



รายงานการศึกษา

โครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

หลักสูตรเสริม “ผู้อำนวยการโครงการ” รุ่นที่ 1 ประจำปีงบประมาณ 2563

ชื่อโครงการ

การศึกษาเปรียบเทียบเกณฑ์ปฏิบัติการ (RULE CURVE)

อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง กรณีเพิ่มความจุ

จัดทำโดยกลุ่ม 2

- | | | | |
|-----|--------------|----------------|------------------------|
| 1. | นายโอฬาร | ทองศรี | นายช่างชลประทานอาวุโส |
| 2. | นายวัชร | พรหมคุณาภรณ์ | วิศวกรชลประทานชำนาญการ |
| 3. | นายอดิศักดิ์ | สังข์สกุล | นายช่างชลประทานอาวุโส |
| 4. | นายอิวัฒน์ | ธนวุฒิศิริวัชร | นายช่างชลประทานอาวุโส |
| 5. | นายชริศ | เมืองมีทรัพย์ | นายช่างชลประทานอาวุโส |
| 6. | นายพงศ์ธร | โกศลวดี | นายช่างชลประทานอาวุโส |
| 7. | นายสันติ | บุญศรี | นายช่างชลประทานอาวุโส |
| 8. | นายเฉลิมวรรณ | อินทชัยศรี | นายช่างชลประทานอาวุโส |
| 9. | นายมงคล | โชโต | นายช่างชลประทานอาวุโส |
| 10. | นายสุทิน | รามแก้ว | นายช่างชลประทานอาวุโส |

สถาบันพัฒนาการชลประทาน ร่วมกับ

ส่วนทรัพยากรบุคคล สำนักทรัพยากรบุคคล กรมชลประทาน

กันยายน 2563

บทคัดย่อ

อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ที่ตั้งโครงการอยู่ในเขต ตำบลตะขบ อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา พิกัด 806400 E 1615000 N มีพื้นที่รับน้ำ 820 ตารางกิโลเมตร ระดับเก็บกัก +263.000 เมตร (รทก.) ระดับธรณีทอ +240.000 เมตร (รทก.) ความลาดชันลำน้ำ 1: 300 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี (ระหว่างปี พ.ศ. 2541-2560) ที่สถานีห้วยงานอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ตำบลตะขบ อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา มีค่า 1,163.01 มิลลิเมตร/ปี ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง (ระหว่างปี พ.ศ. 2541-2560) เฉลี่ย 172.05 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี

พ.ศ. 2513 เป็นปีแรกที่เขื่อนได้เก็บกักน้ำโดยมีความจุที่ระดับเก็บกัก 152 ล้านลูกบาศก์เมตร (จากการออกแบบ) ต่อมา พ.ศ.2534 ฝ่ายสำรวจและศึกษาตะกอน กองอุทกวิทยา กรมชลประทาน ได้ดำเนินการสำรวจความจุที่ระดับเก็บกัก +263.000 เมตร (รทก.) ได้ความจุ 109.63 ล้านลูกบาศก์เมตร และในปี พ.ศ. 2558 ได้มีการปรับปรุงเพิ่มความจุระดับเก็บกัก +267.000 เมตร (รทก.) ได้ความจุเพิ่มขึ้นเป็น 155 ล้านลูกบาศก์เมตร

จากผลการศึกษาพบว่า การปรับปรุง Rule Curve ใหม่ ในช่วง 20 ปี (ระหว่างปี พ.ศ. 2541-2560) แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการบริหารจัดการน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการขาดแคลนน้ำลดลงจากเดิม 224 ล้านลูกบาศก์เมตร เหลือเพียง 24 ล้านลูกบาศก์เมตร ลดลง 200 ล้านลูกบาศก์เมตร ลดลงคิดเป็นร้อยละ 81 ลดจำนวนเดือนที่เกิดการขาดแคลนน้ำลงจากเดิม 36 เดือน เหลือ 6 เดือน ลดลง 30 เดือน คิดเป็นลดลงร้อยละ 83 และลดความถี่ในการขาดแคลนน้ำที่ต่อเนื่องกันจากเดิม 13 ครั้ง เหลือเพียง 5 ครั้ง ลดลง 8 ครั้ง คิดเป็นลดลงร้อยละ 61 ซึ่งเมื่อนำมาสรุปเป็นดัชนีประสิทธิภาพของการบริหารจัดการน้ำ พบว่าดัชนีความน่าเชื่อถือในการส่งน้ำเพิ่มจากร้อยละ 85 เป็นร้อยละ 98 (เพิ่มขึ้นร้อยละ 13) ดัชนีวัดระดับความรุนแรงของการขาดแคลนน้ำพบว่าความรุนแรงเฉลี่ยในการขาดแคลนน้ำลดลงจาก 9.59 ล้านลูกบาศก์เมตร/ครั้ง ลดลงเหลือ 4.62 ล้านลูกบาศก์เมตร/ครั้ง ลดลง 4.97 ล้านลูกบาศก์เมตร/ครั้ง คิดเป็นลดลงร้อยละ 51 และสำหรับดัชนีวัดโอกาสการฟื้นตัวของระบบพบว่าประสิทธิภาพที่จะสามารถกลับมาส่งน้ำได้ตามความต้องการน้ำเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 36 เป็นร้อยละ 83 (เพิ่มขึ้นร้อยละ 47)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการศึกษาของกลุ่ม 2 สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากคณะผู้ศึกษาได้รับความกรุณาเป็นอย่างสูงจากคณาจารย์ในหลักสูตรเสริม “ผู้อำนวยการโครงการ” รุ่นที่ 1 สถาบันพัฒนาการชลประทาน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ให้ข้อคิด คำแนะนำ ข้อชี้แนะในแนวทางการศึกษาและได้รับการถ่ายทอดประสบการณ์ที่เป็นประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ซึ่งคณะผู้ศึกษากลุ่ม 2 ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านอย่างสุดซึ้ง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ส่วนฝึกอบรมและเจ้าหน้าที่ของสถาบันพัฒนาการชลประทานทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือประสานงานเป็นอย่างดี ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กรมชลประทานทุกท่านที่ได้อนุเคราะห์ข้อมูลด้านต่าง ๆ

ขอขอบคุณ นายอัศฉา กิจพยุง วิศวกรชลประทานปฏิบัติการ ฝ่ายจัดสรรน้ำที่ 1 ส่วนบริหารจัดการน้ำ สำนักบริการจัดการน้ำและอุทกวิทยา ที่ให้คำปรึกษา ส่งผลต่อความสำเร็จในการจัดทำรายงานการศึกษากลุ่มครั้งนี้

ขอขอบคุณสมาชิกในกลุ่ม 2 หลักสูตรเสริม “ผู้อำนวยการโครงการ” รุ่นที่ 1 สถาบันพัฒนาการชลประทาน ทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือ ร่วมแรงร่วมใจ รู้รักสามัคคี ให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

คณะผู้ศึกษากลุ่ม 2 หลักสูตรเสริม “ผู้อำนวยการโครงการ” รุ่นที่ 1 สถาบันพัฒนาการชลประทาน ขอมอบอานิสงส์แห่งประโยชน์และคุณงามความดีที่เกิดจากรายงานการศึกษานี้ให้แก่ บรรพบุรุษ บิดา มารดา พี่ น้อง ญาติ คณาจารย์ เจ้าหน้าที่กรมชลประทาน เพื่อนร่วมโลกและสากลโลก

คณะผู้จัดทำ

กลุ่ม 2

หลักสูตรเสริม ผู้อำนวยการโครงการรุ่นที่ 1
สถาบันพัฒนาการชลประทาน

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		
กิตติกรรมประกาศ		
สารบัญ		ก
สารบัญตาราง		ค
สารบัญรูป		ง
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของประเด็นการศึกษา	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
	1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
	1.4 กรอบแนวคิดการศึกษา	2
	1.5 วิธีการดำเนินการศึกษา	2
	1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา	2
บทที่ 2	ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
	2.1 หลักการและทฤษฎีของการพัฒนาโค้งเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำบนพื้นฐานความน่าจะเป็น (Probability Based Rule Curve) ร่วมกับจำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation System Model) HEC-3	3
	2.2 การเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์	11
บทที่ 3	การวิเคราะห์กรณีศึกษา	13
	3.1 ปัญหาหลักของกรณีศึกษา	13
	3.2 เป้าหมายของการดำเนินงาน	13
	3.3 สมรรถิผลเชิงประจักษ์	13
	3.4 ปัจจัยที่นำไปสู่ความสำเร็จ (ปัจจัยบวก)	13
	3.5 ปัจจัยขัดขวางความสำเร็จ (ปัจจัยลบ)	13
	3.6 ปัจจัยในการส่งเสริมการขยายผลจากกรณีศึกษา	13

