 - 2525
22	บ้านม่วงป๊อก	P.65	เชียงใหม่	240	19-02-33	98-58-52	2520 - 2526
23	บ้านท่าใหม่	P.66	เชียงใหม่	6,367	18-55-57	99-00-02	2520 - 2526
24	บ้านดินธาตุ	PN.1	เชียงใหม่	81	18-52-40	99-05-08	2520 - 2541
25	บ้านนามน	PN.5	เชียงใหม่	79	19-06-08	98-57-21	2523 - 2541

ตารางที่ 3 (ต่อ) รายชื่อสถานีวัดน้ำท่าที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษาและลุ่มน้ำใกล้เคียง

ลำดับ ที่	ชื่อสถานี	รหัส สถานี	จังหวัด	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)	พิกัด		ช่วงสถิติข้อมูล ที่รวบรวมได้
					ละติจูด	ลองจิจูด	
26	บ้านหนองกาย	PN.13	เชียงใหม่	163	19-04-00	99-13-00	2524 - 2541
27	บ้านป่าเมี่ยงปางบง	PN.15	เชียงใหม่	5	18-41-22	98-58-20	2523 - 2541
28	บ้านป่าเมี่ยงปางแก	PN.17	เชียงใหม่	23	19-09-16	99-08-48	2524 - 2541
29	บ้านห้วยโป่ง	PN.20	เชียงใหม่	38	18-52-35	99-10-32	2526 - 2541
30	บ้านแม่หวาน	PN.22	เชียงใหม่	53	18-49-17	99-09-37	2510 - 2522
31	บ้านห้วยแม่ฮาด	PN.24	เชียงใหม่	203	18-44-26	99-09-37	2509 - 2522
32	บ้านแม่กำปอง	PN.28	เชียงใหม่	6	18-51-25	99-17-12	2510 - 2522
33	บ้านยางห้วยบ้าน	PN.31	เชียงใหม่	12	18-37-00	98-4-43	2517 - 2525
34	บ้านแม่แหลม	PN.32	เชียงใหม่	20	19-10-10	99-03-09	2520 - 2526
35	สบห้วยท่าเออะ	PN.33	เชียงใหม่	34	18-34-38	99-00-34	2520 - 2526
36	บ้านกาดฮาง	PN.35	เชียงใหม่	169	18-31-35	98-56-38	2527 - 2541
37	สบห้วยบ้าน	PN.36	เชียงใหม่	194	18-27-35	99-08-14	2528 - 2541
38	บ้านสันป่าสัก	PN.37	เชียงใหม่	835	18-18-52	98-49-21	2528 - 2541
39	บ้านทุ่งป่าข้าว	PN.38	เชียงใหม่	30	18-35-00	99-20-00	2520 - 2526
40	บ้านทุ่งกู่	PN.39	เชียงใหม่	35	18-49-17	99-09-37	2520 - 2526
41	บ้านแม่นะ	PN.40	เชียงใหม่	47	18-44-26	99-09-37	2527 - 2541
42	บ้านโป่งแยงนอก	PN.43	เชียงใหม่	54	18-51-25	99-17-12	2528 - 2541
43	บ้านสบกาย	PE.1	เชียงใหม่	1,747	18-37-00	98-4-43	2528 - 2541
44	บ้านแม่ตะมาน	PE.5	เชียงใหม่	43	19-10-10	99-03-09	2528 - 2536
45	บ้านแม่ตะมาน	PE.6	เชียงใหม่	1,800	18-34-38	99-00-34	2529 - 2536

ที่มา : กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย



ภาพที่ 9 ที่ตั้งของสถานีวัดน้ำท่าที่อยู่ในลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษาและลุ่มน้ำใกล้เคียง

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยรายปี ช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายเดือน และค่าเฉลี่ยสูงสุดรายเดือนของตัวแปร
ภูมิอากาศของสถานีตรวจอากาศที่ศึกษา

สถานีตรวจ วัดสภาพ ภูมิอากาศ	ตัวแปร ภูมิอากาศ	ค่าเฉลี่ย รายปี	ช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ย รายเดือน	ค่าเฉลี่ย สูงสุด รายเดือน	ค่าเฉลี่ย ต่ำสุด รายเดือน
เชียงใหม่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	25.6	20.9 (ม.ค.) - 28.8 (เม.ย.)	36 (เม.ย.)	14.1 (ม.ค.)
	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	71.0	54.0 (มี.ค.) - 81.0 (ส.ค.)	93 (ส.ค. - ก.ย.)	31 (มี.ค.)
	ความครึ้มของเมฆ (0-10)	5.2	2.0 (ก.พ.) - 8.5 (ส.ค.)	-	-
	ความเร็วลม (น็อต)	2.4	1.3 (ม.ค.) - 3.3 (พ.ค.)	99 (ก.พ. - มี.ค.)	-
	ปริมาณการระเหยจากผิวดิน	1,639.0	98.3 (ธ.ค.) - 189.4 (เม.ย.)	-	-
	การระเหย (มิลลิเมตร)				
ลำพูน	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	26.1	21.1 (ธ.ค.) - 29.9 (เม.ย.)	37.7 (เม.ย.)	14 (ม.ค.)
	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	71.0	51.0 (มี.ค.) - 83.0 (ก.ย.)	96 (ก.ย. - พ.ย.)	36 (มี.ค.)
	ความครึ้มของเมฆ (0-10)	5.3	2.0 (ก.พ.) - 8.6 (ส.ค.)	-	-
	ความเร็วลม (น็อต)	1.4	0.5 (พ.ย.) - 2.4 (มี.ย.)	50 (เม.ย.)	-
	ปริมาณการระเหยจากผิวดิน	1,734.4	94.4 (พ.ย.) - 216.8 (เม.ย.)	-	-
	การระเหย (มิลลิเมตร)				

ที่มา: โครงการจัดทำแผนรวม การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำปิง
สำนักงานคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (2545)

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝน แบ่งออกเป็น การวิเคราะห์ปริมาณฝนรายปี การผันแปรตามฤดูกาล และการกระจายของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 5

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำท่า ประกอบด้วย การวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี การผันแปรของปริมาณน้ำท่าตามฤดูกาล และการกระจายของปริมาณน้ำท่ารายเดือน ซึ่งการกระจายของปริมาณน้ำท่ารายเดือนส่วนใหญ่เกิดขึ้นในช่วงเดือน มิถุนายน – พฤศจิกายน และมากที่สุดในเดือน กันยายน และตุลาคม โดยการกระจายของปริมาณน้ำท่าในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งมีค่าใกล้เคียงกัน รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 6

การศึกษาด้านความต้องการน้ำ ปริมาณน้ำต้นทุน และสมดุลระบบแหล่งน้ำ

ในการศึกษาการผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำแม่งัดสู่อ่างเก็บน้ำแม่กวัง มีรายละเอียดขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1. การศึกษาหาความต้องการน้ำชลประทาน เพื่อทราบถึงความต้องการน้ำชลประทานของโครงการชลประทานต่างๆ ได้แก่ แม่แฝก-แม่งัด แม่ปิงเก่า ชลประทานราษฎร์ แม่แดง และแม่กวัง

2. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่ารายวัน เพื่อใช้ในการประเมินหาปริมาณน้ำท่าตามจุดที่พิจารณาในกลุ่มน้ำต่างๆ ประกอบด้วย แม่น้ำปิงตอนบน น้ำแม่แดง น้ำแม่งัด แมริม แม่น้ำปิงส่วนที่ 2 และน้ำแม่กวัง

3. การศึกษาสมดุลน้ำรายวันและการผันน้ำ เพื่อศึกษาสภาพการใช้น้ำของโครงการในปัจจุบัน โดยพิจารณาการใช้น้ำจากโครงการชลประทาน และการใช้น้ำด้านต่างๆ ได้แก่ ปริมาณน้ำอุปโภคบริโภค การรักษาสมดุลนิเวศท้ายน้ำ นำมาเปรียบเทียบกับน้ำต้นทุนจากอ่างเก็บน้ำ เพื่อได้ทราบถึงปริมาณน้ำส่วนเกินที่สามารถผันจากเขื่อนแม่งัดสู่เขื่อนแม่กวังได้

รายละเอียดการศึกษาในแต่ละด้านสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 5 ปริมาณฝนรายเดือนและรายปีเฉลี่ยของสถานีวัดน้ำฝนในกลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษาและกลุ่มน้ำใกล้เคียง

ลำดับ ที่	ชื่อสถานี	รหัส สถานี	ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย (มม.)												ปริมาณฝนเฉลี่ย (มม.)		
			เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.)	ฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)	รายปี
1	อ.เมือง เชียงใหม่	07013	52.3	153.3	129.1	162.3	231.0	228.5	118.4	43.5	17.2	7.2	7.4	15.3	1,022.6	142.9	1,165.5
2	อ.สารภี	07022	21.3	122.1	100.0	105.8	152.7	169.9	85.1	20.8	7.4	3.9	2.9	6.6	735.6	62.9	798.5
3	อ.สันกำแพง	07032	36.2	121.6	113.6	126.4	180.1	192.0	80.2	24.3	9.2	2.6	3.0	11.6	813.9	86.9	900.8
4	อ.สันทราย	07042	45.4	140.5	127.4	155.2	231.4	198.5	96.6	28.4	11.5	7.0	7.0	14.7	949.6	114.0	1,063.6
5	อ.ดอยสะเก็ด	07052	42.2	146.0	140.3	167.2	252.8	221.2	107.1	38.7	12.4	6.6	6.2	13.8	1,034.6	119.9	1,154.5
6	อ.แม่ริม	07062	41.0	145.2	124.0	147.7	213.7	180.1	100.5	28.3	11.8	5.0	1.7	11.7	911.2	99.5	1,010.7
7	อ.หางดง	07072	43.8	140.7	115.7	143.7	193.0	210.0	126.2	39.9	14.6	5.0	6.8	12.7	929.3	122.8	1,052.1
8	อ.สันป่าตอง	07082	39.3	116.5	87.2	130.4	151.3	185.9	107.2	36.2	10.1	7.5	4.3	8.5	778.5	105.9	884.4
9	อ.ฮอด	07092	54.4	143.8	121.0	106.1	145.5	224.0	147.9	49.8	9.9	9.2	9.0	16.3	888.3	148.6	1,036.9
10	อ.แม่แตง	07112	40.9	153.0	149.7	183.3	256.8	202.8	91.7	37.8	12.9	8.4	4.1	14.8	1,037.3	118.9	1,156.2
11	อ.พร้าว	07122	52.6	181.9	133.9	184.5	254.4	183.3	92.3	32.8	16.2	9.9	5.3	13.7	1,030.3	130.5	1,160.8
12	อ.เชียงดาว	07132	73.6	186.0	179.9	211.3	280.3	200.6	119.0	24.5	13.2	7.5	3.3	31.2	1,177.1	153.3	1,330.4
13	อ.สะเมิง	07142	46.2	169.4	160.7	175.9	237.5	198.3	102.0	36.0	7.3	7.5	3.4	10.6	1,043.8	111.0	1,154.8
14	อ.แม่แจ่ม	07152	37.8	117.6	130.8	141.3	185.0	194.0	85.9	14.1	6.5	4.0	3.3	8.8	854.6	74.5	929.1
15	อ.อมก๋อย	07162	41.5	149.5	98.1	97.9	130.2	181.6	121.8	31.0	5.9	6.7	6.5	6.9	779.1	98.5	877.6

ตารางที่ 5 (ต่อ) ปริมาณรายเดือนและรายปีฝนเฉลี่ยของสถานีวัดน้ำฝนในกลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษาและลุ่มน้ำใกล้เคียง

ลำดับ ที่	ชื่อสถานี	รหัส สถานี	ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย (มม.)												ปริมาณฝนเฉลี่ย (มม.)		
			เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.)	ฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)	รายปี
16	อ.จอมทอง	07182	46.0	133.5	83.0	100.2	143.0	192.4	131.0	49.3	11.1	9.4	9.7	15.7	783.1	141.2	924.3
17	แก่งกุด (P.13)	07331	52.2	234.1	247.3	281.4	374.1	272.1	149.5	37.1	22.6	16.4	3.1	12.5	1,558.5	143.9	1,702.4
18	แม่กวัง (P.25)	07431	38.4	166.3	152.8	178.3	254.8	217.6	120.2	31.0	11.1	11.3	4.9	7.8	1,090.0	104.5	1,194.5
19	แม่จัด	07361	33.6	157.6	176.2	208.8	302.1	210.9	94.6	27.9	13.4	18.2	0.9	15.2	1,150.2	109.2	1,259.4
20	ศูนย์อุทกวิทยาที่ 1 ขป.1	07391	44.4	134.5	114.4	141.0	209.5	193.8	99.2	45.8	15.0	10.0	5.0	15.6	892.4	135.8	1,028.2
21	ไซฟอนห้วยแม่แฝก	07420	24.5	120.0	125.3	142.9	208.7	189.2	96.3	26.6	9.7	6.2	2.5	4.5	882.4	74.0	956.4
22	ไซฟอนห้วยแม่โจ้	07430	34.9	138.1	119.8	166.1	209.8	202.7	98.1	21.9	14.9	7.0	3.1	10.0	934.6	91.8	1,026.4
23	ไซฟอนห้วยแก้ว	07440	29.8	140.5	138.1	166.7	226.4	227.7	105.8	30.4	14.2	11.6	2.3	6.9	1,005.2	95.2	1,100.4
24	ไซฟอนห้วยแม่เตาไห	07450	36.5	150.7	118.9	152.6	207.0	190.4	88.3	27.3	10.4	8.2	2.8	5.5	907.9	90.7	998.6
25	ปตร.น้ำแม่แฝก	07460	33.4	129.2	123.6	181.7	230.2	199.0	95.4	25.5	14.8	7.3	2.4	7.8	959.1	91.2	1,050.3
26	ฝายแม่แฝก	07480	34.8	157.9	154.6	180.9	234.6	230.8	92.2	29.4	9.6	9.0	3.9	12.6	1,051.0	99.3	1,150.3
27	สวนป่าแม่หอพระ	07502	34.9	154.8	148.3	188.7	234.3	226.0	113.7	49.3	14.4	10.1	5.5	12.1	1,065.8	126.3	1,192.1
28	โครงการแม่ปิงเก่า	07510	40.2	133.8	120.4	150.8	169.6	178.9	127.3	38.3	24.0	11.9	2.4	6.0	880.8	122.8	1,003.6
29	ห้วงานแม่แดง	07520	32.7	151.9	183.9	207.7	246.1	206.9	113.2	53.7	21.6	12.7	5.5	6.4	1,109.7	132.6	1,242.3
30	ไซฟอนแม่ฮ่องฮัก	07530	39.1	149.2	148.4	168.9	208.4	189.4	101.9	25.8	7.2	10.9	3.9	2.3	966.2	89.2	1,055.4

ตารางที่ 5 (ต่อ) ปริมาณรายเดือนและรายปีฝนเฉลี่ยของสถานีวัดน้ำฝนในกลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษาและลุ่มน้ำใกล้เคียง

ลำดับ ที่	ชื่อสถานี	รหัส สถานี	ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย (มม.)												ปริมาณฝนเฉลี่ย (มม.)		
			เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.)	ฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)	รายปี
31	ไซฟอนแม่โป่ง	07540	38.2	160.2	152.6	158.7	200.8	198.6	96.7	30.4	7.2	7.8	3.2	1.2	967.6	88.0	1,055.6
32	บ้านลัมวัวแดง	07550	37.7	152.6	125.0	137.4	186.2	196.6	98.9	27.7	5.1	5.1	2.5	4.0	896.7	82.1	978.8
33	ห้วยแม่ลาย (P36)	07581	61.3	194.3	147.3	243.9	242.4	258.6	183.7	56.7	10.7	6.1	5.4	8.8	1,270.2	149.0	1,419.2
34	บ้านปางเดิม (P41)	07591	46.2	170.0	119.5	125.3	175.7	151.0	134.1	75.6	10.0	0.4	1.3	3.4	875.6	136.9	1,012.5
35	โครงการแม่จืด	07670	39.4	129.6	189.9	198.9	226.0	196.0	100.5	46.3	13.1	2.0	6.7	18.8	1,040.9	126.3	1,167.2
36	อ.เวียงแห	07702	41.4	137.7	112.9	206.5	232.8	180.3	67.4	39.2	12.0	0.0	10.5	27.5	937.6	130.6	1,068.2
37	อ.เมืองลำพูน	17012	40.4	131.1	122.9	120.7	172.6	197.3	118.1	35.9	6.8	5.5	4.5	8.8	862.7	101.9	964.6
38	อ.ป่าซาง	17032	50.0	147.1	94.1	114.1	176.2	180.7	120.7	36.8	14.6	7.7	5.7	13.9	832.9	128.7	961.6
39	อ.แม่ทา	17042	57.2	165.3	150.7	153.9	203.6	212.9	122.4	29.6	7.5	7.6	5.4	19.4	1,008.8	126.7	1,135.5
40	อ.บ้านโฮ้ง	17052	57.8	154.5	95.6	91.1	144.4	207.9	132.1	55.3	8.7	8.3	5.4	16.8	825.6	152.3	977.9
41	สถานีตรวจอากาศลำพูน	17093	36.3	138.1	121.7	123.2	157.3	192.7	107.3	49.3	10.6	2.5	4.5	12.1	840.3	115.3	955.6

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน และกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

ตารางที่ 6 ปริมาณน้ำทำรายเดือนและรายปีเฉลี่ยของสถานีวัดน้ำทำในลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษาและลุ่มน้ำใกล้เคียง

ลำดับ ที่	ชื่อสถานี	รหัส สถานี	พื้นที่ รับน้ำ (ตร.กม.)	ปริมาณน้ำทำรายเดือนเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)												ปริมาณน้ำทำ (ล้าน ลบ.ม.)		
				เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รายปี
																(พ.ค.-ต.ค.)	(พ.ย.-เม.ย.)	
1	สะพานนวลรัตน์	P.1	6,355	28.4	76.2	120.9	150.6	336.0	409.3	268.8	176.8	115.6	55.0	26.1	20.9	1,361.9	422.8	1,784.7
2	สะพานแม่แดง	P.4A	1,902	5.6	17.1	27.5	44.5	106.2	151.8	103.7	58.8	14.6	6.1	5.0	4.1	450.8	94.2	544.9
3	ห้วยसान	P.4B	1,833	9.4	15.2	26.3	38.4	97.2	123.8	80.5	46.9	28.6	20.3	13.5	9.9	381.5	128.5	510.0
4	ลำพูน	P.5	1,569	4.6	14.1	22.7	36.7	87.6	125.2	85.6	48.5	12.1	5.0	4.1	3.4	371.9	77.7	449.5
5	บ้านท่าจักร	P.5A	1,740	9.0	14.5	24.9	36.5	92.3	117.5	76.4	44.5	27.1	19.3	12.8	9.4	362.1	122.0	484.1
6	แก่งกีด	P.13	1,765	18.0	26.9	41.2	69.6	139.2	142.5	112.7	61.4	40.3	32.6	21.8	19.0	532.0	193.1	725.1
7	เขียงดาว	P.20	1,355	7.0	11.3	19.4	28.4	71.9	91.5	59.5	34.7	21.1	15.0	10.0	7.3	282.0	95.0	377.0
8	สะพานแม่ริม	P.21	515	2.2	7.2	11.2	13.9	28.2	30.4	21.1	14.7	8.8	5.0	2.6	1.9	111.9	35.2	147.1
9	สะพานแม่สา	P.22	135	2.5	2.3	2.9	3.2	5.8	6.9	8.4	1.6	1.1	0.5	0.4	0.6	29.5	6.6	36.1
10	บ้านผาแตก	P.25	572	6.1	19.6	21.1	17.9	51.1	62.4	52.4	35.9	26.9	13.7	6.5	6.2	224.4	95.3	319.7
11	บ้านผาม่วง	P.27	24	0.2	0.5	0.4	0.1	0.8	0.3	0.2	0.4	0.3	0.1	0.1	0.1	2.2	1.3	3.5
12	บ้านแม่ใน	P.27A	18	0.2	0.4	0.3	0.1	0.6	0.2	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	1.6	1.0	2.6
13	บ้านใหม่	P.28	1,261	5.0	14.6	19.2	38.0	107.1	80.1	49.1	29.5	17.5	12.3	5.5	4.0	308.1	73.7	381.8
14	เกี้ยงคาใหม่	P.30	466	2.9	6.2	10.4	15.9	44.5	37.4	21.9	11.9	8.2	5.7	3.2	2.8	136.3	34.8	171.1
15	บ้านผาแตก	P.34	566	3.7	7.0	9.4	26.6	43.0	49.6	28.4	15.3	8.8	8.3	6.1	4.8	164.0	47.0	211.0

ตารางที่ 6 (ต่อ) ปริมาณน้ำทำรายเดือนและรายปีเฉลี่ยของสถานีวัดน้ำทำในลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษาและลุ่มน้ำใกล้เคียง

ลำดับ ที่	ชื่อสถานี	รหัส สถานี	พื้นที่ รับน้ำ (ตร.กม.)	ปริมาณน้ำทำรายเดือนเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)												ปริมาณน้ำทำ (ล้าน ลบ.ม.)		
				เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รายปี
																(พ.ค.-ต.ค.)	(พ.ย.-เม.ย.)	
16	บ้านห้วยแก้ว	P.36	35	1.0	1.2	1.1	2.0	3.0	3.6	4.1	2.0	1.4	1.1	0.8	0.9	14.9	7.3	22.1
17	บ้านห้วยแก้ว	P.37	14	0.1	0.2	0.3	0.6	1.1	1.5	1.1	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	4.7	2.2	6.9
18	บ้านจำขี้มด	P.38	34	0.2	0.8	0.6	0.9	0.6	2.8	0.6	0.5	0.8	0.2	0.0	0.0	6.3	1.9	8.2
19	บ้านหนองหอย	P.44	35	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.7	0.6	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	1.7	0.8	2.5
20	บ้านแม่สะป๊อก	P.48	74	0.0	0.5	0.7	0.5	0.9	1.2	1.3	0.7	0.2	0.1	0.1	0.0	5.1	1.0	6.1
21	บ้านแม่ขันธ์	P.53	146	0.0	0.3	0.4	0.1	0.5	1.4	1.4	1.6	0.3	0.1	0.1	0.0	4.0	2.1	6.2
22	บ้านม่วงป๊อก	P.65	240	1.3	3.7	4.1	7.5	23.9	25.9	12.4	6.0	4.0	2.4	1.6	1.4	77.4	16.6	94.1
23	บ้านท่าใหม่	P.66	6,367	22.9	64.6	102.2	101.2	730.0	905.6	344.6	201.7	175.2	80.0	30.2	33.8	2,248.2	543.8	2,792.0
24	บ้านดินธาตุ	PN.1	81	0.0	0.5	0.8	0.5	1.0	1.3	1.5	0.8	0.2	0.1	0.1	0.0	5.5	1.1	6.6
25	บ้านนามน	PN.5	79	0.4	1.2	1.4	2.5	7.9	8.5	4.1	2.0	1.3	0.8	0.5	0.4	25.5	5.5	31.0
26	บ้านหนองกาย	PN.13	163	0.6	1.7	2.6	2.6	18.7	23.2	8.8	5.2	4.5	2.0	0.8	0.9	57.6	13.9	71.5
27	บ้านป่าเมี่ยงปางบง	PN.15	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.4
28	บ้านป่าเมี่ยงปางแก	PN.17	23	0.1	0.4	0.4	0.7	2.3	2.5	1.2	0.6	0.4	0.2	0.1	0.1	7.4	1.6	9.0
29	บ้านห้วยโป่ง	PN.20	38	0.1	0.4	0.6	0.6	4.4	5.4	2.1	1.2	1.0	0.5	0.2	0.2	13.4	3.2	16.7
30	บ้านแม่หวาน	PN.22	53	0.0	0.3	0.5	0.3	0.7	0.8	1.0	0.5	0.1	0.1	0.0	0.0	3.6	0.7	4.4

ตารางที่ 6 (ต่อ) ปริมาณน้ำทำรายเดือนและรายปีเฉลี่ยของสถานีวัดน้ำทำในลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษาและลุ่มน้ำใกล้เคียง

