กรมชลประทาน

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

เอกสารเผยแพร่ผลงาน

เรื่อง

การบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำลำปาว ด้วยเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบพลวัต (Dynamic Operation Curve)

(พ.ศ. 2562)

โดย

นายประยูร เย็นใจ
ตำแหน่งวิศวกรชลประทานชำนาญการพิเศษ
(ตำแหน่งเลขที่ 17)
กรมชลประทาน

เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมชลประทาน
(ด้านจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา)
วิศวกรชลประทานเชี่ยวชาญ (ตำแหน่งเลขที่ 17)
กรมชลประทาน

คำนำ

การบริหารจัดการน้ำอ่างเก็บน้ำในอดีตที่ผ่านมากรมชลประทานได้จัดทำเกณฑ์การบริหารจัดการน้ำ (Rule Curve) จากข้อมูลการบริหารจัดการน้ำในอดีต เพื่อไม่ให้มีน้ำล้นอ่างเก็บน้ำในฤดูฝนและไม่ให้ขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง แต่ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาเกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาวะภูมิอากาศ ทำให้ไม่มีความแน่นอนของการเกิดฝน รูปแบบ (pattern) การเกิดฝน (cycle) แตกต่างจากในอดีตค่อนข้างมาก บางปีแล้งมาก บางปีท่วมมาก ปีที่เกิดน้ำท่วมมีฝนตกหนักมากบางพื้นที่เพียงไม่กี่วันก็เกิดเป็นน้ำไหลหลาก ปีที่เกิดน้ำแล้งก็มีฝนตกน้อยและไม่ตกตามฤดูกาลจึงกักเก็บน้ำไม่ได้ ทำให้การบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำมีความยุ่งยาก เนื่องจากไม่ทราบว่าในอนาคตอ่างเก็บน้ำจะมีฝนตกมาเติมอ่างเก็บน้ำจำนวนเท่าใด และถ้ามีน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำเกินเส้นควบคุมบน (Upper Rule Curve) จะระบายน้ำทิ้งหรือเก็บน้ำไว้ก่อน หรือมีการใช้น้ำต่ำกว่าเส้นควบคุมล่าง (Lower Rule Curve) ได้หรือไม่ หรือหากน้ำถูกนำมาใช้แล้วจะมีน้ำใหม่มาเติมกลับคืนหรือไม่และเมื่อใด ที่ผ่านมาเกิดฝนทิ้งช่วงในฤดูฝนช่วงหลายครั้ง ทำให้มีการใช้น้ำต่ำกว่าเส้นควบคุมล่าง (Lower Rule Curve) จึงต้องมีความพยายามกักเก็บน้ำในฤดูฝนไว้ใช้ในฤดูแล้งให้ได้มากที่สุดเผื่อไว้ใช้กรณีหากเกิดฝนทิ้งช่วงอีก 3 เดือน จึงต้องเตรียมน้ำกินน้ำใช้ไว้ให้เพียงพอตลอด 9 เดือน (พ.ย.-ก.ค.) และใช้น้ำในช่วงฤดูแล้งประหยัดที่สุด สรุปคือเมื่อปลายปีควรมีน้ำเต็มเขื่อนพอดีและให้มีน้ำใช้ตามแผนที่วางไว้จนถึงสิ้นเดือนกรกฎาคมของทุกปี จึงได้นำแนวคิดของคณะอนุกรรมการกำหนดหลักเกณฑ์ด้านวิชาการการบริหารจัดการน้ำ สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ ที่แนะนำให้นำ Dynamic Operation Curve มาใช้บริหารจัดการน้ำในปี 2562 ตามที่สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ องค์การมหาชน (สสน.) คาดการณ์ว่าสภาพอากาศในปี 2562 มีลักษณะคล้ายคลึงกับปี 2550

การดำเนินการนี้จึงใช้ Dynamic Operation Curve เป็นเครื่องมือประกอบการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำร่วมกับเกณฑ์การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำแบบเดิม (Rule Curve) โดยมีวัตถุประสงค์ คือ

1) เพื่อป้องกันปัญหาอุทกภัยต่อพื้นที่ท้ายอ่างเก็บน้ำ
2) เพื่อกักเก็บน้ำในฤดูฝนไว้ใช้ในฤดูแล้งให้ได้มากที่สุด

จึงหวังว่าผลงานนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้องในการบริหารจัดการน้ำจะได้ทราบแนวทางการในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำลำปาว ให้เกิดประโยชน์เป็นการบำบัดทุกข์และบำรุงสุขให้กับประชาชนในพื้นที่อ่างเก็บน้ำอื่น ๆ ทั้งในเขตชลประทานและเขตชลประทานที่อยู่ในลุ่มน้ำต่าง ๆ ได้แก่

1) ช่วยลดผลกระทบจากอุทกภัยต่อพื้นที่ท้ายอ่างเก็บน้ำ
2) สามารถกักเก็บในอ่างเก็บน้ำในฤดูฝนไว้ใช้ในฤดูแล้งให้ได้มากเพียงพอสำหรับใช้จัดสรรน้ำให้กับกิจกรรมการใช้น้ำต่าง ๆ

ประยูร เย็นใจ
สิงหาคม 2563

สารบัญ

		หน้า
คำนำ		ก
สารบัญ		ข
สารบัญตาราง		ง
สารบัญรูป		จ
บทที่ 1 บทนำ		
1.1	ความเป็นมา	1
1.2	วัตถุประสงค์	1
1.3	ระยะเวลาที่ดำเนินงาน	1
1.4	ความรู้ทางวิชาการหรือแนวคิดที่ใช้ในการดำเนินการ	2
1.5	สรุปสาระและขั้นตอนการดำเนินการ	2
1.6	รายละเอียดของผลงาน	2
1.7	ประโยชน์ของผลงาน	2
บทที่ 2 ข้อมูลทั่วไปอ่างเก็บน้ำลำปาว		
2.1	ประวัติโครงการ	3
2.2	ลักษณะทั่วไปของลุ่มน้ำลำปาว	4
2.3	ความต้องการใช้น้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว	11
2.4	โครงข่ายลุ่มน้ำลำปาว	19
บทที่ 3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง		
3.1	ฝนและการเกิดฝน	21
3.2	วิธีการตรวจวัดข้อมูลฝน	23
3.3	คำจำกัดความ	24
3.4	อ่างเก็บน้ำ (Reservoir)	27
3.5	หลักสมดุลของน้ำในอ่างเก็บน้ำ	30
3.6	หลักและวิธีการพัฒนาเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ	31
3.7	การพัฒนาเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำโดยใช้วิธี Vacancy Minimum Storage Requirement Rule Curve	33
3.8	การหาค่าความเหมาะสม	36
3.9	คำจำกัดความของ Simulation–Optimization	38
3.10	การพัฒนาเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ โดยใช้วิธี Probability Based Rule Curves	39
3.11	เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบ Hedging (Hedging Rules)	42
3.12	วิเคราะห์เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยวิธี Vacancy Minimum Storage Requirement Rule Curve	44
3.13	วิเคราะห์เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยวิธี Probability Based Rule Curves	45

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.14 วิเคราะห์เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำโดยพิจารณาเงื่อนไขการบริหารจัดการน้ำ	45
3.15 เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบพลวัต (Dynamic Rule Curve)	46
3.16 ขั้นตอนการวิเคราะห์เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบพลวัต	47
บทที่ 4 การบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำลำปาวด้วยเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบพลวัต (Dynamic Operation Curve)	
4.1 แผนการจัดสรรน้ำ	49
4.2 วิเคราะห์สถานการณ์ฝนปี 2562	52
4.3 เกณฑ์การระบายน้ำท้ายเขื่อนลำปาว	55
4.4 การปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve)	58
4.5 การบริหารจัดการน้ำด้วยเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบพลวัต (Dynamic Operation Curve	71
4.6 ปัญหาและอุปสรรค	88
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุป	89
5.2 ข้อเสนอแนะ	90
เอกสารอ้างอิง	92

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2-1 การกระจายรายเดือนของปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำเหนือและท้ายเขื่อนลำปาว 5
2-2 รายชื่อและข้อมูลสถิติปริมาณน้ำนองสูงสุดรายปีของสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำลำปาว 7
2-3 การกระจายรายเดือนของปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำลำปาว 8
2-4 สรุปปริมาณน้ำท่าในฤดูกาลต่าง ๆ และค่า Yield ในแต่ละลุ่มน้ำลำปาว 9
2-5 ปริมาณน้ำนองสูงสุดที่คาบความถี่ของการเกิดต่างๆ สำหรับลุ่มน้ำย่อยในลุ่มน้ำลำปาว 12
2-6 รายละเอียดการจำหน่ายน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิ ภาคสาขากาฬสินธุ์ ประจำเดือน กันยายน 2554 13
2-7 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) ของสถานีภูมิอากาศ อ.กมลาไสย จ.กาฬสินธุ์ 18
2-8 ค่าเฉลี่ยความต้องการน้ำสำหรับการเพาะปลูกพืชของพื้นที่ชลประทานเดิมและพื้นที่เปิดใหม่ 18
3-1 หลักเกณฑ์ในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำด้วย Reservoir Operation Rule Curve 27
4-1 แผนการจัดสรรน้ำและเพาะปลูกพืชฤดูฝนในเขตชลประทาน ปี 2562 (รายโครงการ) 50
4-2 แผนการจัดสรรน้ำรายสัปดาห์จากอ่างเก็บน้ำลำปาว ในช่วงฤดูฝน ปี 2562 51
4-3 ปริมาณฝนเฉลี่ยคาบ 30 ปี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (พ.ศ.2524-2553) 53
4-4 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยกับฝนปี 2560, 2561 และ 2562 ระหว่างวันที่ 1 มกราคม-28 เมษายน 54
4-5 แสดงพื้นที่น้ำท่วมเมื่อโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาวระบายน้ำที่ปริมาณต่างๆ กัน 56
4-6 ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำรายเดือน อ่างเก็บน้ำลำปาว 58
4-7 ปริมาณน้ำระบายรายเดือนอ่างเก็บน้ำลำปาว 61
4-8 ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำสะสมรายเดือนอ่างเก็บน้ำลำปาว 62
4-9 ปริมาณน้ำระบายสะสมรายเดือนอ่างเก็บน้ำลำปาว 63
4-10 ปริมาณน้ำไหลเข้า ปริมาณน้ำระบายและปริมาณน้ำเก็บกักอ่างเก็บน้ำลำปาว 64
4-11 ตรวจสอบสถิติข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้า ปริมาณน้ำระบายและปริมาณน้ำเก็บกักอ่างเก็บน้ำลำปาวรายเดือน 65
4-12 อัตราการระเหยจากผิวน้ำในอ่างเก็บน้ำลำปาว 76
4-13 โค้งความจุและโค้งพื้นที่ผิวน้ำอ่างเก็บน้ำลำปาว (Capacity–Area–Elevation Curve) 77
5-1 ปริมาณฝนรายเดือนและรายปีของประเทศไทย ปี 2562 เทียบกับค่าปกติ (พ.ศ.2524-2553) 91

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2-1 แผนที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว 4
2-2 การกระจายรายเดือนของปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำเหนือเขื่อนลำปาว 5
2-3 การกระจายรายเดือนของปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำท้ายเขื่อนลำปาว 6
2-4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยและพื้นที่รับน้ำฝน 8
2-5 การกระจายรายเดือนของปริมาณน้ำท่าในแต่ละพื้นที่ของลุ่มน้ำลำปาว 9
2-6 การแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยในลุ่มน้ำลำปาวสำหรับการศึกษาปริมาณน้ำหลาก 10
2-7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำนองรายปีเฉลี่ยและพื้นที่รับน้ำฝน 11
2-8 ระดับน้ำในนาข้าวสำหรับคำนวณฝนใช้การ 17
2-9 Flow Duration Curve ของปริมาณน้ำระบายจากอ่างเก็บน้ำลำปาว จ.กาฬสินธ์ 19
2-10 ระบบลำน้ำลุ่มน้ำลำปาว 20
3-1 วัฏจักรอุทกวิทยาหรือวัฏจักรของน้ำ (Hydrologic cycle) 21
3-2 ลักษณะฝนเกิดจากการพาความร้อน 22
3-3 ลักษณะฝนภูเขา 23
3-4 โซนเก็บกักของอ่างเก็บน้ำ 25
3-5 เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) 26
3-6 สมดุลของน้ำในอ่างเก็บน้ำ 31
3-7 แผนผังการจำลองระบบ 32
3-8 ปริมาตรว่างของอ่างเก็บน้ำที่จะต้องสำรองไว้ใช้ตลอดช่วงฤดูฝน 33
3-9 ปริมาณน้ำที่จำเป็นต้องเก็บกักเพิ่มเติมในช่วงฤดูแล้ง 34
3-10 เกณฑ์การปล่อยน้ำมาตรฐาน (Standard Operating Policy) 35
3-11 แผนผังการเลือกค่าที่ดีที่สุด 36
3-12 แผนผังลำดับขั้นของการหาค่าความเหมาะสม 37
3-13 กระบวนการทำงานของการหาคำตอบด้วยวิธี Simulation-Optimization 39
3-14 การแจกแจงความน่าจะเป็นของ NRI_t 40
3-15 เกณฑ์การวิเคราะห์หาช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง 41
3-16 **การแจกแจงความน่าจะเป็นของ $\sum_{i=t}^{D} NRI_t$** 42
3-17 นโยบายการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำแบบ Hedging 43
3-18 แนวทางการปล่อยน้ำด้วยเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบ Hedging 44
3-19 แสดงการวิเคราะห์ช่วงฤดูกาลของอ่างเก็บน้ำจากปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างส่วนเกิน 44
3-20 กระบวนการหา dynamic rule curve ของ HydroComp, Inc. 46
4-1 การคาดการณ์ปริมาณน้ำอ่างเก็บน้ำลำปาวปี 2562 49
4-2 ข้อแนะนำในการปลูกข้าวฤดูฝนในเขตชลประทานปี 2562 52
4-3 ผังแสดงพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการระบายน้ำ 55
4-4 ลุ่มน้ำชี-ลุ่มน้ำลำปาว 57
4-5 ผังการดำเนินการปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) 59
4-6 ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำรายเดือน อ่างเก็บน้ำลำปาว 60

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4-7 ปริมาณน้ำระบายรายเดือนอ่างเก็บน้ำลำปาว 61
4-8 ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำะสมรายเดือนอ่างเก็บน้ำลำปาว 62
4-9 ปริมาณน้ำระบายสะสมรายเดือนอ่างเก็บน้ำลำปาว 63
4-10 ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ ปริมาณน้ำระบาย และปริมาณน้ำเก็บกักอ่างเก็บน้ำลำปาว 64
4-11 ข้อมูลพื้นฐานของอ่างเก็บน้ำลำปาว 65
4-12 ผลวิเคราะห์ช่วงฤดูกาลของอ่างเก็บน้ำลำปาว 66
4-13 ผลการปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำลำปาว 69
4-14 การเปรียบเทียบเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำลำปาวหลังปรับปรุง 70
4-15 การเปรียบเทียบเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำลำปาวหลังปรับปรุงกับปริมาณไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ 70
4-16 เส้นบริหารจัดการน้ำแบบพลวัตอ่างเก็บน้ำลำปาว 71
4-17 เส้นบริหารจัดการน้ำแบบพลวัตอ่างเก็บน้ำลำปาว กรณีเทียบเคียง ปี 2550 72
4-18 ผังการดำเนินการคาดการณ์ปริมาณน้ำในการอ่างเก็บน้ำ
โปรแกรม Reservoir Operation Simulation 73
4-19 ผังกระบวนงานคาดการณ์ปริมาณน้ำในการอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่
(Reservoir Operation Simulation) 74
4-20 แสดงโครงสร้างจัดเก็บไฟล์ข้อมูลด้านจากบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำ 75
4-21 แสดงตารางไฟล์ข้อมูลด้านการบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำ 75
4-22 แสดงหน้าต่าง Simulation Condition 77
4-23 แสดงหน้าจอโปรแกรม Reservoir Operation Simulation 78
4-24 แสดงโครงสร้างการจัดเก็บไฟล์โปรแกรม Reservoir Operation Simulation 78
4-25 แสดงการคาดการณ์ปริมาณน้ำอ่างเก็บน้ำแบบพลวัต (Dynamic Rule Curve) 79
4-26 การคาดการณ์ปริมาณน้ำแบบพลวัตอ่างเก็บน้ำลำปาว วันที่ 1 พฤษภาคม 2562 80
4-27 การคาดการณ์ปริมาณน้ำแบบพลวัตอ่างเก็บน้ำลำปาว วันที่ 1 มิถุนายน 2562 81
4-28 การคาดการณ์ปริมาณน้ำแบบพลวัตอ่างเก็บน้ำลำปาววันที่ 1 กรกฎาคม 2562 82
4-29 การคาดการณ์ปริมาณน้ำแบบพลวัตอ่างเก็บน้ำลำปาว วันที่ 1 สิงหาคม 2562 83
4-30 การคาดการณ์ปริมาณน้ำแบบพลวัตอ่างเก็บน้ำลำปาว วันที่ 30 สิงหาคม 2562 84
4-31 การคาดการณ์ปริมาณน้ำแบบพลวัตอ่างเก็บน้ำลำปาว วันที่ 19 กันยายน 2562 86
4-32 การคาดการณ์ปริมาณน้ำแบบพลวัตอ่างเก็บน้ำลำปาว วันที่ 15 ตุลาคม 2562 87

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

การบริหารจัดการน้ำอ่างเก็บน้ำในอดีตที่ผ่านมากรมชลประทานได้จัดทำเกณฑ์การบริหารจัดการน้ำ (Rule Curve) จากข้อมูลการบริหารจัดการน้ำในอดีต เพื่อไม่ให้มีน้ำล้นอ่างเก็บน้ำในฤดูฝนและไม่ให้ขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง แต่ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาเกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาวะภูมิอากาศ ทำให้ไม่มีความแน่นอนของการเกิดฝน รูปแบบ (pattern) การเกิดฝน (cycle) แตกต่างจากในอดีตค่อนข้างมาก บางปีแล้งมาก บางปีท่วมมาก ปีที่เกิดน้ำท่วมมีฝนตกหนักมากบางพื้นที่เพียงไม่กี่วันก็เกิดเป็นน้ำไหลหลาก ปีที่เกิดน้ำแล้งก็มีฝนตกน้อยและไม่ตกตามฤดูกาลจึงกักเก็บน้ำไม่ได้ ทำให้การบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำ มีความยุ่งยาก เนื่องจากไม่ทราบว่าในอนาคตอ่างเก็บน้ำจะมีฝนตกมาเติมอ่างเก็บน้ำจำนวนเท่าใด และถ้ามีน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำเกินเส้นควบคุมบน (Upper Rule Curve) จะระบายน้ำทิ้งหรือเก็บน้ำไว้ก่อนหรือมีการใช้น้ำต่ำกว่าเส้นควบคุมล่าง (Lower Rule Curve) ได้หรือไม่ หรือหากน้ำถูกนำมาใช้แล้วจะมีน้ำใหม่มาเติมกลับคืนหรือไม่และเมื่อใด

เนื่องจากปัจจุบันกรมชลประทานได้ผ่านประสบการณ์ฝนทิ้งช่วงในฤดูฝนช่วงมาหลายครั้ง ทำให้การบริหารจัดการน้ำประสบปัญหาการใช้น้ำต่ำกว่าเส้นควบคุมล่าง (Lower Rule Curve) จึงต้องพยายามกักเก็บน้ำในฤดูฝนไว้ใช้ในฤดูแล้งให้ได้มากที่สุดและเผื่อไว้กรณีหากเกิดฝนทิ้งช่วงอีก 3 เดือน รวมแล้วต้องเตรียมน้ำกินน้ำใช้ไว้ให้เพียงพอตลอดเป็นเวลายาวนานถึง 9 เดือน (พ.ย.-ก.ค.) และการใช้น้ำในช่วงฤดูแล้งก็ต้องใช้อย่างประหยัดที่สุดโดยใช้เท่าที่จำเป็น สรุปคือเมื่อตอนปลายปีควรมีน้ำเต็มเขื่อนพอดีและให้มีน้ำใช้ตามแผนที่วางไว้ได้ยาวนานจนถึงสิ้นเดือนกรกฎาคมของทุกปี

กรมชลประทานได้คาดการณ์น้ำในอ่างเก็บน้ำที่จะมีน้ำในแต่ละเดือนแบ่งเป็น กรณีปีน้ำมาก กรณีปีน้ำเฉลี่ย กรณีปีน้ำน้อย และกรณีในปีตามที่กรมชลประทานคาดว่าจะมีแนวโน้มเกิดขึ้น แต่ยังไม่สามารถระบุแน่ชัดได้ว่าสถานการณ์น้ำในปลายปีจะเป็นกรณีใด จึงได้นำแนวคิดของคณะอนุกรรมการกำหนดหลักเกณฑ์ด้านวิชาการการบริหารจัดการน้ำ สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ ที่นะนำให้นำ Dynamic Operation Curve มาใช้บริหารจัดการน้ำในปี 2562 ตามที่สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ องค์การมหาชน (สสน.) คาดการณ์ว่าสภาพอากาศในปี 2562 มีลักษณะคล้ายคลึงกับปี 2550

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อใช้ Dynamic Operation Curve เป็นเครื่องมือประกอบการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำลำปาวร่วมกับเกณฑ์การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำแบบเดิม (Rule Curve) โดยมีวัตถุประสงค์ คือ

1) เพื่อป้องกันปัญหาอุทกภัยต่อพื้นที่ท้ายอ่างเก็บน้ำ
2) เพื่อกักเก็บน้ำในฤดูฝนไว้ใช้ในฤดูแล้งให้ได้มากที่สุด

1.3 ระยะเวลาที่ดำเนินงาน

เริ่มดำเนินการตั้งแต่สิ้นสุดฤดูแล้งในวันที่ 30 เมษายน 2562 ถึงสิ้นสุดฤดูฝนวันที่ 1 พฤศจิกายน 2562

1.4 ความรู้ทางวิชาการ หรือแนวคิดที่ใช้ในการดำเนินการ

1) เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำโดยใช้วิธี Vacancy Minimum Storage Requirement Rule Curve

2) เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำโดยใช้วิธี Probability Based Rule Curves

3) เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบพลวัต (Dynamic Rule Curve)

4) หลักการสมดุลน้ำในอ่างเก็บน้ำ

1.5 สรุปสาระและขั้นตอนการดำเนินการ

1) ทบทวนจัดทำเกณฑ์การบริหารจัดการน้ำ (Rule Curve)

2) รวบรวมข้อมูลด้านการบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำลำปาว เช่น ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ ปริมาณการระบายน้ำย้อนหลังรายเดือน แผนการระบายน้ำของปี 2562

3) คาดการณ์ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำตลอดทั้งปี 2562 โดยอาศัยประกาศคาดการณ์ปริมาณฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยาและสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) ซึ่งในการดำเนินการครั้งนี้ใช้ปริมาณฝนเทียบเคียงปี พ.ศ. 2550 ตามประกาศของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน)

4) นำข้อมูลเข้าโปรแกรมการจำลองการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Simulation) เพื่อจำลองสภาพปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ โดยใช้หลักสมดุลของน้ำในอ่างเก็บน้ำ

5) สร้างเกณฑ์แนะนำการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำหรือเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบพลวัต (Dynamic Operation Curve) จากผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำตามแบบจำลองการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Simulation)

1.6 รายละเอียดของผลงาน

บทที่ 1 บทนำ

บทที่ 2 ข้อมูลทั่วไปอ่างเก็บน้ำลำปาว

บทที่ 3 ทฤษฎี

บทที่ 4 การบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำลำปาวด้วยเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบพลวัต (Dynamic Operation Curve)

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ

1.7 ประโยชน์ของผลงาน

ผลงานนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้เป็นตัวอย่างในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ ให้เกิดประโยชน์เป็นการบำบัดทุกข์และบำรุงสุขให้กับประชาชนในพื้นที่ลุ่มน้ำลำปาว โดยเฉพาะในเขตชลประทานของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว รวมถึงประชาชนที่อยู่นอกเขตชลประทานที่อยู่ในลุ่มน้ำลำปาวและลุ่มน้ำชีบางส่วน คือ

1) ช่วยลดผลกระทบจากอุทกภัยต่อพื้นที่ท้ายอ่างเก็บน้ำ

2) สามารถกักเก็บในอ่างเก็บน้ำลำปาวในฤดูฝนไว้ใช้ในฤดูแล้งให้ได้มากเพียงพอสำหรับใช้จัดสรรน้ำให้กับกิจกรรมการใช้น้ำต่าง ๆ

บทที่ 2

ข้อมูลทั่วไปอ่างเก็บน้ำลำปาว

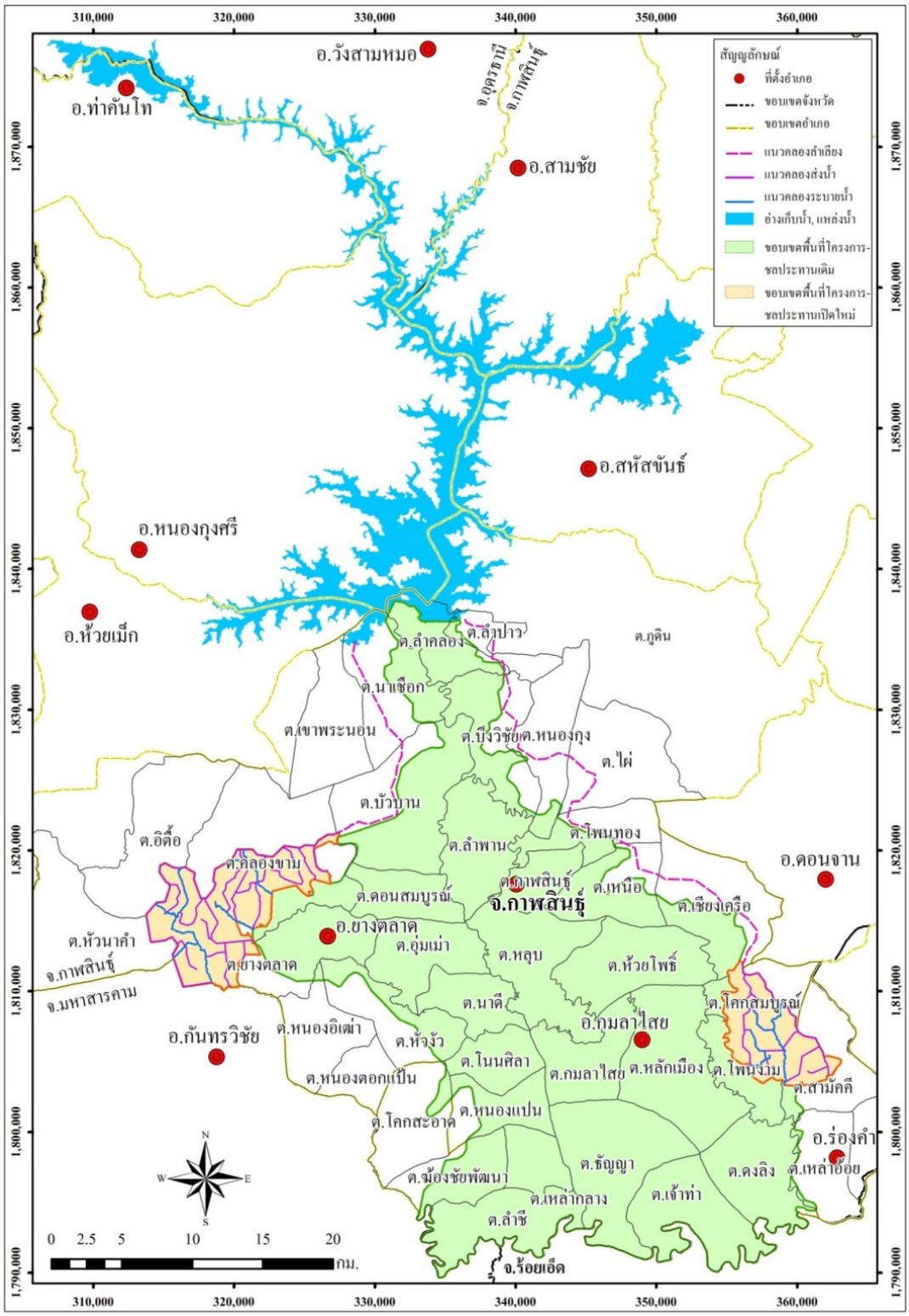
2.1 ประวัติโครงการ

ปี 2506 กรมชลประทานได้ก่อสร้างเขื่อนลำปาวด้วยเงินกู้และเงินช่วยเหลือให้เปล่าจากองค์การบริหารวิเทศแห่งสหรัฐอเมริกา (USAID) สมทบกับเงินงบประมาณแผ่นดินและก่อสร้างแล้วเสร็จในปี 2511 โดยตัวเขื่อนเป็นเขื่อนดิน 2 เขื่อนเชื่อมถึงกัน เขื่อนที่กั้นลำปาวสูง 33 เมตร และเขื่อนที่กั้นห้วยยางสูง 26 เมตร ตั้งอยู่ที่บ้านหนองสองห้องและบ้านสะอาดนาทม ตำบลลำคลอง อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ สันเขื่อนกว้าง 8.00 เมตร ยาว 7.80 กิโลเมตร ระดับสันเขื่อน +167.80 ม.รทก. ระดับเก็บกักปกติ +162.00 ม.รทก. และระดับกักเก็บสูงสุด +165.70 ม.รทก. อาคารระบายน้ำล้นเป็นแบบ Ogee Weir (ฝายที่มีลาดด้านท้ายน้ำเป็นรูปโค้ง) มีช่องระบายน้ำกว้างช่องละ 15 เมตร จำนวน 3 ช่อง ระบายน้ำได้สูงสุด 1,400 ลบ.ม./วินาที และความจุกักเก็บน้ำปกติ 1,430 ล้านลูกบาศก์เมตร ส่งน้ำให้พื้นที่ชลประทานประมาณ 314,000 ไร่ ในฤดูฝน และประมาณ 180,000 ไร่ ในฤดูแล้ง

หลังจากการใช้งานเขื่อนลำปาวมาเป็นเวลานาน ในปี 2548 กรมชลประทานได้ว่าจ้างบริษัทเซ๊าท์อี๊สท์เอเชียเทคโนโลยี จำกัด และบริษัทเซเว่นแอสโซซิเอต จำกัด ศึกษาความเหมาะสมและศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นเพื่อปรับปรุงเขื่อนลำปาว และในปี 2551 กรมชลประทานได้ว่าจ้างกลุ่มบริษัทซึ่งประกอบด้วยบริษัทปัญญาคอนซัลแตนท์ จำกัด และบริษัทเซ๊าท์อี๊สท์เอเชียเทคโนโลยี จำกัด ศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการปรับปรุงประสิทธิภาพการกักเก็บน้ำอ่างเก็บน้ำลำปาวแล้วเสร็จในปี 2552 และดำเนินการปรับปรุงเขื่อนลำปาวแล้วเสร็จในปี 2554 โดยได้ปรับปรุงองค์ประกอบหลักต่าง ๆ ของตัวเขื่อนได้แก่

1) ปรับปรุงเขื่อนดินความกว้างสันเขื่อนเพิ่มขึ้นเป็น 14.00 เมตร ด้วยความสูงเขื่อนเท่าเดิม
2) ก่อสร้างอาคารระบายน้ำล้นแห่งใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมน้ำในอ่างเก็บน้ำสำหรับช่วยบริหารจัดการน้ำในการบรรเทาการเกิดอุทกภัยแก่พื้นที่ท้ายน้ำ โดยเป็นอาคารทางระบายน้ำล้นชนิด Gate Spillway จำนวน 4 ช่อง ขนาดช่องละ 12.50x7.00 เมตร สามารถระบายน้ำได้สูงสุด 2,397 ลูกบาศก์เมตร/วินาที
3) ปรับปรุงอาคารทางระบายน้ำล้นเดิมให้ทำหน้าที่เป็นอาคารทางระบายน้ำล้นฉุกเฉิน
4) ติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดพฤติกรรมเขื่อนและอุปกรณ์ประกอบ
5) ติดตั้งระบบควบคุมการส่งน้ำระบายน้ำด้วยคอมพิวเตอร์ ระบบแสดงและรายงานผลเครื่องมือตรวจวัดพฤติกรรมเขื่อน (Scada)

กรมชลประทานวางแผนการบริหารจัดการน้ำที่ระดับกักเก็บ +164.00 ม.รทก. (ระดับเก็บกักเดิม +162.00 ม.รทก.) ซึ่งมีความจุของอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้นจากความจุเดิม (1,430 ล้าน ลบ.ม.) เป็น 1,980 ล้าน ลบ.ม. เปิดพื้นที่ชลประทานใหม่ได้เพิ่มขึ้นรวม 50,000 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ชลประทานฝั่งซ้าย 20,000 ไร่ และพื้นที่ชลประทานฝั่งขวา 30,000 ไร่ โดยก่อสร้างอาคารหัวงานใหม่ 2 แห่ง มีลักษณะเป็นอาคารท่อส่งน้ำพร้อมสถานีสูบน้ำ เพื่อการชักน้ำจากอ่างเก็บน้ำเข้าสู่คลองนำน้ำเข้าสู่พื้นที่ชลประทานทั้งฝั่งซ้ายและฝั่งขวา



รูปที่ 2-1 แผนที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว

2.2 ลักษณะทั่วไปของลุ่มน้ำลำปาว

1) สภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปในพื้นที่ลุ่มน้ำลำปาวอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะพัดพาความชื้นจากอ่าวไทยเข้ามาในพื้นที่

ลุ่มน้ำ ทำให้มีฝนตกหนักเริ่มต้นประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม สำหรับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะพัดพาความกดอากาศสูงเข้ามาในพื้นที่ลุ่มน้ำ ทำให้สภาพอากาศแห้งแล้งและหนาวเย็น โดยจะเริ่มต้นประมาณกลางเดือนตุลาคม ถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ สำหรับในช่วงรอยต่อระหว่างมรสุมทั้งสอง คือ ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม จะเป็นช่วงที่มีสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงทิศทางของลมไม่แน่นอน อีกทั้งยังมีลมพายุจรซึ่งจะทำให้มีฝนตกหนักในพื้นที่ลุ่มน้ำอีกด้วย

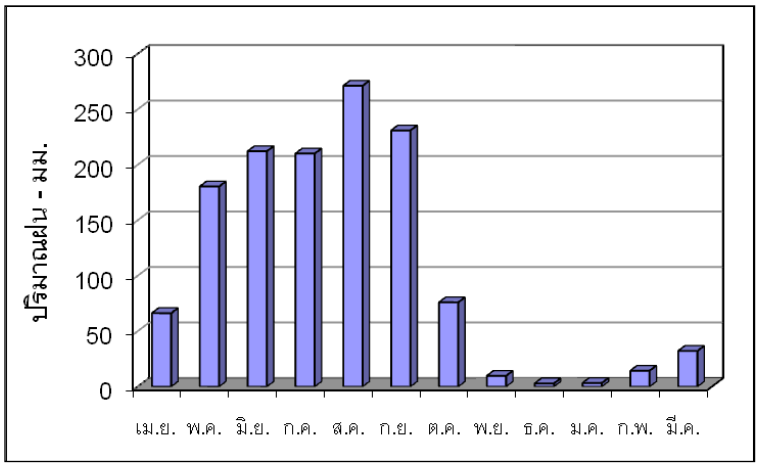
2) ปริมาณน้ำฝน

การกระจายของปริมาณน้ำฝนรายเดือนพื้นที่ลุ่มน้ำลำปาวมีปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรอยู่ระหว่าง 1,228-1,310 มิลลิเมตรต่อปี โดยพื้นที่ลุ่มน้ำเหนือเขื่อนจะมีปริมาณน้ำฝนค่อนข้างสูงกว่าบริเวณพื้นที่ท้ายเขื่อนซึ่งเป็นที่ราบและมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 1,269 มิลลิเมตรต่อปี โดยเป็นปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.) ประมาณร้อยละ 90 ของปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย และเป็นปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.) ประมาณร้อยละ 10 ของปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย และเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยสูงสุดคือเดือนสิงหาคมและกันยายน

ตารางที่ 2-1 การกระจายรายเดือนของปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำเหนือและท้ายเขื่อนลำปาว

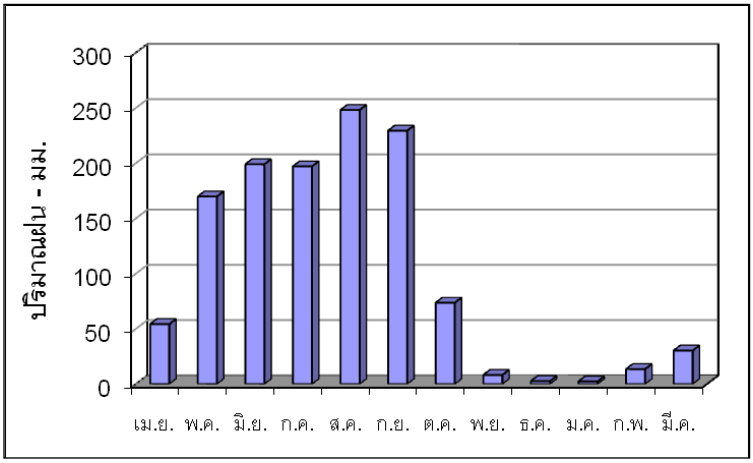
หน่วย: มิลลิเมตร

ลุ่มน้ำ	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	ทั้งปี
เหนือเขื่อน	66.3	180.4	212.2	210.1	271.2	231.0	76.0	9.8	2.9	3.3	14.4	32.2	1,181	129	1,310
ท้ายเขื่อน	54.3	169.8	199.0	197.1	248.1	229.4	73.6	8.2	2.7	2.3	13.5	30.3	1,117	111	1,228



พื้นที่ลุ่มน้ำเหนืออ่างเก็บน้ำเขื่อนลำปาว

รูปที่ 2-2 การกระจายรายเดือนของปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำเหนือเขื่อนลำปาว



พื้นที่ลุ่มน้ำท้ายอ่างเก็บน้ำเขื่อนลำปาว

รูปที่ 2-3 การกระจายรายเดือนของปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำท้ายเขื่อนลำปาว

3) ปริมาณน้ำท่า

ผลการศึกษาปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำลำปาวจากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนและรายปี และการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสำหรับแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย มีรายละเอียดดังนี้

1) ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำท่าที่อยู่ในลุ่มน้ำลำปาว จำนวน 10 สถานี แสดงค่าปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยของแต่ละสถานีไว้ในตารางที่ 2-2 ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวพบว่ามีช่วงพิสัยของพื้นที่รับน้ำฝนของแต่ละสถานีอยู่ระหว่าง 98–29,788 ตร.กม. และมีช่วงพิสัยของค่าปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อพื้นที่รับน้ำฝนอยู่ระหว่าง 4.34–18.57 ลิตร/วินาที/ตร.กม. และปริมาณน้ำท่าส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคมในทุกพื้นที่ โดยเดือนที่มีปริมาณน้ำท่าสูงสุดได้แก่เดือนกันยายน

2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ถดถอยระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยและพื้นที่รับน้ำฝนของสถานีวัดน้ำท่า แสดงกราฟความสัมพันธ์สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำลำปาวไว้ในรูปที่ 2-3 ซึ่งมีสมการดังนี้

$$Q_M = 1.8319\ A^{0.7688} \quad (R^2 = 0.9806)$$

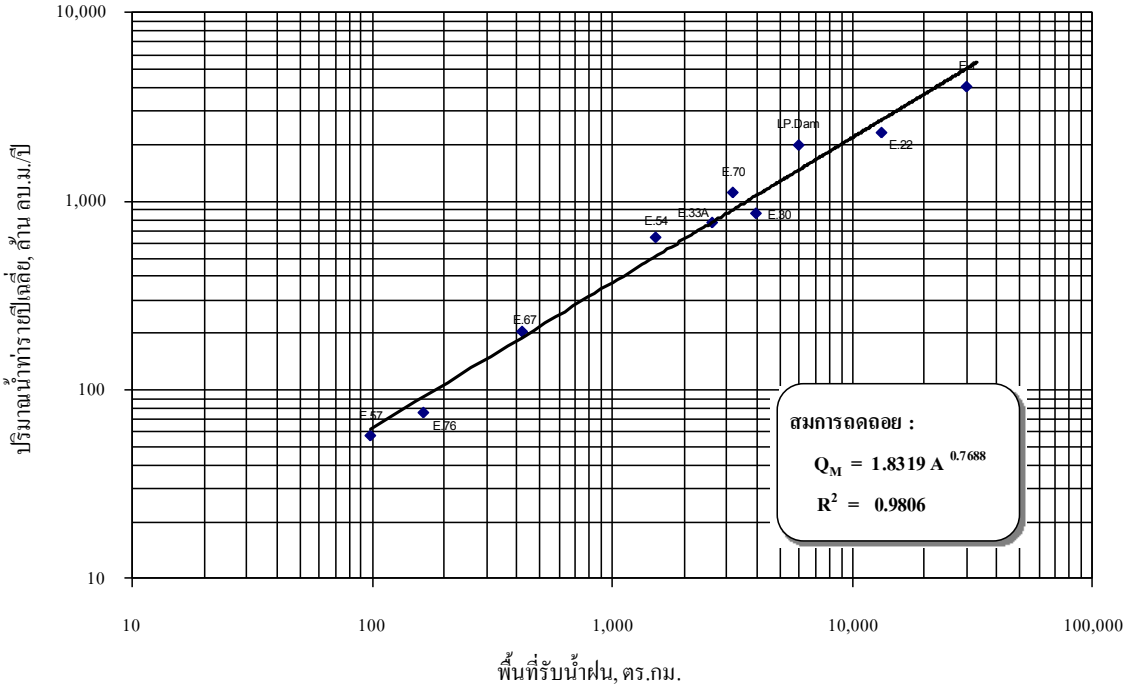
เมื่อ Q_M = ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย, ล้าน ลบ.ม.

A = พื้นที่รับน้ำฝน, ตร.กม.

3) ปริมาณน้ำท่ารายเดือนช่วงปี 2523-2552 ของแต่ละลุ่มน้ำสาขา ได้แสดงสรุปค่าเฉลี่ยรายเดือนและรายปีไว้ในตารางที่ 2-3 ซึ่งจากผลการคำนวณดังกล่าวพบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำลำปาวทั้งหมด 8,203 ตร.กม. มีปริมาณน้ำท่ารวมทั้งลุ่มน้ำ 2,574 ล้าน ลบ.ม./ปี หรือคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำเท่ากับ 9.95 ลิตร/วินาที/ตร.กม. สามารถสรุปปริมาณน้ำท่าตามฤดูกาล น้ำท่ารายปีเฉลี่ย และ Yield ในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำลำปาวได้ดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-2 รายชื่อและข้อมูลสถิติปริมาณน้ำนองสูงสุดรายปีของสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำลำปาว

รายชื่อสถานี	ที่ตั้ง	รหัส	พื้นที่รับน้ำฝน	ช่วงปี	ปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)												รายปี	Specific Yield
	จังหวัด	สถานี	(ตร.กม.)	สถิติข้อมูล	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	(ล้าน ลบ.ม.)	(ล./ว./ตร.กม.)
1. แม่น้ำชีที่วัดใต้โกสุม	มหาสารคาม	E.1	29,788.00	2499 - 2544	95.16	157.56	239.08	291.09	389.18	851.16	1,221.41	511.06	118.54	67.88	60.93	76.15	4,079.20	4.3
2. ลำน้ำพองที่บ้านน้ำพอง	ขอนแก่น	E.22	13,183.00	2497 - 2508	13.04	62.86	148.69	128.64	159.20	711.36	937.15	109.20	18.91	13.37	11.10	12.13	2,325.65	5.6
3. ลำปาวที่บ้านนาแก้ว	กาฬสินธุ์	E.30	3,955.00	2500 - 2508	2.12	11.12	42.10	87.24	148.33	356.56	189.29	25.19	3.53	0.68	0.50	0.61	867.27	7.0
4. ลำน้ำยังที่บ้านหนองแสงทุ่ง	ร้อยเอ็ด	E.33A	2,599.00	2504 - 2530	3.95	16.30	72.07	125.51	208.68	241.47	75.56	14.93	6.14	4.16	3.00	3.04	774.81	9.5
5. ลำน้ำยังที่บ้านแก้งยาว	กาฬสินธ์	E.54	1,511.00	2512 - 2544	1.53	9.67	59.74	106.94	196.63	195.17	58.93	10.24	2.81	1.95	1.56	1.40	646.57	13.6
6. น้ำยังที่บ้านกุดฉิมขุมใหม่	กาฬสินธ์	E.57	98.00	2512 - 2544	0.11	0.80	5.59	12.63	20.28	14.09	3.21	0.38	0.08	0.06	0.04	0.03	57.30	18.5
7. ลำพันชาดที่บ้านท่างาม	กาฬสินธุ์	E.67	420.00	2530 - 2544	1.44	8.40	15.48	26.11	59.76	63.52	18.83	6.68	2.77	0.98	0.30	0.15	204.42	15.4
8. ลำน้ำยังที่บ้านกุดกว้าง	ร้อยเอ็ด	E.70	3,168.00	2527 - 2544	2.86	19.25	88.26	152.49	344.58	374.60	104.61	20.43	5.07	2.90	2.03	1.86	1,118.94	11.2
9. ห้วยสังกะที่บ้านคำพิมูล	กาฬสินธุ์	E.76	163.00	2530 - 2541	0.19	1.31	7.35	12.66	28.34	21.60	3.20	0.88	0.13	0.08	0.06	0.11	75.91	14.8
10. เขื่อนลำปาว	กาฬสินธุ์	LP.Dam	5,960.00	2513 - 2553	40.18	68.50	188.84	284.79	517.46	556.15	219.74	54.57	21.70	10.81	13.75	20.11	1,996.61	10.6

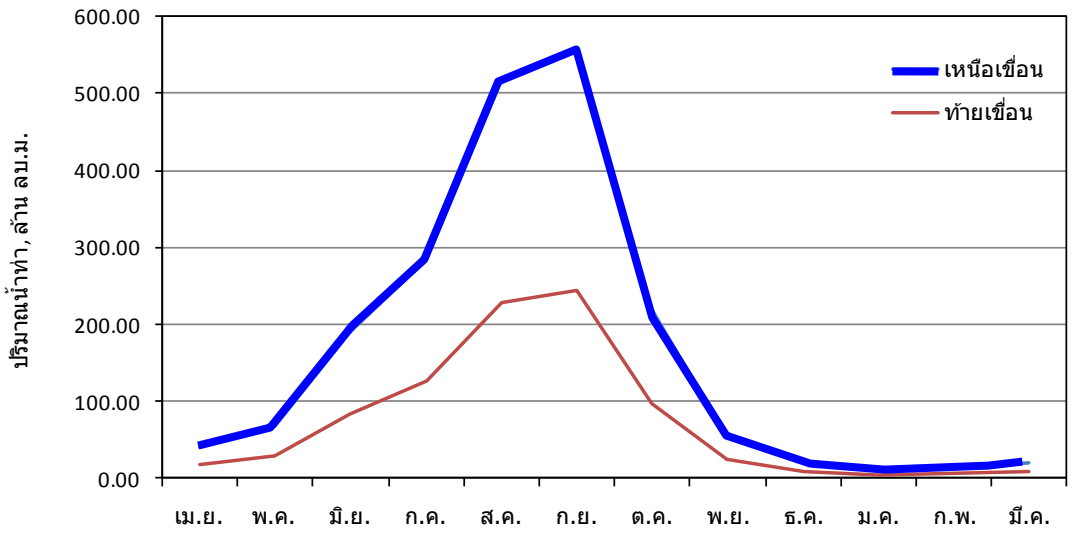


รูปที่ 2-4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยและพื้นที่รับน้ำฝน

ตารางที่ 2-3 การกระจายรายเดือนของปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำลำปาว

หน่วย: ล้าน ลบ.ม.

