บทที่ 4
ข้อมูลที่ใช้และวิธีการดำเนินการศึกษา

การศึกษาแบ่งออกเป็นการทบทวนความต้องการใช้น้ำของโครงการ การทบทวนและพัฒนาเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ การพัฒนาแบบจำลอง ANN สำหรับพยากรณ์น้ำท่า และการประยุกต์แบบจำลอง ANN กับการบริหารอ่างเก็บน้ำ

ในการทบทวนความต้องการใช้น้ำของโครงการ การทบทวนและปรับปรุงเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ และการประยุกต์แบบจำลอง ANN กับการบริหารอ่างเก็บน้ำ ได้แบ่งกรณีศึกษาตามสถานการณ์ของการใช้น้ำชลประทานของโครงการเนื่องจากความล่าช้าในการก่อสร้างระบบชลประทาน ทำให้การใช้งานในปัจจุบันยังไม่เต็มศักยภาพของอ่างเก็บน้ำที่วางแผนไว้ โดยแบ่งเป็น 2 กรณีการศึกษา ดังนี้

(1) สภาพการใช้น้ำปัจจุบัน เป็นสถานการณ์ความต้องการน้ำด้านชลประทานในปี พ.ศ.2546 ประกอบด้วยโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า จังหวัดลพบุรี และจังหวัดสระบุรี โครงการคลองเพรียว-เสาไห้ และโครงการเจ้าพระยาฝั่งตะวันออก (คิดเฉพาะส่วนที่ส่งจากอ่างเก็บน้ำป่าสักฯ และไม่พิจารณาปริมาณน้ำที่ส่งมาจากคลองชัยนาท-ป่าสัก)

(2) สภาพการใช้น้ำอนาคต เป็นสถานการณ์ความต้องการน้ำด้านชลประทานทั้งหมดที่ได้วางแผนไว้ประกอบด้วยโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า จังหวัดลพบุรี และจังหวัดสระบุรี โครงการคลองเพรียว-เสาไห้ โครงการเจ้าพระยาฝั่งตะวันออก (คิดเฉพาะส่วนที่ส่งจากอ่างเก็บน้ำป่าสักฯ และไม่พิจารณาปริมาณน้ำที่ส่งมาจากคลองชัยนาท-ป่าสัก) และเพิ่มโครงการชลประทานของอ่างเก็บน้ำป่าสักฯ ซึ่งอยู่ระหว่างการก่อสร้างอีก 3 โครงการ ได้แก่ โครงการสูบน้ำพัฒนานิคม โครงการสูบน้ำพัฒนานิคม-แก่งคอย และ โครงการแก่งคอย-บ้านหมอ

สำหรับการพัฒนาแบบจำลอง ANN เพื่อพยากรณ์อัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำแบ่งเป็น 2 แบบจำลอง ประกอบด้วย

(1) แบบจำลอง ANN เพื่อพยากรณ์อัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในฤดูฝน เพื่อใช้พยากรณ์น้ำท่าที่ไหลลงอ่างในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม

(2) แบบจำลอง ANN เพื่อพยากรณ์อัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในฤดูแล้ง เพื่อใช้พยากรณ์น้ำท่าที่ไหลลงอ่างในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน

4.1 การทบทวนความต้องการใช้น้ำของโครงการ

จากการทบทวนรายงานที่เกี่ยวข้องต่างๆ และ การสำรวจ/ตรวจสอบสภาพพื้นที่โครงการ พบว่า มีความล่าช้าในการก่อสร้างระบบชลประทานของโครงการ จึงทำให้การใช้งานของอ่างเก็บน้ำป่าสักฯในปัจจุบันยังไม่เป็นไปตามศักยภาพของโครงการที่ได้วางไว้ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงได้ทบทวนความต้องการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำทั้งในสภาพการใช้น้ำปัจจุบันและสภาพการใช้น้ำอนาคตหลังจากระบบชลประทานของโครงการแล้วเสร็จโดยความต้องการใช้น้ำประกอบด้วย ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค อุตสาหกรรม การชลประทาน และการรักษาระบบนิเวศ

4.1.1 ความต้องการใช้น้ำเพื่ออุปโภค-บริโภค และอุตสาหกรรม

จากการศึกษาต่างๆ ที่ผ่านมา ความต้องการใช้น้ำเพื่ออุปโภค-บริโภคได้ถูกประเมินขึ้นและรวมไว้กับค่าความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรม มีรายละเอียดดังนี้

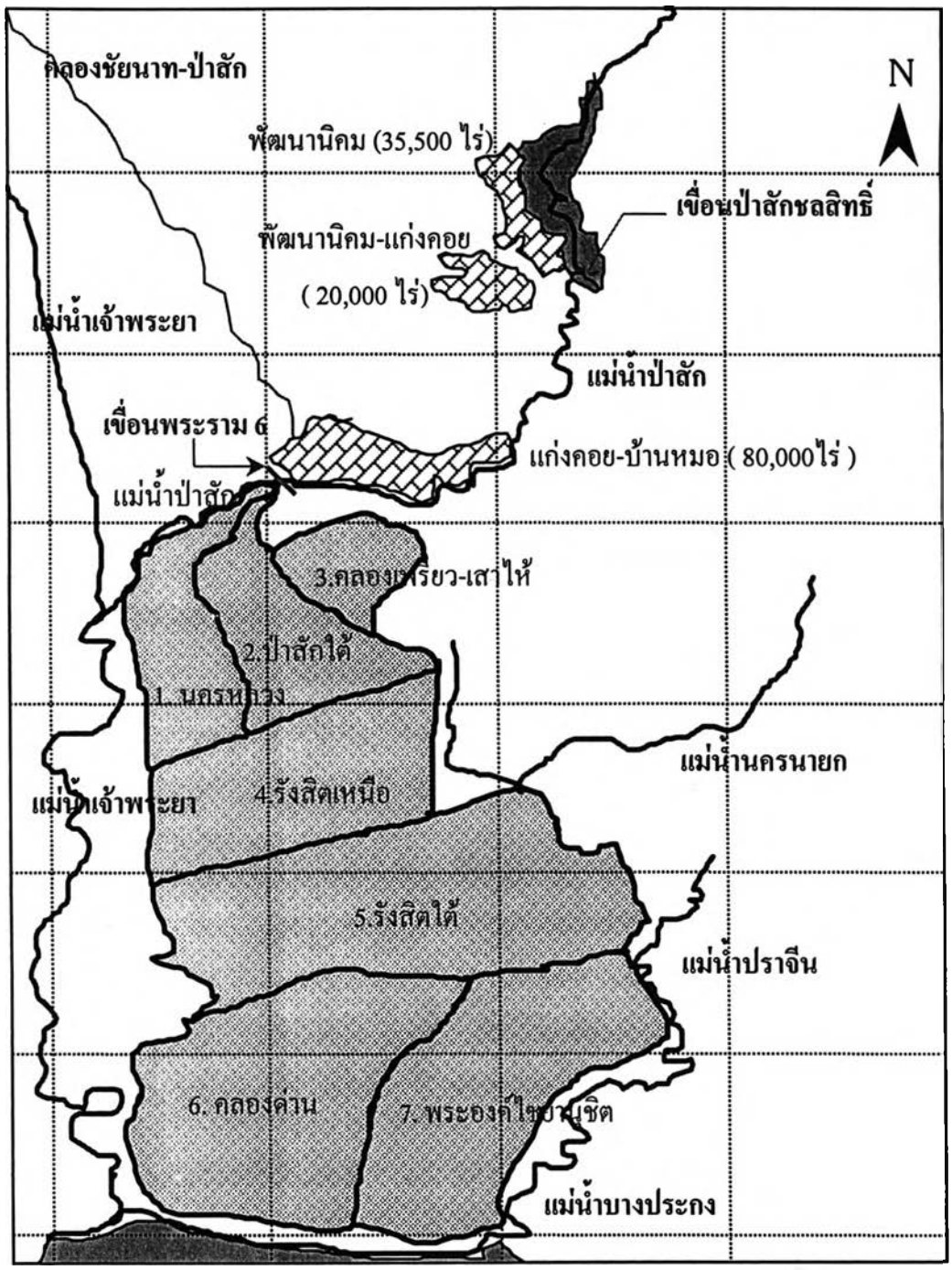
(1) รายงานการศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการเขื่อนเก็บกักน้ำแม่น้ำป่าสัก จังหวัดสระบุรี และจังหวัดลพบุรี กรมชลประทาน (กันยายน 2536) มีค่าเท่ากับ 48 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี

(2) รายงานการศึกษาเกณฑ์การเก็บกักน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ กรมชลประทาน (พฤษภาคม 2546) มีค่าเท่ากับ 35 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงใช้ค่าความต้องการน้ำด้านอุปโภค-บริโภคและอุตสาหกรรมเท่ากับ 35 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี เนื่องจากข้อมูลเป็นข้อมูลปัจจุบัน

4.1.2 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน

ความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทานประกอบด้วยความต้องการใช้น้ำชลประทานของพื้นที่เดิม และความต้องการใช้น้ำชลประทานของพื้นที่ใหม่ (แสดงดังรูป 4-1) การรวบรวมความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทานจากการศึกษาที่ผ่านมาสรุปได้ดังนี้



ที่มา โครงการชลประทานอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ กรมชลประทาน

รูป 4-1 พื้นที่ชลประทานของโครงการอ่างเก็บน้ำป่าสักชลสิทธิ์

(1) รายงานการศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการเขื่อนเก็บกักน้ำแม่น้ำป่าสัก จังหวัดสระบุรี และจังหวัดลพบุรี กรมชลประทาน (กันยายน 2536) ได้คำนวณความต้องการน้ำของพื้นที่ชลประทานเดิมในปี พ.ศ.2536 โดยได้รวมปริมาณน้ำที่ผันจากเขื่อนเจ้าพระยาผ่านคลองชัยนาท-ป่าสักไว้ด้วยดังแสดงในตาราง 4-1 และคำนวณความต้องการน้ำของพื้นที่ชลประทานเปิดใหม่ไว้ดังแสดงในตาราง 4-2

(2) รายงานการศึกษาการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสัก กรมชลประทาน (เมษายน 2542) ได้คำนวณความต้องการน้ำของพื้นที่ชลประทานเดิมในปี พ.ศ.2542 โดยปริมาณน้ำสำหรับโครงการเจ้าพระยาตะวันออกคิดเฉพาะส่วนที่ส่งจากอ่างเก็บน้ำป่าสักฯ แสดงในตาราง 4-1 และ คำนวณความต้องการน้ำของพื้นที่ชลประทานเปิดใหม่ไว้ดังแสดงในตาราง 4-2

(3) รายงานการศึกษาเกณฑ์การเก็บกักน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ กรมชลประทาน (พฤษภาคม 2546) ได้คำนวณความต้องการน้ำของพื้นที่ชลประทานเดิมในปี พ.ศ.2546 โดยปริมาณน้ำสำหรับโครงการเจ้าพระยาตะวันออกคิดเฉพาะส่วนที่ส่งจากอ่างเก็บน้ำป่าสักฯ แสดงในตาราง 4-1 ส่วนความต้องการน้ำของพื้นที่ชลประทานเปิดใหม่ไม่มีการรายงานไว้

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงใช้ข้อมูลความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทานของพื้นที่ชลประทานเดิมจากรายงานการศึกษาเกณฑ์การเก็บกักน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ กรมชลประทาน (พ.ศ.2546) โดยความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทานของพื้นที่ชลประทานเดิม 363,210 ไร่ มีความต้องการน้ำเฉลี่ยปีละประมาณ 634.8 ล้าน ลบ.ม. ซึ่งปริมาณน้ำที่ส่งส่วนใหญ่อยู่ในช่วงฤดูแล้งคิดเป็น 83.3% ของปริมาณความต้องการน้ำทั้งหมด

สำหรับความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทานของโครงการชลประทานเปิดใหม่ได้คำนวณใหม่โดยใช้ข้อมูลของโครงการชลประทานจากรายงานการศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการเขื่อนเก็บกักน้ำแม่น้ำป่าสัก จังหวัดสระบุรี และจังหวัดลพบุรี กรมชลประทาน (กันยายน 2536) ประกอบด้วย โครงการสูบน้ำพัฒนานิคมและพัฒนานิคม-แก่งคอย พื้นที่ 55,000 ไร่และโครงการสูบน้ำแก่งคอย-บ้านหมอ พื้นที่ 85,695 ไร่ (ตัวเลขใช้ค่าตามรายงาน)

ตาราง 4-1 พื้นที่ชลประทานและความต้องการน้ำเฉลี่ยของโครงการชลประทานเดิม

ความต้องการน้ำด้านชลประทาน	ค่าเฉลี่ยความต้องการใช้น้ำ				
	รายปี	ฤดูฝน (ก.ค.-ธ.ค.)		ฤดูแล้ง (ม.ค.-มิ.ย.)	
	ล้าน ลบ.ม.	ล้าน ลบ.ม.	ร้อยละ	ล้าน ลบ.ม.	ร้อยละ
1) รายงานกรมชลประทาน พ.ศ.2536 [1)]					
- โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า จ.ลพบุรี 6,500 ไร่	-	-	-	-	-
- โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า จ.สระบุรี 21,410 ไร่	-	-	-	-	-
- โครงการคลองเพรียว-เสาไห้ 135,000 ไร่	171.0	121.0	71.0	50.0	29.0
- โครงการเจ้าพระยาฝั่งตะวันออก 2.1 ล้านไร่*	2,212.0	1,229.0	56.0	983.0	44.0
รวมความต้องการน้ำ [1)]	2,383.0	1,350.0	56.7	1,033.0	43.3
2) รายงานกรมชลประทาน พ.ศ.2542 [2)]					
- โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า จ.ลพบุรี 6,500 ไร่	-	-	-	-	-
- โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า จ.สระบุรี 21,410 ไร่	-	-	-	-	-
- โครงการคลองเพรียว-เสาไห้ 135,000 ไร่	160.2	140.9	87.9	19.3	12.1
- โครงการเจ้าพระยาฝั่งตะวันออก 0.389 ล้าน ไร่**	518.0	0.0	0.0	518.0	100.0
รวมความต้องการน้ำ [2)]	678.2	140.9	20.8	537.3	79.2
3) รายงานกรมชลประทาน พ.ศ.2546 [3)]					
- โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า จ.ลพบุรี 6,500 ไร่	12.5	6.5	51.9	6.0	48.1
- โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า จ.สระบุรี 21,410 ไร่	33.1	15.3	46.2	17.8	53.8
- โครงการคลองเพรียว-เสาไห้ 135,300 ไร่	94.2	84.2	89.5	9.9	10.5
- โครงการเจ้าพระยาฝั่งตะวันออก 0.200 ล้านไร่**	495.1	0.0	0.0	495.1	100.0
รวมความต้องการน้ำ [3)]	634.8	106.0	16.7	528.8	83.3

ที่มา 1) รายงานการศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการเขื่อนเก็บกักน้ำแม่น้ำป่าสัก จังหวัดสระบุรี และจังหวัดลพบุรี กรมชลประทาน (กันยายน 2536)

2) รายงานการศึกษาการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสัก กรมชลประทาน(เมษายน 2542)

3) รายงานการศึกษาเกณฑ์การเก็บกักน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ กรมชลประทาน (พฤษภาคม 2546)

หมายเหตุ

* โครงการเจ้าพระยาฝั่งตะวันออก คิดรวมปริมาณน้ำผันจากเขื่อนเจ้าพระยาผ่านคลองชัยนาท-ป่าสักไว้ด้วย

** โครงการเจ้าพระยาฝั่งตะวันออกตอนล่างส่วนบน คิดเฉพาะพื้นที่การเกษตรที่อ่างเก็บน้ำป่าสักฯ สามารถช่วยเหลือได้โดยตรง (ปริมาณน้ำส่วนที่ส่งจากอ่างเก็บน้ำป่าสักฯ) โดยไม่คำนึงถึงปริมาณน้ำผันจากเขื่อนเจ้าพระยาผ่านคลองชัยนาท-ป่าสัก

ตาราง 4 –2 พื้นที่ชลประทานและความต้องการน้ำเฉลี่ยของโครงการชลประทานเปิดใหม่

ความต้องการน้ำด้านชลประทาน	ค่าเฉลี่ยความต้องการใช้น้ำ				
	รายปี	ฤดูฝน (ก.ค.-ธ.ค.)		ฤดูแล้ง (ม.ค.-มิ.ย.)	
	ล้าน ลบ.ม.	ล้าน ลบ.ม.	ร้อยละ	ล้าน ลบ.ม.	ร้อยละ
1) รายงานกรมชลประทาน พ.ศ.2536 [1)]					
- โครงการพัฒนานิคม,พัฒนานิคม-แก่งคอย และพื้นที่จัดสรรอพยพ 80,000 ไร่	53.0	33.0	62.0	20.0	38.0
- โครงการแก่งคอย-บ้านหมอ 80,000 ไร่	94.0	63.0	67.0	31.0	33.0
- โครงการสูบน้ำ 20,000 ไร่	24.0	16.0	67.0	8.0	33.0
รวมความต้องการน้ำ [1)]	171.0	112.0	65.5	59.0	34.5
2) รายงานกรมชลประทาน พ.ศ.2542 [2)]					
- โครงการพัฒนานิคม 35,500 ไร่	29.2	13.8	47.2	15.4	52.8
- โครงการพัฒนานิคม-แก่งคอย 20,000 ไร่	16.6	8.1	48.7	8.5	51.3
- โครงการแก่งคอย-บ้านหมอ 80,000 ไร่	102.1	84.7	83.0	17.4	17.0
- โครงการสูบน้ำ 20,000 ไร่	-	-	-	-	-
รวมความต้องการน้ำ [2)]	147.9	106.5	72.0	41.3	28.0
3) รายงานกรมชลประทาน พ.ศ.2546 [3)]					
- โครงการพัฒนานิคม 35,500 ไร่	-	-	-	-	-
- โครงการพัฒนานิคม-แก่งคอย 20,000 ไร่	-	-	-	-	-
- โครงการแก่งคอย-บ้านหมอ 80,000 ไร่	-	-	-	-	-
- โครงการสูบน้ำ 20,000 ไร่	-	-	-	-	-
รวมความต้องการน้ำ [3)]	-	-	-	-	-