ลำดับ ที่	ชื่อสถานี	รหัส สถานี	พื้นที่ รับน้ำ (ตร.กม.)	ปริมาณน้ำทำรายเดือนเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)												ปริมาณน้ำทำ (ล้าน ลบ.ม.)		
				เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รายปี
																(พ.ค.-ต.ค.)	(พ.ย.-เม.ย.)	
31	บ้านห้วยแม่ฮาด	PN.24	203	1.1	3.1	3.5	6.3	20.2	21.9	10.5	5.1	3.4	2.0	1.3	1.1	65.5	14.1	79.6
32	บ้านแม่กำปอง	PN.28	6	0.0	0.1	0.1	0.1	0.7	0.9	0.3	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	2.1	0.5	2.6
33	บ้านขางห้วยบ้าน	PN.31	12	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.2	1.0
34	บ้านแม่แหลม	PN.32	20	0.1	0.3	0.3	0.6	2.0	2.2	1.0	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	6.5	1.4	7.8
35	สบห้วยท่าเออะ	PN.33	34	0.1	0.3	0.5	0.5	3.9	4.8	1.8	1.1	0.9	0.4	0.2	0.2	12.0	2.9	14.9
36	บ้านกาดฮาง	PN.35	169	0.1	1.1	1.6	1.1	2.1	2.7	3.1	1.6	0.3	0.2	0.1	0.0	11.6	2.4	13.9
37	สบห้วยบ้าน	PN.36	194	1.1	3.0	3.3	6.0	19.3	20.9	10.0	4.9	3.2	1.9	1.3	1.1	62.6	13.4	76.0
38	บ้านสันป่าสัก	PN.37	835	3.0	8.5	13.4	13.3	95.7	118.8	45.2	26.5	23.0	10.5	4.0	4.4	294.8	71.3	366.2
39	บ้านทุ่งป่าข้าว	PN.38	30	0.0	0.2	0.3	0.2	0.4	0.5	0.5	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	2.1	0.4	2.5
40	บ้านทุ่งกู่	PN.39	35	0.2	0.5	0.6	1.1	3.5	3.8	1.8	0.9	0.6	0.4	0.2	0.2	11.3	2.4	13.7
41	บ้านแม่นะ	PN.40	47	0.2	0.5	0.8	0.7	5.4	6.7	2.5	1.5	1.3	0.6	0.2	0.2	16.6	4.0	20.6
42	บ้านโปงแขงนอก	PN.43	54	0.0	0.3	0.5	0.4	0.7	0.9	1.0	0.5	0.1	0.1	0.0	0.0	3.7	0.8	4.4
43	บ้านสบกาย	PE.1	1,747	9.6	27.1	30.1	54.3	173.7	188.5	90.0	43.8	29.0	17.5	11.3	9.8	563.6	121.1	684.7
44	บ้านแม่ตะมาน	PE.5	43	0.2	0.4	0.7	0.7	4.9	6.1	2.3	1.4	1.2	0.5	0.2	0.2	15.2	3.7	18.9
45	บ้านแม่ตะมาน	PE.6	1,800	0.7	11.2	16.8	11.7	22.4	28.5	32.6	16.8	3.6	1.9	1.5	0.5	123.1	25.1	148.1

ที่มา : กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

1. การศึกษาด้านความต้องการน้ำชลประทาน

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาหาความต้องการน้ำชลประทาน ประกอบด้วย แบบจำลองปริมาณฝนใช้การ (Effective Rainfall Model) และแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน (Irrigation Demand Model) ดังแสดงรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 แบบจำลองปริมาณฝนใช้การ

ในการศึกษาครั้งนี้ ช่วงเวลาที่จำลองฝนใช้การตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517 ถึง พ.ศ. 2542 รวม 26 ปี สถานีวัดน้ำฝนที่ใช้คำนวณปริมาณฝนใช้การมีจำนวน 14 สถานี ได้แก่รหัสสถานี 07013, 07022, 07032, 07042, 07052, 07062, 07072, 07082, 07112, 07132, 07480, 07702, 17012 และ 17032 โดยจำลองรายวันตามปริมาณข้อมูลฝน ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณหาฝนใช้การของโครงการอ่างเก็บน้ำแม่งัดและอ่างเก็บน้ำแม่กวัง ประกอบด้วย

1.1.1 Rainfall Factor ของปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่โครงการ Rainfall Factor เป็นค่าที่ได้จากการหาปริมาณฝนเฉลี่ยโดยวิธี Thiessen Polygon ซึ่งวิธีนี้ช่วยลดปัญหาความไม่สม่ำเสมอในการกระจายที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝน โดยคำนึงถึงขนาดของพื้นที่ซึ่งอยู่ภายใต้อิทธิพลของแต่ละสถานี การกำหนดว่าสถานีใดจะคลุมพื้นที่หรือมีอิทธิพลในพื้นที่เท่าใดก็พิจารณาจากค่า Rainfall Factor ของสถานีนั่นๆ โดย Rainfall Factor จะนำไปใช้เพื่อประเมินปริมาณฝนรายวันเฉลี่ยสำหรับโครงการชลประทานหรือกลุ่มโครงการที่พิจารณา มีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 7

1.1.2 ค่าระดับน้ำในแปลงเพาะปลูก ในการศึกษาได้กำหนดดังนี้

ระดับ	ระดับน้ำในแปลงเพาะปลูก (ม.ม.)	
	ข้าว	พืชไร่
STMIN	45	0
STO	90	0
STMAX	135	30

STMAX = 30 คือ กำหนดให้ในการคำนวณหาฝนใช้การสำหรับการปลูกพืชไร่ คือ ความชื้นในดินที่พืชสามารถนำไปใช้ได้เทียบเท่ากับ ความลึกของน้ำ 30 ม.ม.

ที่มา: รายงานโครงการเพิ่มปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารา กรมชลประทาน (2545)

1.1.3 ค่า Potential Evapotranspiration (ETP) ใช้ค่าที่คำนวณมาโดยวิธี Modified Penman ที่อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ หน่วยเป็นมิลลิเมตร แสดงได้ดังนี้

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.
อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	20.50	22.90	26.40	28.70	28.10	27.30	27.00	26.60	26.50	25.80	23.80	21.00
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)	71.00	62.00	56.00	59.00	71.00	78.00	78.00	81.00	81.00	79.00	77.00	74.00
ETP	107.18	140.97	173.74	197.10	187.40	145.43	135.37	125.59	128.00	126.34	112.56	98.22

ที่มา : โครงการบรรเทาอุทกภัยและการขาดแคลนน้ำ ลุ่มน้ำปิงตอนบน กรมชลประทาน (2540)

1.1.4 สัมประสิทธิ์การใช้น้ำเฉลี่ยของพืช (Kc) ใช้ข้อมูลเป็นรายสัปดาห์จากกองจัดสรรน้ำและบำรุงรักษาดมชลประทาน ดังรายละเอียดตารางที่ 8

1.1.5 การรื้อซึมบนแปลงเพาะปลูก ข้อมูลการรื้อซึมบนแปลงเพาะปลูกข้าว ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้การรื้อซึมบนแปลงเพาะปลูกข้าว 1.50 ม.ม./วัน

1.1.6 ปริมาณน้ำใช้ในการเตรียมแปลง ในการศึกษาครั้งนี้ กำหนดให้ใช้ปริมาณน้ำเตรียมแปลงในฤดูฝน 200 มิลลิเมตรและระยะเวลาเตรียมแปลงแต่ละพื้นที่ใช้เวลา 3 สัปดาห์ ส่วนในฤดูแล้งใช้น้ำเตรียมแปลง 250 มิลลิเมตรและระยะเวลาเตรียมแปลง 3 สัปดาห์

ตารางที่ 7 Rainfall Factor ของปริมาณฝนสำหรับพื้นที่โครงการ

โครงการ	สถานีวัดน้ำฝน	Rainfall Factor
1. กลุ่มโครงการชลประทานในแต่ละลุ่มน้ำสาขาของกลุ่มน้ำย่อย		
1.1 แม่น้ำปิงตอนบน		
กลุ่ม P011	07132	1.00
กลุ่ม P012	07132	1.00
กลุ่ม P013	07132	1.00
กลุ่ม P014	07132	1.00
1.2 น้ำแม่แตง		
กลุ่ม P021	07132	1.00
กลุ่ม P022	07702	1.00
กลุ่ม P023	07702	1.00
กลุ่ม P024	07132	1.00
กลุ่ม P025	07112	1.00
กลุ่ม P026	07112	1.00
1.3 น้ำแม่ริม		
กลุ่ม P041	07112	1.00
กลุ่ม P042	07112	1.00
กลุ่ม P043	07062	1.00
กลุ่ม P044	07062	1.00
1.4 แม่น้ำปิงส่วนที่ 2		
กลุ่ม P051	07013, 07042, 07062, 07072	0.25
กลุ่ม P052	07013, 07042, 07062, 07072	0.25

ตารางที่ 7 (ต่อ) Rainfall Factor ของปริมาณฝนสำหรับพื้นที่โครงการ

โครงการ	สถานีวัดน้ำฝน	Rainfall Factor
2. โครงการชลประทานแม่แฝก - แม่จืด	07013	0.14
	07042	0.36
	07062	0.21
	07112	0.15
	07480	0.14
3. โครงการชลประทานแม่แตง	07013	0.17
	07062	0.16
	07072	0.21
	07082	0.22
	07112	0.09
	17032	0.15
4. โครงการชลประทานราษฎร์	07013	0.10
	07022	0.90
5. โครงการชลประทานแม่ปิงเก่า	07022	0.22
	17012	0.60
	17032	0.18
6. โครงการชลประทานแม่กวง	07032	0.47
	07042	0.22
	07052	0.31

ตารางที่ 8 ค่าสัมประสิทธิ์พืช (Crop Coefficient; Kc) ซึ่งประเมินโดยวิธี Modified Penman

ลำดับ ที่	ข้าว กข. (ปักดำ)	ถั่วเหลือง	มันฝรั่ง	ยาสูบ	ถั่วลิสง	หอม	บวบ	กระหล่ำ ดอก	คะน้า
1	0.90	0.57	0.59	0.43	0.52	0.59	0.68	0.89	0.68
2	0.94	0.62	0.66	0.54	0.63	0.60	0.84	0.95	0.72
3	0.98	0.73	0.74	0.65	0.74	0.64	0.98	1.00	0.79
4	1.13	0.91	0.82	0.83	0.82	0.71	1.08	1.03	0.84
5	1.21	1.13	0.91	0.96	0.89	0.81	1.14	1.04	0.86
6	1.27	1.22	0.98	1.29	0.94	0.90	1.18	1.02	0.86
7	1.32	1.25	1.05	1.53	0.97	0.96	1.19	1.00	0.85
8	1.30	1.23	1.10	1.40	1.03	1.04	1.18		0.82
9	1.26	1.16	1.12	1.29	0.95	1.07	1.14		
10	1.21	1.00	1.12	1.04	0.91	1.08	1.10		
11	1.11	0.78	1.09	0.97	0.83	1.09	1.04		
12	0.85	0.68	1.04	0.80	0.70	1.07			
13	0.75	0.64	0.96		0.56	1.04			
14		0.62	0.85		0.47	1.01			
15			0.72		0.42	0.95			

ที่มา: งานวิจัยการใช้น้ำชลประทานของพืช กองจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา กรมชลประทาน (2537)

1.2 แบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน

แบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน คำนวณหาความต้องการน้ำชลประทาน ทั้งฤดูฝน และฤดูแล้งเป็นรายสัปดาห์ โดยค่าที่ได้จากแบบจำลอง ซึ่งเป็นความต้องการน้ำชลประทานรายสัปดาห์จะถูกนำมาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยของความต้องการน้ำชลประทานรายวันต่อไป ในการศึกษา ใช้ข้อมูลฝนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517 ถึง พ.ศ. 2542 รวม 26 ปี ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองประกอบด้วย

1.2.1 พื้นที่เพาะปลูกใช้ข้อมูลการเพาะปลูกในปี พ.ศ. 2543/2544 ในแต่ละโครงการ โดยแบ่งเป็นโครงการชลประทานขนาดใหญ่ ได้แก่ โครงการแม่จัด-แม่แฝก โครงการแม่แตง โครงการแม่ปิงเก่าและชลประทานราษฎร์ โครงการแม่กวง นอกจากนี้ยังมีกลุ่มโครงการชลประทาน (โครงการชลประทานขนาดกลาง ขนาดเล็ก และโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า) ของลุ่มน้ำย่อยต่างๆ พื้นที่เพาะปลูกของโครงการขนาดใหญ่ รายละเอียดดังตารางที่ 9 และพื้นที่เพาะปลูกของกลุ่มโครงการชลประทานลุ่มน้ำย่อย ดังตารางที่ 10 ถึงตารางที่ 13

1.2.2 ข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูก ได้แก่ พื้นที่และช่วงเวลาในการเตรียมแปลง ปักดำ และเก็บเกี่ยวของข้าว รวมทั้งข้อมูลสำหรับการเตรียมแปลงหวานเมล็ดและเก็บเกี่ยวสำหรับพืชไร่และพืชผัก ข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูกของโครงการชลประทานขนาดใหญ่ ในปี พ.ศ. 2543/2544 มีรายละเอียดแสดงดังภาพที่ 10 และภาพที่ 11 และกลุ่มโครงการชลประทานลุ่มน้ำย่อยแสดงในภาพที่ 12

1.2.3 ปริมาณน้ำเพื่อตกกล้า โดยกำหนดพื้นที่ตกกล้า 1 ไร่ นำไปปักดำได้ 16 ไร่ อายุต้นกล้า 4 สัปดาห์ จึงนำไปปักดำและคำนวณประสิทธิภาพใช้น้ำรายสัปดาห์ของต้นกล้าเท่ากับ 1.0

1.2.4 ปริมาณน้ำเพื่อเตรียมแปลงปักดำ กำหนดให้ปริมาณน้ำใช้เตรียมแปลงผันแปร 2 ช่วง คือ ฤดูฝน และ ฤดูแล้ง โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ปริมาณน้ำที่ทำให้ดินอิ่มตัวและปริมาณน้ำขังในแปลงนาเพื่อใช้ในการปักดำหลังจากเตรียมแปลง กำหนดให้ปริมาณน้ำใช้ในการเตรียมแปลงของทุกโครงการในฤดูฝน 200 มิลลิเมตร/ไร่ ฤดูแล้ง 250 มิลลิเมตร/ไร่ และระยะเวลาในการเตรียมแปลง 3 สัปดาห์/ไร่

1.2.5 ปริมาณน้ำเพื่อการเจริญเติบโต มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชเฉลี่ยรายสัปดาห์ (K_c) และค่า Potential Evapotranspiration (E_{tp})

1.2.6 ปริมาณน้ำรั่วซึมบนแปลงเพาะปลูก กำหนดให้ในฤดูฝนและฤดูแล้งมีปริมาณน้ำรั่วซึมบนแปลงเพาะปลูก 1.5 มิลลิเมตร/วัน

1.2.7 ปริมาณฝนใช้การ ดังรายละเอียดกล่าวแล้วข้างต้น

1.2.8 ประสิทธิภาพชลประทานจะเป็นดัชนีชี้ให้เห็นว่าน้ำชลประทานที่ต้องการ ควร มีปริมาณมากกว่าความต้องการใช้น้ำของพืชที่แปลงเพาะปลูกมากน้อยเพียงใด เพื่อทดแทนปริมาณน้ำ ที่สูญเสียในระหว่างการส่งน้ำและการใช้น้ำ สามารถสรุปประสิทธิภาพชลประทานของโครงการต่างๆ ได้ดังนี้

โครงการชลประทาน	ประสิทธิภาพชลประทาน	
	ฤดูฝน %	ฤดูแล้ง %
แม่แฝก-แม่จิด	40	45
แม่ปิงเก่าและชลประทานราษฎร์	40	43
แม่แตง	55	60
แม่กวง	44	50
กลุ่มโครงการชลประทานลุ่มน้ำย่อย	40	50

ที่มา: โครงการเพิ่มปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารา กรมชลประทาน (2545)

1.2.9 ปริมาณน้ำที่นำกลับมาใช้ได้ อีก (Return Flow) กำหนดในรูปของค่าสัมประสิทธิ์ปริมาณน้ำที่นำกลับมาใช้ได้ อีก (Return Flow Factor) กล่าวคือ

$$\text{Return Flow Factor} = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่นำกลับมาใช้ได้จริง}}{\text{ปริมาณน้ำที่นำกลับมาใช้ได้ทางทฤษฎี}} \quad (12)$$

ตารางที่ 9 พื้นที่เพาะปลูกของโครงการขนาดใหญ่

โครงการชลประทาน	ชนิดของพืช	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	
		ฤดูฝน	ฤดูแล้ง
แม่แฝก-แม่จัด	ข้าว	46,900	9,587
	พืชไร่	-	23,531
	พืชผัก	3,970	17,752
	ไม้ผล	7,200	7,200
	บ่อปลา	460	460
	รวม	58,530	58,870
แม่แตง	ข้าว	104,920	478
	พืชไร่	-	30,400
	พืชผัก	-	4,185
	ไม้ผล	14,431	14,431
	บ่อปลา	186	186
	รวม	119,537	35,063
แม่ปิงเก่าและชลประทานราษฎร์	ข้าว	17,285	1,510
	พืชไร่	-	550
	พืชผัก	4,839	13,479
	ไม้ผล	38,526	38,526
	บ่อปลา	-	-
	รวม	60,650	15,539
แม่กวัง (ความเข้มการเพาะปลูก 1.12)	ข้าว	113,200	2,190
	พืชไร่	-	8,892
	พืชผัก	-	5,978
	ไม้ผล	29,100	29,100
	บ่อปลา	-	-
	รวม	142,300	17,060

ตารางที่ 10 พื้นที่เพาะปลูกของกลุ่มโครงการชลประทานในกลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงตอนบน

ลำดับ ที่	รหัส โครงการ	โครงการ	พื้นที่ โครงการ (ไร่)	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)		
				ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ตลอดปี
1	P011	ฝายแม่นะ ฝายแม่นะตอนบน ฝายขุนปิง	2,000	1,900	302	100
		ฝายน้ำปิงลูก1 ลูก2 แม่เถียง	1,150	1,093	174	58
		ฝายทุ่งคินคำ ฝายน้ำรู	700	665	106	35
		ฝายทุ่งปางเบาะ ฝายน้ำก้อน ฝายต้นตุน	3,560	3,382	538	178
		ฝายน้ำซุ้ม ทุ่งข้าวพวง ห้วยทรายขาว	5,535	5,258	836	277
		ฝายน้ำล้นแม่ปิง				
		ทรบ.เหมืองใหม่ ทรบ.เมืองงาย	2,600	2,470	393	130
		ฝายแม่ปามโน อ่างฯห้วยแม่ห้าง	1,700	1,615	257	85
รวม			17,245	16,383	2,606	863
2	P012	ฝายห้วยจะคำน อ่างฯห้วยจะคำน อ่างฯห้วยเป้า	1,010	960	153	51
		แก้ปัญหาไร่วังซิมอ่างฯห้วยลึก1 และ2				
		ฝายตาใจ	1,500	1,425	227	75
		อ่างฯห้วยเป้า ฝายปางมะเข	1,800	1,710	272	90
รวม			4,310	4,095	652	216
3	P013	ฝายแม่ลู่ สถานีสูบน้ำบ้านคอน	3,780	3,591	571	189
		สถานีสูบน้ำฝั้งหมื่นเต๊ะ				
รวม			3,780	3,591	571	189
4	P014	ฝายบ้านถ้ำ อ่างฯห้วยละคร	900	855	136	45
		ฝายแม่สีบ	1,500	1,425	227	75
		ฝายบ้านปางชมพู ฝายแพะ	4,500	4,275	22	225
		ฝายแม่ฮ้อโน	1,000	950	151	50
		อ่างแม่ริม	2,000	1,900	302	100
		รวม	9,900	9,405	838	495

ตารางที่ 11 พื้นที่เพาะปลูกของกลุ่มโครงการชลประทานในกลุ่มน้ำย่อยแม่แตง

ลำดับ ที่	รหัส โครงการ	โครงการ	พื้นที่ โครงการ (ไร่)	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)		
				ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ตลอดปี
1	P021	ฝายน้ำแตงและระบบ ฝายขุนแม่แตง	1,800	1,637	535	163
		ฝายแม่แก่น้อย				
		ฝายห้วยถ้ำ	350	318	21	32
		อ่างฯบ้านบงใหม่ ระบบส่งน้ำซอยฝายแม่แกน	2,900	2,637	361	263
		ฝายห้วยบางเคื่อ	500	455	149	45
		ฝายแม่ยางกุ่ม	700	636	208	63
		ฝายห้วยกีก่อ ฝายห้วยหลวง อ่างฯเปียงหลวง	1,700	1,546	175	154
		ฝายกันเจ้าะ ฝายดินธาตุ ฝายมะขามป้อม	11,650	10,592	3,460	1,057
รวม			19,600	17,821	4,909	1,777
2	P022	ฝายแม่หาด	500	455	149	45
3	P023	ฝายห้วยฮ่องจู้	400	364	119	36
		อ่างฯคอยสามหมื่นน้อย อ่างฯคอยสามหมื่น	300	273	89	27
รวม			700	637	208	63
4	P024	ฝายแม่แพม	107	97	32	10
5	P025	ส.บ้านทุ่งหลวง-ห้วยชมพู	1,000	909	297	91
6	P026	อ่างฯห้วยแม่ก๊ะ อ่างฯห้วยแม่มาลัย	1,160	1,055	345	105

ตารางที่ 12 พื้นที่เพาะปลูกของกลุ่มโครงการชลประทานในกลุ่มน้ำย่อยแม่ริม

ลำดับ ที่	รหัส โครงการ	โครงการ	พื้นที่ โครงการ (ไร่)	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)		
				ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ตลอดปี
1	P041	อ่างฯห้วยโป่ง อ่างฯบวกลี้้ง	200	147	27	53
		ฝายบ้านร้อง ฝายดอนเจียง	1,200	884	162	316
		ฝายคันโชก สันป่าตึง ฝายแม่สาว	2,400	1,767	324	633
รวม			3,800	2,798	513	1002
2	P042	ฝายน้ำล้นน้ำปิง ฝายแม่ริมลูกที่ 1 ฝายแม่ยาว	7,540	5,552	1,019	1,988
3	P043	อ่างฯห้วยแม่แอน	2,600	2,312	0	289
		ท่อลอดน้ำแม่ริม ฝายหนองหอยใหม่ 1, 2, 3	750	552	101	198
รวม			3,350	2,864	101	487
4	P044	อ่างฯแม่จอก ฝายห้วยทราย	2,200	1,620	297	580
		ฝายหนองปลามัน	2,500	1,841	338	659
รวม			4,700	3,461	635	1,239

ตารางที่ 13 พื้นที่เพาะปลูกของกลุ่มโครงการชลประทานในกลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงส่วนที่ 2

ลำดับ ที่	รหัส โครงการ	โครงการ	พื้นที่ โครงการ (ไร่)	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)		
				ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ตลอดปี
1	P051	ฝายห้วยแก้ว อ่างฯห้วยโจ้ อ่างฯห้วยเกียง	5,340	5,340	409	0
		ส.บ้านฮักพัฒนา อ่างฯห้วยฮักพัฒนา อ่างฯห้วยฮัก				
		ฝายช่วงเคียน อ่างฯห้วยแก้ว	300	131	74	169
		จัดหาน้ำให้กองบิน 41 ฝายแม่เหียะโน	700	700	45	0
		ฝายชมพู อ่างฯห้วยเสี้ยว ฝายทุ่งเริง	1,150	1,150	45	0
รวม			7,490	7,321	573	169
2	P052	ฝายท่ามะโก้วบวกรรก ฝายสบรื่อง ฝายพญาอุต	9,320	4,080	2,284	5,240
		ส.ท่าขุนคอง ส.ป่าแก ส.ท่ากอจั่ว				
		ฝายท่าสุด	1,850	1,350	500	500
		อ่างฯบวกรจัน อ่างฯแม่สาใหม่ ฝายแม่สาน้อย	3,500	2,500	800	1,000
		อ่างฯห้วยนาถิว จัดหาน้ำให้หนองหอย				
		ฝายหนองหอย ฝายแม่สาใหม่				
		ฝายแม่เย็นพร้อมระบบ อ่างฯห้วยแม่เย็น	3,900	2,700	270	300
		อ่างฯห้วยตึงเฒ่า	3,000	2,500	200	500
		ส.ท่ากอจั่ว ฝายหนองสลัก	7,220	6,220	2,000	1,000
		ส.บ้านคอยหล่อ ส.บ้านคอยน้อย ฝายคอยน้อย	10,870	8,000	3,000	2,000
		ส.บ้านเหล่าปัวย ส.วังผาง ส.วังผาง 2				
		ส.บ้านจอมทอง				
รวม			39,660	27,350	9,054	10,540