ลุ่มน้ำ	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ทั้งปี
เหนือเขื่อน	40.2	68.5	188.8	284.8	517.5	556.2	219.7	54.6	21.7	10.8	13.8	20.1	1996.6
ท้ายเขื่อน	17.7	30.2	83.3	125.6	228.1	245.2	96.9	24.1	9.6	4.8	6.1	8.9	880.3
รวมทั้งลุ่มน้ำ	25.9	79.2	240.9	372.5	689.8	735.3	283.6	68.9	24.4	13.9	17.7	22.0	2573.9



รูปที่ 2-5 การกระจายรายเดือนของปริมาณน้ำท่าในแต่ละพื้นที่ของลุ่มน้ำลำปาว

ตารางที่ 2-4 สรุปปริมาณน้ำท่าในฤดูกาลต่างๆ และค่า Yield ในแต่ละลุ่มน้ำลำปาว

พื้นที่ลุ่มน้ำ	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)	ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย			Specific Yield ลิตร/วินาที/ตร.กม.
		ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี	
เหนือเขื่อน	5,960	1,835.48	161.13	1,996.612	10.62
ท้ายเขื่อน	2,054	809.22	71.04	880.261	13.59
รวมทั้งลุ่มน้ำ	8,014	2,358.52	169.67	880.261	10.00

4) ปริมาณน้ำหลาก

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำนองสูงสุดในแต่ละลุ่มน้ำย่อยโดยใช้วิธีการวิเคราะห์แจกแจงความถี่ปริมาณน้ำนองสูงสุดแบบลุ่มน้ำรวม (Regional Flood Frequency Analysis) สรุปได้ดังนี้

(1) แบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำลำปาวในพื้นที่เหนืออ่างเก็บน้ำเขื่อนลำปาวออกเป็น 6 ลุ่มน้ำย่อย จากแผนที่ลุ่มน้ำย่อยสำหรับการคำนวณปริมาณน้ำนองสูงสุดในรูปที่ 2-6 และสรุปได้ดังนี้

รหัสลุ่มน้ำย่อย	ชื่อลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)
LP.1	ห้วยสามพาดที่หนองหานกุมภวาปี	1,494.81
LP.2/1	ห้วยลำปาวถึงจุดบรรจบห้วยโพ	860.86
LP.2/2	ห้วยโพถึงจุดบรรจบห้วยลำปาว	232.14
LP.3/1	ลำปาวถึงจุดบรรจบลำพันชาด	624.83
LP.3/2	ลำพันชาดถึงจุดบรรจบลำปาว	693.23
LP.4	ลำปาวที่เขื่อนลำปาว	2,054.24
	รวม	**5,960.12**

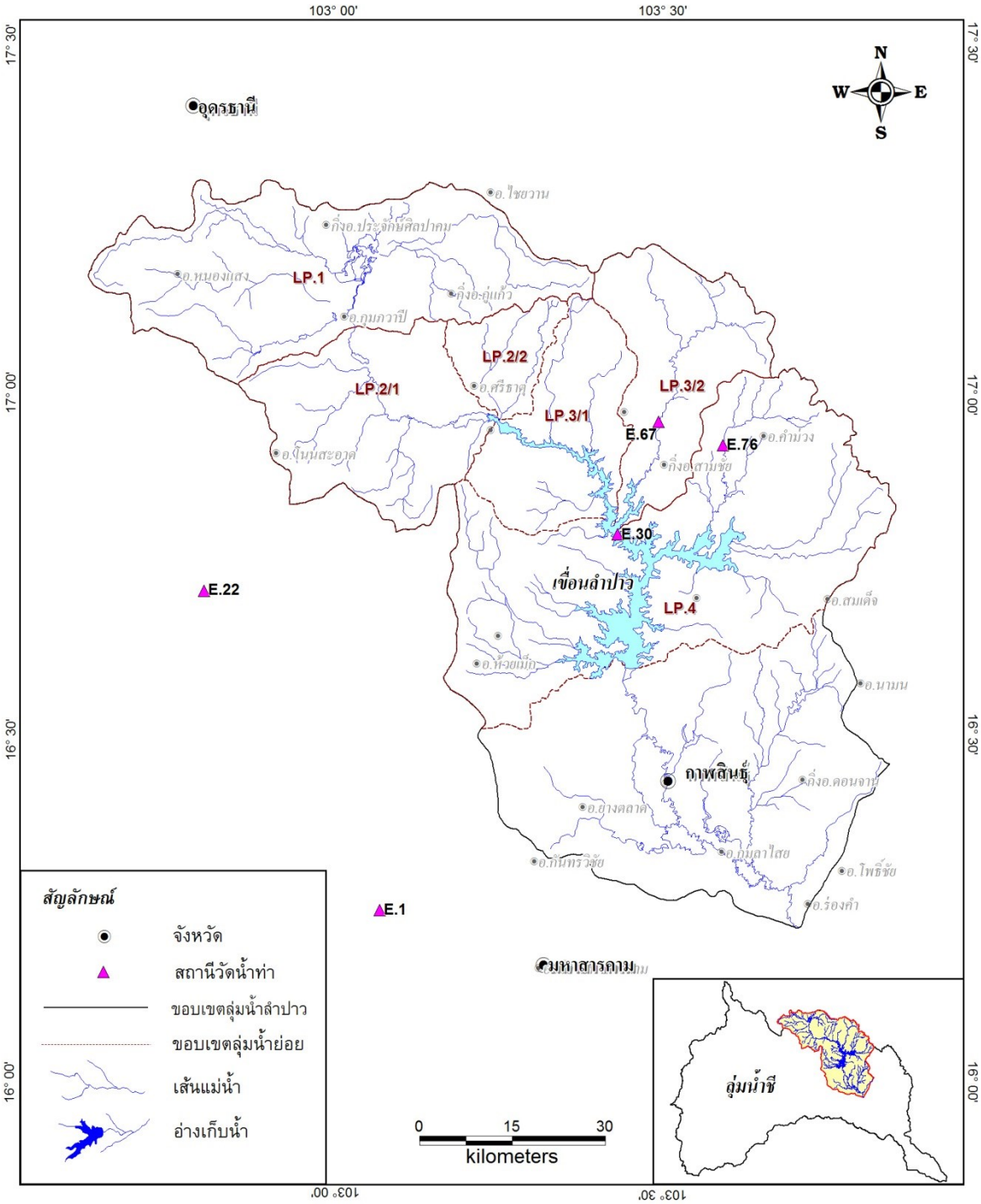
(2) ทำการวิเคราะห์แจกแจงความถี่ปริมาณน้ำนองสูงสุดรายปีของสถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำลำปาว ข้อมูลล่าสุดถึงปี 2552 จำนวน 11 สถานี ด้วยวิธีกัมเบล (Gumbel Distribution) จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์แจกแจงความถี่ปริมาณน้ำนองสูงสุดรายปี โดยแสดงในเทอมอัตราส่วนปริมาณน้ำนองสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำต่าง ๆ (Q_T) ต่อปริมาณน้ำนองสูงสุดรายปีเฉลี่ย (Q_F)

(3) ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำนองสูงสุดรายปีเฉลี่ยและพื้นที่รับน้ำฝนในรูปสมการถดถอย (Regression Equation) โดยผลการวิเคราะห์ถดถอยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำนองสูงสุดรายปีเฉลี่ยและพื้นที่รับน้ำฝนจากข้อมูลสถานีวัดน้ำท่าทั้งหมดในลุ่มน้ำลำปาว ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่น่าเชื่อถือได้ ดังแสดงในรูปที่ 2-7 และได้สมการถดถอย แสดงความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

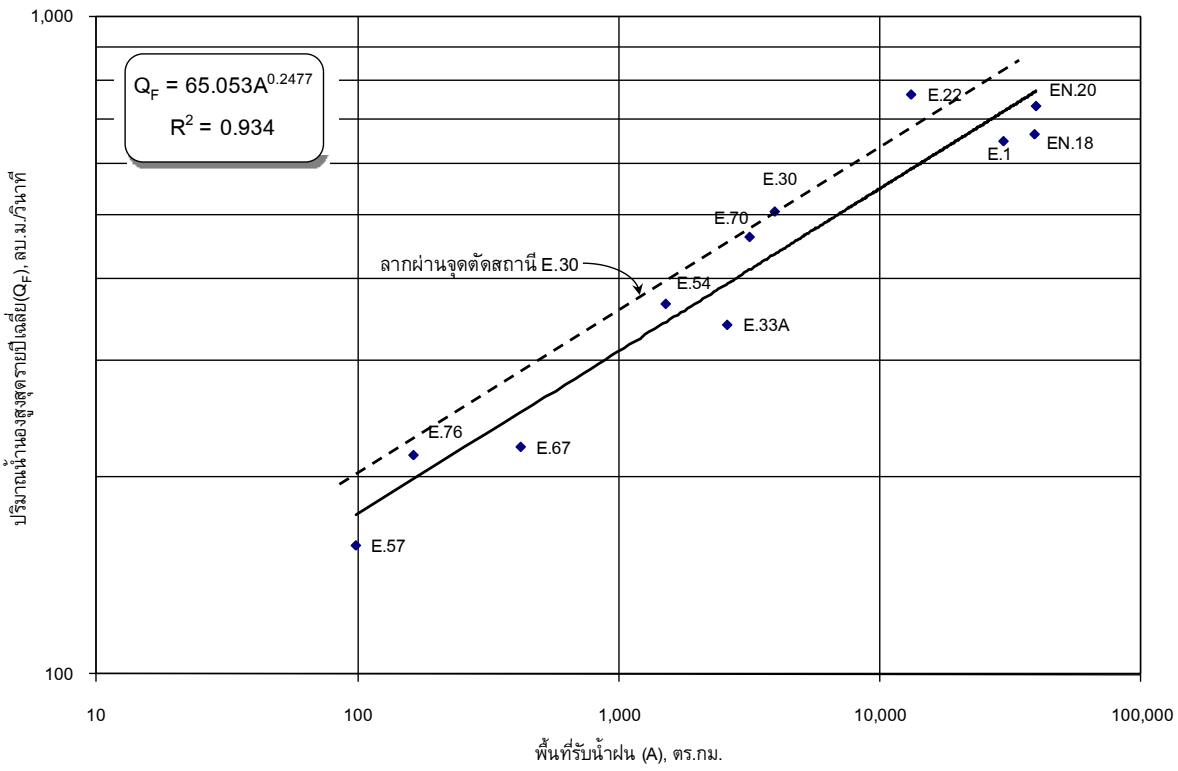
$$Q_F = 65.053\ A^{0.2477} \qquad (R^2 = 0.934)$$

เมื่อ Q_F = ปริมาณน้ำนองสูงสุดรายปีเฉลี่ย, ลบ.ม./วินาที

A = พื้นที่รับน้ำฝน, ตารางกิโลเมตร



รูปที่ 2-6 การแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยในลุ่มน้ำลำปาวสำหรับการศึกษาปริมาณน้ำหลาก



รูปที่ 2-7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำนองรายปีเฉลี่ยและพื้นที่รับน้ำฝน

(4) ประยุกต์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย และค่าสูงสุดของอัตราส่วนปริมาณน้ำนองสูงสุด (Q_T/Q_F) และรอบปีการเกิดซ้ำ และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำนองสูงสุดรายปีเฉลี่ย (Q_F) และพื้นที่รับน้ำฝน (A) ไปใช้คำนวณปริมาณน้ำนองสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำต่าง ๆ สำหรับพื้นที่รับน้ำฝนของลุ่มน้ำย่อยทั้ง 6 ลุ่มน้ำและพื้นที่ลุ่มน้ำรวมเหนืออ่างเก็บน้ำลำปาว แสดงผลการคำนวณไว้ในตารางที่ 2-5

2.3 ความต้องการใช้น้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาวหลังจากปรับปรุงเพิ่มความจุอ่างเก็บน้ำ มีพื้นที่ชลประทานใหม่ฝั่งซ้ายและฝั่งขวามีความต้องการใช้น้ำกิจกรรมต่าง ๆ ประกอบด้วย การอุปโภคบริโภค การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การเกษตรกรรม และปริมาณน้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศน์ด้านท้ายน้ำ ดังนี้

1) การคำนวณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค

ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค พิจารณาจากลักษณะชุมชนซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

(1) ชุมชนเมือง จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลการใช้น้ำในพื้นที่โครงการ จากการประปาส่วนภูมิภาค สาขากาฬสินธุ์ ซึ่งให้บริการน้ำประปาที่หน่วยบริการแม่ข่ายกาฬสินธุ์ และหน่วยบริการกมลาไสย โดยเฉลี่ยจะใช้อัตราการใช้น้ำอยู่ที่ 250 ลิตร/คน-วัน

(2) ชุมชนนอกเขตเมือง จากเกณฑ์กำหนด ทั่วไปในการวางแผนระบบประปาสำหรับชุมชนในชนบทเท่ากับ 80-100 ลิตร/คน-วัน ดังนั้นในการศึกษาจึงใช้ค่าอัตราการใช้น้ำ 100 ลิตร/คน-วัน เป็นค่านำมาประเมินความต้องการน้ำ

ตารางที่ 2-5 ปริมาณน้ำนองสูงสุดที่คาบความถี่ของการเกิดต่างๆ สำหรับลุ่มน้ำย่อยในลุ่มน้ำลำปาว

รหัส	พื้นที่รับน้ำฝน	ปริมาณน้ำนองสูงสุดี่คาบความถี่ของการเกิดต่าง ๆ (QT), ลบ.ม./วินาที											
ลุ่มน้ำย่อย	(ตร.กม.)	2	2	5	10	20	25	50	100	200	500	1,000	10,000
LP.1	1,494.81	364.6	397.8	542.1	659.6	772.4	808.2	918.3	1,027.7	1,136.7	1,280.4	1,389.1	1,749.8
LP.2/1	860.86	274.0	298.9	407.4	495.7	580.4	607.3	690.1	772.3	854.2	962.2	1,043.9	1,314.9
LP.2/2	232.14	198.0	216.0	294.4	358.3	419.5	439.0	498.8	558.2	617.4	695.5	754.5	950.4
LP.3/1	624.83	253.1	276.1	376.3	457.9	536.1	561.0	637.4	713.4	789.0	888.8	964.2	1,214.6
LP.3/2	693.23	259.6	283.3	386.1	469.8	550.1	575.6	654.0	732.0	809.6	911.9	989.3	1,246.3
LP.4	2,114.24	397.2	433.4	590.7	718.8	841.6	880.6	1,000.6	1,119.9	1,238.6	1,395.2	1,513.7	1,906.7
LP.Dam	6,020.12	514.8	561.7	765.5	931.4	1,090.6	1,141.2	1,296.7	1,451.2	1,605.1	1,808.0	1,961.5	2,470.9

นอกจากการใช้น้ำสำหรับการอุปโภคและบริโภคแล้ว ยังรวมถึงความต้องการน้ำสำหรับภาครัฐ ธุรกิจ และโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งข้อมูลในช่วงปี 2553 และ 2554 การจำหน่ายน้ำประปาในแต่ละภาคกิจกรรมการใช้น้ำประจำเดือนกันยายน 2554 ดังตารางที่ 2-6

จากอัตราการใช้น้ำดังกล่าวสามารถคำนวณปริมาตรความต้องการใช้น้ำเพื่ออุปโภคบริโภคและกิจกรรมต่าง ๆ ได้ประมาณ 4.91 ล้าน ลบ.ม./ปี ซึ่งสรุปปริมาณการจ่ายน้ำในแต่ละเดือนได้ดังนี้

หน่วย: ลบ.ม.

ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
406,477	404,334	387,293	401,903	428,510	439,093	428,558	435,998	434,538	374,610	380,820	388,553	4,910,687

ตารางที่ 2-6 รายละเอียดการจำหน่ายน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิ ภาคสาขากาฬสินธุ์ ประจำเดือนกันยายน 2554

การประปาส่วนภูมิ ภาคสาขากาฬสินธุ์		**จำนวนผู้ใช้น้ำ (ราย)**	**ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม.)**
		17,047	**434,538**
แม่ข่ายกาฬสินธุ์		**11,733**	**335,134**
ประเภทการใช้น้ำ	ที่อยู่อาศัย	8,279	131,198
	ราชการ	163	879,953
	ธุรกิจขนาดเล็ก	2,358	66,549
	รัฐวิสาหกิจ	10	673
	ธุรกิจขนาดใหญ่	866	44,876
	อุตสาหกรรม	57	3,843
หน่วยบริการยางตลาด		**1,696**	**35,513**
	ที่อยู่อาศัย	1,229	17,831
	ราชการ	26	5,738
	ธุรกิจขนาดเล็ก	347	7,685
	รัฐวิสาหกิจ	5	277
	ธุรกิจขนาดใหญ่	86	3,757
	อุตสาหกรรม	3	225
หน่วยบริการกมลาไสย		**3,618**	**63,891**
	ที่อยู่อาศัย	2,936	41,477
	ราชการ	61	7,330
	ธุรกิจขนาดเล็ก	547	12,419
	รัฐวิสาหกิจ	8	367
	ธุรกิจขนาดใหญ่	58	1,793
	อุตสาหกรรม	8	505

2) การคำนวณความต้องการน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ความต้องการใช้น้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำพิจารณาจากกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ 2 ประเภท ได้แก่ การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามและการเลี้ยงปลา สำหรับพื้นที่ชลประทานเดิมมีการเลี้ยงกุ้งคิดเป็นพื้นที่เท่ากับ 14,390 ไร่ และมีการเลี้ยงปลา 543 ไร่ และมีบ่อเลี้ยงปลาในพื้นที่เปิดใหม่ฝั่งซ้ายและฝั่งขวาเท่ากับ 129 ไร่ และ 336 ไร่ ตามลำดับ โดยการคำนวณความต้องการใช้น้ำของการเลี้ยงกุ้งจะกำหนดให้ทำการเปลี่ยนน้ำในครั้งแรก 1.20 เมตร และถ่ายน้ำทุก ๆ 2 สัปดาห์ สำหรับการเลี้ยงปลาในบ่อจะทำการเปลี่ยนน้ำที่ระดับ 1.20 เมตร เพียงครั้งเดียว จากผลการศึกษาคำนวณหาอัตราการใช้น้ำในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะได้ความต้องการใช้น้ำของการเลี้ยงกุ้งเท่ากับ 108.93 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี และการเลี้ยงปลาเท่ากับ 2.75 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี รวมความต้องการน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเท่ากับ 111.68 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี และสรุปความต้องการน้ำรายเดือนแบ่งตามประเภทของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้ดังนี้

หน่วย: ล้าน ลบ.ม.

สัตว์น้ำ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
กุ้งก้ามกราม	0.00	13.62	9.58	9.81	9.01	9.14	13.58	11.02	11.14	11.06	10.98	0.00	108.93
ปลา	0.09	1.85	0.00	0.01	0.00	0.01	0.05	0.14	0.15	0.14	0.13	0.16	2.75
รวม	0.09	15.47	9.58	9.82	9.01	9.15	13.63	11.16	11.29	11.20	11.11	0.16	111.68

3) การคำนวณความต้องการน้ำเพื่อการชลประทาน

ความต้องการน้ำเพื่อการชลประทาน ถือเป็นส่วนที่มีความสำคัญต่อการพิจารณาวางแผนพัฒนาและบริหารจัดการน้ำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากปริมาณน้ำที่ส่งให้กับพื้นที่การเกษตรต้องมีปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของพืชและอยู่ในช่วงเวลาที่พืชต้องการ จึงจะทำให้พืชได้รับประโยชน์อย่างแท้จริง ดังนั้นการประเมินความต้องการใช้น้ำของพืชจึงต้องทำอย่างรอบคอบและมีความสอดคล้องกับสภาพการเพาะปลูกในพื้นที่จริง เพื่อให้ได้ปริมาณความต้องการใช้น้ำที่ใกล้เคียงกับสภาพที่แท้จริงมากที่สุด โดยข้อมูลที่นำมาประเมินความต้องการใช้น้ำของพืชจะเป็นทั้งข้อมูลในส่วนของทุติยภูมิและข้อมูลจากการสำรวจในภาคสนาม ทั้งนี้ความต้องการใช้น้ำของพืชจะเป็นข้อมูลที่สำคัญในการนำไปวิเคราะห์สมดุลน้ำเพื่อประเมินหาพื้นที่การเกษตรที่เหมาะสมกับปริมาณน้ำที่มีของพื้นที่โครงการ ในการประเมินหาปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชดังกล่าวจะใช้ข้อมูลสถิติการเพาะปลูก ข้อมูลปฏิทินการเพาะปลูกและจากการสำรวจเก็บข้อมูลภาคสนาม แนวทางการประเมินหาความต้องการใช้น้ำของพืชในพื้นที่ชลประทานของพื้นที่ชลประทาน มีขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้

(1) ทฤษฎีที่ใช้สำหรับการคำนวณหาความต้องการใช้น้ำของพืช

(1.1) การประเมินความต้องการใช้น้ำของพืช (ETo)

การประเมินความต้องการใช้น้ำของพืชพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ปลูก และ Potential Evapotranspiration (ETp) ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ภูมิอากาศในบริเวณต่าง ๆ มีสมการดังนี้

$$ETo = Kc \times ETp$$

เมื่อ ETo = ความต้องการใช้น้ำของพืช (มม./วัน)
Kc = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช
ETp = Potential Evapotranspiration (มม./วัน)

พิจารณากำหนดค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) จากพืชตัวแทนชนิดต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา และกำหนดค่า ETp (Potential Evapotranspiration) สำหรับพื้นที่โครงการโดยวิธี Modified Penman แบบ Penman-Monteith ซึ่งมีข้อมูลนำเข้าที่สำคัญ ได้แก่ ค่าพิกัดตำแหน่งของพื้นที่ศึกษา อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ลักษณะเมฆ ความเร็วลม โดยสำหรับการประเมินความต้องการใช้น้ำชลประทานพิจารณาจากหลักการส่งน้ำชลประทาน กล่าวคือ การจัดหาน้ำและส่งลำเลียงไปยังพื้นที่เพาะปลูกตรงตามปริมาณและช่วงเวลาที่พืชต้องการหรือเพิ่มเติมจากปริมาณฝนใช้การ โดยค่าประสิทธิภาพการชลประทาน (Irrigation Efficiency: IE) ควรมีค่าที่เหมาะสมตามประเภทของระบบส่งน้ำชลประทาน

(1.2) ปริมาณฝนใช้การ (Effective Rainfall)

ปริมาณฝนใช้การ หมายถึง ปริมาณฝนที่สามารถใช้ประโยชน์โดยการทดแทนปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องส่งให้แก่พืชได้ ปริมาณฝนใช้การสำหรับพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน เนื่องจากวิธีการเพาะปลูกต่างกัน สำหรับการปลูกข้าวปริมาณฝนใช้การเป็นปริมาณฝนที่ตกในแปลงนาแล้วไม่เกิดการไหลล้นออก การหาปริมาณฝนใช้การใช้วิธี Simulation ซึ่งพัฒนาโดยบริษัท Acres International Ltd. ดังแสดงใน**รูปที่ 2-8** และมีวิธีการคำนวณ ดังนี้

$$St_n = St_{n-1} + R_n - a_m$$

$St_n > ST_{MAX}$	R_e	=	$ST_{MAX} - a_m - St_{n-1}$	St_n	=	ST_{MAX}
$St_n \leq ST_{MAX}$	R_e	=	R_n	St_n	=	$St_{n-1} + R_n - a_m$
$St_n < ST_{MIN}$	R_e	=	R_n	St_n	=	ST_O

เมื่อ ST_{MIN} = ระดับความลึกของน้ำต่ำสุดอาจใช้เพื่อกำจัดวัชพืชและเป็นระดับที่เริ่มให้น้ำชลประทานมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร
ST_O = ระดับความลึกของน้ำ หลังจากมีการให้น้ำชลประทานมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร
ST_{MAX} = ระดับความลึกของน้ำสูงสุด ก่อนเกิดน้ำล้นออกมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร
R_n = ปริมาณฝนที่ตกในวันที่ n มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร
R_e = ปริมาณฝนใช้การได้ มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

St_{n-1} = ระดับน้ำที่สิ้นสุดวันก่อน มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

St_n = ระดับน้ำที่สิ้นสุดวันที่กำหนดวัด มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

a_m = ปริมาณความต้องการใช้ในแปลงนา สำหรับเดือนที่ปลูก m มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

a_m = $(K_c*ET_p+OR) / N$

K_c = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำเฉลี่ยของเดือนที่ปลูก m

ET_p = ปริมาณการใช้น้ำโดยการคำนวณจากข้อมูลทางภูมิอากาศของเดือนที่ m มีหน่วยเป็น มิลลิเมตรต่อเดือน

OR = ปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแปลงและปริมาณน้ำที่รั่วซึมในเดือนที่ m มีหน่วยเป็น มิลลิเมตรต่อเดือน

N = จำนวนวันในเดือนที่ m

(1.3) ปริมาณน้ำเตรียมแปลง

การปลูกข้าวต้องการปริมาณน้ำจำนวนหนึ่งเพื่อใช้ในการเตรียมแปลงทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง ซึ่งการปลูกพืชชนิดอื่นต้องการน้อยมาก และปริมาณน้ำส่วนนี้จะแปรผันกับปัจจัยที่สำคัญได้แก่ คุณสมบัติทางกายภาพของดิน ความชื้นของดิน ชนิดของดิน ความสามารถการระเหยของน้ำ วิธีและระยะเวลาในการเตรียมแปลง โดยกำหนดให้ปริมาณน้ำเตรียมแปลงมีค่าประมาณ 250 มม.

(1.4) ปริมาณน้ำซึมลงไปในดิน

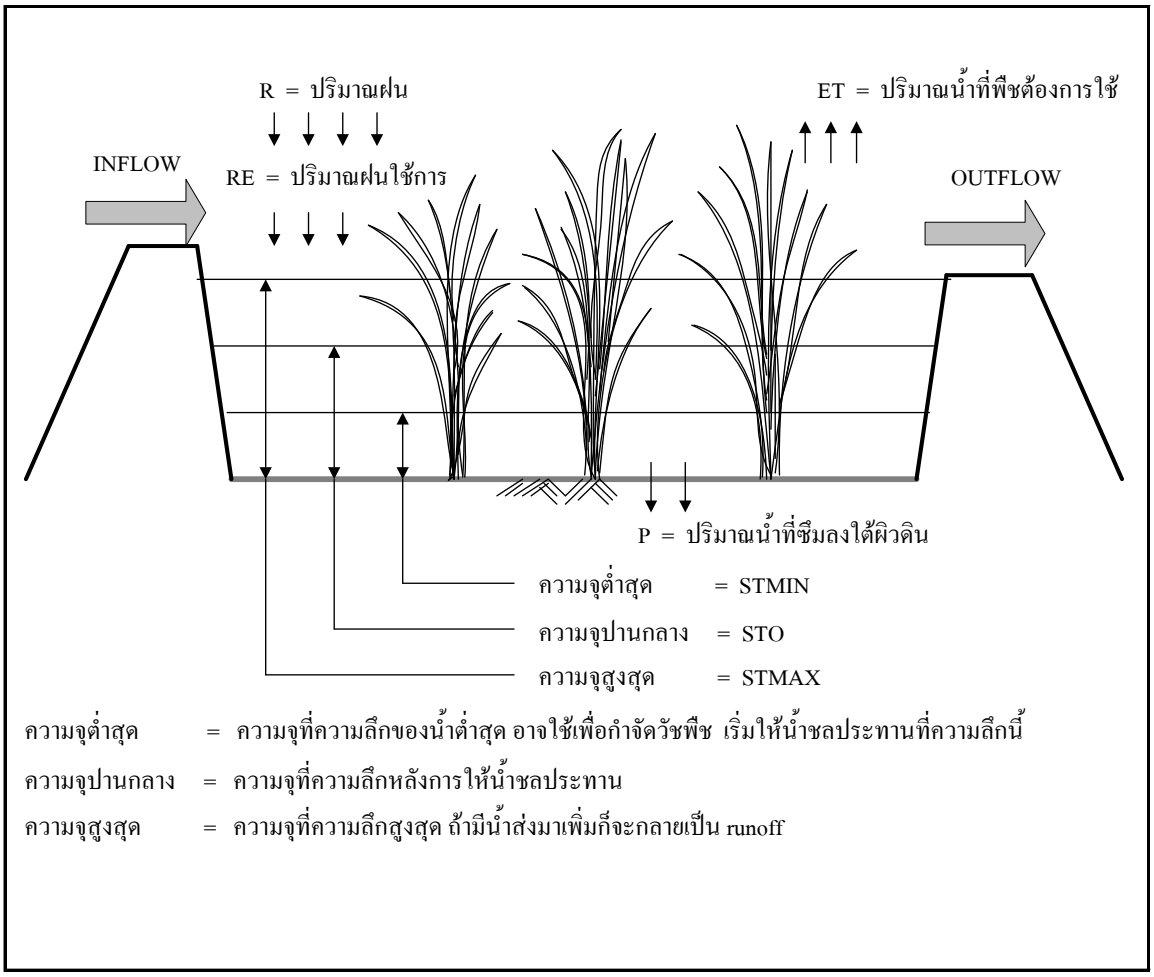
การปลูกข้าวจำเป็นต้องมีน้ำขังอยู่ในแปลงนาในระดับที่เหมาะสม ดังนั้นจะมีปริมาณน้ำส่วนหนึ่งที่ซึมเลยเขตรากพืชลงไปในดิน ซึ่งพืชไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ปริมาณน้ำซึมลงในดินขึ้นอยู่กับองค์ประกอบและปัจจัยที่สำคัญได้แก่ คุณสมบัติของดิน วิธีการเตรียมแปลง ความสูงของน้ำที่ขังในแปลงนาและระดับน้ำใต้ดิน ซึ่งพิจารณากำหนดให้ปริมาณน้ำที่ซึมลงในดินประมาณ 2.0 มม./วัน

(1.5) ประสิทธิภาพการชลประทาน

ประสิทธิภาพการชลประทานเป็นค่าดัชนีชี้วัดปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องการ ซึ่งปริมาณน้ำชลประทานดังกล่าวควรมากกว่าปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชที่แปลงเพาะปลูก ทั้งนี้เพื่อทดแทนปริมาณน้ำที่สูญเสียระหว่างทางลำเลียงน้ำและที่สูญเสียในกระบวนการใช้น้ำ โดยกำหนดค่าการสูญเสียในระบบการชลประทานดังต่อไปนี้

- ประสิทธิภาพการส่งน้ำ หมายถึง การสูญเสียปริมาณน้ำในระบบลำเลียงน้ำ/ส่งน้ำโดยเบื้องต้นระบบลำเลียงน้ำ/ส่งน้ำ

- ประสิทธิภาพการให้น้ำหรือการสูญเสียของน้ำที่เกิดขึ้นในแปลงนา เกิดขึ้นเนื่องจากการระเหยและการรั่วซึม ขณะที่น้ำขังอยู่ในแปลงนา ซึ่งอยู่กับปัจจัยที่สำคัญได้แก่ ลักษณะดิน พืชที่ปลูก ฤดูกาลทำการชลประทาน



รูปที่ 2-8 ระดับน้ำในนาข้าวสำหรับคำนวณฝนใช้การ

(1.6) ความต้องการน้ำชลประทาน (Irrigation Demand)

ประเมินความต้องการน้ำชลประทานรายสัปดาห์ หรือปริมาณน้ำที่ต้องการจากอาคารบังคับน้ำปากคลองส่งน้ำ เพื่อให้สามารถลำเลียงน้ำไปถึงแปลงเพาะปลูกด้วยปริมาณน้ำที่เพียงพอ สำหรับการเพาะปลูกข้าว พืชไร่พืชผัก หรืออื่นๆ ตามคำจำกัดความดังนี้

$$\text{ปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน} = \frac{\text{ปริมาณการใช้น้ำของพืช+การรั่วซึมบนแปลง–ฝนใช้การ}}{\text{ประสิทธิภาพชลประทาน}}$$

(2) ความต้องการน้ำด้านการชลประทานของโครงการ

(2.1) ข้อกำหนดในการคำนวณความต้องการน้ำสำหรับการชลประทาน มีดังนี้

- ใช้ข้าวพันธุ์พื้นเมือง อายุประมาณ 18 สัปดาห์ มีช่วงระยะเวลาในการเตรียมแปลงจนเต็มพื้นที่ 4 สัปดาห์ ปริมาณน้ำใช้ในการเตรียมแปลง 250 มม. โดยคิดอัตราการรั่วซึมเท่ากับ 2.0 มม./วัน
- พืชไร่ ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงหวาน มันสำปะหลัง และแตงร้าน
- ฝนใช้การสำหรับพื้นที่เดิมใช้สถานีวัดน้ำฝนจำนวน 3 สถานี ได้แก่ สถานีอำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธ์ (11012) สถานีอ่างเก็บน้ำห้วยโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธ์ (11090) และสถานีเขื่อนลำปาว (11191) อำเภอสหัสขันธ์ จังหวัดกาฬสินธ์ และใช้สถานีวัดน้ำฝน ที่อำเภอยางตลาด จังหวัด

กาฬสินธุ์ (11120) สำหรับพื้นที่ชลประทานเปิดใหม่ฝั่งขวา และสถานีอ่างเก็บน้ำห้วยโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ (11090) สำหรับพื้นที่ชลประทานเปิดใหม่ฝั่งซ้าย

- กำหนดระดับน้ำเริ่มต้น ระดับน้ำสูงสุด และระดับน้ำต่ำสุดสำหรับการเพาะปลูกข้าวไว้ที่ 90 125 และ 60 มม. ตามลำดับ
- กำหนดระดับน้ำเริ่มต้น ระดับน้ำสูงสุด และระดับน้ำต่ำสุดสำหรับการเพาะปลูกพืชไร่ไว้ที่ 55 70 และ 10 มม. ตามลำดับ
- ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) ใช้วิธี Penman Montieth ใช้ข้อมูลจากสถานีภูมิอากาศ อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ แสดงข้อมูลไว้ใน**ตารางที่ 2-**7

(2.2) ผลการคำนวณ

ค่าเฉลี่ย 30 ปี ตั้งแต่ปี 2522 ถึง 2551 ของผลการคำนวณความต้องการน้ำสำหรับการเพาะปลูกพืชของพื้นที่ชลประทานเดิม และชลประทานเปิดใหม่ฝั่งซ้ายและฝั่งขวา แสดงได้ดัง**ตารางที่ 2-8**

ตารางที่ 2-7 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง(ETo) ของสถานีภูมิอากาศ อ.กมลาไสย จ.กาฬสินธุ์

หน่วย: 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.	ทั้งปี
156.5	148.1	138.8	139.7	134.0	124.5	127.4	112.9	116.3	115.2	126.5	164.7	1,198.3

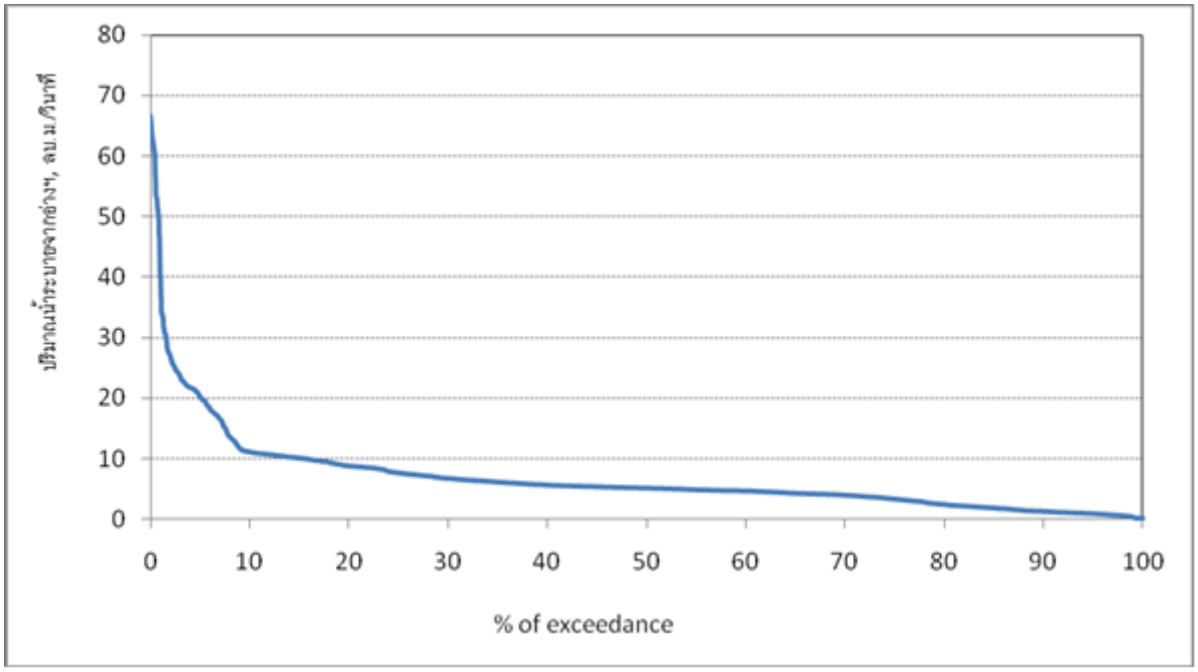
หมายเหตุ: ใช้วิธี Penman Montieth

ตารางที่ 2-8 ค่าเฉลี่ยความต้องการน้ำสำหรับการเพาะปลูกพืชของพื้นที่ชลประทานเดิมและพื้นที่เปิดใหม่

พื้นที่ชลประทาน	ความต้องการน้ำเพื่อการชลประทาน (ล้าน ลบ.ม.)												รวมทั้งปี (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.	
พื้นที่เดิม	43.59	145.82	20.55	38.18	43.17	43.42	100.27	55.17	160.53	124.96	96.26	100.01	971.94
ฝั่งซ้าย	1.33	8.13	1.09	2.03	2.18	3.66	9.23	4.22	1.22	3.01	2.90	2.88	41.88
ฝั่งขวา	2.32	11.45	1.18	3.15	4.89	4.34	13.25	6.11	2.07	4.74	4.47	4.52	62.50

4) การคำนวณความต้องการน้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศ

ความต้องการใช้น้ำเพื่อรักษาสมดุลระบบนิเวศท้ายน้ำ หมายถึงปริมาณน้ำขั้นต่ำที่อ่างเก็บน้ำจะต้องระบายออกเพื่อการรักษาระบบนิเวศด้านท้ายน้ำ การประเมินโดยทั่วไปมักจะกำหนดจากปริมาณน้ำต่ำสุดที่ไหลในฤดูแล้งของลำน้ำนั้น ๆ ในอดีต หรือในกรณีที่เป็นอ่างเก็บน้ำก็จะคำนวณจากสถิติปริมาณการระบายน้ำของอ่างเก็บน้ำ โดยทั่วไปนิยมใช้ค่าที่ประมาณ 80% of excedance โอกาสการเกิดน้ำท่าต่ำสุดของโครงการฯลำปาว จากข้อมูลปริมาณการระบายน้ำรายวันช่วงปี 2542-2554 แสดงในรูปของ Flow Duration Curve ดัง**รูปที่ 2-9** ซึ่งสรุปได้ว่าในบริเวณท้ายเขื่อนลำปาวจะต้องระบายน้ำเพื่อรักษาสภาพลำน้ำอย่างน้อยในอัตรา 2.3 ลบ.ม./วินาที หรืออย่างน้อยประมาณเดือนละ 5.9 ล้าน ลบ.ม.



รูปที่ 2-9 Flow Duration Curve ของปริมาณน้ำระบายจากอ่างเก็บน้ำลำปาว จ.กาฬสินธ์

2.4 โครงข่ายลุ่มน้ำลำปาว

ลุ่มน้ำลำปาวเป็นลำน้ำสาขาสำคัญของแม่น้ำชี มีต้นน้ำอยู่ที่หนองหาน อำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี แล้วไหลลงมารวมกับแม่น้ำชีที่อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ แล้วไหลลงสู่แม่น้ำมูลที่จังหวัดอุบลราชธานี

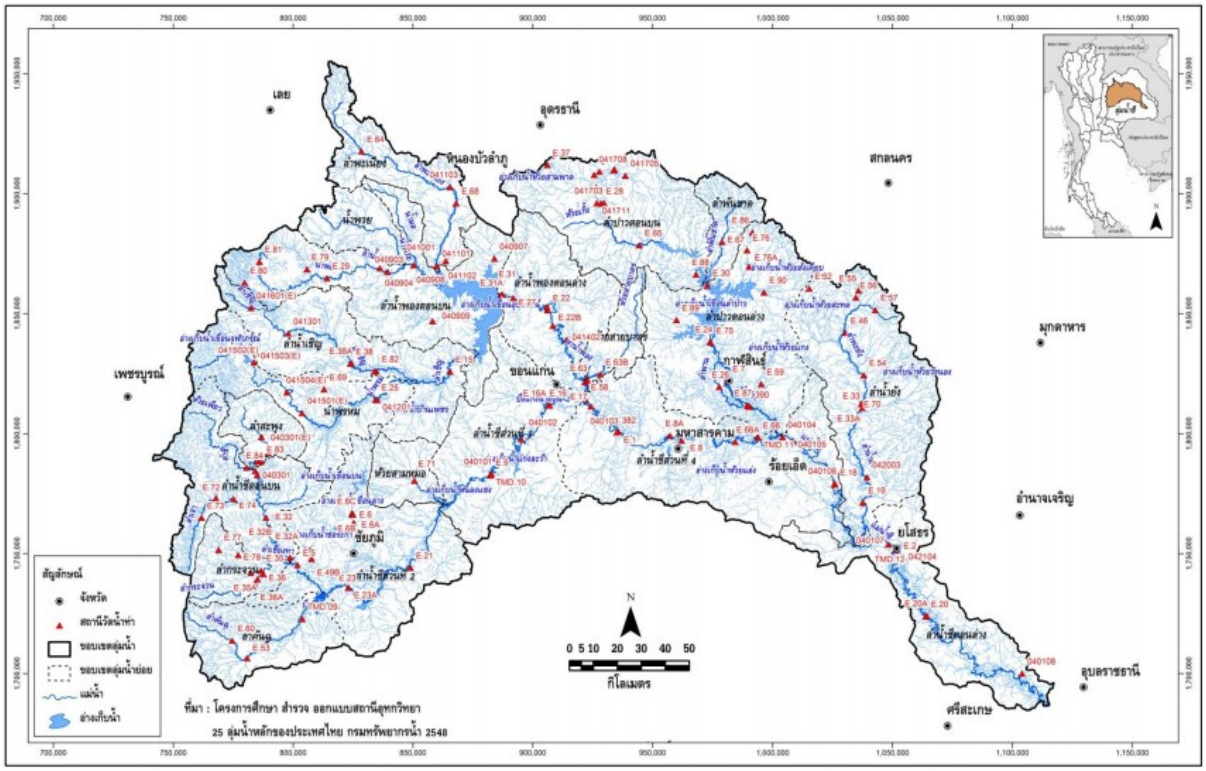
ลำน้ำในจังหวัดกาฬสินธุ์เกือบทั้งหมดมีตนน้ำเกิดมาจากเทือกเขาภูพานบริเวณอำเภอคำมวง อำเภอเขาวง อำเภอสมเด็จ อำเภอกุฉินารายณและอำเภอทาคันโท ซึ่งเปนที่ราบสูง ดวยเหตุนี้บริเวณดานเหนือของจังหวัดจึงมีลำหวยมากมาย

หวยยาง ลำน้ำพาน และแม่น้ำลำปาว ลำน้ำทั้ง 3 สายดังกล่าวเปนลำน้ำที่มีความสำคัญต่อจังหวัดกาฬสินธุอยางยิ่ง เปนลำน้ำที่มีแหลงกำเนิดอยูบริเวณเทือกเขาภูพานแลวแยกสาขาออกไปหลอเลี้ยงบริเวณอำเภอตาง ๆ คือ อำเภอทาคันโท อำเภอคำมวง อำเภอสหัสขันธอำเภอหนองกุงศรีอำเภอยางตลาดและอำเภอกมลาไสย รวมทั้งสิ้น 7 อำเภอ ประชากรประมาณ 1 ใน 3 ของจังหวัดกาฬสินธุ์ มีเขื่อนลำปาวซึ่งเปนเขื่อนดินที่มีความสำคัญตอจังหวัดกาฬสินธุ์สร้างอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำลำปาว

ลำน้ำยัง มีแหลงน้ำกำเนิดจากเทือกเขาภูพานไหลผานอำเภอเขาวง อำเภอกุฉินารายณและอำเภอนามน ตามลำดับ ลุมน้ำยังครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1,687 ตารางกิโลเมตรหรือรอยละ 24.5 ของพื้นที่จังหวัดจังหวัดกาฬสินธุ

แม่น้ำชีเปนลำน้ำสายสำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ไหลผานอำเภอยางตลาดตอนใต อำเภอกมลาไสย และอำเภอรองคำ เปนระยะทางยาวประมาณ 47 กิโลเมตร ไหลรวมกับแม่น้ำลำปาวที่อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์

ลำน้ำสายอื่น ๆ เชน หวยโพธิ์ หวยสีทน หวยแกง อยูในอำเภอเมือง หวยผึ้ง หวยฝา หวยสะทด อยูในเขตอำเภอกุฉินารายณ์ หวยสานาเวียง และหวยมะโน อยู่ในเขตอำเภอเขาวง ซึ่งลำน้ำเหล่านี้เปนลำน้ำสายเล็ก ๆ



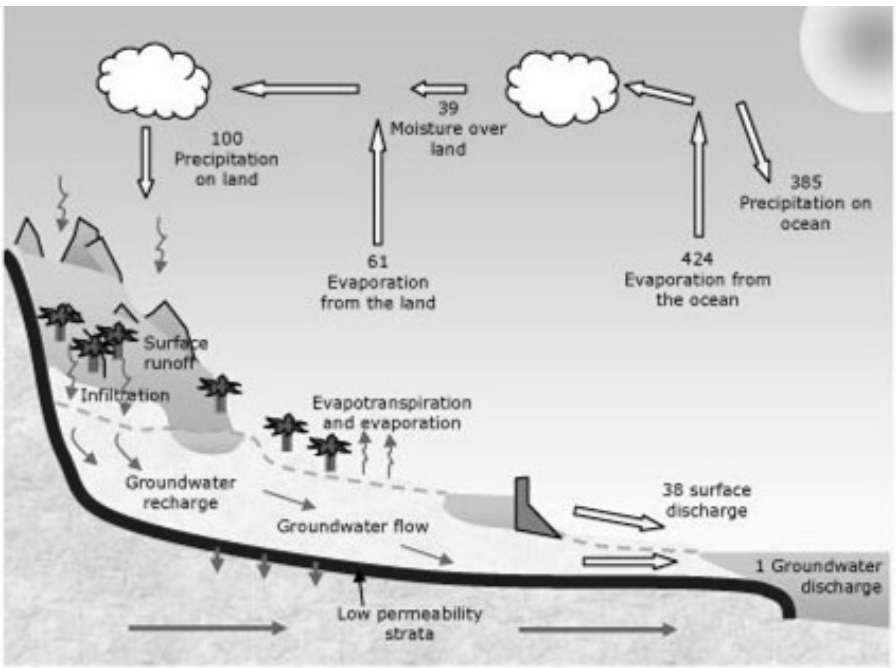
รูปที่ 2-10 ระบบลำน้ำลุ่มน้ำลำปาว

บทที่ 3
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 ฝนและการเกิดฝน

1) วัฏจักรอุทกวิทยา

วัฏจักรอุทกวิทยาหรือวัฏจักรของน้ำ (Hydrologic cycle) หมายถึงการเกิดและหมุนเวียนของน้ำที่อยู่ในโลก (วีระพล, 2528) โดยไม่มีการสูญหายไปไหน น้ำจากแหล่งต่าง ๆ จะมีการถ่ายเทหมุนเวียนกันไปมาตลอดเวลา น้ำจากทะเลมหาสมุทรและที่สะสมอยู่บนพื้นดินมีการระเหย (evaporation) ขึ้นสู่บรรยากาศเป็นไอน้ำ (water vapor) จะมีการลอยตัวขึ้นไปสะสมจนกระทั่งเกิดกระบวนการควบแน่นและกลั่นตัวกลายเป็นฝนหรือน้ำจากอากาศ (Precipitation) ตกลงมาสู่ทะเล มหาสมุทรหรือบนแผ่นดิน อีกส่วนหนึ่งจะค้างอยู่ตามใบและลำต้นพืช อาจมากหรือน้อยขึ้นกับปริมาณพืชคลุมดิน บางส่วนจะถูกขังอยู่ตามแหล่งน้ำหรือที่ลุ่มหรือซึมซับอยู่ในบริเวณที่มีฝนตก น้ำเหล่านี้อาจกลับคืนสู่บรรยากาศโดยการระเหย (Evaporation) หรือการคายน้ำของพืช (Transpiration) น้ำบางส่วนอาจซึมลงไปในดิน (Infiltration) ไปรวมเป็นแหล่งน้ำบาดาล (Ground Water Resource) ส่วนที่เหลือจะไหลอยู่บนผิวดินในรูปของน้ำท่า (Surface Runoff) กลายเป็นแหล่งน้ำผิวดิน บางส่วนอาจกลับสู่บรรยากาศ โดยการระเหยและการคายน้ำของพืชขณะที่อยู่บนดินหรือในดินบ้าง แต่ในที่สุดทั้งน้ำบาดาลและน้ำท่าส่วนที่เหลือก็จะไหลลงสู่ทะเลและมหาสมุทรและระเหยกลับขึ้นมาใหม่หมุนเวียนเป็นวัฏจักร (**รูปที่ 3-1**) เช่นนี้ตลอดไปไม่มีที่สิ้นสุด (กีรติ, 2537)



รูปที่ 3-1 วัฏจักรอุทกวิทยาหรือวัฏจักรของน้ำ (Hydrologic cycle)
ที่มา: MIT (n.d.)