ที่มา 1) รายงานการศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการเขื่อนเก็บกักน้ำแม่น้ำป่าสัก จังหวัดสระบุรี และจังหวัดลพบุรี กรมชลประทาน (กันยายน 2536)

2) รายงานการศึกษาการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสัก กรมชลประทาน(เมษายน 2542)

3) รายงานการศึกษาเกณฑ์การเก็บกักน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ กรมชลประทาน (พฤษภาคม 2546)

การคำนวณหาความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทานสำหรับโครงการเปิดใหม่ คำนวณโดยใช้แบบจำลอง Mwusmo5 (Water Uses Study Model Version 5.00 พัฒนาโดย มนัส, ฉัตร (1999)) ข้อมูลที่ใช้ ประกอบด้วย

(1) ข้อมูลประกอบแบบจำลองปริมาณฝนใช้การ

(1.1) ข้อมูลฝนรายวัน ตั้งแต่ ปี พ.ศ.2513 -2543 รวม 31 ปี ของสถานีวัดน้ำฝนในเขตพื้นที่และใช้ขนาดของธีเอสเสนโพลีกอน (Thiessen Polygon) เป็นตัวสัดส่วนการเฉลี่ย(Weight Factor) ได้ค่าดังตาราง 4-3

ตาราง 4-3 สัดส่วนการเฉลี่ยด้วยวิธีธีเอสเสนโพลีกอนของสถานีวัดน้ำฝนของโครงการชลประทานเปิดใหม่

โครงการ	สถานีวัดน้ำฝน	สัดส่วนการเฉลี่ย
โครงการสูบน้ำแก่งคอย-บ้านหมอ	อ.เมือง จ.สระบุรี (54012)	0.20
	อ.เสาไห้ จ.สระบุรี (54022)	0.50
	อ.แก่งคอย จ.สระบุรี (54032)	0.20
	อ.บ้านหมอ จ.สระบุรี (54042)	0.10
โครงการสูบน้ำพัฒนานิคม-แก่งคอย	อ.พัฒนานิคม จ.ลพบุรี (19092)	1.00
โครงการสูบน้ำพัฒนานิคม	อ.พัฒนานิคม จ.ลพบุรี (19092)	1.00

(1.2) ข้อมูลระดับน้ำในแปลงนาอ้างอิงจากรายงานการศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการเขื่อนเก็บกักน้ำแม่น้ำป่าสัก จังหวัดสระบุรี และจังหวัดลพบุรี กรมชลประทาน (กันยายน 2536)

ระดับน้ำ (มม.)	ข้าว	พืชอื่นๆ
STMIN	45	-60
STO	90	-15
STMAX	125	0

(1.3) ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง(Potential Evapotranspiration) ได้คำนวณโดยวิธี Modified Penman โดยใช้สถิติภูมิอากาศของสถานีตรวจอากาศบัวชุม จังหวัดลพบุรีในการคำนวณ ดังตาราง 4-4

ตาราง 4-4 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง

เดือน	ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./เดือน)
ม.ค.	146.2
ก.พ.	165.8
มี.ค.	199.7
เม.ย.	184.4
พ.ค.	144.7
มิ.ย.	121.8
ก.ค.	121.6
ส.ค.	106.1
ก.ย.	102.6
ต.ค.	122.5
พ.ย.	135.5
ธ.ค.	135.2

ที่มา จากการคำนวณ

(1.4) ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชอ้างอิง Kc (Crop Coefficient) โดยวิธี Modified Penman แสดงในภาคผนวก ข

(1.5) ปริมาณน้ำเตรียมแปลงของข้าว กำหนดให้ฤดูฝนมีค่า 200 มิลลิเมตร และฤดูแล้งมีค่า 230 มิลลิเมตร (อ้างอิงจากรายงานการศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการเขื่อนเก็บกักน้ำแม่น้ำป่าสัก จังหวัดสระบุรี และจังหวัดลพบุรี กรมชลประทาน กันยายน 2536)

(2) ข้อมูลประกอบแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน ได้แก่ ข้อมูลพื้นที่โครงการ ปริมาณน้ำเตรียมแปลง การรั่วซึมในแปลงนาและ ประสิทธิภาพชลประทาน อ้างอิงจากรายงานการศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการเขื่อนเก็บกักน้ำแม่น้ำป่าสัก จังหวัดสระบุรี และจังหวัดลพบุรี กรมชลประทาน (กันยายน 2536)

(2.1) ข้อมูลพื้นที่โครงการ ได้แก่ พื้นที่ชลประทาน ปฏิทินการเพาะปลูกพืช และเปอร์เซ็นต์การเพาะปลูกพืช (แสดงในภาคผนวก ข)

(2.2) ปริมาณน้ำเตรียมแปลง เป็นค่าเดียวกับที่กล่าวไว้ในแบบจำลองฝนใช้การ และมีระยะเวลาเตรียมแปลง 30 วัน

(2.3) การรั่วซึมในแปลงนา กำหนดเท่ากับ 1 มม./วัน

(2.4) ประสิทธิภาพชลประทาน กำหนดดังตาราง 4-5

ตาราง 4-5 ประสิทธิภาพชลประทาน

ชนิด	ประสิทธิภาพชลประทาน (%)			
	ในแปลงนา	ในการส่งน้ำ	ในการใช้น้ำ	รวม
ข้าว	0.70	0.90	0.95	0.60
พืชไร่	0.60	0.90	0.95	0.51

ที่มา รายงานการศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการเขื่อนเก็บกักน้ำแม่น้ำป่าสัก จังหวัดสระบุรี และจังหวัดลพบุรี กรมชลประทาน (กันยายน 2536)

4.1.3 ความต้องการใช้น้ำเพื่อรักษาสมดุลนิเวศวิทยา

ความต้องการใช้น้ำเพื่อรักษาสมดุลนิเวศวิทยาได้รวบรวมจากรายงาน ได้แก่

(1) รายงานการศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการเขื่อนเก็บกักน้ำแม่น้ำป่าสัก จังหวัดสระบุรี และจังหวัดลพบุรี กรมชลประทาน (กันยายน 2536) ได้กำหนดความต้องการน้ำเพื่อรักษาสมดุลนิเวศวิทยาเท่ากับ 5 ลบ.ม./วินาที ในช่วงฤดูแล้ง (มกราคม-มิถุนายน)

(2) รายงานการศึกษาการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสัก กรมชลประทาน (เมษายน 2542) ได้กำหนดปริมาณระบายท้ายเขื่อนพระรามหกในฤดูแล้ง (มกราคม-มิถุนายน) เพื่ออุปโภค-บริโภค และรักษาระบบนิเวศเดือนละ 17 ล้าน ลบ.ม. หรือ 6.4 ลบ.ม./ วินาที

(3) รายงานการศึกษาเกณฑ์การเก็บกักน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ กรมชลประทาน (พฤษภาคม 2546) ได้กำหนดค่าการระบายท้ายเขื่อนพระรามหกในช่วงฤดูแล้ง (กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงต้นเดือนมีนาคม) ประมาณ 15 ลบ.ม./วินาที และปริมาณน้ำต่ำสุดที่ระบายจากอ่างเก็บน้ำ เพื่อการรักษาระบบนิเวศและสนับสนุนการประมงในแม่น้ำป่าสักด้านท้ายอ่างเก็บน้ำอยู่ในเกณฑ์ 30 ลบ.ม./ วินาที

(4) จากการสอบถามเจ้าหน้าที่โครงการอ่างเก็บน้ำป่าสักฯ (พ.ศ.2546) พบว่ามีค่าการระบายน้ำท้ายอ่างเก็บน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศ เท่ากับ 10 ลบ.ม./วินาที

ดังนั้นจึงกำหนดค่าความต้องการน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศเท่ากับ 10 ลบ.ม./วินาที เนื่องจากข้อมูลเป็นข้อมูลปัจจุบันที่ทางโครงการฯ ได้ใช้จริง

4.2 การสร้างเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำป่าสักชลสิทธิ์

หลังจากอ่างเก็บน้ำป่าสักฯ เริ่มใช้งานได้มีการบริหารอ่างเก็บน้ำให้เป็นไปตามเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำที่ทางกรมชลประทานสร้างขึ้นในระยะแรกปี พ.ศ.2542 (เรียกว่า เกณฑ์ RC42) โดยการสร้างเกณฑ์ใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์จำนวน 29 ปี คือ พ.ศ.2510-2538 มีการกำหนดเกณฑ์การกักเก็บน้ำสูงสุดรายเดือน (Upper Rule Curve) โดยใช้วิธีสมมุติเกณฑ์และจำลองระบบด้วยโปรแกรม HEC-3 และกำหนดเกณฑ์การเก็บกักน้ำสูงสุดช่วงฤดูน้ำหลาก คือ กันยายน-ตุลาคม (Flood Control Rule Curve) เป็นรายวัน โดยใช้โปรแกรม Reservoir Routing ในการสร้างเกณฑ์ RC42 และคำนวณความต้องการใช้น้ำเต็มศักยภาพของโครงการ คือ พิจารณาความต้องการใช้น้ำของโครงการชลประทานเปิดใหม่ไว้ด้วย

การบริหารอ่างเก็บน้ำด้วยเกณฑ์ดังกล่าวได้ดำเนินการมาตลอด จนในปี พ.ศ.2545 ได้เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมอย่างหนักในลุ่มน้ำป่าสักตอนล่าง ดังนั้น ปี พ.ศ.2546 ทางกรมชลประทานจึงได้ศึกษาและทบทวนเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำใหม่ (เรียกว่า เกณฑ์ RC46) โดยปรับปรุงเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำให้สามารถควบคุมสภาพน้ำหลากในลุ่มน้ำป่าสักให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์จำนวน 31 ปี คือ พ.ศ.2513-2543 มีการกำหนดเกณฑ์การกักเก็บน้ำรายเดือนโดยใช้วิธีสมมุติเกณฑ์และจำลองระบบด้วยโปรแกรม HEC-3 ในการสร้างเกณฑ์ RC46 ได้คำนวณความต้องการใช้น้ำในสภาพการใช้น้ำปัจจุบันของโครงการ คือ ไม่นำความต้องการใช้น้ำของโครงการชลประทานเปิดใหม่มาพิจารณา

สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้พัฒนาเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำป่าสักฯ โดยเลือกใช้วิธี Probability based Rule Curves (เรียกว่า เกณฑ์ RCP) ซึ่งใช้พื้นฐานของความน่าจะเป็นในการสร้าง การศึกษาใช้ข้อมูลในช่วงเดียวกับการศึกษาเกณฑ์ RC46 คือปี พ.ศ.2513-2543 จำนวน 31 ปี เนื่องจากมีการรวบรวมข้อมูลทางด้านความต้องการใช้น้ำในด้านต่างๆ ไว้และข้อมูลเป็นปัจจุบัน

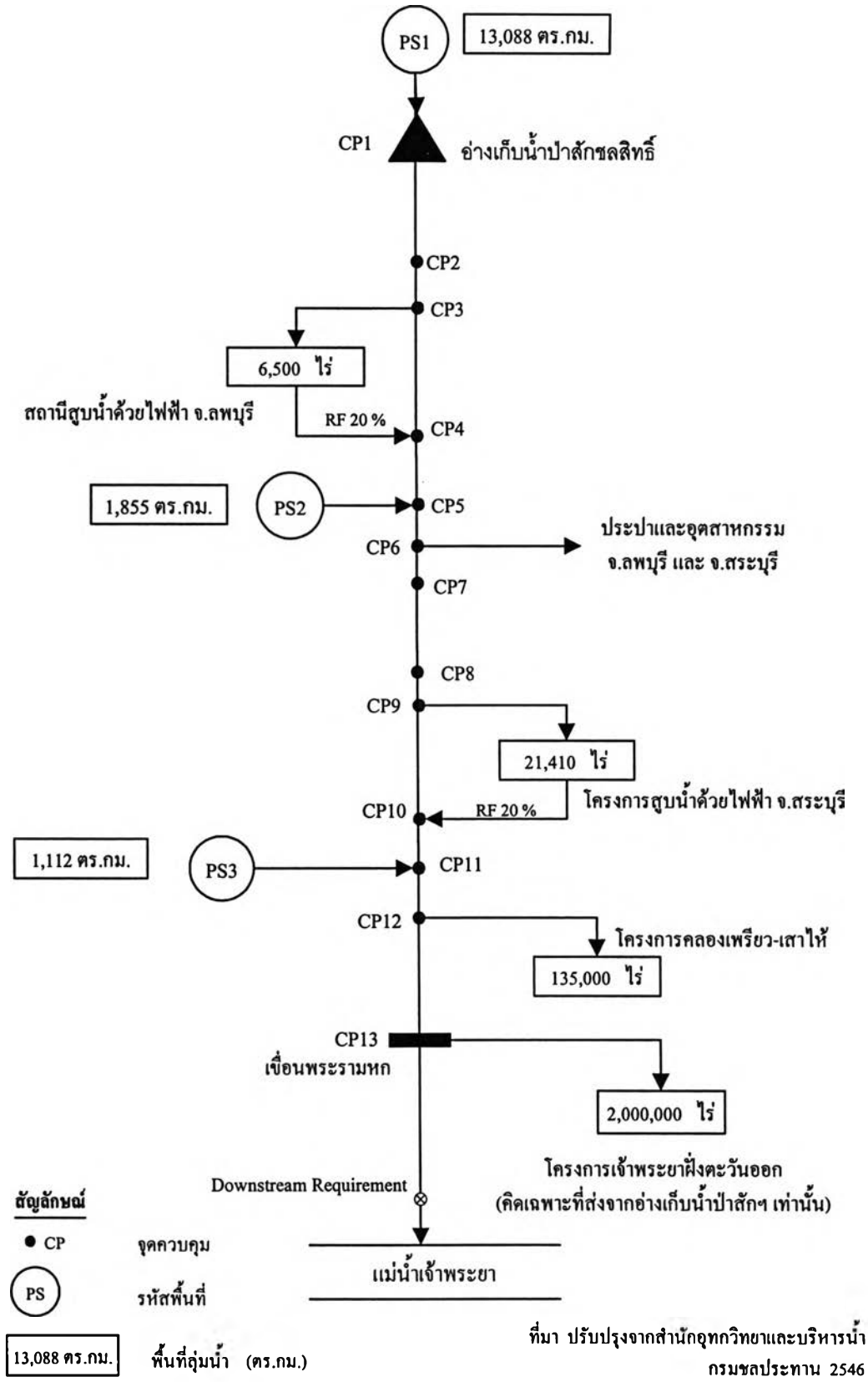
4.2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ

(1) ข้อมูลด้านอุทกวิทยา ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำรายเดือน (จากการสังเคราะห์) ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี 19052 (อ.ชัยบาดาล จ.ลพบุรี) และข้อมูลการระเหยจากสถิติภูมิอากาศที่สถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ อำเภอบัวชุม จังหวัดลพบุรี ในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2514-2543) แสดงในภาคผนวก ค