รายการ	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)				ปฏิทินการปลูกพืช											
	แม่กวง	แม่แฝก-แม่จิด	ชลประทานราชบุรี	แม่ปิงเก่า	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
ฤดูฝน																
ข้าวนาปี	113,200	46,900	9,875	7,410												
พืชผัก	-	3,970	2,025	2,814												
ฤดูแล้ง																
พืชไร่	8,892	23,531	-	550												
พืชผักต่างๆ	5,978	17,752	3,805	9,674												
นาปรัง	2,190	9,587	1,510	-												
ไม้ผล	29,100	7,200	8,300	30,226												
บ่อปลา	-	460	-	-												

ภาพที่ 10 ข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูก (ปี 2543/2544) : กลุ่มอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธรา-แม่จิดสมบูรณ์ชล

ที่มา: รายงานโครงการเพิ่มปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธรา กรมชลประทาน (2545)

รายการ	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	เดือน													
		ม.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.		
ฤดูฝน															
ข้าวนาปี	104,920														
ฤดูแล้ง															
พืชไร่	30,400														
พืชผักต่างๆ	4,185														
นาปรัง	478														
ไม้ผล	14,431														
บ่อปลา	186														

ภาพที่ 11 ข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูก (ปี 2543/2544) : โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แตง

ที่มา: รายงานโครงการเพิ่มปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารา กรมชลประทาน (2545)

รายการ	พื้นที่เพาะปลูกในลุ่มน้ำ (ไร่)				ปฏิทินการปลูกพืช															
	ปึงตอนบน	แม่แดง	ปึงส่วนที่ 2	แม่ริม	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.				
ฤดูฝน																				
ข้าวนปี	33,474	20,974	34,671	14,675																
ฤดูแล้ง																				
พืชไร่	4,667	5,940	9,627	2,268																
ไม้ผล	-	-	-	-																

ภาพที่ 12 ข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูก : กลุ่มโครงการชลประทานขนาดกลาง-เล็กในลุ่มน้ำย่อย

ที่มา: โครงการบรรเทาอุทกภัยและการขาดแคลนน้ำ ลุ่มน้ำปึงตอนบน กรมชลประทาน (2540)

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดค่า Return Flow Factor ของโครงการแม่แฝก-แม่จัด แม่ปิงเก่า ชลประทานราษฎร์ แม่แตง แม่กวัง เท่ากับ 30 เปอร์เซ็นต์

ในสภาพปัจจุบันพื้นที่เพาะปลูกของโครงการแม่กวังมีความเข้มของการเพาะปลูก 1.12 ซึ่งต่ำกว่าศักยภาพของโครงการที่ทำการเพาะปลูกได้ โดยจากรายงานโครงการเพิ่มปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวังอุดมธรา ได้ทำการศึกษาระบบเพาะปลูกพืชที่เหมาะสมเต็มศักยภาพของโครงการแม่กวัง โดยพิจารณาทั้งปัจจัยต่างๆ ทั้งด้านทรัพยากรธรรมชาติ การตลาด และธรรมเนียมปฏิบัติของเกษตรกรในพื้นที่ พบว่าสามารถปลูกพืชได้เต็มศักยภาพที่ความเข้มการเพาะปลูก 1.40 (Cropping Intensity, C.I. = 1.40) โดยเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกในฤดูแล้งดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

โครงการชลประทาน	ชนิดของพืช	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	
		ฤดูฝน	ฤดูแล้ง
แม่กวัง (ความเข้มการเพาะปลูก 1.40)	ข้าว	113,200	2,200
	พืชไร่	-	33,400
	พืชผัก	-	22,320
	ไม้ผล	29,100	29,100
	บ่อปลา	-	-
รวม		142,300	57,920

2. การศึกษาด้านปริมาณน้ำทำรายวัน

การประเมินปริมาณน้ำทำรายวันกระทำได้โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง NAM โดยทำการประเมินปริมาณการไหลรายวันที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำแม่จัดและอ่างเก็บน้ำแม่กวังรวมทั้งตามจุดพิจารณาต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา โดยรายละเอียดของขั้นตอนการประเมินมีดังนี้

ขั้นตอนแรกในการประเมินปริมาณน้ำทำบริเวณจุดพิจารณาต่างๆ เริ่มด้วยการประเมินน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำแม่จัดที่สถานีวัดน้ำท่า P.28 และอ่างเก็บน้ำแม่กวังที่สถานีวัดน้ำท่า P.34 นำมาใช้เป็นสถานีวัดน้ำท่าดัชนีในการประเมินปริมาณน้ำทำรายวันที่จุดพิจารณาต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา โดยอ่างเก็บน้ำทั้งสองมีข้อมูลน้ำท่าในสองลักษณะคือ ข้อมูลน้ำท่าที่ทำการตรวจวัดจริงก่อนการ

สร้างอ่างเก็บน้ำ และข้อมูลที่ได้จากการคำนวณสมดุลอ่างเก็บน้ำภายหลังอ่างเก็บน้ำแล้วเสร็จหลังจากนั้นได้มีการยกเลิกสถานีน้ำท่าทั้งสองสถานี

ในการศึกษาสมดุลน้ำกำหนดช่วงเวลาที่ศึกษาคือ พ.ศ. 2517 – พ.ศ. 2542 เป็นเวลา 26 ปี อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำแม่งัดมีการจดบันทึกปริมาณน้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่า P.28 ในระหว่างปี พ.ศ. 2517 – พ.ศ. 2522 และปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำที่ได้จากสมดุลอ่างเก็บน้ำมีข้อมูลระหว่าง ปี พ.ศ. 2528 – พ.ศ. 2542 ในขณะที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำจากการจดบันทึกปริมาณน้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่า P.34 ในระหว่างปี พ.ศ. 2517 – พ.ศ. 2525 และปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำที่ได้จากสมดุลอ่างเก็บน้ำมีข้อมูลระหว่าง ปี พ.ศ. 2536 – พ.ศ. 2542 ดังนั้นจึงมีการต่อขยายข้อมูลน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำแม่งัดในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2523 – พ.ศ. 2527 และอ่างเก็บน้ำแม่งัดในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2526 – พ.ศ. 2535 โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง NAM

ขั้นตอนการประยุกต์ใช้แบบจำลอง NAM เพื่อการประเมินปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำแม่งัดและอ่างเก็บน้ำแม่งัด โดยใช้สถานีที่จะทำการปรับเทียบแบบจำลองคือ สถานี P.28 ในลุ่มน้ำแม่งัด และสถานี P.34 ในลุ่มน้ำแม่งัด ตลอดจนการประเมินปริมาณน้ำท่าบริเวณจุดพิจารณาต่างๆ มีดังต่อไปนี้

1. การปรับเทียบแบบจำลอง (Model Calibration) และการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง (Model Verification) โดยการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำทั้งสอง กับข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลในอดีต

2. การประเมินปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำแม่งัดในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2523 – พ.ศ. 2527 และอ่างเก็บน้ำแม่งัดในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2526 – พ.ศ. 2535

3. การประเมินปริมาณน้ำท่าบริเวณจุดพิจารณาต่างๆ

รายละเอียดของขั้นตอนการศึกษาในแต่ละส่วนมีดังนี้

2.1 การเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง

ในการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองเพื่อให้ได้พารามิเตอร์และค่าเงื่อนไขเริ่มต้นที่เหมาะสมสำหรับเป็ดตัวแทนของกลุ่มน้ำ โดยมีช่วงปีที่ทำการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองสำหรับสถานีวัดน้ำท่า P.28 ในช่วงปี พ.ศ. 2517 – 2519 เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำท่าที่ประเมินจากสถานีวัดน้ำฝน 07122 และ 07052 โดยใช้แบบจำลอง NAM ส่วนสถานีวัดน้ำท่า P.34 ในช่วงปี พ.ศ. 2518 – 2522 เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำท่าที่ประเมินจากสถานีวัดน้ำฝน 07341 และ 07503 สำหรับข้อมูลด้านเข้าของแบบจำลองประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณฝนรายวัน ปริมาณการระเหยรายวัน พารามิเตอร์ต่างๆ ของแบบจำลอง และเงื่อนไขเริ่มต้นโดยรายละเอียดข้อมูลต่างๆ มีดังนี้

2.1.1 เลือกสถานีวัดน้ำฝนที่จะใช้ในการประเมินปริมาณน้ำท่าในแต่ละสถานีวัดน้ำท่า และหาค่าสัดส่วนการถ่วงน้ำหนักของสถานีวัดน้ำฝน โดยวิธี Thiessen Polygon ซึ่งสรุปได้ดังนี้

กลุ่มน้ำ	พื้นที่กลุ่มน้ำ (ตร.กม.)	สถานี วัดน้ำท่า	ช่วงสถิติ ข้อมูล (พ.ศ.)	สถานี วัดน้ำฝน	ช่วงสถิติ ข้อมูล (พ.ศ.)	สัดส่วนการถ่วง น้ำหนัก
แม่จัด	1,261	P.28	2509 - 2522	07122	2464 – 2543	0.80
				07502	2515 – 2543	0.20
แม่กวาง	566	P.34	2517 - 2525	07341	2503 – 2541	0.40
				07530	2517 – 2541	0.60

2.1.2 เลือกสถานีวัดการระเหยที่สถานีตรวจอากาศ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ ของกรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อจะใช้ข้อมูลปริมาณการระเหยรายวันซึ่งได้จากข้อมูลปริมาณการระเหยรายวันคูณด้วยสัมประสิทธิ์ของภาคที่เท่ากับ 0.7

2.1.3 พารามิเตอร์ของแบบจำลองจำนวน 15 ค่าประกอบด้วย U_{max} , L_{max} , CQOF, CKIF, TOF, TIF, CK_1 , CK_2 , CAREA, TG, Sy, CKBF, GWL_{min} , $GWLBF_0$, $GWLBF_1$, โดยรายละเอียดของพารามิเตอร์ต่างๆ ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น

2.1.4 เงื่อนไขเริ่มต้นของแบบจำลองจำนวน 5 ค่า ซึ่งประกอบด้วย Water content in surface storage, Water content in root zone, Overland flow, Inter flow, Groundwater depth, โดยรายละเอียดของพารามิเตอร์ต่างๆ ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น

2.2 การประเมินปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำแม่งัดและอ่างเก็บน้ำแม่กวง โดยการต่อขยายข้อมูลน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำแม่งัดจะทำการต่อขยายในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2523 – พ.ศ. 2527 และอ่างเก็บน้ำแม่กวงจะทำการต่อขยายในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2526 – พ.ศ. 2535 โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง NAM จากค่าพารามิเตอร์และค่าเงื่อนไขเริ่มต้นของแบบจำลองที่ได้

2.3 การประเมินน้ำท่าตามจุดที่พิจารณา

จากข้อมูลและการประเมินปริมาณน้ำท่ารายวันในช่วงเวลาระหว่างปี พ.ศ. 2517 – พ.ศ. 2542 จำนวน 26 ปี ของอ่างเก็บน้ำแม่งัดและอ่างเก็บน้ำแม่กวง ซึ่งกำหนดให้เป็นสถานีดัชนี เพื่อนำมาทำการประเมินน้ำท่ารายวันสำหรับจุดพิจารณาต่างๆ โดยขั้นตอนการประเมินมีวิธีการดังนี้

2.3.1 เลือกสถานีวัดน้ำท่าในกลุ่มน้ำ ทั้งนี้เพื่อทำการวิเคราะห์หาคอขวดหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าย่อยที่ศึกษาและกลุ่มน้ำใกล้เคียงดังแสดงในตารางที่ 3 โดยเลือกเฉพาะสถานีที่มีข้อมูลปริมาณน้ำท่ายาวนานพอสมควรเฉลี่ยรายปีและพื้นที่รับน้ำฝนสถานีวัดน้ำท่าที่เลือกแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

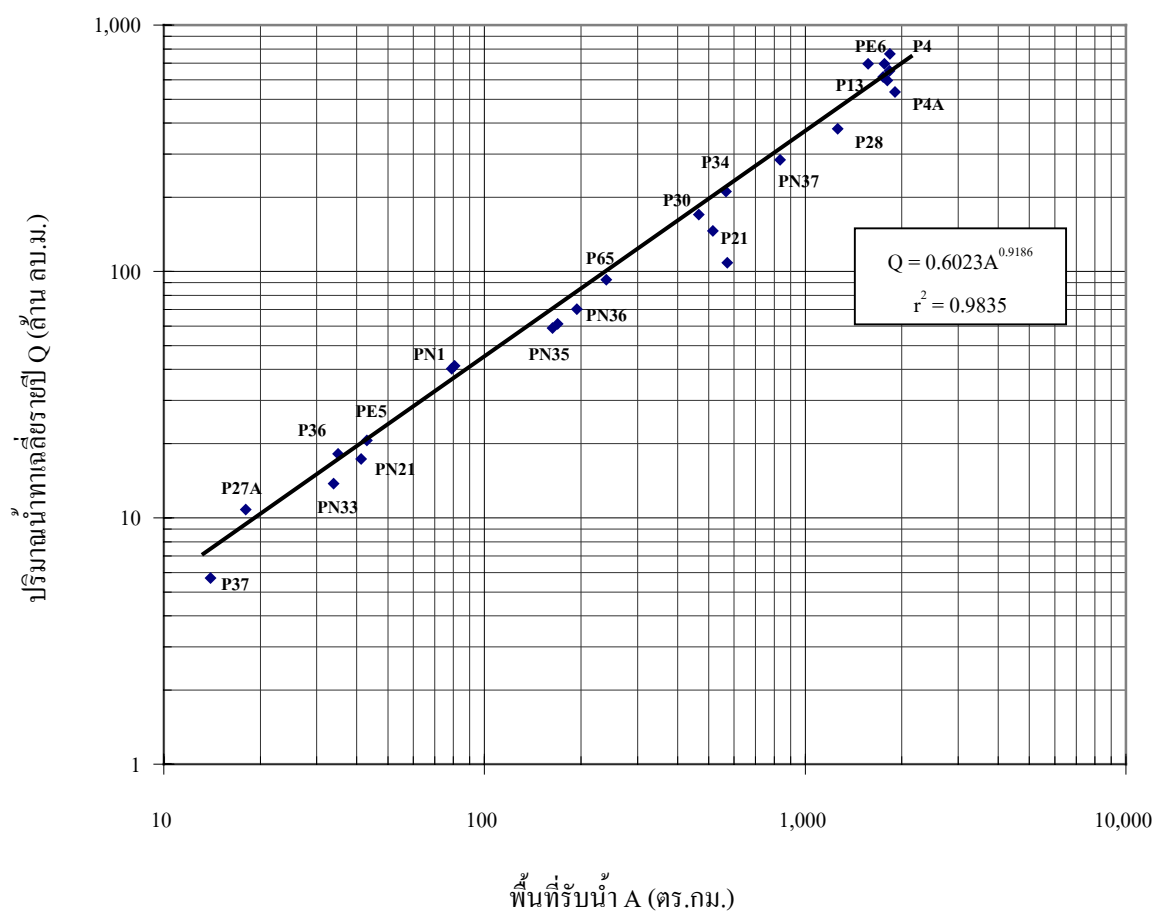
รหัสสถานี	พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)	ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)
P13	1,765	697.10
P21	515	146.20
P25	572	108.30
P27A	18	10.80
P28	1,261	379.20
P30	466	170.10
P34	566	211.40
P36	35	18.20

รหัสสถานี	พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)	ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)
P37	14	5.70
P4A	1,902	535.90
P4B	1,833	651.50
P5	1,569	697.10
P65	240	92.40
PE1	1,747	616.70
PE5	43	20.60
PE6	1,692	596.60
PN1	81	41.38
PN13	163	58.90
PN33	34	13.79
PN35	169	61.30
PN36	194	70.24
PN37	835	284.12
PN5	79	40.33

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีกับพื้นที่รับน้ำฝน จะได้กราฟดังแสดงในภาพที่ 13 ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$Q = 0.6023A^{0.9186} \quad (13)$$

เมื่อ	Q	=	ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี (ล้านลบ.ม.)
	A	=	พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)
	r	=	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	r	=	$\sqrt{0.9835}$



ภาพที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีกับพื้นที่รับน้ำฝน

2.3.2 คำนวณแฟกเตอร์ที่ใช้สำหรับเปลี่ยนข้อมูลน้ำท่าจากตำแหน่งดัชนีมาเป็นข้อมูลน้ำท่าที่จุดพิจารณาต่าง ๆ ซึ่งได้จากอัตราส่วนของพื้นที่รับน้ำฝนที่จุดพิจารณากับพื้นที่รับน้ำฝนของตำแหน่งดัชนีดังสมการ

$$F = \frac{aA_1^b}{aA_2^b} = \left(\frac{A_1}{A_2} \right)^b \quad (14)$$

เมื่อ	F	=	แฟกเตอร์สำหรับการเปลี่ยนปริมาณน้ำท่ารายวันที่สถานีดัชนีเป็นปริมาณน้ำท่ารายวันที่จุดพิจารณา
	A_1	=	พื้นที่รับน้ำฝนที่จุดพิจารณา
	A_2	=	พื้นที่รับน้ำฝนของตำแหน่งดัชนี
	a และ b	=	ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรชันที่คำนวณได้จากข้อ 3

2.3.3 การประเมินหาปริมาณน้ำท่ารายวันที่จุดพิจารณาต่าง ๆ ทำได้โดยนำข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันของตำแหน่งดัชนีคูณด้วยแฟกเตอร์สำหรับการเปลี่ยนปริมาณน้ำท่ารายวันที่สถานีดัชนีเป็นปริมาณน้ำท่ารายวันที่จุดพิจารณา (F)

เมื่อทราบความต้องการน้ำชลประทานและการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าตามจุดที่พิจารณาจะได้นำข้อมูลเพื่อศึกษาสมมูลน้ำรายวันโดยใช้แบบจำลอง HEC-5 ต่อไป

3. การศึกษาสมมูลน้ำรายวันและการผันน้ำ

การศึกษสมมูลน้ำสภาพปัจจุบันของโครงการ เพื่อให้ทราบสภาพการใช้น้ำของโครงการในปัจจุบัน โดยพิจารณาการใช้น้ำจากโครงการชลประทาน และการใช้น้ำด้านต่างๆ ได้แก่ น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค การรักษาสมดุลนิเวศวิทยาจากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับสภาพน้ำท่าหรือน้ำต้นทุนจากอ่างเก็บน้ำปัจจุบัน โดยนำแบบจำลอง HEC-5 มาใช้ในการศึกษาสมมูลน้ำรายวันของระบบลุ่มน้ำโดยในการศึกษาครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์ในระบบลุ่มน้ำย่อยของแม่น้ำปิง ดังนี้

1. แม่น้ำปิงตอนบน (01)
2. น้ำแม่แดง (02)

3. น้ำแม้งัด (03)
4. แม่วิม (04)
5. แม่น้ำปิงส่วนที่ 2 (05)
6. แม่น้ำกวัง (06)

โครงการชลประทานขนาดใหญ่ ขนาดกลาง ขนาดเล็ก และโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องในระบบลุ่มน้ำย่อยของแม่น้ำปิงในพื้นที่ศึกษา แสดงในแผนภูมิระบบลุ่มน้ำโครงการอ่างเก็บน้ำแม้งัดและแม่วัง ดังแสดงในภาพที่ 14 สามารถสรุปได้ดังนี้

1. แบ่งพื้นที่ในการคำนวณหาความต้องการใช้น้ำของพืช ด้วยการจำลองพื้นที่โครงการชลประทานขนาดใหญ่ที่ทำการเกษตรในปัจจุบันออกเป็นบล็อก (Block) ตามสภาพจริงในสนามส่วนพื้นที่ของโครงการชลประทานขนาดกลาง ขนาดเล็ก และโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า จะจัดเป็นกลุ่มหรือบล็อกย่อยตามกลุ่มของพื้นที่ที่โครงการเหล่านี้ตั้งอยู่

2. กำหนดทิศทางและจุดหรือตำแหน่งการใช้น้ำของกลุ่มน้ำ ได้แก่ ทิศทางและจุดการส่งน้ำเข้าสู่พื้นที่หรือบล็อกตามความต้องการ (Demand) และจุดพร้อมทิศทางการไหลของน้ำเหลือใช้ (Return Flow) ซึ่งจะไหลลงสู่ท้ายน้ำสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในบล็อก (Block) ด้านท้ายน้ำต่อไปได้ การกำหนดทิศทางการไหลและจุดของการใช้น้ำจะเป็นไปตามสภาพจริงในสนาม ในการศึกษาความต้องการจะตั้งสมมุติฐานว่าโครงการชลประทานขนาดใหญ่ มีการใช้น้ำเป็นไปตามความต้องการที่แท้จริง และมีน้ำเหลือใช้ ส่วนโครงการชลประทานขนาดกลาง ขนาดเล็ก และสถานีสูบน้ำจะให้เฉพาะความต้องการใช้น้ำเพียงอย่างเดียว จะไม่มีปริมาณน้ำเหลือใช้ เนื่องจากปริมาณน้ำที่ส่งให้อยู่ในเกณฑ์ไม่มาก การใช้น้ำจะถือว่าใช้จนหมดไม่มีน้ำเหลือใช้

การศึกษาสมดุลน้ำของการใช้น้ำของโครงการ จะต้องทราบการใช้น้ำจากโครงการชลประทานและการใช้น้ำด้านต่างๆ รวมทั้งการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าตามจุดที่พิจารณาในลุ่มน้ำดังรายละเอียดต่อไปนี้

ในการศึกษาจำลองระบบลุ่มน้ำรายวันโดยใช้แบบจำลอง HEC-5 ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองประกอบด้วย

1. ลักษณะทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างโค้งพื้นที่ – ความจุ – ระดับของอ่างเก็บน้ำแม้งัดและอ่างเก็บน้ำแม่กวง ดังแสดงในภาพที่ 15

2. ปริมาณน้ำท่ารายวันไหลลงตำแหน่งดัชนีที่อ่างเก็บน้ำแม้งัดและอ่างเก็บน้ำแม่กวง เป็นเวลา 26 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2517 ถึง พ.ศ. 2542 ใช้ข้อมูลจากการทำสมมูลอ่างเก็บน้ำ กองจัดสรรน้ำกรมชลประทาน

3. แฟกเตอร์สำหรับประเมินหาปริมาณน้ำท่ารายวันของกลุ่มน้ำย่อยที่จุดพิจารณาต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 14

4. ความต้องการน้ำชลประทาน และปริมาณน้ำที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ (Return Flow factor) ความต้องการน้ำชลประทานคำนวณได้จากแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน

5. ปริมาณน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคอ่างเก็บน้ำแม้งัด มีปริมาณการใช้น้ำ 26.69 ล้านลบ.ม./ปี และอ่างเก็บน้ำแม่กวงมีปริมาณการใช้น้ำ 13.30 ล้าน ลบ.ม./ปี