2) ความสำคัญของฝน

ฝน ถือได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของวัฏจักรอุทกวิทยาก่อนที่จะหมุนเวียนไปเป็นน้ำท่าและหมุนเวียนไปตามวัฏจักรอุทกวิทยา Hughes (2006) กล่าวว่าฝนถือเป็นปัจจัยสำคัญในงานด้านอุทกวิทยาวิศวกรรมและการบริหารจัดการน้ำฝนทำให้เกิดน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน ที่มนุษย์สามารถนำมาใช้อุปโภค-บริโภคและเพื่อการดำรงชีวิตอื่น ๆ ซึ่งทุกกิจกรรมของมนุษย์ล้วนต้องพึ่งพาน้ำทั้งสิ้น การกักเก็บน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติ รวมถึงสร้างแหล่งกักเก็บน้ำเพิ่มเติมและการจัดการบริหารน้ำนับวันมีความสำคัญเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำที่มีมากหรือน้อยเกินไปสามารถก่อให้เกิดโทษได้ เช่น การที่มีฝนตกมากเกินไปทำให้น้ำท่ามีปริมาณมากและเป็นสาเหตุให้เกิดน้ำท่วมหรือดินถล่ม ในทางตรงกันข้าม ฝนที่ตกน้อยเกินไปเป็นสาเหตุให้เกิดความแห้งแล้งและภาวะขาดแคลนน้ำ ซึ่งเหตุการณ์ฝนมากหรือน้อยเกินไปนี้ หากเราสามารถทราบข้อมูลที่เป็นปัจจุบันอย่างสมบูรณ์และถูกต้อง รวมถึงการพยากรณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงได้ล่วงหน้าจะทำให้สามารถบริหารจัดการเพื่อรับมือกับเหตุการณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้การตรวจวัดและการพยากรณ์ฝนจึงเป็นสิ่งจำเป็นในงานด้านบริหารจัดการแหล่งน้ำ

3) การเกิดฝน

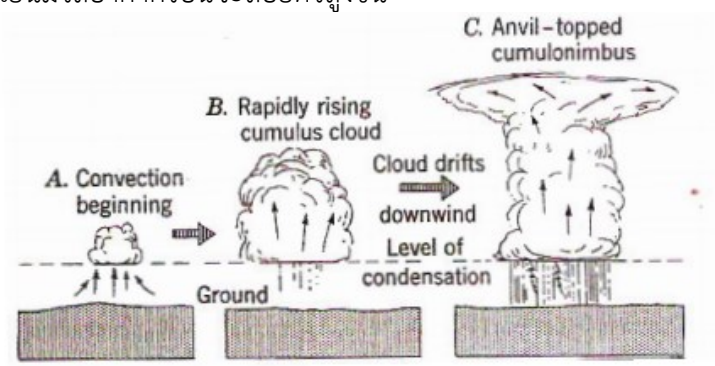
ฝนหรือน้ำจากอากาศ (วีระพล, 2528) หมายถึง การที่ไอน้ำที่อยู่ในบรรยากาศซึ่งเย็นตัวลงและควบแน่นรวมกันทำให้มีขนาดโตขึ้น และมีน้ำหนักมากขึ้นจนไม่สามารถลอยอยู่ในบรรยากาศจึงตกลงสู่พื้นดิน มวลน้ำดังกล่าวรวมเรียกว่า Precipitation ตกลงมาสู่พื้นดินในลักษณะต่าง ๆ ทั้งของเหลวคือน้ำฝน (rain) หรือเป็นของแข็ง เช่น ลูกเห็บ (hail) และหิมะ (snow) เป็นต้น เอกสิทธิ์ (2547) สรุปสาเหตุการเกิดของฝนสามารถจำแนกได้เป็น 4 วิธี คือ

(1) ฝนเกิดจากการพาความร้อน (Convective Storm) เกิดจากมวลอากาศร้อนลอยตัวสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิของมวลอากาศที่ลอยตัวสูงขึ้นไปเย็นลงถึงจุดน้ำค้างไอน้ำจะกลั่นตัวตกลงมาเป็นฝน **(รูปที่ 3-2)**

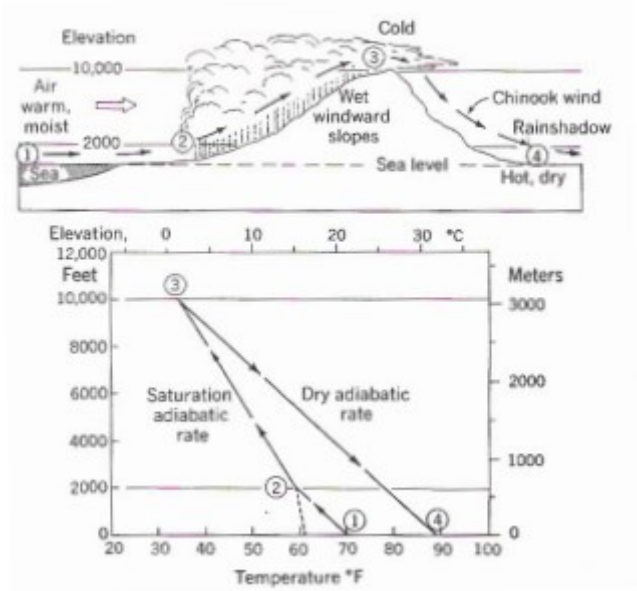
(2) ฝนภูเขา (Orographic Storm) เกิดจากมวลอากาศที่อุ้มไอน้ำพัดจากทะเลไปปะทะภูเขาหรือพื้นโลกที่มีความลาดชันสูงจะลอยตัวสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิของมวลอากาศที่ลอยตัวสูงขึ้นไปเย็นลงถึงจุดน้ำค้างไอน้ำจะกลั่นตัวตกลงมาเป็นฝน **(รูปที่ 3-3)**

(3) ฝนพายุหมุน (Cyclonic Storm) เป็นฝนที่เกิดจากความกดอากาศสูงเคลื่อนตัวไปสู่บริเวณความกดอากาศต่ำ มวลอากาศในบริเวณความกดอากาศต่ำจะลอยตัวสูงขึ้น

(4) ฝนในแนวอากาศ (Frontal storm) เป็นฝนที่เกิดจากมวลอากาศร้อนปะทะมวลอากาศที่มีอุณหภูมิเย็นมวลอากาศร้อนจะลอยตัวสูงขึ้น



รูปที่ 3-2 ลักษณะฝนเกิดจากการพาความร้อน
ที่มา: Strahler (1967)



รูปที่ 3-3 ลักษณะฝนภูเขา
ที่มา: Strahler (1967)

4) ปัจจัยที่ทำให้เกิดฝน

ฝนหรือน้ำจากอากาศจะเกิดขึ้นได้ต้องมีปัจจัย 3 ประการ (กีรติ, 2537) คือ

(1) ความชื้นในอากาศหรือปริมาณไอน้ำในอากาศ (moisture) มีมากกว่าไอน้ำอิ่มตัวที่อากาศจะรับไว้ได้

(2) กระบวนการควบแน่น (mechanism of condensation) ที่เกิดจากการลอยตัวของมวลอากาศชื้นซึ่งในขณะที่ลอยสูงขึ้นมวลอากาศชื้นจะขยายตัวเนื่องจากความดันบรรยากาศรอบ ๆ มวลอากาศชื้นลดลง ขณะเดียวกันจะเกิดการเย็นตัวลงเมื่ออุณหภูมิของมวลอากาศชื้นลดลงถึงอุณหภูมิจุดน้ำค้างจะทำให้ไอน้ำในอากาศอิ่มตัวหรือเกินจุดอิ่มตัวและเกิดการควบแน่นกลั่นตัวเป็นฝนหรือน้ำจากอากาศ

(3) แกนการควบแน่นหรือแกนการกลั่นตัว (condensation nuclei) เพื่อให้น้ำจากอากาศที่กลั่นตัวเป็นหยดน้ำเล็ก ๆ มาเกาะรวมกันเป็นหยดใหญ่หนักเกินกว่าที่อากาศจะรับไหวและมีลักษณะการตกที่แรงกว่าแรงเสียดทานระหว่างหยดน้ำกับอากาศและแรงลอยตัวของหยดน้ำ จึงตกลงมาเป็นฝนหรือน้ำจากอากาศได้โดยที่แกนการกลั่นตัว คือ ฝุ่นละออง ละอองเกสรดอกไม้ ไอเกลือจากทะเล ควันรถยนต์ ควันจากโรงงานอุตสาหกรรม เกลือแกง (Calcium Chloride) และอ๊อกไซด์ของไนโตรเจน (Oxides of Nitrogen)

3.2 วิธีการตรวจวัดข้อมูลฝน

1) การตรวจวัดข้อมูลฝนโดยเครื่องวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน

การตรวจวัดน้ำฝนด้วยเครื่องวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน (Rain Gauge) เป็นเครื่องมือการตรวจวัดที่นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลาย กล่าวคือเครื่องมือดังกล่าวจะทำการบันทึกค่าปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในภาชนะต่อหนึ่งหน่วยเวลาโดยตรง ลักษณะและประเภทของเครื่องมือวัดน้ำฝนภาคพื้นดินแบ่งได้เป็น 2 ชนิด (เอกสิทธิ์, 2547) คือเครื่องวัดน้ำฝนแบบไม่บันทึกข้อมูลต่อเนื่อง (Non-recording Rain Gauge) มีลักษณะเป็นกระบอกตวงใช้วัดปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในแต่ละครั้งเท่านั้น ไม่สามารถวัดข้อมูลปริมาณฝนอย่างต่อเนื่องได้ ต้องรอการตรวจวัดในเวลา 07.00 น. ของแต่ละวัน ข้อมูลน้ำฝนที่ได้จึงเป็นปริมาตรฝนที่ตกลงใน

ภาชนะต่อช่วงเวลาที่มีการเก็บข้อมูล เครื่องวัดน้ำฝนแบบไม่อัตโนมัติที่นิยมใช้ได้แก่ เครื่องวัดน้ำฝนมาตรฐานขนาด 8 นิ้ว (Standard 8-inch Rain Gauge) ส่วนเครื่องวัดน้ำฝนแบบบันทึกข้อมูลต่อเนื่อง (Recording Rain Gauge) เป็นเครื่องมือวัดที่สามารถบันทึกปริมาณฝนตามเวลาได้อย่างต่อเนื่อง โดยจะบันทึกค่าปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในภาชนะต่อหน่วยเวลาที่กำหนด ตัวอย่างของเครื่องวัดน้ำฝนแบบบันทึกต่อเนื่องที่นิยมใช้ในงานอุทกวิทยามี 3 ชนิด ได้แก่ เครื่องวัดน้ำฝนแบบถ้วยกระดก (Tipping Bucket Rain Gauge) เครื่องวัดน้ำฝนแบบชั่งน้ำหนัก (Weighting Bucket Rain Gauge) เครื่องวัดน้ำฝนแบบลูกลอย (Float Type Rain Gauge)

2) การตรวจวัดข้อมูลฝนโดยเรดาร์ตรวจอากาศ

เรดาร์ (RADAR: RAdio Detection And Ranging) เป็นหนึ่งในอุปกรณ์การตรวจวัดระยะไกล (Remote Sensing Instruments) หลักการทำงานคือจานเรดาร์จะปล่อยพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วของแสงออกไป เมื่อกระทบกับเม็ดของน้ำในอากาศจะสะท้อนกลับมายังเรดาร์ การสะท้อนกลับของพลังงานขึ้นอยู่กับขนาดของหยดน้ำ จำนวน Particles ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร สถานะของหยดน้ำโดยทั่วไปถ้ามีปริมาณน้ำจากอากาศสูง การสะท้อนกลับจะมีมาก เนื่องจากมีการสูญเสียพลังงานเมื่อผ่านน้ำจากอากาศเนื่องจากการกระจายและดูดซับ ดังนั้นต้องใช้ความยาวคลื่นในช่วง 5-10 ซม. (สายสุนีย์, 2546)

3) การตรวจวัดข้อมูลฝนโดยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา

ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาเป็นดาวเทียมที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศโดยใช้หลักการการปลดปล่อยพลังงาน (Emission) การดูดซับ (Absorption) และการสะท้อนกลับ (Reflection) ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ความยาวคลื่นหรือความถี่ต่าง ๆ จากสิ่งกีดขวางที่สนใจในอากาศโดยจานสายอากาศจะทำหน้าที่รับสัญญาณจากดาวเทียมโดยตรงแล้วส่งผลมาที่เครื่องรับสัญญาณจากดาวเทียม จากนั้นจึงส่งผ่านมายังเครื่องแปลสัญญาณเป็นภาพถ่ายต่อไปที่เครื่องผลิตภาพถ่ายจากดาวเทียมมายังผู้ใช้ ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาในปัจจุบันสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาแบบอยู่กับที่หรือดาวเทียมค้างฟ้า (Geostationary Meteorological Satellite) และดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาแบบโคจรผ่านขั้วโลก (Polar-Orbit Satellite) ข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาประกอบด้วยค่ารังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิของชั้นบรรยากาศที่ระดับความสูงต่าง ๆ ชนิด จำนวน และความสูงของเมฆที่ลอยอยู่ในท้องฟ้า อุณหภูมิและค่าการสะท้อนแสงของวัตถุที่ผิวพื้น (กีรติ, 2537)

3.3 คำจำกัดความ

1) อ่างเก็บน้ำ (Reservoir) คือ พื้นที่กักเก็บน้ำขนาดใหญ่ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือที่มนุษย์สร้างขึ้นจากการสร้างเขื่อน (Dam) ซึ่งเป็นอาคารโครงสร้างทางชลศาสตร์ที่สร้างตัดขวางลำน้ำเพื่อควบคุมปริมาณน้ำที่ไหลตามธรรมชาติ รวมถึงยกระดับน้ำหน้าเขื่อนให้สูงขึ้น ส่งผลให้พื้นที่กักเก็บน้ำเหนือเขื่อนกลายเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่สำหรับนำไปใช้ในวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะหรือหลายอย่างประกอบกัน เช่น การอุปโภคบริโภค การชลประทาน การอุตสาหกรรม การรักษาระบบนิเวศทางด้านท้ายน้ำ การผลักดันน้ำเค็มในช่วงฤดูแล้ง การควบคุมคุณภาพน้ำ การคมนาคมทางน้ำ การประมง การควบคุมและบรรเทาน้ำท่วม แหล่งท่องเที่ยว และการผลิตพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น (วราวุธ วุฒิวณิชย์ และคณะ, 2550)

2) การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation) หมายถึง การกักเก็บน้ำในอ่างเก็บน้ำและการส่งน้ำจากอ่างเก็บน้ำเพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ โดยมีการวางแผนไว้ล่วงหน้าว่าควรจะกักเก็บน้ำและ

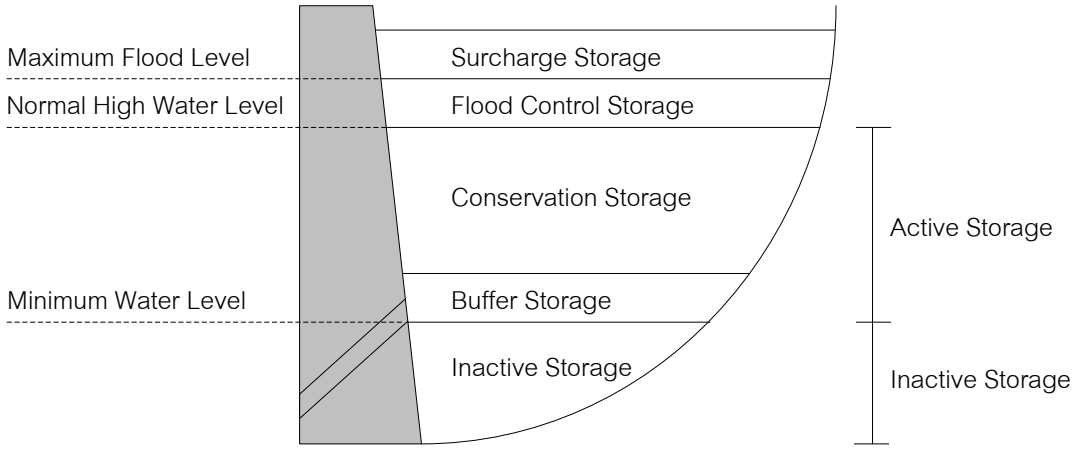
ส่งน้ำจากอ่างเก็บน้ำในแต่ละช่วงเวลาเป็นปริมาณเท่าใดและมีการปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ ตราบเท่าที่สภาพในอนาคตเป็นไปตามที่คาดคะเนไว้ ถ้าสภาพในอนาคตต่างจากที่คาดคะเนไว้ในตอนวางแผน การปฏิบัติการอาจต่างจากแผนที่วางไว้เพื่อลดสภาวะการขาดแคลนน้ำหรือน้ำล้นอ่างเก็บน้ำ (วราวุธ, 2538)

3) ระดับเก็บกักต่ำสุด (Minimum Water Level) หมายถึง ระดับต่ำสุดซึ่งสามารถนำน้ำออกจากอ่างไปใช้ได้ เป็นปริมาตรอ่างเก็บน้ำที่เผื่อไว้สำหรับการตกตะกอนที่จะเกิดขึ้นในช่วงอายุการใช้งานของอ่างเก็บน้ำ และจะไม่มีการปล่อยน้ำไปใช้จากปริมาตรอ่างเก็บน้ำในส่วนนี้ ระดับนี้จะเป็นตัวกำหนดปากของอาคารทางออก (Outlet) ตัวที่อยู่ต่ำที่สุด ปริมาตรน้ำที่อยู่ระดับเก็บกักต่ำสุดนี้ เรียกว่า “ปริมาตรสูญเปล่า (Dead Storage หรือ Inactive Storage)” ดังแสดงใน **รูปที่ 3-4**

4) ระดับเก็บกักปกติ (Normal Water Level) หมายถึง ระดับเก็บกักสูงสุดของอ่างในการปฏิบัติงานตามปกติ (Normal Operation) บางครั้งเรียกว่า “ระดับน้ำสูงสุดปกติ (Normal High Water Level)” ระดับนี้จะเป็นตัวกำหนดระดับสันทางระบายน้ำล้นแบบไม่มีประตูควบคุม ปริมาตรเก็บกักที่อยู่ระหว่างระดับน้ำเก็บกักต่ำสุด และระดับเก็บกักปกติ เรียกว่า “ปริมาตรใช้การ (Active Storage)”

5) ระดับเก็บกักสูงสด (Maximum Flood Level) หมายถึง ระดับน้ำสูงสุดที่ยอมให้เกิดขึ้นในอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลาที่มีน้ำท่วมขนาดใหญ่เคลื่อนตัวเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ เป็นปริมาตรที่ทำหน้าที่หน่วงคลื่นน้ำท่วมไม่ให้เคลื่อนที่ไปทางด้านท้ายน้ำเร็วและมีอัตรามากเกินไปจนก่อให้เกิดน้ำท่วมทางด้านท้ายน้ำ

6) ปริมาตรกักเก็บสำรอง (Surcharge Storage) หมายถึง ปริมาตรอ่างเก็บน้ำที่สำรองไว้ใช้ในกรณีที่ทางระบายน้ำล้นฉุกเฉิน (Emergency Spillway) ไม่สามารถระบายน้ำได้ทันในช่วงที่เกิดน้ำท่วม

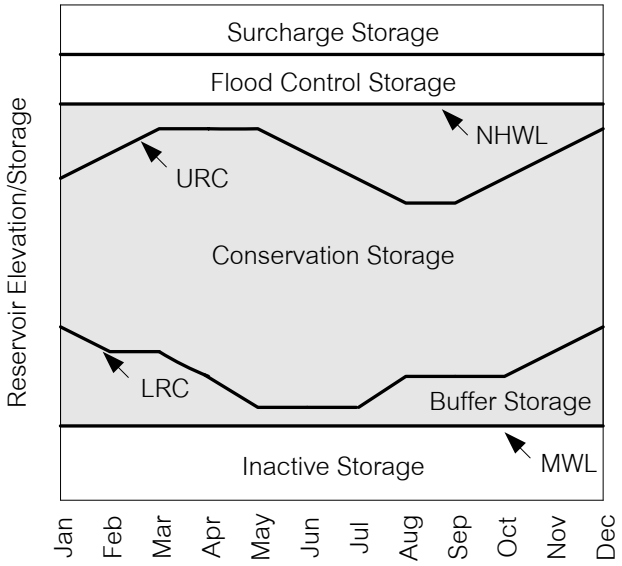


รูปที่ 3-4 โซนเก็บกักของอ่างเก็บน้ำ
(ที่มา: US Army Corps of Engineer, 1998)

7) เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) เป็นเกณฑ์ปฏิบัติการซึ่งกำหนดระดับน้ำเก็บกักเป้าหมาย (Target Storage Level) สำหรับช่วยในการตัดสินใจปล่อยน้ำ Rule Curve ปรากฏให้เห็นในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ระดับน้ำเก็บกักเทียบกับเวลา หรือปริมาตรเก็บกักเทียบกับเวลา เป็นต้น (อารียา, 2549) การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำในปัจจุบันนิยมนำ Rule Curve มาใช้ ส่วนใหญ่แล้ว Rule Curve จะสร้างขึ้นโดยดึงข้อมูลและสารสนเทศในช่วงวิกฤตมาใช้เป็นสำคัญ นอกจากนี้ Rule Curve ยังสร้างความเชื่อมั่นว่าน้ำในอ่างจะมีเพียงพอที่จะตอบสนองความต้องการในอนาคต เมื่อสภาพเงื่อนไขทางอุทกวิทยาไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม (วราวุธ, 2529) ดังแสดงใน**รูปที่ 3-5**

8) เกณฑ์เก็บกักน้ำสูงสุด (Upper Rule Curve, URC) หมายถึง ระดับหรือปริมาตรน้ำสูงสุดที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐานของอ่างเก็บน้ำในแต่ละเดือน จำเป็นต้องรักษาระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำไม่ให้มีระดับหรือปริมาตรน้ำสูงเกินกว่าเกณฑ์กักเก็บน้ำสูงสุดในฤดูแล้ง ทั้งนี้เพื่อสำรองปริมาตรความจุของอ่างเก็บน้ำที่อยู่ระหว่างระดับน้ำตามเกณฑ์เก็บกักน้ำสูงสุดกับระดับน้ำเก็บกักสูงสุดไว้สำหรับป้องกันการเกิดภาวะน้ำล้นอ่างเก็บน้ำ และภาวะน้ำท่วมด้านท้ายเขื่อนในฤดูฝน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เป็นเส้นระดับน้ำสูงสุดของอ่างเก็บน้ำที่ทำให้ความเสี่ยงต่อการมีปริมาตรอ่างไม่เพียงพอที่จะรับน้ำนองอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

9) เกณฑ์เก็บกักน้ำต่ำสุด (Lower Rule Curve, LRC) หมายถึง ระดับหรือปริมาตรน้ำต่ำสุดที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐานของอ่างเก็บน้ำในแต่ละเดือน จำเป็นต้องรักษาระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำตลอดทั้งปีไม่ให้มีระดับหรือปริมาตรน้ำต่ำเกินกว่าเกณฑ์กักเก็บน้ำต่ำสุด ทั้งนี้เพื่อสำรองปริมาตรน้ำกักเก็บให้เพียงพอต่อกิจกรรมการใช้น้ำในปีถัดไป และลดความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะขาดแคลนน้ำหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เป็นเส้นระดับน้ำต่ำสุดที่ควรรักษาไว้เพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงต่อการขาดแคลนในอนาคต หรือค่าความเสี่ยงดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้



รูปที่ 3-5 เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve)

การบริหารจัดการน้ำในเขื่อนตามหลักการจะพยายามควบคุมให้ระดับน้ำอยู่ในกรอบของ “เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ” (Reservoir Operation Rule Curve) ได้แก่ เส้นปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำระดับเก็บกักน้ำสูงสุด (Upper Rule Curve, URC) และเส้นปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำระดับเก็บกักน้ำต่ำสุด (Lower Rule Curve, LRC) ซึ่งช่วยให้สามารถบริหารจัดการน้ำในเขื่อนได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดในภาพรวมตลอดทั้งปี ตัวอย่างหลักเกณฑ์ในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำดังแสดงใน **ตารางที่ 3-1**

ตารางที่ 3-1 หลักเกณฑ์ในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำด้วย Reservoir Operation Rule Curve

เงื่อนไข	ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ	เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ
1	ระดับน้ำเกินระดับเก็บกักปกติ Normal High Water Level (NHWL)	ปล่อยน้ำผ่านทางระบายน้ำล้น (Spillway)
2	ระดับน้ำสูงกว่า URC ในสภาวะปกติ	ปล่อยน้ำให้กับความต้องการน้ำด้านต่างๆ ให้เต็มที่
3	ระดับน้ำสูงกว่า URC และมีแนวโน้มจะเกิดสภาวะน้ำหลาก	ปล่อยน้ำเพิ่มทางท่อระบายน้ำ (Outlet Work) ให้เต็มที่ เพื่อเตรียมรับปริมาณน้ำหลาก
4	ระดับน้ำอยู่ระหว่าง URC และ LRC	ปล่อยน้ำให้กับความต้องการใช้น้ำด้านต่าง ๆ เป็นผลพลอยได้
5	ระดับน้ำต่ำกว่าระดับ LRC	ปล่อยน้ำให้กับความต้องการน้ำเท่าที่จำเป็นตามลำดับความสำคัญ
6	ระดับน้ำต่ำลงถึงระดับเก็บกักต่ำสุด Minimum Water Level (MinWL)	ไม่มีการปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำ

3.4 อ่างเก็บน้ำ (Reservoir)

1) ความสำคัญของอ่างเก็บน้ำ (Needs for Reservoir)

อ่างเก็บน้ำถูกออกแบบขึ้นเพื่อทำหน้าที่เก็บกักน้ำในลำน้ำและผันไปใช้ตามวัตถุประสงค์ของโครงการที่ตั้งไว้ ด้วยเหตุนี้ อ่างเก็บน้ำจึงนับเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในงานพัฒนาแหล่งน้ำ รวมถึงงานบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเป็นอย่างยิ่ง หลายต่อหลายครั้งพบว่าอ่างเก็บน้ำมีบทบาทสำคัญในการลดผลกระทบและความเสียหายจากวิกฤตอุทกภัยหรือภัยแล้งรุนแรง หรือแม้กระทั่งยังเป็นส่วนสำคัญในการแก้ปัญหาภาวะวิกฤตด้านพลังงานไฟฟ้า แนวคิดของอ่างเก็บน้ำยังได้ถูกนำมาใช้ในชีวิตประจำวันอยู่บ่อยครั้ง ยกตัวอย่างเช่น ในพื้นที่ชุมชนเมืองซึ่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคขาดแคลนและมีความไม่แน่นอนสูง ผู้อยู่อาศัยจะใช้ภาชนะเพื่อสำรองน้ำเก็บไว้เมื่อมีน้ำประปาไหลและน้ำที่เก็บสำรองไว้นี้ จะถูกนำมาใช้ตามความต้องการในช่วงที่น้ำประปาไม่ไหล เป็นต้น ในอดีตโครงการพัฒนาอ่างเก็บน้ำได้มีการขยายตัวเป็นอย่างมากทั่วโลกจากการตระหนักถึงความสำคัญของอ่างเก็บน้ำในการเป็นแหล่งน้ำต้นทุนโดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่ซึ่งเขื่อนและอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ถูกออกแบบและก่อสร้างขึ้นเป็นจำนวนมากเพื่อให้สามารถตอบสนองต่อกิจกรรมการใช้น้ำเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ ได้อย่างเพียงพอ อย่างไรก็ดีในการพัฒนาโครงการอ่างเก็บน้ำจำเป็นต้องใช้เงินลงทุนจำนวนมหาศาล ตลอดจนทรัพยากรมนุษย์ ทรัพยากรที่ดินและทรัพยากรอื่นๆยิ่งไปกว่านั้นโครงการพัฒนาเหล่านี้ ยังมีผลกระทบสำคัญต่อสิ่งแวดล้อม ประชากร และเศรษฐกิจโดยรวมในพื้นที่ ในขณะเดียวกันเงื่อนไขของทรัพยากรทางด้านการเงินที่มีอยู่อย่างจำกัดก็จำเป็นต้องตระหนักถึงผลประโยชน์สูงสุดที่จะได้รับทั้งต่อโครงการและเศรษฐกิจโดยรวมอีกด้วย

2) ประเภทของอ่างเก็บน้ำ (Classification of Reservoirs)

หลักเกณฑ์ในการจัดประเภทของอ่างเก็บน้ำขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งานอ่างเก็บน้ำและปริมาตรเก็บกักของอ่างเก็บน้ำ (Jain & Singh, 2003) โดยมีรายละเอียดที่สำคัญ ดังนี้

(1) การจัดประเภทของอ่างเก็บน้ำตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน (Classification Based on Purposes)

การจัดประเภทของอ่างเก็บน้ำขึ้นอยู่กับจำนวนวัตถุประสงค์ของการนำน้ำจากอ่างเก็บน้ำไปใช้ประโยชน์กล่าวคือ หากอ่างเก็บน้ำทำหน้าที่เพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะ จะเรียกว่า อ่างเก็บน้ำเอกประสงค์ (Single Purpose Reservoir) และถ้าอ่างเก็บน้ำทำหน้าที่ตอบสนองวัตถุประสงค์หลาย ๆ อย่าง จะเรียกว่าอ่างเก็บน้ำอเนกประสงค์ (Multipurpose Reservoir)

(2) การจัดประเภทของอ่างเก็บน้ำตามขนาด (Classification Based on Size)

การจัดประเภทของอ่างเก็บน้ำขึ้นอยู่กับขนาดของอ่างเก็บน้ำซึ่งแบ่งเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ (Major Reservoir) อ่างเก็บน้ำขนาดกลาง (Medium Reservoir) และอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก (Minor Reservoi) ซึ่งโดยปกติแล้วการจัดแบ่งประเภทของอ่างเก็บน้ำตามขนาดนั้นจะแตกต่างกันออกไปในแต่ละประเทศ อย่างไรก็ตามในประเทศไทยหากอ่างเก็บน้ำมีปริมาตรเก็บกักสูงกว่า 100 ล้านลูกบาศก์เมตร จะเรียกว่าอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ และหากอ่างเก็บน้ำมีปริมาตรเก็บกักอยู่ระหว่าง 1-100 ล้านลูกบาศก์เมตร จะเรียกว่าอ่างเก็บน้ำขนาดกลาง และอ่างเก็บน้ำมีปริมาตรเก็บกักต่ำกว่า 1 ล้านลูกบาศก์เมตร จะเรียกว่าอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก (กรมสงเสริมการปกครองท้องถิ่น, ม.ป.ป)

(3) การจัดประเภทของอ่างเก็บน้ำตามลักษณะของการเก็บกักน้ำ (Classification Based on Storage)

การจัดประเภทของอ่างเก็บน้ำขึ้นอยู่กับลักษณะของการเก็บกักน้ำซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ อ่างเก็บน้ำที่เก็บกักน้ำไว้ใช้ตลอดฤดูกาล (Seasonal Storage Reservoir) และอ่างเก็บน้ำที่เก็บกักน้ำไว้ใช้ตลอดทั้งปี (Over-Year Storage Reservoir) สำหรับอ่างเก็บน้ำรูปแบบแรกจะพยายามเก็บกักน้ำให้เพียงพอกับความต้องการน้ำตลอดช่วงน้ำน้อย (Low Flow Period) อย่างไรก็ตามพบว่าความถี่ที่ระดับน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำประเภทนี้ จะเพิ่มขึ้นและไหลล้นอ่างออกไปค่อนข้างสูง และส่วนใหญ่อ่างเก็บน้ำประเภทนี้ ถูกสร้างขึ้นบริเวณแม่น้ำสาขาเพื่อตอบสนองความต้องการน้ำในพื้นที่ขนาดเล็กในขณะที่อ่างเก็บน้ำรูปแบบหลังนอกจากจะพยายามเก็บกักน้ำให้เพียงพอกับปริมาณความต้องการน้ำในปีปัจจุบันแล้ว ยังต้องเก็บกักไว้ใช้ในปีถัดไปอีกด้วย ด้วยเหตุนี้ ปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำในแต่ละปีจึงไม่ค่อยปรากฏสถานการณ์ที่น้ำจะเต็มอ่างและลดระดับลงทันทีจนมีน้ำไม่เพียงพอที่จะตอบสนองต่อปริมาณความต้องการ

3) หน้าที่ของอ่างเก็บน้ำ (Function of Reservoirs)

อ่างเก็บน้ำโดยเฉพาะอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่สามารถตอบสนองความต้องการน้ำได้ในหลาย ๆ วัตถุประสงค์ (Jain & Singh, 2003) โดยมีรายละเอียดที่สำคัญดังต่อไปนี้

(1) การชลประทาน (Irrigation) ความต้องการน้ำเพื่อการชลประทานเป็นปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้ในการเจริญเติบโต รวมทั้งการระเหยในแปลงเพาะปลูกหรืออาจเรียกว่า การคายระเหยน้ำของพืช (Evapotranspiration) ซึ่งมีลักษณะของการนำน้ำไปใช้แล้วหมดไป (Consumptive Use) โดยมีน้ำที่เหลือใช้บางส่วนที่ถูกดึงกลับไปใช้ในระบบได้อีกในรูปของ Return Flow แต่คิดเป็นสัดส่วนไม่มากนัก ความต้องการน้ำเพื่อการชลประทานสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ ในขณะเดียวกันจะผันแปรตามฤดูกาลโดยขึ้นอยู่กับรูปแบบการเพาะปลูกพืช (Cropping Pattern) โดยทั่วไปแล้วปริมาณความต้องการน้ำชลประทานในฤดูฝนจะไม่สูงนัก เนื่องจากพืชใช้น้ำส่วนหนึ่งจากฝนใช้การ (Effective Rainfall) แต่จะมีปริมาณค่อนข้างสูงในช่วงฤดูร้อน และฤดูหนาวสำหรับบางประเทศ ความรุนแรงของสถานการณ์ภัยแล้งที่เกิดขึ้นจึงขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำเก็บกักที่มีอยู่ในอ่างเก็บน้ำในขณะนั้น ด้วยเหตุนี้ จึงจำเป็นที่จะเก็บกักน้ำไว้ในอ่างเก็บน้ำให้ได้มากที่สุดเพื่อให้เพียงพอกับปริมาณความต้องการน้ำในปัจจุบัน

(2) การจัดหาน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและอุตสาหกรรม (Municipal and Industrial Water Supply) โดยทั่วไปแล้วปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและอุตสาหกรรม

จะเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อยในช่วงเวลาหนึ่งปี ซึ่งแตกต่างจากวัตถุประสงค์เพื่อการชลประทานและการผลิตพลังงานไฟฟ้าซึ่งผันแปรตามช่วงฤดูกาลอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและอุตสาหกรรมจะขึ้นอยู่กับอัตราการขยายตัวของประชากรที่เพิ่มสูงขึ้นตามเวลา นอกจากนี้ค่าปริมาณความต้องการน้ำสูงสุดจะเกิดขึ้นในช่วงฤดูแล้ง อาจกล่าวได้ว่าการคาดการณ์ข้อมูลการเพิ่มขึ้นของประชากรและการเจริญเติบโตของภาคอุตสาหกรรมในอนาคตถูกน้ำมาใช้เป็นข้อมูลหลักที่สำคัญในการวางแผนโครงการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อประมาณการปริมาณความต้องการน้ำของโครงการได้อย่างถูกต้องและแม่นยำขึ้น

(3) การผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำ (Hydroelectric Power) น้ำเป็นแหล่งพลังงานทดแทนอย่างหนึ่งที่น้ำมาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิงในปัจจุบัน โดยถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มของพลังงานหมุนเวียนที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีกและเป็นพลังงานที่สะอาดที่ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พลังงานน้ำถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าในรูปของไฟฟ้าพลังงานน้ำ (Hydropower) โดยการปล่อยน้ำจากอ่าง เก็บน้ำผ่านอาคารโรงไฟฟ้าซึ่งภายในจะประกอบไปด้วยกลไกที่ทำหน้าที่แปลงพลังงานน้ำให้กลายเป็นพลังงานไฟฟ้า ก่อนที่จะปล่อยออกทางด้านท้ายน้ำเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในกิจกรรมอื่น ๆ ต่อไป (Downstream Uses) ด้วยเหตุนี้ วัตถุประสงค์เพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าจึงเป็นส่วนหนึ่งของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำอเนกประสงค์ ในปัจจุบันพบว่าเทคโนโลยีทางด้านไฟฟ้าพลังงานน้ำถูกพัฒนาขึ้นเป็นลำดับตั้งแต่โรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อรองรับกับความต้องการในพื้นที่ชุมชนเมืองขนาดใหญ่จนกระทั่วไปถึงโรงไฟฟ้าขนาดเล็กเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าไปใช้ในพื้นที่ชุมชนขนาดเล็กที่อยู่ห่างไกล มีการประมาณการว่าประมาณหนึ่งในสี่ของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั่วโลกเป็นไฟฟ้าพลังงานน้ำ สำหรับข้อดีของไฟฟ้าพลังงานน้ำมีดังต่อไปนี้

- เป็นพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) ที่สามารถนำกลับมาใช้งานได้ใหม่
- โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมีอายุการใช้งานค่อนข้างยาว การปฏิบัติการและการบำรุงรักษาค่อนข้างน้อย
- ในกระบวนการผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำไม่ก่อให้เกิดมลภาวะที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม กล่าวคือไม่มีการปล่อยพลังงานความร้อนและแก๊สอันตรายต่าง ๆ ออกมา
- ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำค่อนข้างสูงตั้งแต่ 90 % ขึ้นไปเมื่อเปรียบเทียบกับไฟฟ้าพลังงานความร้อนที่มีประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าค่อนข้างต่ำ
- การควบคุมการเปิด-ปิดของระบบโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำทำได้ในเวลาอันสั้นโดยไม่ต้องสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้น

ความต้องการพลังงานไฟฟ้าจะผันแปรตามฤดูกาลหรือแม้กระทั่งรายวันและรายชั่วโมงที่ปริมาณความต้องการไฟฟ้าไม่คงที่ในแต่ละวันหรือแต่ละชั่วโมง ทั้งนี้ ความผันแปรจะขึ้นอยู่กับประเภทของความต้องการไฟฟ้าในกิจกรรมต่าง ๆ เช่น ภาคอุตสาหกรรม ภาคชุมชนเมือง และภาคเกษตรกรรม เป็นต้น ปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในพื้นที่ชุมชนเมืองจะอยู่ในช่วงฤดูร้อนและในแต่ละวันปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในช่วงตอนเช้าและตอนกลางคืน

(4) การบรรเทาอุทกภัย (Flood Control) อ่างเก็บน้ำเพื่อการป้องกันน้ำท่วมสร้างและออกแบบขึ้นมาเพื่อลดขนาดปริมาณน้ำหลากขนาดใหญ่ที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำโดยการหน่วงน้ำส่วนหนึ่งไว้ในอ่างเก็บน้ำก่อนที่จะปล่อยออกสู่ทางด้านท้ายน้ำในช่วงเวลาถัดไป ทั้งนี้เพื่อรักษาสมดุลของน้ำในอ่างเก็บน้ำและทางด้านท้ายน้ำ ด้วยเหตุนี้ความสามารถในการรักษาปริมาตรว่างของอ่างเก็บน้ำเพื่อให้เพียงพอที่จะรองรับปริมาณน้ำหลากที่จะไหลเข้าอ่างจึงเป็นตัวชี้วัดความสำเร็จในการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเพื่อการป้องกันน้ำท่วม อย่างไรก็ดีปริมาณน้ำที่ปล่อยจากอ่างจะต้องน้อยกว่าความจุเก็บกักท้ายลำน้ำที่สามารถรับได้

(5) การคมนาคมทางน้ำ (Navigation) อ่างเก็บน้ำสามารถเก็บกักน้ำเพื่อประโยชน์ในการคมนาคมทางน้ำได้โดยการปล่อยน้ำจากอ่างเพื่อรักษาระดับน้ำทางด้านท้ายลำน้ำที่จำเป็นต่อการสัญจรทางน้ำ ทั้งนี้ปริมาณความต้องการน้ำสำหรับวัตถุประสงค์เพื่อการคมนาคมทางน้ำขึ้นอยู่กับประเภทและปริมาณของการจราจรทางน้ำเป็นสำคัญ นอกจากนี้ อิทธิพลของความผันแปรของระดับน้ำรายฤดูกาล (Seasonal Variation of Water Level) ยังเป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นถึงปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการคมนาคมทางน้ำที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ในช่วงฤดูฝนจะพบว่าระดับน้ำในลำน้ำส่วนใหญ่จะสูงพอที่จะสัญจรทางเรือได้ตลอดฤดูกาล หรือเกือบจะไม่มีความต้องการน้ำเพื่อการคมนาคมทางน้ำในช่วงฤดูฝนเลย อย่างไรก็ดีปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการคมนาคมทางน้ำจะเกิดขึ้นสูงสุดในช่วงฤดูแล้งซึ่งจำเป็นที่จะต้องปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำเพื่อรักษาระดับน้ำต่ำสุดที่สามารถใช้เป็นเส้นทางในการสัญจรทางเรือได้

(6) การผลิตไฟฟ้าพลังงานความร้อน (Thermal Power Generation) น้ำเป็นตัวขับเคลื่อนที่สำคัญในขั้นตอนของการหล่อเย็นในการผลิตไฟฟ้าพลังงานความร้อน เนื่องจากในกระบวนการผลิตไฟฟ้าพลังงานความร้อนต้องต้มน้ำให้มีอุณหภูมิสูงเพื่อให้เกิดเป็นไอน้ำที่มีแรงดันสูงเพียงพอที่จะใช้หมุนกังหันของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า ดังนั้นไอน้ำและน้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตไฟฟ้าแล้วจะถูกทำให้เย็นลงโดยผ่านกระบวนการหล่อเย็น (Cooling System) ซึ่งเป็นการนำน้ำจากโรงไฟฟ้ามาหล่อไว้ที่หอหล่อเย็น (Cooling Tower) และต้องใช้น้ำในปริมาณมากเพื่อปรับลดอุณหภูมิของน้ำก่อนที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำหรือนำกลับมาใช้งานใหม่ ซึ่งนับเป็นแนวทางการใช้ทรัพยากรน้ำให้เกิดความคุ้มค่าและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

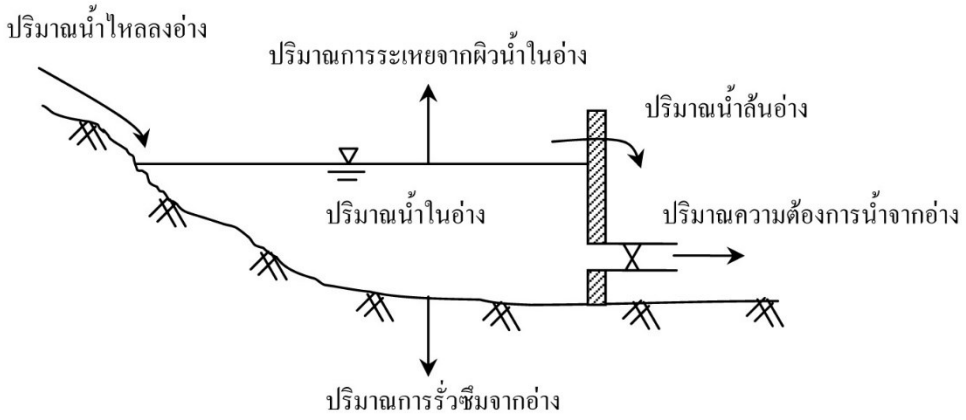
(7) การพักผ่อนหย่อนใจ (Recreation) ประโยชน์ของการสร้างอ่างเก็บน้ำเพื่อใช้เป็นสถานที่ท่องเที่ยวนั้นจะพิจารณาจากกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นหลัก เช่น การว่ายน้ำ การแล่นเรือ กีฬาทางน้ำ และกิจกรรมสันทนาการอื่น ๆ เป็นต้น อย่างไรก็ดีกิจกรรมเหล่านี้ ถือว่าเป็นผลพลอยได้ของการใช้ประโยชน์จากอ่างเก็บน้ำเพื่อวัตถุประสงค์อื่น ๆ สำหรับแนวทางในการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำนั้นต้องพยายามรักษาปริมาณน้ำเก็บกักไว้ให้เต็มอ่างหรือใกล้เต็มอ่างมากที่สุดโดยเฉพาะในช่วงฤดูของการท่องเที่ยว การเพิ่มและลดลงอย่างรวดเร็วของระดับน้ำในอ่างถือได้ว่าเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นอย่างมาก

(8) การควบคุมน้ำทางด้านท้ายน้ำ (Minimum Flow Maintenance) บ่อยครั้งที่จำเป็นต้องปล่อยน้ำเพื่อควบคุมคุณภาพน้ำทางด้านท้ายตามข้อกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำ หรือควบคุมระดับน้ำต่ำสุดให้สูงพอที่ไม่ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีพของประชาชนและสัตว์น้ำ รวมทั้งส่งผลกระทบต่อการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ทางด้านท้ายน้ำ เช่น การประมง กีฬาทางน้ำ การท่องเที่ยว เป็นต้น โดยทั่วไปปริมาณน้ำที่ปล่อยจากอ่างเก็บน้ำเพื่อควบคุมน้ำทางด้านท้ายน้ำจะผันแปรตามฤดูกาล นอกจากนี้วัตถุประสงค์เพื่อการควบคุมน้ำทางด้านท้ายน้ำนั้นยังถูกจัดให้มีความสำคัญเป็นลำดับแรก ๆ อีกด้วย

3.5 หลักสมดุลของน้ำในอ่างเก็บน้ำ

อ่างเก็บน้ำทำหน้าที่กักเก็บน้ำในยามที่ปริมาณน้ำที่ไหลเข้ามากกว่าความต้องการ เพื่อให้มีน้ำเพียงพอสำหรับส่งให้กับความต้องการต่าง ๆ ในช่วงเวลาที่ขาดแคลน การวางแผนการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำประจำเดือนจะทำได้โดยการวิเคราะห์สมดุลน้ำ (Wate Balance) ในอ่างเก็บน้ำ **รูปที่ 3-6** (คณะทำงานย่อยจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานด้านบริหารจัดการน้ำ กรมชลประทาน, 2556)

หลักการสมดุลของน้ำในอ่าง คือ ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำลบด้วยปริมาณที่ไหลออกจากอ่างเก็บน้ำทั้งหมด จะเท่ากับปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่เปลี่ยนไป สามารถเขียนสมการแสดงความสมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำไหลเข้า ปริมาณน้ำไหลออกและปริมาณน้ำในอ่างแต่ละเดือนได้ ดังสมการที่ 1



รูปที่ 3-6 สมดุลของน้ำในอ่างเก็บน้ำ

ที่มา: สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน, 2556

$$S_i = S_{i-1} + I_i \; Q_i - E_i - L_i \qquad (1)$$

โดยที่ S_i คือ ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเมื่อสิ้นเดือน i

I_i คือ ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในเดือน i นั้น

S_{i-1} คือ ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเมื่อต้นเดือน i-1

Q_i คือ ปริมาณความต้องการน้ำจากอ่างเก็บน้ำเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆในเดือน i-1

E_i คือ ปริมาณการระเหยจากผิวน้ำในเดือน i นั้น

L_i คือ ปริมาณการรั่วซึมในเดือน i นั้น

ถ้าปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเมื่อสิ้นเดือนที่คำนวณได้มากกว่าปริมาณน้ำเก็บกักสูงสุดถือว่ามีการไหลล้นอ่างเก็บน้ำในเดือนนั้น และปริมาณน้ำที่ไหลล้นอ่างเก็บน้ำเท่ากับปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเมื่อสิ้นเดือนลบด้วยปริมาณน้ำเก็บกักน้ำสูงสุด และปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำสำหรับต้นเดือนต่อไปเท่ากับปริมาณน้ำเก็บกักสูงสุด ในทางกลับกันถ้าปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเมื่อสิ้นเดือนที่คำนวณได้น้อยกว่าปริมาณน้ำเก็บกักต่ำสุด ถือว่ามีการขาดน้ำในเดือนนั้น ปริมาณน้ำที่ส่งจากอ่างเก็บน้ำน้อยกว่าความต้องการน้ำทั้งหมดจากอ่างเก็บน้ำ ปริมาณน้ำที่ขาดไปเท่ากับปริมาณน้ำเก็บกักต่ำสุดลบด้วยปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเมื่อสิ้นเดือน ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำสำหรับต้นเดือนถัดไปจะเท่ากับปริมาณน้ำเก็บกักต่ำสุด

การวางแผนการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำประกอบไปด้วยการประเมินปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ ปริมาณความต้องการน้ำจากอ่างเก็บน้ำทั้งหมด การสูญเสียน้ำเนื่องจากการระเหย และการรั่วซึมแล้วนำมาคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องส่งและที่เหลืออยู่ในอ่างเก็บน้ำ จากปริมาณน้ำที่มีอยู่เมื่อต้นเดือนตามหลักสมดุลน้ำ การคำนวณสมดุลน้ำประจำเดือนทำต่อเนื่องกันไปตลอดระยะเวลาที่ใช้ในการวางแผนซึ่งปกติจะ 1 ปี

3.6 หลักและวิธีการพัฒนาเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

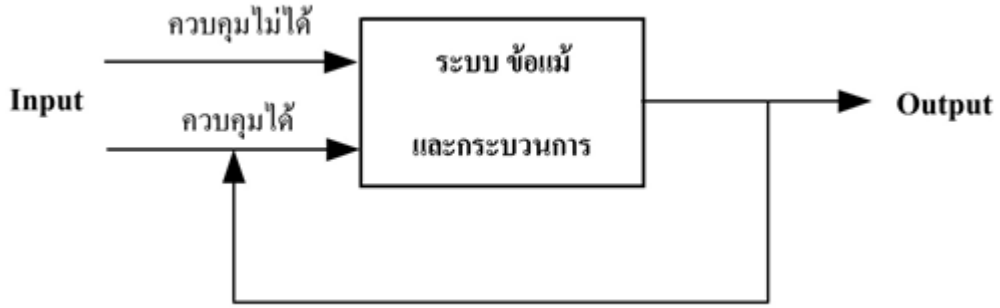
ในการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำโดยเฉพาะอ่างเก็บน้ำแบบอเนกประสงค์นั้น จำเป็นต้องมีเกณฑ์ในการปฏิบัติการแบบหลายเกณฑ์ร่วมกัน เช่น เกณฑ์ทางด้านสังคม เศรษฐศาสตร์ และวิศวกรรม เป็นต้น ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์ มีความยุติธรรม และประสิทธิภาพมากที่สุด หลังจากนั้นจึงสร้างเป็นกฎการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ และพัฒนาให้เป็นเครื่องมืออย่างง่ายในการปฏิบัติคือ เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

1) หลักการในการพัฒนาเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ คือในช่วงฤดูฝนจะพร่องน้ำจากอ่างเก็บน้ำในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนดในปริมาณเท่าใด เพื่อให้มีปริมาตรว่างสำหรับรับปริมาณน้ำหลากที่จะไหลเข้าอ่างเก็บน้ำโดยไม่เกิดการไหลล้นอ่างเก็บน้ำ ซึ่งจะก่อให้เกิดอุทกภัยในบริเวณด้านท้ายอ่างเก็บน้ำ หรือหากเกิดการไหลล้นอ่างเก็บน้ำก็ให้เกิดน้อยที่สุด และในขณะเดียวกันต้องรักษาปริมาณน้ำไว้ในอ่างเก็บน้ำสำหรับใช้ในฤดูแล้ง ซึ่งเส้นเกณฑ์ปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำเส้นนี้เรียกว่า Upper Rule Curve (URC) และในช่วงฤดูแล้งจะรักษาปริมาณน้ำไว้ในอ่างเก็บน้ำในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนดไว้เท่าใด จึงจะลดความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำแห้งอ่างเก็บน้ำ ซึ่งเกณฑ์ปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำเส้นนี้เรียกว่า Lowe Rule Curve (LRC)

2) วิธีการพัฒนาเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ สามารถหาได้จากการวางแผนการดำเนินงานอ่างเก็บน้ำด้วยแบบจำลองที่ใช้กระบวนการของการจำลอง (Simulation) และแบบจำลองที่ใช้กระบวนการหาคำตอบที่ดีที่สุด (Optimization)

การจำลองระบบ (Simulation) คือ การนำเอาคุณสมบัติและพฤติกรรมต่าง ๆ ของระบบที่ทำการศึกษา มาเลียนแบบด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ แล้วใช้ข้อมูลที่มีอยู่ เช่น ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า อัตราการระเหย มาคำนวณเพื่อหาสิ่งต่างๆ ที่ต้องการทราบ วิธีการจำลองสภาพเหมาะสมกับปัญหาที่มีระบบใหญ่โต มีความซับซ้อนมากโดยที่วิธีการอื่นๆ ไม่สามารถแก้ปัญหาที่ซ้ำแล้วซ้ำอีกได้ วิธีการจำลองสภาพจึงมีความสะดวกในการใช้เป็นเครื่องมือเพื่อประเมิลผลการดำเนินงานในแต่ละนโยบายที่เหมาะสมที่ได้เลือกไปปฏิบัติงานจริง (โสภณ, 2544)

การจำลองระบบ (Simulation) คือ แนวคิดของระบบซึ่งยังรักษาคุณลักษณะที่สำคัญของระบบเพื่อวัตถุประสงค์นั้น ดังนั้นการจำลองระบบเป็นการแสดงคุณลักษณะของระบบโดยใช้ข้อแม้และกระบวนการเป็นตัวแทนของระบบ โดยข้อมูล (Input) บางส่วนของระบบและผลลัพธ์ (Output) ขณะนั้นจะต้องทราบค่า เพื่อใช้ในการสอบเทียบระบบ ในการพัฒนาระบบจะต้องระบุวัตถุประสงค์ให้ชัดเจน เพื่อให้ผู้ใช้เป็นผู้ตัดสินใจปรับค่าของข้อมูลที่ควบคุมได้จนกว่าจะได้คำตอบที่พึงพอใจ (บัญชา, 2541) ซึ่งเขียนเป็นแผนผังการจำลองระบบได้**ดังรูปที่ 3-7**



รูปที่ 3-7 แผนผังการจำลองระบบ
ที่มา: บัญชา, 2541

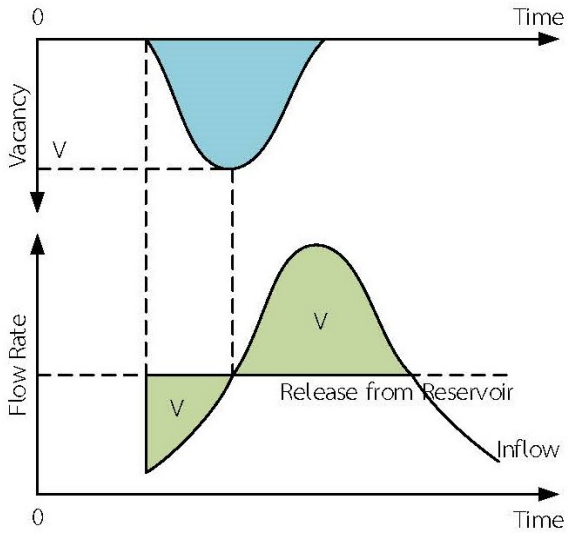
3.7 การพัฒนาเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำโดยใช้วิธี Vacancy Minimum Storage Requirement Rule Curve

หลักทฤษฎีที่นำมาสร้างเส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุด (Upper Rule Curve) และเส้นระดับเก็บกักน้ำต่ำสุด (Lower Rule Curve) จะอาศัยแนวคิดที่ว่าปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำจะเต็มอ่างพอดีเมื่อสิ้นสุดฤดูฝน และจะแห้งอ่างพอดีเมื่อสิ้นสุดฤดูแล้ง

1) เส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุด (Upper Rule Curve)

(1) แนวคิดในการสร้างเส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุด

แนวคิดในการสร้างเส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุด (Upper Rule Curve, URC) นี้จะสมมุติในช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างส่วนเกิน (Surplus Inflow) มีปริมาตรเท่ากับ V ดังนั้นก่อนถึงช่วงฤดูฝนจำเป็นต้องพร่องน้ำในอ่างให้มีปริมาตรว่าง (Vacancy) เท่ากับ V ทั้งนี้เพื่อสำรองปริมาตรอ่างไว้ใช้เก็บกักน้ำตลอดช่วงฤดู ด้วยการระบายน้ำออกจากอ่าง (Release) ในอัตราที่สูงกว่าปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่าง (Inflow) จนกระทั่งเมื่อสิ้นสุดฤดูฝนปริมาณเก็บกักในอ่างจะเต็มอ่างเก็บน้ำพอดี หรือกล่าวได้ว่าปริมาตรว่างของอ่างเก็บน้ำเท่ากับศูนย์นั้นเองดังแสดง **รูปที่ 3-8**



รูปที่ 3-8 ปริมาตรว่างของอ่างเก็บน้ำที่จะต้องสำรองไว้ใช้ตลอดช่วงฤดูฝน

(2) วิธีการสร้างเส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุด

(2.1) นำข้อมูลที่ทำการตรวจสอบคุณสมบัติทางสถิติแล้วมาคำนวณหาปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำส่วนเกิน (Surplus Inflow) ซึ่งหาได้จากปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างทั้งหมด (Total Release) โดยคำนวณเป็นค่ารายเดือน

(2.2) คำนวณหาปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างส่วนเกินสะสม

(2.3) คำนวณหาปริมาตรของอ่างที่จะต้องสำรองไว้ใช้เก็บกักน้ำที่ไหลเข้าอ่างส่วนเกิน โดยนำค่าจาก (2.2) ลบด้วยปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกักปกติของอ่างเก็บน้ำ

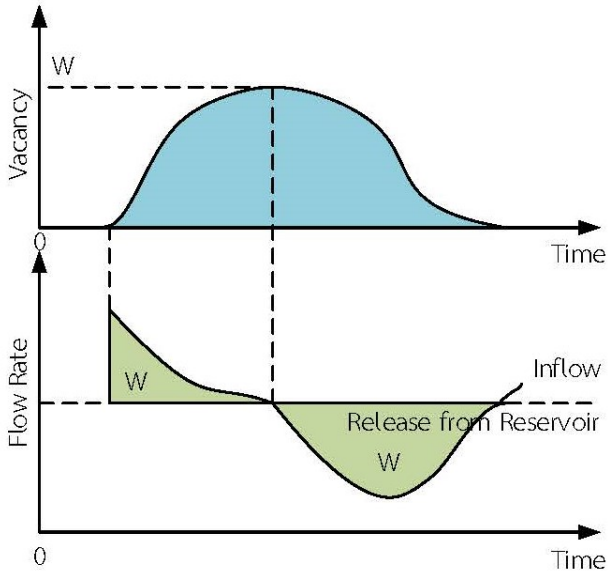
(2.4) พล๊อตค่าที่ได้จาก (2.3) จะได้เส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุด

2) เส้นระดับเก็บกักต่ำสุด (Lower Rule Curve)

(1) แนวคิดในการสร้างเส้นระดับเก็บกักต่ำสุด

แนวคิดในการสร้างเส้นระดับเก็บกักน้ำต่ำสุด (Lower Rule Curve, LRC) จะสมมุติว่าในช่วงฤดูแล้งปริมาณน้ำที่ไหลออกจากอ่างส่วนเกิน (Surplus Outflow) มีปริมาตรเท่ากับ W

ดังนั้นก่อนถึงช่วงฤดูแล้งจำเป็นต้องเก็บกักน้ำในอ่างไว้ให้มีปริมาตรเท่ากับ W เพื่อให้มีน้ำเพียงพอต่อความต้องการตลอดช่วงฤดูแล้ง ด้วยการระบายน้ำออก (Release) ในอัตราที่ต่ำกว่าปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่าง (Inflow) จนกระทั่งเมื่อสิ้นสุดฤดูแล้งปริมาณน้ำจะแห้งอ่างเก็บน้ำพอดีดังแสดงใน**รูปที่ 3-9**