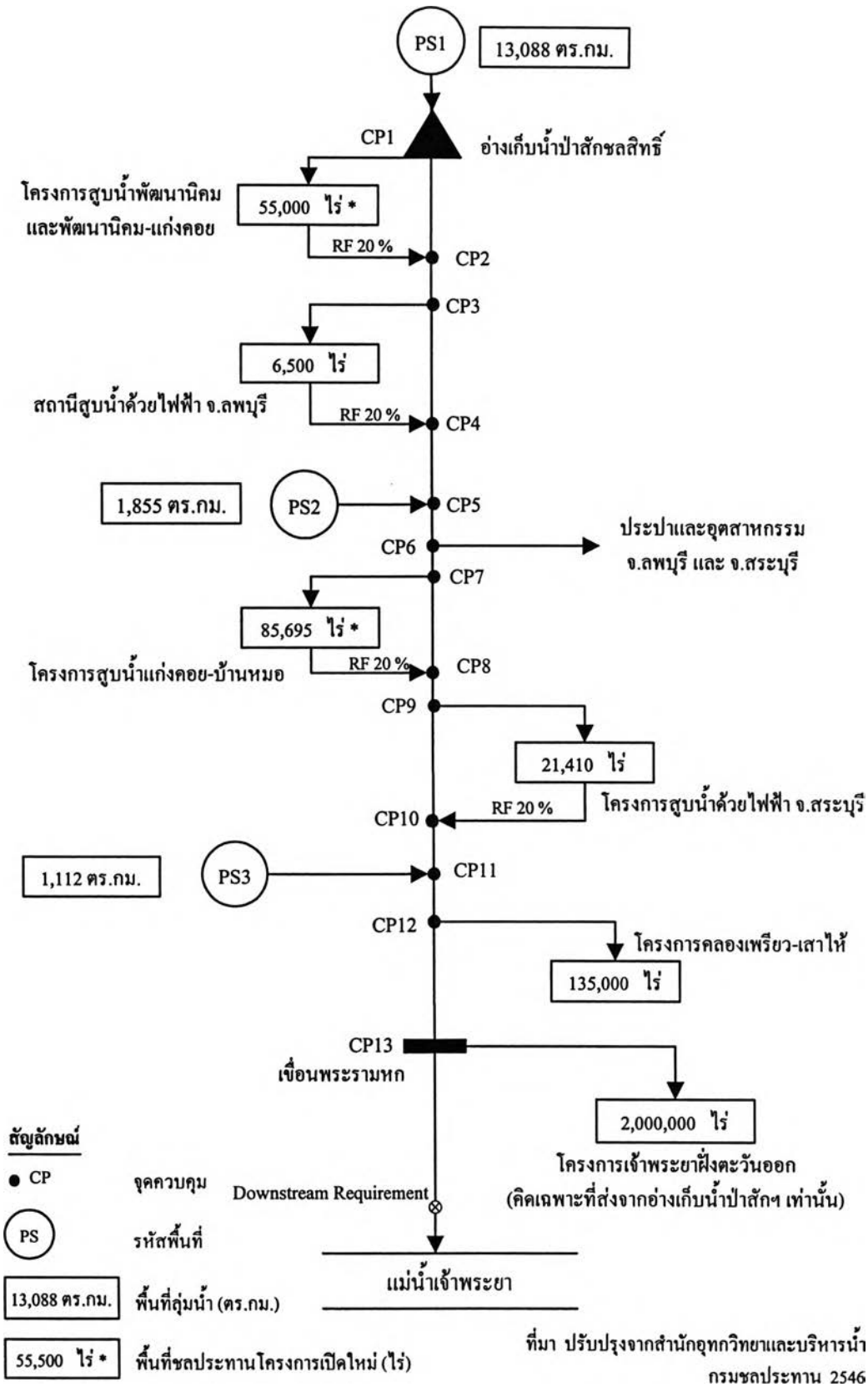
(2) ข้อมูลความต้องการใช้น้ำรายเดือน (พ.ศ.2513-2543) ของโครงการสภาพการใช้น้ำปัจจุบันและสภาพการใช้น้ำอนาคต แสดงในภาคผนวก ค

(3) กรณีการศึกษา แบ่งเป็น 2 กรณีดังกล่าวข้างต้น คือสภาพการใช้น้ำปัจจุบัน และสภาพการใช้น้ำอนาคต โดยแสดงแผนภูมิสำหรับการวิเคราะห์การบริหารอ่างเก็บน้ำป่าสักฯ สภาพการใช้น้ำปัจจุบัน และสภาพการใช้น้ำอนาคตในรูป 4-2 และ 4-3

(4) ข้อกำหนดอื่นๆในการจำลองการบริหารอ่างเก็บน้ำด้วยเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ



รูป 4-2 แผนภูมิสำหรับการวิเคราะห์การบริหารอ่างเก็บน้ำป่าสักชลสิทธิ์ สภาพการใช้น้ำปัจจุบัน



รูป 4-3 แผนภูมิสำหรับการวิเคราะห์การบริหารอ่างเก็บน้ำป่าสักชลสิทธิ์ สภาพการใช้น้ำอนาคต

- ในการศึกษายอมให้เกิดสภาวะน้ำล้นอ่างเก็บน้ำ และการขาดแคลนน้ำไม่เกินร้อยละ 10 และ 20 ของจำนวนข้อมูลที่ศึกษา(372 เดือน) ตามลำดับ

- สภาวะน้ำล้น คือ สถานการณ์ที่การระบายน้ำออกจากอ่างในปริมาณที่สูงกว่า 600 ลบ.ม./วินาที ทำให้เกิดผลกระทบน้ำท่วมด้านท้ายน้ำ

- สภาวะการขาดแคลนน้ำ คือ สถานการณ์ที่ส่งน้ำในปริมาณที่น้อยกว่าความต้องการน้ำทำให้เกิดการขาดแคลนขึ้น

4.2.2 การสังเคราะห์ข้อมูลน้ำท่ารายเดือนที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ

จากการศึกษาที่ผ่านมามีการสังเคราะห์ข้อมูลน้ำท่ารายปีและรายเดือนที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำมีรายละเอียดดังนี้

(1) รายงานการศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการเขื่อนเก็บกักน้ำแม่น้ำป่าสัก จังหวัดสระบุรี และจังหวัดลพบุรี กรมชลประทาน (กันยายน 2536) ประเมินน้ำท่าด้วยการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีกับพื้นที่ลุ่มน้ำได้สมการ

$$Q = 0.642A^{0.8435}$$

โดย Q = ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี (ล้าน ลบ.ม.)

A = พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)

จากนั้นได้เลือกสถานีวัดน้ำท่าที่มีข้อมูลยาวพอเพียง คือ S7 (อ.มวกเหล็ก จ.สระบุรี) มีข้อมูลตั้งแต่ พ.ศ.2508-2534 ใช้เป็นสถานีดัชนี และได้คำนวณปริมาณน้ำท่ารายเดือนด้วยการคูณด้วยค่าแฟคเตอร์ (F)

$$F = \left(\frac{A_1}{A}\right)^{0.8435}$$

โดย A = พื้นที่รับน้ำฝนของสถานีวัดน้ำ (ตร.กม.)

A_1 = พื้นที่รับน้ำฝนของอ่างเก็บน้ำ (ตร.กม.)

(2) รายงานการศึกษาการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสัก กรมชลประทาน (เมษายน 2542) และรายงานการศึกษาเกณฑ์การเก็บกักน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ กรมชลประทาน (พฤษภาคม 2546) ประเมินน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำท่าใกล้เคียงที่มีข้อมูลยาวพอเพียง คือ สถานีวัดน้ำท่า S9 (บ้านเมืองเหนือ อ.แก่งคอย จ.สระบุรี) พื้นที่รับน้ำ 14,374 ตารางกิโลเมตร และ S2 (ต.แก่งคอย อ.แก่งคอย จ.สระบุรี) พื้นที่รับน้ำ 14,522 ตารางกิโลเมตร โดยวิธีสัดส่วนพื้นที่ คือ คำนวณปริมาณน้ำท่ารายเดือนด้วยการคูณด้วยค่าอัตราส่วนระหว่างพื้นที่รับน้ำฝนของอ่างเก็บน้ำกับพื้นที่รับน้ำฝนของสถานีวัดน้ำฝน

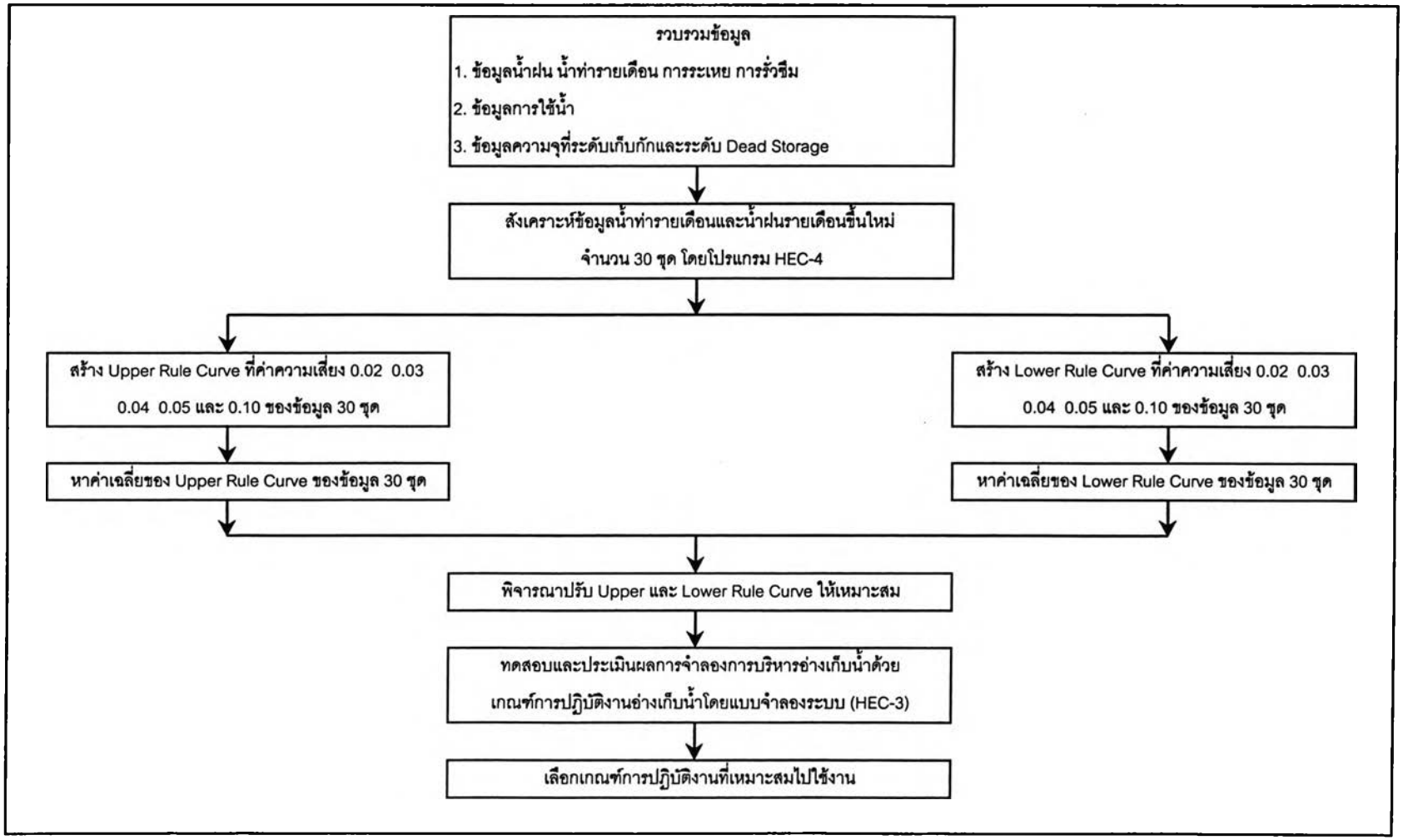
ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงประเมินปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำโดยประเมินจากสถานีวัดน้ำท่า S9 (บ้านเมืองเหนือ อ.แก่งคอย จ.สระบุรี) และ S2 (ต.แก่งคอย อ.แก่งคอย จ.สระบุรี) โดยวิธีสัดส่วนพื้นที่และข้อมูลที่ใช้ คือ ปี พ.ศ.2513-2541 ส่วนปี พ.ศ.2542-2543 ใช้ข้อมูลจริง รวม 31 ปี สรุปได้ว่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำป่าสักฯ เท่ากับ 2,160.90 ล้าน ลบ.ม. ค่าเฉลี่ยในฤดูฝนและฤดูแล้งเท่ากับ 1,894.80 และ 266.10 ล้าน ลบ.ม. ตามลำดับ (แสดงในภาคผนวก ค)

4.2.3 การสร้างเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ

การสร้างเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำได้อาศัยวิธีพื้นฐานของความน่าจะเป็น คือวิธี Probability based Rule Curves สามารถสรุปขั้นตอนการสร้างเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ ดังรูป 4-4 โดยมีวิธีการดังนี้

(1) การสังเคราะห์ข้อมูลใหม่

การสังเคราะห์ข้อมูลใหม่เพื่อขยายข้อมูลที่มีอยู่เดิมให้มากขึ้นโดยข้อมูลใหม่ที่ได้ต้องคงคุณสมบัติทางสถิติของข้อมูลเดิมที่มีอยู่ไว้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าความแปรปรวน(Variance) ค่า Coefficient of Variation (CV) ค่าสัมประสิทธิ์ความบิดเบี้ยว (Skewness Coefficient) ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของข้อมูล เป็นต้น ในการศึกษาได้ใช้โปรแกรม HEC-4 ในการยืดขยายข้อมูลและทำข้อมูลสังเคราะห์ (Synthetic Data)



รูป 4-4 ขั้นตอนการสร้างเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำรายเดือน โดยวิธี Probability based Rule Curve

(2) การสร้าง Upper Rule Curve

Upper Rule Curve เป็นระดับน้ำในอ่างที่มากที่สุดที่ทำให้ความเสี่ยงต่อการที่อ่างมีปริมาตรไม่พอรับน้ำนองอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ระดับน้ำในอ่างที่มากที่สุดเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา (เดือน)

ระดับน้ำระหว่าง Upper Rule Curve และระดับเก็บกักปกติ (Normal Pool) เรียกว่า Flood Control Reserve

ให้ VFC_t = Volume of Flood Control Reserve ในเดือน t

NRI_t = ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างสุทธิในเดือน t

(Net Reservoir Inflow Volume = Reservoir Inflow – Reservoir Outflow) เป็นตัวแปรสุ่ม

$NRI_t = I_t + (1-C)AxR_t - AxE_t - D_t$

เมื่อ I_t = ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างในเดือน t (ล้าน ลบ.ม.)

R_t = ปริมาณฝนที่ตกลงในอ่างในเดือน t (ล้าน ลบ.ม.)

C = ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า

A = พื้นที่ผิวน้ำในอ่างที่ระดับเก็บกักปกติ (ตร.กม.)

E_t = ปริมาณการระเหยจากอ่างในเดือน t = 0.80Epan

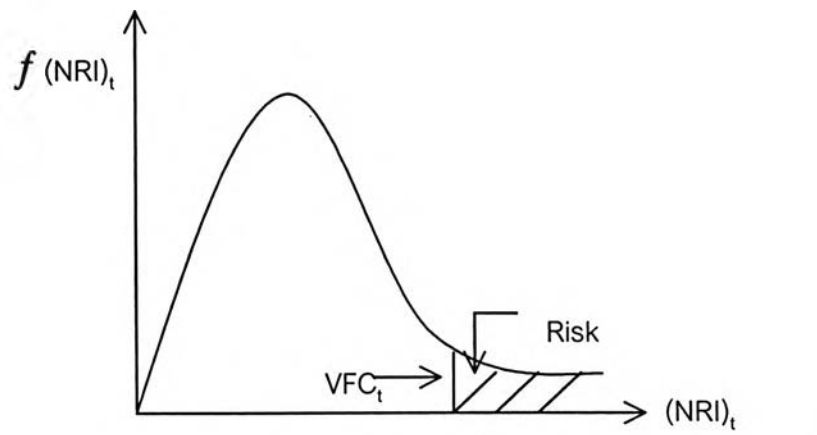
D_t = ความต้องการน้ำจากอ่างในเดือน t (ล้าน ลบ.ม.)