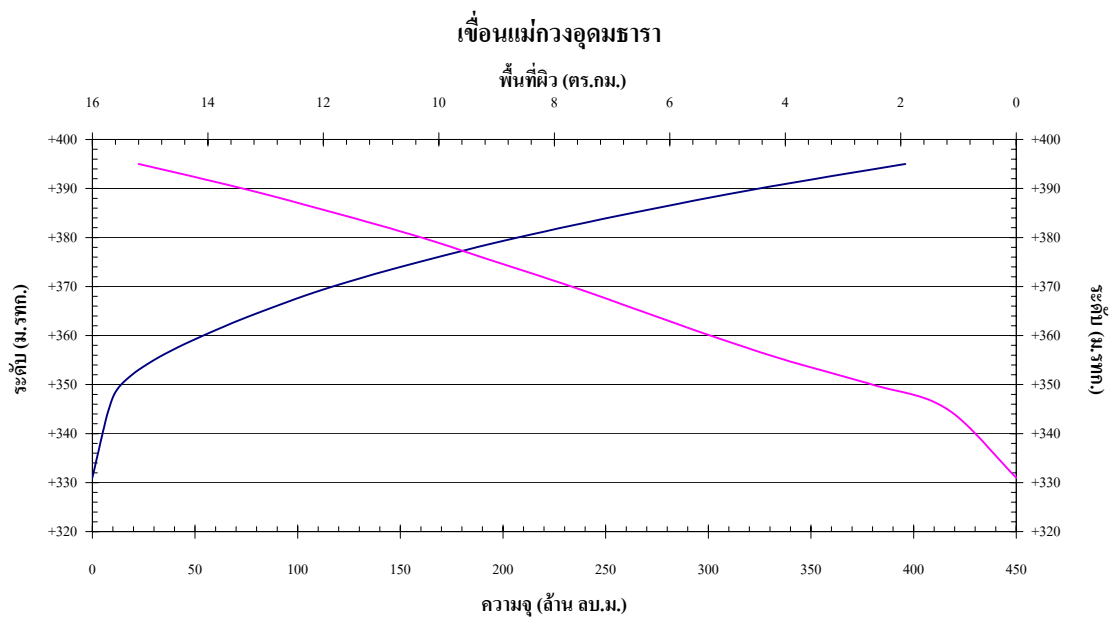
6. ปริมาณน้ำใช้เพื่อรักษาสมดุลทางนิเวศวิทยา เป็นปริมาณน้ำต่ำสุดที่ต้องระบายลงลำน้ำเดิม กำหนดให้ท้ายอ่างเก็บน้ำแม้งัด 1.9 ลบ.ม./วินาที และท้ายอ่างเก็บน้ำแม่กวง 0.4 ลบ.ม./วินาที

สำหรับการศึกษาสมมูลน้ำรายวันในการศึกษานี้ได้พิจารณากรณีศึกษาดังต่อไปนี้

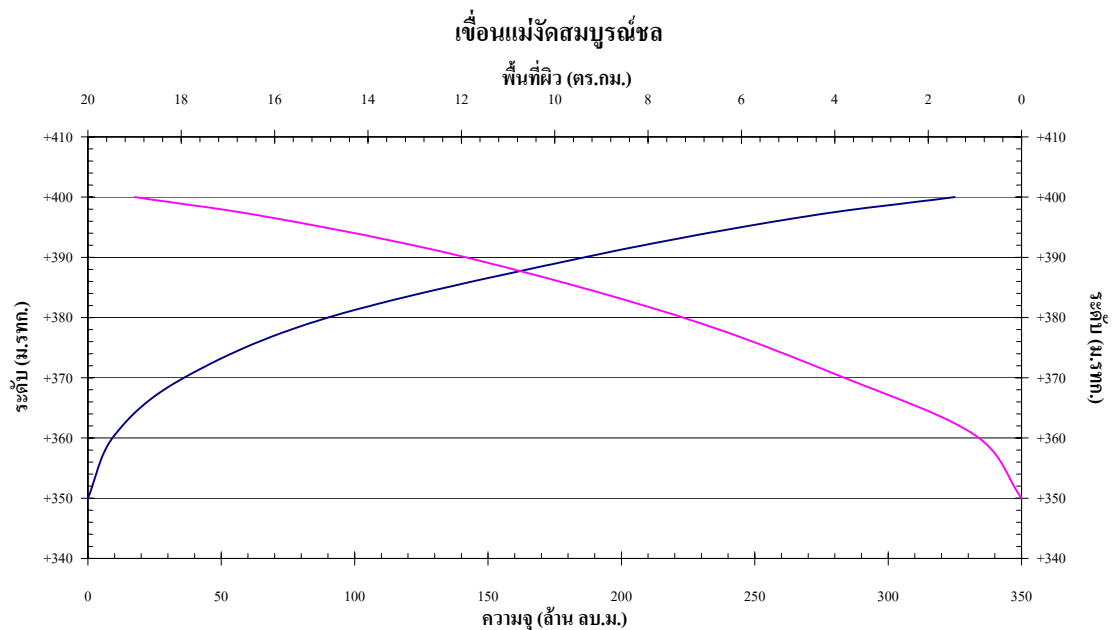
1. กรณีที่ 1 ศึกษาสภาพปัจจุบัน โดยคิดความเข้มการเพาะปลูกโครงการแม่กวงตามสภาพการเพาะปลูกในปัจจุบันคือ 1.12 ดังรายละเอียดกล่าวข้างต้น

2. กรณีที่ 2 ศึกษาสภาพอนาคต โดยคิดความเข้มการเพาะปลูกโครงการแม่กวงเต็มศักยภาพการเพาะปลูกคือ 1.40 ดังรายละเอียดกล่าวข้างต้น

3. กรณีที่ 3 ศึกษาการผันน้ำรายวันจากอ่างเก็บน้ำแม้งัดไปยังอ่างเก็บน้ำแม่กวง โดยคิดความเข้มการเพาะปลูกโครงการแม่กวงเต็มศักยภาพการเพาะปลูกคือ 1.40



ระดับ (ม.รทก.)	+331.00	+345.00	+350.00	+355.00	+360.00	+365.00	+370.00	+375.00	+380.00	+385.00	+390.00	+395.00
พื้นที่ผิว (ตร.กม.)	0.00	1.20	2.50	4.00	5.30	6.50	7.70	9.00	10.30	11.80	13.40	15.20
ความจุ (ล้าน ลบ.ม.)	0.00	8.00	14.00	30.00	54.00	83.00	117.00	159.00	207.00	263.00	325.00	396.00



ระดับ (ม.รทก.)	+350.00	+360.50	+370.00	+380.00	+390.00	+396.50	+400.00
พื้นที่ผิว (ตร.กม.)	0.00	1.00	3.80	7.25	11.90	16.00	19.00
ความจุ (ล้าน ลบ.ม.)	0.00	10.00	36.00	90.00	186.00	265.00	325.00

ภาพที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเก็บกัก พื้นที่ผิว และความจุของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา และเขื่อนแม่จัดสมบูรณ์ชล

ในการพิจารณาสภาพการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรกรรมที่ยอมรับได้จะต้องมีการขาดแคลนน้ำไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ ของความต้องการน้ำทั้งหมด โดยแต่ละฤดูกาลเพาะปลูกที่มีปริมาณการขาดแคลนน้ำในแต่ละเดือนมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ให้ถือว่าฤดูกาลเพาะปลูกนั้นขาดน้ำ และเมื่อนำจำนวนฤดูกาลที่เพาะปลูกที่ขาดแคลนน้ำมาเปรียบเทียบกับฤดูกาลที่ศึกษาสมดุลน้ำทั้งหมด ถ้าในกรณีที่เปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาการขาดแคลนน้ำมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ให้ถือว่าขาดแคลนน้ำที่ไม่สามารถยอมรับได้

ตารางที่ 14 แฟกเตอร์สำหรับประเมินหาปริมาณน้ำทำรายวัน

ลำดับที่	สถานีดัชนี	พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)
1	เขื่อนแม่จัดสมบูรณ์ชล (MNG)	1,281
2	เขื่อนแม่กวงอุดมธารา (MKU)	565

ลำดับที่	ลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)	สถานีดัชนี	พื้นที่ลุ่มน้ำสถานีดัชนี (ตร.กม.)	แฟกเตอร์ (F)
1	แม่น้ำปิงตอนบน	1,979	MNG	1,281	1.49
2	น้ำแม่แตง	1,931	MNG	1,281	1.46
3	น้ำแม่จัด	1,287	MNG	1,281	1.00
4	น้ำแม่ริม	525	MNG	1,281	0.44
5	แม่น้ำปิงส่วนที่2	1,267	MNG	1,281	0.99
6	น้ำแม่กวง	1,694	MKU	565	2.74

ผลและวิจารณ์

1. ผลการศึกษาด้านความต้องการน้ำชลประทาน

1.1 ผลการศึกษาความต้องการน้ำชลประทาน

ในศึกษาความต้องการชลประทานกระทำโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน โดยผลการศึกษาปริมาณความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ยรายฤดูกาลและรายปีของโครงการชลประทานต่างๆ กรณีสภาพปัจจุบันเมื่อโครงการชลประทานแม่กวงมีความเข้มของการเพาะปลูกฤดูแล้งเท่ากับ 12 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับฤดูฝน และในอนาคตเมื่อโครงการชลประทานแม่กวงมีความเข้มของการเพาะปลูกฤดูแล้งเท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับฤดูฝน แสดงดังในตารางต่อไปนี้

โครงการชลประทาน	พื้นที่ชลประทาน (ไร่)		ความต้องการน้ำชลประทาน (ล้าน ลบ.ม.)		
	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน (ม.ย.-พ.ย.)	ฤดูแล้ง (ธ.ค.-พ.ค.)	รวม
แม่แฝก-แม่จัด	58,530	50,870	67.63	101.42	169.05
แม่แตง	119,537	35,063	117.12	53.05	170.16
แม่ปิงเก่า	40,450	10,224	33.09	67.25	100.33
ชลประทานราษฎร์	20,200	5,315	25.82	22.64	48.46
แม่กวง (ฤดูแล้ง C.I. = 1.12)	142,300	17,060	153.39	61.86	215.25
แม่กวง (ฤดูแล้ง C.I. = 1.40)	142,300	57,920	153.02	137.00	290.02

โดยผลการศึกษาปริมาณความต้องการน้ำชลประทานรายเดือนในระหว่างปี พ.ศ. 2517 – 2542 ของโครงการชลประทานดังกล่าวข้างต้นแสดงในตารางผนวกที่ 1 ถึงตารางผนวกที่ 6 สำหรับปริมาณความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ยรายเดือนของกลุ่มโครงการชลประทานในแต่ละลุ่มน้ำสาขาของกลุ่มน้ำย่อยต่างๆ แสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 แสดงปริมาณความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ยรายเดือนของกลุ่มโครงการชลประทาน
ในกลุ่มน้ำสาขาย่อยต่างๆ

หน่วย : ล้าน ลบ.ม.

กลุ่ม โครงการ ชลประทาน	รายเดือน												รายปี
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	
P011	0.12	0.00	0.89	5.85	3.81	3.78	6.08	1.97	0.18	0.80	1.24	0.88	25.59
P012	0.01	0.03	1.09	1.54	0.69	0.64	0.32	0.00	0.07	0.25	0.33	0.20	5.17
P013	0.01	0.03	0.95	1.35	0.61	0.56	0.28	0.00	0.06	0.22	0.29	0.17	4.54
P014	0.02	0.07	2.50	3.54	1.59	1.47	0.74	0.00	0.10	0.32	0.43	0.25	11.01
P021	0.22	0.00	0.97	6.37	4.14	4.11	6.61	2.14	0.34	1.50	2.33	1.66	30.39
P022	0.00	0.00	0.12	0.17	0.08	0.07	0.04	0.00	0.02	0.06	0.08	0.05	0.68
P023	0.00	0.00	0.17	0.24	0.11	0.10	0.05	0.00	0.03	0.08	0.11	0.06	0.94
P024	0.00	0.00	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.14
P025	0.01	0.01	0.24	0.34	0.15	0.14	0.07	0.00	0.04	0.12	0.15	0.09	1.36
P026	0.01	0.01	0.28	0.40	0.18	0.17	0.08	0.00	0.04	0.13	0.18	0.10	1.57
P041	0.05	0.00	0.30	1.98	1.29	1.28	2.06	0.67	0.07	0.31	0.48	0.34	8.83
P042	0.01	0.02	0.74	1.05	0.47	0.44	0.22	0.00	0.06	0.19	0.26	0.15	3.63
P043	0.00	0.02	0.76	1.08	0.48	0.45	0.23	0.00	0.01	0.04	0.05	0.03	3.14
P044	0.01	0.02	0.92	1.30	0.58	0.54	0.27	0.00	0.07	0.24	0.32	0.19	4.48
P051	0.03	0.00	0.40	2.61	1.70	1.69	2.72	0.88	0.04	0.17	0.27	0.19	10.70
P052	0.15	0.20	7.27	10.29	4.61	4.27	2.16	0.00	1.05	3.47	4.61	2.72	40.80

1.2 ผลการศึกษาความต้องการน้ำนอกภาคชลประทาน

สำหรับความต้องการใช้น้ำด้านอื่นๆ นอกเหนือจากความต้องการน้ำชลประทาน สามารถสรุปได้ดังนี้

หน่วย : ล้าน ลบ.ม.			
ความต้องการใช้น้ำ	อ่างเก็บน้ำแม่งัด สภาพปัจจุบัน	อ่างเก็บน้ำแม่กวัง	
		สภาพปัจจุบัน (Cropping Intensity = 1.12)	สภาพอนาคต (Cropping Intensity = 1.40)
อุปโภคบริโภค	26.69	-	13.30
สมดุลนิเวศท้ายน้ำ	59.92	-	12.61

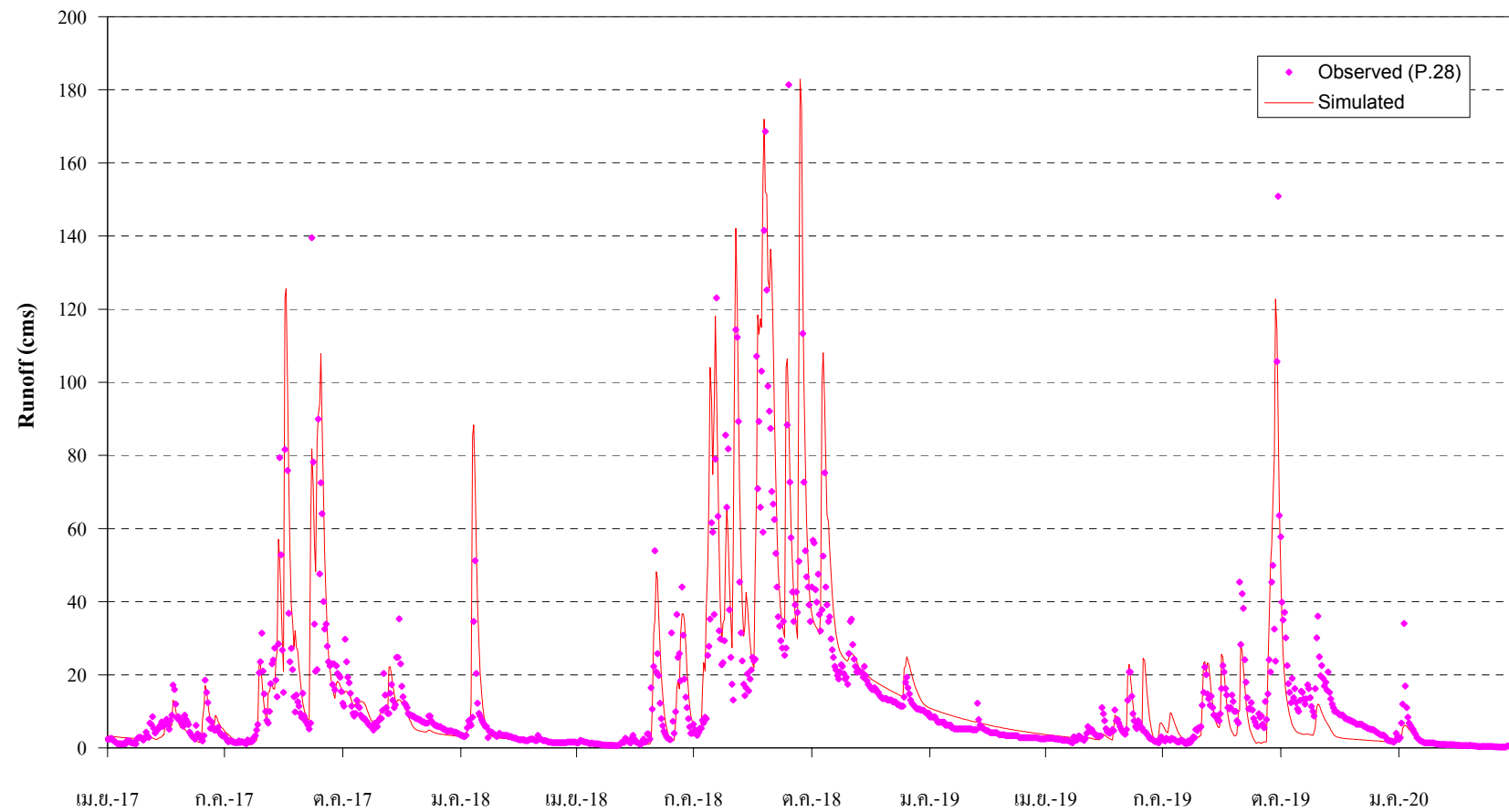
2. ผลการศึกษาปริมาณน้ำท่ารายวัน

2.1 ผลการเปรียบเทียบและการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง

การประเมินปริมาณน้ำท่ารายวันกระทำได้โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง NAM โดยมีขั้นตอนแสดงไว้แล้วในหัวข้อ 2. การศึกษาด้านปริมาณน้ำท่ารายวัน ในที่นี้ได้สรุปผลการศึกษาตามลำดับขั้นตอนดังกล่าว ดังต่อไปนี้

2.1.1. ผลการเปรียบเทียบและการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง สำหรับสถานีวัดน้ำท่า P.28 ซึ่งเป็นตัวแทนของน้ำที่ไหลลงเขื่อนแม่งัด

สำหรับผลของกราฟน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลอง NAM นำมาเปรียบเทียบกับกราฟน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดในช่วงปี พ.ศ. 2517 – พ.ศ. 2519 ผลการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM ในปี พ.ศ. 2517 – 2519 แสดงดังภาพที่ 16 จากภาพดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ากราฟน้ำท่าทั้งสองมีลักษณะใกล้เคียงกัน ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.861 และความแตกต่างของปริมาณการไหลสะสมระหว่างค่าที่ได้จากการคำนวณและค่าที่ได้จากการตรวจวัดมีค่าเท่ากับ 8.23 เปอร์เซนต์ สำหรับค่าของพารามิเตอร์และค่าเงื่อนไขเริ่มต้นที่ใช้มีรายละเอียดดังนี้

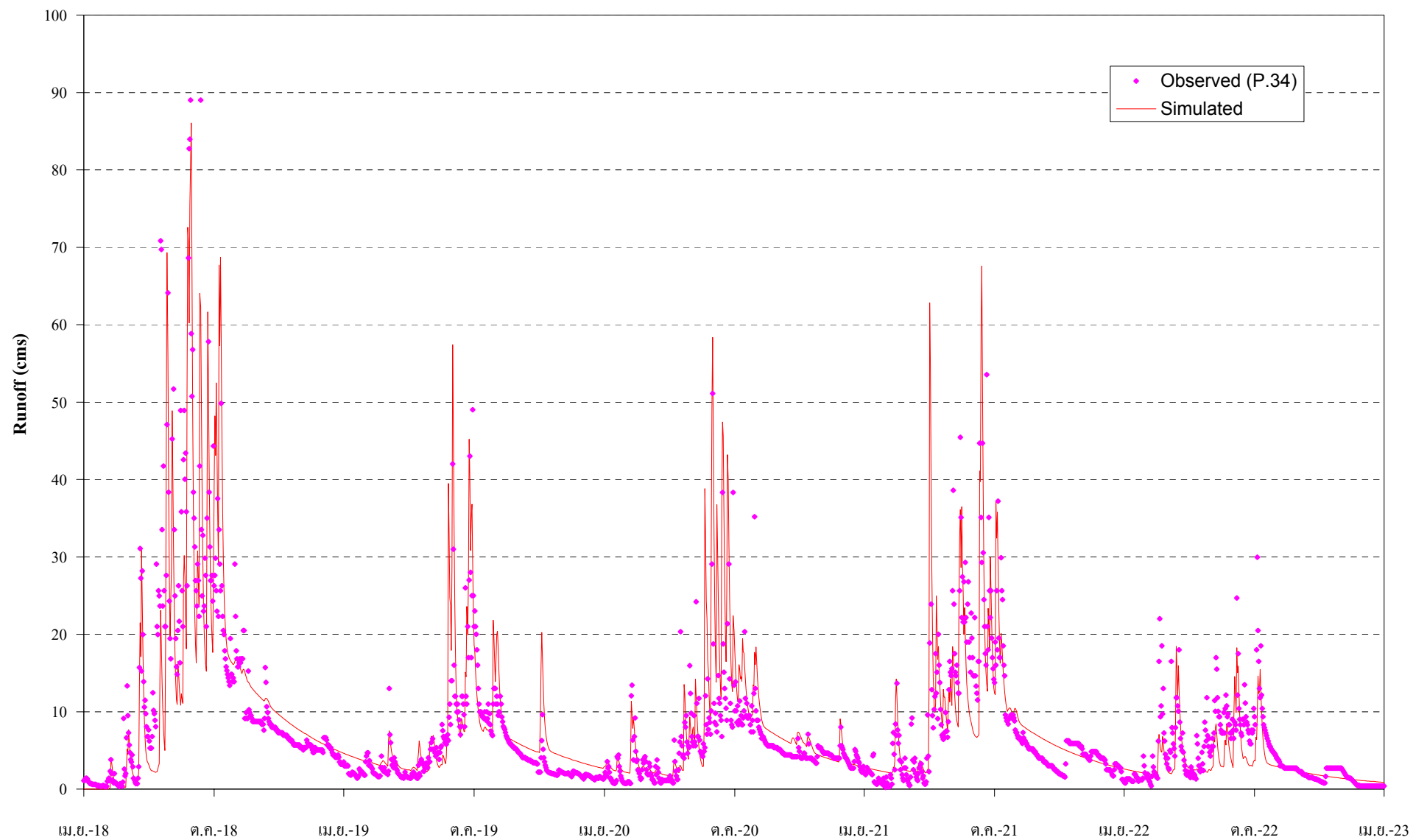


ภาพที่ 16 แสดงผลการปรับเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM ที่สถานี P.28 ในปี พ.ศ.2517 - พ.ศ.2519

พารามิเตอร์ของแบบจำลอง NAM				ค่าเงื่อนไขเริ่มต้นของแบบจำลอง NAM			
Umax	=	25	มม.	Water content in			
Lmax	=	250	มม.	surface storage	=	0	มม.
CQOF	=	0.5		Water content in			
CKIF	=	1,000	ชม.	root zone	=	0	มม.
TOF	=	0.1		Overland flow	=	0	มม./ชม.
TIF	=	0		Inter flow	=	0	มม./ชม.
CK ₁ และ KC ₂	=	36	ชม.	Groundwater depth	=	10	ม.
CAREA	=	1.0					
TG	=	0.7					
Sy	=	0.1					
CKBF	=	2,000	ชม.				
GWL _{min}	=	0	ม.				
GWLBF ₀	=	10	ม.				
GWL _{F1}	=	1	ม.				

2.1.2. ผลการเปรียบเทียบและการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง สำหรับสถานีวัดน้ำท่า P.34 ซึ่งเป็นตัวแทนของน้ำที่ไหลลงเขื่อนแม่กวง

สำหรับผลของกราฟน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลอง NAM นำมาเปรียบเทียบกับกราฟน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดในช่วงปี พ.ศ. 2518 – พ.ศ. 2522 ผลการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM ในปี พ.ศ. 2518 – 2522 แสดงดังภาพที่ 17 จากภาพดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ากราฟน้ำท่าทั้งสองมีลักษณะใกล้เคียงกัน ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.749 และความแตกต่างของปริมาณการไหลสะสมระหว่างค่าที่ได้จากการคำนวณและค่าที่ได้จากการตรวจวัดมีค่าเท่ากับ 0.61 เปอร์เซ็นต์ สำหรับค่าของพารามิเตอร์และค่าเงื่อนไขเริ่มต้นที่ใช้มีรายละเอียดดังนี้



พารามิเตอร์ของแบบจำลอง NAM				ค่าเงื่อนไขเริ่มต้นของแบบจำลอง NAM		
Umax	=	20	มม.	Water content in		
Lmax	=	200	มม.	surface storage	=	0 มม.
CQOF	=	0.4		Water content in		
CKIF	=	1,000	ชม.	root zone	=	0 มม.
TOF	=	0.1		Overland flow	=	0 มม./ชม.
TIF	=	0		Inter flow	=	0 มม./ชม.
CK ₁ และ KC ₂	=	30	ชม.	Groundwater depth	=	10 ม.
CAREA	=	1.0				
TG	=	0.1				
Sy	=	0.1				
CKBF	=	3,000	ชม.			
GWL _{min}	=	0	ม.			
GWLBF ₀	=	10	ม.			
GWL _{F1}	=	1	ม.			

2.2 ผลการประเมินปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำแม่งัดและแม่งวง

จากผลการเปรียบเทียบและการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM ที่สถานีวัดน้ำท่า P.28 และ สถานีวัดน้ำท่า P.34 แสดงให้เห็นว่าพารามิเตอร์และค่าเงื่อนไขเริ่มต้นของแบบจำลอง NAM สำหรับสถานีวัดน้ำท่าสองสถานีมีความเหมาะสมที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการประเมินปริมาณน้ำท่าของสถานี P.28 และ P.34 ในช่วงที่ไม่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ โดยมีช่วงปีที่ทำการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองสำหรับสถานีวัดน้ำท่า P.28 ในช่วงปี พ.ศ. 2517 – 2519 เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำท่าที่ประเมินจากสถานีวัดน้ำฝน 07122 และ 07502 ส่วนสถานีวัดน้ำท่า P.34 ในช่วงปี พ.ศ. 2518 – 2522 เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำท่าที่ประเมินจากสถานีวัดน้ำฝน 07341 และ 07530 ผลการประเมินปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำแม่งัดและแม่งวง แสดงในตารางที่ 16 และตารางที่ 17 ตามลำดับ โดยตารางดังกล่าวได้จากผลรวมของการประเมินน้ำท่ารายวัน โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง NAM

ตารางที่ 16 แสดงผลการประเมินปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล

พื้นที่ลุ่มน้ำ 1,281 ตร.กม. หน่วย : ล้าน ลบ.ม.

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2517	4.7	19.3	14.6	13.4	83.9	83.5	27.9	34.7	15.4	22.2	6.4	4.6	330.5
2518	3.0	8.6	40.1	88.6	183.9	170.7	89.9	47.4	32.6	17.0	12.2	7.8	701.8
2519	6.1	14.1	15.1	7.7	40.9	70.3	50.0	28.2	10.5	13.1	1.9	0.9	258.8
2520	10.2	13.9	4.3	13.8	37.0	80.6	52.7	31.8	14.2	20.0	3.0	1.4	282.7
2521	0.9	10.1	11.5	100.1	86.8	99.3	55.3	23.4	13.7	7.5	3.2	1.7	413.4
2522	4.8	16.2	22.2	5.4	36.4	18.1	22.9	8.7	7.1	4.2	2.4	1.7	150.1
2523	3.0	23.7	43.9	53.6	52.0	60.0	26.7	14.8	11.6	7.6	5.1	4.4	306.4
2524	14.7	35.4	28.8	67.4	48.9	35.1	18.5	15.9	11.5	7.6	5.1	4.4	293.3
2525	9.8	11.0	12.0	10.5	13.3	15.3	13.2	8.0	6.0	4.5	3.3	3.0	109.9
2526	3.4	4.9	7.7	7.8	8.8	27.1	17.6	14.1	9.0	6.4	4.6	3.8	115.2
2527	3.7	25.0	27.2	21.4	44.9	58.3	63.3	26.0	15.1	9.7	6.3	5.2	306.2
2528	13.5	27.4	20.4	32.2	42.4	68.2	50.4	54.4	26.7	14.9	8.9	7.0	366.4
2529	3.1	16.7	15.2	31.8	50.3	61.5	19.7	18.8	10.0	12.6	4.0	3.3	246.9
2530	3.2	5.6	11.0	18.1	138.6	72.0	41.4	37.2	14.1	7.4	2.8	3.1	354.6
2531	9.2	46.7	52.7	40.1	55.5	40.3	51.4	21.1	11.4	3.2	3.3	2.4	337.3
2532	1.6	11.0	27.2	47.5	44.5	105.7	58.6	17.5	11.9	8.7	4.0	1.5	339.9
2533	2.3	13.2	19.3	10.7	52.9	50.6	41.5	23.7	8.9	3.5	3.3	0.2	230.0
2534	5.5	2.6	11.9	18.0	68.1	91.5	39.6	25.0	10.3	5.9	4.5	1.9	284.8
2535	1.3	2.4	6.4	20.2	29.0	70.4	33.0	12.3	15.2	6.9	2.3	2.6	202.0
2536	3.1	9.0	10.2	36.9	24.3	37.4	39.2	12.7	7.2	3.9	2.5	15.4	201.7
2537	5.9	18.3	43.1	58.5	249.2	127.3	51.8	19.4	14.7	9.1	7.1	5.2	609.6
2538	5.8	12.6	6.2	40.6	119.9	176.3	49.4	34.7	16.3	12.1	7.5	2.0	483.4
2539	4.2	9.1	23.6	17.5	95.7	68.6	44.5	33.9	14.3	9.8	3.4	5.4	330.1
2540	3.3	2.1	2.0	31.9	50.0	105.3	60.9	18.1	9.0	6.1	0.6	1.3	290.6
2541	0.3	8.2	5.3	15.9	30.2	66.2	18.0	10.4	4.5	3.3	0.9	0.4	163.7
2542	4.3	10.9	16.2	12.4	70.9	107.8	54.0	25.6	8.9	5.7	3.9	4.0	324.5
เฉลี่ย	5.0	14.5	19.2	31.6	67.6	75.7	42.0	23.8	12.7	9.0	4.3	3.6	309.0
สูงสุด	14.7	46.7	52.7	100.1	249.2	176.3	89.9	54.4	32.6	22.2	12.2	15.4	701.8
ต่ำสุด	0.3	2.1	2.0	5.4	8.8	15.3	13.2	8.0	4.5	3.2	0.6	0.2	109.9

หมายเหตุ :

3.0 ปริมาณน้ำท่าที่ประเมินได้โดยแบบจำลอง NAM

4.7 ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการจดบันทึกที่ P.28 ในระหว่างปี พ.ศ.2517 – 2522 และจากการวิเคราะห์สมมูล
อ่างเก็บน้ำในระหว่างปี พ.ศ. 2528 – 2542

ตารางที่ 17 แสดงผลการประเมินปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่วงอุดมธารา

พื้นที่ลุ่มน้ำ 569 ตร.กม.

หน่วย : ล้าน ลบ.ม.

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2517	5.3	7.8	7.8	11.9	35.0	45.0	19.4	20.5	7.1	9.5	4.1	2.9	176.4
2518	1.8	4.1	23.3	65.5	127.5	102.8	59.1	32.7	23.5	17.0	13.3	12.7	483.4
2519	5.6	7.0	7.4	6.8	20.9	44.9	30.8	19.2	10.0	7.5	4.8	4.1	169.0
2520	4.7	9.3	4.1	13.7	27.2	49.1	29.3	16.4	12.3	11.8	11.0	9.5	198.5
2521	4.2	9.0	7.1	47.2	58.5	64.1	39.3	14.9	8.4	12.7	10.8	7.2	283.3
2522	3.8	14.0	16.5	10.8	24.0	24.0	28.2	7.6	4.5	5.9	3.0	1.1	143.4
2523	1.3	1.2	6.7	15.7	31.8	46.9	17.2	9.5	6.6	5.7	4.3	1.8	148.7
2524	1.0	4.2	5.0	56.0	51.2	35.2	24.6	16.8	7.0	4.1	3.4	3.5	212.1
2525	5.5	6.2	6.2	12.1	11.1	34.4	7.5	0.0	0.1	0.5	0.2	0.3	84.1
2526	2.5	2.7	14.0	11.8	15.7	59.8	62.3	27.4	13.3	8.0	6.2	4.8	228.5
2527	3.7	5.4	13.8	9.8	15.6	22.6	33.8	16.3	9.4	6.2	4.2	3.6	144.3
2528	4.5	9.0	14.4	13.8	36.9	40.9	31.3	35.2	18.3	9.8	5.9	4.8	224.6
2529	4.1	16.3	31.7	24.6	24.5	45.1	25.6	15.7	9.5	6.3	4.2	3.6	211.2
2530	3.1	4.7	9.6	10.3	73.0	66.0	33.7	14.2	8.6	5.8	4.0	3.4	236.3
2531	12.1	21.2	47.0	41.4	25.9	22.7	21.7	13.0	8.6	12.4	6.4	5.1	237.5
2532	3.8	9.8	15.1	26.0	23.2	28.7	43.6	16.1	9.3	6.2	4.2	3.7	189.8
2533	9.6	41.7	51.7	25.5	24.1	25.7	22.2	14.1	8.5	5.8	3.9	3.4	236.1
2534	2.7	2.6	6.3	7.8	30.8	27.2	16.0	9.2	6.3	4.6	3.3	2.9	119.8
2535	2.5	2.2	4.1	12.7	12.8	28.7	26.3	13.1	8.1	5.6	3.8	3.3	123.2
2536	2.8	4.7	4.1	12.4	10.6	20.1	18.9	7.1	4.4	2.4	1.4	3.3	92.0
2537	1.9	8.0	17.8	17.5	93.4	75.0	30.0	12.8	11.3	6.4	3.3	2.6	280.0
2538	2.0	7.9	6.9	19.2	82.7	56.6	24.2	12.7	10.8	5.2	4.8	3.3	236.2
2539	5.2	6.6	13.5	16.7	40.6	40.3	31.6	19.9	8.5	7.6	5.6	4.9	201.2
2540	6.3	7.2	6.6	19.6	22.3	40.8	24.8	9.9	4.7	5.4	1.3	2.0	150.9
2541	5.2	3.9	1.7	11.3	23.0	25.0	9.3	6.8	3.0	3.2	2.5	2.0	96.9
2542	3.7	7.1	12.4	7.2	39.3	56.3	25.4	12.2	7.0	10.0	6.2	5.2	192.0
เฉลี่ย	4.2	8.6	13.7	20.3	37.8	43.4	28.3	15.1	8.8	7.1	4.8	4.0	196.1
สูงสุด	12.1	41.7	51.7	65.5	127.5	102.8	62.3	35.2	23.5	17.0	13.3	12.7	483.4
ต่ำสุด	1.0	1.2	1.7	6.8	10.6	20.1	7.5	0.0	0.1	0.5	0.2	0.3	84.1

หมายเหตุ :

2.5 ปริมาณน้ำท่าที่ประเมินได้โดยแบบจำลอง NAM

2.8 ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการจดบันทึกที่ P.34 ในระหว่างปี พ.ศ.2517 – 2525 และจากการวิเคราะห์สมดุล
อ่างเก็บน้ำในระหว่างปี พ.ศ. 2536 – 2542

3. ผลการวิเคราะห์สมดุลน้ำรายวันและการผันน้ำ

ในการวิเคราะห์ระบบสมดุลน้ำรายวันและการผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำแม่งัดไปยังอ่างเก็บน้ำแม่งวง กระทำโดยการประยุกต์แบบจำลอง HEC-5 โดยผลการศึกษา แบ่งตามกรณีศึกษาได้ดังนี้

1. กรณีศึกษาสภาพปัจจุบันโดยคิดความเข้มการเพาะปลูกโครงการแม่งวง 1.12 ซึ่งจากผลการศึกษาความต้องการน้ำชลประทานโครงการแม่แฝก-แม่งัด โครงการแม่แตง โครงการแม่ปิงเก่า โครงการชลประทานราษฎร์ และโครงการแม่งวง พบว่ามีความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ยเท่ากับ 169.05 170.16 100.33 48.46 215.25 ล้าน ลบ.ม./ปี ตามลำดับ สำหรับปริมาณน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและเพื่อสมดุลนิเวศท้ายอ่างเก็บน้ำแม่งัดเท่ากับ 26.69 และ 59.92 ล้าน ลบ.ม./ปี ตามลำดับ และปริมาณน้ำท่าไหลลงอ่างเก็บน้ำแม่งัดและอ่างเก็บน้ำแม่งวงเฉลี่ยเท่ากับ 309 และ 263 ล้าน ลบ.ม./ปี ตามลำดับ จากผลการศึกษาสมดุลน้ำพบว่าโครงการแม่แฝก-แม่งัด โครงการแม่ปิงเก่า โครงการชลประทานราษฎร์ รวมทั้งโครงการแม่งวงมีปริมาณและช่วงเวลาการขาดแคลนน้ำน้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยโครงการแม่แฝก-แม่งัด โครงการชลประทานราษฎร์ มีปริมาณและช่วงเวลาการขาดแคลนน้ำไม่ถึง 1 เปอร์เซ็นต์ ส่วนโครงการแม่งวงมีปริมาณ 17.63 เปอร์เซ็นต์ และช่วงเวลาการขาดแคลนน้ำ 13.06 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นโครงการแม่แตงพบว่ามีช่วงเวลาการขาดแคลนน้ำประมาณ 20.5 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณการขาดแคลนน้ำ 14.76 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในส่วนของกลุ่มโครงการชลประทานขนาดกลาง-เล็กและสูบน้ำด้วยไฟฟ้าส่วนมากพบว่ามีปริมาณและเวลาที่ขาดแคลนน้ำน้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ โดยกลุ่มโครงการชลประทาน P022, P023, P024, P025, P026, P042 ไม่มีการขาดแคลนน้ำ และกลุ่มโครงการชลประทาน P011, P012, P013, P014, P044 มีปริมาณการขาดแคลนน้ำตั้งแต่ 0.78 เปอร์เซ็นต์ ถึง 6.30 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นกลุ่มโครงการชลประทาน P021 และ P051 ที่มีปริมาณการขาดแคลนน้ำมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ รายละเอียดการขาดแคลนน้ำของโครงการต่างๆ แสดงในตารางที่ 18 และไม่พบการขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภคและปริมาณน้ำเพื่อสมดุลนิเวศท้ายอ่างเก็บน้ำแม่งัด

2. กรณีศึกษาสภาพอนาคต โดยคิดความเข้มการเพาะปลูกโครงการแม่งวงเต็มศักยภาพการเพาะปลูกคือ 1.40 และมีปริมาณน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและเพื่อสมดุลนิเวศท้ายอ่างเก็บน้ำแม่งวงเท่ากับ 13.3 และ 12.61 ล้าน ลบ.ม./ปี ตามลำดับ จากผลการศึกษาสมดุลน้ำพบว่าโครงการแม่แฝก-แม่งัด โครงการแม่ปิงเก่า โครงการชลประทานราษฎร์ มีปริมาณและช่วงเวลาการขาดแคลนน้ำน้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ยกเว้นโครงการแม่แตงพบว่ามีช่วงเวลาการขาด

ตารางที่ 18 สรุปการขาดแคลนน้ำจากผลการศึกษา กรณีศึกษาสภาพปัจจุบัน
(โครงการแม่กว้งฤดูแล้ง C.I. = 1.12)

จุด พิจารณา	โครงการ ชลประทาน	ปริมาณความ ต้องการน้ำ (ล้าน ลบ.ม. ต่อปี)	ปริมาณน้ำ ที่ได้รับ (ล้าน ลบ.ม. ต่อปี)	ปริมาณการขาด แคลนน้ำต่อปริมาณ ความต้องการน้ำ (%)	ช่วงเวลาการขาด แคลนน้ำต่อช่วงเวลา ความต้องการน้ำ (%)
โครงการขนาดใหญ่					
5	แม่แฝก-แม่จัด	169.05	166.22	0.50	0.00
8	แม่แดง	170.16	143.39	14.76	20.50
12	แม่ปิงเก่า	100.33	100.51	0.08	0.00
15	ชลประทานราษฎร์	48.46	48.75	0.52	0.64
18	แม่กว้ง	215.25	184.83	13.06	17.63
รวม		703.26	643.70	7.71	7.75
กลุ่มโครงการขนาดกลาง-เล็ก					
31	P011	25.59	24.86	2.83	1.88
32	P012	5.17	4.85	6.30	2.89
33	P013	4.54	4.09	9.81	2.95
34	P014	11.01	10.92	0.78	0.40
21	P021	30.39	23.43	22.89	28.19
22	P022	0.68	0.68	0.00	0.00
23	P023	0.94	0.94	0.00	0.00
25	P024	0.14	0.14	0.00	0.00
26	P025	1.36	1.36	0.00	0.00
27	P026	1.57	1.57	0.00	0.00
41	P041	8.83	8.60	2.66	1.70
42	P042	3.63	3.63	0.00	0.00
43	P043	3.14	3.14	0.00	0.00
44	P044	4.48	4.26	5.02	2.20
51	P051	10.70	8.18	23.59	13.55
52	P052	40.80	36.13	11.44	22.69
รวม		152.96	136.77	10.58	4.78

แคลนน้ประมณ 20.5 เปอร์เซนต์ และปริมาณการขาดแคลนน้ 14.76 เปอร์เซนต์ และโครงการแมกวงมีปริมาณการขาดแคลนน้และช่วงเวลาการขาดแคลนน้มากกว่า 20 เปอร์เซนต์ กล่าวคือมีปริมาณการขาดแคลนน้ 35.34 เปอร์เซนต์ และช่วงเวลาการขาดแคลนน้ 43.27 เปอร์เซนต์ สำหรับในส่วนของกลุ่มโครงการชลประทานขนาดกลาง - เล็กและสูบน้ำด้วยไฟฟ้าส่วนมากพบว่า มีปริมาณและช่วงเวลาขาดแคลนน้น้อยกว่า 20 เปอร์เซนต์ โดยมีช่วงเวลาขาดแคลนน้คือไม่ขาดแคลนน้จนถึงขาดแคลนน้ 13.55 เปอร์เซนต์และมีปริมาณการขาดแคลนน้ตั้งแต่ไม่ขาดแคลนน้จนถึงขาดแคลนน้ 11.44 เปอร์เซนต์ ยกเว้นกลุ่มโครงการชลประทาน P021 ละ P051 ที่มีปริมาณและช่วงเวลาการขาดแคลนน้มากกว่า 20 เปอร์เซนต์ รายละเอียดการขาดแคลนน้ของโครงการต่างๆ แสดงในตารางที่ 19 และไม่พบการขาดแคลนน้อุปโภคบริโภคและปริมาณน้ำเพื่อสมดุลนิเวศทำอ่างเก็บน้ำแม้งัด แต่มีการขาดแคลนน้อุปโภคบริโภคและปริมาณน้ำเพื่อสมดุลนิเวศทำอ่างเก็บน้ำแมกวงมีช่วงเวลาและปริมาณการขาดแคลนน้มากกว่า 20 เปอร์เซนต์

3. กรณีศึกษาสภาพอนาคตและมีการผันน้ำรายวัน จากอ่างเก็บน้ำแม้งัดไปยังอ่างเก็บน้ำแมกวงโดยคิดความเข้มการเพาะปลูกโครงการแมกวงเต็มศักยภาพการเพาะปลูกคือ 1.40 พบว่า ปริมาณน้ำผันที่เหมาะสมคือทำการผันน้ำในช่วงปลายฤดูฝน ระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน รวมระยะเวลา 4 เดือน โดยผันน้ำในอัตรา 10 ลบ.ม./วินาที คิดเป็นปริมาตร 105.4 ล้าน ลบ.ม./ปี ดังนี้

เดือน	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
อัตราการผันน้ำ (ลบ.ม./วินาที)	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	10.0	10.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0

ในปี พ.ศ.2526 ไม่สามารถผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำแม้งัดมาช่วยได้ เนื่องจากปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำแม้งัดมีปริมาณน้อย โดยเมื่อระดับน้ำลดลงมาถึงระดับกึ่งกลางของระดับเก็บกัก และระดับต่ำสุด (Top Buffer) ก็จะไม่มีการผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำแม้งัดไปยังอ่างเก็บน้ำแมกวงทั้งนี้ เพื่อเก็บน้ำไว้ใช้เฉพาะสำหรับโครงการแม่แฝก-แม้งัด โดยจากการศึกษาพบว่าในปีที่มีการผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำแม้งัดไปยังอ่างเก็บน้ำแมกวง มีผลทำให้การขาดแคลนน้ของโครงการแมกวงลดลง และโครงการ แมกวงสามารถปลูกพืชฤดูแล้งเต็มศักยภาพการเพาะปลูกคือ C.I. = 1.40 โดยพบว่าโครงการแมกวงมีปริมาณการขาดแคลนน้เพียง 8.7 เปอร์เซนต์ และช่วงเวลาการขาดแคลนน้ 12.8 เปอร์เซนต์ ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ยอมรับได้และไม่พบการขาดแคลนน้อุปโภคบริโภคและปริมาณน้ำเพื่อ

สมดุณิเวศทำอย่างเก็บน้ำแม่กวง โดยปริมาณน้ำที่ผันคงที่ในอัตรา 10 ลบ.ม./วินาที ระยะเวลาการผันน้ำ 4 เดือน และจะไม่มีผลกระทบต่อโครงการแม่แฝก-แม้งัดโดยปริมาณน้ำผันรายปีแสดงในตารางที่ 20 รายละเอียดการขาดแคลนน้ำของโครงการต่างๆ ของกรณีการผันน้ำสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 19 สรุปการขาดแคลนน้ำจากผลการศึกษา กรณีศึกษาสภาพอนาคต
(โครงการแม่กว้งฤดูแล้ง C.I. = 1.40)

จุด พิจารณา	โครงการ ชลประทาน	ปริมาณความ ต้องการน้ำ (ล้าน ลบ.ม. ต่อปี)	ปริมาณน้ำ ที่ได้รับ (ล้าน ลบ.ม. ต่อปี)	ปริมาณการขาด แคลนน้ำต่อปริมาณ ความต้องการน้ำ (%)	ช่วงเวลาการขาด แคลนน้ำต่อช่วงเวลา ความต้องการน้ำ (%)
โครงการขนาดใหญ่					
5	แม่แฝก-แม่จัด	169.05	166.22	0.50	0.00
8	แม่แดง	170.16	143.39	14.76	20.50
12	แม่ปิงเก่า	100.33	100.51	0.08	0.00
15	ชลประทานราษฎร์	48.46	48.75	0.52	0.64
18	แม่กว้ง	290.02	185.82	35.34	43.27
รวม		778.03	644.69	16.52	12.88
กลุ่มโครงการขนาดกลาง-เล็ก					
31	P011	25.59	24.86	2.83	1.88
32	P012	5.17	4.85	6.30	2.89
33	P013	4.54	4.09	9.81	2.95
34	P014	11.01	10.92	0.78	0.40
21	P021	30.39	23.43	22.89	28.19
22	P022	0.68	0.68	0.00	0.00
23	P023	0.94	0.94	0.00	0.00
25	P024	0.14	0.14	0.00	0.00
26	P025	1.36	1.36	0.00	0.00
27	P026	1.57	1.57	0.00	0.00
41	P041	8.83	8.60	2.66	1.70
42	P042	3.63	3.63	0.00	0.00
43	P043	3.14	3.14	0.00	0.00
44	P044	4.48	4.26	5.02	2.20
51	P051	10.70	8.18	23.59	13.55
52	P052	40.80	36.13	11.44	22.69
รวม		152.96	136.77	10.58	4.78

ตารางที่ 20 ปริมาณน้ำที่ผันจากอ่างเก็บน้ำแม่งัดไปยังอ่างเก็บน้ำแม่งวง

หน่วย : ล้าน ลบ.ม.