รูปที่ 3-9 ปริมาณน้ำที่จำเป็นต้องเก็บกักเพิ่มเติมในช่วงฤดูแล้ง

(2) วิธีการสร้างเส้นระดับเก็บกักน้ำต่ำสุด

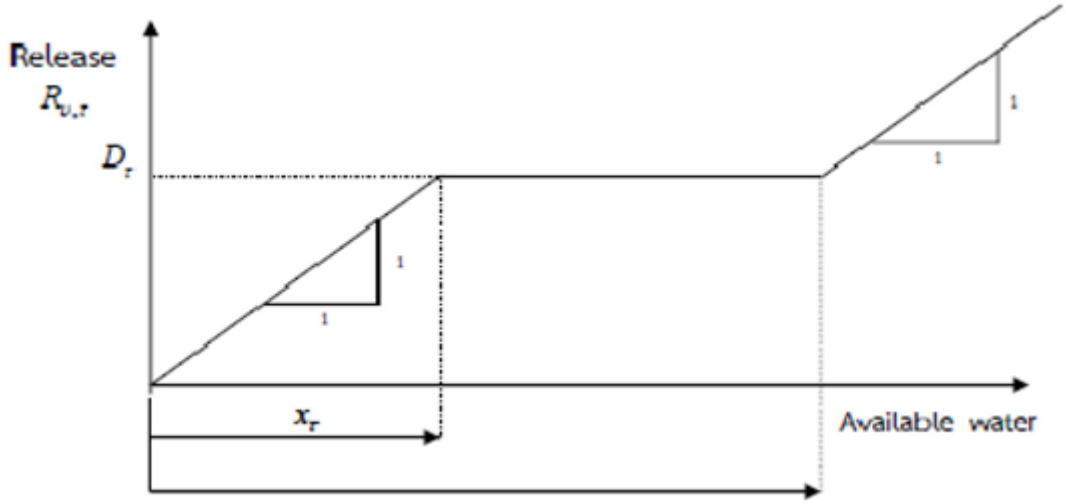
(2.1) นำข้อมูลที่ทำการตรวจสอบคุณสมบัติทางสถิติแล้วมาคำนวณหาปริมาณน้ำที่ขาดแคลนของอ่าง โดยคิดจากปริมาณน้ำที่จำเป็นต้องปล่อยทั้งหมดลบด้วยปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างทั้งหมด โดยคำนวณเป็นค่ารายเดือนเช่นเดียวกับเส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุด

(2.2) คำนวณหาปริมาณน้ำที่ขาดแคลนสะสม

(2.3) คำนวณหาปริมาณน้ำที่จำเป็นต้องเก็บกักเพิ่มเติมในช่วงฤดูแล้ง โดยนำค่าที่ได้จาก (2) บวกด้วยปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกักต่ำสุดของอ่างเก็บน้ำ

(2.4) พล็อตค่าที่ได้จาก (2.3) จะได้เส้นระดับเก็บกักน้ำต่ำสุด

3) Standard Operating Policy เป็นเกณฑ์ที่ค่อนข้างง่าย โดยจะปล่อยน้ำให้เป็นไปตามความต้องการทุก ๆ ช่วงเวลา ดังนั้นหากปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำมีไม่เพียงพอตามความต้องการระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำก็จะลดลงเรื่อย ๆ ขณะเดียวกันในช่วงฤดูฝนที่มีน้ำมาก ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำก็จะเพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งปล่อยน้ำให้ไหลล้นอ่างเก็บน้ำต่อไปหรืออาจกล่าวได้ว่าเกณฑ์การปฏิบัติงานโดยวิธี Standard Operating Policy นี้เป็นเกณฑ์ที่มีศักยภาพมากในการลดประมาณการขาดน้ำทั้งหมด (Total Deficit) ในช่วงเวลาที่พิจารณา (Stedinger, 1984) โดยมีเกณฑ์การปล่อยน้ำมาตรฐาน ดัง**รูปที่ 3-10** และเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ตามสมการที่ 2



รูปที่ 3-10 เกณฑ์การปล่อยน้ำมาตรฐาน (Standard Operating Policy)

$$R_{v,r} = \begin{cases} D_r + W_{v,r} - y_r, \text{ for } W_{v,r} \geq y_r + D_r \\ D_r, \text{ for } x_r \leq W_{v,r} < y_r + D_r \\ D_r + W_{v,r} - x_r \text{ for } x_r - D_r \leq W_{v,r} < x_r \\ 0, \text{ otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

เมื่อ $R_{v,r}$ คือ ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากอ่างเก็บน้ำในช่วงปี V ของเดือน R (r = *1* ถึง 12 แทน เดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม)

D_r คือ ความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างของเดือน R

x_r คือ ขอบเขตล่างเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำของเดือน R

y_r คือ ขอบเขตบนเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำของเดือน R

$W_{v,r}$ คือ ปริมาณน้ำต้นทุนที่มีอยู่ของอ่างในเดือน R

4) Probability Based Rule Curves เป็นวิธีที่ใช้หลักการของทฤษฎีความน่าจะเป็น เพื่อพิจารณาการเก็บกักและการระบายน้ำที่ความเสี่ยงต่าง ๆ โดยในฤดูน้ำหลากจะพิจารณาว่าจะรักษาระดับน้ำหรือปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่มากที่สุดที่จะทำให้ความเสี่ยงต่อการที่อ่างเก็บน้ำมีปริมาตรไม่พอที่จะรับน้ำนองอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ในทางตรงข้ามฤดูแล้งจะพิจารณาว่าควรจะรักษาระดับน้ำหรือปริมาณน้ำไว้เพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำในอนาคตหรือความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำในอนาคตอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ก. Optimization เป็นกระบวนการหาค่าที่ดีที่สุด จะคล้ายกับการจำลองระบบ แต่ต่างกันที่กระบวนการในการปรับค่าของข้อมูลที่ควบคุมได้ จะเป็นลักษณะอัตโนมัติ โดยอาศัยเกณฑ์ที่สะท้อนถึงวัตถุประสงค์ (Objectives) เป็นตัววัดประสิทธิผล ทั้งนี้การปรับแก้จนกระทั่งคำตอบที่รับเป็นคำตอบที่ดีที่สุดสำหรับข้อจำกัด (Constraints) และ วัตถุประสงค์ (Objectives) ที่กำหนด (บัญชา ขวัญยืน , 2541) ซึ่งเขียนเป็นแผนผังการเลือกค่าที่ดีที่สุด **รูปที่ 3-11**

รูปที่ 3-11 แผนผังการเลือกค่าที่ดีที่สุด
ที่มา: บัญชา ขวัญยืน, 2541

การจัดการตามวัตถุประสงค์ (Objectives) และข้อจำกัด (Constraints) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุด สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดได้ตามวัตถุประสงค์และข้อจำกัดต่างๆ แต่อย่างไรก็ตาม การใช้วิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดจำเป็นที่จะต้องจำลองระบบเสียก่อน (บัญชา ขวัญยืน, 2541)

ดังนั้นการพัฒนาเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ จึงเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่ใช้เป็นแนวทางในการเก็บน้ำหรือระบายน้ำในช่วงเวลาต่าง ๆ เพื่อให้การใช้งานของอ่างเก็บน้ำมีศักยภาพมากที่สุด และมีความจำเป็นที่ทุกอ่างเก็บน้ำ ต้องมีเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ และในการสร้างเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำนั้นอาจต้องมีการเปลี่ยนแปลงทุก 3-5 ปี ทั้งนี้เนื่องจากอาจมีการเปลี่ยนแปลงสภาพทางอุทกวิทยาและปริมาณความต้องการใช้น้ำ แต่วิธีที่จะใช้ในการสร้างเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำจะใช้วิธีใดก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูล และความชำนาญของเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบ แต่ขอให้พิจารณาถึงข้อจำกัดและวัตถุประสงค์ของแต่ละวิธีเป็นสำคัญ

3.8 การหาค่าความเหมาะสม

การหาค่าความเหมาะสม (Search for Optimization) เป็นกระบวนการ (Process) ของการค้นหาเงื่อนไข (Conditions) ซึ่งให้ค่ามากที่สุด หรือน้อยที่สุดของฟังก์ชัน โดยปัญหาที่มีข้อจำกัดในการหาค่าความเหมาะสมสามารถเขียนแทนได้ด้วยสมการ (Rao, 1983)

$$\text{ค้นหาค่า } X = \left\{ \begin{matrix} X1 \\ X2 \\ : \\ : \\ Xn \end{matrix} \right\} \text{ ที่ให้ค่าน้อย}$$

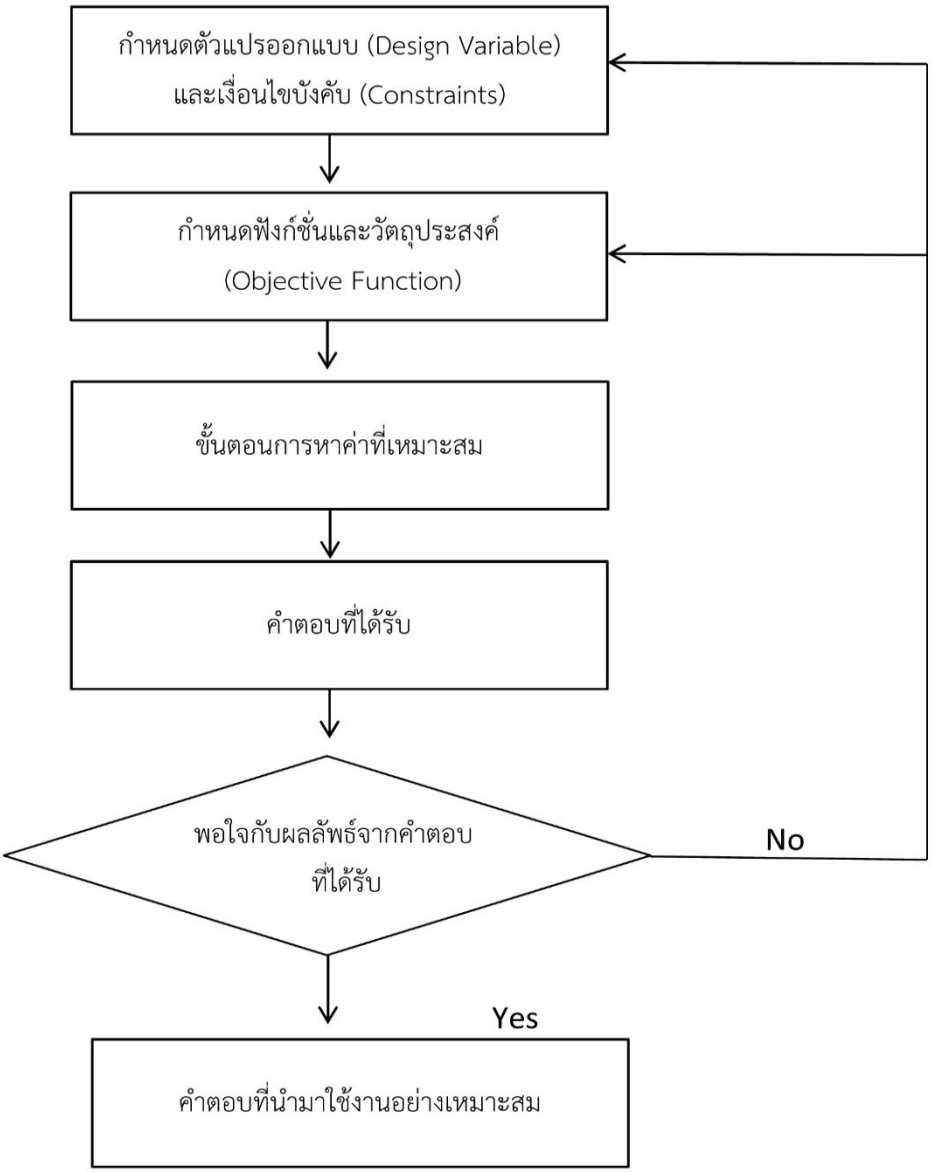
สอดคล้องกับสมการเงื่อนไข (Subject to the constraints)

$gj(X) = 0, \; j=1,2...,m$

$lj(X) = 0, \; j=1,2...,p$

X = n-Dimensional Vector
f(X) = Objective Function
gj(X) = Inequality constraints
lj(X) = Equality Constraints
n = Number of Constraints
m, = Number of Function g(X) และ l(X)

การแก้ปัญหาในการออกแบบเชิงวิศวกรรมหรือในด้านอื่น ๆ นั้น จะใช้วิธีการหาค่าความเหมาะสมที่สุด เพื่อการหาค่าต่ำสุดหรือจุดสูงสุดของค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์โดยที่มีเงื่อนไขบังคับที่เนื่องมาจากข้อจำกัดต่าง ๆ ของการออกแบบนั้น ๆ ซึ่งเรียกว่าการหาค่าความเหมาะสมแบบมีเงื่อนไขบังคับ (Constrained Optimization)



รูปที่ 3-12 แผนผังลำดับขั้นของการหาค่าความเหมาะสม
ที่มา: ธนัญชัย ลีภักดิ์ปรีดา, 2543

3.9 คำจำกัดความของ Simulation–Optimization

Simulation-Optimization หมายถึง การหาคำตอบที่จะทำให้ได้ผลลัพธ์ของระบบที่ดีที่สุด โดยผลลัพธ์ดังกล่าวเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ภายใต้สถานการณ์ของความน่าจะเป็น (Fu, 2001)

เมื่อพิจารณาจากความหมายของคำว่า Simulation-Optimization ตามที่กล่าวมาพบว่า การแก้ปัญหาด้วยวิธีการนี้สามารถนำเสนอออกมาในรูปของชุดสมการทางคณิตศาสตร์ได้ 2 รูปแบบ (Azadivar, 1999) ดังนี้

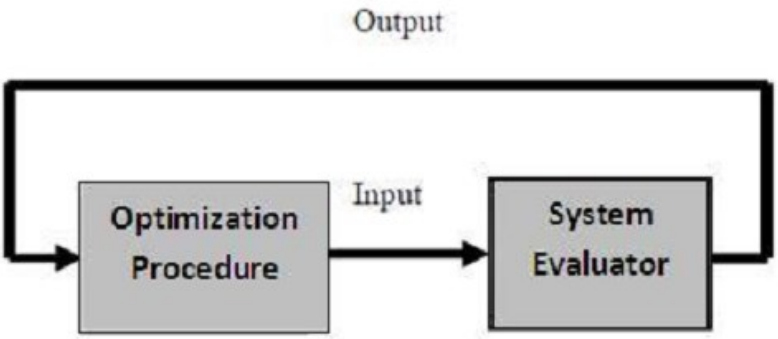
$$\left.\begin{array}{ll} \text{maximize (Minimize)} & f(X) = E[z(X)] \\ \text{Subject to :} & g(X) = E[r(X)] < 0 \\ \text{and} & h(X) < 0 \end{array}\right\} \qquad (3)$$

เมื่อ z และ r คือเวคเตอร์ของตัวแปรซึ่งเป็นผลลัพธ์แบบสุ่มของการจำลองสถานการณ์ เมื่อกำหนดค่าตัวแปรตัดสินใจเป็นเวคเตอร์ X ส่วนค่า f และ g หมายถึง มูลค่าคาดหวัง (Expected Values) ของเวคเตอร์เหล่านี้ ส่วนค่า h หมายถึง เวคเตอร์ของข้อจำกัดที่มีลักษณะของความแน่นอน (Deterministic Constraints) ซึ่งอยู่ในรูปของตัวแปรตัดสินใจ X นั่นเอง

สำหรับการนำเสนอปัญหาในอีกรูปแบบหนึ่ง สามารถทำได้ดังนี้

$$\left.\begin{array}{ll} \text{maximize (Minimize)} & f(X) = E[z(X)] \\ \text{Subject to :} & P\{g(X) < 0\} > 1 - \alpha \\ \text{and} & h(X) < 0 \end{array}\right\} \qquad (4)$$

เมื่อ P คือเวคเตอร์ของความน่าจะเป็นที่สมการเงื่อนไขจะถูกละเมิด โดยที่ α คือเวคเตอร์ของความเสี่ยงที่ผู้ตัดสินใจจะเลือกคำตอบที่เป็นการละเมิดสมการเงื่อนไขหรือทำให้สมการเงื่อนไขไม่เป็นจริง ส่วนการแปลความหมายของพจน์ หรือตัวแปรอื่นๆ ในชุดสมการด้านบน สามารถอ้างอิงได้จากความหมายที่แสดงไว้ในชุดสมการแรก จากคำจำกัดความรวมถึงรูปแบบการนำเสนอปัญหาของการทำ Simulation-Optimization ในรูปของชุดสมการทางคณิตศาสตร์ อาจสังเกตเห็นได้ว่า Simulation-Optimization มีลักษณะที่คล้ายคลึงกับการทำ Optimization ของปัญหาที่เป็นปัญหาแบบสโตแคสติก (Stochastic Optimization) ซึ่งในเชิงหลักการแล้ววิธีการทั้งสองนี้ก็มีความคล้ายคลึงกัน และในทางปฏิบัติก็อาจนำมาใช้ทดแทนกันได้ หากแต่โดยทั่วไปแล้ว Simulation-Optimization เฉพาะเจาะจงนำมาใช้กับปัญหาที่ผลลัพธ์ของระบบได้มาจากการประเมินด้วยวิธีการ Simulation ในขณะที่ Stochastic Optimization มีความหมายกว้าง ๆ ไม่เฉพาะเจาะจงกับที่มาของผลลัพธ์ว่าจะหามาได้ด้วยวิธีการใด



รูปที่ 3-13 กระบวนการทำงานของการหาคำตอบด้วยวิธี Simulation-Optimization
ที่มา: (เชษฐพันธุ์ โล่คำ, 2555)

จะเห็นได้ว่าในขั้นตอนของการหาคำตอบที่ดีที่สุด ระบบอาศัยผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินโดยการจำลองสถานการณ์ ซึ่งถูกใช้เป็นตัววัดถึงความเหมาะสมของตัวแปรป้อนเข้า (Inputs) และนำมาประมวลผลร่วมกับผลที่ได้จากการประเมินในครั้งที่ผ่านๆ มาแล้วทำการกำหนดชุดของตัวแปรนำเข้าชุดใหม่เพื่อป้อนเข้าระบบของการจำลองสถานการณ์อีกครั้ง โดยกระบวนการทำงานทั้งหมดจะดำเนินไปจนกระทั่งระบบบรรลุเงื่อนไขของการหยุดหาคำตอบ (Terminating Conditions) ด้วยเงื่อนไขใดเงื่อนไขหนึ่งเป็นต้นว่าได้ผลลัพธ์ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้เบื้องต้นหรือบรรลุตามเงื่อนไขของระยะเวลาที่กำหนด

1) ลักษณะของปัญหาที่สามารถแก้ปัญหาด้วยเทคนิค Simulation-Optimization

การนำเทคนิคการจำลองสถานการณ์ (Simulation) มาใช้ร่วมกับการหาคำตอบที่ดีที่สุด (Optimization) ในปัจจุบันถือเป็นเรื่องที่ท้าทายอย่างยิ่ง เนื่องจากปัญหาส่วนใหญ่ที่พบมักจะมีความซับซ้อนและความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์และตัวแปรมีลักษณะไม่เป็นเส้นตรง ทำให้เป็นการยากที่จะหาคำตอบโดยใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ นอกจากนั้นในส่วนของการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ ก็ถือเป็นเรื่องที่ท้าทายความสามารถของผู้สร้าง เนื่องจากต้องอาศัยศิลปะ ความสามารถและประสบการณ์ในการสร้างแบบจำลอง อีกทั้งผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ ก็มีลักษณะของความไม่แน่นอนเข้ามาเกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่าด้วยตัวแปรนำเข้าชุดเดียวกัน การจำลองสถานการณ์มักจะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน ส่วนในกระบวนการของการวิเคราะห์หาคำตอบที่ดีที่สุดปัจจุบันก็ได้มีการค้นคิดเทคนิคใหม่ๆ เข้ามาช่วยในการหาคำตอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคนิคและวิธีการในการค้นหา (Search Methodologies) ซึ่งในปัจจุบันสามารถทำได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพพัฒนาการในด้านความเร็วของระบบคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลก็ได้เข้ามามีส่วนเสริมให้เกิดความท้าทายในการใช้เทคนิคนี้เพื่อการแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยทั่วไปแล้วเทคนิค Simulation-Optimization มักจะถูกนำไปใช้สำหรับปัญหาที่มีความซับซ้อนและมีขนาดใหญ่ เพื่อใช้คำนวณหาค่าของชุดตัวแปรตัดสินใจที่จะทำให้ได้ค่าของฟังก์ชันเป้าหมายสูงที่สุดหรือต่ำที่สุดตามที่ต้องการ หรือในทางกลับกันเทคนิคนี้อาจถูกนำไปใช้เพื่อคำนวณหาค่าของตัวแปรตัดสินใจที่จะทาให้ได้ค่าผลลัพธ์ของระบบตามที่ต้องการ

3.10 การพัฒนาเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำโดยใช้วิธี Probability Based Rule Curves

เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำบนพื้นฐานความน่าจะเป็น (Probability Based Rule Curve) พัฒนาขึ้นโดยอาศัยข้อมูลสมดุลน้ำของอ่างเก็บน้ำที่ทำการตรวจวัดในอดีตระยะยาวมาทำการวิเคราะห์เพื่อสร้างเส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุด (Upper Rule Curve) และเส้นระดับเก็บกักน้ำต่ำสุด (Lower Rule Curve) โดยประยุกต์หลักทฤษฎีของความน่าจะเป็น (Probability Approach) (Kawabata et al., 2000; Satoh et al.,1999)

1) เส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุด (Upper Rule Curve)

(1.1) แนวคิดในการสร้างเส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุด

เส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุด (Upper Rule Curve, URC) เป็นเส้นระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำมากที่สุดที่ทำให้ความเสี่ยงต่อการที่อ่างมีปริมาตรไม่พอที่จะรับน้ำหลากอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยระดับน้ำในอ่างที่มากที่สุดจะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาซึ่งในที่นี้กำหนดให้

(1.1.1) ปริมาตรเก็บกักระหว่างเส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุด (Upper Rule Curve) และระดับเก็บกักปกติ (Normal Pool Level) เรียกว่า ปริมาตรสำรองเพื่อการป้องกันน้ำท่วม (Volume of Flood Control Reserve, $\mathrm{VFC_t}$)

(1.1.2) ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างสุทธิ (Net Reservoir Inflow Volume) คำนวณจากผลต่างระหว่างปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่าง (Reservoir Inflow) และปริมาณน้ำที่ไหลออกจากอ่าง (Reservoir Outflow) ตามสูตรการคำนวณดังนี้ คือ

$$\mathrm{NRI_t = I_t + P_t - E_t - Se_t - D_t} \qquad (5)$$

เมื่อ $\mathrm{NRI_t}$ = ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างสุทธิในเดือน t (mcm)

$\mathrm{I_t}$ = ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างในเดือน t (mcm)

$\mathrm{P_t}$ = ปริมาณฝนที่ตกลงบนผิวอ่างในเดือน t (mcm)

$\mathrm{E_t}$ = ปริมาณการระเหยจากอ่างในเดือน t (mcm)

$\mathrm{Se_t}$ = ปริมาณการรั่วซึมออกจากอ่างในเดือน t (mcm)

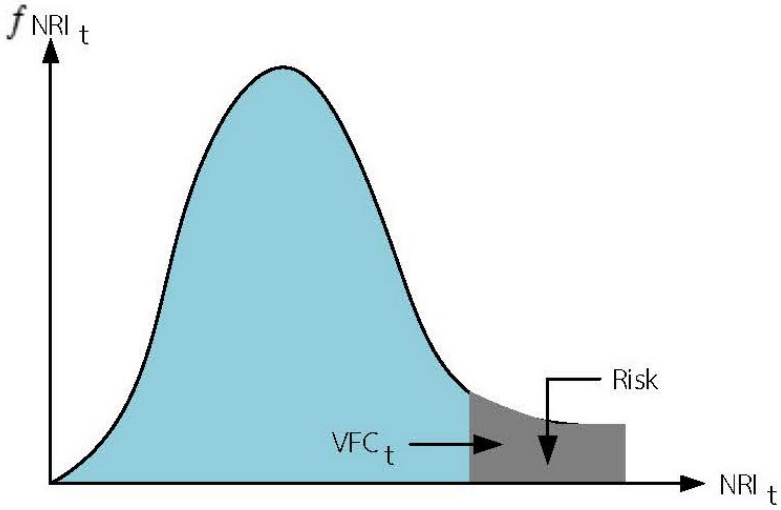
$\mathrm{D_t}$ = ปริมาณความต้องการน้ำในเดือน t (mcm)

ด้วยเหตุนี้เส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุดจึงเป็นเส้นที่โอกาสความน่าจะเป็นที่ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างสุทธิจะมากกว่าปริมาตรสำรองเพื่อการป้องกันน้ำท่วมนั้นมีค่าน้อยกว่าความเสี่ยงที่กำหนด หรือเขียนได้เป็น $\mathrm{Prob\ (NRI_t > VFC_t) < Risk}$

(1.2) วิธีการสร้างเส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุด

(1.2.1) เลือกข้อมูลที่ทำการตรวจสอบคุณสมบัติทางสถิติแล้ว คำนวณหาปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างสุทธิ $(\mathrm{NRI_t})$ โดยที่ t เป็นเดือนที่ $\mathrm{NRI_t} > 0$ สำหรับในกรณีที่ $\mathrm{NRI_t} \leq 0$ จะได้ $\mathrm{VFC_t} = 0$ ซึ่งหมายความว่าเส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุดจะอยู่ที่ระดับเก็บกักปกตินั่นเอง

(1.2.2) วิเคราะห์การแจกแจงความน่าจะเป็นของ $\mathrm{NRI_t}$ ตาม**รูปที่ 3-14**



รูปที่ 3-14 การแจกแจงความน่าจะเป็นของ $\mathrm{NRI_t}$

(1.2.3) กำหนดค่าความเสี่ยง (Risk) ที่ต้องการเพื่อคำนวณค่า $\mathbf{VFC_t}$ โดยค่าความเสี่ยงจะเป็นส่วนกลับของรอบปีการเกิดซ้ำ (Return Period, Tr) ดังนี้ คือ

$$\text{Risk} = \frac{1}{\text{Tr}} = \text{Prob}(x \geq x_{\text{Tr}}) \qquad (6)$$

(1.2.4) พล๊อตค่า $\mathbf{VFC_t}$ โดยอ้างอิงกับระดับน้ำเก็บกักปกติ Normal Pool Level) ของอ่างเก็บน้ำจะได้เส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุดที่ต้องการที่ค่าความเสี่ยงต่างๆ

2) ระดับเก็บกักต่ำสุด (Lower Rule Curve)

(2.1) แนวคิดในการสร้างเส้นระดับเก็บกักต่ำสุด

เส้นระดับเก็บกักต่ำสุด (Lower Rule Curve, LRC) เป็นระดับน้ำในอ่างที่ควรรักษาไว้เพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำในอนาคต หรือความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำในอนาคตอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ดังนี้

$$\text{Prob}(\text{VBUF}_t + \textstyle\sum_{i=t}^{D} \text{NRI}_t < 0) < \text{Risk}) \quad \text{เมื่อ} \quad \textstyle\sum_{i=t}^{D} NRT_t < 0 \quad \text{หรือ}$$

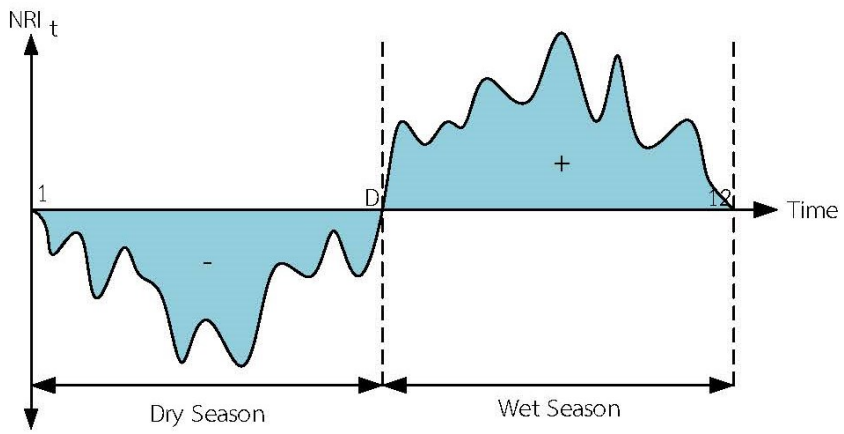
$$\text{Prob}(-\textstyle\sum_{i=t}^{D} \text{NRI}_t > \text{VBUF}_t) < \text{Risk} \qquad (7)$$

เมื่อกำหนดให้ $\mathbf{VBUF_t}$ คือ ปริมาณน้ำในอ่างที่ควรรักษาระดับไว้ (Buffer Storage Volume) และ D เป็นเดือนที่สิ้นสุดฤดูแล้ง

(2.2) วิธีการสร้างเส้นระดับเก็บกักน้ำต่ำสุด

(2.2.1) เลือกข้อมูลที่ทำการตรวจสอบคุณสมบัติทางสถิติแล้วคำนวณหาปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างสุทธิ $(\mathbf{NRI_t})$

(2.2.2) วิเคราะห์หาช่วงฤดูฝน (Wet Season) และช่วงฤดูแล้ง (Dry Season) โดยอาศัยหลักเกณฑ์ตาม**รูปที่ 3-15**



รูปที่ 3-15 เกณฑ์การวิเคราะห์หาช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง

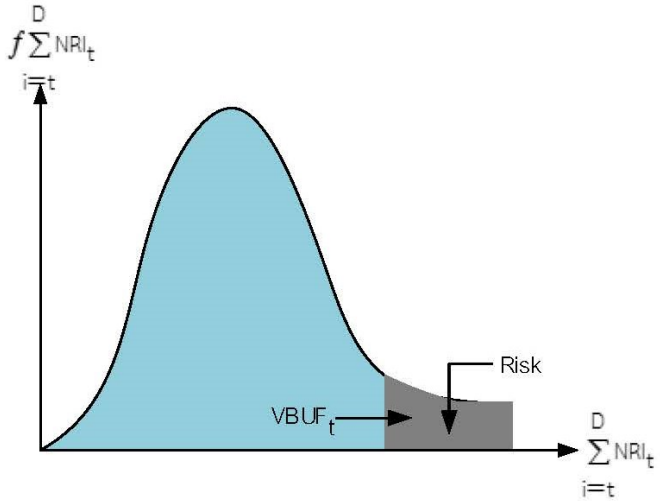
ในที่นี้กำหนดให้ช่วงฤดูฝนจะเริ่มจากเดือนแรกที่ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง (Reservoir Inflow) มากกว่าปริมาณน้ำที่ไหลออกจากอ่าง (Reservoir Outflo) หลังจากที่มีช่วงเวลาติดต่อกันหลายเดือนที่ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างน้อยกว่าปริมาณน้ำไหลออกจากอ่างหรือ $\mathbf{NRI_t > 0}$ ในขณะที่ช่วงฤดูแล้งจะเริ่มจากเดือนแรกที่ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างน้อยกว่าปริมาณน้ำที่ไหลออกจากอ่าง หรือ $\mathbf{NRI_t \leq 0}$

ในช่วงฤดูฝนซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างสูงนั้นเส้นระดับเก็บกักน้ำต่ำสุดจะถูกกำหนดให้อยู่ที่ระดับเก็บกักต่ำสุด (Minimum Pool Level) หมายความว่าถ้ามีความจำเป็นต้องปล่อยน้ำออกจากอ่างในช่วงเวลาดังกล่าวจะสามารถระบายน้ำได้ถึงระดับเก็บกักต่ำสุด ทั้งนี้เนื่องจากคาดว่าจะมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างตลอดช่วงฤดูฝน ในช่วงฤดูแล้งซึ่งปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างน้อยนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีน้ำส่วนหนึ่งสำรองไว้ในอ่าง ($\mathrm{VBUF_t}$) เพื่อให้มีน้ำเพียงพอกับความต้องการตลอดช่วงฤดูแล้ง $\sum_{i=t}^{D} \mathrm{NRI_t}$

(2.2.3) คำนวณหา $\sum_{i=t}^{D} \mathrm{NRI_t}$ เมื่อ t = 1, 2, 3,..., D-1, D

(2.2.4) วิเคราะห์การแจกแจงความน่าจะเป็นของ $\sum_{i=t}^{D} \mathrm{NRI_t}$

เมื่อ t = 1, 2, 3,..., D-1, D จะได้ $\int \sum_{i=1}^{D} \mathrm{NRI_t}$, $\int \sum_{i=2}^{D} \mathrm{NRI_t}$, $\int \sum_{i=3}^{D} \mathrm{NRI_t}$,..., $\int \sum_{i=D-1}^{D} \mathrm{NRI_t}$, $\int \sum \mathrm{NRI_t}$ ตาม**รูปที่ 3-16**



รูปที่ 3-16 การแจกแจงความน่าจะเป็นของ $\sum_{i=t}^{D} \mathrm{NRI_t}$

(2.2.5) กำหนดค่าความเสี่ยงที่ต้องการเพื่อคำนวณค่า $\mathrm{VBUF_t}$

(2.2.6) พล๊อตค่า $\mathrm{VBUF_t}$ โดยอ้างอิงกับระดับน้ำเก็บกักต่ำสุดของอ่างเก็บน้ำจะได้เส้นระดับเก็บกักน้ำต่ำสุดที่ต้องการที่ค่าความเสี่ยงต่างๆ

3.11 เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบ Hedging (Hedging Rules)

เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบ Hedging เสนอเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำที่พยายามลดการส่งน้ำในบางช่วงเวลาเพื่อเก็บกักน้ำไว้ใช้ในช่วงเวลาถัดไป แม้ว่าปริมาณน้ำเก็บกักที่มีอยู่ในอ่างเก็บน้ำจะสามารถตอบสนองต่อปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายได้อย่างเต็มศักยภาพก็ตาม อาจกล่าวได้ว่าเกณฑ์การปฏิบัติการแบบ Hedging เป็นความพยายามที่จะลดปัญหาการขาดน้ำอย่างรุนแรงที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต ด้วยการกระจายการขาดน้ำในเวลาปัจจุบันล่วงหน้า ซึ่งเหมาะอย่างยิ่งสำหรับระบบที่มีความต้องการใช้น้ำสูง แต่ประสบปัญหาในด้านความผันแปรของข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ (Neelakantan & Pundarikanthan, 2000; Onoz et al., 2005; Shiau, 2003) โดยทั่วไปแล้วเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบ Hedging จะปรากฏในรูปแบบต่าง ๆ ดังแสดงใน**รูปที่ 3-17** (Draper &Lund, 2004) ดังนี้ คือ

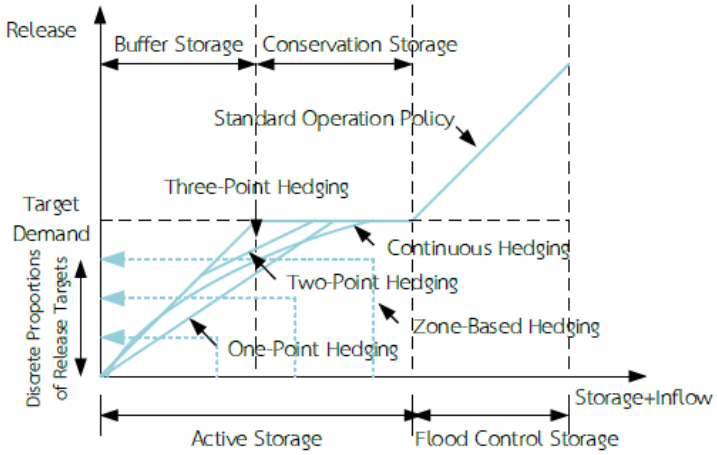
1) One-Point Hedging การปล่อยน้ำจะเริ่มต้นจากจุดกำเนิดและจะเพิ่มขึ้นในลักษณะเส้นตรงที่มีความชันน้อยกว่า 1 จนกระทั่งไปตัดเส้นระดับเป้าหมายของการปล่อยน้ำ

2) Two-Point Hedging เป็นเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำแบบ Hedging ที่มีลักษณะเป็นเส้นตรงตัดผ่านจุดตัด 2 จุด คือ จุดแรกจะอยู่สูงกว่าจุดกำเนิดขึ้นไปและอยู่บนเส้นนโยบายการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบมาตรฐานในช่วงที่เกิดการขาดน้ำ และจุดที่สองจะเป็นจุดตัดที่อยู่บนเส้นระดับเป้าหมายของการปล่อยน้ำ โดยเส้นตรงที่ตัดผ่านนี้จะมีความชันน้อยกว่า 1

3) Three-Point Hedging เป็นเกณฑ์ที่เพิ่มจุดตรงกลางขึ้นอีกหนึ่งจุดจากเกณฑ์การปฏิบัติงานแบบ Two-Point Hedging

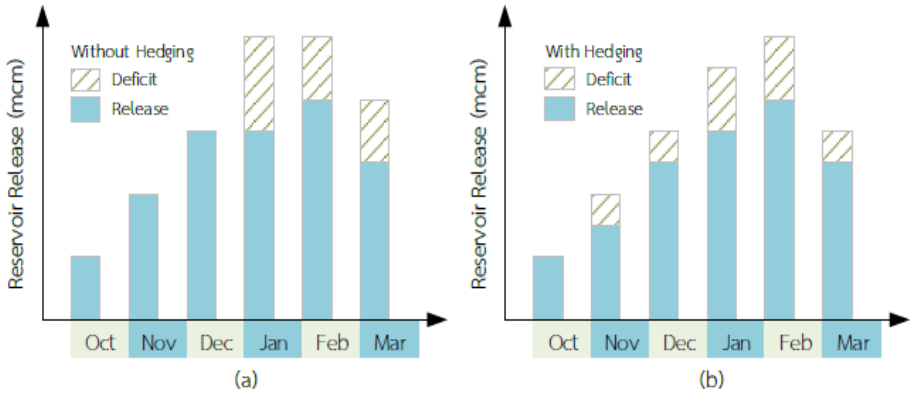
4) Continuous Hedging สัดส่วนความชันของเกณฑ์การปฏิบัติอ่างเก็บน้ำในรูปแบบนี้จะมีลักษณะต่อเนื่อง

5) Multiple/Zone-Based Hedging กำหนดสัดส่วนการปล่อยน้ำในแต่ละโซนเก็บกักเทียบกับปริมาณความต้องการน้ำตามเป้าหมายของระบบในลักษณะของสัดส่วนการปล่อยน้ำแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Proportion)



รูปที่ 3-17 นโยบายการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำแบบ Hedging
ที่มา : Draper & Lund (2004)

วัตถุประสงค์หลักของเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบ Hedging ก็คือการกระจายการขาดน้ำล่วงหน้าอย่างสม่ำเสมอเพื่อลดความรุนแรงของการขาดน้ำ ณ เวลาปัจจุบันลง กล่าวคือยอมที่จะให้เกิดการขาดน้ำครั้งละน้อย ๆ ได้เพื่อลดโอกาสความน่าจะเป็นของการขาดน้ำรุนแรงหรือผลิตพลังงานไฟฟ้าได้น้อยลง ดังแสดงผลกระทบของการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเพื่อการชลประทานและจัดหาน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคแบบไม่ใช้และใช้เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบ Hedging ใน**รูปที่ 3-18 (a)** และ**รูปที่ 3-18 (b)** จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำที่ปล่อยทั้งหมดจากอ่างเก็บน้ำและปริมาณการขาดน้ำทั้งหมดยังคงมีค่าเท่ากันอย่างไรก็ดีผลจากการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำโดยไม่ใช้เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบ Hedging ทำให้ปริมาณการขาดน้ำสูงสุดเกิดขึ้นในเดือนมกราคม รองลงมาเกิดขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม ซึ่งผู้ปฏิบัติงานสามารถกระจายการขาดน้ำล่วงหน้าในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคมโดยอาศัยเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบ Hedging ส่งผลให้ความรุนแรงของการขาดน้ำในเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ลดความเสียหายน้อยลง ถึงแม้ว่าปริมาณการขาดน้ำทั้งหมดยังคงเท่าเดิมก็ตาม (Jain & Singh, 2003)



รูปที่ 3-18 แนวทางการปล่อยน้ำด้วยเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบ Hedging
ที่มา : Jain & Singh (2003)

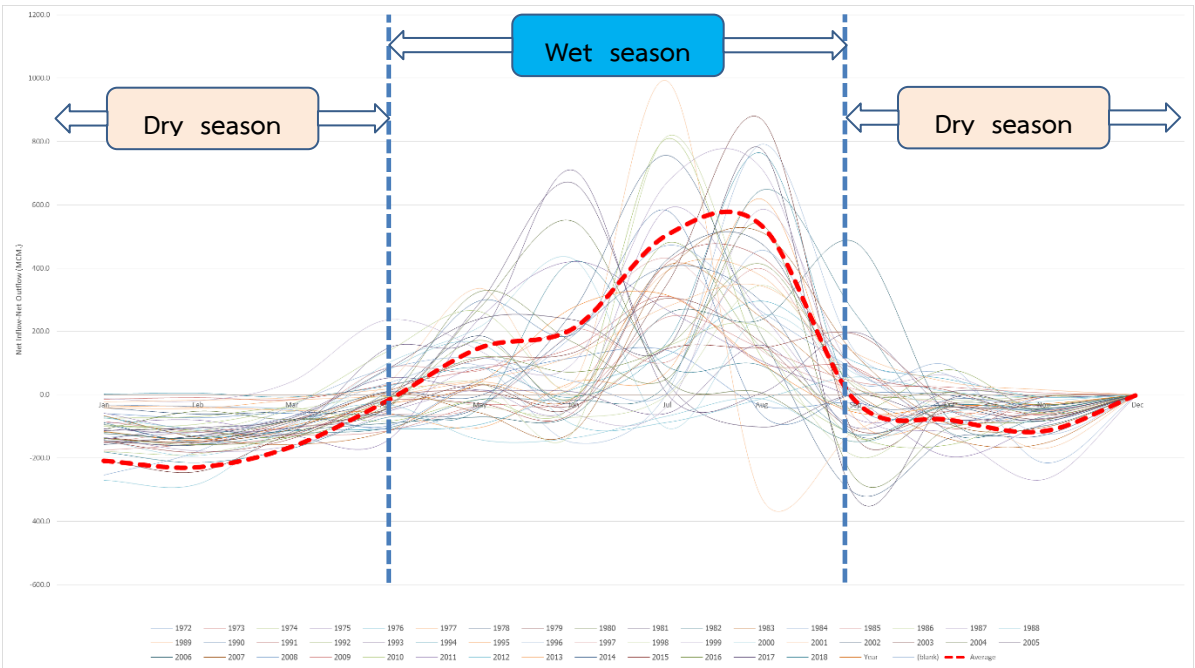
3.12 วิเคราะห์เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยวิธี Vacancy Minimum Storage Requirement Rule Curve

1) คำนวณหาปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างส่วนเกิน (Surplus Inflow, V) โดยหาจากปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างสุทธิลบด้วยปริมาณน้ำระบายสุทธิ

Surplus Inflow = Total Inflow-Total Outflow

2) คำนวณหาปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างส่วนเกินสะสม

3) นำค่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างส่วนเกิน (Surplus Inflow, V) ไปวิเคราะห์ช่วงฤดูกาลของอ่างเก็บน้ำแต่ละอ่าง ตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 3-19 ซึ่งจะกำหนดว่าจะเก็บน้ำให้เต็มอ่างหลังสิ้นสุดฤดูฝนช่วงไหน และสำรองน้ำต่ำสุดในช่วงเวลาสิ้นสุดฤดูแล้งช่วงใด



รูปที่ 3-19 แสดงการวิเคราะห์ช่วงฤดูกาลของอ่างเก็บน้ำจากปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างส่วนเกิน

4) คำนวณหาปริมาตรของอ่างที่จะต้องสำรองไว้ใช้เก็บกักน้ำที่ไหลเข้าอ่างส่วนเกินโดยนำค่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างส่วนเกินสะสม ลบด้วยปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกักปกติของอ่างเก็บน้ำ หากผลรวมของปริมาตรว่างที่ต้องการในเดือนก่อนหน้านั้นกับปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างส่วนเกินในเดือนปัจจุบันเป็นลบ ค่าปริมาตรว่างที่ต้องการจะสำรองไว้รองรับปริมาณน้ำส่วนเกินจะเท่ากับศูนย์ แต่หากผลรวมของปริมาตรว่างที่ต้องการในเดือนก่อนหน้านั้นกับปริมาตรน้ำไหลเข้าอ่างส่วนเกินเดือนปัจจุบันมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ ค่าปริมาตรว่างที่ต้องการจะสำรองไว้รองรับปริมาณน้ำส่วนเกินจะเท่ากับผลรวมของปริมาตรว่างที่ต้องการในเดือนก่อนหน้านั้นกับปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างส่วนเกินในเดือนปัจจุบัน

5) พล็อตปริมาตรของอ่างที่จะต้องสำรองไว้ใช้เก็บกักน้ำที่ไหลเข้าอ่างส่วนเกินจะได้เส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุด (URC)

6) คำนวณหาปริมาณน้ำที่ขาดแคลนของอ่าง (Surplus Outflow) โดยหาจากปริมาณน้ำระบายสุทธิลบด้วยปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างสุทธิ

Surplus Outflow = Total Outflow - Total Inflow

7) คำนวณหาปริมาณน้ำที่ขาดแคลนสะสม

8) คำนวณหาปริมาณน้ำที่จำเป็นต้องเก็บกักเพิ่มเติมในช่วงฤดูแล้ง โดยนำค่าปริมาณน้ำที่ขาดแคลนสะสมบวกด้วยปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกักต่ำสุดของอ่างเก็บน้ำ

9) พล็อตค่าปริมาณน้ำที่จำเป็นต้องเก็บกักเพิ่มเติมในช่วงฤดูแล้งจะได้เส้นระดับเก็บกักน้ำต่ำสุด (LRC)

3.13 วิเคราะห์เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยวิธี Probability Based Rule Curves

หลังจากวิเคราะห์เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยวิธี Vacancy Minimum Storage Requirement Rule Curve แล้วนั้น ในขั้นตอนนี้จะทำการกำหนดความเสี่ยงที่สอดคล้องกับเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยวิธี Vacancy Minimum Storage Requirement Rule Curve โดยอาศัยวิธี Probability Based Rule Curves ดังนี้

1) คำนวณหาปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างสุทธิ (Net Reservoir Inflow Volume, NRI_t)

NRI = Net Inflow - Net Outflow

2) คำนวณหาปริมาตรสำรองเพื่อการป้องกันน้ำท่วม (Flood Control Reserve Volume, VFCt);

NRIt > 0, VFCt = NRIt และ NRIt > 0, VFCt = 0

3) วิเคราะห์การแจกแจงความน่าจะเป็นของ NRI_t, โดยอาศัยฟังก์ชันการแจกแจงทางสถิติ เช่น Gumbel/Normal Distribution Function เป็นต้น

4) กำหนดค่าความเสี่ยง (Risk) เพื่อคำนวณค่า VFC_t ที่รอบปีเกิดซ้ำใด ๆ โดยคำนวณจากสมการ

$$Risk = 1/Tr = Prob\,(X >= X_{Tr})$$

จากนั้นจึงปรับเส้น URC และ LRC ที่ได้จากวิธี Vacancy Minimum Storage Requirement Rule Curve

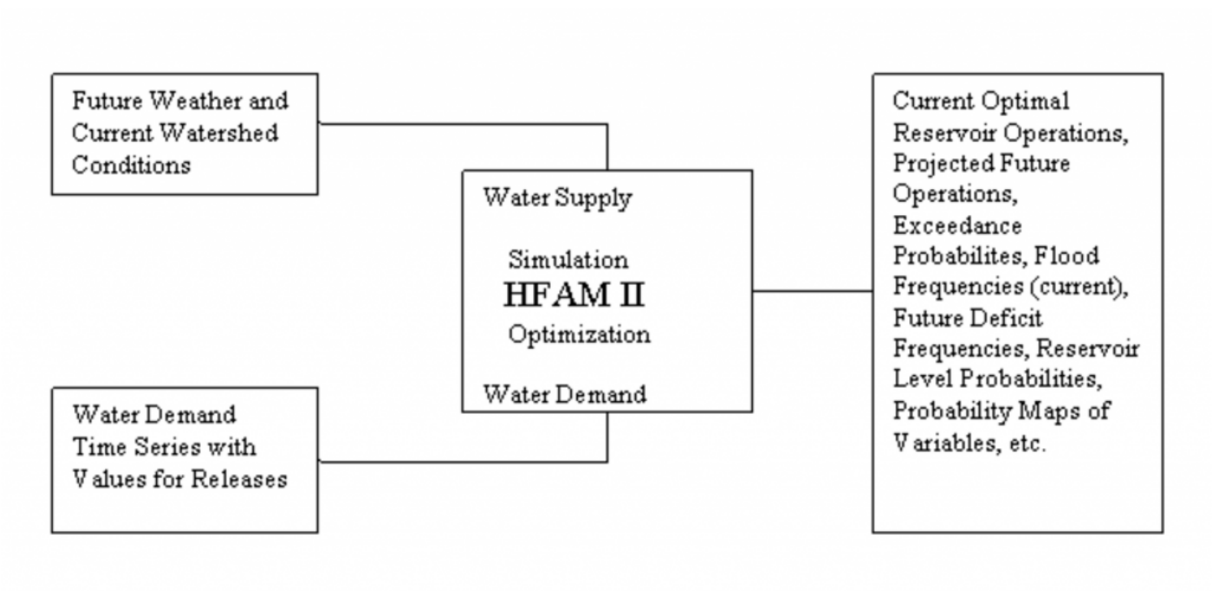
3.14 วิเคราะห์เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำโดยพิจารณาเงื่อนไขการบริหารจัดการน้ำ

หลังจากวิเคราะห์เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยวิธี Vacancy Minimum Storage Requirement Rule Curve และวิธี Probability Based Rule Curves แล้วนั้น จำเป็นที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมกันกับเงื่อนไขในการบริหารจัดการน้ำ ได้แก่ การวิเคราะห์อัตราการระบายท้ายน้ำสูงสุด ในแต่

ละช่วงที่ไม่ทำให้เกิดผลกระทบด้านท้ายน้ำ การพิจารณาเงื่อนไขการสูบผันน้ำ รวมไปถึงข้อตกลงของกลุ่มผู้ใช้น้ำ (JMC) และยังมีการจัดประชุมทางไกลกับพื้นที่เพื่อรับฟังความเห็นเพิ่มเติม ซึ่งขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนสำคัญ เพื่อปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำให้มีความสอดคล้องกับสภาพพื้นที่และสถานการณ์ในพื้นที่

3.15 เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบพลวัต (Dynamic Rule Curve)

บริษัท Hydro Comp ได้เสนอแนวคิด dynamic rule curve ว่าขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศในอนาคตและสภาพลุ่มน้ำในปัจจุบัน จึงได้พัฒนาแบบจำลอง **HFAM II** เพื่อใช้ในการหาเกณฑ์การบริหารจัดการน้ำ dynamic rule curve ขึ้น ตามกระบวนการหาดังรูปที่ 3-20



รูปที่ 3-20 กระบวนการหา dynamic rule curve ของ Hydro Comp, Inc.