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการศึกษา	14
4.1 การวิเคราะห์ข้อมูล	14
4.2 การแบ่งฤดูแล้ง-ฤดูฝน ตามหลักการของวิธี Probability Based Rule Curve	19
4.3 ผลการสร้าง Rule Curve ตามหลักการของวิธี Probability Based Rule Curve	20
4.4 ผลการสร้าง Rule Curve โดยวิธีการจำลองโปรแกรม Hec-3	21
4.5 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ	23
4.6 ข้อเสนอแนะและข้อสังเกต	27
บทที่ 5 ข้อเสนอแนะจากกรณีศึกษา	28
เอกสารอ้างอิง	29
ภาคผนวก	30

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ปริมาณความต้องการน้ำกิจกรรมต่าง ๆ	16
4.2 ปริมาณความต้องการน้ำรายเดือนรวมทุกกิจกรรม ย้อนหลัง 20 ปี	17
4.3 ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำรายเดือน ย้อนหลัง 20 ปี	18
4.4 ปริมาณ NRI รายเดือนย้อนหลัง 20 ปี อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง	19
4.5 ค่าเกณฑ์ Rule Curve ที่ความเสี่ยง 5 เปอร์เซนต์ ถึง 20 เปอร์เซนต์	20
4.6 ค่าเกณฑ์ Rule Curve จากการจำลองโปรแกรม Hec-3	22
4.7 สรุปประสิทธิภาพของ Rule Curve	24

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1	1
2.1	4
2.2	5
2.3	6
2.4	7
2.5	7
2.6	11
4.1	14
4.2	15
4.3	20
4.4	21
4.5	22
4.6	23
4.7	25
4.8	26
4.9	26

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของประเด็นการศึกษา

เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rules) นับเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำให้ประสบผลสำเร็จและเพิ่มความเชื่อมั่นในการตัดสินใจเก็บกักหรือปล่อยน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงวิกฤตของอ่างเก็บน้ำ ซึ่งมีโอกาสเสี่ยงที่การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำจะล้มเหลว ทั้งจากการปล่อยให้น้ำส่วนเกินไหลล้นอ่าง และการส่งน้ำไม่เพียงพอต่อปริมาณน้ำที่ต้องการจนส่งผลให้เกิดการขาดน้ำตามมา หน่วยงานที่ดูแลอ่างเก็บน้ำอาจทำการปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ เมื่อเห็นว่าเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำที่ใช้อยู่ไม่เหมาะสมกับสภาพของอ่างหรือสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป เช่น มีการปรับปรุงเพิ่มระดับเก็บกักของอ่างเก็บน้ำ สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงทำให้ลักษณะการไหลของน้ำท่าเปลี่ยนแปลงไป เป็นต้น

การปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ซึ่งปัจจุบันได้มีการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านกายภาพและลักษณะการใช้งาน ทำให้การบริหารจัดการน้ำมีการเปลี่ยนแปลงไปจากแต่ก่อน จนหลายฝ่ายมีความกังวลในเรื่องปัญหาอุทกภัยที่เกิดขึ้น กรมชลประทานในฐานะที่เป็นหน่วยงานที่มีภารกิจในด้านการบริหารจัดการน้ำ จึงดำเนินการปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำให้สอดคล้องกับสภาพปัจจุบัน เพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดปัญหาอุทกภัย ในการปรับปรุงเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rules) ครั้งนี้ ให้การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการใช้น้ำในทุก ๆ ด้าน รวมถึงการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตด้วย



รูปที่ 1.1 อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

ศึกษาเปรียบเทียบเกณฑ์ปฏิบัติการ (Rule Curve) อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง กรณีเพิ่มความจุ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการบริหารจัดการน้ำทั้งในสภาวะปกติ และสภาวะฉุกเฉิน

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ศึกษาเกณฑ์ปฏิบัติการ (Rule Curve) อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ตำบลตะขบ อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา กรณีก่อนเพิ่มความจุ หลังเพิ่มความจุ และเกณฑ์ปฏิบัติการพลวัต (Dynamic Operation Curve) หลังเพิ่มความจุ

1.4 กรอบแนวคิดการศึกษา

1.4.1 ศึกษาเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ บนพื้นฐานความน่าจะเป็น (Probability Based Rule Curve) ร่วมกับ จำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation System Model) HEC-3 ของอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ก่อนเพิ่มความจุ

1.4.2 ศึกษาเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ บนพื้นฐานความน่าจะเป็น (Probability Based Rule Curve) ร่วมกับ จำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation System Model) HEC-3 หลังเพิ่มความจุ

1.4.3 เปรียบเทียบเกณฑ์ปฏิบัติการ (Rule Curve) ของอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ก่อนและหลังเพิ่มความจุ

1.5 วิธีการดำเนินการศึกษา

1.5.1 รวบรวมข้อมูลด้านอุทกวิทยา เช่น น้ำฝน น้ำท่า การระเหย การรั่วซึม และการระบายน้ำ รวมทั้งข้อมูลการใช้ที่ดินต่าง ๆ นำเข้าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างเกณฑ์ปฏิบัติการ (Rule Curve)

1.5.2 ศึกษาเปรียบเทียบเกณฑ์ปฏิบัติการ (Rule Curve) อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ก่อนและหลังเพิ่มความจุเก็บกัก

1.5.3 ศึกษาเกณฑ์ปฏิบัติการพลวัต (Dynamic Operation Curve) อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง หลังเพิ่มความจุ

1.5.4 สรุปผลการศึกษา

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา

ได้เกณฑ์ปฏิบัติการ (Rule Curve) ของอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ตำบลตะขบ อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา กรณีเพิ่มความจุ ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการใช้น้ำในทุก ๆ ด้าน รวมถึงการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการและทฤษฎีของการพัฒนาโค้งเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ บนพื้นฐานความน่าจะเป็น (Probability Based Rule Curve) ร่วมกับจำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation System Model) HEC-3

2.1.1 การพัฒนาโค้งเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

การสร้างเส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุด (Upper Rule Curve) และระดับเก็บกักน้ำต่ำสุด (Lower Rule Curve) โดยใช้วิธี Probability Based Rule Curve ก่อนเพื่อหาค่าความเสี่ยงที่หาค่าผลลัพธ์จากการจำลองการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำอยู่ในระดับที่พอใจและสอดคล้องตามเงื่อนไขการดำเนินการที่ตั้งไว้เพื่อลดปัญหาอุทกภัยทางด้านท้ายน้ำ โดยจะคิดตามหลักการที่ว่าปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำจะเต็มอ่างพอดีเมื่อสิ้นสุดฤดูฝน และปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำจะแห้งพอดีเมื่อสิ้นสุดฤดูแล้ง และจากนั้นจึงใช้โปรแกรม HEC-3 ที่อาศัยหลักการสมดุลของน้ำในระบบ (Water Balance Approach) ด้วยเทคนิคการจำลองระบบ (Simulation Technique) โดยมีการนำข้อมูลอุทกวิทยารายเดือนระยะยาวซึ่งครอบคลุมสถานการณ์ต่าง ๆ มาเป็นข้อมูลป้อนเข้าหลัก (Major Input) ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่าง ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ตกลงอ่าง ข้อมูลปริมาณน้ำที่ระเหยและรั่วซึมในอ่าง และข้อมูลปริมาณน้ำที่ปล่อยจากอ่าง ซึ่งอาศัย Probability Based Rule Curve เป็นแนวทางในการกำหนด Rule Curve ใหม่เพื่อให้สอดคล้องกับความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น ซึ่งทำการคำนวณสมดุลน้ำในอ่างที่ได้คำนวณจากแบบจำลอง HEC-3 ที่ได้พัฒนาขึ้นนี้จะถูกทำการเปรียบเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Calibration and Validation) ให้สอดคล้องกับพื้นที่ศึกษา จนกระทั่งได้แบบจำลองที่สามารถเลียนแบบลักษณะและพฤติกรรมจริงของระบบ โดยมีจำนวนปีที่เกิดการขาดแคลนน้ำน้อยกว่าร้อยละ 20 ของจำนวนปีที่ใช้ในการทำ Rule Curve และจำนวนปีน้ำล้นอ่างเก็บน้ำน้อยกว่าร้อยละ 10 ของจำนวนปีที่ใช้ในการทำ Rule Curve

1) วิธี Probability Based Rule Curve

วิธี Probability Based Rule Curve เป็นวิธีที่ใช้หลักการของทฤษฎีความน่าจะเป็น Curves โดยวิธีนี้จะพิจารณาการเก็บกักและการระบายน้ำที่ความเสี่ยงต่าง ๆ โดยในฤดูน้ำหลากจะพิจารณาว่า จะรักษาระดับน้ำหรือปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่มากที่สุดที่จะทำให้ความเสี่ยงต่อการที่อ่างเก็บน้ำมีปริมาตรไม่พอที่จะรับน้ำนองอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ในทางตรงข้ามฤดูแล้งจะพิจารณาว่า ควรจะรักษาระดับน้ำหรือปริมาณน้ำไว้เพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำในอนาคต หรือ ความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำในอนาคตอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (ทองเปลว, 2547)