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2517	0.0	0.0	0.0	0.0	26.8	25.9	26.8	25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	105.4
2518	0.0	0.0	0.0	0.0	26.8	25.9	26.8	25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	105.4
2519	0.0	0.0	0.0	0.0	26.8	25.9	26.8	25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	105.4
2520	0.0	0.0	0.0	0.0	26.8	25.9	26.8	25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	105.4
2521	0.0	0.0	0.0	0.0	26.8	25.9	26.8	25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	105.4
2522	0.0	0.0	0.0	0.0	25.9	25.9	26.8	25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	105.4
2523	0.0	0.0	0.0	0.0	26.8	25.9	26.8	25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	105.4
2524	0.0	0.0	0.0	0.0	25.9	25.9	26.8	25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	105.4
2525	0.0	0.0	0.0	0.0	25.9	25.9	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	63.3
2526	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2527	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	25.9	26.8	25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	81.2
2528	0.0	0.0	0.0	0.0	25.1	25.9	26.8	25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	105.4
2529	0.0	0.0	0.0	0.0	25.1	25.9	26.8	25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	105.4
2530	0.0	0.0	0.0	0.0	25.1	25.9	26.8	25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	105.4
2531	0.0	0.0	0.0	0.0	25.9	25.9	26.8	25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	105.4
2532	0.0	0.0	0.0	0.0	25.1	25.9	26.8	25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	104.5
2533	0.0	0.0	0.0	0.0	25.9	25.9	26.8	25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	105.4
2534	0.0	0.0	0.0	0.0	25.9	25.9	26.8	25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	105.4
2535	0.0	0.0	0.0	0.0	26.8	25.9	26.8	25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	105.4
2536	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	25.8	26.8	15.6	0.0	0.0	0.0	0.0	71.1
2537	0.0	0.0	0.0	0.0	25.9	25.9	26.8	25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	105.4
2538	0.0	0.0	0.0	0.0	25.9	25.9	26.8	25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	105.4
2539	0.0	0.0	0.0	0.0	26.8	25.9	26.8	25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	105.4
2540	0.0	0.0	0.0	0.0	26.8	25.9	26.8	25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	105.4
2541	0.0	0.0	0.0	0.0	25.9	25.9	26.8	25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	105.4
2542	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.1	26.8	25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	78.6
เฉลี่ย	0.0	0.0	0.0	0.0	22.3	24.9	25.2	23.5	0.0	0.0	0.0	0.0	96.4

ตารางที่ 21 สรุปการขาดแคลนน้ำจากผลการศึกษา กรณีศึกษาการผันน้ำรายวันจากอ่างเก็บน้ำแม่งัดไปยังอ่างเก็บน้ำแม่กวัง (โครงการแม่กวังฤดูแล้ง C.I. = 1.40)

จุด พิจารณา	โครงการ ชลประทาน	ปริมาณความ ต้องการน้ำ (ล้าน ลบ.ม. ต่อปี)	ปริมาณน้ำ ที่ได้รับ (ล้าน ลบ.ม. ต่อปี)	ปริมาณการขาด แคลนน้ำต่อปริมาณ ความต้องการน้ำ (%)	ช่วงเวลาการขาด แคลนน้ำต่อช่วงเวลา ความต้องการน้ำ (%)
โครงการขนาดใหญ่					
5	แม่แฝก-แม่งัด	169.05	165.31	1.05	0.80
8	แม่แตง	170.16	143.39	14.76	20.50
12	แม่ปิงเก่า	100.33	99.85	0.73	0.50
15	ชลประทานราษฎร์	48.46	48.66	0.69	0.75
18	แม่กวัง	290.02	262.40	8.70	12.82
รวม		778.03	719.62	6.82	7.07
กลุ่มโครงการขนาดกลาง-เล็ก					
31	P011	25.59	24.86	2.83	1.88
32	P012	5.17	4.85	6.30	2.89
33	P013	4.54	4.09	9.81	2.95
34	P014	11.01	10.92	0.78	0.40
21	P021	30.39	23.43	22.89	28.19
22	P022	0.68	0.68	0.00	0.00
23	P023	0.94	0.94	0.00	0.00
25	P024	0.14	0.14	0.00	0.00
26	P025	1.36	1.36	0.00	0.00
27	P026	1.57	1.57	0.00	0.00
41	P041	8.83	8.60	2.66	1.70
42	P042	3.63	3.63	0.00	0.00
43	P043	3.14	3.14	0.00	0.00
44	P044	4.48	4.26	5.02	2.20
51	P051	10.70	8.18	23.59	13.55
52	P052	40.80	36.13	11.44	22.69
รวม		152.96	136.77	10.58	4.78

สรุปและเสนอแนะ

สรุป

การศึกษาการผันน้ำจากเขื่อนแม่งัดสู่เขื่อนแม่วงในครั้งนีครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยต่างๆ ในลุ่มน้ำปิงตอนบนจำนวน 6 ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งประกอบด้วยลุ่มน้ำย่อยแม่น้ำปิงตอนบน น้ำแม่แดง น้ำแม่งัด น้ำแม่ริม น้ำแม่วง และพื้นที่บางส่วนของลุ่มน้ำย่อยแม่น้ำปิงส่วนที่ 2 โดยแหล่งเก็บน้ำหลักของพื้นที่ศึกษาประกอบด้วย อ่างเก็บน้ำแม่งัดสมบูรณ์ชลซึ่งมีความจุเก็บกัก 265 ล้าน ลบ.ม. มีปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย 309 ล้าน ลบ.ม./ปี (พ.ศ. 2517 – 2542) สำหรับพื้นที่ชลประทานท้ายอ่างเก็บน้ำแม่งัดประกอบด้วยพื้นที่ชลประทานของ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่งัด ซึ่งมีพื้นที่ชลประทานในฤดูฝน 58,530 ไร่ และฤดูแล้ง 50,870 ไร่ โครงการแม่ปิงเก่าซึ่งมีพื้นที่ชลประทาน ฤดูฝน 40,450 ไร่ และฤดูแล้ง 10,224 ไร่ และโครงการชลประทานราษฎร์ซึ่งมีพื้นที่ชลประทาน ฤดูฝน 20,200 ไร่ และฤดูแล้ง 5,315 ไร่ นอกจากนี้แล้วระบบลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษายังประกอบด้วยโครงการชลประทานขนาดเล็กซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูกฤดูฝนรวมทั้งสิ้น 109,922 ไร่ จากผลการศึกษาปริมาณความต้องการน้ำชลประทานของโครงการแม่แฝก-แม่งัด โครงการแม่แดง โครงการแม่ปิงเก่า โครงการชลประทานราษฎร์ และโครงการขนาดเล็ก พบว่ามีความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ยเท่ากับ 169.05 170.16 100.33 48.46 และ 152.96 ล้าน ลบ.ม./ปี ตามลำดับ สำหรับในส่วนความต้องการน้ำนอกภาคชลประทานในลุ่มน้ำที่ศึกษาประกอบด้วย ปริมาณน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค 26.69 ล้าน ลบ.ม./ปี และปริมาณน้ำเพื่อรักษาสมดุลนิเวศท้ายอ่างเก็บน้ำมีความต้องการเท่ากับ 59.82 ล้าน ลบ.ม./ปี ซึ่งกำหนดให้เท่ากันทั้งในสภาพปัจจุบันและอนาคต สำหรับอ่างเก็บน้ำแม่วงอุดมธารามีความจุเก็บกัก 263 ล้านลบ.ม. มีปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย 196 ล้าน ลบ.ม./ปี (พ.ศ. 2517 – พ.ศ. 2542) ส่งน้ำให้โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่วง มีพื้นที่ชลประทานด้านท้ายอ่างเก็บน้ำในฤดูฝน 142,300 ไร่ และฤดูแล้ง 17,060 ไร่ มีความต้องการน้ำในปัจจุบัน (ความเข้มการเพาะปลูก 1.12) เท่ากับ 215.25 ล้าน ลบ.ม./ปี และความต้องการน้ำในอนาคต (ความเข้มการเพาะปลูก 1.40) เท่ากับ 290.02 ล้าน ลบ.ม./ปี นอกจากนั้นแล้วในสภาพอนาคตจำเป็นต้องจัดส่งน้ำ เพื่อความต้องการน้ำนอกภาคชลประทานซึ่งประกอบด้วยปริมาณน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค 13.30 ล้าน ลบ.ม./ปี และปริมาณน้ำเพื่อรักษาสมดุลนิเวศท้ายอ่างเก็บน้ำเท่ากับ 0.4 ลบ.ม./วินาที

เนื่องจากปริมาณน้ำทำรายวันที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ในพื้นที่ศึกษาประกอบด้วย ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำแม่งัดซึ่งมีการจดบันทึกปริมาณน้ำทำที่สถานีวัดน้ำท่า P.28 ในระหว่างปี พ.ศ. 2517 – พ.ศ. 2522 และที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่วงซึ่งมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำจากการ จดบันทึกปริมาณน้ำทำที่สถานีวัดน้ำท่า P.34 ในระหว่างปี พ.ศ. 2517 – พ.ศ. 2525 ซึ่งปริมาณน้ำทำรายวัน

ดังกล่าวได้นำมาใช้เป็นสถานีวัดน้ำท่าดัชนีในการประเมินปริมาณน้ำท่ารายวันที่จุดพิจารณาต่างๆ ในการศึกษาสมมูลน้ำกำหนดช่วงเวลาที่ศึกษาคือ พ.ศ. 2517 – พ.ศ. 2542 เป็นเวลา 26 ปี ดังนั้นจึงทำการขยายข้อมูลน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำทั้งสองอ่างเก็บน้ำในช่วงที่ข้อมูลหายไป ในการประเมินปริมาณน้ำท่ารายวัน กระทำได้โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง NAM โดยทำการประเมินปริมาณการไหลรายวันที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำแม่งัดและอ่างเก็บน้ำแม่กวรวรวมทั้งตามจุดพิจารณาต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา โดยการประเมินน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำแม่งัดในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2523 – พ.ศ. 2527 และอ่างเก็บน้ำแม่กวรวในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2526 – พ.ศ. 2535 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ข้อมูลขาดหายไป โดยการประเมินน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำแม่งัดที่สถานีวัดน้ำท่า P.28 และอ่างเก็บน้ำแม่กวรวที่สถานีวัดน้ำท่า P.34 นั้นข้อมูลด้านเข้าของแบบจำลอง NAM ประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณฝนรายวัน ปริมาณการระเหยรายวัน พารามิเตอร์ต่างๆ ของแบบจำลอง และเงื่อนไขเริ่มต้น ซึ่งจากข้อมูลการประเมินปริมาณน้ำท่ารายวันที่ได้จากแบบจำลอง NAM ได้นำมาใช้ประเมินปริมาณน้ำท่าบริเวณจุดพิจารณาต่างๆ ผลการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองพบว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการประยุกต์แบบจำลอง NAM และที่ได้จากการจดบันทึกใกล้เคียงกันโดยในกรณีของสถานีวัดน้ำท่า P.28 ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.861 และความแตกต่างของปริมาณการไหลสะสมระหว่างค่าที่ได้จากการคำนวณและค่าที่ได้จากการตรวจวัดมีค่าเท่ากับ 8.23 เปอร์เซ็นต์ และในกรณีของสถานีวัดน้ำท่า P.34 ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.749 และความแตกต่างของปริมาณการไหลสะสมระหว่างค่าที่ได้จากการคำนวณและค่าที่ได้จากการตรวจวัดมีค่าเท่ากับ 0.61 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นค่าของพารามิเตอร์และค่าเงื่อนไขเริ่มต้นต่างๆ ของแบบจำลอง NAM มีความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อการประเมินน้ำท่ารายวันในส่วนของข้อมูลที่หายไป เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาสมมูลน้ำ

การศึกษาสมมูลน้ำรายวันสภาพปัจจุบันและอนาคตของระบบลุ่มน้ำย่อยทั้ง 6 ลุ่มน้ำดังกล่าวข้างต้นกระทำโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง HEC-5 การศึกษาสมมูลน้ำกำหนดช่วงเวลาที่ศึกษาคือ พ.ศ. 2517 – พ.ศ. 2542 เป็นเวลา 26 ปี ผลการศึกษาสภาพปัจจุบันพบว่าโครงการแม่แฝก-แม่งัด โครงการแม่ปิงเก่า โครงการชลประทานราษฎร์ และโครงการแม่กวรว มีปริมาณและช่วงเวลากขาดแคลนน้ำน้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้โดยโครงการแม่แฝก-แม่งัดและโครงการชลประทานราษฎร์ มีปริมาณและช่วงเวลากขาดแคลนน้ำไม่ถึง 1 เปอร์เซ็นต์ ส่วนโครงการแม่กวรวมีช่วงเวลากขาดแคลนน้ำ 17.63 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณการขาดแคลนน้ำ 13.06 เปอร์เซ็นต์ และสำหรับโครงการแม่แตงพบว่ามีช่วงเวลากขาดแคลนน้ำประมาณ 20.5 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณการขาดแคลนน้ำ 14.76 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในส่วนของกลุ่มโครงการชลประทานขนาดกลาง-เล็กและสูบน้ำด้วยไฟฟ้าส่วนมากพบว่าปริมาณและช่วงเวลาที่ขาดแคลนน้ำน้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ สำหรับ ผลการศึกษาสมมูลน้ำสภาพอนาคตเมื่อพิจารณาความเข้มการเพาะปลูกโครงการแม่กวรวเต็มศักยภาพพื้นที่ในอนาคตคือ 1.40

โดยพื้นที่เพาะปลูกฤดูฝนเท่าเดิม และฤดูแล้ง 57,920 ไร่ และมีปริมาณน้ำเพื่อความต้องการน้ำนอกภาคชลประทานประกอบด้วยปริมาณน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค 13.30 ล้าน ลบ.ม./ปี และปริมาณน้ำเพื่อรักษาสมดุลนิเวศทำอ่างเก็บน้ำมีปริมาณความต้องการเท่ากับ 12.61 ล้าน ลบ.ม./ปี ผลการศึกษาพบว่าโครงการชลประทานแม่กวงมีปริมาณการขาดแคลนนํ้า 35.34 เปอร์เซนต์และช่วงเวลาการขาดแคลนนํ้า 43.27 เปอร์เซนต์ ในขณะที่ผลการศึกษาสมดุลน้ำสำหรับโครงการชลประทานอื่นๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากไม่มีระบบแหล่งน้ำสัมพันธ์กับระบบแหล่งน้ำของกลุ่มน้ำย่อยแม่กวง ด้วยเหตุผลการขาดแคลนนํ้าในกลุ่มน้ำแม่กวงจึงต้องมีการเพิ่มปริมาณน้ำต้นทุนโดยการผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำแม่จัดไปยังอ่างเก็บน้ำแม่กวง

ผลการศึกษาการผันน้ำรายวันที่เหมาะสมจากอ่างเก็บน้ำแม่จัดสู่อ่างเก็บน้ำแม่กวงควรทำในช่วงปลายฤดูฝนเป็นระยะเวลา 4 เดือน คือระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน โดยการผันน้ำในอัตราวันละ 10 ลบ.ม./วินาที คิดเป็นปริมาตร 105.4 ล้าน ลบ.ม./ปี ผลจากการผันน้ำสามารถเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกฤดูแล้งของโครงการแม่กวงจาก 17,060 ไร่ เป็น 57,920 ไร่ เต็มศักยภาพการเพาะปลูกที่กรมชลประทานได้กำหนดไว้ในสภาพอนาคต โดยมีปริมาณการขาดแคลนนํ้าเพียง 8.7 เปอร์เซนต์ และช่วงเวลาการขาดแคลนนํ้า 12.8 เปอร์เซนต์ ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ยอมรับได้โดยไม่เกิดผลกระทบต่อสภาพการใช้น้ำโดยรวมของระบบกลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษา

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้มีการประเมินปริมาณน้ำทำรายวันที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำแม่จัดซึ่งขาดหายไปในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2523 – 2527 และอ่างเก็บน้ำแม่กวงในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2526 – 2535 โดยใช้แบบจำลอง NAM ซึ่งไม่ใช่เป็นข้อมูลที่ได้จากการวัดจริง อาจจะทำให้การประยุกต์ใช้แบบจำลองในการประเมินปริมาณน้ำทำรายวันอื่นๆ เช่น แบบจำลอง SSARR, SCS เป็นต้น เพื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำทำที่ได้จากแบบจำลอง NAM
2. ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้อ่างเก็บน้ำแม่จัด และอ่างเก็บน้ำแม่กวงเป็นสถานีดัชนีเพื่อนำมาประเมินปริมาณน้ำทำรายวันสำหรับจุดพิจารณาต่างๆ เพื่อให้ได้มีการเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำทำรายวันสำหรับจุดพิจารณาต่างๆ จึงเสนอให้มีการเปลี่ยนสถานีดัชนีเป็นสถานี P.20, PN.22 หรือสถานีวัดน้ำท่าใดๆ ที่มีความสมบูรณ์มากที่สุด

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กฤษณ์ สุกิตย์. 2545. การปรับปรุงแบบจำลอง HEC-5 เพื่อการคำนวณการไหลแบบไม่คงตัว และกำหนดพื้นที่เป้าหมายเพาะปลูกพืชฤดูแล้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- กรมชลประทาน. 2544 การศึกษาความเหมาะสมและการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการเพิ่มปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุตสาหกรรม จังหวัดเชียงใหม่. กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.
- _____ 2540 การศึกษาความเหมาะสมและการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการบรรเทาอุทกภัยและการขาดแคลนน้ำ ลุ่มน้ำปิงตอนบน. กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.
- _____ 2539 ข. เอกสารทางวิชาการ การวัดการรั่วซึมบนแปลงเพาะปลูก. กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.
- _____ และ บริษัทที่ปรึกษาเอเคอร์. 2525. ความสัมพันธ์ระหว่างดินน้ำและพืช, น. 1 – 28. ใน เอกสารประกอบการบรรยายทางวิชาการในการอบรมเฉพาะกิจ เรื่องการจัดสรรน้ำในระดับแปลงนา, 22 – 23 กันยายน 2525. กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.
- ฉลอง เกิดพิทักษ์. 2538. การจัดการน้ำในลุ่มน้ำของประเทศไทย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- _____ และ ชัยวัฒน์ ขยันการนาวิ. 2523. การคำนวณปริมาณน้ำสำหรับการปลูกข้าวในระดับโชนและการคำนวณความจุของคลองซอย. กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.
- ดิเรก ทองอร่าม. 2524. การประเมินหาเกณฑ์การใช้น้ำของข้าวในประเทศไทย. กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.
- นิรุติ์ เจริญสุรวงษ์. 2528. การศึกษาการใช้น้ำในลุ่มน้ำเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์. 2545. เอกสารประกอบวิชาการจำลองสถานะน้ำท่วม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศุภชัย กฤตสุทธาชีวะ. 2540. การหาประสิทธิภาพการชลประทานของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แตง. รายงานของวิชา Management of Water Resources Development Project. ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Acres International Limited. 1979. **Chao Phraya-Meklong Basin Study. Phase I-Appendix C : Agricultural Water Use Including Flow Monitoring.** Nigara Falls, Canada.

Chaiyasing, S. 1997. **Determination of the rule curves of the Sirikit dam for hydropower,** M.S. thesis, AIT, Bangkok.

Danish Hydraulic Institute (DHI). 1990. **NAM Documentation and User's Guide.**

Poomthaisong, A. 1997. **Flood control investigation of the upper Nan river Yot and Yao tributaries.** AIT Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.

Schwab, G.O. and R.K. Frevert.. 1985. **Elementary Soil and Water Engineering.** John Wiley and Sons, Singapore.

US Army Corps of Engineers. 1990. **HEC-5 Simulation of Flood Control and Conservation Systems.** Davis, California.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ความต้องการน้ำชลประทานรายเดือน

ตารางผนวกที่ 1 แสดงความต้องการน้ำชลประทานรายเดือนโครงการแม่แฝก-แม่จัด กรณีปัจจุบัน

หน่วย : ล้าน ลบ.ม.

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2517	16.2	3.2	3.9	13.9	4.9	6.3	22.1	2.7	4.1	13.5	28.3	33.1	152.2
2518	17.5	4.2	4.3	6.5	10.6	11.0	17.4	4.6	4.1	18.5	28.6	32.3	159.5
2519	17.0	4.2	4.9	18.8	10.8	11.9	11.3	7.7	3.6	16.7	29.7	32.1	168.8
2520	9.1	3.8	5.0	14.8	7.3	5.2	11.1	7.8	2.4	15.9	26.4	32.5	141.2
2521	17.9	4.2	4.4	6.0	13.1	11.9	23.5	9.7	4.6	18.5	27.9	32.2	173.7
2522	15.3	3.0	4.0	20.4	14.0	15.6	20.1	10.0	4.7	18.5	28.8	29.4	183.7
2523	16.9	4.6	2.9	8.7	11.7	14.7	20.0	8.1	4.1	18.5	29.7	32.7	172.5
2524	14.0	3.1	3.3	5.2	5.6	19.4	25.8	4.6	4.0	18.0	28.7	33.2	164.9
2525	13.3	3.9	4.2	19.9	18.3	5.5	21.4	9.2	4.7	18.3	28.7	33.2	180.5
2526	17.6	5.2	3.4	12.8	8.9	11.6	17.2	4.0	3.8	18.5	28.4	33.1	164.4
2527	16.3	4.3	3.5	18.8	12.3	18.4	8.1	9.8	4.7	18.5	29.7	33.2	177.6
2528	15.0	4.6	3.0	16.2	16.2	18.1	21.8	6.6	4.7	18.5	28.7	33.2	186.5
2529	13.4	3.5	4.1	6.7	14.1	19.6	16.1	5.0	3.8	17.0	26.4	30.8	160.4
2530	15.6	4.5	4.2	16.6	14.9	11.7	28.9	4.8	4.7	18.5	28.4	33.1	185.5
2531	10.3	2.9	2.8	13.7	12.8	12.2	11.1	7.2	4.6	18.5	29.7	30.5	156.3
2532	17.8	3.4	3.6	8.5	12.5	9.1	15.7	9.2	4.7	18.5	27.4	30.5	160.8
2533	17.8	1.7	3.9	17.4	18.5	13.2	21.1	6.1	4.7	18.4	28.6	32.8	184.0
2534	15.9	5.1	3.6	15.5	4.6	18.0	17.9	8.2	4.6	18.5	27.9	32.9	172.8
2535	18.0	6.2	4.7	10.0	10.1	5.6	22.5	8.6	3.0	18.5	29.7	32.9	169.8
2536	16.3	4.1	3.9	13.3	18.0	11.6	18.4	8.1	4.7	18.5	28.7	25.3	170.7
2537	15.3	3.4	1.9	11.0	8.4	7.4	20.3	9.8	4.3	18.5	28.7	33.1	161.9
2538	10.9	3.3	4.1	7.7	1.7	9.7	20.9	7.5	4.7	18.5	23.9	30.0	142.9
2539	13.8	4.5	3.0	15.6	12.1	8.8	13.4	5.2	4.7	18.5	29.7	32.7	162.0
2540	16.2	5.5	6.1	14.5	14.8	21.2	17.3	9.5	4.7	17.9	28.4	30.0	185.9
2541	17.2	3.4	4.9	19.0	9.2	25.7	31.0	9.5	4.7	17.3	26.7	31.4	199.9
2542	15.7	2.9	4.3	13.1	9.5	12.0	18.9	6.0	4.7	18.5	26.3	24.9	156.7
เฉลี่ย	15.4	3.9	3.9	13.2	11.3	12.9	19.0	7.3	4.3	18.0	28.2	31.6	169.0

ตารางผนวกที่ 2 แสดงความต้องการน้ำชลประทานรายเดือนโครงการแม่แตง กรณีปัจจุบัน

หน่วย : ล้าน ลบ.ม.