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) (2556) เสนอผลการวิจัยเรื่องแนวทางที่ถูกต้องในการบริหารจัดการอุทกภัยลุ่มน้าเจ้าพระยา ฉบับ วสท. เสนอให้ทำการปรับปรุงเกณฑ์การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำปัจจุบันที่ใช้เกณฑ์บริหารจัดการน้ำแบบคงที่ (static rule curve) เป็นเกณฑ์บริหารจัดการน้ำแบบพลวัต (dynamic rule curve) ตามสภาพน้ำของแต่ละปี คือ ปีน้ำมาก ปีน้ำน้อย และปีน้ำเฉลี่ย หรืออาจมีการพัฒนาเกณฑ์บริหารจัดการน้ำในภาวะอุทกภัย รวมทั้งมีการปรับแนวทางการบริหารจัดการตลอดช่วงเวลาที่มีความเสี่ยงจากอุทกภัย ตามผลการทำนายทิศทางของปริมาณฝนและน้ำท่า อนึ่งการบริหารจัดการเขื่อนนั้นต้องเป็นลักษณะการบริหารร่วมกันหลายเขื่อน คือ เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนแควน้อยฯ และเขื่อนป่าสักฯ เพื่อประมวลผลในภาพรวมไม่ใช่พิจารณาแยกเป็นรายเขื่อน ทั้งนี้ควรพัฒนา scenarios เพื่อการบริหารจัดการเขื่อนที่ครอบคลุมมากที่สุด เพื่อทำให้สามารถใช้งานจริงในยามเกิดอุทกภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการบริหารจัดการเขื่อนทั้งหมดต้องมีการประชุมคณะกรรมการ บริหารจัดการตามความจำเป็นของสถานการณ์ (รายเดือนหรือรายสัปดาห์) รวมทั้งมีการบูรณาการระหว่างการบริหารความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยและการขาดแคลนน้ำไม่ใช่บริหารในรูปแบบเดียวกันทุกปี การบริหารจัดการที่ผ่านมาหลายครั้งเป็นการแยกส่วนระหว่างอุทกภัยและการขาดแคลนน้ำ

วราวุธ วุฒิวณิชย์ และคณะ (2557) ได้ทำการศึกษาการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำเพชรบุรีแบบบูรณาการ พบว่า การบริหารจัดการน้ำภายใต้เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำที่มีลักษณะคงที่ จะทำให้การใช้น้ำไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้น ควรปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแก่งกระจานให้มีลักษณะเป็นแบบพลวัตเพื่อเหมาะสมกับสภาพการใช้น้ำและปริมาณฝนในปัจจุบัน เนื่องจากเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำที่ใช้ใน

ปัจจุบันไม่รองรับลักษณะการใช้น้ำภายในลุ่มน้ำเพชรบุรีที่เปลี่ยนแปลงไป ขอบเขตบนของเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำสามารถรองรับการใช้น้ำได้เพียงพอเมื่อมีปริมาณฝนตกไม่น้อยกว่า 1,100 มม. ดังนั้นควรจะมีการปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้น้ำปัจจุบัน อีกทั้ง Rule Curve ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ถูกกำหนดให้มีค่าคงที่ในแต่ละเดือนในทุก ๆ ปี คือ มีลักษณะเป็น Static Rule Curve ซึ่งไม่สอดคล้องกับสภาพฝนที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละปี อาจทำให้เกิดภาวะการณ์ขาดน้ำได้ เนื่องจากการระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำเพื่อควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำให้เป็นไปตาม Rule Curve ดังนั้นถ้าสามารถปรับเปลี่ยนเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำให้เป็นพลวัต (Dynamic Rule Curve) คือเปลี่ยนแปลงค่าตามสภาพปัจจุบัน น่าจะช่วยบรรเทาปัญหาการขาดแคลนน้ำให้เหมาะสมกับสถานการณ์น้ำมากขึ้น

ในการประชุมคณะอนุกรรมการวิเคราะห์ติดตามสถานการณ์และการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำครั้งที่ 2 วันพุธที่ 1 พฤษภาคม 2562 ณ ห้องประชุม 301 ตึกบัญชาการ 1 ทำเนียบรัฐบาล ได้สั่งการให้หน่วยงานประกาศใช้งานเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบพลวัต (Dynamic Rule Curve) ในฤดูฝนปี 2562 ซึ่ง ดร.สมเกียรติ ประจำวงษ์ เลขาธิการสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.) กล่าวว่าการบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ขนาดกลาง ภายใต้ความรับผิดชอบของกรมชลประทาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย กรมทรัพยากรน้ำ และกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน เป็นเรื่องสำคัญที่ สทนช. ได้ดำเนินการปรับปรุงเกณฑ์ใหม่ เพื่อเป็นคู่มือให้หน่วยงานดังกล่าวทยอยใช้บริหารจัดการน้ำตั้งแต่ ปี 2562 เดิมทีเกณฑ์การบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนขนาดใหญ่และขนาดกลาง อาศัยสถิติปริมาณน้ำย้อนหลังหลายสิบปีมาเป็นค่าเฉลี่ย เพื่อกำหนดเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) ทั้งในกรณีน้ำมากและน้ำน้อย ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ค่อนข้างตายตัว อาจเหมาะสมกับในช่วงระยะเวลาก่อน ๆ ที่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไม่มากนัก การใช้ประโยชน์ที่ดินและการขยายตัวของชุมชนก็ไม่มากเท่าปัจจุบัน แต่เกณฑ์ใหม่ที่เพิ่มเติม คือ อาศัยข้อมูลสถิติ เงื่อนไขการใช้น้ำ ขีดความสามารถในการรองรับของลำน้ำด้านท้ายน้ำที่เป็นปัจจุบัน บวกด้วยเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบระยะสั้น (Dynamic Rule Curve) ของปีนั้น ๆ ตามการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศซึ่งเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทุกปี

ทั้งนี้ เกณฑ์การบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำมีความยืดหยุ่นและสอดคล้องกับสภาพที่เป็นจริงในทุกมิติมากขึ้น ทำให้การบริหารจัดการน้ำมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เก็บกักน้ำต้นทุนได้ดียิ่งขึ้น เช่นเดียวกับมีส่วนช่วยให้ประหยัดการใช้น้ำ ภายใต้การบริหารจัดการน้ำเกณฑ์ใหม่ ยังมีวัตถุประสงค์เพิ่มเติมอีกประการ คือ การบริหารจัดการน้ำในฤดูฝนเพื่อให้มีน้ำใช้ถึงฤดูแล้งไปจนถึงฝนทิ้งช่วงในฤดูฝนยาวถึง 2-3 เดือน แต่ก่อนการบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำเราอาจเพื่อช่วงฝนทิ้งช่วงในฤดูฝน 1 เดือน แต่สภาพการณ์ที่เป็นอยู่อาจต้องยาว 3-4 เดือน เป็นการลดผลกระทบการเพาะปลูกในฤดูฝนที่อาจมีฝนทิ้งช่วงการปรับปรุงเกณฑ์บริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำ จึงเป็นการบริหารจัดการน้ำแบบประณีต ยืดหยุ่นสูง และได้ประโยชน์มากขึ้นต่อทุกฝ่าย เป็นการทำงานในเชิงรุกของ สทนช. ท่ามกลางปัญหาน้ำที่มีความเปราะบางกว่าในอดีตมาก

3.16 ขั้นตอนการวิเคราะห์เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบพลวัต (Dynamic Rule Curve)

1) รวบรวมข้อมูลด้านการบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำ เช่น ปริมาณน้ำไหลลงอ่าง ปริมาณน้ำระบายรายเดือนย้อนหลัง รวบรวมแผนการระบายน้ำในปีนั้นๆ

2) คาดการณ์ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำตลอดทั้งปีนั้น ๆ โดยจะอาศัยการคาดการณ์ปริมาณฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยาและสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้ปริมาณฝนเทียบเคียงปี 2550 ตามประกาศของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน)

3) นำข้อมูลเข้าโปรแกรมการจำลองการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Simulation) เป็นโปรแกรมช่วยจำลองสภาพปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆโดยใช้หลักสมดุลของน้ำในอ่างเก็บน้ำ

4) สร้างเกณฑ์แนะนำการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำหรือเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบพลวัต (Dynamic Rule Curve) จากผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำตามแบบจำลองการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Simulation)

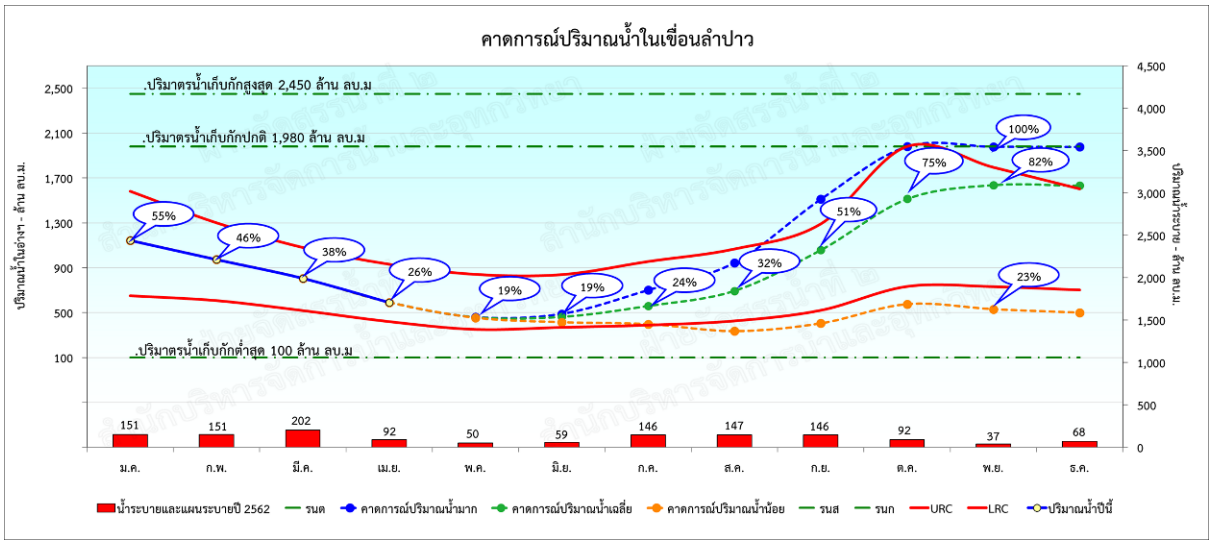
บทที่ 4

การบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำลำปาว
ด้วยเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบพลวัต (Dynamic Operation Curve)

4.1 แผนการจัดสรรน้ำ

การจัดทำแผนการจัดสรรน้ำฤดูฝน ปี 2562 ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว ได้ปฏิบัติตามแนวทางที่กรมชลประทานกำหนด คือ ในฤดูฝนจะวางแผนให้เกษตรกรทำการเพาะปลูกพืชเต็มพื้นที่ชลประทานโดยใช้น้ำฝนเป็นหลัก จะทำการบริหารจัดการน้ำให้พื้นที่ที่เพาะปลูกแล้วสามารถทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้อย่างน้อยหนึ่งครั้งในฤดูฝน กรณีที่มีปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ไม่เพียงพอจะทำการส่งน้ำชลประทานเสริมให้เป็นครั้งคราว ให้ความสำคัญกับการจัดสรรน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและการรักษาระบบนิเวศให้เพียงพอตลอดทั้งปีและกักเก็บน้ำฝนไว้ในอ่างเก็บน้ำให้ได้มากที่สุด

ก่อนเข้าสู่ฤดูฝนได้ดำเนินการการคาดการณ์ปริมาณน้ำที่จะมีอยู่ในเขื่อนลำปาวแต่ละเดือนจนสิ้นสุดฤดูฝนเป็น 3 กรณี คือ กรณีน้ำมาก กรณีน้ำน้อย และกรณีน้ำเฉลี่ย มีผลการคาดการณ์ดังรูปที่ 4-1 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาวได้ใช้ผลการคาดการณ์กรณีน้ำเฉลี่ยมาวางแผนการปลูกพืชและแผนการใช้น้ำฤดูฝน ในระหว่างที่ยังไม่ทราบผลการคาดการณ์สภาพอากาศที่ชัดเจนจากกรมอุตุนิยมวิทยาและสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ องค์การมหาชน (สสน.) ซึ่งแผนการปลูกพืชและแผนการจัดสรรน้ำของโครงการจะสอดคล้องกับแนวทางที่กรมชลประทานกำหนดไว้ ดังตารางที่ 4-1 และ ตารางที่ 4-2



รูปที่ 4-1 การคาดการณ์ปริมาณน้ำอ่างเก็บน้ำลำปาวปี 2562

ตารางที่ 4-1 แผนการจัดสรรน้ำ และเพาะปลูกพืชฤดูฝนในเขตชลประทาน ปี 2562 (รายโครงการ)

สชป./โครงการ	พื้นที่ชลประทาน (ไร่)	ปริมาณน้ำ (ล้าน ม.^{3})						พื้นที่คาดการณ์ (ไร่)										แนะนำระยะเวลาการปลูกพืช (เดือน)
		เกษตร	อุปโภค-บริโภค	อุตสาห-กรรม	ระบบนิเวศน์	อื่นๆ	รวมปริมาณน้ำ	ข้าวนาปี	พืชไร่	พืชผัก	อ้อย	ไม้ผล	ไม้ยืนต้น	บ่อปลา	บ่อกุ้ง	อื่นๆ	รวมพื้นที่คาดการณ์	
สำนักงานชลประทานที่ 4																		
โครงการชลประทานกำแพงเพชร	972,390.00	990.32	0.80	0	0	0	991.12	627,680.00	0	0	288,884.00	34,954.00	0	0	0	20,872.00	972,390.00	พื้นที่ตอนเริ่มเมื่อกรมอุตุฯประกาศเข้าสู่ฤดูฝน
โครงการชลประทานสุโขทัย	343,295.00	348.17	10.26	0	5.00	2.00	365.43	191,700.00	0	0	23,319.00	42.00	342.00	0	0	0	215,403.00	พื้นที่ตอนเริ่มเมื่อกรมอุตุฯประกาศเข้าสู่ฤดูฝน
โครงการชลประทานตาก	87,760.00	76.04	0	0	0	0	76.04	65,860.00	12,300.00	500.00	0.00	3,300.00	5,800.00	0	0	0	87,760.00	พื้นที่ตอนเริ่มเมื่อกรมอุตุฯประกาศเข้าสู่ฤดูฝน
โครงการชลประทานแพร่	81,129.00	96.75	0.55	0	0	29.60	126.89	67,718.00	0	0	0	0	0	0	0	0	67,718.00	พื้นที่ตอนเริ่มเมื่อกรมอุตุฯประกาศเข้าสู่ฤดูฝน
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่ยม	197,062.00	385.00	0	0	0	0	385.00	180,000.00	5,700.00	500.00	0	800.00	2,000.00	800.00	0	6,200.00	196,000.00	พื้นที่ตอนเริ่มเมื่อกรมอุตุฯประกาศเข้าสู่ฤดูฝน
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสุโขทัย	68,437.00	38.17	0	0	0	0	38.17	18,419.00	1,473.00	139.00	24,338.00	4,393.00	2,612.00	0	0	459.00	51,833.00	พื้นที่ตอนเริ่มเมื่อกรมอุตุฯประกาศเข้าสู่ฤดูฝน
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง	550,688.00	369.50	0	0	0	0	369.50	271,421.00	3,656.00	2,033.00	75,791.00	7,925.00	639.00	0	0	0	361,465.00	พื้นที่ตอนเริ่มเมื่อกรมอุตุฯประกาศเข้าสู่ฤดูฝน
รวม	**2,300,761.00**	**2,303.95**	**11.61**	**0.00**	**5.00**	**31.60**	**2,352.15**	**1,422,798.00**	**23,129.00**	**3,172.00**	**412,332.00**	**51,414.00**	**11,393.00**	**800.00**	**0.00**	**27,531.00**	**1,952,569.00**	
สำนักงานชลประทานที่ 5																		
โครงการชลประทานอุดรธานี	27,019.00	17.68	0.33	0	0	0	18.01	24,863.00	448.00	202.00	0	18.00	1,106.00	359.00	0	0	26,996.00	ปลายเดือนมิถุนายน
โครงการชลประทานหนองคาย	20,517.00	6.93	1.51	0.03	0.71	18.40	27.58	13,177.00	40.00	0.00	1,007.00	103.00	3,116.00	618.00	0	0	18,061.00	ปลายเดือนมิถุนายน
โครงการชลประทานหนองบัวลำภู	0.00	0.00	1.27	0	0	0	1.28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	-
โครงการชลประทานสกลนคร	130,790.00	96.54	1.90	0	0	0.04	98.48	117,816.00	0	0	0	0	0	287.00	0	0	118,103.00	ปลายเดือนมิถุนายน
โครงการชลประทานเลย	22,185.00	15.92	4.88	0	0	9.93	30.72	11,465.00	81.00	5.00	771.00	868.00	10.00	35.00	0	0	13,235.00	ปลายเดือนมิถุนายน
โครงการชลประทานบึงกาฬ	1,472.00	0.59	0.28	0	0	0	0.86	1,314.00	0.00	3.00	0	0	46.00	32.00	0	77.00	1,472.00	ปลายเดือนมิถุนายน
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำอูน	239,799.00	96.35	1.03	0	0	0	97.38	232,999.00	0	0	0	4,197.00	0	2,603.00	0	0	239,799.00	ปลายเดือนมิถุนายน
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาห้วยหลวง	87,000.00	20.71	17.56	0.77	1.01	21.03	61.09	78,900.00	0	0	0	0	0	2,000.00	0	0	80,900.00	ปลายเดือนมิถุนายน
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาห้วยโมง	54,000.00	19.35	0.86	0	0	0	20.21	47,550.00	0	0	282.00	0	1,090.00	770.00	0	0	49,692.00	ปลายเดือนมิถุนายน
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษากุมภวาปี	39,531.00	15.12	5.84	1.43	1.00	263.29	286.68	36,382.00	0	0	0	68.00	0	138.00	0	0	36,588.00	ปลายเดือนมิถุนายน
ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพาน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ	16,000.00	3.75	0	0	0	0	3.75	5,802.00	0	0	0	0	0	46.00	0	0	5,848.00	ปลายเดือนมิถุนายน
รวม	**638,313.00**	**292.92**	**35.47**	**2.24**	**2.72**	**312.68**	**646.04**	**570,268.00**	**569.00**	**210.00**	**2,060.00**	**5,254.00**	**5,368.00**	**6,888.00**	**0.00**	**77.00**	**590,694.00**	
สำนักงานชลประทานที่ 6																		
โครงการชลประทานขอนแก่น	16,776.00	8.28	0.36	0	0	0	8.64	15,473.00	0	0	1,273.00	0	0	30.00	0	0	16,776.00	ปลายเดือนมิถุนายน
โครงการชลประทานมหาสารคาม	51,120.00	49.27	7.51	1.76	0	0	58.54	49,919.00	0	0	1,154.00	0	0	47.00	0	0	51,120.00	ปลายเดือนมิถุนายน
โครงการชลประทานกาฬสินธุ์	91,362.00	106.71	5.67	2.10	0	0	114.48	81,458.00	0	61.00	490.00	0	428.00	401.00	0	0	82,838.00	ปลายเดือนมิถุนายน
โครงการชลประทานร้อยเอ็ด	76,453.00	25.72	0.24	0	0	2.44	28.40	75,704.00	0	0	0	0	0	749.00	0	0	76,453.00	ปลายเดือนมิถุนายน
โครงการชลประทานชัยภูมิ	30,267.00	18.48	4.52	0	0.74	0	23.73	24,021.00	50.00	70.00	1,500.00	810.00	60.00	3,756.00	0	0	30,267.00	ปลายเดือนมิถุนายน
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาหนองหวาย	264,020.00	330.23	12.42	18.72	92.00	14.72	468.09	252,775.00	87.00	251.00	3,009.00	321.00	52.00	6,864.00	0.00	41.00	263,400.00	ปลายเดือนมิถุนายน
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพัฒนาลุ่มน้ำเสียวใหญ่	97,938.00	63.02	2.06	0	0	0	65.08	54,430.00	0	0	0	0	0	396.00	0	0	54,826.00	ปลายเดือนมิถุนายน
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว	306,963.00	419.61	5.88	1.55	121.50	91.00	639.54	301,019.00	0	0	0	0	0	1,543.00	2,915.00	0	305,477.00	ปลายเดือนมิถุนายน
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพรม-เชิญ	65,500.00	53.92	18.70	6.30	17.40	9.90	106.22	45,611.00	110.00	95.00	19,020.00	83.00	29.00	552.00	0	0	65,500.00	ปลายเดือนมิถุนายน
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชีบน	95,324.00	72.72	6.77	6.37	1.10	1.76	88.73	60,300.00	0	0	25,020.00	8.00	0	37.00	0	0	85,365.00	ปลายเดือนมิถุนายน
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชีกลาง	130,593.00	168.09	67.60	0	136.50	0	372.19	128,250.00	0	0	0	0	0	0	0	0	128,250.00	ปลายเดือนมิถุนายน
รวม	**1,226,316.00**	**1,316.06**	**131.73**	**36.79**	**369.24**	**119.82**	**1,973.64**	**1,088,960.00**	**247.00**	**477.00**	**51,466.00**	**1,222.00**	**569.00**	**14,375.00**	**2,915.00**	**41.00**	**1,160,272.00**	

ตารางที่ 4-2 แผนการจัดสรรน้ำรายสัปดาห์จากอ่างเก็บน้ำลำปาว ในช่วงฤดูฝน ปี 2562

สัปดาห์ที่	ช่วงวันที่	ความต้องการน้ำจากอ่าง-ล้าน ม.^{3}						หมายเหตุ
		การเกษตร	อุปโภคบริโภค	อุตสาหกรรม	รักษาระบบนิเวศ	อื่นๆ	รวม	
1	1 พ.ค. 62 - 7 พ.ค. 62	0.81	0.23	0.06	7.00	3.50	11.60	ความต้องการน้ำรายเดือน - ล้าน ลบ.ม.
2	8 พ.ค. 62 - 14 พ.ค. 62	0.45	0.23	0.06	7.00	3.50	11.24	- พฤษภาคม 2562 50.14
3	15 พ.ค. 62 - 21 พ.ค. 62	0.45	0.23	0.06	7.00	3.50	11.24	- มิถุนายน 2562 58.61
4	22 พ.ค. 62 - 28 พ.ค. 62	0.45	0.23	0.06	7.00	3.50	11.24	- กรกฎาคม 2562 145.78
5	29 พ.ค. 62 - 4 มิ.ย. 62	0.50	0.23	0.06	7.00	3.50	11.29	- สิงหาคม 2562 147.16
6	5 มิ.ย. 62 - 11 มิ.ย. 62	0.51	0.23	0.06	7.00	3.50	11.30	- กันยายน 2562 145.58
7	12 มิ.ย. 62 - 18 มิ.ย. 62	0.51	0.23	0.06	7.00	3.50	11.30	- ตุลาคม 2562 92.27
8	19 มิ.ย. 62 - 25 มิ.ย. 62	0.51	0.23	0.06	7.00	3.50	11.30	
9	26 มิ.ย. 62 - 2 ก.ค. 62	15.79	0.23	0.06	6.00	3.50	25.57	**รวมทั้งสิ้น 639.54**
10	3 ก.ค. 62 - 9 ก.ค. 62	21.19	0.23	0.06	3.50	3.50	28.47	
11	10 ก.ค. 62 - 16 ก.ค. 62	24.41	0.23	0.06	3.50	3.50	31.69	
12	17 ก.ค. 62 - 23 ก.ค. 62	27.91	0.23	0.06	3.50	3.50	35.20	
13	24 ก.ค. 62 - 30 ก.ค. 62	31.63	0.23	0.06	3.50	3.50	38.92	
14	31 ก.ค. 62 - 6 ส.ค. 62	22.06	0.23	0.06	3.50	3.50	29.35	
15	7 ส.ค. 62 - 13 ส.ค. 62	23.70	0.23	0.06	3.50	3.50	30.98	
16	14 ส.ค. 62 - 20 ส.ค. 62	27.54	0.23	0.06	3.50	3.50	34.82	
17	21 ส.ค. 62 - 27 ส.ค. 62	28.76	0.23	0.06	3.50	3.50	36.05	
18	28 ส.ค. 62 - 3 ก.ย. 62	27.97	0.23	0.06	3.50	3.50	35.26	
19	4 ก.ย. 62 - 10 ก.ย. 62	28.00	0.23	0.06	3.50	3.50	35.29	
20	11 ก.ย. 62 - 17 ก.ย. 62	27.48	0.23	0.06	3.50	3.50	34.76	
21	18 ก.ย. 62 - 24 ก.ย. 62	26.55	0.23	0.06	3.50	3.50	33.83	
22	25 ก.ย. 62 - 1 ต.ค. 62	23.74	0.23	0.06	3.50	3.50	31.02	
23	2 ต.ค. 62 - 8 ต.ค. 62	20.10	0.23	0.06	3.50	3.50	27.38	
24	9 ต.ค. 62 - 15 ต.ค. 62	16.40	0.23	0.06	3.50	3.50	23.69	
25	16 ต.ค. 62 - 22 ต.ค. 62	12.82	0.23	0.06	3.50	3.50	20.10	
26	23 ต.ค. 62 - 29 ต.ค. 62	9.38	0.23	0.06	3.50	3.50	16.66	
รวมทั้งหมด		**419.61**	**5.88**	**1.55**	**121.50**	**91.00**	**639.54**	

รูปที่ 4-2 ข้อแนะนำในการปลูกข้าวฤดูฝนในเขตชลประทานปี 2562

4.2 วิเคราะห์สถานการณ์ฝนปี 2562

กรมอุตุนิยมวิทยา คาดว่า ฤดูฝนของประเทศไทยปี 2562 จะเริ่มต้นประมาณปลายสัปดาห์ที่ 3 ของเดือนพฤษภาคม 2562 และจะสิ้นสุดประมาณกลางเดือนตุลาคม ปริมาณฝนรวมของทั้งประเทศในช่วงฤดูฝนปีนี้จะน้อยกว่าค่าปกติประมาณร้อยละ 5-10 และจะน้อยกว่าปีที่แล้ว (ปีที่แล้วน้อยกว่าค่าปกติร้อยละ 3) สำหรับช่วงต้นฤดูฝน (ประมาณกลางพฤษภาคม-มิถุนายน) ปริมาณฝนรวมจะต่ำกว่าค่าปกติ ส่วนช่วงกลางฤดูฝน (กรกฎาคม-สิงหาคม) และช่วงปลายฤดูฝน (กันยายน-กลางตุลาคม) ปริมาณฝนรวมส่วนใหญ่จะใกล้เคียงค่าปกติ สำหรับเดือนสิงหาคมและกันยายนเป็นเดือนที่มีฝนตกชุกหนาแน่นที่สุดและมีโอกาสสูงที่จะมีพายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนผ่านประเทศไทยตอนบน ซึ่งจะส่งผลให้มีฝนตกหนักถึงหนักมากในหลายพื้นที่ และอาจจะก่อให้เกิดสภาวะน้ำท่วมฉับพลันน้ำป่าไหลหลากรวมทั้งน้ำล้นตลิ่งได้ในบางแห่ง

ช่วงประมาณปลายเดือนพฤษภาคมถึงปลายเดือนมิถุนายนบริเวณประเทศไทยจะมีฝนเพิ่มมากขึ้นและต่อเนื่อง โดยส่วนใหญ่จะมีฝนตกร้อยละ 40-60 ของพื้นที่ กับมีฝนหนักในบางแห่ง เว้นแต่ภาคตะวันออกและภาคใต้ฝั่งตะวันตกจะมีฝนตกร้อยละ 60-80 ของพื้นที่ กับมีฝนหนักหลายพื้นที่และหนักมากในบางแห่ง อันเนื่องมาจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะพัดปกคลุมทะเลอันดามันและประเทศไทย โดยจะมีกำลังค่อนข้างแรงเป็นระยะ ๆ ประกอบกับช่วงเดือนพฤษภาคมมักจะมีหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงก่อตัวบริเวณทะเลอันดามัน แล้วทวีกำลังแรงขึ้นเป็นพายุดีเปรสชั่นหรือพายุไซโคลน และเคลื่อนตัวเข้าใกล้ด้านตะวันตกของประเทศไทย นอกจากนี้ในบางช่วงจะมีร่องมรสุมพาดผ่านบริเวณประเทศไทยตอนบน

ช่วงประมาณปลายเดือนมิถุนายนถึงกลางเดือนกรกฎาคมปริมาณและการกระจายของฝนจะลดลง ซึ่งอาจก่อให้เกิดสภาวะฝนทิ้งช่วง เกิดการขาดแคลนน้ำด้านการเกษตรในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะพื้นที่ที่

แล้งซ้ำซากนอกเขตชลประทาน เนื่องจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมทะเลอันดามันและประเทศไทยจะมีกำลังอ่อนลง ส่วนร่องมรสุมจะเลื่อนขึ้นไปพาดผ่านบริเวณตอนใต้ของประเทศจีน

ช่วงตั้งแต่กลางเดือนกรกฎาคมถึงกันยายนจะกลับมามีฝนตกชุกหนาแน่น โดยจะมีฝนตกร้อยละ 60-80 ของพื้นที่เป็นส่วนใหญ่ กับมีฝนหนักหลายพื้นที่และหนักมากในบางแห่ง โดยเฉพาะเดือนสิงหาคมและกันยายน ซึ่งจะก่อให้เกิดสภาวะน้ำท่วมฉับพลันน้ำป่าไหลหลากรวมทั้งน้ำล้นตลิ่งได้ในหลายพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมทะเลอันดามันและประเทศไทย จะกลับมามีกำลังแรงขึ้นและต่อเนื่องมากขึ้นเป็นระยะ ๆ ประกอบกับร่องมรสุมจะเลื่อนลงมาพาดผ่านบริเวณประเทศไทยตอนบนเป็นระยะ ๆ

ในเดือนตุลาคมบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือฝนจะมีลดลง และเริ่มจะมีอากาศหนาวเย็นในตอนเช้าโดยเฉพาะตอนบนของภาค สำหรับบริเวณภาคกลาง ภาคตะวันออกและภาคใต้ยังคงมีฝนตกชุกหนาแน่นต่อไปกับมีฝนตกหนักหลายพื้นที่และหนักมากในบางแห่ง เนื่องจากบริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนจะเริ่มแผ่ลงมาปกคลุมตอนบนของทั้งภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบกับร่องมรสุมจะเลื่อนลงไปพาดผ่านบริเวณภาคกลางตอนล่าง ภาคใต้ตอนบนและภาคตะวันออก นอกจากนี้มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมประเทศไทยจะเริ่มเปลี่ยนเป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมแทน

สำหรับในช่วงฤดูฝนปีนี้ คาดว่าจะมีพายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยจำนวน 1 ลูก โดยมีโอกาสสูงที่จะเคลื่อนผ่านบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือในช่วงเดือนสิงหาคมหรือกันยายน

โดยทั่วไปประเทศไทยมีฝนตกอยู่ในเกณฑ์ดี ข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาปริมาณฝนรวมตลอดปีเฉลี่ยระยะเวลา 30 ปี (ปี 2524-2553) ทั่วประเทศมีค่าเท่ากับ 1,648.4 มิลลิเมตร โดยมีปริมาณฝนตกมากที่สุดในเดือนสิงหาคมหรือกันยายน ภาคเหนือมีปริมาณฝนตกรวมตลอดทั้งปีเฉลี่ยทั้งภาคน้อยที่สุดเท่ากับ 1,230.8 มิลลิเมตร โดยที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณฝนเฉลี่ยเท่ากับ 1,413.8 มิลลิเมตร ภาคกลางมีปริมาณฝนเฉลี่ยเท่ากับ 1,243.0 มิลลิเมตร ภาคตะวันออกมีปริมาณฝนเฉลี่ยเท่ากับ 1,518.6 มิลลิเมตร ภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีปริมาณฝนเฉลี่ยเท่ากับ 1,765.0 มิลลิเมตร และภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีปริมาณฝนเฉลี่ยเท่ากับ 2,719.0 มิลลิเมตร ข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนแสดงใน **ตารางที่ 4-3**

ตารางที่ 4-3 ปริมาณฝนเฉลี่ยคาบ 30 ปี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (พ.ศ.2524-2553)

หน่วยเป็น : มิลลิเมตร

สถานี	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ทั้งปี
หนองคาย	8.3	17.3	39.8	83.4	224.9	262.3	281.4	323.2	257.2	90.9	15.2	4.3	1,608.2
เลย	6.2	16.1	39.3	102.7	199.3	159.6	145.8	184.9	235.0	123.3	20.0	8.7	1,240.9
อุดรธานี	6.3	22.0	49.7	74.1	198.5	229.0	210.9	285.1	239.5	90.1	10.3	2.9	1,418.4
สกลนคร	4.7	29.3	57.5	93.3	227.6	266.8	288.7	357.9	224.8	76.9	11.9	5.6	1,645.0
นครพนม	3.0	31.0	60.1	101.1	257.1	409.5	503.0	580.3	290.2	97.0	9.7	4.8	2,346.8
ขอนแก่น	4.0	21.4	42.1	89.6	168.7	161.6	173.3	216.4	232.0	117.7	15.9	4.1	1,246.8
มุกดาหาร	3.7	17.4	38.8	76.4	199.5	233.4	231.9	350.7	211.7	100.6	13.3	2.6	1,480.0
โกสุมพิสัย	3.5	15.0	51.8	89.0	161.5	177.8	160.0	231.9	240.6	111.3	18.1	3.1	1,263.6
ชัยภูมิ	4.5	14.3	51.3	92.6	140.2	137.6	110.4	196.2	230.0	137.0	19.0	4.1	1,137.2
ร้อยเอ็ด	3.6	19.2	41.2	75.9	186.1	223.5	195.9	252.2	219.8	107.3	15.2	2.1	1,342.0
อุบลราชธานี	2.0	15.4	30.5	86.8	208.6	240.2	254.4	303.3	293.8	123.1	22.6	1.0	1,581.7
นครราชสีมา	8.2	16.1	37.1	72.2	154.1	104.5	120.9	157.2	228.3	146.3	23.9	2.7	1,071.5
โชคชัย	4.0	14.8	37.5	81.3	149.0	107.3	118.9	153.5	211.6	164.3	29.4	3.2	1,074.8
สุรินทร์	5.6	11.5	45.6	93.3	179.8	204.7	221.3	256.2	255.4	128.2	28.7	1.9	1,432.2
ท่าตูม	5.1	16.1	44.2	86.7	172.3	206.1	218.2	227.9	263.0	126.3	21.0	1.0	1,387.9
นางรอง	4.7	19.6	47.9	81.6	166.6	129.7	148.0	181.7	239.6	133.9	37.2	3.4	1,193.9
เฉลี่ย	**4.8**	**18.5**	**44.7**	**86.3**	**187.1**	**203.4**	**211.4**	**266.2**	**242.0**	**117.1**	**19.5**	**3.5**	**1,404.5**

ในปี 2562 ปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งประเทศระหว่างวันที่ 1 มกราคม-28 เมษายน มีค่าเท่ากับ 130 มิลลิเมตร ต่ำกว่าค่าปกติ 21 % โดยเฉพาะในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีปริมาณฝนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าปกติ เท่ากับ 57 % และ 31 % ตามลำดับ ดังแสดงใน**ตารางที่ 4-4**

ตารางที่ 4-4 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยกับฝนปี 2560, 2561 และ 2562 ระหว่างวันที่ 1 มกราคม-28 เมษายน

ภาค	ปริมาณฝนเฉลี่ยระยะยาว (มม.)	ปริมาณฝนปี 2560		ปริมาณฝนปี 2561		ปริมาณฝนปี 2562	
		ปริมาณฝน (มม.)	+สูง,-ต่ำ กว่าค่าเฉลี่ย (%)	ปริมาณฝน (มม.)	+สูง,-ต่ำ กว่าค่าเฉลี่ย (%)	ปริมาณฝน (มม.)	+สูง,-ต่ำ กว่าค่าเฉลี่ย (%)
เหนือ	107.00	138.58	30	146.32	37	84.39	-21
ตะวันออกเฉียงเหนือ	143.70	174.93	22	163.37	14	98.66	-31
กลาง	127.60	125.58	-2	257.89	102	54.34	-57
ตะวันออก	195.30	254.96	31	362.84	86	166.77	-15
ใต้ฝั่งตะวันออก	231.10	936.23	305	331.96	44	214.59	-7
ใต้ฝั่งตะวันตก	282.80	610.67	116	420.34	49	233.89	-17
เฉลี่ยทั่วประเทศ	**165.40**	**329.90**	**99**	**247.30**	**50**	**130.00**	**-21**

ในการประชุมคณะอนุกรรมการติดตามและวิเคราะห์แนวโน้มสถานการณ์น้ำที่ศูนย์ปฏิบัติการน้ำอัจฉริยะ (SWOC) กรมชลประทาน เมื่อวันที่ 17 มิถุนายน 2562 กรมุตุนิยมวิทยาคาดว่า ฤดูฝนของประเทศไทยจะเริ่มต้นในวันที่ 20 พฤษภาคม 2562 สิ้นสุดประมาณกลางเดือนตุลาคม 2562 ส่วนภาคใต้โดยเฉพาะฝั่งตะวันออกจะมีฝนตกต่อไปอีกถึงกลางเดือนมกราคม ข้อควรระวังฤดูฝนปีนี้คาดว่าพายุหมุนเขตร้อนจะเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยจำนวน 1-2 ลูก โดยมีโอกาสสูงที่จะเคลื่อนผ่านภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงเดือนสิงหาคมหรือกันยายน

การเฝาระวังปรากฏการณเอลนีโญ ลานีญา ณ วันที่ 17 มิถุนายน 2562 กรมอุตุนิยมวิทยาคาดหมายจากอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและระบบการหมุนเวียนบรรยากาศในมหาสมุทรแปซิฟิกเขตศูนย์สูตรที่มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยในช่วงเดือนกันยายน 2561 ต่อเนื่องมาจนถึงต้นเดือนมิถุนายน 2562 ประกอบกับเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติและแบบจำลองเชิงพลวัตแล้ว คาดว่าปรากฏการณ์เอลนีโญกำลังอ่อนมีแนวโน้มที่จะเกิดต่อเนื่องไปจนถึงเดือนสิงหาคม 2562 ต่อจากนั้นมีโอกาสลดลงเหลือเพียงร้อยละ 50-55 ที่จะเป็นปรากฏการณ์เอลนีโญกำลังอ่อนต่อเนื่องไปจนถึงปลายปี ผลกระทบกับประเทศไทยจากปรากฏการณ์เอลนีโญกำลังอ่อนจะส่งผลให้ประเทศไทยมีอุณหภูมิสูงกว่าค่าปกติ และมีแนวโน้มสูงที่จะมีปริมาณฝนต่ำกว่าค่าปกติ โดยในช่วงเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม 2562 จะมีปริมาณฝนต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 5–10

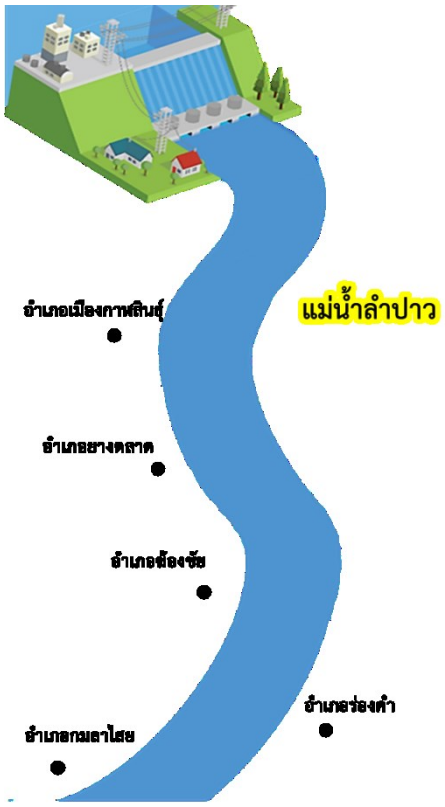
สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ องค์การมหาชน (สสน.) ยืนยันในที่ประชุมคณะอนุกรรมการติดตามและวิเคราะห์แนวโน้มสถานการณ์น้ำกรมชลประทานว่าไม่ได้ใช้คำว่า "ฝนทิ้งช่วง" โดยเพียงเน้นย้ำจากการคาดการณ์ โดยพิจารณาจากอุณหภูมิผิวน้ำทะเลมีแนวโน้มคล้ายกับปี 2550 ดังนั้นปริมาณฝนในช่วงนี้จะคล้ายกับปี 2550 ซึ่งพบว่าเดือนกรกฎาคมประเทศไทยตอนบนจะมีฝนตกน้อยกว่าปกติ โดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เดือนสิงหาคมภาคเหนือโดยส่วนใหญ่จะยังมีฝนตกน้อยกว่าค่าปกติ จึงมีความห่วงใยในอีก 2 เดือนข้างหน้าคือเดือนกรกฎาคมและเดือนสิงหาคมจะมีฝนน้อย

กรมชลประทานได้แนะนำให้หน่วยงานภายในกรมชลประทานรวมถึงโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาวใช้ข้อมูลปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ ปี 2550 ไปเทียบเคียงติดตามสถานการณ์น้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำในปี 2562 เพื่อใช้เป็นข้อมูลการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำในเขื่อนลำปาวต่อไป

4.3 เกณฑ์การระบายน้ำท้ายเขื่อนลำปาว

ในกรณีมีน้ำหลากลงสู่อ่างเก็บน้ำจำนวนมากจนเกินเส้นควบคุมบน (Upper Rule Curve) ในช่วงที่มีพายุ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาวอาจจะทำการระบายน้ำออกมาจำนวนหนึ่งเพื่อลดระดับน้ำไม่ให้เกิน Upper Rule Curve แต่บางครั้งอาจมีปัญหาอุปสรรคทำให้ไม่สามารถระบายน้ำได้ คือ กรณีที่มีข้อจำกัดของลำน้ำด้านท้ายน้ำ ได้แก่ ผลกระทบต่อประชาชน ชุมชนริมน้ำที่จะถูกน้ำท่วม ความจุของลำน้ำไม่เพียงพอที่จะรองรับปริมาณน้ำที่จะระบายออกจากอ่างเก็บน้ำได้ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลข้อจำกัดดังกล่าวของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว พบว่ามีพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม 5 อำเภอ ใต้เขื่อนลำปาว ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอยางตลาด อำเภอกมลาไสย อำเภอฆ้องชัย และอำเภอร่องคำ ในกรณีที่เขื่อนลำปาวต้องการที่จะระบายน้ำออกจากเขื่อนจำนวนมากเพื่อพร่องน้ำไว้รองรับน้ำใหม่ที่อาจจะเกิดขึ้นจากฝนตกหนักในเดือนสิงหาคมถึงกันยายน ซึ่งขนาดของผลกระทบขึ้นอยู่กับปริมาณการระบายน้ำ

อ่างเก็บน้ำเขื่อนลำปาวมีความจุที่ระดับเก็บกัก 1,980 ล้าน ลบ.ม. อาคารระบายน้ำสามารถระบายน้ำได้สูงสุด 2,476 ลบ.ม./วินาที มี River Outlet ระบายน้ำได้สูงสุด 80 ลบ.ม./วินาที Spillway ระบายน้ำได้สูงสุด 2,396 ลบ.ม./วินาที แม่น้ำลำปาวมีความจุลำน้ำ 297 ลบ.ม./วินาที

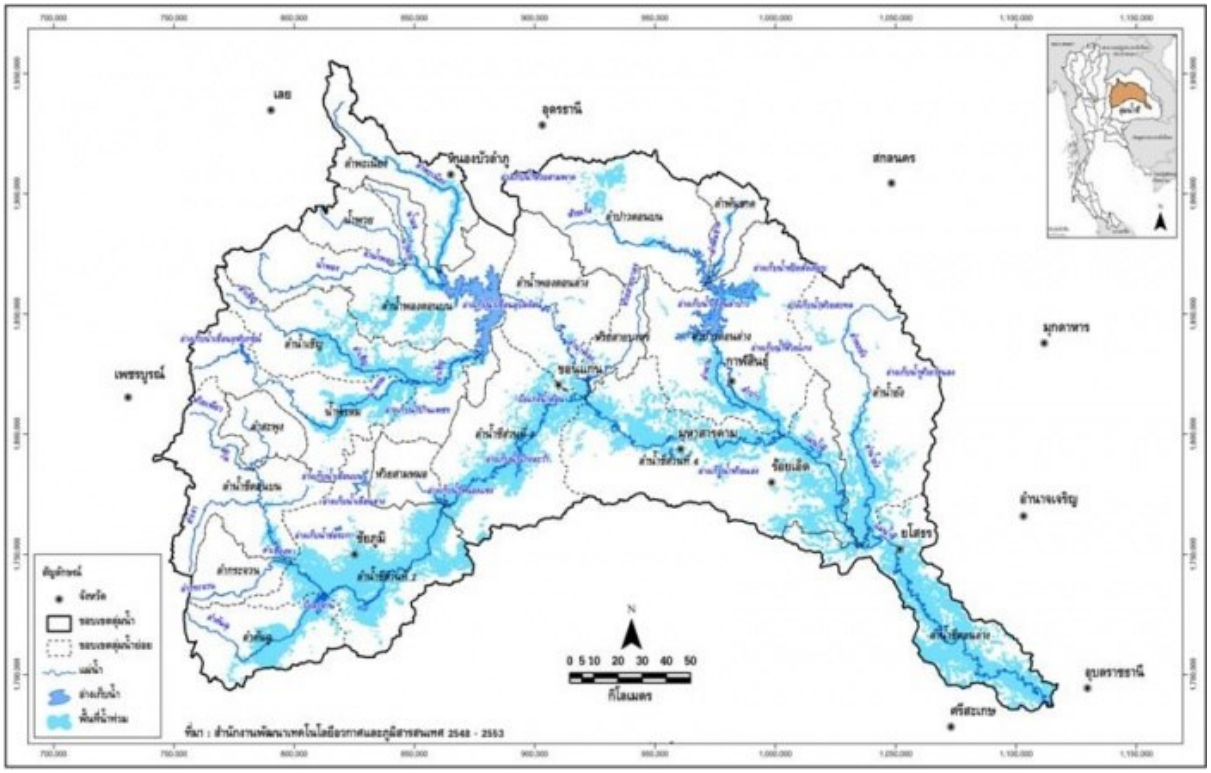


รูปที่ 4-3 ผังแสดงพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการระบายน้ำ

การบริหารจัดการน้ำเขื่อนลำปาวจึงต้องพิจารณาบริหารจัดการน้ำให้สัมพันธ์กันเป็นระบบลุ่มน้ำที่เกี่ยวข้องไหลเชื่อมโยงกันได้แก่แม่น้ำชี เนื่องจากแม่น้ำลำปาวเป็นลำน้ำสาขาหนึ่งของแม่น้ำชี กรณีที่แม่น้ำชีมีน้ำไหลในแม่น้ำจำนวนมาก การระบายน้ำจากเขื่อนลำปาวลงมาสมทบอาจจะทำไม่ได้ จำเป็นต้องทำการบริหารจัดการน้ำในรูปแบบของการจัดจราจรน้ำ คือต้องพิจารณาปัญหาอุทกภัยของพื้นที่ท้ายน้ำอย่างเป็นระบบลุ่มน้ำประกอบกัน

ตารางที่ 4-5 แสดงพื้นที่น้ำท่วมเมื่อโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาวระบายน้ำที่ปริมาณต่างๆ กัน

อัตราการระบาย (cms)	พื้นที่ ได้รับผลกระทบ	พื้นที่ น้ำท่วม (ไร่)	ระดับรับผิดชอบ และตัดสินใจสั่งการ
< 174	-	-	1
175–297	ตำบลกมลาไสย, หลักเมือง, โพนงาม, ดงลิง อำเภอกมลาไสย ตำบลหลุบ, ห้วยโพธิ์ อำเภอเมืองกาฬสินธุ์ ตำบลอุ่มเม่า, บัวบาน, นาดี, ดอนสมบูรณ์ อำเภอยางตลาด ตำบลเหล่าอ้อย อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์	53,300	**2**
298-404	ตำบลกมลาไสย, หลักเมือง, โพนงาม, ดงลิง อำเภอกมลาไสย ตำบลหลุบ, ห้วยโพธิ์, ลำพาน อำเภอเมืองกาฬสินธุ์ ตำบลอุ่มเม่า, บัวบาน, นาดี, ดอนสมบูรณ์ อำเภอยางตลาด ตำบลโนนศิลาเลิง อำเภอฆ้องชัย ตำบลเหล่าอ้อย, สามัคคี อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์	73,800	**3**
> 404	ตำบลกมลาไสย, หลักเมือง, โพนงาม, ดงลิง อำเภอกมลาไสย ตำบลหลุบ, ห้วยโพธิ์, ลำพาน อำเภอเมืองกาฬสินธุ์ ตำบลอุ่มเม่า, บัวบาน, นาดี, ดอนสมบูรณ์ อำเภอยางตลาด ตำบลโนนศิลาเลิง อำเภอฆ้องชัย ตำบลเหล่าอ้อย, สามัคคี อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์	90,000	4



รูปที่ 4-4 ลุ่มน้ำชี-ลุ่มน้ำลำปาว

จังหวัดกาฬสินธุ์ มีพื้นที่อยู่ในเขตลุ่มน้ำชีทั้งหมด มีลำน้ำสาขาหลักที่สำคัญได้แก่ ลำพันชาด ลำปาว (ท้ายเขื่อนลำปาว) และลำน้ำยัง บริเวณต้นน้ำลำน้ำชีสายหลัก โดยตัวเมืองกาฬสินธุ์ตั้งอยู่ริมลำน้ำปาวซึ่งรับน้ำจากท้ายเขื่อนลำปาวเป็นส่วนใหญ่ ถึงแม้เขื่อนลำปาวจะสามารถเก็บกักปริมาณน้ำหลากส่วนใหญ่ไว้ได้ แต่เนื่องจากน้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนมีปริมาณมากกว่าความจุเก็บกักของเขื่อนมาก ดังนั้นในปีที่มีน้ำมากจึงต้องระบายน้ำส่วนเกินลงมาด้านท้ายน้ำ ส่งผลให้เกิดอุทกภัยในเขตอำเภอเมืองกาฬสินธุ์ ในลักษณะน้ำไหลล้นตลิ่งเป็นบริเวณกว้าง ซึ่งเมื่อน้ำไหลผ่านอำเภอเมืองกาฬสินธุ์แล้วจะไหลลงไปบรรจบกับแม่น้ำชีสายหลัก (ซึ่งรับน้ำต่อจากจังหวัดมหาสารคาม) ในเขตอำเภอกมลาไสย ทำให้เกิดน้ำท่วมพื้นที่ด้านในส่งผลให้เกิดปัญหาน้ำท่วมในลักษณะน้ำท่วมขังในเขตอำเภอกมลาไสยเป็นบริเวณกว้าง

จังหวัดยโสธร มีพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตลุ่มน้ำชี มีลำน้ำที่สำคัญได้แก่ ลำน้ำชีสายหลักและลำน้ำยัง ในส่วนของลำน้ำยังซึ่งไหลลงสู่ลำน้ำชี ลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ลุ่มมีทุ่งน้ำท่วมกว้าง บริเวณรอยต่อระหว่างจังหวัดร้อยเอ็ดและจังหวัดยโสธร มีการก่อสร้างคันดินริมแม่น้ำสูงและมีทุ่งน้ำท่วมบางแห่งซึ่งอยู่ด้านในคันกั้นน้ำ นอกจากนั้น เกษตรกรทำการปรับปรุงเป็นพื้นที่เพาะปลูก โดยเพาะปลูกหลังน้ำลดจนถึงฤดูแล้ง ซึ่งหากมีฝนตกหนักด้านในจะไม่สามารถระบายน้ำออกได้ เนื่องจากน้ำในลำน้ำชีจะมีระดับสูงด้วยเช่นกัน

จังหวัดอุบลราชธานี มีพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตลุ่มน้ำมูลมีเพียง 1 อำเภอ ที่อยู่ในเขตลุ่มน้ำชี คือ อำเภอเขื่องใน มีลำน้ำชีสายหลักไหลผ่าน และบรรจบกับลำน้ำมูลที่จังหวัดอุบลราชธานี ก่อนจะไหลลงสู่ลำน้ำโขง ปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่เกิดจากปริมาณน้ำจากลำน้ำสาขาของลำน้ำชีและลำน้ำมูลไหลมารวมกัน ทำให้ระดับน้ำในลำน้ำหลักทั้ง 2 สายค่อนข้างสูงและเอ่อเข้าพื้นที่ราบลุ่ม ประกอบกับปริมาณน้ำในลำน้ำโขงมีระดับสูง จึงไม่สามารถระบายออกได้

4.4 การปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve)

การปรับปรุงเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) ดำเนินการเพื่อให้การบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการใช้น้ำในทุก ๆ ด้าน รวมถึงเป็นการป้องกันบรรเทาอุทกภัยและภัยแล้งที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งปัจจุบันอ่างเก็บน้ำลำปาวได้มีการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านกายภาพและลักษณะการใช้งาน ทำให้การบริหารจัดการน้ำมีการเปลี่ยนแปลงไปจากอดีตและมีความกังวลในเรื่องปัญหาอุทกภัยและภัยแล้งที่อาจเกิดขึ้น

โดยมติการประชุมคณะอนุกรรมการด้านวิชาการสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติขอให้หน่วยงานต่าง ๆ ที่มีภารกิจการบริหารอ่างเก็บน้ำ ดำเนินการปรับปรุงเกณฑ์การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่และขนาดกลางที่ความจุเก็บกักมากกว่า 50 ล้านลูกบาศก์เมตรใหม่ให้สอดคล้องกับสถานการณ์น้ำที่เปลี่ยนแปลงตามการเปลี่ยนแปลงของสภาวะอากาศ ซึ่งเขื่อนลำปาวได้ดำเนินการปรับปรุงเกณฑ์การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำใหม่เพื่อใช้บริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำในปี 2562

ขั้นตอนการดำเนินการวิเคราะห์เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำลำปาว (Rule Curve) ครั้งนี้ประกอบด้วยขั้นตอนตามผังการดำเนินการดังแสดงในรูปที่ 4-5 มีรายละเอียดการดำเนินการดังนี้