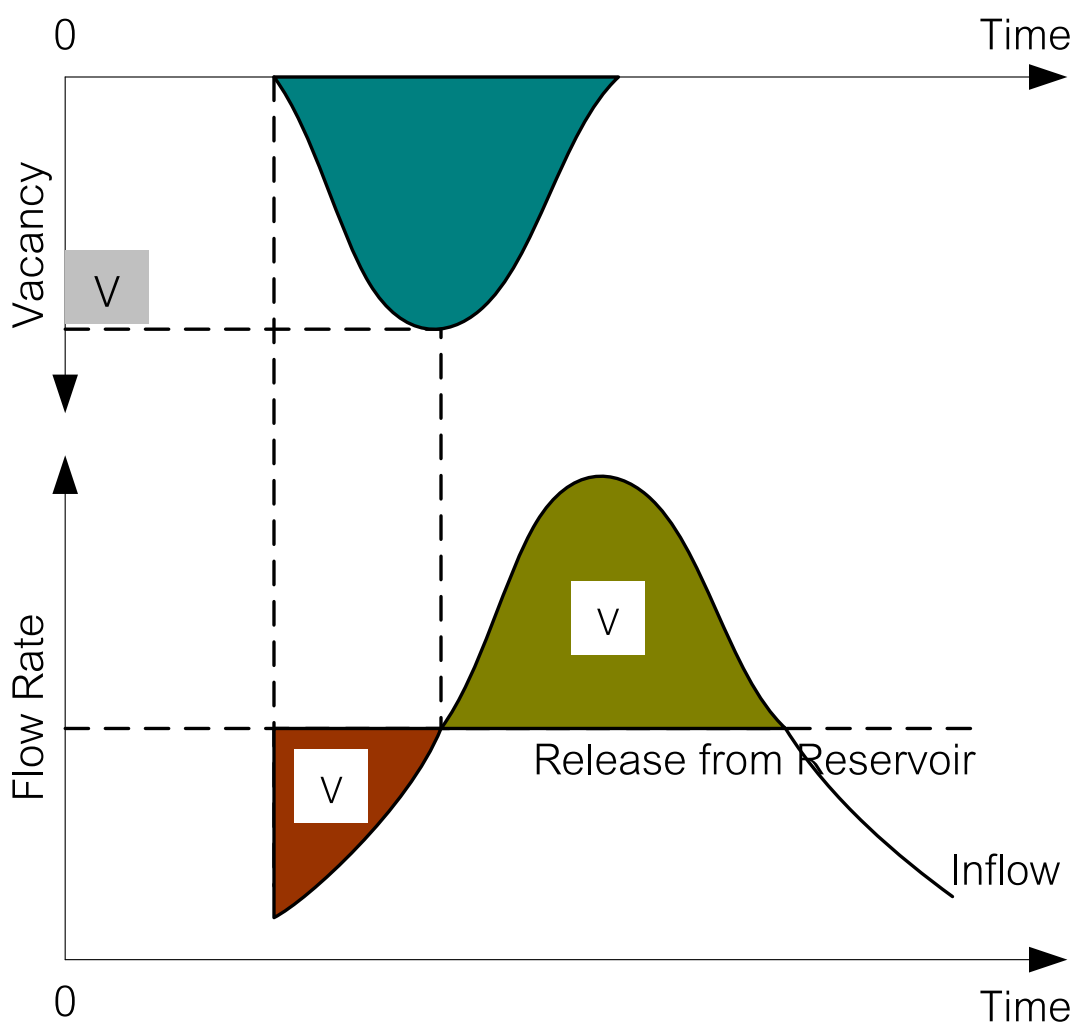
ขบวนการทางอุทกวิทยาเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาและสถานที่ในลักษณะที่ทำให้สามารถคาดการณ์ได้บางส่วน (Deterministic) และบางส่วนคาดการณ์ไม่ได้ (Random) ขบวนการนี้เรียกว่า ขบวนการสโตแคสติก (Stochastic Process) บางกรณีจะมีอิทธิพลในเชิง Random มากกว่าแบบ Deterministic จนกระทั่งพิจารณาว่าเป็นขบวนการ Random อย่างเดียว ซึ่งหมายถึงว่าค่าของตัวแปรไม่มีสหสัมพันธ์กับค่าอื่น ๆ ที่วัดได้ เพราะฉะนั้นหลักการทางสถิติจะสามารถอธิบายความแปรปรวนแบบ Random ของชุดข้อมูลที่ได้จากขบวนการอันใดอันหนึ่งทางอุทกวิทยาโดยพิจารณา ค่าที่วัดได้มากกว่าลักษณะทางกายภาพของขบวนการ (วรารุณ, 2539)

1.1) เส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุด (Upper Rule Curve) โดยวิธี Probability Based

Rule Curve

- แนวคิดในการสร้างเส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุด

แนวคิดในการสร้างเส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุดนี้จะสมมติว่าในช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างส่วนเกิน มีปริมาตรเท่ากับ V ดังนั้นก่อนถึงช่วงฤดูฝนจำเป็นต้องพร่องน้ำในอ่างให้มีปริมาตรว่าง (Vacancy) เท่ากับ V ทั้งนี้เพื่อสำรองปริมาตรอ่างไว้ใช้เก็บกักน้ำตลอดช่วงฤดูฝน ด้วยการระบายน้ำออกจากอ่าง (Release) ในอัตราที่สูงกว่าปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่าง (Inflow) จนกระทั่งเมื่อสิ้นสุดฤดูฝนปริมาตรเก็บกักในอ่างจะเต็มอ่างเก็บน้ำพอดี หรือกล่าวได้ว่าปริมาตรว่างของอ่างเก็บน้ำเท่ากับศูนย์นั่นเองดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ปริมาตรว่างของอ่างเก็บน้ำที่จะต้องสำรองไว้ใช้ตลอดช่วงฤดูฝน

- วิธีการสร้างเส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุด

Upper Rule Curves เป็นระดับน้ำหรือปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่มากที่สุดที่จะทำให้ความเสี่ยงต่อการที่อ่างเก็บน้ำมีปริมาตรไม่พอที่จะรับน้ำนองอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ระดับน้ำหรือปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่มากที่สุดจะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา (เดือน) ระดับน้ำระหว่าง Upper Rule Curves และระดับเก็บกักปกติ (Normal pool level) เรียกว่า Volume of Flood Control Reserve (VFC)

$$\text{กำหนดให้ } NRI_t = I_t - O_t \quad (1)$$

$$I_t = \text{Reservoir Inflow ในเดือน } t$$

$$O_t = \text{Reservoir Outflow ในเดือน } t$$

$$NRI_t = \text{Net Reservoir Inflow ในเดือน } t \text{ ซึ่งมี } f(NRI_t) \text{ เป็น Probability Density Function}$$

$$\text{และ } VFC_t = \text{Volume of Flood Control Reserve ในเดือน } t$$

เมื่อสามารถหา $f(NRI_t)$ ได้แล้ว ค่าของ VFC_t สำหรับการกำหนดค่าความเสี่ยงที่ 0.05, 0.10 และ 0.20 สามารถหาได้จากรูปที่ 2.2 หรือจากสมการที่ (2-3)

$$P(NRI_t > VFC_t) < \text{Risk} \quad (2)$$

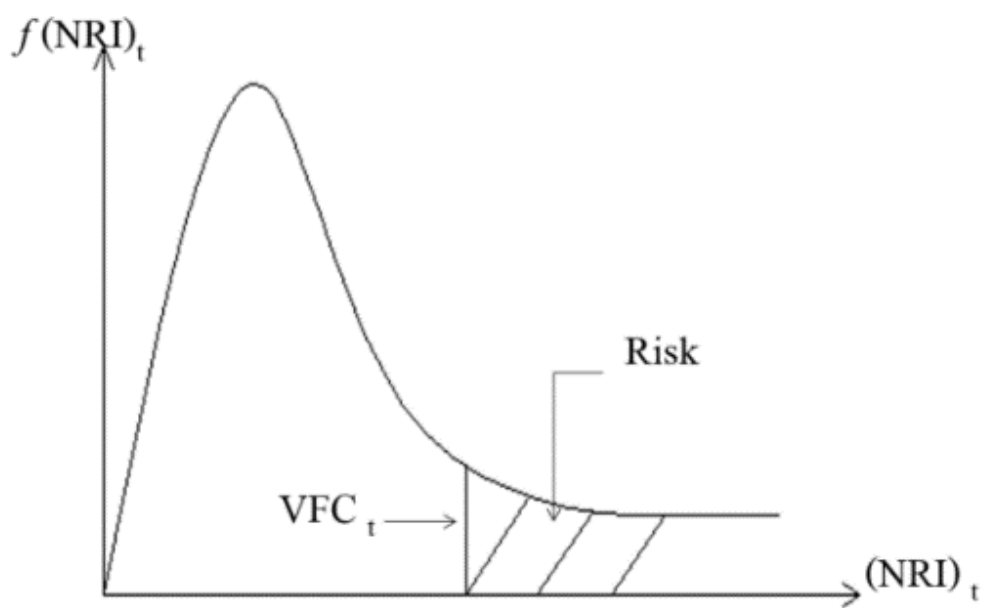
สุดท้าย Upper Rule Curves สามารถหาได้จากสมการที่ (3)