$P(NRI_t > VFC_t) < Risk$

วิธีการสร้าง Upper Rule Curve

(2.1) เลือกข้อมูลที่ตรวจสอบคุณสมบัติทางสถิติแล้วจำนวน 30 ชุด (แต่ละชุดมีข้อมูล 31 ปี) คำนวณหาปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างสุทธิ (NRI_t) โดยที่ t = เดือนที่ $NRI_t > 0$ สำหรับในกรณีที่ $NRI_t < VFC_t = 0$ หมายความว่า Upper Rule Curve อยู่ที่ระดับเก็บกักปกติ

(2.2) วิเคราะห์การแจกแจงความน่าจะเป็นของ NRI_t โดยใช้การแจกแจงความถี่แบบกัมเบล (Gumbel distribution)



ที่มา วราวุธและอารียา (2545)

รูป 4-5 การแจกแจงความน่าจะเป็นของ NRI_t

(2.3) กำหนดค่าความเสี่ยง (Risk) และหาค่า VFC_t ค่าความเสี่ยงเป็นส่วนกลับของรอบปีการเกิดซ้ำ (Tr) จากสูตร

$$R = \frac{1}{Tr} = P(X \geq X_{Tr})$$

โดยพิจารณาที่ความเสี่ยงเท่ากับ 0.02 0.03 0.04 0.05 และ 0.10 เพื่อวิเคราะห์หาค่า VFC_t ต่อไป

(2.4) พล็อตค่า VFC_t โดยอ้างอิงกับระดับเก็บกักปกติของอ่างเก็บน้ำที่ระดับ 42.00 ม.รทก. (ความจุเก็บกัก เท่ากับ 785.00 ล้าน ลบ.ม.) ได้ Upper Rule Curve

(2.5) หาตัวแทน Upper Rule Curve จากชุดข้อมูลทั้ง 30 ชุด

(3) การสร้าง Lower Rule Curve

Lower Rule Curve เป็นระดับน้ำในอ่างที่ควรรักษาไว้เพื่อหลีกเสี่ยงความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำในอนาคต หรือความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำในอนาคตอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

$P (VBUF_t + NRI_t < 0) < Risk$ (เมื่อ $NRI_t < 0$)

$P (- NRI_t > VBUF_t) < Risk$

เมื่อ D = เดือนที่สิ้นสุดฤดูแล้ง

$VBUF_t$ = ปริมาณน้ำในอ่างที่ระดับที่ควรรักษาไว้(Lower Rule Curves)

วิธีการสร้าง Lower Rule Curve

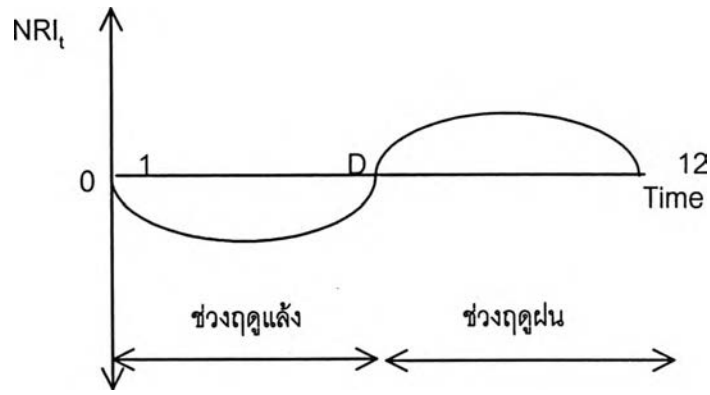
(3.1) เลือกข้อมูลที่ตรวจสอบคุณสมบัติทางสถิติแล้ว 30 ชุด (แต่ละชุดมีข้อมูล 31 ปี) คำนวณหา NRI_t ($t = 1, 2, \ldots, 12$)

(3.2) วิเคราะห์หาช่วงฤดูฝน (Wet Season) และช่วงฤดูแล้ง (Dry Season) โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

- ช่วงฤดูฝนเริ่มจากเดือนแรกที่ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างมากกว่าปริมาณน้ำที่ไหลออกจากอ่าง หลังจากที่มีช่วงเวลาหลายเดือนที่ปริมาณน้ำไหลเข้าน้อยกว่าปริมาณน้ำที่ไหลออกจากอ่างหรือ $NRI_t > 0$

- ช่วงฤดูแล้งเริ่มจากเดือนแรกที่ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างน้อยกว่าปริมาณน้ำที่ไหลออกจากอ่าง หรือ $NRI_t < 0$

ช่วงฤดูฝนกำหนด Lower Rule Curve ให้อยู่ในระดับเก็บกักต่ำสุด (V_{min}) หมายความว่าถ้าจำเป็นสามารถระบายน้ำออกจากอ่างจนถึงระดับต่ำสุดได้ เนื่องจากคาดว่ามีน้ำไหลเข้าอ่างตลอดเวลาในช่วงฤดูฝน ($NRI_t > 0$) ช่วงฤดูแล้งซึ่ง $NRI_t < 0$ จำเป็นต้องมีน้ำสำรองในอ่าง ($VBUF_t$) เพื่อรองรับความต้องการน้ำ



ที่มา วราวุธและอารียา (2545)

รูป 4-6 เกณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์หาช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน

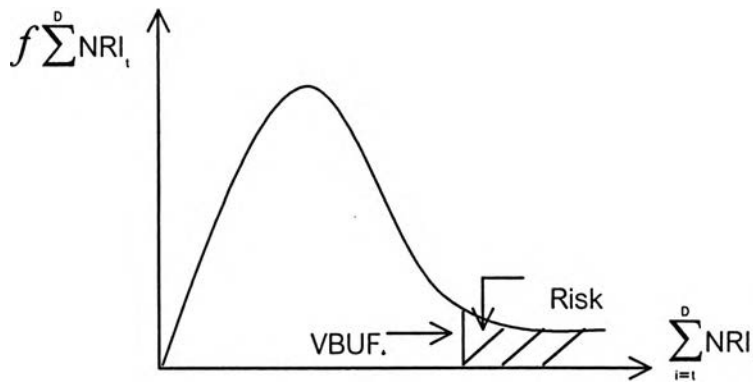
(3.3) คำนวณหา $\sum_{i=1}^{D} NRI_t$ เมื่อ t = 1, 2, ..., D โดย $\sum_{i=1}^{D} NRI_t$ เริ่มตั้งแต่ต้นฤดูแล้งจนถึงเดือนที่สิ้นสุดฤดูแล้ง (D)

(3.4) วิเคราะห์หาการแจกแจงความน่าจะเป็นของ $\sum_{i=1}^{D} NRI_t$ เมื่อ t = 1, 2, ..., D ได้ $f\sum_{i=1}^{D} NRI_t$, $f\sum_{i=2}^{D} NRI_t$, ..., $f\sum_{i=D-1}^{D} NRI_t$, $f\sum NRI_t$

ในขั้นตอนนี้วิเคราะห์การแจกแจงความน่าจะเป็นในทำนองเดียวกับวิธีการสร้าง Upper Rule Curve ที่กล่าวมาข้างต้น

(3.5) กำหนดค่าความเสี่ยงเท่ากับ 0.02 0.03 0.04 0.05 และ 0.10 จากนั้นหาค่า $VBUF_t$

(3.6) พล็อตค่า VBUF$_t$ โดยอ้างอิงกับระดับเก็บกักต่ำสุดของอ่างเก็บน้ำ โดยการศึกษานี้กำหนดระดับไว้ที่ 34.50 ม.รทก. (ความจุ 69 ล้าน ลบ.ม.) เนื่องจากการสอบถามเจ้าหน้าที่โครงการในการตรวจสอบพื้นที่โครงการ พบว่า การควบคุมความจุของอ่างเก็บน้ำในปัจจุบันกำหนดให้ไม่ต่ำกว่าระดับ 34.50 ม.รทก. เพื่อไม่ให้น้ำในอ่างเก็บน้ำแห้งจนส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำ ได้ Lower Rule Curve



ที่มา วราวุธและอารียา (2545)

รูป 4-7 การแจกแจงความน่าจะเป็นของ $\sum_{i=1}^{D}NRI_t$

(3.7) หาตัวแทนของ Lower Rule Curve จากชุดข้อมูลทั้ง 30 ชุด

4.2.4 การจำลองการบริหารอ่างเก็บน้ำด้วยเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ

การจำลองการบริหารอ่างเก็บน้ำด้วยเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำใช้โปรแกรม HEC-3 มาช่วยในการวิเคราะห์การบริหารอ่างเก็บน้ำ โดยบริหารอ่างเก็บน้ำตามเกณฑ์ในช่วงเวลา 31 ปี โดยถือว่าสภาวะการไหลล้นอ่าง คือ การที่ปริมาณน้ำที่ปล่อยออกจากอ่างเก็บน้ำทำให้เกิดน้ำท่วมด้านท้ายน้ำคือ มากกว่า 600 ลบ.ม./วินาที และสภาวะขาดน้ำ คือ การที่อ่างเก็บน้ำไม่สามารถส่งน้ำได้ตามต้องการ เกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำที่ใช้ประกอบด้วย เกณฑ์ RC42 RC46 และ RCP (ที่ความเสี่ยงต่างๆ) ซึ่งผลจำลองการบริหารอ่างเก็บน้ำด้วยเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำได้เปรียบเทียบตามกรณีการศึกษา ดังนี้

(1) เกณฑ์ RCP (ที่ความเสี่ยงต่างๆ) สภาพการใช้น้ำปัจจุบันเปรียบเทียบกับเกณฑ์ RC46 เนื่องจากเกณฑ์ RC46 สร้างเกณฑ์จากข้อมูลความต้องการใช้น้ำในสถานการณ์ปัจจุบัน

(2) เกณฑ์ RCP (ที่ความเสี่ยงต่างๆ) สภาพการใช้น้ำอนาคตเปรียบเทียบกับเกณฑ์ RC42 เนื่องจากเกณฑ์ RC42 สร้างเกณฑ์จากข้อมูลความต้องการใช้น้ำในอนาคต (ความต้องการน้ำด้านชลประทานเต็มศักยภาพของโครงการ)

4.2.5 เกณฑ์การประเมินประสิทธิผล

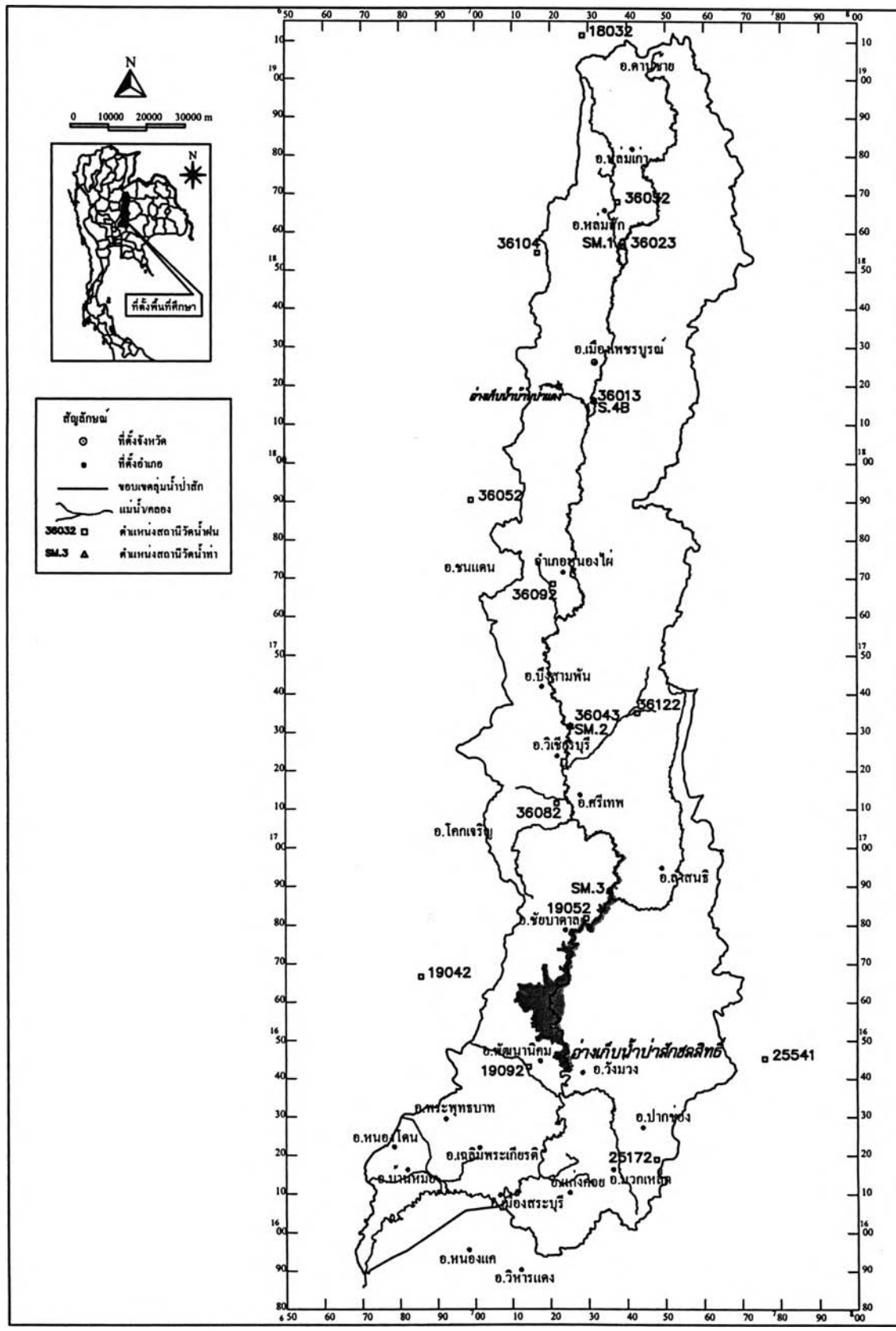
การประเมินประสิทธิผลพิจารณาถึงความเสี่ยงที่เกิดการไหลล้นอ่างในรูปของความถี่ของการไหลล้นอ่าง ผลรวมของการไหลล้นอ่าง ความรุนแรงของการเกิดในรูปของการไหลล้นอ่างสูงสุด และผลรวมการไหลล้นอ่างกำลังสอง และความเสี่ยงที่เกิดการขาดแคลนน้ำในรูปของความถี่ของการขาดน้ำ ผลรวมของการขาดน้ำ ความรุนแรงของการเกิดในรูปของการขาดน้ำสูงสุดและผลรวมการขาดน้ำกำลังสอง

4.3 การพัฒนาแบบจำลอง ANN เพื่อพยากรณ์อัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ

การพัฒนาแบบจำลอง ANN เพื่อพยากรณ์อัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำโดยพิจารณาค่าเป็นรายวันแล้วนำผลการพยากรณ์ที่ได้ไปใช้เป็นข้อมูลในการบริหารอ่างเก็บน้ำ แบบจำลองที่นำมาใช้ในการศึกษานี้เป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นโดยอาศัยโปรแกรมสำเร็จรูป Qnet รุ่น 2000 (Qnet2000) ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Vesta Services, Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา

4.3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง ANN

ข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วยน้ำฝนและอัตราการไหลของน้ำท่า ที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนและน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำที่ได้คัดเลือกมาใช้ในการศึกษาแสดงดังรูป 4-8



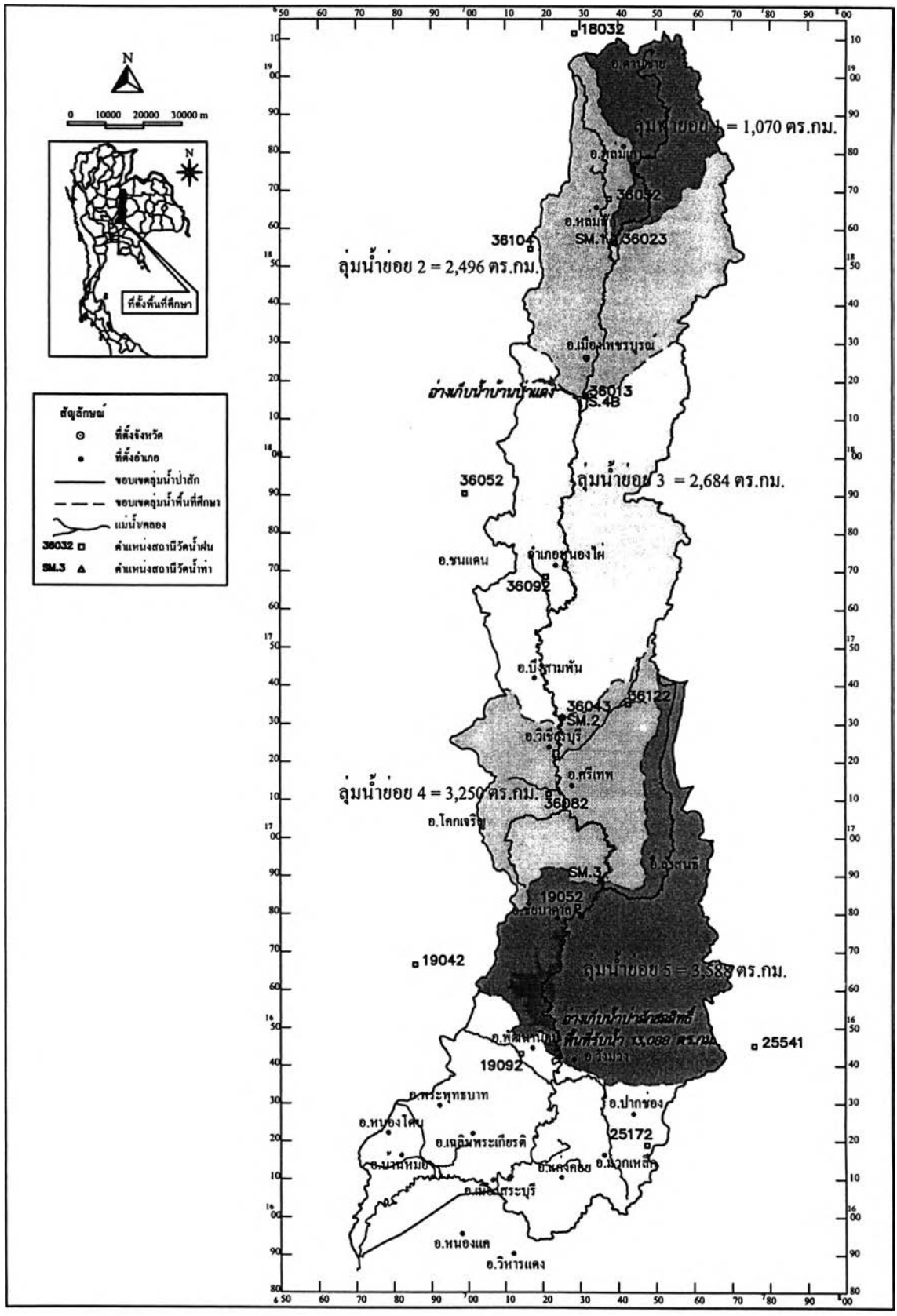
รูป 4-8 ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนและน้ำท่าที่ใช้ในการศึกษา