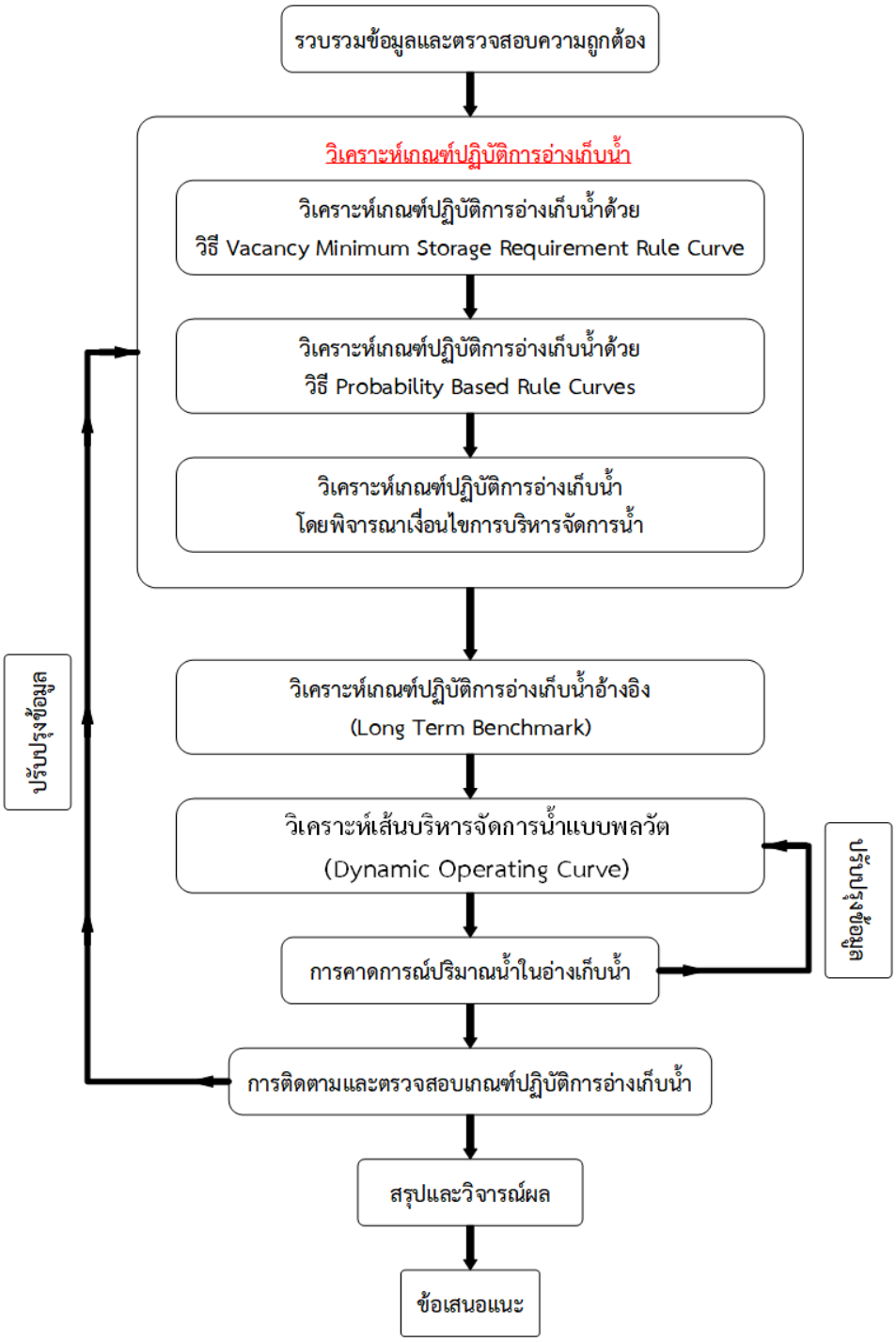
1) รวบรวมข้อมูลและตรวจสอบความถูกต้อง

(1) รวบรวมสถิติข้อมูลปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ ปริมาณน้ำระบาย ปริมาณน้ำเก็บกัก รายเดือนย้อนหลังตั้งแต่มีข้อมูลจนถึงปัจจุบัน

อ่างเก็บน้ำลำปาวมีปริมาณน้ำไหลเข้าเฉลี่ยตลอดทั้งปี 2,036.90 ล้าน ลบ.ม. คิดเป็นร้อยละ 102.87 ของความจุ โดยอ่างเก็บน้ำลำปาวมีปริมาณน้ำเก็บกัก 1,980 ล้าน ลบ.ม. เป็นอ่างเก็บน้ำที่มีความจุน้อยกว่าสถิติปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยทั้งปีดังตารางที่ 4-6

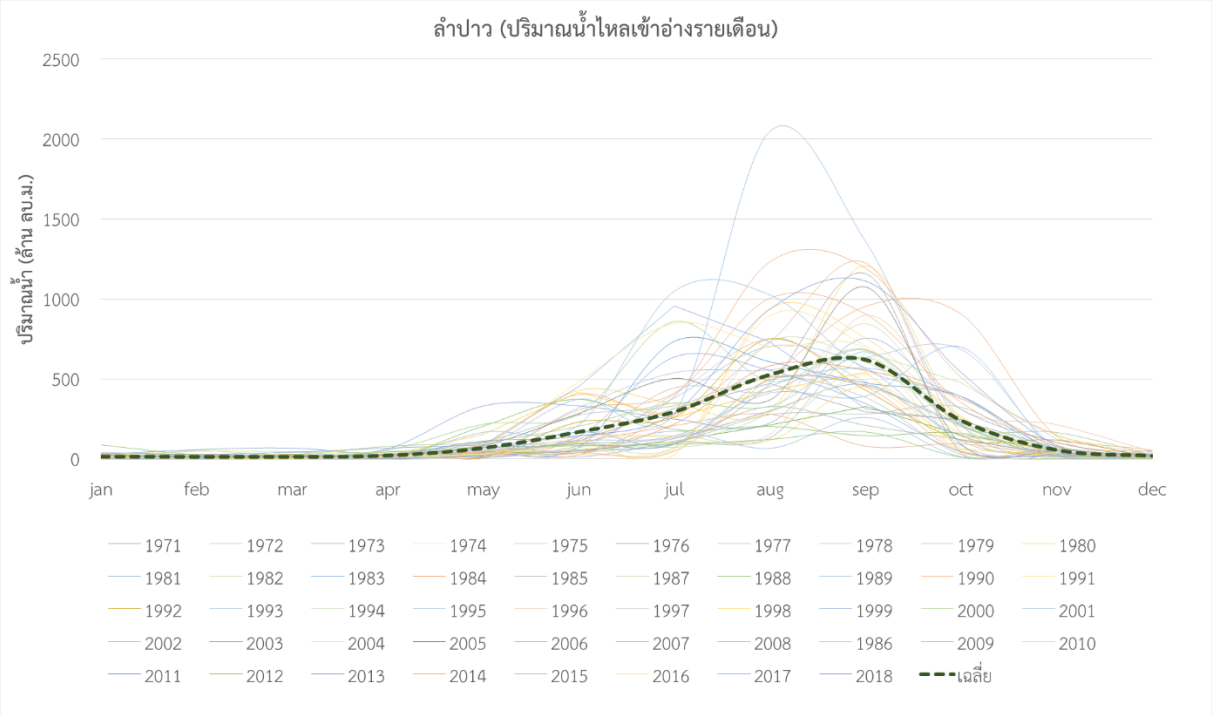
ตารางที่ 4.6 ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำรายเดือน อ่างเก็บน้ำลำปาว

เดือน	ปริมาณน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)		
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
มกราคม	0.00	86.76	12.56
กุมภาพันธ์	0.00	57.00	11.21
มีนาคม	0.00	67.00	10.74
เมษายน	0.00	78.34	18.97
พฤษภาคม	5.00	330.70	66.36
มิถุนายน	12.00	482.98	167.40
กรกฎาคม	27.25	1,049.19	294.39
สิงหาคม	66.00	2,050.10	526.65
กันยายน	79.00	1,358.80	619.80
ตุลาคม	9.85	904.77	238.90
พฤศจิกายน	0.00	213.40	53.32
ธันวาคม	0.00	53.00	16.60



รูปที่ 4-5 ผังการดำเนินการปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve)

อ่างเก็บน้ำลำปาวเริ่มเข้าสู่ฤดูฝนช่วงต้นเดือนพฤษภาคมและสิ้นสุดในเดือนตุลาคมดังแสดงในรูปที่ 4-6 หากพิจารณาเฉพาะในช่วงฤดูฝนจะมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ 1,913.50 ล้าน ลบ. ม. คิดเป็นร้อยละ 96.64 ของความจุ ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกันยายน 619.80 ล้าน ลบ.ม. จากข้อมูลสถิติพบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำสูงสุดที่เคยเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเดือนสิงหาคมเป็นปริมาณน้ำกว่า 2,050.10 ล้าน ลบ.ม.



รูปที่ 4-6 ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำรายเดือน อ่างเก็บน้ำลำปาว

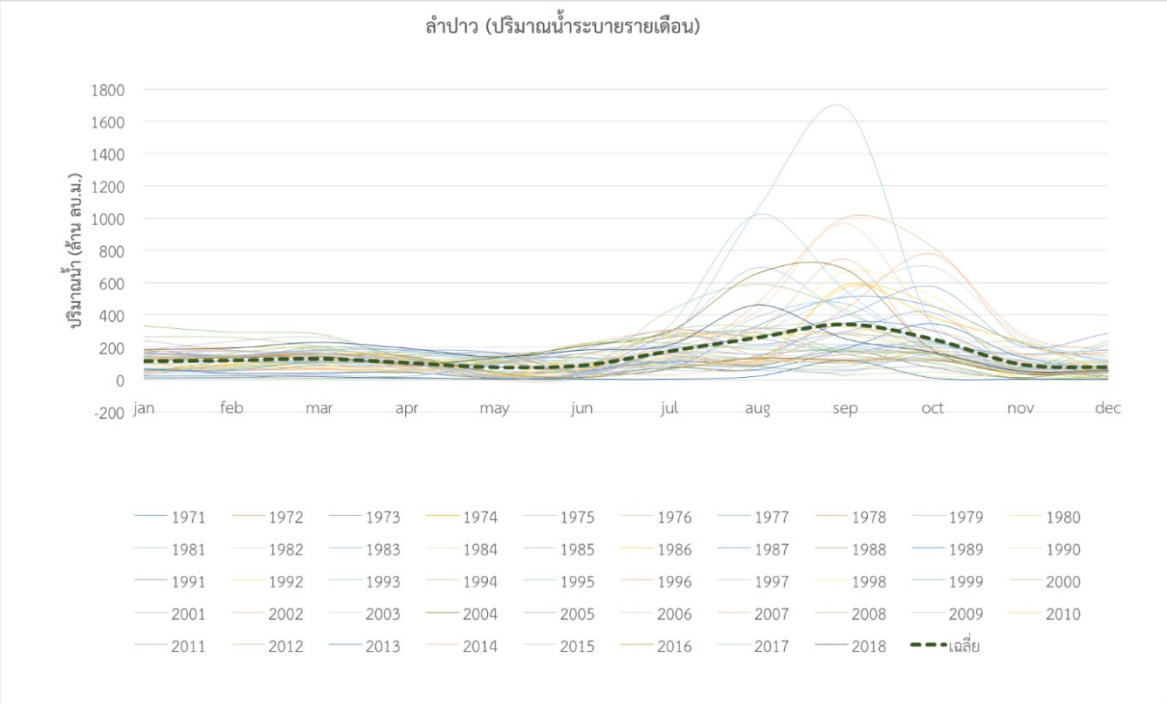
ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคมการบริหารจัดการน้ำจะเป็นไปตามเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) โดยใช้เส้นบนของเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Upper Rule Curve) ควบคุมปริมาณน้ำ ในอ่างอ่างเก็บน้ำอย่างเคร่งครัดเพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัย รวมทั้งพิจารณาเก็บน้ำในช่วงระยะเวลาดังกล่าว ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำมากกว่าความต้องการ ทั้งนี้เพื่อให้มีน้ำเพียงพอสำหรับส่งให้กับความต้องการต่าง ๆ ในช่วงเวลาขาดแคลนน้ำ ซึ่งจะเป็นการช่วยรองรับปริมาณน้ำหลากจากลุ่มน้ำอีกทางหนึ่ง

นอกจากนี้ได้ทำการจำลองสถานการณ์น้ำของอ่างเก็บน้ำเพื่อติดตามสถานการณ์น้ำในช่วงเวลาดังกล่าว โดยอาศัยข้อมูลทางสถิติคาดการณ์หาปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ นำไปวิเคราะห์ตามหลักความถี่ของการเกิด (Frequency Analysis) เพื่อหาโอกาสของความน่าจะเป็น (Probability) ของการไหลของน้ำเข้าอ่างเก็บน้ำปริมาณต่าง ๆ หรือใกล้เคียงน้ำในช่วงปีใด เพื่อที่จะเตรียมการพร่องน้ำไว้สำหรับกรณีมีพายุจร ซึ่งในช่วงเดือนกันยายนถึงตุลาคมตามสถิติพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนที่เข้าสู่ประเทศไทยคาบ 68 ปี (2494 - 2561) มีโอกาสที่จะมีพายุที่ร้อยละ 25.9 และ 27.9 ตามลำดับ

อ่างเก็บน้ำลำปาวมีปริมาณน้ำระบายเฉลี่ยตลอดทั้งปี 1,848.52 ล้าน ลบ.ม. คิดเป็นร้อยละ 93.36 ของความจุอ่าง ดังตารางที่ 4-7 โดยจะเริ่มเข้าสู่ฤดูแล้งช่วงเดือนพฤศจิกายนและจะสิ้นสุดในเดือนเมษายน หากพิจารณาเฉพาะในช่วงฤดูแล้งจะมีปริมาณน้ำระบายเฉลี่ยรวมในช่วงฤดูแล้ง 648.44 ล้าน ลบ.ม. คิดเป็นร้อยละ 32.75 ของความจุอ่าง ดังแสดงในรูปที่ 4-7 ปริมาณน้ำระบายเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกันยายน 342.06 ล้าน ลบ.ม. จากข้อมูลสถิติปริมาณน้ำระบายสูงสุดที่เคยเกิดขึ้นในเดือนกันยายนปริมาณน้ำ 1,684 ล้าน ลบ.ม. ซึ่งในช่วงฤดูแล้งตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายนการบริหารจัดการน้ำเป็นไปตามเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) อย่างเคร่งครัด โดยใช้เส้นล่างของเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Lower Rule Curve) ควบคุมปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ รวมทั้งพิจารณาระบายน้ำในช่วงระยะเวลาดังกล่าวให้เป็นไปตามแผนการจัดสรรน้ำในช่วงฤดูแล้งให้เพียงพอและทั่วถึงตามกิจกรรมการใช้น้ำที่วางไว้ เพื่อเป็นการลดความเสี่ยงในการเกิดภัยแล้ง หลีกเลี่ยงปัญหาการขาดแคลนน้ำที่อาจเกิดขึ้นในช่วงต้นฤดูฝนของปีถัดไปหากเกิดกรณีฝนทิ้งช่วง

ตารางที่ 4-7 ปริมาณน้ำระบายรายเดือนอ่างเก็บน้ำลำปาว

เดือน	ปริมาณน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)		
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
มกราคม	6.00	332.99	115.94
กุมภาพันธ์	9.00	294.40	120.77
มีนาคม	8.00	282.21	131.26
เมษายน	7.00	194.34	105.78
พฤษภาคม	0.00	169.00	78.74
มิถุนายน	3.30	223.19	90.20
กรกฎาคม	3.41	430.80	178.22
สิงหาคม	22.12	1,060.10	260.52
กันยายน	24.00	1,684.00	342.06
ตุลาคม	10.29	821.00	250.34
พฤศจิกายน	2.97	286.00	96.75
ธันวาคม	0.00	287.54	77.94

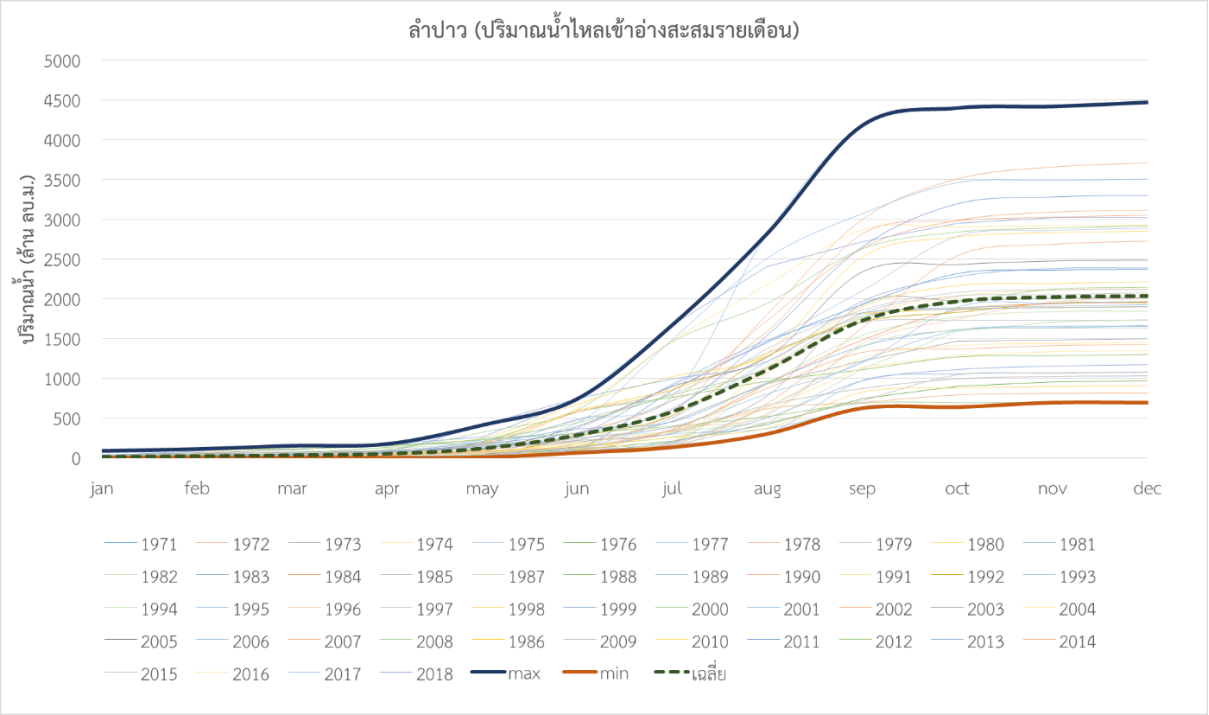


รูปที่ 4-7 ปริมาณน้ำระบายรายเดือนอ่างเก็บน้ำลำปาว

สำหรับปริมาณน้ำไหลลงอ่างสะสมเฉลี่ยทั้งปี 2,036.89 ล้าน ลบ.ม. คิดเป็นร้อยละ 102.87 ของความจุอ่างเก็บน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 4-8 โดยจะมีน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำสะสมในปริมาณมากอย่างเห็นได้ชัดในช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม ตามรูปที่ 4-8 ตามสถิติข้อมูลปริมาณน้ำไหลลงอ่างสะสมสูงที่สุดในปี 2544 และน้อยที่สุดปี 2536

ตารางที่ 4-8 ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำสะสมรายเดือนอ่างเก็บน้ำลำปาว

เดือน	ปริมาณน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)		
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
มกราคม	0.00	86.76	12.56
กุมภาพันธ์	0.00	111.19	23.76
มีนาคม	0.00	152.00	34.50
เมษายน	0.00	175.00	53.47
พฤษภาคม	6.00	411.80	119.83
มิถุนายน	63.37	742.40	287.23
กรกฎาคม	133.00	1,672.00	581.62
สิงหาคม	302.00	2,823.68	1,108.27
กันยายน	625.00	4,182.48	1,728.07
ตุลาคม	638.00	4,400.08	1,966.97
พฤศจิกายน	695.33	4,419.58	2,020.29
ธันวาคม	695.33	4,471.58	2,036.89

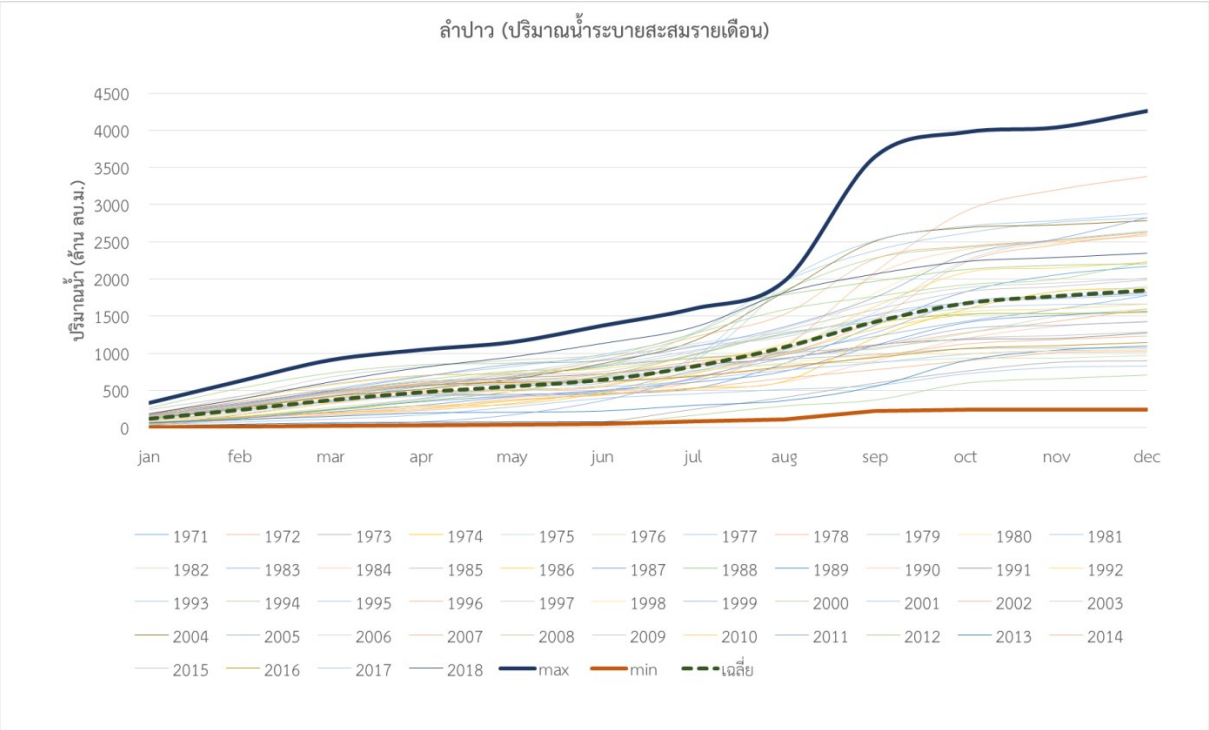


รูปที่ 4-8 ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำะสมรายเดือนอ่างเก็บน้ำลำปาว

ปริมาณน้ำระบายสะสมเฉลี่ยทั้งปี 1,848.51 ล้าน ลบ.ม. ดังแสดงในตารางที่ 4-9 โดยจะมีน้ำระบายสะสมในปริมาณมากอย่างเห็นได้ชัดในช่วงเดือนกันยายนถึงตุลาคม ดังรูปที่ 4-9 ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเกิดอุทกภัย ตามสถิติข้อมูลปริมาณการระบายน้ำสามารถสรุปภาพรวมปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ ปริมาณน้ำระบาย และปริมาณน้ำเก็บกักอ่างเก็บน้ำลำปาวได้ตารางที่ 4-10 และดังรูปที่ 4-10

ตารางที่ 4-9 ปริมาณน้ำระบายสะสมรายเดือนอ่างเก็บน้ำลำปาว

เดือน	ปริมาณน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)		
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
มกราคม	6.00	332.99	115.94
กุมภาพันธ์	15.00	627.39	236.71
มีนาคม	23.00	909.60	367.96
เมษายน	30.00	1,047.24	473.74
พฤษภาคม	38.00	1,150.62	552.48
มิถุนายน	49.00	1,373.81	642.68
กรกฎาคม	84.80	1,600.73	820.90
สิงหาคม	106.92	1,970.00	1,081.41
กันยายน	227.00	3,645.19	1,423.47
ตุลาคม	237.29	3,975.79	1,673.81
พฤศจิกายน	240.26	4,040.29	1,770.57
ธันวาคม	244.17	4,262.09	1,848.51



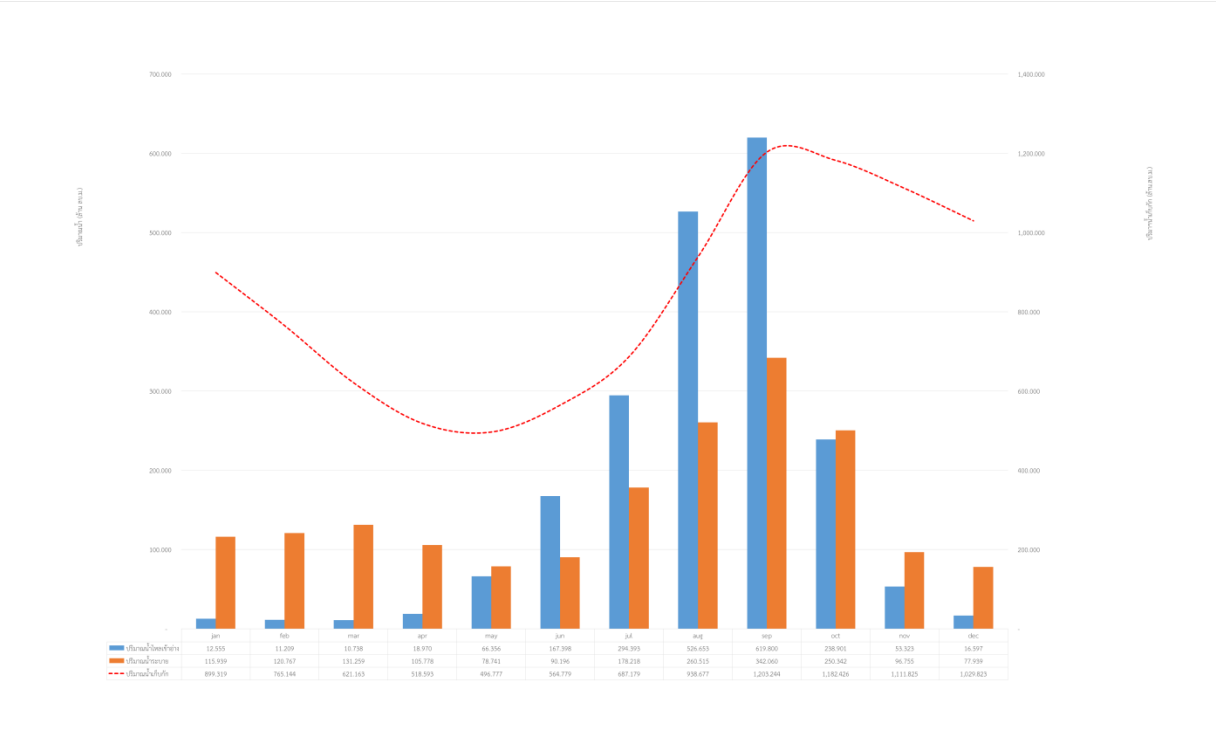
รูปที่ 4-9 ปริมาณน้ำระบายสะสมรายเดือนอ่างเก็บน้ำลำปาว

สำหรับการระบายน้ำในฤดูฝนโดยเฉพาะช่วงน้ำหลากนั้น จะเป็นการระบายน้ำเพื่อป้องกันการเกิดอุทกภัยเป็นหลัก จะพิจารณาดำเนินการพร่องน้ำไว้ก่อนหน้าที่จะเกิดพายุมรสุมเข้ามาจำนวนหลายลูกในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งมีโอกาสที่จะเกิดกรณีน้ำไหลล้นทางระบายน้ำล้น (Spillway) เสี่ยงที่จะเกิดอุทกภัยได้สูง เนื่องจากไม่สามารถควบคุมน้ำที่ไหลล้นข้ามทางระบายน้ำล้นได้ ทั้งนี้ การระบายน้ำด้านท้าย

จะต้องบริหารจัดการน้ำให้เป็นไปตามความเหมาะสมตามช่วงระยะเวลา โดยพิจารณาการระบายน้ำไม่ให้ส่งผลกระทบกับพื้นที่ท้ายน้ำ

ตารางที่ 4-10 ปริมาณน้ำไหลเข้า ปริมาณน้ำระบายและปริมาณน้ำเก็บกักอ่างเก็บน้ำลำปาว

เดือน	ปริมาณน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)		
	ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ	ปริมาณน้ำระบาย	ปริมาณน้ำเก็บกัก
มกราคม	12.56	115.94	899.32
กุมภาพันธ์	11.21	120.77	765.14
มีนาคม	10.74	131.26	621.16
เมษายน	18.97	105.78	518.59
พฤษภาคม	66.36	78.74	496.78
มิถุนายน	167.40	90.20	564.78
กรกฎาคม	294.39	178.22	687.18
สิงหาคม	526.65	260.52	938.68
กันยายน	619.80	342.06	1,203.24
ตุลาคม	238.90	250.34	1,182.43
พฤศจิกายน	53.32	96.75	1,111.83
ธันวาคม	16.60	77.94	1,029.82



รูปที่ 4-10 ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ ปริมาณน้ำระบาย และปริมาณน้ำเก็บกักอ่างเก็บน้ำลำปาว

(2) รวบรวมข้อมูลพื้นฐานของอ่างเก็บน้ำ ได้แก่ ปริมาณน้ำเก็บกักปกติ ปริมาณน้ำเก็บกักสูงสุด ปริมาณน้ำเก็บกักต่ำสุด อัตราการระบายท้ายน้ำสูงสุด เป็นต้น

	การพัฒนาโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ					
อ่างเก็บน้ำ	ลำปาว		อำเภอ		จังหวัด	
เริ่มต้นเพาะปลูกฤดูแล้ง เดือน				สิ้นสุดฤดูแล้ง เดือน		
เริ่มต้นเพาะปลูกฤดูฝน เดือน				สิ้นสุดฤดูฝน เดือน		
อัตราการระบายสูงสุดที่ไม่ทำให้เกิดผลกระทบท้ายน้ำ				ลบ.ม. / วินาที		
ปริมาณน้ำเก็บกักสูงสุด		2,450.000	ล้าน ลบ.ม.			
ปริมาณน้ำเก็บกักเก็บกักปกติ		1,980.000	ล้าน ลบ.ม.			
ปริมาณน้ำเก็บกักต่ำสุด		100.000	ล้าน ลบ.ม.			
4	5	6	7	8	9	10

รูปที่ 4-11 ข้อมูลพื้นฐานของอ่างเก็บน้ำลำปาว

(3) ตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้น โดยการจัดเตรียมข้อมูลสถิติเป็นข้อมูลสะสมรายเดือน ทำการคัดเลือกข้อมูลที่ขาดหายไปหรือตัดหรือแก้ไขข้อมูลที่มีค่าผิดปกติออก

ตารางที่ 4-11 ตรวจสอบสถิติข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้า ปริมาณน้ำระบายและปริมาณน้ำเก็บกักอ่างเก็บน้ำลำปาวรายเดือน

No	month	year	ปริมาณน้ำเก็บกักสูงสุด (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำเก็บกักต่ำสุด (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำเก็บกักปกติ (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำระบาย (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำเก็บกัก (ล้าน ลบ.ม.)	หมายเหตุ
1	jan	1971	2,450.000	100.000	1,980.000	-	70.0000	793.000	
	feb	1971	2,450.000	100.000	1,980.000	-	55.0000	722.000	
	mar	1971	2,450.000	100.000	1,980.000	-	87.0000	605.000	
	apr	1971	2,450.000	100.000	1,980.000	2.0000	88.0000	504.000	
	may	1971	2,450.000	100.000	1,980.000	35.0000	115.0000	412.000	
	jun	1971	2,450.000	100.000	1,980.000	73.0000	42.0000	434.000	
	jul	1971	2,450.000	100.000	1,980.000	736.0000	70.0000	1,087.000	
	aug	1971	2,450.000	100.000	1,980.000	607.0000	336.0000	1,338.000	
	sep	1971	2,450.000	100.000	1,980.000	475.0000	512.0000	1,292.000	
	oct	1971	2,450.000	100.000	1,980.000	390.0000	454.0000	1,208.000	
	nov	1971	2,450.000	100.000	1,980.000	44.0000	227.0000	1,007.000	
	dec	1971	2,450.000	100.000	1,980.000	7.0000	115.0000	882.000	

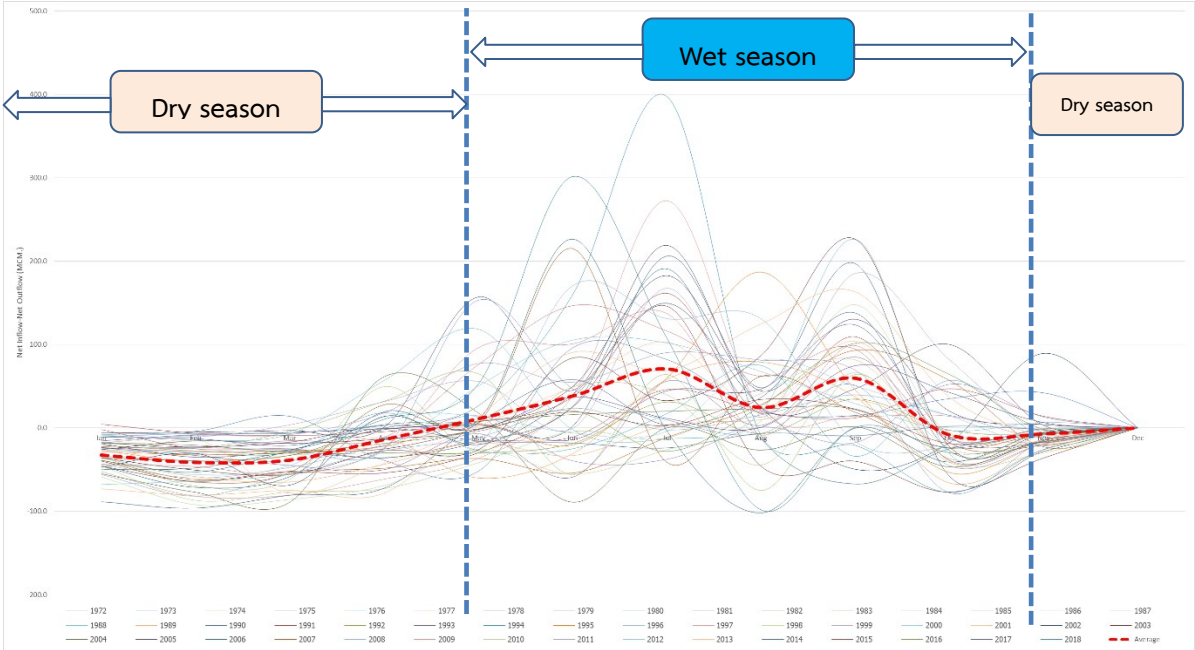
2) วิเคราะห์เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยวิธี Vacancy Minimum Storage Requirement Rule Curve

เกณฑ์ควบคุมระดับน้ำตอนบน (URC)

(1) คำนวณหาปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างส่วนเกิน (Surplus Inflow)

Surplus Inflow = Total Inflow-Total Outflow

(2) นำค่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างส่วนเกิน (Surplus Inflow) ไปวิเคราะห์ช่วงฤดูกาลของอ่างเก็บน้ำลำปาว ตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 4-12 ซึ่งกำหนดว่าจะเก็บน้ำให้เต็มอ่างเก็บน้ำหลังสิ้นสุดฤดูฝนช่วงเดือนพฤศจิกายน และสำรองน้ำต่ำสุดในช่วงเวลาสิ้นสุดฤดูแล้งช่วงเดือนพฤษภาคม



รูปที่ 4-12 ผลวิเคราะห์ช่วงฤดูกาลของอ่างเก็บน้ำลำปาว

(3) คำนวณหาปริมาตรของอ่างที่จะต้องสำรองไว้ใช้เก็บกักน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำส่วนเกิน โดยนำค่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำส่วนเกินสะสม ลบด้วยปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกักปกติของอ่างเก็บน้ำ

หากผลรวมของปริมาตรว่างที่ต้องการในเดือนก่อนหน้านั้นกับปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำส่วนเกินในเดือนปัจจุบันเป็นลบ ค่าปริมาตรว่างที่ต้องการจะสำรองไว้รองรับปริมาณน้ำส่วนเกินจะเท่ากับศูนย์

แต่หากผลรวมของปริมาตรว่างที่ต้องการในเดือนก่อนหน้านั้นกับปริมาตรน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำส่วนเกินเดือนปัจจุบันมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ ค่าปริมาตรว่างที่ต้องการจะสำรองไว้รองรับปริมาณน้ำส่วนเกินจะเท่ากับผลรวมของปริมาตรว่างที่ต้องการในเดือนก่อนหน้านั้นกับปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำส่วนเกินในเดือนปัจจุบัน

(4) หาค่าเฉลี่ยของปริมาตรของอ่างเก็บน้ำที่จะต้องสำรองไว้ใช้เก็บกักน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำส่วนเกินแต่ละเดือนจะได้เกณฑ์ควบคุมระดับน้ำตอนบน (URC)

เกณฑ์ควบคุมระดับน้ำตอนล่าง (LRC)

(5) คำนวณหาปริมาณน้ำที่ขาดแคลนของอ่าง (Surplus Outflow) โดยหาจาก

Surplus Outflow = Total Outflow-Total Inflow

(6) คำนวณหาปริมาณน้ำที่จำเป็นต้องเก็บกักเพิ่มเติมในช่วงฤดูแล้ง โดยนำค่าปริมาณน้ำที่ขาดแคลนสะสม บวกด้วยปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกักต่ำสุดของอ่างเก็บน้ำ

(7) หาค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำที่จำเป็นต้องเก็บกักเพิ่มเติมในช่วงฤดูแล้งจะได้เกณฑ์ควบคุมระดับน้ำตอนบน (LRC)

3) วิเคราะห์เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยวิธี Probability Based Rule Curves

หลังจากวิเคราะห์เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยวิธี Vacancy Minimum Storage Requirement Rule Curve แล้วนั้น ในขั้นตอนนี้จะทำการกำหนดความเสี่ยงที่สอดคล้องกับเกณฑ์ปฏิบัติการ

อ่างเก็บน้ำด้วยวิธี Vacancy Minimum Storage Requirement Rule Curve โดยอาศัยวิธี Probability Based Rule Curves ดังนี้

เกณฑ์ควบคุมระดับน้ำตอนบน (URC)

(1) คำนวณหาปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างสุทธิ (Net Reservoir Inflow Volume, $NRI_{t)}$

NRI = Net Inflow-Net Outflow

(2) ทำการแปลงข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างสุทธิใหม่ NRIt (Xt) ให้กลายเป็น NRIt (Yt) เพื่อให้ข้อมูลเป็นบวกสำหรับน้ำไปใช้ในการวิเคราะห์หาฟังก์ชันการแจกแจงโอกาสความน่าจะเป็นที่เหมาะสมของข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างสุทธิใหม่ในขั้นตอนถัดไป ซึ่งในที่นี้

กำหนดให้ Yt = Xt–min { Xti } เมื่อ i = 1, 2,..... n ปี

(3) ทำการทดสอบทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 5% และเลือกฟังก์ชันการแจกแจงแบบกัมเบลในการวิเคราะห์สำหรับขั้นตอนถัดไป และหาค่าพารามิเตอร์ฟังก์ชันการแจกแจงแบบกัมเบลของข้อมูล NRIt (Yt)

(4) กำหนดค่าความเสี่ยงที่ 0.05, 0.10, 0.20, และ 0.30 จากนั้นทำการแปลงกลับค่า Xt = Yt + min { Xti } เมื่อ I = 1, 2, ...n ปี

โดยคำนวณหา VFCt จากสูตรดังนี้

VFCt = Y = Ybar + KTr * Sy

โดยที่ KTr = -0.45-0.7797 * ln [-ln (1-1/Tr)] และ Risk = $1/T_r$

Risk	Tr	KTr
0.05	1/20	1.87
0.10	1/10	1.30
0.20	1/5	0.72
0.30	1/3.33	0.35

เกณฑ์ควบคุมระดับน้ำตอนล่าง (LRC)

(5) จากผลการวิเคราะห์ช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งของอ่างเก็บน้ำลำปาวพบว่าเดือนที่ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่าง (Reservoir Inflow) มากกว่าปริมาณน้ำที่ไหลออกจากอ่าง (Reservoir Outflow) ครอบคลุมตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงตุลาคม อย่างไรก็ดีในที่นี้ได้กำหนดช่วงฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงพฤศจิกายนและช่วงฤดูแล้งเริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงพฤษภาคม วิเคราะห์ผลรวมของข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำสุทธิในช่วงฤดูแล้งของอ่างเก็บน้ำลำปาว

จาก $\sum_{i=t}^{D} NRIt$ เมื่อ t = 1, 2, ...,6

(6) ทำการแปลงข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างสุทธิใหม่ Xt ให้กลายเป็น $\sum_{i=t}^{12} NRIt(Yt)$ เพื่อให้ข้อมูลเป็นบวก สำหรับนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาฟังก์ชันการแจกแจงโอกาสความน่าจะเป็นที่เหมาะสมของข้อมูลผลรวมปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างสุทธิใหม่ในขั้นตอนถัดไป

ซึ่งในที่นี้กำหนดให้ Yt = Xt–min { Xti } เมื่อ i = 1, 2, ...n ปี

หลังจากนั้นทำการทดสอบการฟิตฟังก์ชันการแจกแจงโอกาสความน่าจะเป็นของข้อมูลผลรวมปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างสุทธิโดยอาศัยวิธีการทดสอบ Smirnov-Kolmogorov

(7) กำหนดค่าความเสี่ยงที่ 0.05, 0.10, 0.20, และ 0.30 จากนั้นทำการแปลงกลับค่า Xt = Yt + min { Xti } เมื่อ i = 1, 2, ...n ปี โดยคำนวณหา VBUFt จากสูตรดังนี้

$$VBUFt = Y = Ybar + KTr * Sy$$

โดยที่ $KTr = -0.45-0.7797 * \ln[-\ln(1-1/Tr)]$ และ $Risk = 1/T_r$

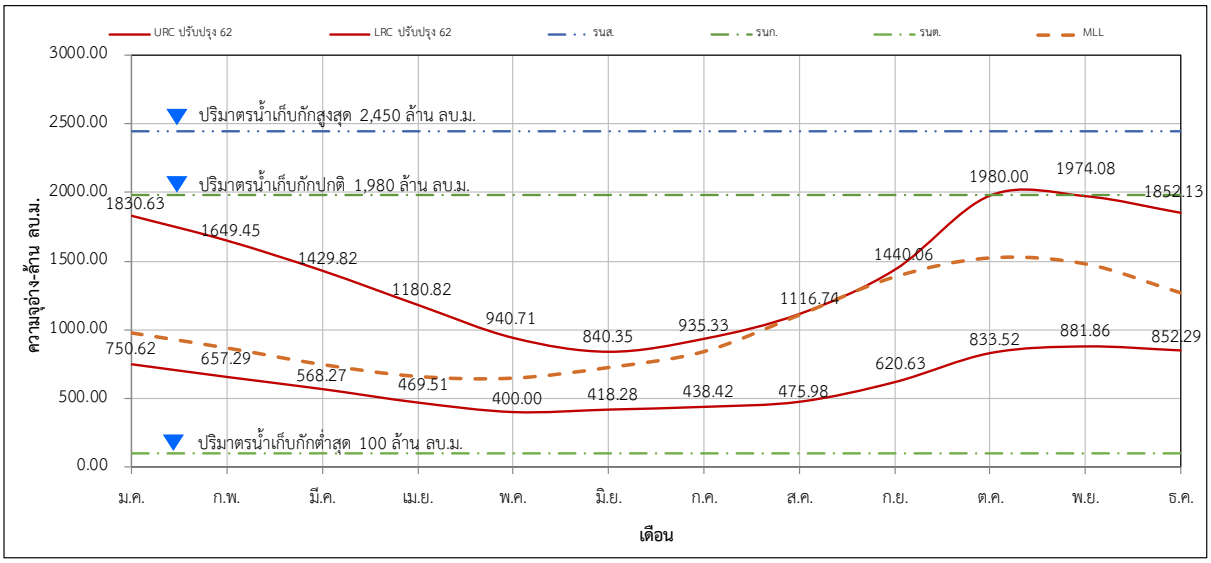
Risk	Tr	KTr
0.05	1/20	1.87
0.10	1/10	1.30
0.20	1/5	0.72
0.30	1/3.33	0.35

(8) กำหนดค่าความเสี่ยง (Risk) จากนั้นจึงปรับเส้น URC และ LRC ที่ได้จากวิธี Vacancy Minimum Storage Requirement Rule Curve

4) วิเคราะห์เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำโดยพิจารณาเงื่อนไขการบริหารจัดการน้ำ

หลังจากวิเคราะห์เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยวิธี Vacancy Minimum Storage Requirement Rule Curve และวิธี Probability Based Rule Curves แล้วนั้น จำเป็นที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมกันกับเงื่อนไขในการบริหารจัดการน้ำ ได้แก่ การวิเคราะห์อัตราการระบายท้ายน้ำสูงสุดในแต่ละช่วงที่ไม่ทำให้เกิดผลกระทบด้านท้ายน้ำ การพิจารณาเงื่อนไขการสูบผันน้ำ ร่วมไปถึงข้อตกลงของกลุ่มผู้ใช้น้ำ (JMC) และยังมีการจัดประชุมทางไกลกับพื้นที่ เพื่อรับฟังความเห็นเพิ่มเติมจากพื้นที่ ซึ่งขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนสำคัญ เพื่อปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำให้มีความสอดคล้องกับสภาพและสถานการณ์ในพื้นที่

สำหรับการปรับปรุงเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำโดยวิธี Vacancy Minimum Storage Requirement Rule Curve จะยึดตามหลักการว่าปริมาตรน้ำในอ่างเก็บน้ำจะเต็มอ่างพอดีเมื่อสิ้นสุดฤดูฝน และปริมาตรน้ำในอ่างเก็บน้ำจะแห้งพอดีเมื่อสิ้นสุดฤดูแล้ง ครอบคลุมความต้องการใช้น้ำของกิจกรรมต่าง ๆ เช่น เพื่อการชลประทาน เพื่อการอุปโภคบริโภค เพื่อการอุตสาหกรรม เพื่อการรักษาระบบนิเวศและอื่น ๆ ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำและข้อกำหนดในการระบายน้ำของระบบชลประทานกำหนดเป็นเงื่อนไขในการจัดทำเส้นปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curves) เพื่อใช้เป็นแนวทางการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำให้เป็นไปอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ สามารถบรรเทาผลกระทบน้ำท่วมและกักเก็บน้ำไว้ใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้งได้อย่างเต็มศักยภาพ แต่อย่างไรก็ตามเกณฑ์การบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำควรมีการปรับปรุงเป็นระยะ ๆ เพื่อให้มีความทันสมัยสอดคล้องกับสภาพน้ำต้นทุน สภาพน้ำฝน-น้ำท่า สภาพการใช้น้ำและการเปลี่ยนแปลงความจุอ่างเก็บน้ำ รวมถึงผลกระทบของพื้นที่น้ำท่วมท้ายอ่างเก็บน้ำ มีผลปรับปรุงเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำลำปาว ดังแสดงในรูปที่ 4-13

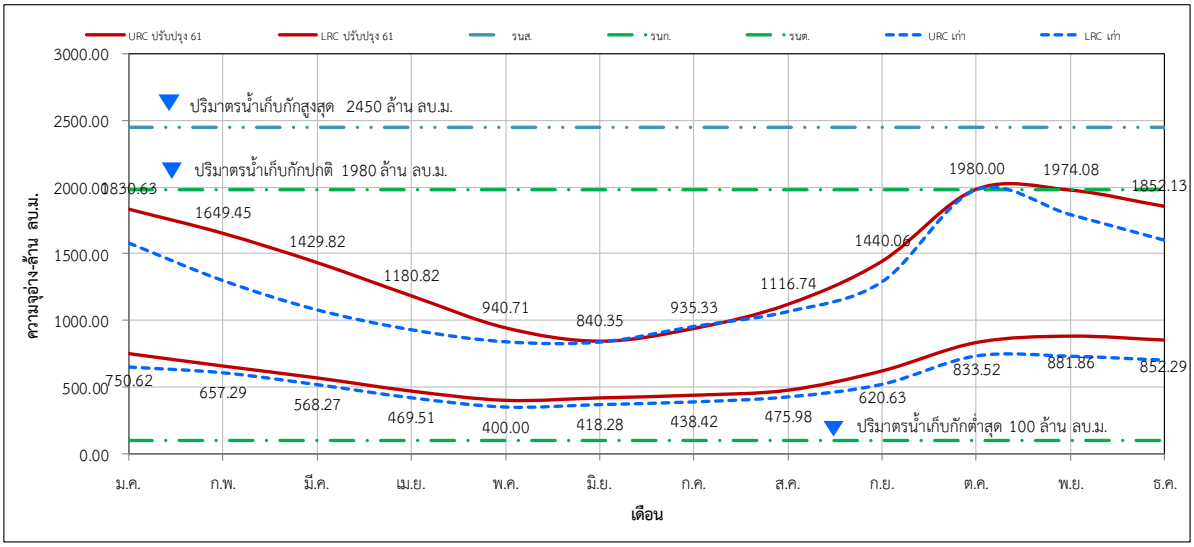


ปริมาณน้ำต้นเดือน (ล้าน ลบ.ม.)												
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
URC ปรับปรุง 62	1830.63	1649.45	1429.82	1180.82	940.71	840.35	935.33	1116.74	1440.06	1980.00	1974.08	1852.13
LRC ปรับปรุง 62	750.62	657.29	568.27	469.51	400.00	418.28	438.42	475.98	620.63	833.52	881.86	852.29
Longterm benchmark	972.89	863.33	742.81	656.00	643.61	720.82	836.99	1103.13	1380.87	1519.43	1476.00	1264.65

รูปที่ 4-13 ผลการปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำลำปาว

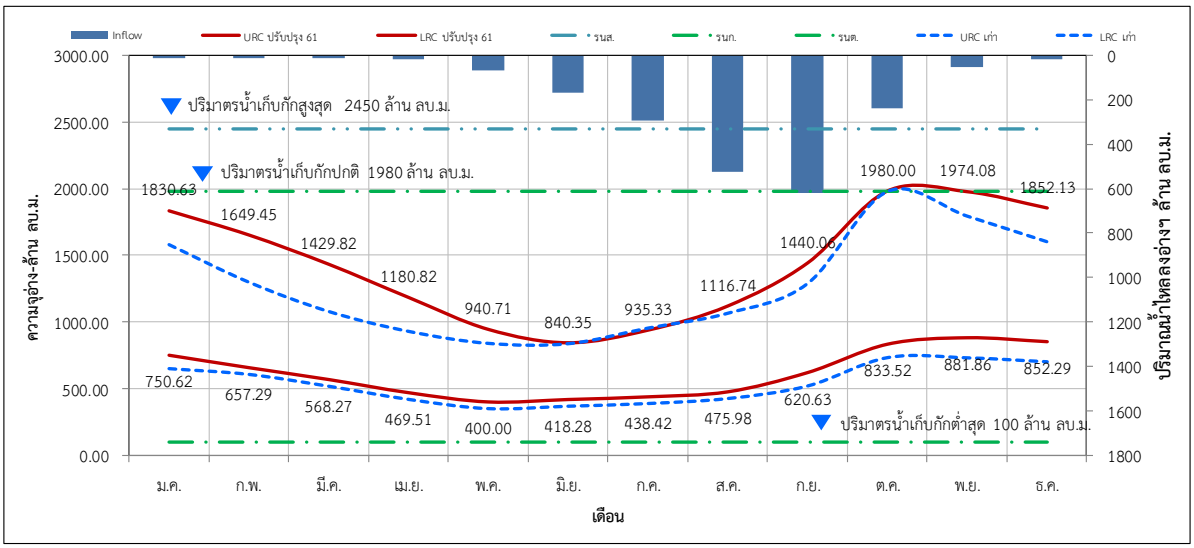
เมื่อเปรียบเทียบเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเส้นใหม่กับเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเส้นเดิมพบว่าเป็นไปตามทฤษฎีของ Vacancy Minimum Storage Requirement Rule Curve ได้เส้นบนของเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Upper Rule Curve) เมื่อสิ้นสุดฤดูฝนในเดือนตุลาคม ปริมาณน้ำ 1,980 ล้าน ลบ.ม. ส่วนฤดูน้ำหลากมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างมากขึ้นในช่วงเดือนกรกฎาคม สิงหาคม กันยายน และตุลาคม ดังแสดงในรูปที่ 4-14 และรูปที่ 4-15 เส้นบนของเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำจะถูกปรับปรุงให้มีระดับสูงกว่าเส้นเดิมเพื่อรองรับปริมาณน้ำที่จะไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลาดังกล่าว โดยในเดือนตุลาคมซึ่งเป็นเดือนที่น้ำไหลเข้าอ่างมากที่สุดตามสถิติปริมาณน้ำ 619.80 ล้าน ลบ.ม. สามารถรองรับปริมาณน้ำในเดือนตุลาคมเพื่อให้มีน้ำต้นทุนมากขึ้น ทั้งนี้อ่างเก็บน้ำลำปาวมีความต้องการใช้น้ำในช่วงฤดูแล้งรวมทุกกิจกรรมประมาณ 650 ล้าน ลบ.ม.