$$VURC_t = VNP_t - VFC_t \quad (3)$$

เมื่อ

$$VURC_t = \text{reservoir upper rule curve volume ในเดือน } t$$

$$VNP_t = \text{ปริมาตรเก็บกักปกติในเดือน } t$$

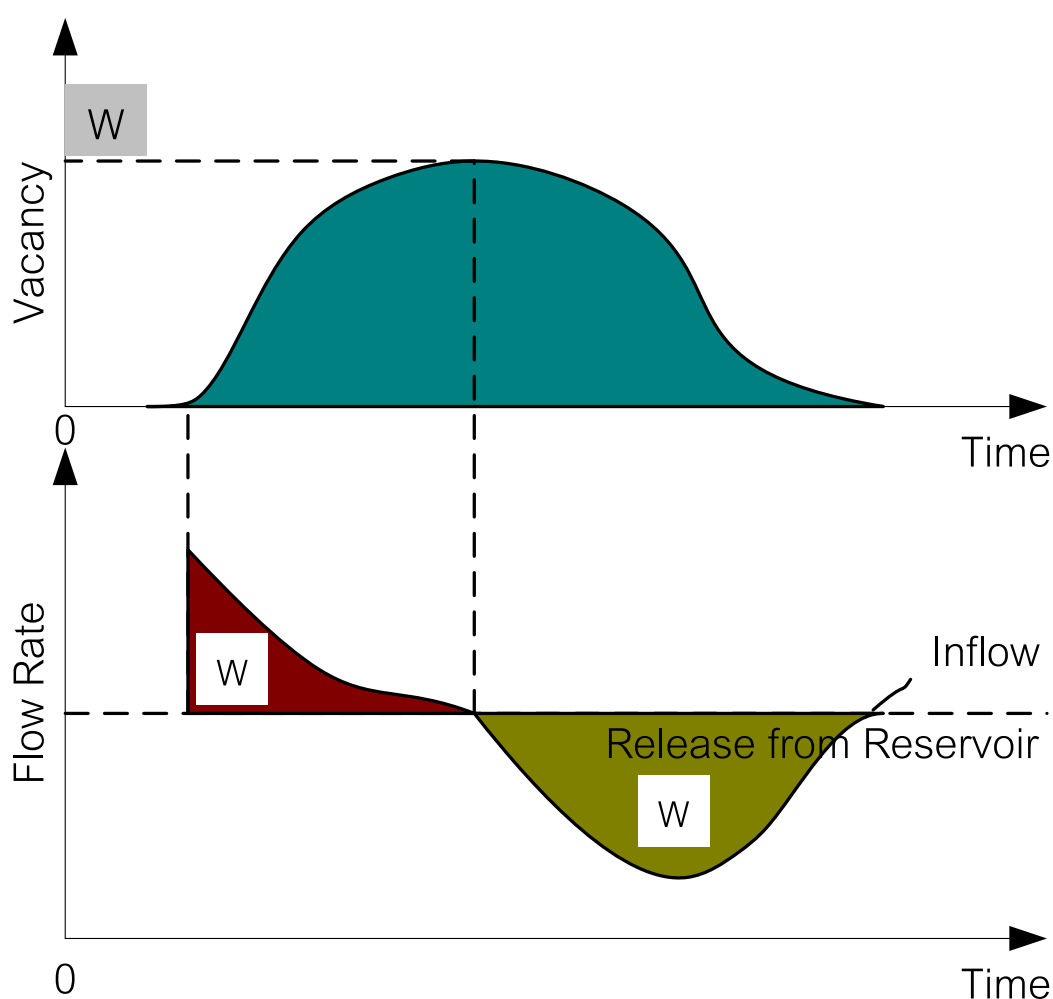


รูปที่ 2.2 Probability Distribution ของ NRI_t และการกำหนด VFC_t

- เส้นระดับเก็บกักน้ำต่ำสุด (Lower Rule Curve) โดยวิธี Probability Based

Rule Curve

แนวคิดในการสร้างเส้นระดับเก็บกักน้ำต่ำสุดนี้จะสมมุติว่าในช่วงฤดูแล้ง ปริมาณน้ำที่ไหลออกจากอ่างส่วนเกิน มีปริมาตรเท่ากับ W ดังนั้นก่อนถึงช่วงฤดูแล้งจำเป็นต้องเก็บกักน้ำในอ่างไว้ให้มีปริมาตรเท่ากับ W เพื่อให้มีน้ำเพียงพอต่อความต้องการตลอดช่วงฤดูแล้ง ด้วยการระบายน้ำออก (Release) ในอัตราที่ต่ำกว่าปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่าง (Inflow) จนกระทั่งเมื่อสิ้นสุดฤดูแล้งปริมาณน้ำจะแห้งอ่างเก็บน้ำพอดีดังแสดงในรูปที่ 2.3

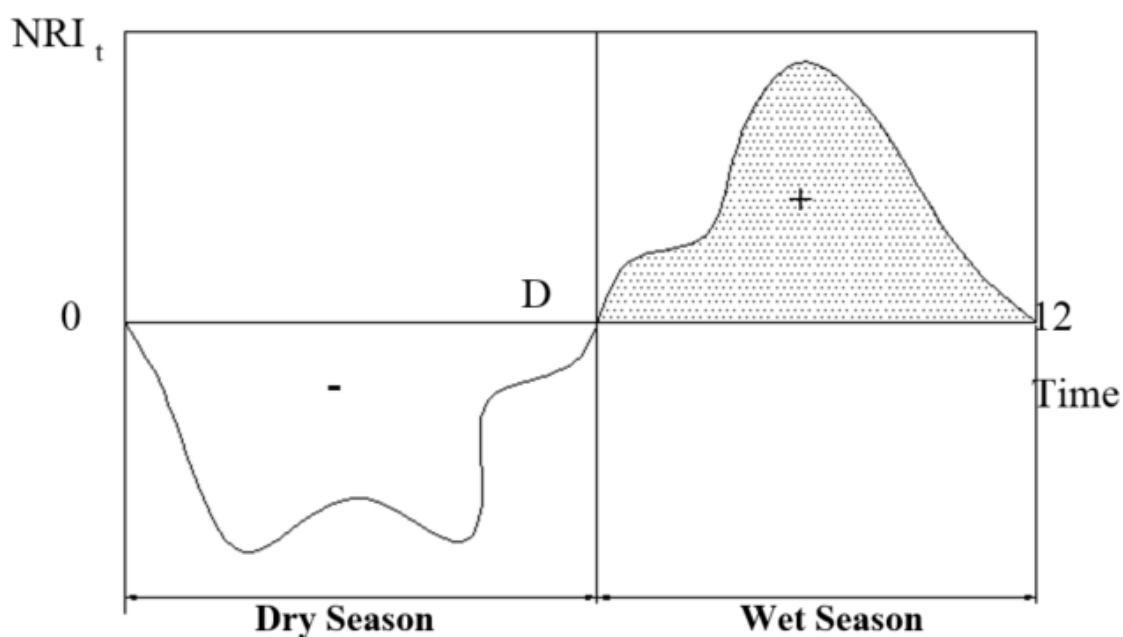


รูปที่ 2.3 ปริมาณน้ำที่จำเป็นต้องเก็บกักเพิ่มเติมในช่วงฤดูแล้ง

- วิธีการสร้างเส้นระดับเก็บกักน้ำต่ำสุด

Lower Rule Curves เป็นระดับน้ำในอ่างที่ควรรักษาไว้เพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำในอนาคต หรือความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำในอนาคตอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ในการสร้าง Lower Rule Curves จะต้องมีการกำหนดช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนอย่างชัดเจน

โดยกำหนดให้ฤดูแล้งคือช่วงเวลาที่ NRI_t น้อยกว่าหรือเท่ากับศูนย์ และฤดูฝนคือช่วงเวลาที่ NRI_t มากกว่าศูนย์ ดังแสดงในรูปที่ 2.4 ซึ่งการกำหนดฤดูแล้งนี้หมายถึงช่วงเวลาที่เกิดการขาดน้ำ และฤดูฝนหมายถึงช่วงเวลาที่มึ่น้ำมากเกินไปจนความจำเป็น ซึ่งหลังจากกำหนดช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนแล้วก็จะสามารถหาค่าปริมาตรสะสมของ NRI_t ในช่วงฤดูแล้งได้