(1) *ข้อมูลน้ำฝน* ข้อมูลน้ำฝนรายวันคัดเลือกจากสถานีที่เป็นสถานีหลักประจำอำเภอที่มีความสมบูรณ์ในการบันทึกข้อมูล ความยาวของข้อมูล ตลอดจนมีการกระจายตัวทั้งพื้นที่ศึกษา โดยได้คัดเลือกสถานีที่ใช้ในการศึกษา จำนวน 15 สถานี สรุปช่วงของข้อมูลและแหล่งที่มาได้ดัง ตาราง 4-6

ตาราง 4-6 สรุปช่วงของข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูลน้ำฝนที่ใช้ในการศึกษา

ลำดับที่	รหัสสถานี	ชื่อสถานี	ช่วงปีสถิติข้อมูล (พ.ศ.)	ที่มา
1	18032	อ.ด่านซ้าย จ.เลย	2495-2543	กรมชลประทาน
2	19042	อ.โคกสำโรง จ.ลพบุรี	2495-2543	กรมชลประทาน
3	19052	อ.ชัยบาดาล จ.ลพบุรี	2495-2543	กรมชลประทาน
4	19092	อ.พัฒนานิคม จ.ลพบุรี	2510-2543	กรมชลประทาน
5	25172	สวนสักกลางดง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา	2503-2543	กรมชลประทาน
6	25541	ลำตะคอง (M.38C) จ.นครราชสีมา	2506-2543	กรมชลประทาน
7	36013	อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์	2495-2543	กรมชลประทาน
8	36023	อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์	2495-2543	กรมชลประทาน
9	36032	อ.หล่มเก่า จ.เพชรบูรณ์	2495-2543	กรมชลประทาน
10	36043	อ.วิเชียรบุรี จ.เพชรบูรณ์	2495-2543	กรมชลประทาน
11	36052	อ.ชนแดน จ.เพชรบูรณ์	2498-2543	กรมชลประทาน
12	36082	โรงเรียนโคกสะอาด อ.ศรีเทพ จ.เพชรบูรณ์	2508-2543	กรมชลประทาน
13	36092	อ.หนองไผ่ จ.เพชรบูรณ์	2508-2543	กรมชลประทาน
14	36104	แคมป์สน อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์	2515-2543	กรมชลประทาน
15	36122	ต.น้ำร้อน อ.วิเชียรบุรี จ.เพชรบูรณ์	2513-2543	กรมชลประทาน

สำหรับข้อมูลน้ำฝนที่ใช้เป็นปริมาณฝนเฉลี่ยทั่วทั้งพื้นที่ คำนวณโดยใช้วิธีธีเอสเสนโพลีกอน (Thiessen Polygon) เนื่องจากพื้นที่มีลักษณะเรียวและยาวจึงแบ่งพื้นที่รับน้ำฝนออกเป็นพื้นที่รับน้ำย่อยๆ ตามสภาพภูมิประเทศที่มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ได้พิจารณาตำแหน่งที่ตั้งของสถานีน้ำท่าในลำน้ำประกอบ โดยการศึกษาได้แบ่งพื้นที่รับน้ำออกเป็น 5 ลุ่มน้ำย่อย (ดังแสดงในรูป 4-9) และใช้ขนาดของธีเอสเสนโพลีกอนเป็นตัวแบ่งสัดส่วนการเฉลี่ย (Weight Factor) ของสถานีวัดน้ำฝนของลุ่มน้ำย่อยแสดงดังตาราง 4-7



รูป 4-9 การแบ่งพื้นที่รับน้ำของข้อมูลสถานีวัดน้ำฝน

ตาราง 4-7 สัดส่วนการเฉลี่ยด้วยวิธีธีเอสเสนโพลีกอนของสถานีวัดน้ำฝนของลุ่มน้ำย่อย

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่ (ตร.กม.)	สถานีวัดน้ำฝน	สัดส่วนการเฉลี่ย
1	1,070	18032	0.40
		36032	0.60
2	2,496	18032	0.04
		36032	0.22
		36023	0.42
		36104	0.13
		36013	0.19
3	2,684	36052	0.05
		36013	0.33
		36092	0.43
		36122	0.08
		36043	0.11

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่ (ตร.กม.)	สถานีวัดน้ำฝน	สัดส่วนการเฉลี่ย
4	3,250	36043	0.17
		36122	0.18
		36082	0.49
		19052	0.16
5	3,588	19052	0.48
		19092	0.15
		25541	0.20
		25172	0.05
		36122	0.12

- ลุ่มน้ำย่อย 1 เป็นพื้นที่ตอนบนของลุ่มน้ำ ภูมิประเทศเป็นภูเขาสูง เหนือสถานีวัดน้ำท่า SM1 มีพื้นที่รับน้ำ 1,070 ตารางกิโลเมตร

- ลุ่มน้ำย่อย 2 มีภูมิประเทศเป็นภูเขาสูง มีที่ราบตอนกลาง อยู่ระหว่างสถานีวัดน้ำท่า SM1 และ S4B มีพื้นที่รับน้ำ 2,496 ตารางกิโลเมตร

- ลุ่มน้ำย่อย 3 อยู่ตอนกลางของลุ่มน้ำ ภูมิประเทศเป็นภูเขาสลับที่ราบอยู่ระหว่างสถานีวัดน้ำท่า S4B และ SM2 มีพื้นที่รับน้ำ 2,684 ตารางกิโลเมตร

- ลุ่มน้ำย่อย 4 เป็นพื้นที่ตอนกลางของลุ่มน้ำ ภูมิประเทศเป็นภูเขาสลับที่ราบอยู่ระหว่างสถานีวัดน้ำท่า SM2 และ SM3 มีพื้นที่รับน้ำ 3,250 ตารางกิโลเมตร

- ลุ่มน้ำย่อย 5 เป็นพื้นที่ตอนล่างของลุ่มน้ำ เป็นพื้นที่รับน้ำฝนรอบๆ อ่างเก็บน้ำและลุ่มน้ำย่อยลำสนธิอยู่ใต้สถานีวัดน้ำท่า SM3 ลงมา จนถึงก่อนเข้าอ่างเก็บน้ำมีพื้นที่รับน้ำ 3,588 ตารางกิโลเมตร

(2) *ข้อมูลน้ำท่า* การศึกษาได้คัดเลือกสถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีความยาวของข้อมูลพอเพียง โดยสถานีวัดน้ำท่าที่เลือกอยู่บนลำน้ำป่าสักสายหลักเป็นสถานีของกรมชลประทาน จำนวน 3 สถานี และสถานีของกรมอุตุนิยมวิทยาจำนวน 3 สถานี สถานีวัดน้ำท่าทั้ง 6 สถานี มีช่วงสถิติข้อมูลที่ตรงกัน จำนวน 18 ปี ได้แก่ ปี พ.ศ.2513-2518 2521-2526 และ 2538-2543 และในการประเมินอัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำได้เลือกสถานีวัดน้ำท่าที่อยู่ใกล้เคียงที่ตั้งของอ่างเก็บน้ำมากที่สุด ได้แก่ สถานี S9 (บ้านเมืองเหนือ อ.แก่งคอย จ.สระบุรี) และสถานี S2 (ต.แก่งคอย อ.แก่งคอย จ.สระบุรี) มาใช้ในการประเมิน (เช่นเดียวกับการประเมินน้ำท่าของการพัฒนาเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ) ช่วงของข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูลแสดงดังตาราง 4-8 และสรุปข้อมูลปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี ฤดูฝน และฤดูแล้งได้ดังตาราง 4-9

ตาราง 4-8 สรุปช่วงของข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูลน้ำท่าที่ใช้ในการศึกษา

ลำดับที่	รหัสสถานี	ชื่อสถานี	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)	ช่วงปีสถิติข้อมูล (พ.ศ.)	ที่มา
1	SM.1	อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์	1,070	2513-2528 2532 2534-2543	กรมอุตุนิยมวิทยา
2	S.4B	อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์	3,566	2509-2518 2521-2526 2538-2543	กรมชลประทาน
3	SM.2	อ.วิเชียรบุรี จ.เพชรบูรณ์	6,250	2513-2526 2534 2536-2543	กรมอุตุนิยมวิทยา
4	SM.3	ต.บัวชุม อ.ชัยบาดาล จ.ลพบุรี	9,500	2513-2526 2532 2534-2543	กรมอุตุนิยมวิทยา
5	S.9	บ้านเมืองเหนือ อ.แก่งคอย จ.สระบุรี	14,374	2516-2543	กรมชลประทาน
6	S.2	ต.แก่งคอย อ.แก่งคอย จ.สระบุรี	14,522	2457-2519 2536-2543	กรมชลประทาน

ตาราง 4-9 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีของสถานีวัดน้ำท่าที่ใช้ในการศึกษา

สถานีวัดน้ำท่า	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)	ปริมาณน้ำท่า						
		ฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.)		ฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)		รายปีเฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
		ล้าน ลบ.ม.	%	ล้าน ลบ.ม.	%	ล้าน ลบ.ม.	ล้าน ลบ.ม.	ล้าน ลบ.ม.
SM.1	1,070	250.5	85.1	44.0	14.9	294.5	745.1	66.5
S4B	3,566	513.6	78.7	139.4	21.3	653.0	1013.5	256.5
SM.2	6,250	1074.7	87.4	154.8	12.6	1229.5	2969.0	76.8
SM.3	9,500	1415.4	88.5	183.8	11.5	1599.2	3992.6	407.0
S.9	14,374	2086.3	87.0	311.2	13.0	2397.5	5277.5	664.8
S.2	14,522	2136.3	85.4	365.6	14.6	2501.9	5442.1	604.2

4.3.2 การประมาณค่าปริมาณฝนรายวันเพิ่มเติม

กรณีที่ข้อมูลรายวันและรายเดือนที่สถานีนั้นขาดหายไป ได้ประมาณโดยใช้ข้อมูลของสถานีข้างเคียงตามวิธี Normal Ratio Method ดังนี้

$$Px = \frac{1}{3}\left[\frac{Nx}{Na}\cdot Pa + \frac{Nx}{Nb}\cdot Pb + \frac{Nx}{Nc}\cdot Pc\right]$$

เมื่อ P_x = ปริมาณน้ำฝนรายวัน (หรือรายเดือน) ที่สถานี x

P_a, P_b, P_c = ปริมาณน้ำฝนรายวัน(หรือรายเดือน)ที่สถานี a, b, c

N_x, N_a, N_b, N_c = ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยที่สถานี x, a, b, c

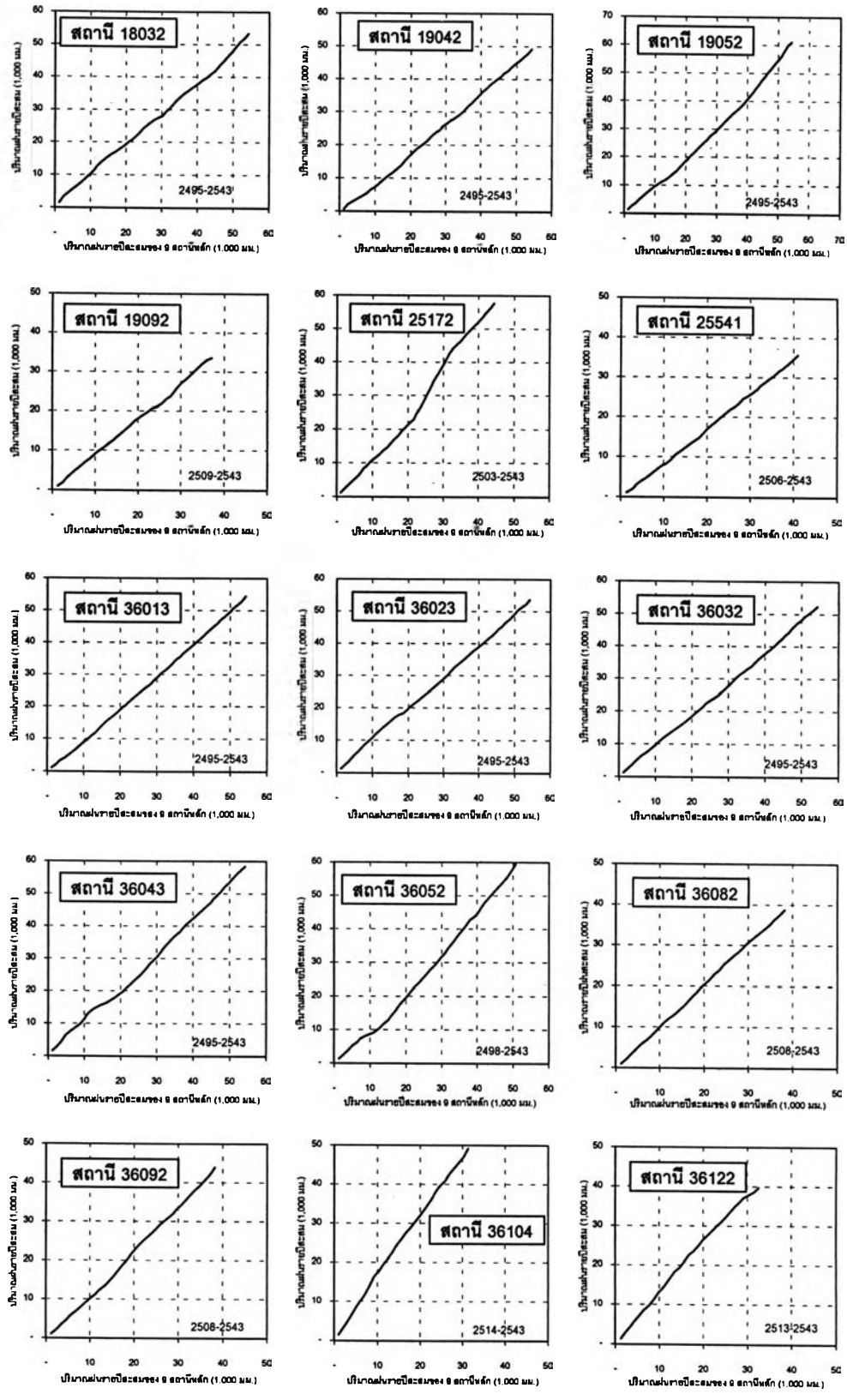
4.3.3 การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล

หลังจากตรวจสอบข้อมูลน้ำฝนและน้ำท่าในเบื้องต้นแล้วได้วิเคราะห์ Consistency ของข้อมูลโดยวิธีกราฟมวลสะสม (Double Mass Curve) เพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลว่ามีความมั่นคงของข้อมูลไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ โดยเปรียบเทียบค่าสะสมของปริมาณน้ำฝนหรือน้ำท่ารายปีของสถานีที่ตรวจสอบกับค่าสะสมรายปีเฉลี่ยของสถานีต่างๆ ที่อยู่โดยรอบ ผลการตรวจสอบกราฟมวลสะสมของสถานีวัดน้ำฝนและสถานีวัดน้ำท่า แสดงดังรูป 4-10 และ 4-11

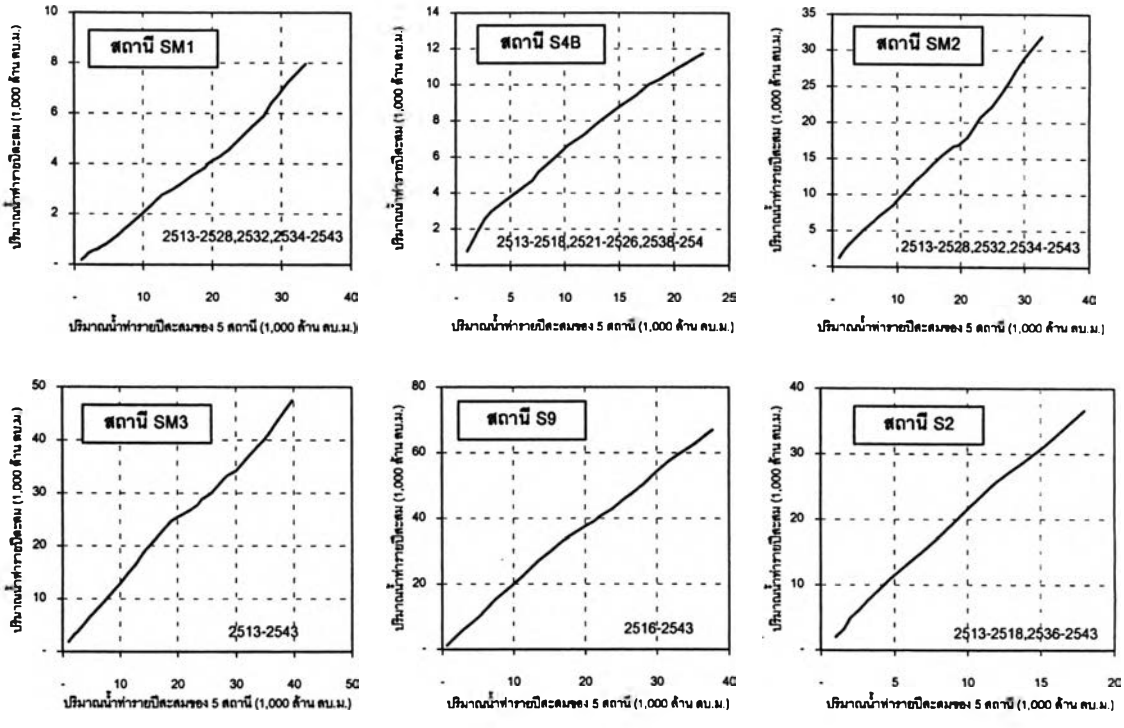
ผลการตรวจสอบพบว่าข้อมูลของสถานีวัดน้ำฝนที่เลือกมาใช้ในการศึกษาส่วนใหญ่มีความเชื่อถือได้เนื่องจากกราฟที่ได้เป็นเส้นตรงมีความลาดเทเดียวกันตลอดมีเพียงสถานีวัดน้ำฝน 25172 (สวนสักกลางดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา) ที่เส้นกราฟมีการหักเหเล็กน้อยที่ปี พ.ศ.2521 และ พ.ศ.2528 แต่เนื่องจากตัวสัดส่วนการเฉลี่ยของสถานี 25172 มีค่าน้อยมาก คือ 5% จึงไม่ได้ปรับข้อมูล ส่วนข้อมูลของสถานีวัดน้ำท่าพบว่ามีความน่าเชื่อถือเนื่องจากกราฟที่ได้ในช่วงเวลาที่มีการบันทึกข้อมูลเป็นเส้นตรงมีความลาดเทเดียวกัน