สำหรับการปรับปรุงเส้นล่างของเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Lower Rule Curve) เมื่อสิ้นสุดฤดูแล้งในเดือนเมษายนตามทฤษฎีนั้นปริมาตรน้ำในอ่างเก็บน้ำจะแห้งพอดีเมื่อสิ้นสุดฤดูแล้ง แต่อย่างไรก็ตาม ในการบริหารจัดการน้ำตามนโยบายของกรมชลประทาน จะทำการสำรองน้ำสำหรับอุปโภค-บริโภคไว้อย่างน้อยในช่วงระยะเวลา 3 เดือน ทั้งนี้ เพื่อที่จะสำรองน้ำในอ่างเก็บน้ำไว้ป้องกันภาวะขาดแคลนน้ำเมื่อเข้าสู่ฤดูฝนหากเกิดกรณีฝนทิ้งช่วงรวมทั้งเพื่อความมั่นคงปลอดภัยของเขื่อนหากมีปริมาณน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว (Rapid Drawdown) กำหนดควรมีปริมาณน้ำเมื่อสิ้นสุดฤดูฝน 833.52 ล้าน ลบ.ม. ดังแสดงในรูปที่ 4-14



ปริมาณน้ำต้นเดือน (ล้าน ลบ.ม.)												
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
URC ปรับปรุง 62	1830.63	1649.45	1429.82	1180.82	940.71	840.35	935.33	1116.74	1440.06	1980.00	1974.08	1852.13
LRC ปรับปรุง 62	750.62	657.29	568.27	469.51	400.00	418.28	438.42	475.98	620.63	833.52	881.86	852.29

รูปที่ 4-14 การเปรียบเทียบเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำลำปาวหลังปรับปรุง



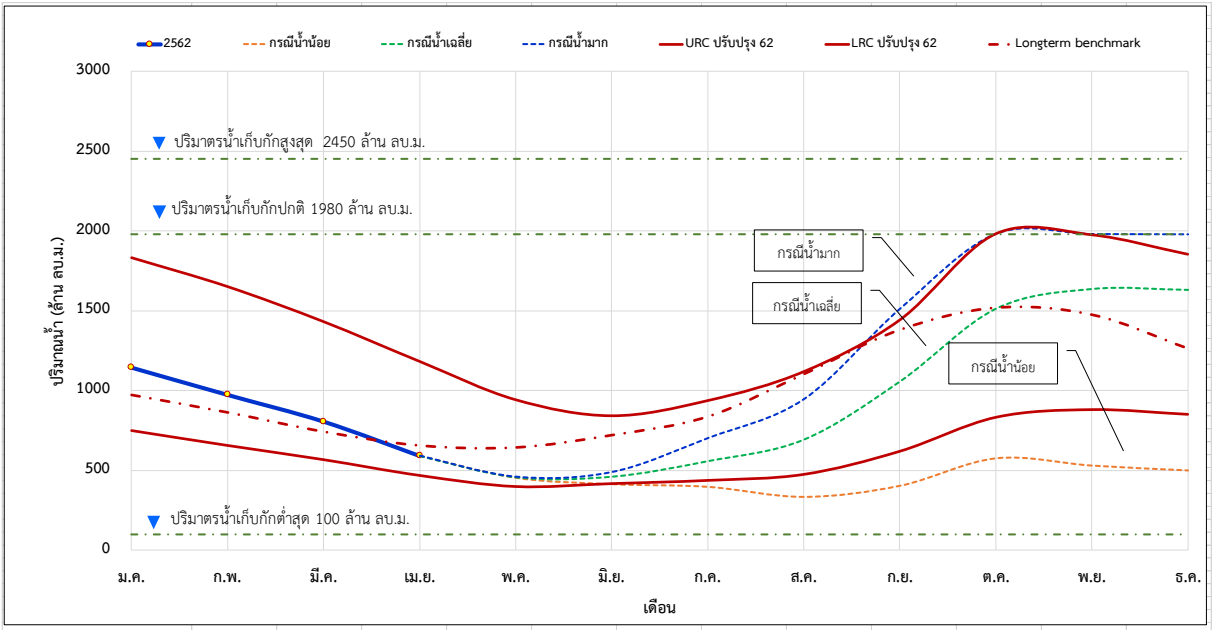
ปริมาณน้ำต้นเดือน (ล้าน ลบ.ม.)												
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
URC ปรับปรุง 62	1830.63	1649.45	1429.82	1180.82	940.71	840.35	935.33	1116.74	1440.06	1980.00	1974.08	1852.13
LRC ปรับปรุง 62	750.62	657.29	568.27	469.51	400.00	418.28	438.42	475.98	620.63	833.52	881.86	852.29

รูปที่ 4-15 การเปรียบเทียบเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำลำปาวหลังปรับปรุงกับปริมาณไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ

4.5 การบริหารจัดการน้ำด้วยเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบพลวัต (Dynamic Operation Curve)

การคาดการณ์และติดตามสภาวะทางอุตุ-อุทกวิทยาเป็นอีกหนึ่งเครื่องมือสำหรับการบริหารจัดการน้ำอ่างเก็บน้ำ การจำลองปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างในช่วงเวลาต่าง ๆ นำมาเป็นข้อมูลประกอบกับข้อมูลอื่น ๆ ในการติดตามสถานการณ์น้ำในอ่างเก็บน้ำ เพื่อคาดการณ์ปริมาณน้ำในอ่างฯในอนาคตที่จะเกิดขึ้นตามกรณีหรือเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบพลวัต (Dynamic Rule Curve) เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการขาดแคลนน้ำและปัญหาน้ำล้นอ่างให้ได้มากที่สุด ซึ่งในการคาดการณ์แต่ละครั้งจะมีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลและตัวแปรให้เป็นข้อมูลปัจจุบัน แบ่งเป็นปริมาณน้ำไหลเข้าเป็นกรณีต่างๆ 3 กรณี ได้แก่กรณีน้ำมาก น้ำเฉลี่ยและน้ำน้อย โดยจัดลำดับปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำรายเดือน ร้อยละ 80, 50 และ 20 ตามลำดับ ดังรูปที่ 4-16

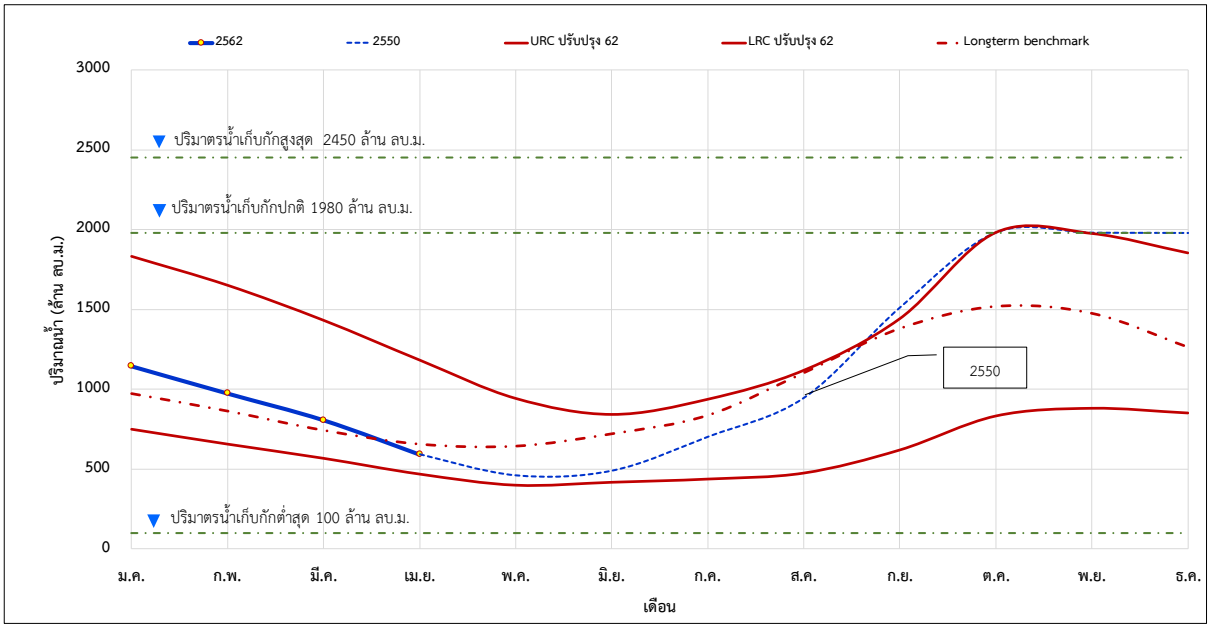
การพยากรณ์ระยะยาว (Long–Term Forecasting) เป็นการคาดการณ์ปริมาณน้ำเมื่อสิ้นสุดฤดูฝน โดยพิจารณาบริหารจัดการน้ำร่วมกับเส้น Long Term Benchmark ซึ่งเป็นเส้นหมุดหมายของการบริหารจัดการน้ำในเบื้องต้น เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยและภัยแล้งน้อยที่สุด ทำให้มีข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจ ส่งผลให้การบริหารจัดการน้ำมีความเหมาะสมช่วยลดความเสี่ยงที่จะเกิดอุทกภัยและภัยแล้งในช่วงระยะสั้น ทั้งยังสามารถกำหนดกรอบแนวทางและแผนการจัดสรรน้ำในระดับลุ่มน้ำและสามารถวางแผนบริหารจัดการน้ำให้สอดคล้องกับปริมาณความต้องการใช้น้ำต่าง ๆ ได้ล่วงหน้าระยะยาวหนึ่งฤดูกาลเป็นข้อมูลในการชี้แจงเกษตรกรและหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องเพื่อบูรณาในการวางแผนการเพาะปลูกพืชและการวางแผนในการบริหารจัดการน้ำของเขื่อนร่วมกัน



ปริมาณน้ำต้นเดือน (ล้าน ลบ.ม.)												
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.
URC ปรับปรุง 62	1830.63	1649.45	1429.82	1180.82	940.71	840.35	935.33	1116.74	1440.06	1980.00	1974.08	1852.13
LRC ปรับปรุง 62	750.62	657.29	568.27	469.51	400.00	418.28	438.42	475.98	620.63	833.52	881.86	852.29
Longterm benchmark	972.89	863.33	742.81	656.00	643.61	720.82	836.99	1103.13	1380.87	1519.43	1476.00	1264.65
2562	1143.30	972.90	805.70	591.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
กรณีน้ำน้อย	1143.30	972.90	805.70	591.00	453.83	414.23	397.39	334.88	404.14	575.40	529.99	499.81
กรณีน้ำเฉลี่ย	1143.30	972.90	805.70	591.00	457.61	461.49	558.80	693.92	1057.91	1513.71	1637.12	1631.50
กรณีน้ำมาก	1143.30	972.90	805.70	591.00	459.12	488.42	700.89	945.04	1510.68	1980.00	1978.41	1976.76

รูปที่ 4-16 เส้นบริหารจัดการน้ำแบบพลวัตอ่างเก็บน้ำลำปาว

แต่อย่างไรก็ตามในการบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำนั้น จะพิจารณาแนวโน้มสภาวะอากาศในช่วงนั้นและนโยบายการบริหารจัดการน้ำของกรมชลประทานเป็นหลัก ในการพิจารณาที่จะกักเก็บน้ำหรือกำหนดเป้าหมายเมื่อสิ้นสุดฤดูกาล ดังนั้นเส้น Long Term Benchmark เป็นเพียงเครื่องมือประกอบการตัดสินใจเช่นเดียวกันกับเส้นการคาดการณ์ในกรณีต่าง ๆ การบริหารจัดการน้ำในท้ายที่สุดแล้วนั้น จะต้องเป็นไปตามเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) เท่านั้น โดยเพิ่มเป็นพิเศษด้วยการเทียบเคียงกับกรณีน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำปี 2550 ตามการคาดการณ์ปรากฏการณ์ ENSO ของกรมอุตุนิยมวิทยาในการติดตามบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำด้วยอีกแนวทางหนึ่ง ดังรูปที่ 4-17

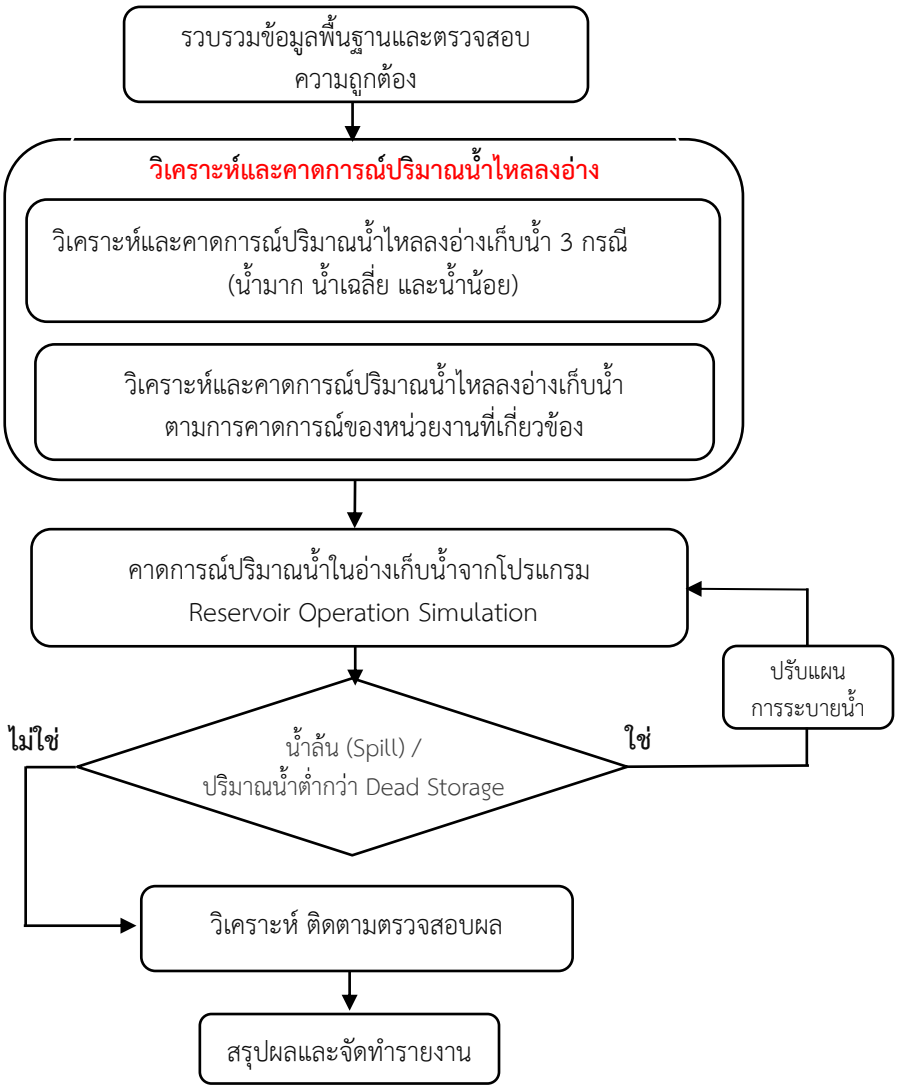


ปริมาณน้ำต้นเดือน (ล้าน ลบ.ม.)												
เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
URC ปรับปรุง 62	1830.63	1649.45	1429.82	1180.82	940.71	840.35	935.33	1116.74	1440.06	1980.00	1974.08	1852.13
LRC ปรับปรุง 62	750.62	657.29	568.27	469.51	400.00	418.28	438.42	475.98	620.63	833.52	881.86	852.29
Longterm benchmark	972.89	863.33	742.81	656.00	643.61	720.82	836.99	1103.13	1380.87	1519.43	1476.00	1264.65
2550	1143.30	972.90	805.70	591.00	459.12	488.42	700.89	945.04	1510.68	1980.00	1978.41	1976.76

รูปที่ 4-17 เส้นบริหารจัดการน้ำแบบพลวัตอ่างเก็บน้ำลำปาว กรณีเทียบเคียงปี 2550

1) การคาดการณ์ปริมาณน้ำในการอ่างเก็บน้ำ

การคาดการณ์ปริมาณน้ำในการอ่างเก็บน้ำจะใช้โปรแกรม ROS (Reservoir Operation Simulation) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการจัดสรรน้ำในอ่างเก็บน้ำให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกันระหว่างปริมาณน้ำต้นทุนและความต้องการใช้น้ำสำหรับกิจกรรมการใช้น้ำต่าง เช่น การอุปโภคบริโภค การรักษาระบบนิเวศ ด้านการเกษตรและอุตสาหกรรม ในอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลาต่าง ๆ ซึ่งสำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา โดยส่วนบริหารจัดการน้ำได้มีการพัฒนารูปแบบการคำนวณเพื่อใช้ในการวางแผนบริหารจัดการน้ำและควบคุมการจัดการน้ำในช่วงเวลาแต่ละสัปดาห์ โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม Visual Basic for Application ใน Microsoft Excel ข้อมูลที่ได้จากการทำ ROS จะใช้เป็นแผนการจัดสรรน้ำสำหรับโครงการชลประทานและใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการระบายน้ำ (Outflow) และสำหรับการคาดการณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ และตั้งชื่อโปรแกรมนี้ว่า โปรแกรม Reservoir Operation Simulation โดยมีขั้นตอนการดำเนินการตาม **รูปที่ 4-18** และ **4-19**



รูปที่ 4-18 ผังการดำเนินการคาดการณ์ปริมาณน้ำในการอ่างเก็บน้ำ โปรแกรม Reservoir Operation Simulation

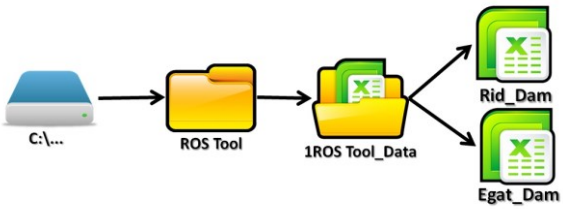
ลำดับที่	ผังกระบวนการ	ระยะเวลา	รายละเอียดงาน
1	เริ่มกระบวนการข้อมูลพื้นฐาน	สัปดาห์แรกของฤดูแล้ง/ฝน	- รวบรวมข้อมูลพื้นฐาน ตามคู่มือการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานด้านการจัดสรรน้ำของโครงการชลประทาน
2	จำลองการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำโดยใช้โปรแกรม Reservoir Operation Simulation ไม่ใช่	ทุกสัปดาห์	- อัพเดทข้อมูลน้ำรายวันจนถึงปัจจุบัน - ปรับแผนการระบายน้ำจากอ่าง (ถ้ามี) - ประเมินและวิเคราะห์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ
3	ติดตามตรวจสอบ และปรับแผน ใช่	ทุกสัปดาห์	- เก็บข้อมูล ติดตาม ตรวจสอบ ตรวจวัดผล - ปรับแผนการจัดสรรน้ำให้สอดคล้องกับปริมาณน้ำที่เหลืออยู่
4	ไม่ บริหารจัดการตามแผน	ทุกสัปดาห์	- ดำเนินการบริหารจัดการน้ำตามแผนการจัดสรรน้ำและการเพาะปลูกพืช
5	สิ้นสุดฤดูแล้ง / ฝน	สัปดาห์สุดท้ายของฤดูแล้ง/ฝน	-คาดการณ์ปริมาณน้ำต้นฤดู

รูปที่ 4-19 ผังกระบวนงานคาดการณ์ปริมาณน้ำในการอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ (Reservoir Operation Simulation)

2) วิเคราะห์เส้นบริหารจัดการน้ำแบบพลวัต (Dynamic Operating Curve)

เส้นบริหารจัดการน้ำแบบพลวัต (Dynamic Operating Curve) คือเส้นคาดการณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ โดยโปรแกรมการจำลองการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Simulation) ในกรณีน้ำน้อย น้ำเฉลี่ย น้ำมาก หรือในกรณีการคาดการณ์ตามสภาพอุตุนิยมวิทยาที่มีแนวโน้มที่อาจเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนเก็บกักและส่งน้ำจากอ่างเก็บน้ำเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ ส่งผลให้การบริหารจัดการน้ำเกิดประสิทธิภาพสูงสุดเพื่อไม่ให้เกิดการขาดแคลนน้ำและน้ำไหลล้นอ่างเก็บน้ำโดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

(1) รวบรวมข้อมูลด้านจากบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำเป็นลักษณะข้อมูลรายวัน เช่น ค่าระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ (Level) ปริมาณน้ำไหลลงอ่าง ค่าปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (Storage) ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ (Inflow) ปริมาณน้ำไหลออกจากอ่างเก็บน้ำ (Outflow) ซึ่งรวบรวมจากแผนการระบายน้ำในปีนั้น ๆ ดังแสดงใน **รูปที่ 4-20** และ **4-21**



รูปที่ 4-20 แสดงโครงสร้างจัดเก็บไฟล์ข้อมูลด้านจากบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำ

** ใส่ข้อมูลในช่องที่มีตัวอักษรสีแดงเท่านั้น **								อ่างเก็บน้ำเขื่อนลำปาว										
DATE	RES.WL:M.(MSL.)		VOLUME	DIFF.VOL.		EVAPORATION		OUTFLOWS (CMS.)						TOTAL OUTFLOW		TOTAL INFLOW		RAINFALL
	U/S	D/S	MCM.	MCM.	CMS.	MCM	CMS	RO.	LMC.	RMC	HYDRO.	SPILL.	ระเหย+ซึม	CMS.	MCM	CMS.	MCM	MM./DAY
1 ม.ค. 62	160.73		1,143.3											42.6	3.68	0.00	0.00	
2 ม.ค. 62	160.71		1,139.1											42.7	3.69	0.00	0.00	
3 ม.ค. 62	160.70		1,137.0											43.8	3.78	19.44	1.68	
4 ม.ค. 62	160.68		1,132.8											50.2	4.34	1.62	0.14	
5 ม.ค. 62	160.66		1,128.6											53.0	4.58	4.40	0.38	
6 ม.ค. 62	160.64		1,124.4											53.4	4.61	4.75	0.41	
7 ม.ค. 62	160.62		1,120.2											53.6	4.63	4.98	0.43	
8 ม.ค. 62	160.60		1,116.0											55.8	4.82	7.18	0.62	
9 ม.ค. 62	160.58		1,111.8											60.2	5.20	11.57	1.00	
10 ม.ค. 62	160.56		1,107.6											61.0	5.27	12.38	1.07	
11 ม.ค. 62	160.53		1,101.3											61.0	5.27	0.00	0.00	
12 ม.ค. 62	160.50		1,095.0											61.0	5.27	0.00	0.00	
13 ม.ค. 62	160.47		1,088.7											61.1	5.28	0.00	0.00	
14 ม.ค. 62	160.44		1,082.4											61.0	5.27	0.00	0.00	
15 ม.ค. 62	160.42		1,078.2											58.3	5.04	9.72	0.84	
16 ม.ค. 62	160.40		1,074.0											56.3	4.86	7.64	0.66	
17 ม.ค. 62	160.38		1,069.8											59.1	5.11	10.53	0.91	
18 ม.ค. 62	160.35		1,063.5											60.1	5.19	0.00	0.00	
19 ม.ค. 62	160.32		1,057.2											61.9	5.35	0.00	0.00	

รูปที่ 4-21 แสดงตารางไฟล์ข้อมูลด้านการบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำ

(2) สถิติปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ

คาดการณ์ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำตลอดทั้งปีนั้น ๆ โดยจะอาศัยสถิติข้อมูลปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ หรือปริมาณน้ำที่วัดได้ที่สถานีวัดน้ำท่าตรงบริเวณจุดที่ตั้งอ่างเก็บน้ำจะสามารถคำนวณหาปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยประจำเดือนได้ หรือสามารถนำเอาไปวิเคราะห์ตามหลักความถี่ของการเกิด (Frequency Analysis) เพื่อหาโอกาสของความน่าจะเป็น (Probability) ของการไหลของน้ำลงอ่างเก็บน้ำในปริมาณต่าง ๆ แล้วจึงเลือกปริมาณการไหลที่มีโอกาสของความน่าจะเป็นที่ต้องการมาใช้ในการคำนวณสมดุลของน้ำ สถิติน้ำท่า ที่ใช้ในการคำนวณยิ่งมากปียิ่งดี

โดยใช้ข้อมูลจากประกาศคาดการณ์ปริมาณฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยาและสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) ซึ่งในปีนี้ใช้ปริมาณฝนเทียบเคียง ปี 2550 ตามมติที่ประชุมคณะทำงานอำนวยการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ ครั้งที่ 4/2562

(3) ข้อมูลความต้องการน้ำจากอ่าง

ปริมาณความต้องการน้ำจากอ่างเก็บน้ำโดยทั่ว ๆ ไปประกอบด้วย ความต้องการน้ำเพื่อการชลประทาน การอุปโภค–บริโภค การรักษาระบบนิเวศและการอุตสาหกรรม ความต้องการน้ำจากอ่างเก็บน้ำจะแตกต่างกันไปในแต่ละอ่างมากกว่าความต้องการอื่น ๆ ทั้งหมด และจะเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในการวิเคราะห์ โดยในการศึกษานี้ใช้แผนการระบายน้ำฤดูฝน ปี 2562 ในการจำลองการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ ดังในตารางที่ 4-2

(4) ข้อมูลการระเหยและการรั่วซึม

อ่างเก็บน้ำทำหน้าที่เก็บน้ำจึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะมีการสูญเสียน้ำเนื่องจากการระเหยจากผิวน้ำในอ่างเก็บน้ำ ดังตารางที่ 4-12 และการรั่วซึมจากบริเวณพื้นดินก้นอ่างเก็บน้ำในการคำนวณปริมาณการระเหยและรั่วซึมจะคิดอัตราการระเหยและรั่วซึมคูณด้วยพื้นที่ผิวน้ำเฉลี่ยของเดือนนั้น

ตารางที่ 4-12 อัตราการระเหยจากผิวน้ำในอ่างเก็บน้ำลำปาว

เดือน	อัตราการระเหย (ม.ม.)
1	129.2
2	139
3	182.3
4	189.1
5	166.8
6	147.3
7	143
8	130.3
9	122.1
10	129.3
11	124.9
12	126.1

(5) ข้อมูลเกี่ยวกับอ่างเก็บน้ำ

ข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการจัดทำการวิเคราะห์ ได้แก่ ระดับน้ำกักเก็บสูงสุด (ระดับสันทางระบายน้ำล้น) ระดับเก็บกักต่ำสุด (ระดับที่เผื่อไว้สำหรับการตกตะกอน) ระดับสันเขื่อน ขนาดของทางระบายน้ำล้น ดังแสดงใน **รูปที่ 4-22** โค้งความจุและโค้งพื้นที่ผิวน้ำ (Capacity–Area–Elevation Curve) ดังในตารางที่ 4-13

***** ให้เติมข้อมูลเฉพาะในช่องสีเหลือง *******

ชื่อโครงการ	เขื่อนลำปาว	
ระดับเก็บกัก	162.000	เมตร
ระดับสันเขื่อน	167.700	'เมตร
ความจุที่ระดับเก็บกัก	1,980.000	ล้าน ลบ.ม.
Spillway Crest Length	45.000	'เมตร
Dead Storage	85.000	ล้าน ลบ.ม.
Row Number ของข้อมูลสุดท้าย	7673	
วัน/เดือน/ปี ที่เริ่มจำลองเหตุการณ์	19/9/2019	ว/ด/ป
ปริมาณน้ำ ณ วันที่เริ่มจำลองเหตุการณ์	1719.60	ล้าน ลบ.ม.

ความต้องการน้ำเพื่อ การอุปโภค บริโภค เกษตร รักษาระบบนิเวศ อุตสาหกรรม

เดือนมกราคม	4.86	ล้าน ลบ.ม./วัน
เดือนกุมภาพันธ์	5.57	ล้าน ลบ.ม./วัน
เดือนมีนาคม	5.21	ล้าน ลบ.ม./วัน
เดือนเมษายน	3.06	ล้าน ลบ.ม./วัน
เดือนพฤษภาคม	1.62	ล้าน ลบ.ม./วัน
เดือนมิถุนายน	1.95	ล้าน ลบ.ม./วัน
เดือนกรกฎาคม	4.70	ล้าน ลบ.ม./วัน
เดือนสิงหาคม	4.13	ล้าน ลบ.ม./วัน
เดือนกันยายน	4.69	ล้าน ลบ.ม./วัน
เดือนตุลาคม	4.69	ล้าน ลบ.ม./วัน
เดือนพฤศจิกายน	1.25	ล้าน ลบ.ม./วัน
เดือนธันวาคม	2.21	ล้าน ลบ.ม./วัน

ก่อน Run Program ให้เติมข้อมูลใน Sheet Simulation ให้ครบถ้วนดังนี้

1. ป้อนค่า Inflow รายวัน เป็น ล้าน ลบ.ม./วัน ทุกวันจนถึงปัจจุบัน
2. ป้อนค่า Inflow รายวัน เป็น ล้าน ลบ.ม./วัน ในวันต่อไปทุกวันจนถึง สิ้นปีที่ต้องการจำลองเหตุการณ์ ด้วยค่า Average Inflow
3. กดปุ่ม Calculation และรอจนกว่าปรากฏ Masage Box " Calculation has been completed"

Calculation

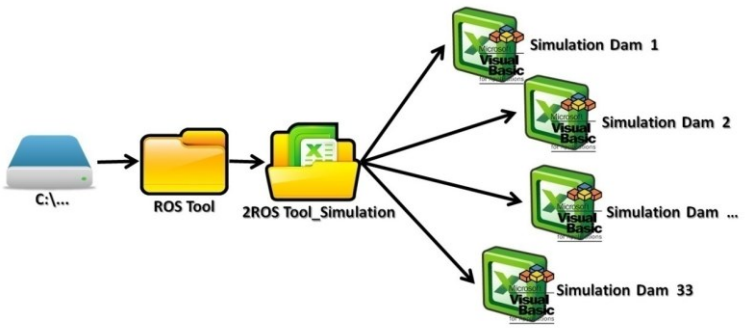
รูปที่ 4-22 แสดงหน้าต่าง Simulation Condition

ตารางที่ 4-13 โค้งความจุและโค้งพื้นที่ผิวน้ำอ่างเก็บน้ำลำปาว (Capacity–Area–Elevation Curve)

ระดับ..ม.รทก.	พื้นที่ผิวน้ำ..ตร.กม.	ความจุ...ล้าน ลบ.ม.
145.00	0.00	0.00
153.00	48.00	185.00
154.00	59.00	240.30
155.00	73.00	310.00
156.00	90.00	395.00
157.00	110.00	500.00
158.00	132.00	630.00
159.00	154.00	800.00
160.00	182.00	990.00
161.00	205.00	1,200.00
162.00	235.00	1,430.00
163.00	260.00	1,700.00
164.00	300.00	2,000.00
165.00	325.00	2,300.00
166.00	370.00	2,600.00
167.00	410.00	2,900.00
168.00	410.00	3,200.00

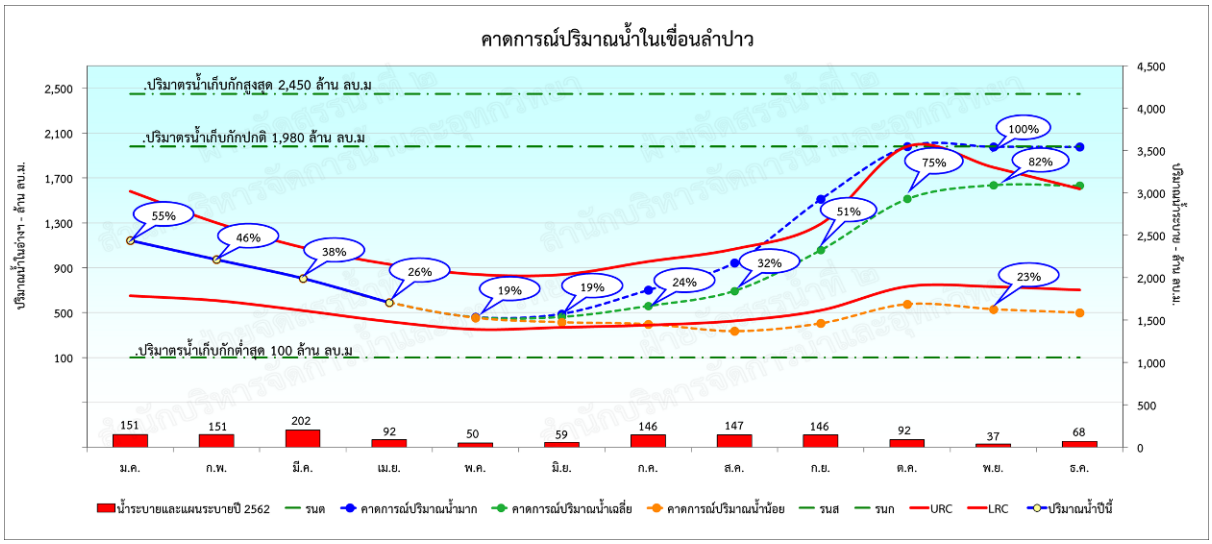
6) นำข้อมูลเข้าโปรแกรมการจำลองการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Simulation) เพื่อจำลองสภาพปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ โดยใช้หลักสมดุลของน้ำในอ่างเก็บน้ำ นำเข้าข้อมูลคาดการณ์ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเทียบเคียง ปี 2550 และแผนการระบายน้ำฤดูฝน ปี 2562 เพื่อจำลองสถานการณ์จากโปรแกรมดังแสดงใน **รูปที่ 4-23** ซึ่งในแต่ละอ่างเก็บน้ำจะเป็นข้อมูลพื้นฐานเฉพาะอ่างเก็บน้ำ ดังแสดงใน **รูปที่ 4-24**

รูปที่ 4-23 แสดงหน้าจอโปรแกรม Reservoir Operation Simulation



รูปที่ 4-24 แสดงโครงสร้างการจัดเก็บไฟล์โปรแกรม Reservoir Operation Simulation

7) สร้างเกณฑ์แนะนำการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำหรือเส้นบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำแบบพลวัต (Dynamic Rule Curve) จากผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำตามแบบจำลองการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Simulation) ดังแสดงใน **รูปที่ 4-25** เพื่อใช้วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อวางแผน ติดตาม การใช้น้ำของอ่างเก็บน้ำแต่ละอ่างเก็บน้ำตลอดช่วงฤดูฝน

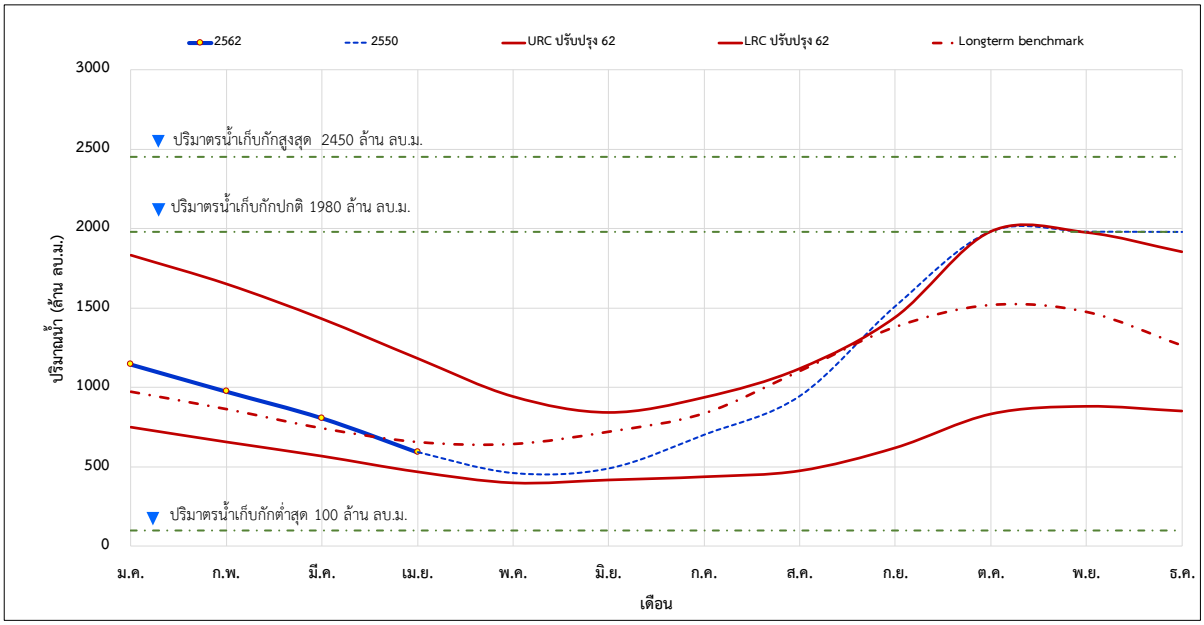


รูปที่ 4-25 แสดงการคาดการณ์ปริมาณน้ำอ่างเก็บน้ำแบบพลวัต (Dynamic Rule Curve)

3) การติดตามบริหารจัดการน้ำด้วยเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบพลวัต (Dynamic Operation Curve)

เริ่มตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนพฤศจิกายน 2562 กรมชลประทานและโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว ได้นำเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบพลวัต (Dynamic Operation Curve) มาใช้ในการบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำลำปาว เพื่อทำการวิเคราะห์ติดตามสถานการณ์น้ำที่คาดว่าจะมีอยู่ในอ่างเก็บน้ำแต่ละเดือน โดยทำการ run แบบจำลองเป็นรายวัน รายสัปดาห์หรือรายเดือนตามสถานการณ์ฝนที่จะเกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาว่าในขณะนั้นอยู่ในภาวะวิกฤติหรือไม่ โดยปกติหากไม่มีเหตุการณ์ฝนตกหนักหรือมีพายุเข้าสู่พื้นที่ จะทำการ run เพียงเดือนละหนึ่งครั้ง

ในวันที่ 1 พฤษภาคม 2562 ได้ทำการ run คาดการณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำปี 2562 กรณีปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำปี 2550 ตามการคาดการณ์ปรากฏการณ์ ENSO ของกรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อให้ทราบปริมาณน้ำคาดการณ์ในอ่างเก็บน้ำลำปาว ณ เวลาสิ้นเดือนต่าง ๆ ตลอดไปจนถึงสิ้นปี 2562 เพื่อใช้ในการวางแผนบริหารจัดการน้ำหลีกเลี่ยงปัญหาการขาดแคลนน้ำและปัญหาน้ำล้นอ่างเก็บน้ำให้ได้มากที่สุด ดังรูปที่ 4-26



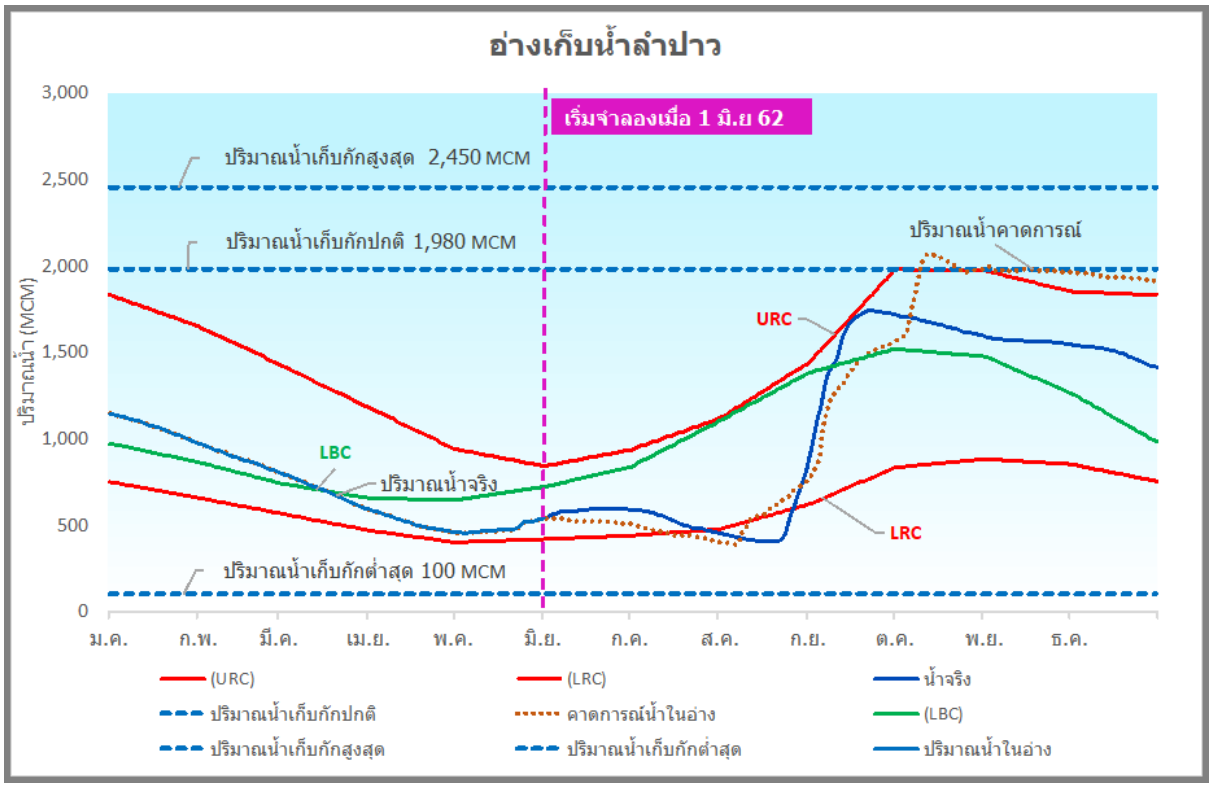
ปริมาณน้ำต้นเดือน (ล้าน ลบ.ม.)												
เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
URC ปรับปรุง 62	1830.63	1649.45	1429.82	1180.82	940.71	840.35	935.33	1116.74	1440.06	1980.00	1974.08	1852.13
LRC ปรับปรุง 62	750.62	657.29	568.27	469.51	400.00	418.28	438.42	475.98	620.63	833.52	881.86	852.29
Longterm benchmark	972.89	863.33	742.81	656.00	643.61	720.82	836.99	1103.13	1380.87	1519.43	1476.00	1264.65
2550	1143.30	972.90	805.70	591.00	459.12	488.42	700.89	945.04	1510.68	1980.00	1978.41	1976.76

รูปที่ 4.26 การคาดการณ์ปริมาณน้ำแบบพลวัตอ่างเก็บน้ำลำปาว วันที่ 1 พฤษภาคม 2562

การวิเคราะห์เพื่อบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำ

ผลการคาดการณ์ ตามรูปที่ 4-24 จะเห็นว่าในปี 2562 ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอ่างเก็บน้ำแต่ละเดือน มีเฉพาะในช่วงปลายเดือนสิงหาคมถึงกลางกันยายนเท่านั้นที่มีค่าเกินเส้น URC เพียงเล็กน้อย ในช่วงต้นฤดูฝนส่วนใหญ่มีต่ำกว่าเส้น URC จึงไม่จำเป็นต้องทำการพร่องน้ำหรือระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำในตอนนี้ ซึ่งจะทำให้ในช่วงปลายปีเมื่อสิ้นสุดฤดูฝนจะมีน้ำเต็มเขื่อนพอดี หากมีการใช้น้ำตามแผนที่วางไว้

เนื่องจากกรมอุตุนิยมวิทยาประกาศเข้าสู่ฤดูฝนเมื่อวันที่ 20 พฤษภาคม 2562 ประกอบกับมีฝนตกเพิ่มมากขึ้นและมีน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจึงได้ทำการ run แบบจำลองเพื่อคาดการณ์น้ำในอ่างเก็บน้ำลำปาวอีกครั้งหนึ่ง ในวันที่ 1 มิถุนายน 2562 เพื่อใช้ติดตามวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณน้ำที่จะเกิดขึ้นแต่ละช่วงเวลา มีผลการ run แบบจำลอง ดังรูป 4-27

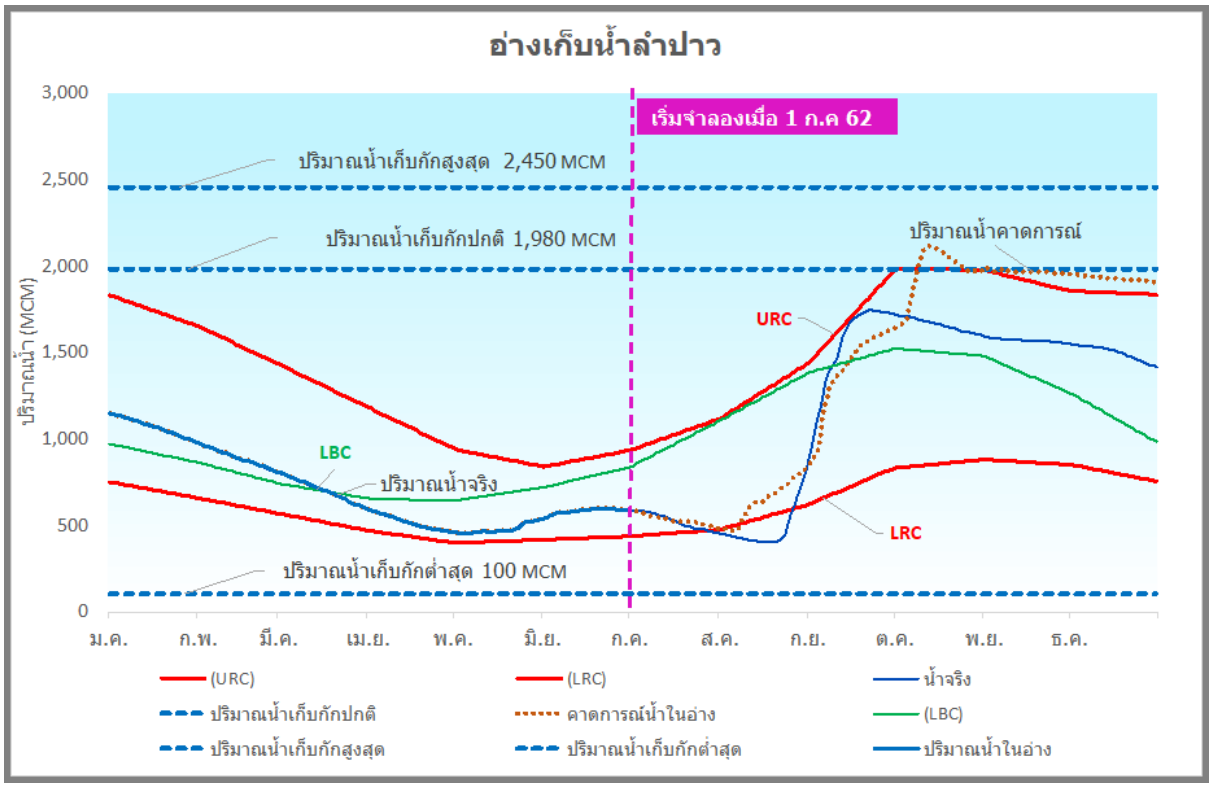


รูปที่ 4.27 การคาดการณ์ปริมาณน้ำแบบพลวัตอ่างเก็บน้ำลำปาว วันที่ 1 มิถุนายน 2562

การวิเคราะห์เพื่อบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำ

ผลการคาดการณ์ ตามรูปที่ 4-27 จะเห็นว่าในปี 2562 ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอ่างเก็บน้ำแต่ละเดือนในช่วงต้นฤดูฝน มีค่าต่ำกว่าเส้น URC ต่อเนื่องติดต่อกันไปจนถึงกลางเดือนตุลาคม 2562 จึงไม่จำเป็นต้องทำการพร่องน้ำหรือระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำในช่วงนี้ แต่ต้องคอยเฝ้าติดตามสถานการณ์น้ำอย่างต่อเนื่อง หากมีระดับน้ำไม่สูงกว่า URC มากเกินไปในกลางเดือนตุลาคมก็ให้เก็บน้ำจำนวนนี้ไว้ทั้งหมด ซึ่งจะทำให้ในช่วงปลายปีเมื่อสิ้นสุดฤดูฝนจะมีน้ำเต็มเขื่อนลำปาวพอดี ถ้ามีการใช้น้ำตามแผนที่วางไว้ เนื่องจากปริมาณน้ำที่มีระดับสูงกว่า URC มีปริมาณอยู่ในเกณฑ์น้อยสามารถทำการพร่องน้ำได้ทันช่วงปลายเดือนตุลาคม

ในเดือนมิถุนายน 2562 มีฝนตกน้อยมากเกือบทุกพื้นที่ของประเทศไทย รวมถึงพื้นที่ลุ่มน้ำลำปาวด้วย ทำให้มีน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำน้อยมาก ดังนั้นจึงได้ทำการ run แบบจำลองอีกครั้งหนึ่ง ในวันที่ 1 กรกฎาคม 2562 เพื่อติดตามสถานการณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำลำปาวตลอดถึงสิ้นปีมีแนวโน้มเป็นอย่างไร ได้ผลการ run แบบจำลอง ดังรูป 4-28



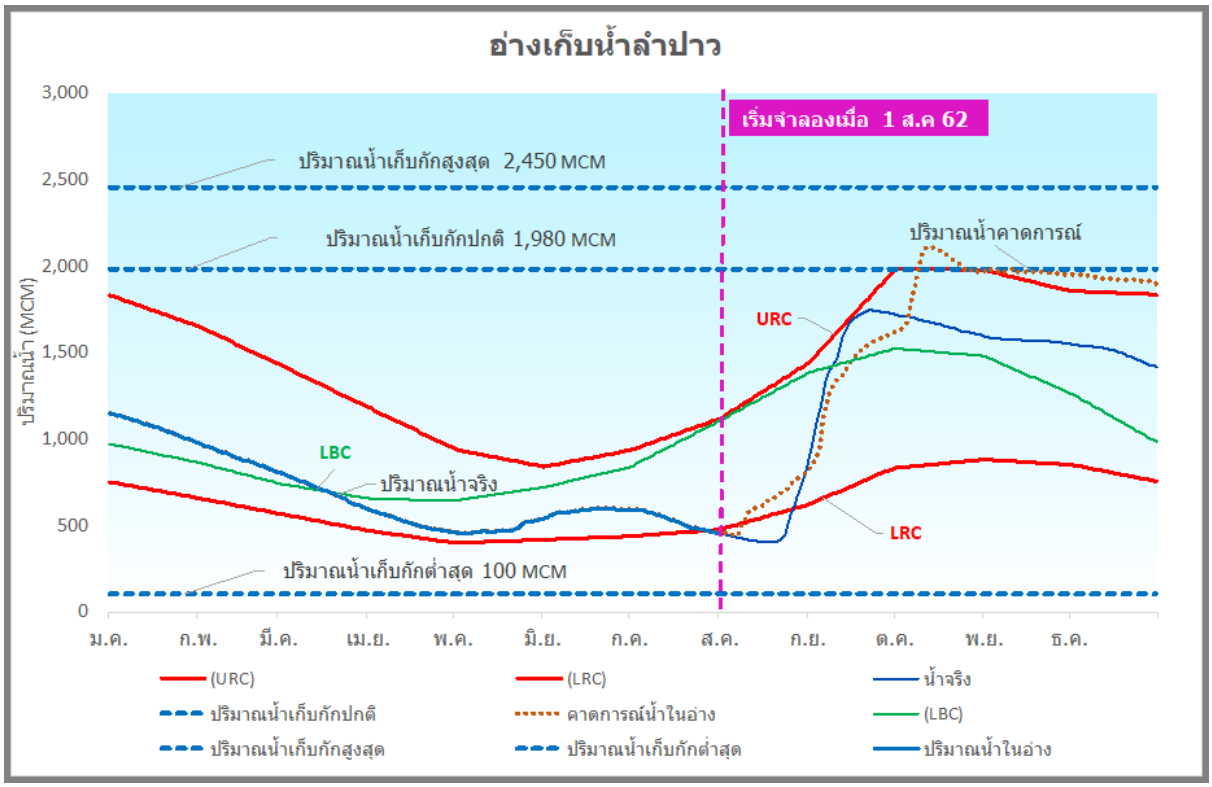
รูปที่ 4.28 การคาดการณ์ปริมาณน้ำแบบพลวัตอ่างเก็บน้ำลำปาววันที่ 1 กรกฎาคม 2562