รูปที่ 2.4 เกณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์หาช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน

กำหนดให้ $\sum_{t=D}^T NRI_t$ = ค่าสะสมของ NRI_t สำหรับฤดูแล้งซึ่งมีฟังก์ชัน

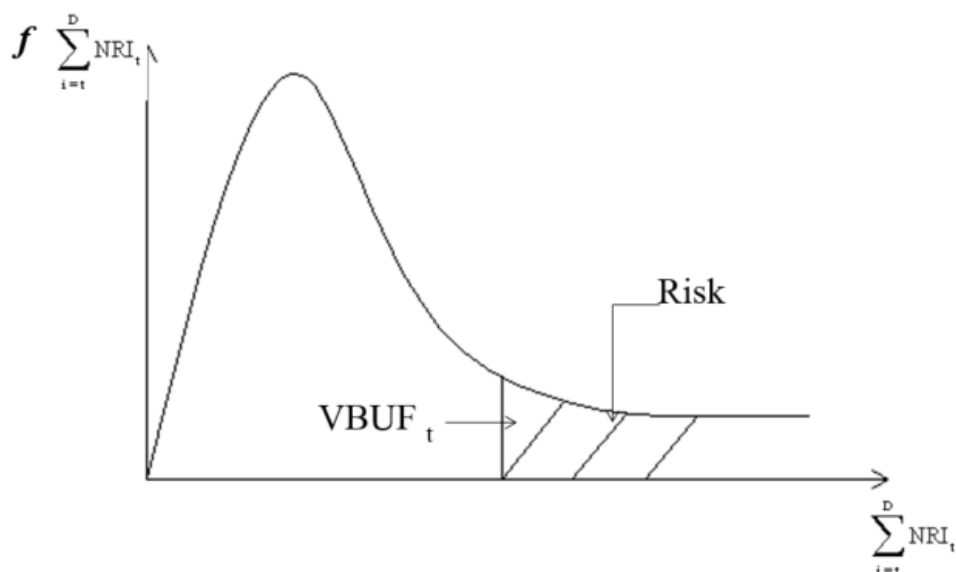
$$F(\sum_{t=D}^T NRI_t)$$

$F(\sum_{t=D}^T NRI_t)$ = ฟังก์ชันแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution

Function) ดังที่แสดงในรูปที่ 2.5

D = เดือนที่สิ้นสุดฤดูแล้ง

$VBUF_t$ = ปริมาตรของน้ำส่วนสำรองในเดือน t



รูปที่ 2.5 การแจกแจงความน่าจะเป็นของ $\sum_{i=1}^D \square\square\square\square$ และการกำหนดค่าของ $VBUF_t$

เมื่อสามารถหา $f(\sum_{i=1}^D \square\square\square\square)$ ได้แล้ว ค่าของ $VBUF_t$ สำหรับการกำหนดค่าความเสี่ยงที่ 0.05, 0.10 และ 0.15 สามารถหาได้จากรูปที่ 2.5 หรือจากสมการที่ (4)

$$P(-\sum_{i=1}^D NRI_t > VBUF_t) < \text{Risk} \quad (4)$$

ซึ่งค่า $VBUF_t$ ที่ได้จากการกำหนดค่าความเสี่ยงก็คือ Lower Rule Curves โดยค่าความเสี่ยง (Risk) มีความสัมพันธ์กับรอบปีการเกิดซ้ำ (Tr) ดังสมการที่ (5)

$$\text{Risk} = 1/Tr \quad (5)$$

เมื่อ $Tr =$ รอบปีการเกิดซ้ำ

2) การประยุกต์ใช้ Excel HEC-3 ในการหาเกณฑ์การเก็บกักน้ำในอ่าง

โปรแกรม Excel จำลองการคำนวณสมดุลน้ำในอ่างเก็บน้ำ บนพื้นฐานข้อมูลรายเดือน ซึ่งโปรแกรมนี้พัฒนาโดยฝ่ายจัดสรรน้ำ ส่วนบริหารจัดการน้ำ สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา แทนการใช้โปรแกรม HEC-3 ซึ่งวิศวกรโดยทั่วไปมีความคุ้นเคยการใช้โปรแกรม Excel เป็นพื้นฐานมากกว่าโปรแกรม HEC-3 โดยจะต้องวิเคราะห์หาปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานจากอ่างเก็บน้ำ ซึ่งรวมถึงความต้องการน้ำชลประทานสำหรับการปลูกพืช ความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค ความต้องการน้ำเพื่อการอุตสาหกรรม ปริมาณน้ำต่ำสุดที่ปล่อยลงท้ายอ่างเก็บน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศท้ายน้ำ และข้อจำกัดของศักยภาพอ่างเก็บน้ำ เพื่อนำข้อมูลป้อนเข้าสู่โปรแกรม Excel เพื่อทำการคำนวณและวิเคราะห์ต่อไป ในการศึกษาวิเคราะห์จะใช้หลักสมดุลของน้ำในอ่างเก็บน้ำแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์สมดุลของน้ำในอ่างเก็บน้ำ โดยอาศัยใช้แบบจำลองการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำ บนพื้นฐานข้อมูลรายเดือน ตามหลักสมการ ดังนี้

$$S_{t+1} = S_t + I_{t+1} - O_{t+1} \quad (6)$$

เมื่อ

S_{t+1} = ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ เมื่อสิ้นเดือนที่ $t+1$

S_t = ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ เมื่อสิ้นเดือนที่ t

I_t = ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ เมื่อสิ้นเดือนที่ $t+1$

O_t = ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากอ่างเก็บน้ำ เมื่อสิ้นเดือนที่ $t+1$

โปรแกรมจะคำนวณสมดุลน้ำโดยพิจารณาตามค่า Rule Curve ที่กำหนดลงไป โปรแกรมเพื่อคำนวณจำนวนปีที่น้ำล้นอ่างเก็บน้ำ และน้ำขาดแคลน ให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดโดย จำนวนปีน้ำล้นอ่างเก็บน้ำไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ของระยะเวลาศึกษา และจำนวนปีน้ำขาดไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ ของระยะเวลาศึกษา หากจำนวนปีที่น้ำล้นอ่างเก็บน้ำ หรือจำนวนปีซึ่งขาดน้ำเกิน ข้อกำหนด ให้ทำการปรับ Rule Curve ใหม่จนกว่าจะผ่านเกณฑ์ดังกล่าว

3.) การเลือกเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

การเลือกเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำที่เหมาะสมภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด จะต้องทำการจำลองสถานการณ์ ดังนี้

(1) จำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation System Model) โดยใช้โปรแกรม HEC-3 ที่อาศัยหลักการสมดุลของน้ำในระบบ (Water Balance Approach) ด้วย เทคนิคการจำลองระบบ (Simulation Technique) โดยมีการนำข้อมูลอุทกวิทยารายเดือนระยะยาว ซึ่งครอบคลุมสถานการณ์น้ำต่าง ๆ มาเป็นข้อมูลป้อนเข้าหลัก (Major Input) ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่าง ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ตกลงอ่าง ข้อมูลปริมาณน้ำที่ระเหยและรั่วซึมในอ่าง และข้อมูล ปริมาณน้ำที่ปล่อยจากอ่างซึ่งอาศัย Rule Curve เดิมเป็นแนวทางในการกำหนดการปล่อยน้ำโดย อ้างอิงกับข้อมูลปริมาณความต้องการน้ำแบบจำลอง HEC-3 ที่ได้พัฒนาขึ้นนี้จะถูกทำการเปรียบเทียบ และตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Calibration and Validation) ให้สอดคล้องกับ พื้นที่ศึกษา จนกระทั่งได้แบบจำลองที่สามารถเลียนแบบลักษณะและพฤติกรรมจริงของระบบ

(2) นำ Rule Curve ที่ได้ทำการปรับปรุงใหม่โดยวิธีการ Probability Based Rule Curve ที่ความเสี่ยงต่าง ๆ ข้างต้นมาเป็นข้อมูลป้อนเข้าร่วมกับข้อมูลสถานการณ์น้ำวิกฤตทั้งในช่วง น้ำมาก ช่วงน้ำปานกลาง ช่วงวิกฤตน้ำน้อย เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ในรูปของปริมาณน้ำที่ไหลล้นอ่าง (Water Spillage) ปริมาณน้ำที่ปล่อยรายเดือน (Monthly Release) โดยเฉพาะในช่วงวิกฤตน้ำมาก ตั้งแต่เดือนสิงหาคม-ตุลาคม ปริมาณน้ำที่ปล่อยรายปี (Annual Release) รวมถึงปริมาณน้ำที่ปล่อย ให้กับโครงการชลประทานต่าง ๆ ทางด้านทำนน้ำ (Release for Irrigation Demand) จากนั้นทำการคัดเลือก Probability Based Rule Curve ที่ค่าความเสี่ยงที่ให้ค่าผลลัพธ์จากการจำลองการ

ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำอยู่ในระดับที่พอใจและสอดคล้องตามเงื่อนไขการดำเนินการที่ตั้งไว้เพื่อลดปัญหาอุทกภัยทางด้านท้ายน้ำ

4) การประเมินประสิทธิภาพของระบบ

จากการที่อ่างเก็บน้ำจัดสรรน้ำให้กับทุกภาคส่วนเป็นระยะเวลายาวนาน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องประเมินประสิทธิภาพของระบบในช่วงระยะเวลาที่ปฏิบัติการ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติสามารถ

ตระหนักถึงรูปแบบการจัดสรรน้ำที่ผ่านมานั้นประสบผลสำเร็จหรือล้มเหลวในการจัดสรรน้ำโดยในการวิจัยครั้งนี้จะพิจารณา 3 ดัชนีที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพไว้ดังนี้

(1) ดัชนีความน่าเชื่อถือ (Reliability)

Reliability เป็นดัชนีที่สื่อถึงความน่าเชื่อถือในการส่งน้ำให้กับพื้นที่ที่ต้องการน้ำ โดยพิจารณาถึงจำนวนครั้งที่สามารถจัดสรรน้ำให้กับพื้นที่ที่ต้องการน้ำได้อย่างเพียงพอ โดยมีสมการดังนี้

$$Rl_t = \frac{N_s}{N_t} \quad (7)$$

เมื่อ Rl_t = ดัชนีความน่าเชื่อถือได้บนพื้นฐานเวลา

N_s = จำนวนช่วงเวลา que ระบบปฏิบัติงานแล้วบรรลุผลสำเร็จ

N = จำนวนช่วงเวลา que พิจารณา

จากสมการจะพบว่าค่าของ Rl_t จะอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งหากมีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่า การจัดสรรน้ำไม่เคยมีเหตุการณ์ที่ล้มเหลวเลย

(2) ดัชนีวัดระดับความรุนแรงของความล้มเหลวของระบบ (Vulnerability Index)

Vulnerability เป็นดัชนีที่สื่อถึงความรุนแรงของความล้มเหลวของระบบ โดยพิจารณาถึงจำนวนครั้งที่ไม่สามารถจัดสรรน้ำให้กับพื้นที่ที่ต้องการน้ำได้อย่างเพียงพอ โดยมีสมการดังนี้

$$\eta' = \frac{\sum_{jth=1}^{fs} \max(S_{jth})}{fs} \quad (8)$$

เมื่อ η' = ดัชนีวัดระดับความรุนแรง

$\max(S_{jth})$ = ขนาดของความล้มเหลวสูงสุดในช่วงเหตุการณ์ที่ระบบประสบความล้มเหลว

fs = จำนวนเหตุการณ์ที่ระบบประสบความล้มเหลวต่อเนื่องกันตลอดช่วงเวลาที่พิจารณา

(3) ดัชนีวัดโอกาสการฟื้นตัวของระบบ (Resilience Index)

Resilience เป็นดัชนีที่สื่อถึงโอกาสความน่าจะเป็นที่ระบบจะสามารถกลับมาจากสภาวะล้มเหลวโดยมีสมการดังนี้

$$\varphi = \frac{fs}{fd} \quad (9)$$

เมื่อ φ = ดัชนีวัดโอกาสการฟื้นตัวของระบบ
 F_d = จำนวนช่วงเวลาที่ระบบประสบความล้มเหลวทั้งหมด

- วิธีการจัดกลุ่มพื้นที่สำหรับการเตรียมแปลง
- ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกข้าว (ไร่)
- ข้อมูลปริมาณน้ำฝนของโครงการ (ถ้ามี)

ค่าความต้องการใช้น้ำของพืชที่ได้จากการคำนวณจะเป็นปริมาณน้ำทั้งหมดที่ต้องส่งให้แปลงนา ซึ่งหักปริมาณฝนใช้การ (Effective Rainfall: ER) ปริมาณการซึมลึก และคิดค่าประสิทธิภาพการชลประทาน (IRR.Eff) แล้ว

2.2.2 ข้อมูลนำเข้า สำหรับการคำนวณเส้นปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

รายละเอียดของข้อมูลนำเข้ารายเดือน มีดังนี้

- 1) ปริมาณน้ำฝน (ล้านลูกบาศก์เมตร)
- 2) ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง (ล้านลูกบาศก์เมตร)
- 3) ค่าการระเหย (ล้านลูกบาศก์เมตร)
- 4) ค่าการรั่วซึม (ล้านลูกบาศก์เมตร)
- 5) ความต้องการใช้น้ำรวม (ล้านลูกบาศก์เมตร) ได้ผลคำนวณจากตารางที่ 4.1

บทที่ 3

การวิเคราะห์กรณีศึกษา

3.1 ปัญหาหลักของกรณีศึกษา

อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงยังไม่มีเกณฑ์ปฏิบัติการ (Rule Curve) ใหม่ ในการบริหารจัดการน้ำ หลังจากดำเนินการปรับปรุงเพิ่มความจุ

3.2 เป้าหมายของการดำเนินงาน

สร้างเกณฑ์ปฏิบัติการ (Rule Curve) ใหม่ของอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง เพื่อใช้ในการบริหารจัดการน้ำให้สอดคล้องกับความจริงใหม่

3.3 สัมฤทธิ์ผลเชิงประจักษ์

3.3.1 ด้านการบริหารจัดการน้ำ เพื่อนำเกณฑ์ปฏิบัติการ (Rule Curve) ใหม่ ไปใช้ในการบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงในกิจกรรมการใช้น้ำ ได้แก่ การเกษตร การอุปโภค-บริโภค รักษาระบบนิเวศ การอุตสาหกรรม และอื่น ๆ รวมถึงการป้องกันบรรเทาภัยจากน้ำ ทั้งอุทกภัยและภัยแล้งให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผล

3.3.2 ด้านเศรษฐกิจและสังคม จากการนำเกณฑ์ปฏิบัติการ (Rule Curve) ใหม่มาใช้ในการบริหารจัดการน้ำที่สอดคล้องกับปัจจุบัน ทำให้มีความแม่นยำและประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สามารถป้องกันบรรเทาภัยจากน้ำ ลดปัญหาความรุนแรง ความสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินของราษฎรในเขตพื้นที่

3.4 ปัจจัยที่นำสู่ความสำเร็จ (ปัจจัยบวก)

3.4.1 มีสถิติข้อมูลย้อนหลังเพียงพอที่จะนำมาวิเคราะห์

3.4.2 มีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประมวลผลข้อมูลใช้ประกอบการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำ

3.5 ปัจจัยขัดขวางความสำเร็จ (ปัจจัยลบ)

3.5.1 ความคลาดเคลื่อนของข้อมูล

3.5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลไม่มีประสิทธิภาพ

3.6 ปัจจัยในการส่งเสริมการขยายผลจากกรณีศึกษา

3.6.1 ได้เกณฑ์ปฏิบัติการ (Rule Curve) เพื่อใช้ในการบริหารจัดการน้ำครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการใช้น้ำในทุก ๆ ด้าน รวมถึงการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1.1 พื้นที่ศึกษา



รูปที่ 4.1 อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง อำเภอปทุมราชวงศา จังหวัดนครราชสีมา

ประวัติ: ลำพระเพลิง เป็นลำน้ำสาขาที่สำคัญทางฝั่งซ้ายของแม่น้ำมูลสายแรก อยู่ในเขตจังหวัดนครราชสีมาตลอดสาย โดยมีต้นน้ำจากเทือกเขาสูงชันกำแพงในตอนใต้สุดของอำเภอปทุมราชวงศา จากต้นน้ำถึงบ้านบุหัวช้าง เป็นตอนที่ลำน้ำไหลผ่านภูมิประเทศที่เป็นป่าเขาที่มีความลาดชันมากต่อนั้นจึงเริ่มออกที่ราบแคบ ๆ ซึ่งตามริมลำน้ำเป็นที่ราบทางฝั่งซ้ายติดต่อกันไปถึงแม่น้ำมูลในเขตอำเภอโชคชัย ส่วนทางขวามีเนินเขาเป็นบางตอนลำพระเพลิงมีความยาวประมาณ 120 กิโลเมตร เนื่องจากฝนในลุ่มน้ำนี้มีน้อยการเพาะปลูกโดยทั่วไปจึงขาดแคลนน้ำ แต่ในเวลาน้ำนองก็ท่วมต้นข้าวที่ยังเล็กอยู่เสียหายประชาชนได้รับความเดือดร้อนเรื่องน้ำเป็นอย่างมาก เพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องน้ำในลุ่มน้ำนี้ กรมชลประทานจึงได้ก่อสร้างเขื่อนลำพระเพลิงและระบบส่งน้ำ เมื่อพ.ศ. 2506 ก่อสร้างแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2510 และเริ่มเก็บกักน้ำในปีเดียวกัน อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง สามารถส่งน้ำช่วยเหลือพื้นที่เพาะปลูกในเขตโครงการ ฤดูฝน จำนวน 67,760 ไร่ ฤดูแล้ง จำนวน 17,000 ไร่ และส่งน้ำเพื่อการประปาอำเภอปทุมราชวงศาและอำเภอโชคชัย นอกจากนี้จะต้องส่งน้ำเพื่อการประปาหมู่บ้านหลายแห่ง และน้ำเพื่อการเกษตรนอกเขตชลประทานทางคลองธรรมชาติเป็นครั้งคราว