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2517	4.8	2.2	14.1	26.6	17.9	7.6	30.8	4.9	4.3	7.7	16.3	15.7	152.9
2518	6.5	2.1	8.4	7.9	14.8	22.7	22.0	11.6	4.0	10.5	16.2	13.7	140.3
2519	6.2	2.5	17.4	30.3	23.5	26.9	15.3	16.6	4.0	9.3	16.9	13.7	182.5
2520	3.7	2.4	16.1	20.8	12.0	10.5	15.3	16.8	3.0	8.3	14.6	15.0	138.6
2521	7.0	2.5	11.8	9.9	27.1	21.8	28.0	19.8	4.5	10.5	16.3	15.3	174.5
2522	6.1	1.5	12.6	23.4	29.7	15.0	29.6	20.2	4.6	10.5	16.4	13.8	183.3
2523	5.9	2.8	8.1	18.4	20.1	27.0	28.3	16.8	4.0	10.5	17.0	15.4	174.4
2524	5.9	1.5	15.1	10.3	13.8	26.0	38.1	8.9	3.9	10.4	16.4	15.5	165.7
2525	4.8	2.0	15.9	31.7	30.3	3.7	32.1	15.5	4.6	10.5	16.4	15.7	183.0
2526	6.8	2.5	14.5	22.3	7.6	10.3	22.9	8.0	3.9	10.5	15.9	15.5	140.7
2527	5.5	2.3	13.7	26.2	24.3	27.5	17.5	20.1	4.6	10.1	17.0	15.7	184.5
2528	6.0	2.2	8.7	24.0	32.3	27.1	27.4	10.3	4.4	10.4	16.0	15.6	184.4
2529	5.9	2.0	14.1	18.5	32.0	20.6	23.5	15.1	3.4	9.3	15.9	14.5	174.8
2530	5.7	3.0	12.3	29.9	15.2	10.6	43.0	9.3	4.6	10.5	16.4	15.1	175.7
2531	3.9	1.6	14.1	25.1	18.7	28.2	21.2	14.7	4.5	10.5	17.0	15.4	175.1
2532	6.9	1.7	14.0	18.3	20.2	22.8	15.7	18.2	4.5	10.5	15.7	14.7	163.1
2533	6.4	1.1	14.5	29.8	31.1	16.9	28.9	13.6	4.5	10.2	16.4	15.1	188.4
2534	5.6	2.4	13.2	25.8	9.4	28.7	18.8	16.0	4.5	10.5	14.9	15.3	165.1
2535	6.8	3.4	15.9	17.0	14.1	9.4	32.0	18.8	3.3	10.5	17.0	15.5	163.8
2536	6.3	2.4	14.4	26.1	33.0	10.2	25.2	19.0	4.6	10.5	16.4	12.4	180.4
2537	6.2	1.9	8.8	28.7	12.7	12.1	31.8	18.2	3.2	10.5	16.4	15.2	165.8
2538	4.9	2.0	12.5	12.3	0.7	16.7	32.8	15.1	4.6	10.5	13.1	14.9	140.2
2539	5.3	2.2	10.0	27.0	20.8	14.2	21.5	12.0	4.6	10.5	17.0	15.2	160.3
2540	5.3	3.0	17.0	22.4	24.6	25.5	25.7	19.1	4.6	10.0	16.2	15.1	188.6
2541	6.6	2.2	13.6	27.5	21.5	37.2	45.5	18.4	4.5	9.0	14.3	12.9	213.2
2542	4.7	1.1	14.2	29.5	17.4	15.3	27.9	13.7	4.6	10.3	14.6	12.1	165.3
เฉลี่ย	5.8	2.2	13.3	22.7	20.2	19.0	27.0	15.0	4.2	10.1	16.0	14.8	170.2

ตารางผนวกที่ 3 แสดงความต้องการน้ำชลประทานรายเดือนโครงการแม่ปิงเก่า กรณีปัจจุบัน

หน่วย : ล้าน ลบ.ม.

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2517	8.2	2.6	4.0	7.1	5.4	4.3	7.3	2.7	5.2	8.2	16.3	19.8	91.0
2518	12.9	3.4	2.4	2.0	6.0	6.1	6.1	4.2	4.7	11.9	15.4	17.2	92.2
2519	10.3	4.5	5.2	6.1	5.8	8.1	5.4	6.0	5.0	10.5	16.9	19.1	102.9
2520	8.4	4.6	5.7	4.7	3.9	5.5	5.3	6.0	3.6	8.4	14.0	19.3	89.4
2521	13.2	4.9	2.7	1.4	5.8	3.9	8.2	6.7	5.7	11.9	16.4	19.8	100.6
2522	11.6	3.6	3.7	2.8	6.8	6.3	8.6	6.9	5.7	11.9	16.4	18.3	102.6
2523	11.7	5.9	1.4	3.4	5.5	6.2	8.5	5.7	4.7	11.9	17.0	19.2	101.0
2524	10.8	2.7	3.3	4.6	4.8	6.9	5.6	3.0	4.5	11.9	16.4	19.5	93.9
2525	11.1	2.8	3.4	5.9	6.7	4.6	7.2	6.3	5.7	11.9	16.4	19.8	101.8
2526	12.9	4.3	4.1	5.3	4.7	4.7	7.1	3.4	5.2	11.9	15.9	19.8	99.4
2527	9.6	3.3	3.5	4.5	6.4	6.1	6.0	6.9	5.5	11.5	17.0	19.8	100.0
2528	11.0	4.0	4.7	5.4	9.3	5.5	8.6	2.7	5.7	11.9	15.5	19.5	103.6
2529	11.6	5.2	3.9	3.5	7.4	6.5	2.4	5.6	5.6	11.7	16.3	18.6	98.2
2530	10.7	6.7	3.5	8.5	4.8	3.7	10.9	3.0	5.7	11.9	16.4	19.4	105.3
2531	10.2	2.6	4.2	6.2	5.6	5.6	7.3	4.9	5.7	11.9	17.0	19.7	100.7
2532	13.7	2.7	4.5	6.0	6.2	7.7	4.1	5.9	5.7	11.8	16.0	18.8	103.1
2533	12.2	1.8	3.9	8.0	7.4	5.4	8.0	5.1	5.7	11.8	16.4	19.8	105.7
2534	12.4	6.1	3.8	9.0	5.2	4.8	4.4	5.4	5.7	11.9	14.9	19.5	103.1
2535	12.9	7.7	5.1	4.5	4.7	4.5	6.4	6.7	4.1	11.9	17.0	19.7	105.2
2536	13.0	4.9	5.7	6.6	8.6	4.5	6.6	6.5	5.7	11.9	16.4	17.3	107.6
2537	8.8	3.5	2.8	7.3	4.5	4.4	6.9	6.0	4.3	11.9	16.4	19.4	96.1
2538	13.1	5.6	2.0	3.2	4.4	9.9	10.7	5.0	5.7	11.9	13.9	19.8	105.2
2539	10.1	5.7	2.1	6.9	6.6	7.4	8.7	4.2	5.7	11.9	17.0	19.6	105.8
2540	8.8	5.7	6.8	5.0	6.1	4.5	8.1	6.6	5.7	11.0	16.1	19.8	104.2
2541	13.0	4.0	4.1	6.1	2.6	8.2	9.9	5.5	5.6	11.6	14.2	14.8	99.6
2542	9.9	2.0	2.9	7.5	4.0	5.3	6.7	4.2	5.7	11.9	15.7	15.0	90.8
เฉลี่ย	11.2	4.3	3.8	5.4	5.7	5.8	7.1	5.2	5.3	11.5	16.1	18.9	100.3

ตารางผนวกที่ 4 แสดงความต้องการน้ำชลประทานรายเดือนโครงการชลประทานราษฎร์
กรณีปัจจุบัน

หน่วย : ล้าน ลบ.ม.

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2517	4.4	0.9	1.7	4.4	5.1	1.6	5.1	1.2	1.6	2.7	5.2	6.6	40.5
2518	4.7	1.6	1.4	1.9	4.7	3.5	4.1	2.0	1.4	3.8	5.2	6.4	40.7
2519	4.0	1.7	2.1	5.2	5.6	5.7	8.1	3.6	1.4	3.4	5.4	6.5	52.6
2520	4.6	1.6	2.3	4.9	2.4	3.6	4.2	3.3	1.1	3.1	4.8	6.5	42.3
2521	4.5	1.6	1.7	2.1	4.2	2.0	5.8	3.6	1.8	3.7	5.2	6.6	42.8
2522	3.3	1.5	1.6	4.1	3.4	5.0	7.1	3.7	1.8	3.8	5.2	6.2	46.6
2523	4.3	1.8	1.4	2.4	6.9	5.0	4.8	2.1	1.4	3.8	5.4	6.5	45.8
2524	3.2	1.5	1.5	2.8	1.2	7.5	1.5	1.9	0.6	3.8	5.2	6.6	37.2
2525	3.4	1.5	1.7	4.8	5.7	3.4	9.0	3.6	1.8	3.8	5.2	6.6	50.5
2526	3.9	2.1	1.9	5.7	5.3	5.1	5.4	2.4	1.4	3.8	5.2	6.6	48.8
2527	4.5	1.4	1.9	6.9	4.9	5.0	4.0	3.7	1.8	3.8	5.4	6.6	49.9
2528	3.9	2.1	1.6	4.3	6.8	5.9	7.1	2.5	1.8	3.8	5.2	6.6	51.5
2529	3.6	1.7	2.0	5.4	5.9	5.1	6.0	2.2	1.6	3.7	5.2	6.4	48.7
2530	4.0	1.9	2.2	7.6	5.2	6.4	8.2	3.0	1.8	3.8	5.2	6.6	55.8
2531	3.8	1.0	1.8	6.0	6.3	6.9	5.5	2.3	1.8	3.8	5.4	6.4	51.0
2532	4.5	1.5	1.8	4.1	4.6	5.2	4.3	3.1	1.8	3.8	5.1	6.5	46.2
2533	4.7	0.8	1.9	6.8	8.3	6.5	6.0	2.6	1.8	3.7	5.2	6.6	54.9
2534	4.7	2.4	0.9	6.2	4.8	3.7	5.8	3.5	1.8	3.8	5.2	6.6	49.3
2535	4.6	2.6	1.8	4.6	6.5	2.0	8.0	3.6	1.3	3.8	5.4	6.6	50.7
2536	4.8	2.4	2.3	6.5	9.1	6.5	7.7	3.6	1.8	3.8	5.2	5.3	58.9
2537	4.8	2.1	1.5	7.0	5.4	6.6	6.0	3.5	1.6	3.8	5.2	6.6	54.1
2538	4.7	1.5	1.9	5.4	2.6	6.5	7.4	3.1	1.8	3.8	4.6	6.6	49.8
2539	3.5	2.1	2.1	7.0	5.7	6.3	6.9	2.6	1.8	3.8	5.4	6.6	53.6
2540	4.4	2.1	2.2	3.8	5.0	5.3	7.0	3.6	1.8	3.7	5.2	6.6	50.6
2541	4.2	1.1	1.3	5.9	3.5	7.3	6.9	3.0	1.6	3.5	4.5	5.6	48.2
2542	3.3	0.7	0.8	5.8	2.0	4.1	5.2	2.1	1.8	3.8	4.5	5.1	39.0
เฉลี่ย	4.2	1.7	1.7	5.1	5.0	5.1	6.0	2.9	1.6	3.7	5.2	6.4	48.5

ตารางผนวกที่ 5 แสดงความต้องการน้ำชลประทานรายเดือนโครงการชลประทานแม่กาง

กรณีปัจจุบัน (ฤดูแล้ง C.I. = 1.12)

หน่วย : ล้าน ลบ.ม.

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2517	11.8	2.3	8.7	34.3	27.7	7.4	35.3	5.1	4.0	7.0	15.6	18.4	177.4
2518	12.4	4.8	7.5	15.3	25.6	19.1	26.3	9.6	3.7	10.6	15.6	17.8	168.2
2519	12.2	4.2	9.6	41.3	29.5	27.0	41.4	18.3	3.9	9.3	15.8	15.7	228.2
2520	7.6	2.8	10.4	30.9	14.3	12.5	34.5	18.4	2.0	7.7	13.5	17.6	172.2
2521	12.1	3.6	7.7	15.0	13.6	12.9	44.6	16.5	4.4	10.4	14.4	18.3	173.4
2522	9.3	2.6	8.7	45.4	27.1	35.8	47.9	21.0	4.6	10.6	15.8	15.7	244.5
2523	11.1	2.9	4.0	20.8	29.9	31.2	41.6	14.9	3.7	10.6	16.3	17.1	204.0
2524	9.3	2.6	5.0	22.3	24.6	44.4	19.9	13.9	4.3	10.6	15.7	18.4	191.1
2525	9.0	3.5	7.6	43.4	42.2	12.5	50.3	20.4	4.6	10.6	15.7	18.4	238.1
2526	11.2	5.6	8.0	30.8	30.5	24.1	35.0	12.8	3.7	10.6	15.2	18.3	205.7
2527	11.9	4.1	9.0	46.4	36.1	36.1	24.1	20.7	4.6	10.5	16.3	18.3	238.0
2528	10.0	4.3	7.7	33.2	42.3	45.4	45.9	13.6	4.4	10.6	15.7	18.4	251.6
2529	9.7	3.9	8.4	21.5	30.1	39.6	41.8	11.5	4.4	10.3	15.0	16.8	212.9
2530	9.6	4.1	8.1	43.0	26.8	18.1	54.6	12.1	4.6	10.6	15.5	18.3	225.3
2531	8.3	3.4	5.9	37.0	36.8	24.3	33.8	15.8	4.6	10.5	16.3	17.6	214.3
2532	12.9	2.3	6.9	23.3	26.7	22.4	36.2	21.0	4.5	10.5	15.6	16.5	198.8
2533	11.7	1.0	8.7	40.1	35.5	30.5	46.9	13.6	4.6	10.6	15.7	18.4	237.2
2534	12.3	7.1	5.5	43.1	12.3	24.1	38.1	11.7	4.6	10.6	15.3	18.3	202.7
2535	12.4	7.6	9.7	25.0	28.2	9.1	39.5	21.0	4.6	10.6	16.3	18.4	202.3
2536	11.8	5.6	8.6	44.3	45.2	27.9	44.5	19.0	4.6	10.6	15.7	14.2	252.0
2537	10.2	3.7	5.7	39.6	18.8	39.6	43.3	20.3	3.7	10.6	15.7	18.4	229.5
2538	9.6	3.8	8.6	30.7	1.4	49.6	47.5	18.8	3.8	10.6	14.3	17.8	216.2
2539	10.1	5.9	7.0	45.7	28.6	30.7	44.2	12.7	4.6	10.6	16.3	18.4	234.5
2540	11.6	5.4	10.2	24.1	35.5	30.0	49.7	21.0	4.6	9.9	15.5	18.2	235.9
2541	11.3	3.3	6.5	43.9	31.9	47.2	61.5	17.2	4.6	9.5	13.2	15.0	265.1
2542	9.4	2.2	5.9	36.5	7.6	25.6	36.1	11.1	4.6	10.6	14.7	13.6	177.8
เฉลี่ย	10.7	3.9	7.7	33.7	27.3	28.0	40.9	15.8	4.2	10.2	15.4	17.4	215.3

ตารางผนวกที่ 6 แสดงความต้องการน้ำชลประทานรายเดือนโครงการชลประทานแม่กวาง
กรณีอนาคต (ฤดูแล้ง C.I. = 1.40)

หน่วย : ล้าน ลบ.ม.

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2517	20.8	2.3	8.5	34.0	27.7	7.4	35.3	5.1	6.3	17.6	40.7	44.6	250.1
2518	21.7	4.8	7.4	15.1	25.6	19.1	26.3	9.6	6.3	25.9	40.6	43.0	245.3
2519	21.8	4.2	9.5	41.1	29.5	27.0	41.4	18.3	6.0	23.0	41.2	38.3	301.0
2520	12.3	2.8	10.3	30.7	14.3	12.5	34.5	18.4	2.6	19.2	35.4	42.7	235.7
2521	20.9	3.6	7.5	14.9	13.6	12.9	44.6	16.5	7.3	25.4	37.7	44.4	249.4
2522	16.8	2.6	8.5	45.2	27.1	35.8	47.9	21.0	7.5	25.9	41.0	38.1	317.4
2523	19.4	2.9	3.9	20.6	29.9	31.2	41.6	14.9	6.3	25.9	42.4	41.5	280.4
2524	16.7	2.6	4.9	22.2	24.6	44.4	19.9	13.9	7.2	25.9	41.0	44.7	267.8
2525	15.1	3.5	7.4	43.2	42.2	12.5	50.3	20.4	7.5	25.9	41.0	44.7	313.5
2526	19.0	5.6	7.9	30.6	30.5	24.1	35.0	12.8	5.8	25.9	39.6	44.4	281.0
2527	20.7	4.1	8.8	46.1	36.1	36.1	24.1	20.7	7.5	25.7	42.4	44.5	316.7
2528	17.7	4.3	7.5	33.0	42.3	45.4	45.9	13.6	7.3	25.9	41.0	44.7	328.7
2529	16.0	3.9	8.3	21.3	30.1	39.6	41.8	11.5	7.1	25.3	39.2	41.0	285.0
2530	18.0	4.1	8.0	42.7	26.8	18.1	54.6	12.1	7.5	25.9	40.3	44.4	302.3
2531	14.4	3.4	5.8	36.8	36.7	24.3	33.8	15.8	7.5	25.8	42.4	42.9	289.5
2532	22.6	2.3	6.8	23.2	26.7	22.4	36.2	21.0	7.5	25.6	40.6	40.1	274.9
2533	20.6	1.0	8.5	39.9	35.5	30.5	46.9	13.6	7.5	25.9	41.0	44.7	315.4
2534	21.5	7.1	5.4	42.8	12.2	24.1	38.1	11.7	7.5	25.9	39.8	44.2	280.1
2535	21.8	7.6	9.5	24.8	28.1	9.1	39.5	21.0	7.5	25.9	42.4	44.7	282.0
2536	20.8	5.6	8.5	44.1	45.2	27.9	44.5	19.0	7.5	25.9	41.0	35.2	325.0
2537	18.5	3.7	5.6	39.3	18.8	39.6	43.3	20.3	6.6	25.9	41.0	44.7	307.2
2538	16.3	3.8	8.4	30.4	1.4	49.6	47.5	18.8	6.7	25.9	37.3	43.2	289.2
2539	18.0	5.9	6.9	45.4	28.6	30.7	44.2	12.7	7.5	25.9	42.4	44.6	312.6
2540	20.5	5.4	10.1	23.9	35.5	30.0	49.7	21.0	7.5	24.2	40.3	44.3	312.5
2541	19.5	3.3	6.4	43.7	31.9	47.2	61.5	17.2	7.5	23.2	34.7	36.5	332.5
2542	15.8	2.2	5.8	36.3	7.6	25.6	36.1	11.1	7.5	25.8	38.4	33.4	245.6
เฉลี่ย	18.7	3.9	7.5	33.5	27.2	28.0	40.9	15.8	6.9	25.0	40.2	42.3	290.0

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์ความขาดแคลนน้ำ

ตารางผนวกที่ 7 แสดงความขาดแคลนน้ำชลประทานรายเดือน โครงการแม่แฝก-แม่จัด
กรณีปัจจุบัน

หน่วย : ล้าน ลบ.ม.

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2517	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3	1.9	0.0	2.2
2518	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.2	3.7
2519	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2
2520	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2521	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	1.8
2522	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2523	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	1.6
2524	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	1.2
2525	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2526	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2527	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.6	0.0	1.2
2528	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	0.0	5.2
2529	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
2530	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
2531	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
2532	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
2533	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
2534	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
2535	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
2536	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
2537	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
2538	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.4
2539	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.7
2540	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2541	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2542	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
เฉลี่ย	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3	0.4	0.0	0.8

ตารางผนวกที่ 8 แสดงความขาดแคลนน้ำชลประทานรายเดือน โครงการแม่แตง กรณีปัจจุบัน

หน่วย : ล้าน ลบ.ม.

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2517	0.0	0.0	0.0	17.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	24.7
2518	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
2519	0.0	0.0	2.5	20.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	12.2	45.9
2520	0.0	0.0	6.9	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	11.6	36.8
2521	5.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	12.3	24.4
2522	0.2	0.0	0.0	13.2	4.0	0.0	4.2	5.5	0.0	0.0	10.9	10.9	48.8
2523	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	7.3	11.0
2524	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	7.4	10.8
2525	0.8	0.0	0.1	12.6	13.3	1.2	2.5	2.7	0.0	0.0	8.1	10.3	51.7
2526	1.0	0.0	0.1	8.4	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	8.4	23.0
2527	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	5.9	7.0
2528	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
2529	0.0	0.0	0.6	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	8.4	18.6
2530	3.3	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6	9.3	22.6
2531	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	10.5	11.0	22.9
2532	3.8	0.0	0.7	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	11.9	22.4
2533	5.4	0.0	3.0	11.3	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	10.5	14.8	48.3
2534	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	11.2	15.2
2535	4.5	0.7	1.5	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	10.9	33.1
2536	1.7	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.3	8.2	22.5
2537	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	5.5
2538	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	7.9
2539	0.8	0.0	0.0	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	5.2	22.3
2540	1.1	0.0	9.8	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.9	12.9	45.4
2541	5.9	0.0	2.1	6.2	0.0	2.0	13.6	0.0	0.0	0.0	11.6	12.3	53.7
2542	1.3	0.0	0.0	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	5.3	19.8
เฉลี่ย	1.6	0.1	1.1	5.5	0.9	0.1	0.8	0.3	0.0	0.0	5.8	8.7	24.8

ตารางผนวกที่ 10 แสดงความขาดแคลนนํ้าชลประทานรายเดือน โครงการชลประทานราษฎร์
กรณีสืบปัจจุบัน

หน่วย : ล้าน ลบ.ม.

[illegible]

ตารางผนวกที่ 11 แสดงความขาดแคลนน้ำชลประทานรายเดือนโครงการชลประทานแม่กวง
กรณีปัจจุบัน (ฤดูแล้ง C.I. = 1.12)

หน่วย : ล้าน ลบ.ม.

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2517	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9
2518	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	5.1	8.0
2519	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
2520	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2521	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	2.5	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4
2522	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2523	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2524	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2525	0.0	0.0	0.0	1.7	5.7	0.2	9.3	1.0	4.4	10.1	15.5	18.1	66.0
2526	8.6	3.5	0.0	14.9	15.5	2.5	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.2
2527	0.0	0.0	0.0	2.7	8.7	10.3	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	22.2
2528	4.5	1.7	0.0	11.2	19.2	18.1	13.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	68.6
2529	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
2530	0.0	0.0	0.0	13.6	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.9
2531	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2532	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2533	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2534	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8
2535	0.0	4.0	5.6	12.3	18.4	0.6	8.3	1.0	0.0	0.0	1.8	15.1	67.0
2536	9.0	2.9	2.5	31.9	35.8	10.9	21.4	12.5	0.0	7.7	14.3	12.7	161.8
2537	6.4	1.3	0.0	11.1	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.0
2538	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2539	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2540	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	2.4	4.3	0.2	0.0	0.0	0.0	6.8	18.9
2541	6.3	0.4	3.7	32.7	21.7	20.8	40.7	10.6	1.3	6.3	11.0	12.7	168.1
2542	5.7	0.5	0.0	19.5	0.0	0.2	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.1
เฉลี่ย	1.6	0.6	0.5	6.0	5.8	2.6	4.1	1.0	0.2	0.9	1.8	2.7	27.8

ตารางผนวกที่ 12 แสดงความขาดแคลนน้ำชลประทานรายเดือนโครงการชลประทานแม่กวง
กรณีอนาคต (ฤดูแล้ง C.I. = 1.40)

หน่วย : ล้าน ลบ.ม.