4.3.4 การสังเคราะห์ข้อมูลอัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำรายวัน

ข้อมูลอัตราการไหลรายวันเข้าอ่างเก็บน้ำได้สังเคราะห์จากข้อมูลอัตราการไหลรายวันโดยวิธีเดียวกับที่กล่าวในหัวข้อ 4.2.2 คือ ใช้ข้อมูลของสถานี S2 และสถานี S9 ยกเว้นข้อมูลปี พ.ศ.2542-2543 ใช้ข้อมูลจริงในการศึกษา ปีที่นำมาใช้ในแบบจำลอง ANN ได้แก่ ปี พ.ศ.2513-2518 2521-2526 และ 2538-2543 จำนวน 18 ปี เพื่อให้สอดคล้องกับช่วงปีที่มีข้อมูลของสถานีวัดน้ำท่าตอนบน สรุปอัตราการไหลของสถานีวัดน้ำท่าตอนบนและอัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำรายวันได้ดังตาราง 4-10



รูป 4-10 การตรวจสอบ Double Mass Curve ระหว่างฝนสะสมรายปีสถานีต่าง ๆ กับฝนสะสมรายปีเฉลี่ย 9 สถานี



รูป 4-11 การตรวจสอบกราฟมวลสะสมระหว่างน้ำท่าสะสมรายปีสถานีต่างๆกับน้ำท่าสะสมรายปีเฉลี่ย 5 สถานี

ตาราง 4-10 อัตราการไหลเฉลี่ยรายวัน (ลบ.ม/วินาที) ของสถานีวัดน้ำท่าที่ใช้ในการศึกษา

สถานีน้ำท่า	ฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.)				ฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)			
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
SM1	16.41	26.59	190.00	0.00	3.31	3.92	38.58	0.00
S4B	32.32	36.87	174.60	0.00	8.88	7.88	74.50	0.00
SM2	73.89	76.22	335.70	0.00	9.19	12.59	151.76	0.00
SM3	94.09	127.40	629.00	0.00	13.71	27.19	209.26	0.00
RES	129.51	198.88	2919.17	0.00	17.10	29.58	272.25	0.00

หมายเหตุ RES คือ อ่างเก็บน้ำ

4.3.5 ขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลอง ANN

(1) การคัดเลือกชุดตัวแปรนำเข้าแบบจำลอง ANN การศึกษาได้นำหลักเกณฑ์คัดเลือกชุดตัวแปรนำเข้าที่มีนัยสำคัญของแบบจำลองในการพยากรณ์น้ำท่ามาพิจารณาเลือกชุดตัวแปรนำเข้าแบบจำลอง (ธนพล 2545)

- การคัดเลือกอัตราการไหลรายวันย้อนหลังของสถานีที่พยากรณ์ใช้กราฟความสัมพันธ์แบบ Autocorrelation และกราฟ Partial Autocorrelation โดยพิจารณาจากค่าความสัมพันธ์แบบ Partial Autocorrelation ที่มีค่ามากกว่าค่าขอบเขตความเป็นอิสระของค่าตัวแปรที่ความเชื่อมั่น 95%

- การคัดเลือกปริมาณฝนเฉลี่ยพื้นที่รายวันย้อนหลังใช้กราฟความสัมพันธ์แบบ Cross Correlation และกราฟน้ำฝน น้ำท่า โดยพิจารณาจากวันปัจจุบันย้อนไปถึงวันย้อนหลังที่ค่าความสัมพันธ์สูงสุด และใช้ค่า Tc มาประกอบการพิจารณา

- การคัดเลือกอัตราการไหลรายวันย้อนหลังของสถานีวัดน้ำท่าตอนบนใช้กราฟความสัมพันธ์แบบ Cross Correlation โดยพิจารณาจากวันปัจจุบันย้อนหลังไปถึงวันที่มีค่าความสัมพันธ์สูงสุด ซึ่งให้ผลการคัดเลือกเช่นเดียวกับวิธีการทายค่า

- การพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าประสิทธิภาพของแบบจำลอง เพื่อพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าประสิทธิภาพเมื่อเพิ่มตัวแปรนำเข้าไปในแบบจำลอง คำนวณจากสมการ

$$\text{อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าประสิทธิภาพของแบบจำลอง (\%)} = \frac{EI_{M2}(\%) - EI_{M1}(\%)}{100 - EI_{M1}(\%)} \times 100$$

เมื่อ $EI_{M2}(\%) - EI_{M1}(\%)$ = เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของแบบจำลอง 2 ที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงจากแบบจำลอง 1

$100 - EI_{M1}(\%)$ = เปอร์เซ็นต์ปรากฏการณ์ที่เหลือที่แบบจำลอง 1 ยังไม่สามารถอธิบายได้

เมื่อคัดเลือกชุดตัวแปรนำเข้าด้วยวิธีการดังกล่าวข้างต้นแล้วนำตัวแปรที่ได้มาทดสอบหาตัวแปรนำเข้าที่มีนัยสำคัญต่อการพยากรณ์ Q_{t+1} เพื่อคัดเลือกตัวแปรที่มีความเหมาะสมในการสร้างแบบจำลอง

(2) การแบ่งช่วงข้อมูล การจัดสร้างแบบจำลองได้แบ่งจำนวนข้อมูลที่ใช้เป็น 3 ชุด ได้แก่

(2.1) ข้อมูลเรียนรู้ (Calibration, Training) เพื่อให้แบบจำลองเรียนรู้ข้อมูลจากเหตุการณ์หลายๆ ช่วงเหตุการณ์ คือ กรณีปริมาณน้ำน้อยที่สุดไปจนถึงปริมาณน้ำสูงที่สุดที่มีข้อมูล

(2.2) ข้อมูลทดสอบ (Verification, Testing) เป็นการทดสอบแบบจำลองกับเหตุการณ์ที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อน จำนวน 3 ปี โดยได้คัดเลือกชุดข้อมูลจากการแจกแจงความถี่แบบ Weibull (Singh, 1992) โดยนำปริมาณน้ำท่ารายปีมาจัดอันดับตามขนาดปริมาณน้ำท่าจากมากไปน้อย เพื่อนำไปหาค่าความถี่ของการเกิดซ้ำ (Exceedance Probability) จากนั้นเลือกปีที่นำมาใช้ในการทดสอบ โดยพิจารณาปีที่มีความถี่ของการเกิดซ้ำที่ 20% 50% และ 80%

(2.3) ข้อมูลรับรองผล (Validation) เป็นการประยุกต์แบบจำลองกับข้อมูลในปัจจุบัน โดยได้เลือกปีล่าสุดที่มีการบันทึกข้อมูลและอยู่ในช่วงของข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้

(3) โครงสร้างของแบบจำลอง

(3.1) จำนวนหน่วยของชุดตัวแปรนำเข้ากำหนดจากผลการคัดเลือกชุดตัวแปรนำเข้า

(3.2) จำนวนหน่วยของชุดตัวแปรออกกำหนดเป็นอัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในวันที่พยากรณ์ (ลบ.ม./วินาที)

(3.3) จำนวนชั้นซ่อนและจำนวนหน่วยของชั้นซ่อน ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดหลักเกณฑ์ในการเลือกจำนวนชั้นซ่อนและจำนวนหน่วยของชั้นซ่อน ดังนี้

- กรณีจำนวนหน่วยของชุดตัวแปรนำเข้ามีไม่เกิน 5 หน่วย กำหนดจำนวนหน่วยเท่ากับ 1.0 เท่าของจำนวนหน่วยของชุดตัวแปรนำเข้า และแบ่งเป็น 1 ชั้น

- กรณีจำนวนหน่วยของชุดตัวแปรนำเข้ามีมากกว่า 5 หน่วย แต่ไม่เกิน 10 หน่วย กำหนดจำนวนหน่วยเท่ากับ 0.5 เท่าของจำนวนหน่วยของชุดตัวแปรนำเข้า และแบ่งเป็น 1 ชั้น

- กรณีจำนวนหน่วยของชุดตัวแปรนำเข้ามีมากกว่า 10 หน่วย กำหนดจำนวนหน่วยเท่ากับ 0.5 เท่าของจำนวนหน่วยของชุดตัวแปรนำเข้า และแบ่งเป็น 2 ชั้น

(3.4) ค่าพารามิเตอร์

- ฟังก์ชั่นการกระตุ้น กำหนดเป็น ซิกมอยด์ฟังก์ชั่น
- ค่าอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.01
- ค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.45 และ 0.95 (เปลี่ยนที่ 5,000 รอบ)

(3.5) กระบวนการเรียนรู้เป็นแบบการคำนวณย้อนกลับ (Back propagation)

(4) เมื่อได้แบบจำลองที่ผ่านการเรียนรู้แล้วนำแบบจำลองมาทดสอบกับข้อมูลที่เตรียมไว้ เพื่อทดสอบความสามารถของแบบจำลองว่าสามารถพยากรณ์กับเหตุการณ์ที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อนหรือไม่ และประเมินค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองจากข้อมูลทั้งสองชุด และเพื่อเป็นการรับรองผลของแบบจำลองที่สร้างขึ้นจึงนำแบบจำลองมาใช้กับข้อมูลในเหตุการณ์ปัจจุบันที่เตรียมไว้

4.3.6 การคัดเลือกรูปแบบการพยากรณ์

ในการศึกษาได้พิจารณารูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม ได้แก่ กลุ่มตัวแปรนำเข้าและระยะเวลาในการพยากรณ์ โดยการทดสอบแบ่งเป็นการพยากรณ์แบบรวมทั้งลุ่มน้ำและแบบแบ่งลุ่มน้ำย่อย โดยพยากรณ์ล่วงหน้า 1 3 7 14 21 และ 30 วัน

สำหรับการศึกษาในขั้นตอนนี้ใช้สถานีวัดน้ำท่า SM3 (ต.บัวชุม อ.ชัยบาดาล จ.ลพบุรี) เป็นสถานีในการทดสอบ เนื่องจากมีข้อมูลจากการวัดจริงจึงสามารถตรวจสอบได้ ซึ่งผลการศึกษาที่ได้ใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบจำลอง ANN พยากรณ์อัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ

ข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วยข้อมูลอัตราการไหลรายวันของสถานีวัดน้ำท่า SM1 SM2 S4B และ SM3 รวม 4 สถานี และข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยพื้นที่รายวัน 4 ลุ่มน้ำย่อย (รูป 4-9) คือ ลุ่มน้ำย่อย 1 2 3 และ 4 การคัดเลือกรูปแบบการพยากรณ์ใช้ข้อมูลตลอดปี เนื่องจากเป็นการพิจารณาแนวทางในเบื้องต้น สำหรับการสร้างแบบจำลอง ANN พยากรณ์อัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำได้แยกแบบจำลองเป็นฤดูฝนและฤดูแล้งเพื่อให้แบบจำลองมีประสิทธิภาพมากที่สุด

4.3.7 การพัฒนาแบบจำลอง ANN พยากรณ์อัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ

เมื่อได้รูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมแล้วพัฒนาแบบจำลอง ANN สำหรับพยากรณ์อัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำรายวันโดยใช้ข้อมูลน้ำท่าและน้ำฝนเป็นตัวแปรนำเข้า และตัวแปรออกคืออัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ ซึ่งข้อมูลและจำนวนข้อมูลได้เลือกหลังจากได้รูปแบบการพยากรณ์ในหัวข้อ 4.3.6 แล้ว

ข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วย ข้อมูลน้ำฝนเฉลี่ยพื้นที่รายวันของลุ่มน้ำย่อย และข้อมูลอัตราการไหลรายวันของสถานีวัดน้ำท่า SM1 (หล่มสัก) S4B (เมืองเพชรบูรณ์) SM2 (วิเชียรบุรี) SM3 (บัวชุม) และอัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำรายวัน โดยเลือกช่วงปีศึกษาจากช่วงข้อมูลที่มีการเก็บรวบรวมอย่างสมบูรณ์และเลือกช่วงความยาวของข้อมูลแต่ละสถานีให้มีความยาวเท่ากันคือ ช่วงปี พ.ศ.2513-2518 2521-2526 และ 2538-2543 จำนวน 18 ปี

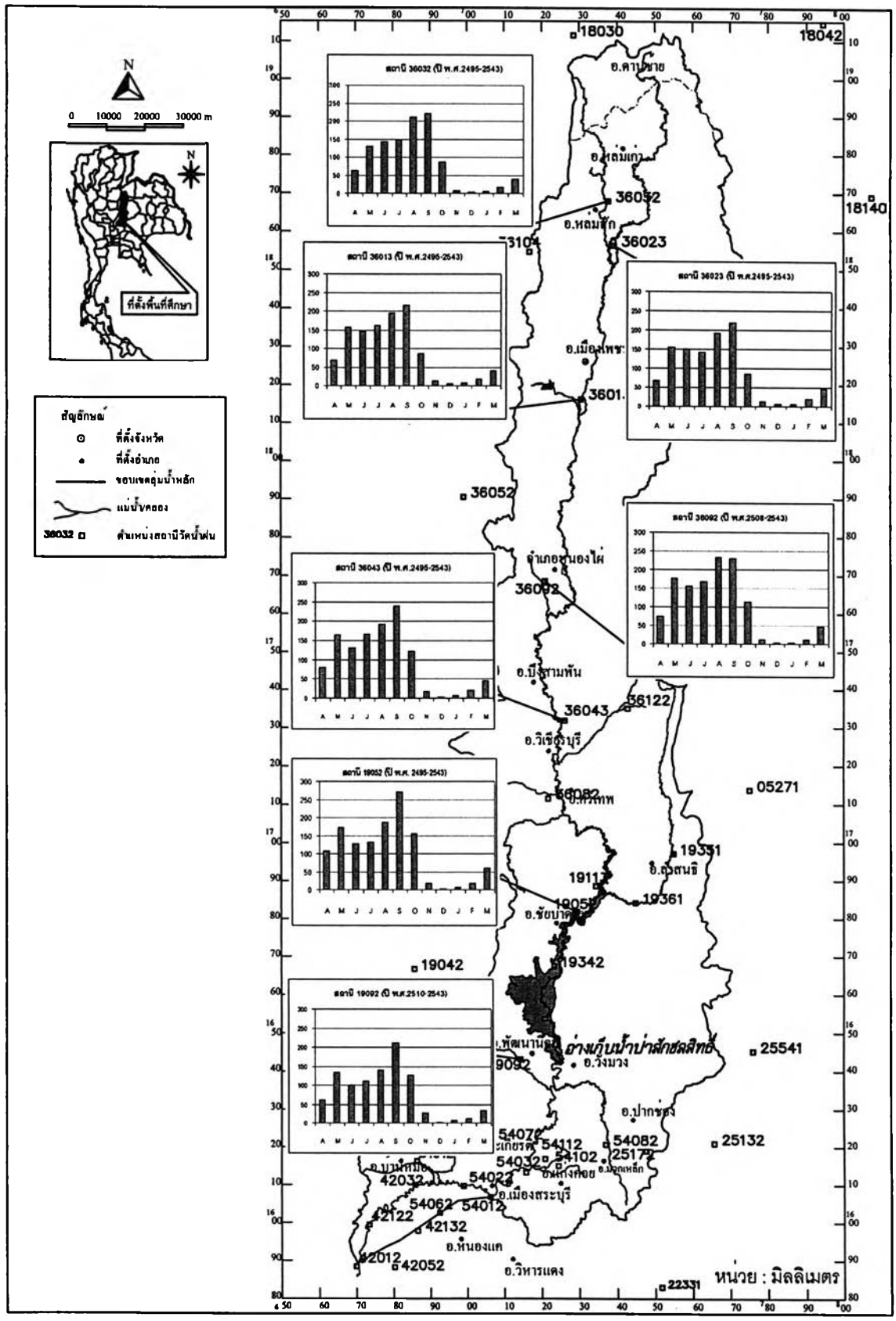
การศึกษาได้แบ่งแบบจำลองออกเป็น 2 แบบจำลอง คือแบบจำลองฤดูฝนและแบบจำลองฤดูแล้ง โดยพิจารณาจากการกระจายของฝนเฉลี่ยรายเดือนในลุ่มน้ำ (ดังแสดงในรูป 4-12) และข้อมูลสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยฤดูฝนพิจารณาจากช่วงที่มีฝนตกในพื้นที่ลุ่มน้ำมากได้แก่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม และฤดูแล้งเป็นช่วงที่มีฝนตกในลุ่มน้ำน้อยได้แก่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน

4.4 การประยุกต์แบบจำลอง ANN กับการบริหารอ่างเก็บน้ำ

การประยุกต์แบบจำลอง ANN กับการบริหารอ่างเก็บน้ำได้นำผลการสร้างเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำกับแบบจำลอง ANN สำหรับพยากรณ์อัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำรายวันมาใช้ร่วมกัน โดยการบริหารอ่างเก็บน้ำระยะยาว (รายเดือน) ใช้เกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำเป็นแนวทางในการบริหารอ่างเก็บน้ำและแบบจำลอง ANN นำมาใช้เพื่อปรับปรุงการบริหารอ่างเก็บน้ำให้ดียิ่งขึ้นในช่วงวิกฤติ คือ ช่วงการไหลล้นอ่างและการขาดแคลนน้ำ โดยคัดเลือกช่วงเหตุการณ์มาจากการจำลองการบริหารอ่างเก็บน้ำด้วยเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำที่พัฒนาขึ้น (เกณฑ์ RCP) ควบคู่กับเกณฑ์ RC42 และ RC46 โดยใช้สมการสมดุลน้ำ (Water Balance) จำนวน 18 ปี คือปี พ.ศ.2513-2518 2521-2526 และ 2538-2543

4.4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการบริหารอ่างเก็บน้ำ

(1) ข้อมูลด้านอุทกวิทยา ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ ข้อมูลการระเหยรายวัน



รูป 4-12 การกระจายน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนที่สถานีวัดน้ำฝนบางสถานีในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก

(2) ข้อมูลโค้งระดับ-ความจุ-พื้นที่ผิวน้ำของอ่างเก็บน้ำ

(3) ข้อมูลการใช้น้ำของอ่างเก็บน้ำ

(4) เกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำตามเกณฑ์ RC42 RC46 และ RCP ที่พัฒนาขึ้น

(5) ผลการพยากรณ์อัตราการไหลของน้ำเข้าอ่างเก็บน้ำจากแบบจำลอง ANN

4.4.2 การคัดเลือกเหตุการณ์วิกฤตด้วยแบบจำลองการบริหารอ่างเก็บน้ำรายวัน

แบบจำลองการบริหารอ่างเก็บน้ำรายวันเป็นแบบจำลองสำหรับการบริหารอ่างเก็บน้ำให้เป็นไปตามเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ เพื่อคัดเลือกเหตุการณ์วิกฤตสำหรับการประยุกต์ใช้แบบจำลอง ANN กับการบริหารอ่างเก็บน้ำ โดยมีหลักเกณฑ์การบริหารดังนี้

(1) *การบริหารอ่างเก็บน้ำในช่วงฤดูฝน*ได้ควบคุมปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำให้เป็นไปตามเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ รวมถึงการพร่องน้ำเพื่อเตรียมรับปริมาณน้ำที่ไหลเข้ามามากในช่วงฤดูฝน โดยควบคุมระดับน้ำไว้ที่ความจุเก็บกัก 785 ล้าน ลบ.ม. รวมทั้งควบคุมปริมาณน้ำที่ทำให้เกิดความเสียหายด้านท้ายน้ำให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด (ไม่เกิน 600 ลบ.ม./วินาที) ขั้นตอนการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำในช่วงฤดูฝนแสดงดังรูป 4-13

สมการที่ใช้ คือ สมการสมดุลน้ำของอ่างเก็บน้ำ

$$S_{j+1} = S_j + I_{j+1} + R_{j+1} - E_{j+1} - L_{j+1} - O_{j+1}$$

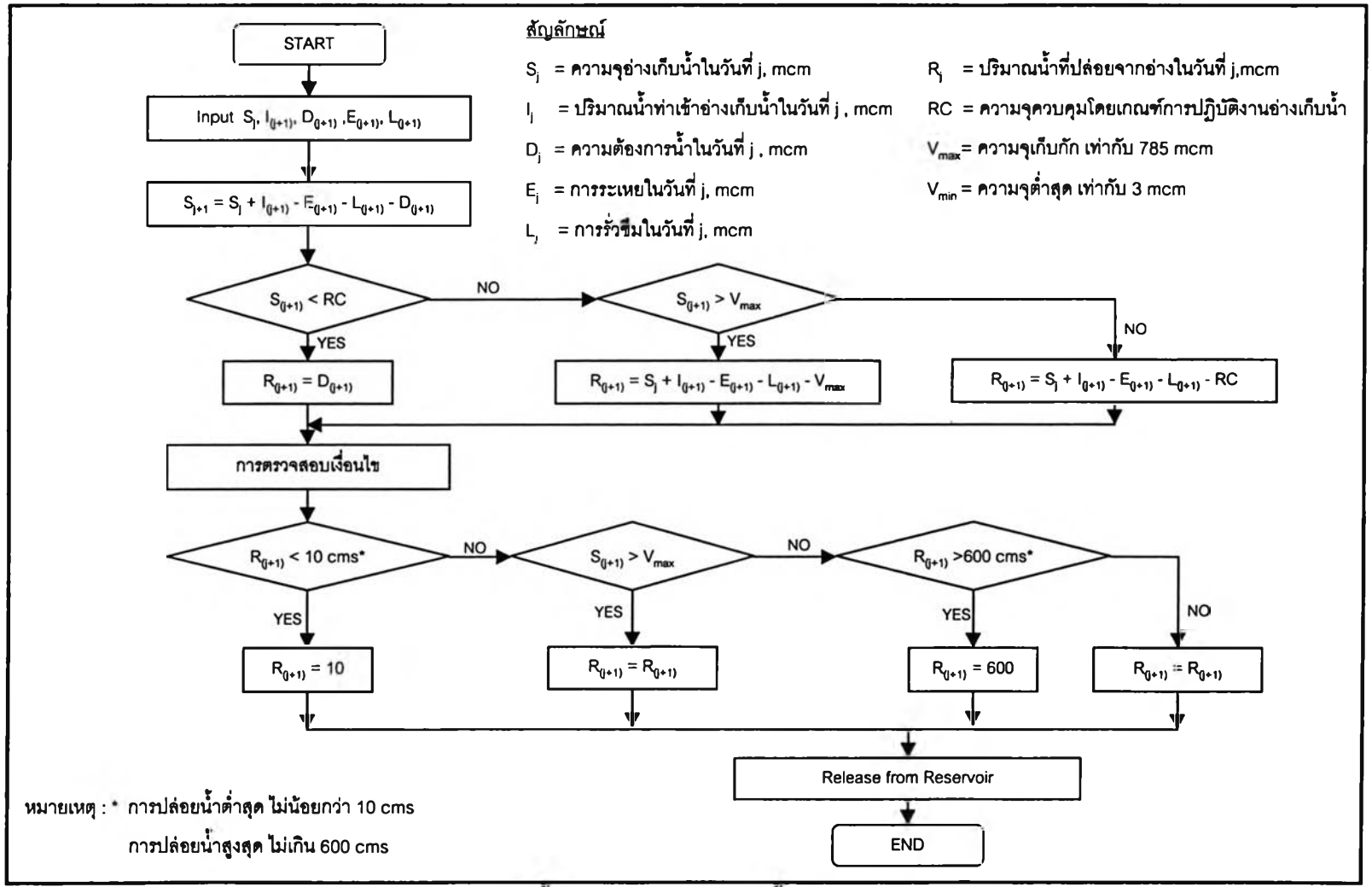
เมื่อ S_j = ความจุอ่างเก็บน้ำในวันที่ j, ล้าน ลบ.ม.

I_j = ปริมาณน้ำท่าเข้าอ่างเก็บน้ำในวันที่ j , ล้าน ลบ.ม.

R_j = ปริมาณฝนที่ตกลงในบริเวณอ่างเก็บน้ำในวันที่ j (ไม่คิด)

O_j = ปริมาณน้ำที่ปล่อยจากอ่างเก็บน้ำในวันที่ j , ล้าน ลบ.ม.

E_j = การระเหยในวันที่ j, ล้าน ลบ.ม.



รูป 4-13 ขั้นตอนการบริหารอ่างเก็บน้ำในช่วงฤดูฝน

L_j = การรั่วซึมในวันที่ j, ล้าน ลบ.ม.

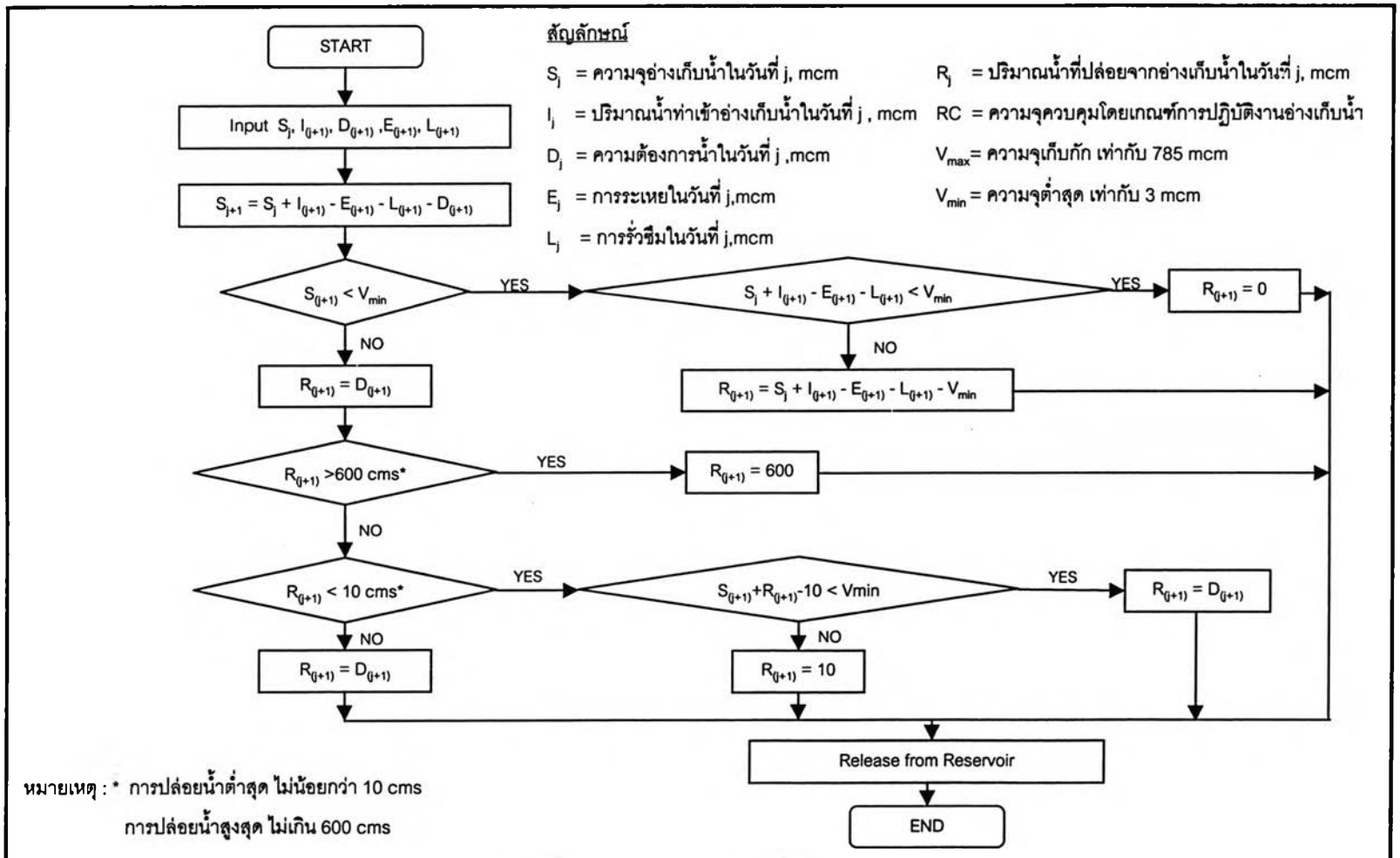
$$= \frac{(S_j + S_{j+1})}{2x365} x0.10 \text{ , ลบ.ม./วัน}$$

และในการปล่อยน้ำในฤดูฝนต้องมีการตรวจสอบเงื่อนไข ประกอบด้วย

- การปล่อยน้ำปล่อยตามความต้องการใช้น้ำ
- ความจุในอ่างเก็บน้ำควบคุมให้เป็นไปตามเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ
- การปล่อยน้ำต่ำสุดไม่น้อยกว่า 10 ลบ.ม./วินาที (ปริมาณน้ำรักษานิเวศ)
- ความจุอ่างเก็บน้ำต้องไม่เกินความจุที่ระดับเก็บกัก (785 ล้าน ลบ.ม.)
- การปล่อยน้ำสูงสุดไม่เกิน 600 ลบ.ม./วินาที ยกเว้นกรณีปริมาณน้ำเกินความจุอ่างเก็บน้ำที่ระดับเก็บกักยอมให้ปล่อยน้ำได้มากกว่า 600 ลบ.ม./วินาที

(2) *การบริหารอ่างเก็บน้ำในช่วงฤดูแล้ง* ได้บริหารอ่างเก็บน้ำให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการใช้น้ำ และลำดับความสำคัญของผู้ใช้น้ำ โดยถือว่าด้านอุปโภค-บริโภค มีความสำคัญลำดับแรก และยอมให้เกิดการขาดแคลนไม่ได้ ด้านชลประทานยอมให้เกิดการขาดแคลนขึ้นได้เป็นบางเดือนในบางปี ด้านสิ่งแวดล้อมยอมให้เกิดการขาดแคลนได้บ้างในช่วงเวลาสั้นๆ ของบางเดือน ส่วนการใช้น้ำด้านอุตสาหกรรมยอมให้เกิดการขาดแคลนได้ โดยความจุต่ำสุดอยู่ที่ความจุ 3.00 ล้าน ลบ.ม. ถ้าความจุอ่างเก็บน้ำน้อยกว่าความจุต่ำสุดยอมให้เกิดการขาดแคลนน้ำ ขั้นตอนการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำในช่วงฤดูแล้งแสดงดังรูป 4-14

สมการที่ใช้ คือ สมการสมดุลน้ำของอ่างเก็บน้ำเช่นเดียวกับการบริหารอ่างเก็บน้ำในช่วงฤดูฝน ส่วนการปล่อยน้ำในฤดูแล้งมีการตรวจสอบเงื่อนไข ประกอบด้วย



รูป 4-14 ขั้นตอนการบริหารอ่างเก็บน้ำในช่วงฤดูแล้ง

- การปล่อยน้ำปล่อยตามความต้องการใช้น้ำ

- การปล่อยน้ำสูงสุดไม่เกิน 600 ลบ.ม./วินาที

- ความจุในอ่างเก็บน้ำต้องไม่น้อยกว่าความจุที่ระดับต่ำสุด (3 ล้าน ลบ.ม.)