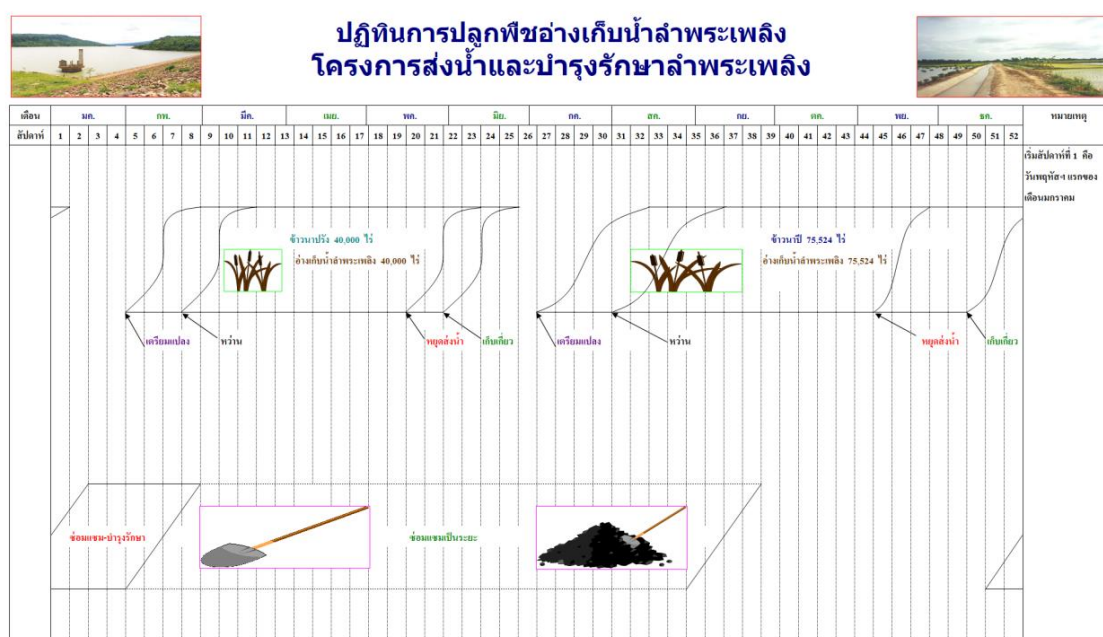
พิกัด: 806400 E 1615000 N

ลักษณะโครงการ: เป็นเขื่อนดิน สันเขื่อนกว้าง 8 เมตร สันเขื่อนยาว 575 เมตร ความสูงที่จุดลึกสุด 49 เมตร มีความจุสามารถเก็บกักน้ำได้ 155 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำใช้การได้ 154.28 ล้านลูกบาศก์เมตร มีอาคารระบายน้ำล้นเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กแบบ Morning Glory and Overflow Spillway ขนาด $\varnothing$ 11.50 เมตร ยาว 167 เมตร ระบายน้ำได้สูงสุด 360 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที นอกจากนี้ยังมีอาคารระบายน้ำแบบฉลุเงิน (Ogee spillway) เป็นแบบฝายคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นฝายเปิดไม่มีบานสันฝายกว้าง 60 เมตร ระบายน้ำได้สูงสุด 1,338 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

ระดับเก็บกัก	+ 267.00	ม. (รทก.)
ระดับน้ำสูงสุด	+ 273.00	ม. (รทก.)
ระดับน้ำสูงสุดด้านท้ายอาคาร	+242.595	ม. (รทก.)
ระดับพื้นอาคารด้านท้ายน้ำ	+239.345	ม. (รทก.)
ระดับธรณีสู่ส่งน้ำ	+ 240.00	ม. (รทก.)
ระดับท้องลำน้ำ (จุดที่ตั้งทำนบ) +	226.00	ม. (รทก.)
ปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกัก	155.00	ล้านลูกบาศก์เมตร
ปริมาณน้ำที่ระดับน้ำสูงสุด	242.00	ล้านลูกบาศก์เมตร
ปริมาณน้ำที่ระดับธรณีสู่ส่งน้ำ	0.72	ล้านลูกบาศก์เมตร
ปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ เฉลี่ย	172.05	ล้านลูกบาศก์เมตร

4.1.2 สรุปข้อมูลปริมาณความต้องการน้ำทุกกิจกรรมจากอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง

1) ปริมาณความต้องการน้ำของการปลูกข้าว พิจารณาจากปฏิทินการเพาะปลูกข้าว ดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ปฏิทินการเพาะปลูกข้าว โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำพระเพลิง

2) ปริมาณความต้องการน้ำกิจกรรมต่าง ๆ จากการประเมินของโครงการอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง สามารถแบ่งได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณความต้องการน้ำกิจกรรมต่าง ๆ

ปริมาณความต้องการน้ำกิจกรรมต่าง ๆ จากอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง (ล้านลูกบาศก์เมตร)													
กิจกรรม	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
อุตสาหกรรม	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.24
ประปา	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	18.0
รักษาระบบนิเวศ	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	3.60
รวม	2.12	1.52	2.12	1.52	2.12	1.52	2.12	1.52	2.12	1.52	2.12	1.52	21.84

3) รวมปริมาณความต้องการน้ำด้านต่าง ๆ จากการนำข้อมูลเพาะปลูกและปริมาณความต้องการน้ำด้านต่าง ๆ สามารถสรุปปริมาณความต้องการน้ำของอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ปริมาณความต้องการน้ำรายเดือนรวมทุกกิจกรรม ย้อนหลัง 20 ปี

ปี	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
2541	2.60	2.90	1.90	1.50	1.60	0.70	9.50	17.60	21.40	12.40	14.20	0.50	86.80
2542	2.90	0.50	3.40	0.90	1.00	12.40	22.20	27.20	25.50	68.50	38.10	1.20	203.80
2543	0.70	8.60	13.60	15.60	23.00	21.50	24.50	31.50	52.80	82.00	21.40	1.00	296.20
2544	0.10	15.60	10.40	19.90	16.80	3.00	7.00	20.00	21.10	12.70	5.60	1.50	133.70
2545	1.80	0.00	2.46	0.93	4.41	3.46	15.03	20.00	25.00	76.30	9.40	1.40	160.19
2546	0.80	11.80	13.20	18.10	16.00	10.00	18.36	24.54	21.82	52.62	15.17	0.22	202.63
2547	1.73	13.11	14.90	18.01	13.05	10.80	23.85	19.70	27.65	25.75	11.14	0.08	179.77
2548	0.03	0.05	0.07	0.10	0.09	0.04	2.58	2.21	11.58	16.15	11.68	2.14	46.72
2549	1.31	14.58	14.66	16.31	11.20	2.06	13.27	18.10	22.24	25.76	16.29	0.11	155.89
2550	0.84	13.54	12.53	18.13	8.48	5.03	18.53	19.20	25.33	15.48	13.52	0.64	151.25
2551	1.19	13.09	14.67	14.66	9.35	5.91	11.58	13.62	24.23	41.31	23.17	8.06	180.84
2552	0.92	14.07	16.37	19.09	26.89	5.97	14.52	20.69	20.63	12.00	4.43	3.34	158.92
2553	1.13	1.53	3.37	3.67	3.21	2.85	9.02	17.05	28.34	237.43	11.45	0.07	319.12
2554	0.04	14.64	18.57	16.33	21.55	8.22	20.09	28.60	36.29	36.57	13.68	1.78	216.36
2555	4.62	16.36	24.01	18.03	10.10	1.76	12.45	18.85	3.72	40.31	13.54	1.29	165.05
2556	11.80	10.69	16.34	11.53	7.73	0.57	8.77	18.42	17.81	100.76	9.54	1.26	215.22
2557	1.22	9.40	18.16	21.80	21.55	10.62	9.91	6.09	19.30	23.14	23.57	0.23	164.99
2558	0.04	0.69	1.12	1.75	0.17	0.57	11.36	11.71	3.67	16.14	6.75	0.94	54.91
2559	0.13	14.94	11.31	18.28	13.10	3.97	0.72	9.02	8.88	5.92	10.04	1.03	97.33
2560	2.36	1.07	2.47	10.20	12.69	6.15	14.03	17.26	20.46	24.19	5.11	0.31	116.30
เฉลี่ย	1.81	8.86	10.68	12.24	11.10	5.78	13.36	18.07	21.89	46.27	13.89	1.36	165.30