การวิเคราะห์เพื่อบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำ

ผลการคาดการณ์ ตามรูปที่ 4-28 จะเห็นว่าใน ปี 2562 ยังคงมีรูปแบบของปริมาณน้ำคล้าย ๆ กับการ run ในเดือนที่แล้ว คือ ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอ่างเก็บน้ำแต่ละเดือนในช่วงต้นฤดูฝนมีค่าต่ำกว่าเส้น URC ต่อเนื่องติดต่อกันไปจนถึงกลางเดือนตุลาคม 2562 จึงไม่จำเป็นต้องทำการพร่องน้ำหรือระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำในช่วงเดือนนี้ และยังคงต้องติดตามสถานการณ์น้ำอย่างต่อเนื่อง ถ้ามีระดับน้ำไม่สูงกว่า URC มากเกินไปในกลางเดือนตุลาคมก็จะเก็บน้ำที่มีอยู่นี้ไว้ทั้งหมด ซึ่งจะทำให้ในช่วงปลายปีเมื่อสิ้นสุดฤดูฝนจะมีน้ำเต็มเขื่อนลำปาวพอดี ถ้าโครงการมีการใช้น้ำตามแผนที่วางไว้ เนื่องจากปริมาณน้ำที่มีระดับสูงกว่า URC มีปริมาณไม่มากสามารถทำการพร่องน้ำได้ทันช่วงปลายเดือนตุลาคม

4) การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำด้วย Dynamic Operation Curve ช่วงพายุวิภา

พายุโซนร้อน “วิภา” ทวีกำลังแรงขึ้นจากหย่อมความกดอากาศต่ำขึ้นเป็นพายุโซนร้อนบริเวณทะเลจีนใต้ตอนบน เมื่อวันที่ 31 กรกฎาคม 2562 โดยพายุเคลื่อนตัวทางทิศตะวันตกและอ่อนกำลังลงเป็นพายุดีเปรสชั่นเข้าปกคลุมภาคเหนือในวันที่ 4 สิงหาคม 2562 และอ่อนกำลังลงเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำในวันเดียวกัน เวลา 19.00 น. ของวันที่ 4 สิงหาคม 2562 หย่อมความกดอากาศต่ำที่อ่อนกำลังลงจากพายุดีเปรสชัน “วิภา” ปกคลุมด้านตะวันตกของภาคเหนือเคลื่อนตัวทางทิศตะวันตกเข้าสู่ประเทศเมียนมา ในระยะต่อมา ลักษณะเช่นนี้ทำให้มีฝนตกหนักถึงหนักมากบางพื้นที่บริเวณภาคเหนือด้านตะวันตกของภาคกลาง ภาคตะวันออกและภาคใต้ฝั่งตะวันตก ในวันที่ 5 สิงหาคม 2562 จึงได้ทำการ run แบบจำลอง ในวันที่ 1 สิงหาคม 2562 มีผลดังรูป 4-29



รูปที่ 4.29 การคาดการณ์ปริมาณน้ำแบบพลวัตอ่างเก็บน้ำลำปาว วันที่ 1 สิงหาคม 2562

การวิเคราะห์เพื่อบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำ

ผลการคาดการณ์ ตามรูปที่ 4-29 จะเห็นว่าใน ปี 2562 ยังคงมีรูปแบบของปริมาณน้ำคล้าย ๆ การ run ในเดือนที่แล้ว คือ ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอ่างเก็บน้ำแต่ละเดือนในช่วงต้นฤดูฝน มีต่ำกว่าเส้น URC ต่อเนื่องติดต่อกันไปจนถึงกลางเดือนตุลาคม 2562 จึงไม่จำเป็นต้องทำการพร่องน้ำหรือระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำในช่วงเดือนนี้ และยังคงต้องติดตามสถานการณ์น้ำอย่างต่อเนื่องต่อไป ถ้ามีระดับน้ำไม่สูงกว่า URC มากเกินไปในกลางเดือนตุลาคม ก็ให้เก็บน้ำก้อนนี้ไว้ทั้งหมด ซึ่งจะทำให้ในช่วงปลายปีเมื่อสิ้นสุดฤดูฝนจะมีน้ำเต็มเขื่อนลำปาวพอดี ในกรณีที่ยังคงมีการใช้น้ำตามแผนที่วางไว้ เนื่องจากปริมาณน้ำที่มีระดับสูงกว่า URC ในเดือนตุลาคมมีปริมาณไม่มาก สามารถทำการพร่องน้ำได้ทันช่วงปลายเดือนตุลาคม

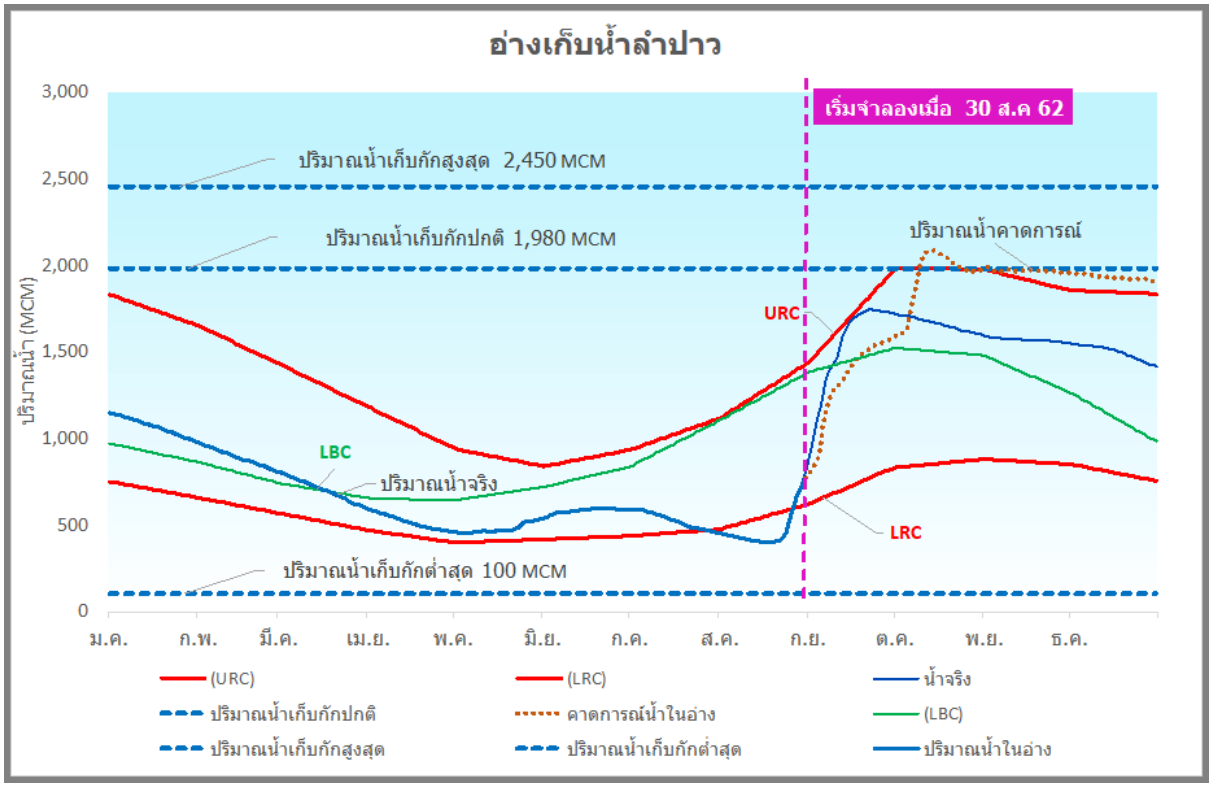
5) การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำด้วย Dynamic Operation Curve ช่วงพายุโพดุล

พายุโซนร้อน “โพดุล” ทวีกำลังแรงขึ้นเป็นพายุโซนร้อน เมื่อวันที่ 27 สิงหาคม 2562 และเคลื่อนเข้ามาปกคลุมภาคตะวันออกเฉียงเหนือในวันที่ 30 สิงหาคม 2562 และอ่อนกำลังลงเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำปกคลุมบริเวณจังหวัดเลยในวันเดียวกัน ส่งผลให้มีฝนตกหนักถึงหนักมากทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงวันที่ 29-30 สิงหาคม 2562และมีฝนตกหนักถึงหนักมากบริเวณภาคเหนือในช่วงวันที่ 30-31 สิงหาคม 2562 อิทธิพลของพายุ “โพดุล” (PODUL) ทำให้ประเทศไทยยังคงมีฝนเพิ่มมากขึ้น มีฝนตกหนักถึงหนักมากหลายพื้นที่ในช่วงวันที่ 30 สิงหาคมถึงวันที่ 1 กันยายน 2562 โดยเฉพาะบริเวณจังหวัดอุบลราชธานี ศรีสะเกษ สุรินทร์ บุรีรัมย์ นครราชสีมา ชัยภูมิ ขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด ยโสธร มุกดาหาร อำนาจเจริญ กาฬสินธุ์ นครพนม สกลนคร บึงกาฬ หนองคาย อุดรธานี หนองบัวลำภู เลย เพชรบูรณ์ พิจิตร พิษณุโลก อุตรดิตถ์ น่าน แพร่ พะเยา เชียงราย

เชียงใหม่ ลำปาง ลำพูน แม่ฮ่องสอน ตาก นครนายก ปราจีนบุรี สระแก้ว ระยอง จันทบุรี ตราด กาญจนบุรี ราชบุรี เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร ระนอง พังงาและสุราษฎร์ธานี

พายุระดับ 3 (โซนร้อน) “โพดุล” ได้เคลื่อนขึ้นตัวเข้าสู่บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดนครพนม เมื่อเวลา 05.30 น. ของวันที่ 30 สิงหาคม 2562 และเวลา 07.00 น. มีศูนย์กลางอยู่บริเวณอำเภอปลาปาก จังหวัดนครพนม มีความเร็วลมสูงสุดใกล้ศูนย์กลางประมาณ 65 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พายุนี้เคลื่อนตัวทางทิศตะวันตกด้วยความเร็วประมาณ 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ได้อ่อนกำลังลงเป็นพายุดีเปรสชันบริเวณจังหวัดสกลนคร ซึ่งทำให้ประเทศไทยมีฝนฟ้าคะนองหลายพื้นที่และมีฝนตกหนักถึงหนักมากบางแห่งในทุกภาคของประเทศไทย

พายุโซนร้อน “โพดุล” ทำให้มีฝนตกหนักถึงหนักมากทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงวันที่ 30 สิงหาคมถึงวันที่ 1 กันยายน 2562 จึงได้ run แบบจำลองในช่วงดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งในวันที่ 1 กันยายน 2562 มีผลมีผลดังรูป 4-30



รูปที่ 4.30 การคาดการณ์ปริมาณน้ำแบบพลวัตอ่างเก็บน้ำลำปาว วันที่ 30 สิงหาคม 2562

การวิเคราะห์เพื่อบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำ

จากข้อมูลผลการ run วันที่ 30 สิงหาคม 2562 ยังคงมีรูปแบบของปริมาณน้ำคาดการณ์เหมือนกับการ run ในวันที่ 1 สิงหาคม 2562 คือ ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอ่างเก็บน้ำยังมีระดับต่ำกว่าเส้น URC ต่อเนื่องติดต่อกันไปจนถึงกลางเดือนตุลาคม 2562 จึงไม่จำเป็นต้องทำการพร่องน้ำหรือระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำในช่วงเดือนนี้ แต่ต้องเฝ้าติดตามสถานการณ์น้ำอย่างต่อเนื่อง ถ้ามีระดับน้ำไม่สูงกว่า URC มากเกินไปในกลางเดือนตุลาคมก็ให้เก็บน้ำจำนวนที่มีอยู่ในปัจจุบันนี้ไว้ทั้งหมด ซึ่งจะทำให้ในช่วงปลายฤดูฝนจะมีน้ำเต็มเขื่อนพอดีถ้าโครงการมีการใช้น้ำตามแผนที่วางไว้ เนื่องจากปริมาณน้ำที่จะมีระดับสูงกว่า URC ในเดือนตุลาคมมีปริมาณไม่มาก สามารถทำการพร่องน้ำได้ทัน

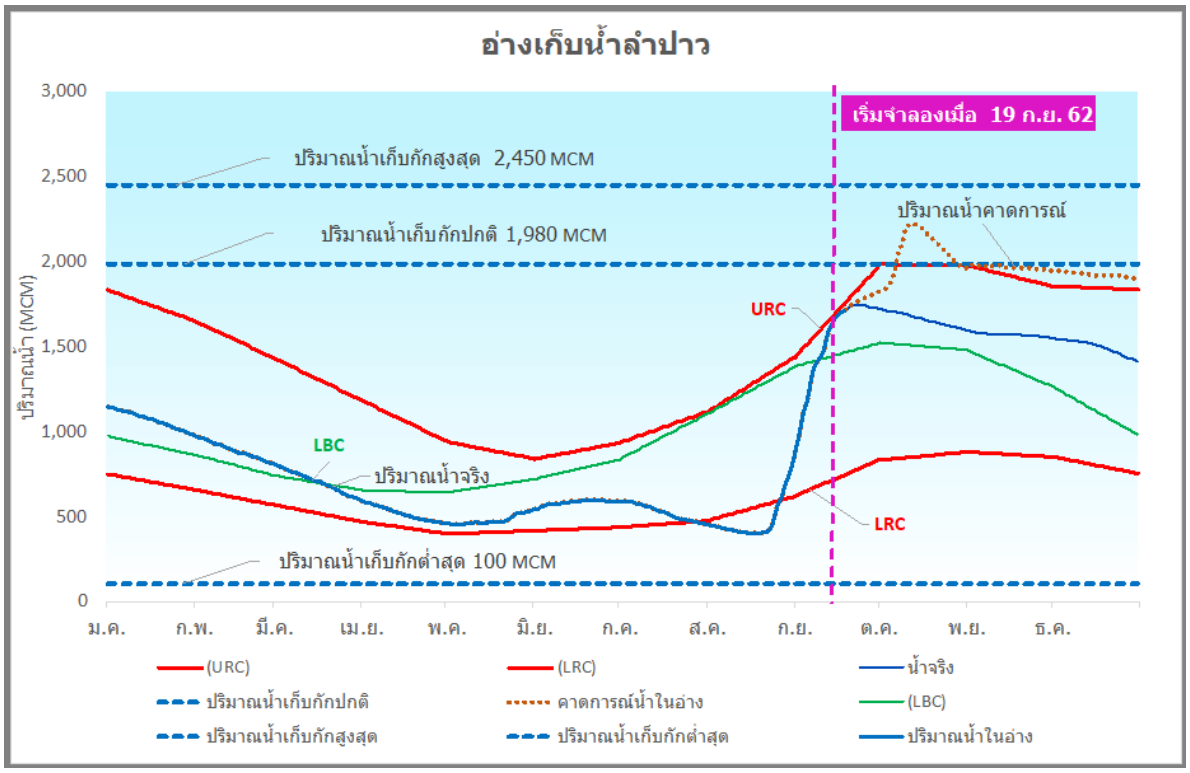
6) การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำด้วย Dynamic Operation Curve ช่วงพายุคาจิกิ

พายุโซนร้อน “คาจิกิ” ตามประกาศกรมอุตุนิยมวิทยา "พายุระดับ 2 (ดีเปรสชัน) บริเวณทะเลจีนใต้ตอนบน" ฉบับที่ 2 ลงวันที่ 1 กันยายน 2562 เวลา 19.00 น. ของวันที่ 1 กันยายน 2562 พายุระดับ 2 (ดีเปรสชัน) บริเวณทะเลจีนใต้ตอนบนมีจุดศูนย์กลางอยู่ห่างออกไปทางตะวันออกของเกาะไหหลำประเทศจีนประมาณ 300 กิโลเมตร หรือที่ละติจูด 19.0 องศาเหนือ ลองจิจูด 113.5 องศาตะวันออก ความเร็วลมสูงสุดใกล้ศูนย์กลางประมาณ 55 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พายุนี้เคลื่อนตัวทางทิศตะวันตกด้วยความเร็วประมาณ 28 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คาดว่าจะทวีกำลังแรงขึ้นเป็นพายุระดับ 3 (พายุโซนร้อน) และเคลื่อนตัวเข้าสู่เกาะไหหลำในวันที่ 2 กันยายน 2562 ทำให้ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีฝนเพิ่มมากขึ้นและมีฝนตกหนักบางแห่ง ขอให้ประชาชนระวังอันตรายจากฝนที่ตกหนักและฝนที่ตกสะสมซึ่งอาจทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันและน้ำป่าไหลหลากได้

ช่วงวันที่ 2-4 กันยายน 2562 พายุดีเปรสชั่นบริเวณทะเลจีนใต้เคลื่อนตัวผ่านเกาะไหหลำเข้าใกล้ชายฝั่งประเทศเวียดนาม ทำให้ร่องมรสุมพาดที่ผ่านภาคเหนือภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีกำลังแรงขึ้นประกอบกับกระแสลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ยังคงมีกำลังแรง ส่งผลให้ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออก จะกลับมามีฝนเพิ่มมากขึ้นและมีฝนตกหนักถึงหนักมากได้ โดยเฉพาะบริเวณจังหวัดแม่ฮ่องสอน ตาก เชียงใหม่ เชียงราย น่าน พะเยา แพร่ ลำปาง พิษณุโลก เลย เพชรบูรณ์ หนองบัวลำภู หนองคาย บึงกาฬ สกลนคร ชัยภูมิ ขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด ยโสธร มุกดาหาร อำนาจเจริญ อุบลราชธานี ศรีสะเกษ สุรินทร์ บุรีรัมย์ นครราชสีมา จันทบุรี ตราด กาญจนบุรี ราชบุรีและเพชรบุรี

กรมชลประทานจึงยังคงใช้ผลการ run แบบจำลองวันที่ 30 สิงหาคม 2562 บริหารจัดการน้ำต่อไป ผลการคาดการณ์บ่งชี้ว่าจะมีปริมาณน้ำเกินความจุอ่างในวันที่ 9 ตุลาคม 2562 แต่กรมชลประทานยังไม่ตัดสินใจที่จะระบายน้ำบางส่วนออกจากอ่างเก็บน้ำลำปาวเพื่อรองรับน้ำฝนในช่วงเดือนตุลาคม เนื่องจากเห็นว่าสามารถบริหารน้ำส่วนเกินนี้ได้ โดยจะคอยเฝ้าระวังติดตามไม่ให้ระดับน้ำเกิน URC ที่จะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อความปลอดภัยเขื่อน โดยจะให้โครงการทำการพร่องน้ำออกจากเขื่อนบางส่วนตอนปลายฤดูฝนหากมีปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำลำปาวจำนวนมากจนเกิน URC

ต่อมาในช่วงวันที่ 19 กันยายน 2562 ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนลำปาวสูงขึ้นจนแตะกับเส้น URC คิดเป็นปริมาณน้ำกักเก็บสุทธิ 1,720 ล้านลูกบาศก์เมตร ทำให้มีช่องว่างอ่างเก็บน้ำเหลือเพียง 260 ล้านลูกบาศก์เมตร จากระดับน้ำปัจจุบันจนถึงระดับกักเก็บปกติ และตามผลการคาดการณ์โดยใช้กรณี Inflow ปี 2550 จะมีปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำลำปาวไปจนถึงวันที่ 31 ตุลาคม 2562 อีกจำนวน 1,075 ล้านลูกบาศก์เมตร



รูปที่ 4.31 การคาดการณ์ปริมาณน้ำแบบพลวัตอ่างเก็บน้ำลำปาว วันที่ 19 กันยายน 2562

การวิเคราะห์เพื่อบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำ

จากผลของพายุโซนร้อน “คาจิกิ” ที่คาดการณ์กรณี Inflow ปี 2550 จะมีปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำเขื่อนลำปาวไปจนถึงวันที่ 31 ตุลาคม 2562 อีกจำนวน 1,075 ล้านลูกบาศก์เมตร จำเป็นต้องวิเคราะห์ปริมาณน้ำว่าจำเป็นต้องระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำลำปาวหรือไม่ ดังนี้

ปริมาณน้ำกักเก็บในวันที่ระดับน้ำสูงถึงเส้น URC = 1,720 ล้านลูกบาศก์เมตร

ปริมาณน้ำที่จะรองรับได้อีกจนถึงระดับน้ำกักเก็บปกติ = 1,980-1,720

= 260 ล้านลูกบาศก์เมตร

ปริมาณน้ำคาดการณ์กรณี Inflow ปี 2550 จะมีน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำจากวันที่ 19 กันยายน 2562 จนถึงวันที่ 31 ตุลาคม 2562 = 1,075 ล้านลูกบาศก์เมตร

ดังนั้นปริมาณน้ำที่จะไหลลงอ่างเก็บน้ำเกินระดับเก็บกัก = 1,075-260

= 815 ล้านลูกบาศก์เมตร

ถ้าระบายน้ำส่วนเกินจำนวนนี้ออกแล้วฝนไม่ตกจะมีปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเหลือเพียง

= 1,720–815

= 905 ล้านลูกบาศก์เมตร

โดยปกติจะมีปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำลำปาวเดือนกันยายนเฉลี่ยช่วงวันที่ 19 ถึง 30 กันยายน = 200 ล้านลูกบาศก์เมตร และเดือนตุลาคมเฉลี่ย = 240 ล้านลูกบาศก์เมตร เพราะฉะนั้นหลังจากระบายส่วนเกินแล้วหากไม่มีฝนตกตามการคาดการณ์กรณี Inflow ปี 2550 จะมีน้ำในอ่างเก็บน้ำเมื่อตอนสิ้นสุดฤดูฝนเพียง = 905 + 200 + 240

= 1,345 ล้านลูกบาศก์เมตร

คือไม่เต็มเขื่อน

แต่สิ่งที่กรมชลประทานต้องการคือมีปริมาณน้ำมากที่สุดหรือมีน้ำเต็มเขื่อนพอดีตอนสิ้นเดือนตุลาคม (1980 ล้านลูกบาศก์เมตร) ดังนั้นเพื่อไม่ให้มีความเสี่ยง กรมชลประทานจึงคาดการณ์ว่าจะมีปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำเท่ากับค่าเฉลี่ยคือ 440 ล้านลูกบาศก์เมตร จึงสามารถสรุปได้ว่าในวันที่ 31ตุลาคม 2562 จะมีน้ำในอ่างเก็บน้ำ = 1,720+440 = 2,160 ล้านลูกบาศก์เมตร

ดังนั้น จะมีน้ำเกินความจุที่ต้องระบายออก = 2,160-1,980

= 180 ล้านลูกบาศก์เมตร

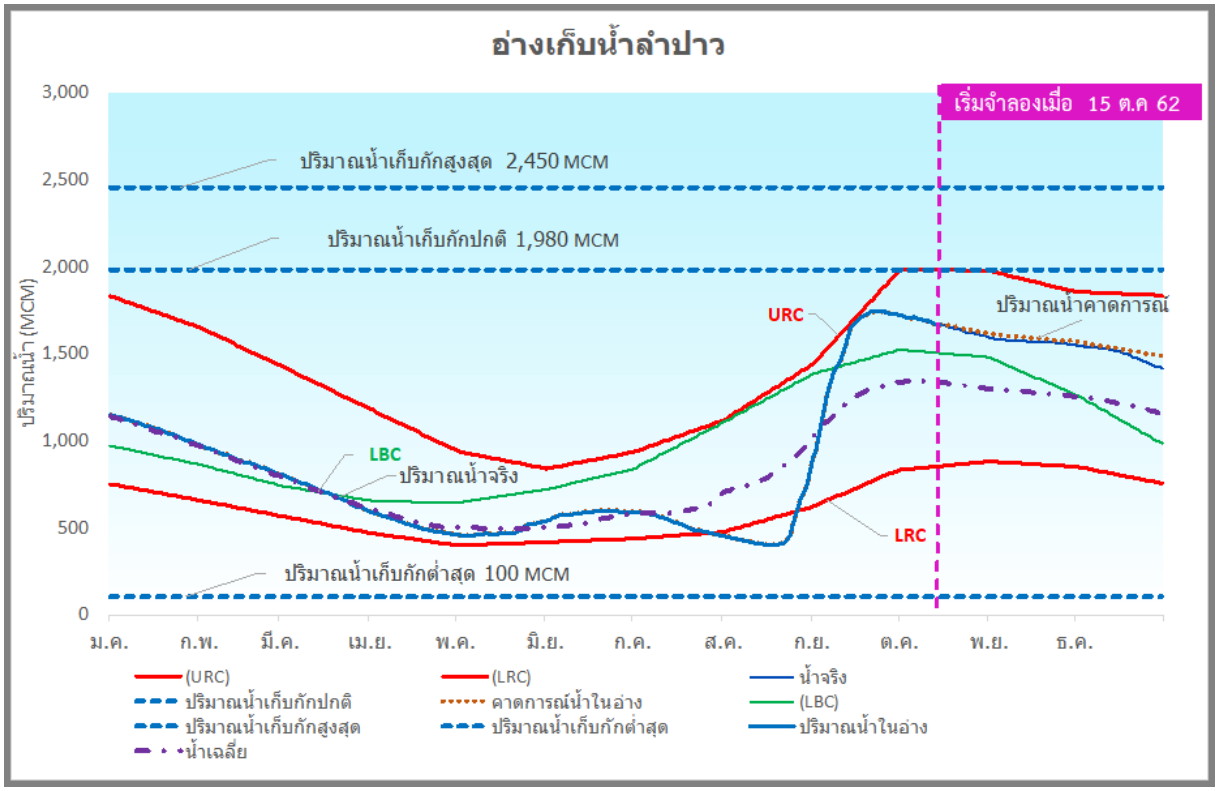
ต้องระบายน้ำจำนวน 40 วัน คิดเป็นน้ำระบายวันละ = 180/40

= 4.5 ล้านลูกบาศก์เมตร

= 55 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

กรมชลประทานจึงตัดสินใจทำการระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำลำปาวตั้งแต่วันที่ 19 กันยายน 2562 ถึงสิ้นเดือนตุลาคม 2562 ประมาณ 180 ล้านลูกบาศก์เมตร เนื่องจากต้องการให้มีปริมาณน้ำกักเก็บในอ่างเก็บน้ำลำปาวตอนปลายฤดูฝนจำนวน 1,980 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยทำการระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำลำปาววันละประมาณ 5 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อพื้นที่น้ำท่วมท้ายอ่างเก็บน้ำแต่อย่างใด และไม่ส่งผลกระทบต่อภาวะน้ำท่วมในจังหวัดอุบลราชธานี เนื่องจากในช่วงดังกล่าวปริมาณน้ำท่วมได้ลดลงต่ำกว่าตลิ่งแล้ว จึงสามารถพร่องน้ำเตรียมรองรับน้ำที่จะไหลลงอ่างได้

ก่อนสิ้นสุดฤดูฝนในวันที่ 15 ตุลาคม 562 กรมชลประทานได้ประเมินคาดการณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนลำปาว ณ วันที่ 1 พฤศจิกายน 2562 เพื่อใช้ในการวางแผนการปลูกพืชฤดูแล้งและวางแผนการใช้น้ำทุกกิจกรรม เทียบเคียงกับกรณีฝน ปี 2550 ซึ่งใน ปี 2562 มีแนวโน้มปริมาณน้ำกักเก็บในอ่างเก็บน้ำลำปาวมีค่าใกล้เคียงกับกรณี ปี 2550 ใกล้เคียงกับกรณีปีน้ำเฉลี่ย ตามรูปที่ 4-32 จึงได้นำผลปริมาณน้ำคาดการณ์กรณีปีน้ำเฉลี่ยไปใช้วางแผนการบริหารจัดการน้ำฤดูแล้ง ปี 2563 ต่อไป



รูปที่ 4.32 การคาดการณ์ปริมาณน้ำแบบพลวัตอ่างเก็บน้ำลำปาว วันที่ 15 ตุลาคม 2562

4.6 ปัญหาและอุปสรรค

ในการนำค่า Inflow ไหลลงอ่างเก็บน้ำใน ปี 2550 มาใช้ในการติดตามบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำลำปาวเป็นสิ่งใหม่ที่นำมาใช้เป็นครั้งแรก จึงยังขาดความมั่นใจของผู้ทำหน้าที่บริหารจัดการน้ำของกรมชลประทานรวมถึงเจ้าหน้าที่ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาวที่ยังไม่มีความชำนาญ จึงเป็นเรื่องใหม่ที่ทำได้ยาก ไม่เคยทำมาก่อน ยังมีความกังวลในการตัดสินใจที่จะพร่องน้ำตามผลที่ได้ จึงต้องเฝ้าระวังติดตามอย่างใกล้ชิดในช่วงที่มีฝนตกชุกเนื่องจากพายุ หรือในช่วงที่มีหย่อมความกดอากาศต่ำ หรือได้รับอิทธิพลจากร่องมรสุม

ช่วงเดือนตุลาคมข้อมูล Inflow รายวันที่น้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำลำปาวมีปริมาณมากประมาณ 100 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน ทำให้ปริมาณน้ำคาดการณ์ในช่วงเดือนตุลาคมมีปริมาณเกินกว่าระดับกักเก็บ จึงเป็นการยากต่อการตัดสินใจว่าจะทำการพร่องน้ำไว้ก่อนหรือไม่ จากการพิจารณาข้อมูลรอบด้านแล้วได้ให้โครงการทำการระบายน้ำเพื่อรักษาระดับน้ำไม่ให้เกินค่า URC ไปจนถึงปลายเดือนตุลาคม

ในปี 2561 เขื่อนลำปาวมีปัญหาการพร่องน้ำออกจากเขื่อนไม่ได้ เนื่องจากมีผลกระทบทางด้านท้ายเขื่อนลำปาวตลอดสองฝั่งแม่น้ำลำปาวและผลกระทบต่อเนื่องไปยังแม่น้ำชี แม่น้ำมูล ที่มีปริมาณน้ำล้นตลิ่งในช่วงเวลาเดียวกันไม่สามารถรองรับปริมาณน้ำจากเขื่อนลำปาวได้อีก และใน ปี 2562 ก็ยังคงมีปัญหาแบบเดียวกัน คือ ช่วงวันที่ 21 สิงหาคม – 4 กันยายน 2562 เกิดฝนตกหนักติดต่อกันเนื่องจากอิทธิพลร่องความกดอากาศต่ำ พายุโพดุลและพายุคาจิกิ ทำให้มีปริมาณน้ำท่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้น้ำเข้าท่วมบ้านเรือนและพื้นที่การเกษตรเสียหายในพื้นที่ท้ายเขื่อนลำปาว 5 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองกาฬสินธุ์ อำเภอยางตลาด อำเภอกมลาไสย อำเภอร่องคำ อำเภอฆ้องชัย พื้นที่การเกษตรถูกน้ำท่วม 96,344 ไร่ คิดเป็นปริมาณน้ำในทุ่ง 216 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำในทุ่งมีระดับน้ำสูงขึ้นอย่าต่อเนื่องทำให้ปริมาณน้ำในแม่น้ำลำปาวมีระดับสูงตาม ประกอบกับพื้นที่ตอนท้ายแม่น้ำลำปาวก่อนไหลลงแม่น้ำชีถูกน้ำในแม่น้ำชีที่มีระดับสูงหนุนไว้ ทำให้น้ำจากแม่น้ำลำปาวระบายออกได้ช้า น้ำจึงเอ่อล้นตลิ่งท่วมบ้านเรือนและนาข้าวที่มีพื้นที่อยู่ริมสองฝั่งแม่น้ำบริเวณพื้นที่ลุ่มต่ำตอนล่างได้รับความเสียหายเป็นบริเวณกว้าง

ปัญหาที่สำคัญที่พบในปี 2562 คือ หลังจากทำการพร่องน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำไปแล้ว ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำในภายหลังมีปริมาณน้อยกว่าที่ได้คาดการณ์ไว้มาก จึงเป็นการเสียโอกาสในการเก็บน้ำไว้ใช้ประโยชน์ในฤดูแล้ง หรือหากมองในด้านของผลกระทบต่อประชาชน ปริมาณน้ำที่ระบายออกได้สร้างความเดือดร้อนไปแล้ว แต่ไม่มีน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำตามที่คาดการณ์ไว้ อาจจะได้รับการตำนิจากผู้เกี่ยวข้อง จึงต้องมีการคิดวิเคราะห์พิจารณาอย่างถี่ถ้วนรอบด้านก่อนที่จะระบายน้ำออกไปภายใต้การพิจารณาดังนี้

1) ทำไมต้องระบายน้ำออก ถ้าไม่ระบายออกจะเกิดอะไรขึ้น
2) ปริมาณน้ำกักเก็บขั้นต่ำที่เพียงพอต่อการใช้งาน
3) ต้องระบายน้ำออกเท่าใด จะระบายน้ำได้วันละเท่าใดที่ไม่กระทบ จำนวนกี่วัน
4) แนวโน้มของโอกาสการเกิดฝนหนักมีมากน้อยเท่าใด

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

กรมชลประทานได้ทำการบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำลำปาวโดยใช้เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบพลวัต (Dynamic Operation Curve) เป็นเครื่องมือประกอบการตัดสินใจในการกักเก็บน้ำหรือระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำ เพื่อป้องกันปัญหาอุทกภัยต่อพื้นที่ท้ายอ่างเก็บน้ำและเพื่อให้มีปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำมากที่สุดในตอนปลายฤดูฝน เพื่อให้มีน้ำใช้การเพียงพอจัดสรรให้กับกิจกรรมต่าง ๆ ตามลำดับความสำคัญต่อไป

กรมชลประทานได้นำปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำกรณีฝนคาดการณ์ ปี 2550 ตามที่สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ องค์การมหาชน (สสน.) แนะนำ มาใช้จำลองสถานการณ์น้ำในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน ซึ่งคาดการณ์มีปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำลำปาวในวันที่ 1 พฤศจิกายน 2562 จำนวน 1,623 ล้านลูกบาศก์เมตร คิดเป็นร้อยละ 82 ของความจุ

จากการใช้ Dynamic Operation Curve บริหารจัดการน้ำอ่างเก็บน้ำลำปาว ตลอดฤดูฝน ปี 2562 สามารถกักเก็บน้ำไว้ในอ่างเก็บน้ำช่วงที่เกิดจากอิทธิพลของพายุวิภา โพดุล และคาจิกิ ที่เกิดขึ้นจำนวน 3 ช่วงเวลา ไว้ได้เกือบทั้งหมด มีการระบายน้ำออกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ในขณะที่พื้นที่ด้านท้ายอ่างเก็บน้ำได้เกิดอุทกภัยอย่างหนัก มีน้ำท่วมจังหวัดยโสธรและจังหวัดอุบลราชธานีเป็นเวลานานถึง 1 เดือน

สำหรับการบริหารจัดการน้ำเขื่อนลำปาวต้นฤดูฝนมีปริมาณน้ำในเขื่อนค่อนข้างน้อย ถือว่าเป็นปกติของการบริหารจัดการน้ำและไม่มีปัญหาปริมาณน้ำในฤดูแล้ง ปี 2562 จึงมีช่องว่างอ่างเก็บน้ำมากสำหรับรองรับน้ำในช่วงฤดูฝน จากการนำการเทียบเคียงปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ ปี 2550 มาใช้คาดการณ์ติดตามปริมาณน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำอ่างเก็บน้ำเขื่อนลำปาว ตามสถิติข้อมูลปริมาณน้ำ ปี 2550 พบว่าเป็นปีน้ำมาก ทำให้ต้องเฝ้าระวังน้ำท่วมมากเป็นพิเศษ เนื่องจากเขื่อนลำปาวมีความจุกักเก็บใกล้เคียงกับปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี เมื่อพิจารณาในแง่ของความเหมาะสมต่อการนำมาใช้คาดการณ์นั้นเทียบจากปริมาณน้ำกักเก็บในอ่างเก็บน้ำเขื่อนลำปาวตอนสิ้นฤดูฝนวันที่ 1 พฤศจิกายน 2550 สามารถกักเก็บน้ำได้ถึง 100 % (ความจุเดิม 1,430 ล้านลูกบาศก์เมตร) แต่ใน ปี 2562 กักเก็บน้ำได้เพียง 80 % (ความจุใหม่ 1,980 ล้านลูกบาศก์เมตร) สามารถบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะมีน้ำล้นอ่างเก็บน้ำได้ และมีน้ำเพียงพอต่อการใช้งานทุกกิจกรรม

ปี 2562 พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ได้รับน้ำฝนแตกต่างกันค่อนข้างมากบางพื้นที่ได้แก่จังหวัดอุบลราชธานีถูกน้ำท่วมนานนับเดือน แต่บางพื้นที่มีฝนตกน้อยทำให้น้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำน้อยตลอดทั้งปีเช่นเขื่อนอุบลรัตน์ จึงเป็นการยากในการบริหารจัดการน้ำ

ปริมาณฝนที่ตกจริงใน ปี 2562 ทุกภาคของประเทศไทยมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยถึงร้อยละ 15 โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยร้อยละ 14 ถึงแม้ว่าจะเกิดอุทกภัยในลุ่มน้ำชีตอนกลาง ตอนล่าง และแม่น้ำมูลตอนล่าง แต่พื้นที่แม่น้ำชีตอนบนบริเวณเหนือเขื่อนอุบลรัตน์ เขื่อนจุฬาภรณ์ บริเวณพื้นที่แม่น้ำมูลตอนบนหรือภาคอีสานตอนล่างด้านทิศตะวันตกมีฝนตกน้อยมากจนเกิดการขาดแคลนน้ำตามมาในฤดูแล้ง ปี 2563 มีน้ำไม่เพียงพอต่อการเกษตร ดังนั้นการคัดเลือกปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำปีใดมาใช้บริหารน้ำจึงต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ

การบริหารจัดการน้ำอ่างเก็บน้ำลำปาวตามผลการใช้ค่าเทียบเคียงปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ ปี 2550 ในการคาดการณ์น้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลาต่าง ๆ หลังจากมีพายุเข้าแต่ละครั้ง พบว่าในช่วงต้นฤดูฝนและช่วงกลางฤดูฝนไม่มีช่วงเวลาใดที่มีระดับน้ำเกินเส้นควบคุมบน (Upper Rule Curve) จึงทำให้เน้นการเก็บน้ำไว้ในอ่างเก็บน้ำให้มีระดับน้ำสูงที่สุด จะมีเฉพาะช่วงกลางเดือนกันยายนที่ต้องตัดสินใจพร่องน้ำออกจากเขื่อนบางส่วนตามผลการคาดการณ์ สามารถทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่จะต้องระบายออกในปริมาณที่น้อยที่สุดเพื่อให้มีปริมาณน้ำเต็มอ่างเก็บน้ำพอดีตอนสิ้นสุดฤดูฝน แต่ปริมาณฝนที่ตกในเดือนตุลาคมมีปริมาณน้อยกว่าที่คาดการณ์ไว้มาก สอดคล้องกับพื้นที่อื่น ๆ ทั่วทั้งภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีฝนตกในปลายฤดูฝนน้อยเหมือนกัน ทำให้มีน้ำกักเก็บในอ่างเก็บน้ำลำปาว ณ วันที่ 1 พฤศจิกายน 2562 เพียงจำนวน 1,592 ล้านลูกบาศก์เมตร

การพร่องน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำลำปาว ปี 2562 ได้เน้นไม่ให้มีผลกระทบต่อพื้นที่ท้ายเขื่อนลำปาวตลอดต่อเนื่องไปจนถึงแม่น้ำชีและแม่น้ำมูล ในทางกลับกันทำให้มั่นใจได้ว่าจะสามารถหน่วงน้ำไว้ในอ่างเก็บน้ำได้อีกถ้ามีเหตุจำเป็นหรือมีผลกระทบต่อประชาชนส่วนรวม

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากภาวะโลกร้อนมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะของอากาศในปัจจุบัน มีความแตกต่างจากอดีตค่อนข้างมาก รูปแบบทางอุตุอุทกวิทยาก็เปลี่ยนแปลงไปไม่ค่อยสอดคล้องกับเหตุการณ์ในอดีตมากนัก จะเห็นจากการเกิดฝนตกหนักจะเกิดเป็นแห่ง ๆ ครั้งละมาก ๆ ไม่แผ่กระจายเป็นบริเวณกว้างเหมือนในอดีต และความถี่ของฝนที่ตกในหนึ่งปีจะตกน้อยครั้งแต่มีปริมาณมาก ทำให้ปริมาณฝนรวมรายปีมีค่าสูง อันอาจทำให้การคาดการณ์ที่ยึดโยงกับข้อมูลในอดีตที่ยาวนานเกิดความเบี่ยงเบนผิดปกติจากรูปแบบเดิม ตามสภาพพื้นที่สิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป

การเลือกใช้ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ ปี 2550 ที่ยาวนานกว่า 10 ปี มาคาดการณ์น้ำอาจจะไม่สอดคล้องกับภาวะภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปของแต่ละพื้นที่ ทำให้การคาดการณ์ใน ปี 2562 ไม่ค่อยแม่นยำนัก จึงควรมีการปรับวิธีการเลือกใช้ข้อมูลให้มีสอดคล้องกับสภาวการณ์ในปัจจุบันมากที่สุด โดยเรียกง่าย ๆ ว่าการใช้ข้อมูลปัจจุบันมาคาดการณ์อนาคต

สิ่งที่ควรทำคือการใช้ปริมาณฝนคาดการณ์ล่วงหน้าในช่วงเวลาใกล้ ๆ ได้แก่ ฝนรายวัน ฝนรายสัปดาห์ ฝนรายเดือน หรือฝนราย 3 เดือน มาแปลงเป็นปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ แทนการใช้ข้อมูลในอดีตรายปี จะทำให้ได้ผลการคาดการณ์ใกล้เคียงกับปริมาณน้ำจริงมากกว่า

ตารางที่ 5-1 ปริมาณฝนรายเดือนและรายปีของประเทศไทย ปี 2562 เทียบกับค่าปกติ (พ.ศ.2524-2553)

ภาค	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ทั้งปี
ภาคเหนือ													
ปริมาณฝน (มม.)	26.8	13.1	16.8	28.6	128.2	109.4	140.3	335.4	140.6	76.3	16.6	4.0	1036.1
ผลต่างจากค่าปกติ (มม.)	+ 22.2	+ 2.7	- 11.3	- 42.7	- 49.6	- 46.8	- 35.7	+ 112.4	- 77.7	- 47.8	- 16.3	- 4.2	- 194.8
ผลต่างจากค่าปกติ (%)	+ 483	+ 26	- 40	- 60	- 28	- 30	- 20	+ 50	- 36	- 39	- 50	- 51	- 16
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ													
ปริมาณฝน (มม.)	0.0	21.2	18.9	57.7	158.0	119.9	160.4	387.5	242.3	33.6	3.5	0.0	1203.0
ผลต่างจากค่าปกติ (มม.)	- 4.8	+ 2.7	- 25.8	- 28.6	- 29.1	- 83.5	- 51.0	+ 121.3	+ 0.3	- 83.5	- 16.0	- 3.5	- 201.5
ผลต่างจากค่าปกติ (%)	- 100	+ 15	- 58	- 33	- 16	- 41	- 24	+ 46	+ 0	- 71	- 82	- 100	- 14
ภาคกลาง													
ปริมาณฝน (มม.)	1.7	6.6	10.3	35.9	116.7	136.5	97.7	191.3	213.7	102.5	13.0	0.0	926.2
ผลต่างจากค่าปกติ (มม.)	- 5.0	- 5.7	- 25.7	- 43.6	- 55.4	- 8.4	- 57.8	+ 10.2	- 43.6	- 84.6	- 24.2	- 5.2	- 349.0
ผลต่างจากค่าปกติ (%)	- 75	- 46	- 71	- 55	- 32	- 6	- 37	+ 6	- 17	- 45	- 65	- 100	- 27
ภาคตะวันออก													
ปริมาณฝน (มม.)	6.2	17.7	69.4	86.0	188.6	280.4	221.5	259.8	380.3	131.3	25.8	1.1	1668.1
ผลต่างจากค่าปกติ (มม.)	- 9.9	- 11.4	+ 7.3	- 12.9	- 35.3	+ 18.9	- 56.0	- 42.7	+ 50.2	- 93.8	- 27.5	- 7.0	- 220.1
ผลต่างจากค่าปกติ (%)	- 61	- 39	+ 12	- 13	- 16	+ 7	- 20	- 14	+ 15	- 42	- 52	- 86	- 12
ภาคใต้ฝั่งตะวันออก													
ปริมาณฝน (มม.)	172.7	15.3	15.9	20.0	140.1	110.2	96.9	133.4	148.9	205.5	235.0	85.9	1379.8
ผลต่างจากค่าปกติ (มม.)	+ 113.0	- 19.2	- 52.5	- 55.4	- 3.6	- 2.8	- 22.0	+ 9.3	- 0.9	- 49.8	- 122.2	- 151.0	- 357.1
ผลต่างจากค่าปกติ (%)	+ 189	- 56	- 77	- 74	- 3	- 3	- 19	+ 8	- 1	- 20	- 34	- 64	- 21
ภาคใต้ฝั่งตะวันตก													
ปริมาณฝน (มม.)	73.3	8.1	44.3	147.3	307.8	400.4	292.9	500.7	280.8	224.8	180.0	38.1	2498.5
ผลต่างจากค่าปกติ (มม.)	+ 46.9	- 19.4	- 44.5	- 13.3	- 2.3	+ 88.0	- 43.6	+ 102.2	- 142.9	- 141.7	- 13.3	- 36.9	- 220.8
ผลต่างจากค่าปกติ (%)	+ 178	- 71	- 50	- 8	- 1	+ 28	- 13	+ 26	- 34	- 39	- 7	- 49	- 8
ทั้งประเทศ													
ปริมาณฝน (มม.)	42.0	14.7	26.4	54.1	161.2	166.9	159.5	305.7	219.5	111.5	63.8	18.1	1343.4
ผลต่างจากค่าปกติ (มม.)	+ 25.0	- 5.7	- 23.0	- 34.6	- 32.1	- 21.8	- 43.1	+ 64.8	- 33.4	- 75.7	- 34.6	- 30.1	- 244.3
ผลต่างจากค่าปกติ (%)	+ 147	- 28	- 47	- 39	- 17	- 12	- 21	+ 27	- 13	- 40	- 35	- 62	- 15

เอกสารอ้างอิง

อารียา ฤทธิมา (2545) เทคนิคในการพัฒนาโค้งเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Techniques in Rule Curve Development), มหาวิทยาลัยมหิดล.

The World Bank (2012) Thai Flood 2011, Overview Rapid Assessment for Resilient Recovery and Reconstruction Planning, 69822 v1.

คณะทำงานย่อยจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานด้านบริหารจัดการน้ำ (2554) เล่มที่ 7/16 คู่มือการคำนวณการใช้น้ำของพืช, กรมชลประทาน

คู่มือการใช้โปรแกรมคำนวณความต้องการน้ำเพื่อการปลูกข้าว (Water Allocation in Paddy Field ; WAPF), ส่วนการใช้น้ำของพืช สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน

คู่มือการใช้โปรแกรมคำนวณค่าความต้องการน้ำของพืช (CWR-RID v8.5.51), ส่วนการใช้น้ำของพืช สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน

ทิพาภรณ์ (2546) การศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการควบคุมระดับน้ำของอ่างเก็บน้ำลำปาว, มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เจนวิทย์ และธนพร (2561) การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลเพื่อการ บรรเทาอุทกภัยด้วยแบบจำลองเรสซิม, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ชัยวัฒน์ และฉลอง (2560) การศึกษาเพื่อปรับระดับควบคุมน้ำอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์,

ทิพาภรณ์ (2546) การศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการควบคุมระดับน้ำของอ่างเก็บน้ำลำปาว, มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วิทวัส อนงค์ฤทธิ์ และรัตนา (2558) การหาโค้งควบคุมที่เหมาะสมด้วยเทคนิคนกดุเหว่า กรณีศึกษาอ่างเก็บน้ำลำปาว, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ตระการ และอนงค์ฤทธิ์ (2559) เกณฑ์การจัดสรรน้ำที่เหมาะสม โดยวิธีหาค่าที่เหมาะสมที่สุดด้วยเทคนิควิธีอาณาจักรผึ้ง, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เกียรติพงศ์ และอนงค์ฤทธิ์ (2561) เกณฑ์การจัดสรรน้ำที่เหมาะสมด้วยวิธีเทคนิคการค้นหาแบบทาบู, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ปกรณ์ และ ดร.ปกรณ์ (2561) โค้งกฎการปฏิบัติการอ่างเก็บน้าที่เหมาะสมโดยใช้วิธีฮาร์โมนีเซิร์ช: กรณีศึกษาอ่างเก็บน้าห้วยน้ำใส, มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

ชวลิต (2557) เส้นโค้งควบคุมแบบไดนามิกสำหรับการควบคุมภาวะน้ำท่วมของเขื่อนอเนกประสงค์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ยุทธนา, บัญชา และวราวุธ (2557) การบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำเพชรบุรีแบบบูรณาการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อนงค์ฤทธิ์ (2555) การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำแบบใช้เงื่อนไขหลายหลักเกณฑ์, วิศวกรรมโยธา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

โสภณ (2554) การปรับ Rule Curve ของเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ สำหรับความต้องการน้ำที่ เปลี่ยนไปในลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาให้เกิดความขาดแคลนน้ำน้อยที่สุด, วิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อรรณพ (2556) การปรับปรุงเกณฑ์การบริหารจัดการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วชิร, ศรชัย, อรรถนันท์, ดุษฎี และกฤษฎา โครงการศึกษาและพัฒนา Reservoir Operation Rule Curve ของ อ่างเก็บน้ำคลองหาดส้มแป้น เพื่อบรรเทาภัยจากน้ำในเขตจังหวัดระนอง สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน

วีระพล แต้สมบัติ. 2531. **อุทกวิทยาประยุกต์**. ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน, กรุงเทพ.

วราวุธ วุฒิวณิชย์. 2539. **อุทกวิทยาประยุกต์**. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

วราวุธ วุฒิวณิชย์, ทองเปลว กองจันทร์, และวัชระ เสือดี. (2550). **อุทกวิทยาประยุกต์ทางวิศวกรรม**. กรุงเทพฯ: สมาคมศิษย์เก่าวิศวกรรมชลประทานในพระบรมราชูปถัมภ์.

วราวุธ วุฒิวณิชย์. 2543. **เกณฑ์การจำลองหา Probability Based Rule Curves ของอ่างเก็บน้ำ**, เอกสาร ประกอบการสอนวิชา 207591 (เทคนิควิจัยทางวิศวกรรมชลประทาน). ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

อารียา ฤทธิมา. (2545). **การพัฒนาเกณฑ์ในการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำของโครงการอ่างเก็บน้ำมูลบน-ลำแชะ (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต)**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกวิทย์ จรประดิษฐ์, และสุวัฒนา จิตตลดากร. (2555). **กฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเชิงพลวัติโดยเส้นน่าเป็นไปได้ที่สุด กรณีศึกษาอ่างเก็บน้ำสิริกิติ์**. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 17 9-11 พฤษภาคม 2555 ณ โรงแรม เซ็นทารา แอนคอนเวนชั่นเซ็นเตอร์ อุดรธานี.

อารียา ฤทธิมา. (2561). **อ่างเก็บน้ำและการวางแผนปฏิบัติการ(Reservoir Systems and Operation Planning)**. ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

Draper, A., & Lund, R. (2004). Optimal hedging and carry over storage value. J. Water Resour. Plann. Manage., ASCE, 130 (1), 83-87.

Jain, S.K., & Singh, V.P. (2003). Water resources systems planning and management. New York: Elsevier Science.

Karamouz, M., Szidarovszky, F., & Banafsheh, Z. (2003). Water resources system analysis. New York: Lewis Publishers.

Lund, J.R., & Ferreira, I. (1996). Operating rule optimization for the Missouri River Reservoir System. J. Water Resour. Plann. Manage., ASCE, 122 (4), 287-295.

Onoz, B., Yegen, E.B., & Ucar, Y. (2005). Analysis of Istanbul water supply and operation policies. Turkey: Hydraulics Division, Civil Engineering Faculty, Istanbul Technical University.

Shiau, J. (2003). Water release policy effects on the shortage characteristics for the Shihmen reservoir system during droughts. Water Resour. Manage., 17, 463-480.

Vudhivanich, V. (1986). Methodology for inclusion of risk in multireservoir operations (Doctoral dissertation). Colorado: Department of Civil Engineering, Colorado State University.

Wurbs, R. (2005). Comparative evaluation of generalized river/reservoir system models (Technical Report No. 282). Texas: Texas Water Resources Institute.