- การปล่อยน้ำต่ำสุดไม่น้อยกว่า 10 ลบ.ม./วินาที ยกเว้นความจุอ่างเก็บน้ำต่ำกว่าความจุเก็บกักยอมให้ปล่อยน้ำน้อยกว่า 10 ลบ.ม./วินาที

(3) *กรณีการศึกษาในการบริหารอ่างเก็บน้ำ* แยกเป็นสภาพการใช้น้ำปัจจุบันและสภาพการใช้น้ำอนาคต

(4) *เกณฑ์การประเมินประสิทธิผลของแบบจำลอง* พิจารณาถึงความเสี่ยงที่เกิดการขาดน้ำในรูปของความถี่ของการขาดน้ำ ผลรวมของการขาดน้ำ ความรุนแรงของการเกิดในรูปของการขาดน้ำสูงสุดและผลรวมการขาดน้ำกำลังสอง และความเสี่ยงที่เกิดการไหลล้นอ่างในรูปของความถี่ของการไหลล้นอ่าง ผลรวมของการไหลล้นอ่าง ความรุนแรงของการเกิดในรูปของการไหลล้นอ่างสูงสุด และผลรวมการไหลล้นอ่างกำลังสอง

4.4.3 แนวทางการประยุกต์แบบจำลอง ANN กับการบริหารอ่างเก็บน้ำ

เหตุการณ์วิกฤตที่ใช้ในการทดสอบ คือ การไหลล้นอ่างและการขาดแคลนน้ำ (จากหัวข้อ 4.4.2) ขั้นตอนการประยุกต์ได้นำแบบจำลอง ANN พยากรณ์อัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำล่วงหน้า (วัน) มาประยุกต์ใช้ในการบริหารอ่างเก็บน้ำในช่วงเหตุการณ์วิกฤต

นโยบายการปล่อยน้ำในการศึกษาครั้งนี้ คือ การพยายามให้การบริหารอ่างเก็บน้ำเป็นไปตามเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำมากที่สุด โดยกำหนดให้วันสุดท้ายของการพยากรณ์มีความจุในอ่างเก็บน้ำเท่ากับความจุที่ควบคุมโดยเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำที่กำหนด และการกำหนดให้ปล่อยน้ำล่วงหน้าโดยใช้วิธีกระจายการปล่อยน้ำรายวันล่วงหน้าในปริมาณเท่า ๆ กัน โดยมีขั้นตอนดังนี้

(1) การประยุกต์แบบจำลอง ANN พยากรณ์อัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำล่วงหน้า 1 วัน กับการบริหารอ่างเก็บน้ำ โดยเริ่มคำนวณในวันที่ j เพื่อหาปริมาณน้ำที่จะปล่อยในวันที่ j+1 ใช้วิธีดังแสดงในรูป 4-15 เมื่อสิ้นสุดการคำนวณในรอบแรก จะคำนวณในรอบ (วัน) ต่อไป คือ j+1 โดยใช้ความจุอ่างเก็บน้ำเริ่มต้นของวันที่ j+1 จากปริมาณน้ำท่าที่เข้าอ่างเก็บน้ำจริง ($newS_{j+1}$)

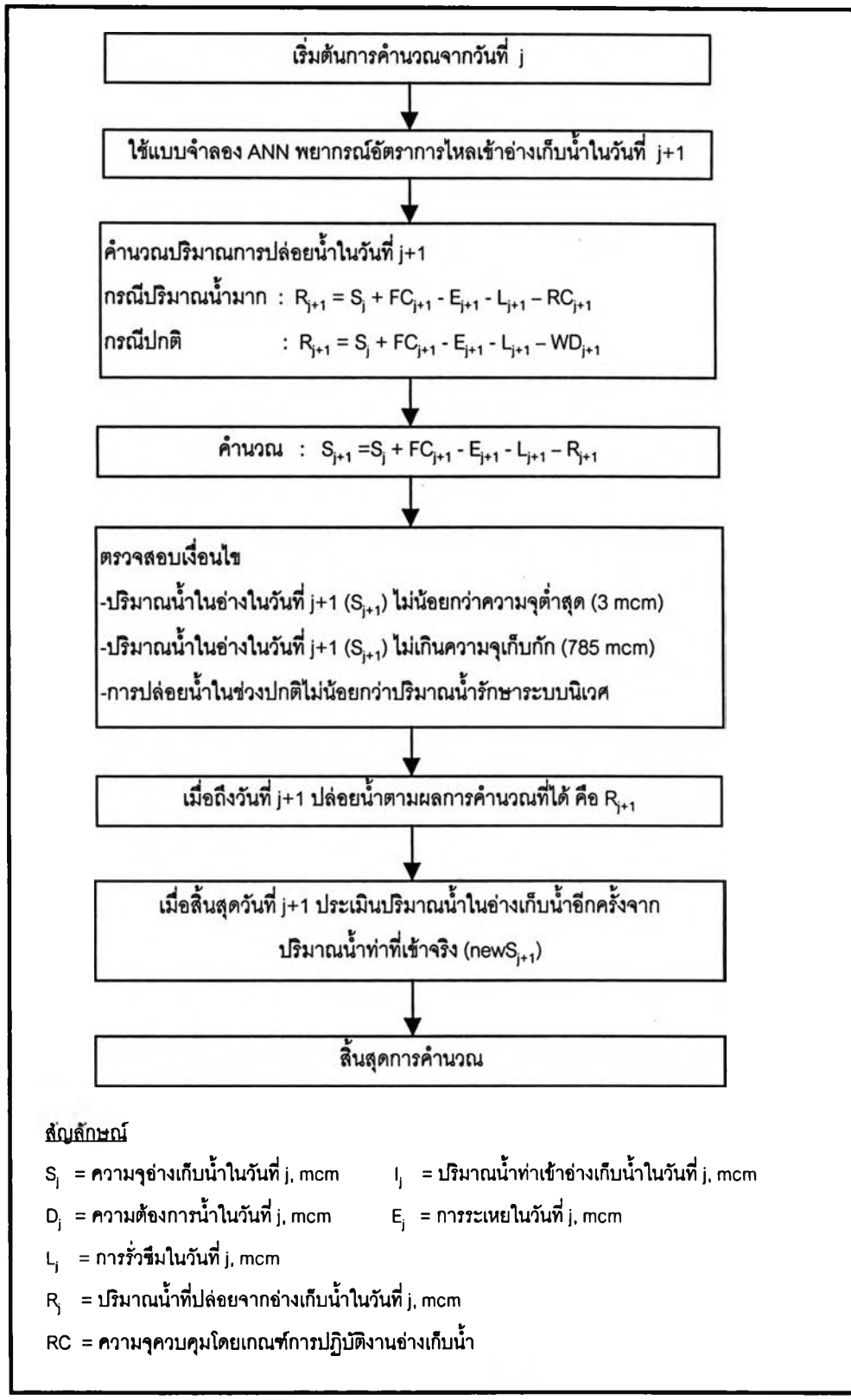
นอกจากนี้การทดสอบได้ตรวจสอบความคลาดเคลื่อนจากการประยุกต์ใช้แบบจำลอง ANN ภายใต้นโยบายการปล่อยน้ำที่กำหนดโดยนำความจุอ่างเก็บน้ำจากปริมาณน้ำท่าที่เข้าจริง ($newS_{j+1}$) มาตรวจสอบกับความจุที่กำหนดไว้ คือ

- ถ้าความจุอ่างเก็บน้ำจากปริมาณน้ำท่าที่เข้าจริง ($newS_{j+1}$) สูงกว่าความจุอ่างเก็บน้ำจากการคำนวณ (S_{j+1}) และสูงกว่าความจุเก็บกัก (785 ล้าน ลบ.ม.) ซึ่งทำให้การบริหารจริงเกิดน้ำไหลล้นจึงถือว่า ปริมาณน้ำส่วนนี้เป็นความคลาดเคลื่อนจากการประยุกต์ใช้แบบจำลอง ANN

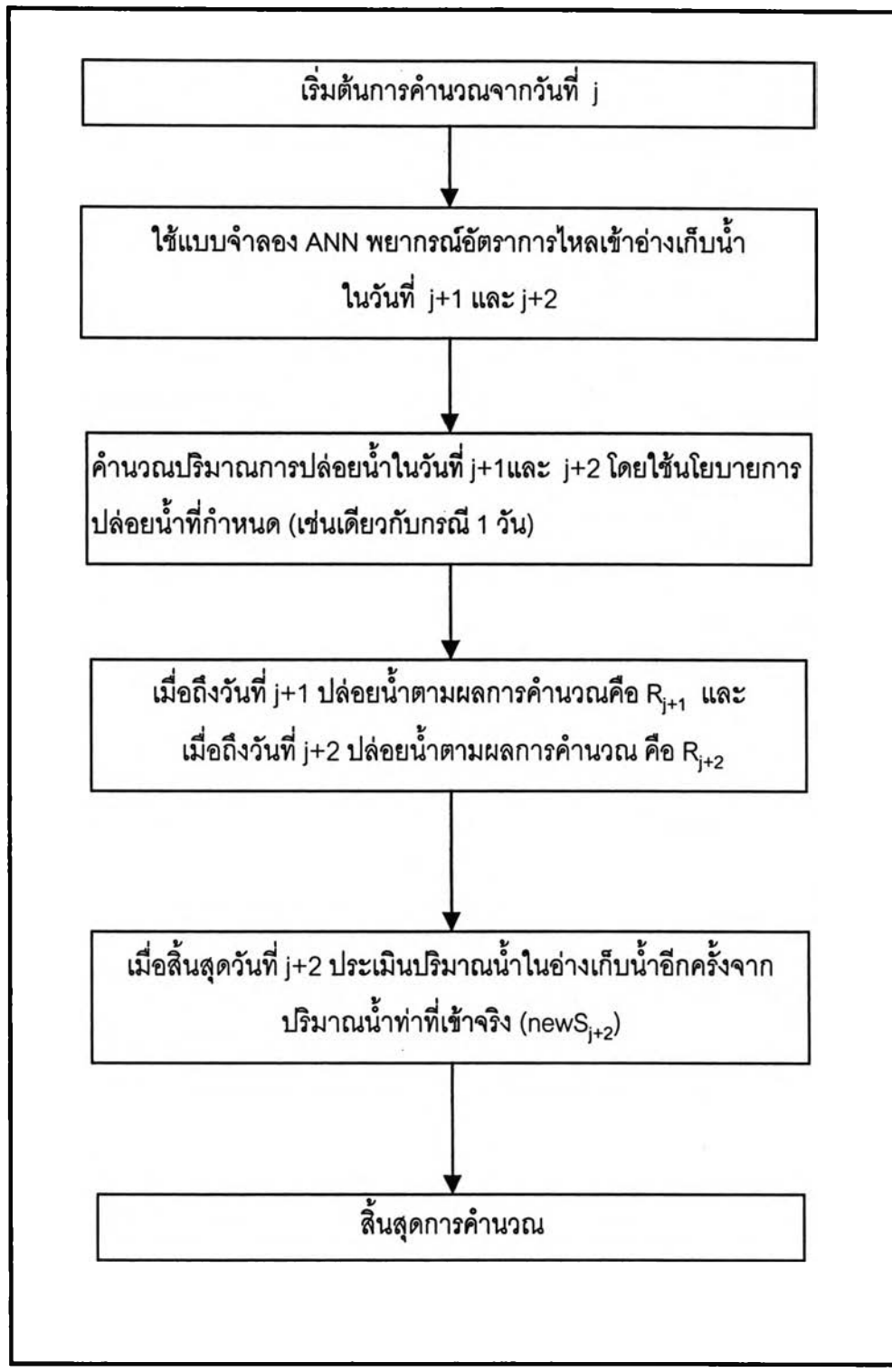
- ถ้าความจุอ่างเก็บน้ำจากปริมาณน้ำท่าที่เข้าจริง ($newS_{j+1}$) ต่ำกว่าความจุอ่างเก็บน้ำจากการคำนวณ (S_{j+1}) และน้อยกว่าความจุเก็บกัก (3 ล้าน ลบ.ม.) ซึ่งทำให้การบริหารจริงเกิดการขาดแคลนน้ำจึงถือว่า ปริมาณน้ำส่วนนี้เป็นความคลาดเคลื่อนจากการประยุกต์ใช้แบบจำลอง ANN

(2) การประยุกต์แบบจำลอง ANN พยากรณ์อัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำล่วงหน้า 2 วัน กับการบริหารอ่างเก็บน้ำโดยเริ่มคำนวณในวันที่ j เพื่อหาปริมาณน้ำที่จะปล่อยในวันที่ j+1 และ j+2 ใช้วิธีดังแสดงในรูป 4-16 เมื่อสิ้นสุดการคำนวณในรอบแรก จะคำนวณในรอบต่อไป คือ j+2 โดยใช้ความจุอ่างเก็บน้ำเริ่มต้นของวันที่ j+2 จากปริมาณน้ำท่าที่เข้าอ่างเก็บน้ำจริง ($newS_{j+1}$) และตรวจสอบความคลาดเคลื่อนจากการประยุกต์ใช้แบบจำลอง ANN เช่นเดียวกับการประยุกต์แบบจำลอง ANN พยากรณ์อัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำล่วงหน้า 1 วัน

(3) การประยุกต์แบบจำลอง ANN พยากรณ์อัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำล่วงหน้า 3 วัน ไปจนถึงวันที่พยากรณ์ได้ยาวนานที่สุด (จากผลการทดสอบรูปแบบการพยากรณ์) กับการบริหารอ่างเก็บน้ำใช้วิธีเดียวกับการประยุกต์แบบจำลอง ANN พยากรณ์อัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำล่วงหน้า 2 วัน กับการบริหารอ่างเก็บน้ำ



รูป 4-15 การประยุกต์แบบจำลอง ANN พยากรณ์อัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำล่วงหน้า 1 วัน กับการบริหารอ่างเก็บน้ำ



รูป 4-16 การประยุกต์แบบจำลอง ANN พยากรณ์อัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำล่วงหน้า 2 วัน กับการบริหารอ่างเก็บน้ำ

4.4.4 เกณฑ์การประเมินประสิทธิผลของแบบจำลอง

เกณฑ์การประเมินประสิทธิผลของแบบจำลองได้พิจารณาถึงความเสี่ยงที่เกิดการไหลล้นอ่างในรูปของความถี่ของการไหลล้นอ่าง ผลรวมของการไหลล้นอ่าง ความรุนแรงของการเกิดในรูปของการไหลล้นอ่างสูงสุด และผลรวมการไหลล้นอ่างกำลังสอง และความเสี่ยงที่เกิดการขาดน้ำในรูปของความถี่ของการขาดน้ำ ผลรวมของการขาดน้ำ ความรุนแรงของการเกิดในรูปของการขาดน้ำสูงสุดและผลรวมการขาดน้ำกำลังสอง นอกจากนั้นใช้พิจารณาตัวแปรในการเปรียบเทียบดังนี้

(1) ความแตกต่างเมื่อใช้แบบจำลอง ANN เทียบกับการไม่ใช้แบบจำลอง ANN เป็นค่าที่แสดงว่าเมื่อใช้แบบจำลอง ANN กับการบริหารอ่างเก็บน้ำเทียบกับการไม่ใช้แบบจำลอง ANN ทำให้ปริมาณการล้นของน้ำ/การขาดแคลนน้ำลดลงได้กี่เปอร์เซ็นต์ คำนวณดังนี้

(1.1) สภาวะการไหลล้น

$$\text{ความแตกต่างของการไหลล้น (\%)} = \frac{(\sum \text{Spill}_{FC} - \sum \text{Spill}_{w/o\ ANN})}{\sum \text{Spill}_{w/o\ ANN}} \times 100$$

เมื่อ $\sum \text{Spill}_{FC}$ = ปริมาณการล้นของน้ำเมื่อใช้แบบจำลอง ANN

$\sum \text{Spill}_{w/o\ ANN}$ = ปริมาณการล้นของน้ำเมื่อไม่ใช้แบบจำลอง ANN สภาวะขาดแคลนน้ำ

(1.2) สภาวะการขาดแคลนน้ำ

$$\text{ความแตกต่างของการขาดแคลน(\%)} = \frac{(\sum \text{Short}_{FC} - \sum \text{Short}_{w/o\ ANN})}{\sum \text{Short}_{w/o\ ANN}} \times 100$$

เมื่อ $\sum \text{Short}_{FC}$ = ปริมาณการขาดแคลนน้ำเมื่อใช้แบบจำลอง ANN

$\sum \text{Short}_{w/o\ ANN}$ = ปริมาณการขาดแคลนน้ำเมื่อไม่ใช้แบบจำลอง ANN

(2) ความคลาดเคลื่อนเมื่อใช้แบบจำลอง ANN เทียบกับการไม่ใช้แบบจำลอง ANN เป็นค่าที่แสดงว่าเมื่อใช้แบบจำลอง ANN กับการบริหารอ่างเก็บน้ำเทียบกับการไม่ใช้แบบจำลอง ANN ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการประยุกต์ใช้แบบจำลอง ANN กี่เปอร์เซ็นต์ (**กรณีการบริหารอ่างเก็บน้ำโดยไม่ใช้แบบจำลอง ANN ในการศึกษาครั้งนี้ได้จากการคำนวณสมการสมดุลน้ำของอ่างเก็บน้ำเนื่องจากไม่มีข้อมูลการบริหารอ่างเก็บน้ำในช่วงปีที่ศึกษาจริง ยกเว้น ปี 2542 และ 2543 ดังนั้นผลการบริหารอ่างเก็บน้ำกรณีจึงเป็นกรณีดีที่สุด**)

(2.1) สภาวะการไหลล้น

ถ้าความจุอ่างเก็บน้ำจากปริมาณน้ำท่าที่เข้าจริง ($newS_{j+1}$) สูงกว่าความจุอ่างเก็บน้ำจากการคำนวณ (S_{j+1}) และสูงกว่าความจุเก็บกัก (785 ล้าน ลบ.ม.) ถือว่าเกิดความคลาดเคลื่อน

$$\text{ความคลาดเคลื่อนของการไหลล้นจริงเทียบกับการไม่ใช้ ANN (\%)} = \frac{\sum \text{ESpill}_{FC}}{\sum \text{Spill}_{w/o\ ANN}} \times 100$$

เมื่อ $\sum \text{ESpill}_{FC}$ = ปริมาณน้ำไหลล้นจากการบริหารจริงเป็นความคลาดเคลื่อนจากการประยุกต์ใช้แบบจำลอง ANN

(2.2) สภาวะขาดแคลนน้ำ

ถ้าความจุอ่างเก็บน้ำจากปริมาณน้ำท่าที่เข้าจริง ($newS_{j+1}$) ต่ำกว่าความจุอ่างเก็บน้ำจากการคำนวณ (S_{j+1}) และน้อยกว่าความจุเก็บกัก (3 ล้าน ลบ.ม.) ถือว่าเกิดความคลาดเคลื่อน

$$\text{ความคลาดเคลื่อนของการขาดแคลนน้ำจริงเทียบกับการไม่ใช้ ANN (\%)} = \frac{\sum \text{EShort}_{FC}}{\sum \text{Short}_{w/o\ ANN}} \times 100$$

เมื่อ $\sum \text{EShort}_{FC}$ = ปริมาณน้ำที่ขาดแคลนจากการบริหารจริงเป็นความคลาดเคลื่อนจากการประยุกต์ใช้แบบจำลอง ANN