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2517	0.0	0.0	0.0	1.2	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	10.4
2518	8.8	2.7	0.0	1.7	0.0	1.4	6.1	0.0	0.0	6.2	0.0	0.0	26.8
2519	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
2520	0.0	0.0	0.0	3.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	8.4	13.0
2521	10.6	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.5
2522	0.0	0.0	0.0	8.5	7.3	11.3	14.5	1.7	2.4	20.0	39.5	37.0	142.3
2523	18.1	2.2	0.3	12.2	12.6	5.9	5.4	0.0	0.0	3.2	36.7	39.7	136.3
2524	15.7	0.7	0.0	1.9	0.5	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7	35.1	64.6
2525	10.1	0.3	0.1	31.3	31.0	3.0	18.6	20.4	7.4	25.4	40.7	44.4	232.8
2526	16.5	3.5	0.0	15.9	15.8	2.7	4.5	0.0	0.0	0.0	0.2	7.9	66.9
2527	11.8	1.5	0.0	30.3	25.9	14.3	1.9	0.9	0.0	7.2	36.8	40.9	171.5
2528	13.5	1.7	0.0	11.4	19.6	18.4	14.1	0.4	0.0	0.0	5.4	26.2	110.8
2529	11.9	0.3	0.0	0.0	3.8	7.8	7.9	0.0	0.0	0.0	12.8	37.4	82.0
2530	15.9	0.2	0.0	34.4	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	10.3	77.6
2531	6.2	0.0	0.0	1.0	1.4	0.0	0.8	0.1	0.0	0.0	12.1	37.7	59.3
2532	18.8	0.6	0.0	3.5	5.4	0.8	3.0	0.2	0.0	0.1	24.1	36.4	93.0
2533	17.9	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	8.7	0.0	0.0	0.0	18.8	41.3	88.3
2534	18.8	4.6	0.0	35.1	7.3	6.2	4.7	0.3	0.0	11.3	37.8	41.3	167.3
2535	19.3	5.4	6.1	12.4	18.4	0.6	8.7	1.1	0.0	11.6	37.1	41.4	162.2
2536	18.0	2.9	3.5	31.8	35.8	11.0	22.6	12.6	3.3	23.5	39.6	33.7	238.3
2537	15.2	1.3	0.0	11.5	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	42.2
2538	7.7	0.0	0.0	16.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	28.1	56.7
2539	13.5	1.1	0.0	22.7	11.9	3.1	9.4	0.0	0.0	0.0	15.9	39.7	117.2
2540	15.2	0.8	2.0	15.8	14.9	7.3	16.5	0.9	0.0	12.9	39.0	42.3	167.5
2541	14.5	0.4	4.6	32.6	21.7	21.1	41.3	10.7	4.5	20.0	32.2	34.5	238.0
2542	12.2	0.5	0.0	21.1	0.0	0.3	3.9	0.0	0.0	0.0	5.4	20.5	63.9
เฉลี่ย	11.9	1.2	0.6	13.7	10.1	4.5	7.4	1.9	0.7	5.4	17.3	26.7	101.6

ตารางผนวกที่ 13 แสดงความขาดแคลนน้ำชลประทานรายเดือนโครงการชลประทานแม่กวง
กรณีฝนน้ำ (ฤดูแล้ง C.I. = 1.40)

หน่วย : ล้าน ลบ.ม.

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2517	0.0	0.0	0.0	1.2	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
2518	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	0.0	0.0	6.2
2519	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
2520	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.4
2521	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.6
2522	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2523	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7
2524	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2525	0.0	0.0	0.0	2.9	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	34.2	44.4	89.0
2526	16.5	3.5	0.0	15.9	15.8	2.7	4.5	0.0	0.0	0.0	0.2	7.9	66.9
2527	11.8	1.5	0.0	30.3	25.9	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	11.8	92.3
2528	13.5	1.7	0.0	11.4	17.3	9.3	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	54.7
2529	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
2530	0.0	0.0	0.0	10.8	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.2
2531	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2532	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7
2533	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.9
2534	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2535	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	5.0
2536	0.7	2.9	3.5	31.8	35.8	8.5	10.5	0.0	0.0	0.0	25.3	33.7	152.7
2537	15.2	1.3	0.0	11.5	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.5
2538	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2539	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2540	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2541	0.0	0.0	0.0	13.3	12.5	4.1	15.5	0.0	0.0	0.0	7.4	31.1	83.9
2542	12.2	0.5	0.0	21.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.8
เฉลี่ย	2.7	0.4	0.1	5.8	5.4	1.3	1.2	0.0	0.1	0.3	2.6	5.0	25.0

ภาคผนวก ค

รายละเอียดของกลุ่มโครงการชลประทานขนาดกลาง ขนาดเล็ก และโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า

ตารางผนวกที่ 14 รายละเอียดของกลุ่มโครงการชลประทานขนาดกลาง ขนาดเล็ก และโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าในพื้นที่โครงการ

ลำดับ ที่	โครงการ	รหัส โครงการ	ลุ่มน้ำย่อย	ที่ตั้ง				ความจุ (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่ โครงการ (ไร่)
				อำเภอ	จังหวัด	พิกัด	ระวาง		
1	ฝายขุนปิงและระบบส่งน้ำ	P101	ปิงตอนบน	เชียงใหม่	เชียงใหม่	47QMB 896839	4748 I	-	1,000
2	ฝายแม่นะตอนบน	P101	ปิงตอนบน	เชียงใหม่	เชียงใหม่	47QMB 879826	4748 II	-	1,000
3	ฝายน้ำปิงลูก1	P101	ปิงตอนบน	เชียงใหม่	เชียงใหม่	47QMB 897806	4748 II	-	300
4	ฝายน้ำปิงลูก2	P101	ปิงตอนบน	เชียงใหม่	เชียงใหม่	47QMB 896803	4748 II	-	400
5	ฝายแม่เกี๋ยง	P101	ปิงตอนบน	เชียงใหม่	เชียงใหม่	47QMB 884809	4748 II	-	450
6	ฝายทุ่งดินดำ	P101	ปิงตอนบน	เชียงใหม่	เชียงใหม่	47QMB 002688	4748 II	-	700
7	ฝายน้ำรู	P101	ปิงตอนบน	เชียงใหม่	เชียงใหม่	47QMB 971676	4748 II	-	อุปโภค
8	ฝายต้นตุ้ม	P101	ปิงตอนบน	เชียงใหม่	เชียงใหม่	47QMB 917641	4748 II	-	700
9	ฝายทุ่งปางเบาะ	P101	ปิงตอนบน	เชียงใหม่	เชียงใหม่	47QMB 908608	4748 II	-	460
10	ฝายน้ำก้อน	P101	ปิงตอนบน	เชียงใหม่	เชียงใหม่	47QMB 946621	4748 II	-	2,400
11	ฝายทุ่งข้าวพวง	P101	ปิงตอนบน	เชียงใหม่	เชียงใหม่	47QMB 954622	4748 II	-	1,500
12	ฝายน้ำซุ้ม	P101	ปิงตอนบน	เชียงใหม่	เชียงใหม่	47QMB 953646	4748 II	-	535
13	ฝายห้วยทรายขาว	P101	ปิงตอนบน	เชียงใหม่	เชียงใหม่	47QMB 963565	4748 II	-	500
14	ฝายน้ำล้นแม่ปิง	P101	ปิงตอนบน	เชียงใหม่	เชียงใหม่	47QMB 938660	4748 II	-	3000

ตารางผนวกที่ 14 (ต่อ) รายละเอียดของกลุ่มโครงการชลประทานขนาดกลาง ขนาดเล็ก และโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าในพื้นที่โครงการ

ลำดับ ที่	โครงการ	รหัส โครงการ	ลุ่มน้ำย่อย	ที่ตั้ง				ความจุ (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่ โครงการ (ไร่)
				อำเภอ	จังหวัด	พิกัด	ระวาง		
15	ทรบ.เหมืองใหม่ -เมืองงาย	P101	ปึงตอนบน	-	-	-	-	-	2,600
16	ฝายแม่ปามโน	P101	ปึงตอนบน	เชียงดาว	เชียงใหม่	47QMB 000513	4847 IV	-	700
17	อ่างฯห้วยแม่ห้าง	P101	ปึงตอนบน	เชียงดาว	เชียงใหม่	47QMB 025525	4847 IV	-	1,000
18	แก้ปัญหาห้วยรั้วห้วยลิค1-2	P102	ปึงตอนบน	เชียงดาว	เชียงใหม่	47QMB 051590	4848 III	0.08	300
19	ฝายห้วยจะคำน 1	P102	ปึงตอนบน	เชียงดาว	เชียงใหม่	47QMB 074684	4848 III	-	280
20	ฝายห้วยจะคำน 2	P102	ปึงตอนบน	เชียงดาว	เชียงใหม่	47QMB 079675	4848 III	-	330
21	อ่างฯห้วยจะคำน	P102	ปึงตอนบน	เชียงดาว	เชียงใหม่	47QMB 086646	4848 III	0.51	อุปโภค
22	จัดหาน้ำบ้านห้วยจะคำน	P102	ปึงตอนบน	เชียงดาว	เชียงใหม่	47QMB 076670	4848 III	-	อุปโภค
23	อ่างฯห้วยเป่า	P102	ปึงตอนบน	เชียงดาว	เชียงใหม่	47QMB 065662	4848 III	0.42	100
24	ฝายตาใจ พร้อมระบบ	P102	ปึงตอนบน	เชียงดาว	เชียงใหม่	47QMB 137585	4848 III	-	1,500
25	ฝายปางมะเข้ พร้อมระบบ	P102	ปึงตอนบน	เชียงดาว	เชียงใหม่	47QMB 097473	4848 III	-	อุปโภค
26	อ่างฯห้วยเป่า พร้อมระบบ	P102	ปึงตอนบน	เชียงดาว	เชียงใหม่	47QMB 069484	4847 IV	0.36	1,800
27	ฝายแม่ลู่	P103	ปึงตอนบน	เชียงดาว	เชียงใหม่	47QMB 969428	4747 I	-	280
28	ฝายบ้านถ้ำ	P104	ปึงตอนบน	เชียงดาว	เชียงใหม่	47QMB 930435	4747 I	-	400

ตารางผนวกที่ 14 (ต่อ) รายละเอียดของกลุ่มโครงการชลประทานขนาดกลาง ขนาดเล็ก และโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าในพื้นที่โครงการ

ลำดับ ที่	โครงการ	รหัส โครงการ	ลุ่มน้ำย่อย	ที่ตั้ง				ความจุ (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่ โครงการ (ไร่)
				อำเภอ	จังหวัด	พิกัด	ระวาง		
29	อ่างฯห้วยละคร	P104	ปึงตอนบน	เขียงดาว	เขียงใหม่	47QMB 946462	4747 I	0.30	500
30	ฝายแม่สืบ	P104	ปึงตอนบน	เขียงดาว	เขียงใหม่	47QMB 982423	4747 I	-	1,500
31	ฝายบ้านปงชมพู	P104	ปึงตอนบน	เขียงดาว	เขียงใหม่	47QMB 929346	4747 I	-	3,500
32	ฝายพะะ	P104	ปึงตอนบน	เขียงดาว	เขียงใหม่	47QMB 944346	4747 I	-	1,000
33	ฝายแม่ฮ้อใน	P104	ปึงตอนบน	เขียงดาว	เขียงใหม่	47QMB 013331	4847 IV	-	1,000
34	อ่างแม่ริม	P104	ปึงตอนบน	แม่แตง	เขียงใหม่	47QMB 012256	4847 III	3.00	2,000
35	ฝายน้ำแดงและระบบส่งน้ำ	P201	แม่แตง	เขียงดาว	เขียงใหม่	47QMB 785798	4748 II	-	1,100
36	ฝายขุนแม่แตงและระบบส่งน้ำ	P201	แม่แตง	เขียงดาว	เขียงใหม่	47QMB 722789	4748 II	-	500
37	ฝายแม่แกน้อย	P201	แม่แตง	เขียงดาว	เขียงใหม่	47QMB 782780	4748 II	-	200
38	ฝายห้วยถ้ำ	P201	แม่แตง	เขียงดาว	เขียงใหม่	47QMB 770767	4748 II	-	350
39	ฝายแม่แกนและระบบส่งน้ำ	P201	แม่แตง	เขียงดาว	เขียงใหม่	47QMB 800730	4748 II	-	1,500
40	ระบบส่งน้ำซอย1ฝายแม่แกน	P201	แม่แตง	เขียงดาว	เขียงใหม่	47QMB 792738	4748 II	-	800
41	อ่างฯบ้านบงใหม่	P201	แม่แตง	เขียงดาว	เขียงใหม่	47QMB 797740	4748 II	-	400
42	ฝายห้วยบางเคื่อ	P201	แม่แตง	เวียงแห	เขียงใหม่	47QMB 610734	4748 III	0.03	500

ตารางผนวกที่ 14 (ต่อ) รายละเอียดของกลุ่มโครงการชลประทานขนาดกลาง ขนาดเล็ก และโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าในพื้นที่โครงการ

ลำดับ ที่	โครงการ	รหัส โครงการ	ลุ่มน้ำย่อย	ที่ตั้ง				ความจุ (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่ โครงการ (ไร่)
				อำเภอ	จังหวัด	พิกัด	ระวาง		
43	ฝายแม่ยางกุ่ม	P201	แม่แตง	เวียงแห	เชียงใหม่	47QMB 662727	4748 III	-	700
44	ฝายห้วยกิวก่อ	P201	แม่แตง	เวียงแห	เชียงใหม่	47QMB 625810	4748 III	-	500
45	ฝายห้วยหลวง	P201	แม่แตง	เวียงแห	เชียงใหม่	47QMB 597787	4748 III	-	500
46	อ่างฯเปียงหลวง	P201	แม่แตง	เวียงแห	เชียงใหม่	47QMB 609769	4748 III	0.31	700
47	ฝายกันเจ้าะ	P201	แม่แตง	เวียงแห	เชียงใหม่	47QMB 623713	4748 III	-	2,150
48	ฝายมะขามป้อม	P201	แม่แตง	เวียงแห	เชียงใหม่	47QMB 602662	4748 III	-	3,000
49	ฝายแม่หาด	P202	แม่แตง	เวียงแห	เชียงใหม่	47QMB 580670	4748 III	-	500
50	ฝายห้วยฮ่องจู้	P203	แม่แตง	เวียงแห	เชียงใหม่	47QMB 663464	4748 III	-	400
51	อ่างฯคอยสามหมื่น	P203	แม่แตง	เวียงแห	เชียงใหม่	47QMB 572492	4747 IV	0.02	100
52	อ่างฯคอยสามหมื่นน้อย	P203	แม่แตง	เวียงแห	เชียงใหม่	47QMB 581513	4747 IV	0.07	200
53	ฝายแม่แพม	P204	แม่แตง	เชียงดาว	เชียงใหม่	47QMB 671430	4747 IV	-	107
54	ส.บ้านทุ่งหลวง-ห้วยชมพู	P205	แม่แตง	เวียงแห	เชียงใหม่	-	-	-	1,000
55	อ่างฯห้วยแม่กะ	P206	แม่แตง	เวียงแห	เชียงใหม่	47QMB 907140	4747 III	0.43	460
56	อ่างฯห้วยแม่มาลัย	P206	แม่แตง	เวียงแห	เชียงใหม่	47QMB 684179	4747 II	0.49	700

ตารางผนวกที่ 14 (ต่อ) รายละเอียดของกลุ่มโครงการชลประทานขนาดกลาง ขนาดเล็ก และโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าในพื้นที่โครงการ

ลำดับ ที่	โครงการ	รหัส โครงการ	ลุ่มน้ำย่อย	ที่ตั้ง				ความจุ (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่ โครงการ (ไร่)
				อำเภอ	จังหวัด	พิกัด	ระวาง		
57	อ่างขบวักโค้ง	P401	แม่ริม	แม่แตง	เชียงใหม่	47QMB 831136	4747 II	0.20	อุปโภค
58	อ่างฯห้วยโป่ง	P401	แม่ริม	แม่แตง	เชียงใหม่	47QMB 820145	4747 II	0.26	200
59	ฝายดอนเจียง	P401	แม่ริม	แม่แตง	เชียงใหม่	47QMB 845107	4747 II	-	700
60	ฝายบ้านร้อง	P401	แม่ริม	แม่แตง	เชียงใหม่	47QMB 832107	4747 II	-	500
61	ฝายต้นโชค	P401	แม่ริม	แม่แตง	เชียงใหม่	47QMB 852073	4747 II	-	900
62	ฝายแม่สาว	P401	แม่ริม	แม่แตง	เชียงใหม่	47QMB 871038	4747 II	-	1,000
63	ฝายสันป่าดิ่ง	P401	แม่ริม	แม่แตง	เชียงใหม่	47QMB 871051	4747 II	-	500
64	ฝายแม่ยาว	P402	แม่ริม	แม่แตง	เชียงใหม่	47QMB 710041	4747 II	-	1,000
65	ฝายแม่ริมลูกที่ 1	P402	แม่ริม	แม่แตง	เชียงใหม่	47QMB 837044	4747 II	-	540
66	ฝายน้ำล้นน้ำปิง	P402	แม่ริม	แม่แตง	เชียงใหม่	47QMB 686154	4747 II	-	6,000
67	อ่างฯห้วยแม่แอน	P403	แม่ริม	แม่ริม	เชียงใหม่	47QMA 893996	4746 I	0.18	2,000
68	ฝายหนองหอยใหม่ 1, 2, 3	P403	แม่ริม	แม่ริม	เชียงใหม่	47QMA 887995	4746 I	-	200
69	ท่อลอดน้ำแม่ริม	P403	แม่ริม	แม่ริม	เชียงใหม่	47QMA 887967	4746 I	-	2600
70	ฝายห้วยทราย	P404	แม่ริม	แม่ริม	เชียงใหม่	47QMA 917965	4746 I	-	2,500

ตารางผนวกที่ 14 (ต่อ) รายละเอียดของกลุ่มโครงการชลประทานขนาดกลาง ขนาดเล็ก และโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าในพื้นที่โครงการ

ลำดับ ที่	โครงการ	รหัส โครงการ	ลุ่มน้ำย่อย	ที่ตั้ง				ความจุ (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่ โครงการ (ไร่)
				อำเภอ	จังหวัด	พิกัด	ระวาง		
71	อ่างฯแม่จอก	P404	แม่ริม	แม่ริม	เชียงใหม่	47QMA 973939	4746 I	-	150
72	ฝายหนองปลามัน	P404	แม่ริม	แม่ริม	เชียงใหม่	47QMA 902926	4746 I	-	600
73	อ่างฯห้วยโจ้	P501	ปิงส่วนที่2	สันทราย	เชียงใหม่	47QNA 066932	4846 IV	1.52	1,200
74	ฝายห้วยแก้ว	P501	ปิงส่วนที่2	สันทราย	เชียงใหม่	47QMB 028053	4846 IV	-	300
75	สูบน้ำบ้านฮักพัฒนา	P501	ปิงส่วนที่2	เมือง	เชียงใหม่	47QNA 093902	4846 IV	-	1500
76	อ่างฯห้วยฮักพัฒนา	P501	ปิงส่วนที่2	เมือง	เชียงใหม่	47QNA 091910	4846 IV	-	อุปโภค
77	อ่างฯห้วยเกียง	P501	ปิงส่วนที่2	เมือง	เชียงใหม่	47QNA 092926	4846 IV	0.40	840
78	ฝายช่างเคียน	P501	ปิงส่วนที่2	เมือง	เชียงใหม่	47QMA 946808	4746 I	-	300
79	อ่างฯห้วยห้วยก	P501	ปิงส่วนที่2	เมือง	เชียงใหม่	47QMA 962815	4746 I	0.30	อุปโภค
80	อ่างฯห้วยแก้ว	P501	ปิงส่วนที่2	เมือง	เชียงใหม่	47QMA 963786	4746 I	0.30	อุปโภค
81	ฝายแม่เหียะโน	P501	ปิงส่วนที่2	เมือง	เชียงใหม่	47QMA 935791	4746 I	-	100
82	จัดหาน้ำให้กองบิน 41	P501	ปิงส่วนที่2	เมือง	เชียงใหม่	47QMA 707748	4746 I	-	600
83	ฝายชมพู	P501	ปิงส่วนที่2	หางดง	เชียงใหม่	47QMA 960765	4746 II	-	200
84	ฝายทุ่งเริง	P501	ปิงส่วนที่2	หางดง	เชียงใหม่	47QMA 910687	4746 II	-	150

ตารางผนวกที่ 14 (ต่อ) รายละเอียดของกลุ่มโครงการชลประทานขนาดกลาง ขนาดเล็ก และโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าในพื้นที่โครงการ

ลำดับ ที่	โครงการ	รหัส โครงการ	ลุ่มน้ำย่อย	ที่ตั้ง				ความจุ (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่ โครงการ (ไร่)
				อำเภอ	จังหวัด	พิกัด	ระวาง		
85	อ่างฯห้วยเสี้ยว	P501	ปึงส่วนที่2	หางดง	เชียงใหม่	47QMB 807774	4746 II	0.13	800
86	ฝายพญาอุต	P502	ปึงส่วนที่2	เมือง	เชียงใหม่	47QMA 856729	4746 II	-	3,200
87	ฝายสบร่อง	P502	ปึงส่วนที่2	หางดง	เชียงใหม่	47QMA 864559	4746 II	-	3,900
88	ฝายท่ามะโก๋บวกรก	P502	ปึงส่วนที่2	หางดง	เชียงใหม่	47QMA 967577	4746 II	-	1,000
89	ฝายท่าสุด	P502	ปึงส่วนที่2	แม่แตง	เชียงใหม่	47QMA 955598	4746 II	-	1,850
90	อ่างฯแม่สาใหม่	P502	ปึงส่วนที่2	แม่ริม	เชียงใหม่	47QMA 896116	4746 I	2.64	1,000
91	ฝายแม่สาน้อย	P502	ปึงส่วนที่2	แม่ริม	เชียงใหม่	47QMA 851858	4746 I	-	400
92	อ่างฯห้วยนาถิว	P502	ปึงส่วนที่2	แม่ริม	เชียงใหม่	47QMA 852867	4746 I	0.47	อุปโภค
93	อ่างฯบวกรจัน	P502	ปึงส่วนที่2	แม่ริม	เชียงใหม่	47QMA 792856	4746 I	0.01	50
94	จัดหาน้ำให้หนองหอย	P502	ปึงส่วนที่2	แม่ริม	เชียงใหม่	47QMA 785841	4746 I	-	50
95	ฝายแม่เย็นพร้อมระบบ	P502	ปึงส่วนที่2	แม่ริม	เชียงใหม่	47QMA 823927	4746 I	-	3,100
96	อ่างฯห้วยแม่เย็น	P502	ปึงส่วนที่2	แม่ริม	เชียงใหม่	47QMA 918873	4746 I	0.60	800
97	อ่างฯห้วยตึงเต่า	P502	ปึงส่วนที่2	แม่ริม	เชียงใหม่	47QMA 937878	4746 I	-	3,000
98	จัดหาน้ำบ้านตึงเต่า	P502	ปึงส่วนที่2	แม่ริม	เชียงใหม่	47QMA 942859	4746 I	-	อุปโภค

ตารางผนวกที่ 14 (ต่อ) รายละเอียดของกลุ่มโครงการชลประทานขนาดกลาง ขนาดเล็ก และโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าในพื้นที่โครงการ

ลำดับ ที่	โครงการ	รหัส โครงการ	ลุ่มน้ำย่อย	ที่ตั้ง				ความจุ (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่ โครงการ (ไร่)
				อำเภอ	จังหวัด	พิกัด	ระวาง		
99	ฝายหนองสลิก	P502	ปึงส่วนที่2	ป่าซาง	เชียงใหม่	47QMA 941854	4746 I	-	6,000
100	ฝายคอยน้อย	P502	ปึงส่วนที่2	คอยหล่อ	เชียงใหม่	47QMA 900841	4745 I	-	3,200
101	สถานีสูบน้ำท่ากอจั่ว	P502	ปึงส่วนที่2	ป่าซาง	เชียงใหม่	47QMA 797410	4745 I	-	1,220
102	สถานีสูบน้ำบ้านคอยน้อย	P502	ปึงส่วนที่2	จอมทอง	เชียงใหม่	-	-	-	-
103	สถานีสูบน้ำบ้านคอยหล่อ	P502	ปึงส่วนที่2	จอมทอง	เชียงใหม่	-	-	-	1,950
104	สถานีสูบน้ำบ้านเหล่าป๋วย	P502	ปึงส่วนที่2	จอมทอง	เชียงใหม่	-	-	-	1500
105	สถานีสูบน้ำวังผาง	P502	ปึงส่วนที่2	ป่าซาง	เชียงใหม่	-	-	-	2220
106	สถานีสูบน้ำวังผาง 2	P502	ปึงส่วนที่2	ป่าซาง	เชียงใหม่	-	-	-	-
107	สถานีสูบน้ำบ้านจอมทอง	P502	ปึงส่วนที่2	จอมทอง	เชียงใหม่	-	-	-	2000