4.1.3 สรุปปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง

จากข้อมูลสถิติของอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง สามารถสรุปปริมาณ ไหลเข้าอ่างย้อนหลัง 20 ปี ได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำรายเดือน ย้อนหลัง 20 ปี

ปี	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
2541	0.50	0.70	1.40	1.90	12.90	1.60	3.10	20.80	25.20	23.20	3.00	1.40	95.70
2542	1.00	0.90	2.20	11.10	65.60	15.50	6.80	17.90	58.70	81.40	32.30	2.10	295.50
2543	1.60	3.40	1.90	32.30	33.00	23.20	18.70	40.50	60.00	79.50	8.00	1.60	303.70
2544	1.20	4.50	11.20	3.60	7.20	3.00	2.00	8.20	17.20	20.00	6.70	0.80	85.60
2545	0.54	0.38	1.42	5.00	35.13	6.43	1.95	10.40	105.76	74.37	8.61	2.96	252.95
2546	1.33	1.48	9.08	6.40	11.21	8.45	23.05	14.72	59.29	88.77	4.60	7.13	235.51
2547	0.87	2.05	1.68	2.76	4.72	73.78	8.56	12.22	22.53	4.13	2.14	0.78	136.22
2548	1.90	0.54	1.69	0.63	5.33	2.08	1.74	2.68	95.09	28.96	43.95	2.34	186.93
2549	0.15	2.16	0.79	2.88	7.22	2.70	11.95	4.61	53.58	107.95	4.46	0.21	198.66
2550	0.00	0.00	1.18	0.14	48.42	13.81	9.46	15.91	67.42	10.69	3.77	0.64	171.44
2551	0.00	0.03	0.00	5.03	28.61	7.66	2.68	5.02	99.46	42.98	23.32	8.47	223.26
2552	0.32	0.22	2.06	12.26	12.98	1.44	0.55	10.44	39.46	38.32	2.73	0.43	121.21
2553	0.61	0.41	0.31	0.85	2.76	2.54	13.68	36.99	61.06	235.01	5.73	0.99	360.94
2554	0.04	0.38	3.75	5.65	13.51	29.22	9.67	31.87	73.68	46.00	7.56	1.87	223.20
2555	2.54	0.40	2.19	3.78	8.75	6.73	8.05	2.20	93.40	31.78	2.46	1.76	164.04
2556	0.99	0.87	0.26	2.48	4.12	16.30	6.92	8.61	82.16	102.12	7.07	2.30	234.20
2557	1.32	1.07	1.64	5.93	5.24	1.00	3.17	6.06	36.26	39.42	4.71	1.54	107.35
2558	0.50	0.42	0.33	3.07	4.52	2.01	2.52	9.96	53.56	41.58	4.67	1.57	124.71
2559	0.91	1.91	1.27	0.54	0.47	1.50	9.53	2.68	24.73	40.22	13.93	1.50	99.19
2560	1.02	1.12	3.50	5.39	29.54	24.35	3.30	25.33	34.65	57.38	3.91	0.34	189.83
เฉลี่ย	0.87	1.15	2.39	5.58	17.06	12.16	7.37	14.36	58.16	59.69	9.68	2.04	190.51

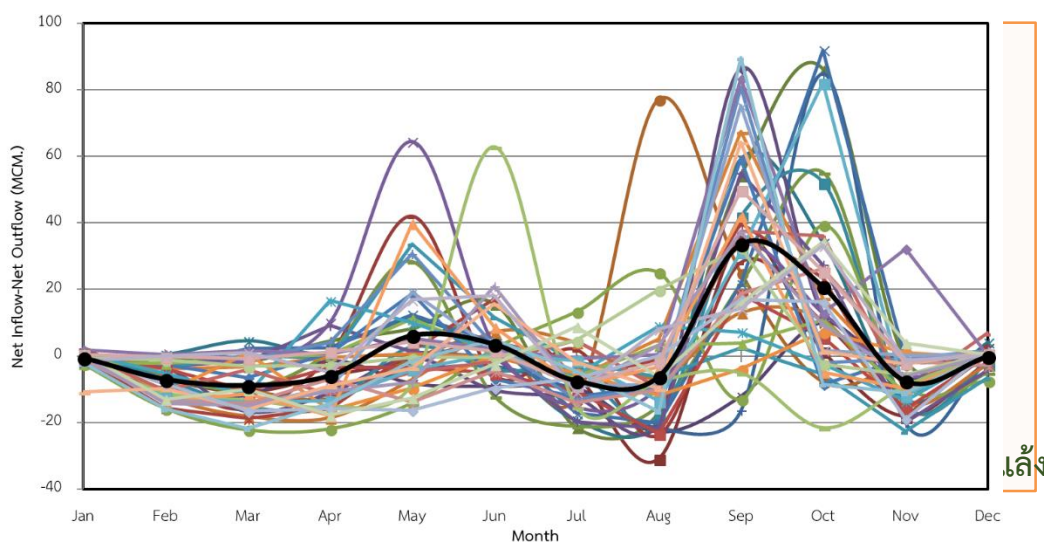
4.2 การแบ่งฤดูแล้ง-ฤดูฝน ตามหลักการของวิธี Probability Based Rule Curve

จากข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างและข้อมูลปริมาณความต้องการน้ำทุกภาคส่วนเมื่อนำมาคิด

Net Reservoir Inflow (NRI)

ตารางที่ 4.4 ปริมาณ NRI รายเดือนย้อนหลัง 20 ปี อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง

ปี	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2541	-2.10	-2.20	-0.50	0.40	11.30	0.90	-6.40	3.20	3.80	10.80	-11.20	0.90
2542	-1.90	0.40	-1.20	10.20	64.60	3.10	-15.40	-9.30	33.20	12.90	-5.80	0.90
2543	0.90	-5.20	-11.70	16.70	10.00	1.70	-5.80	9.00	7.20	-2.50	-13.40	0.60
2544	1.10	-11.10	0.80	-16.30	-9.60	0.00	-5.00	-11.80	-3.90	7.30	1.10	-0.70
2545	-1.26	0.38	-1.04	4.07	30.72	2.97	-13.08	-9.60	80.76	-1.93	-0.79	1.56
2546	0.53	-10.32	-4.12	-11.70	-4.79	-1.55	4.69	-9.82	37.47	36.15	-10.57	6.91
2547	-0.86	-11.06	-13.22	-15.25	-8.33	62.98	-15.29	-7.48	-5.12	-21.62	-9.00	0.70
2548	1.87	0.49	1.62	0.53	5.24	2.04	-0.84	0.47	83.51	12.81	32.27	0.20
2549	-1.16	-12.42	-13.87	-13.43	-3.98	0.64	-1.32	-13.49	31.34	82.19	-11.83	0.10
2550	-0.84	-13.54	-11.35	-17.99	39.94	8.78	-9.07	-3.29	42.09	-4.79	-9.75	0.00
2551	-1.19	-13.06	-14.67	-9.63	19.26	1.75	-8.90	-8.60	75.23	1.67	0.15	0.41
2552	-0.60	-13.85	-14.31	-6.83	-13.91	-4.53	-13.97	-10.25	18.83	26.32	-1.70	-2.91
2553	-0.51	-1.12	-3.06	-2.82	-0.45	-0.31	4.66	19.94	32.72	-2.42	-5.72	0.92
2554	0.00	-14.26	-14.82	-10.67	-8.04	21.00	-10.42	3.27	37.39	9.43	-6.12	0.09
2555	-2.08	-15.96	-21.82	-14.25	-1.35	4.97	-4.40	-16.65	89.68	-8.53	-11.08	0.47
2556	-10.81	-9.82	-16.08	-9.05	-3.61	15.73	-1.85	-9.81	64.35	1.36	-2.47	1.04
2557	0.10	-8.33	-16.52	-15.87	-16.31	-9.62	-6.74	-0.03	16.95	16.28	-18.86	1.31
2558	0.46	-0.27	-0.79	1.32	4.35	1.44	-8.84	-1.75	49.89	25.44	-2.08	0.63
2559	0.78	-13.03	-10.04	-17.74	-12.63	-2.47	8.81	-6.34	15.85	34.30	3.89	0.47
2560	-1.34	0.05	1.03	-4.81	16.85	18.20	-10.73	8.07	14.19	33.19	-1.20	0.03
เฉลี่ย	-0.95	-7.71	-8.28	-6.66	5.96	6.39	-5.99	-3.71	36.27	13.42	-4.21	0.68



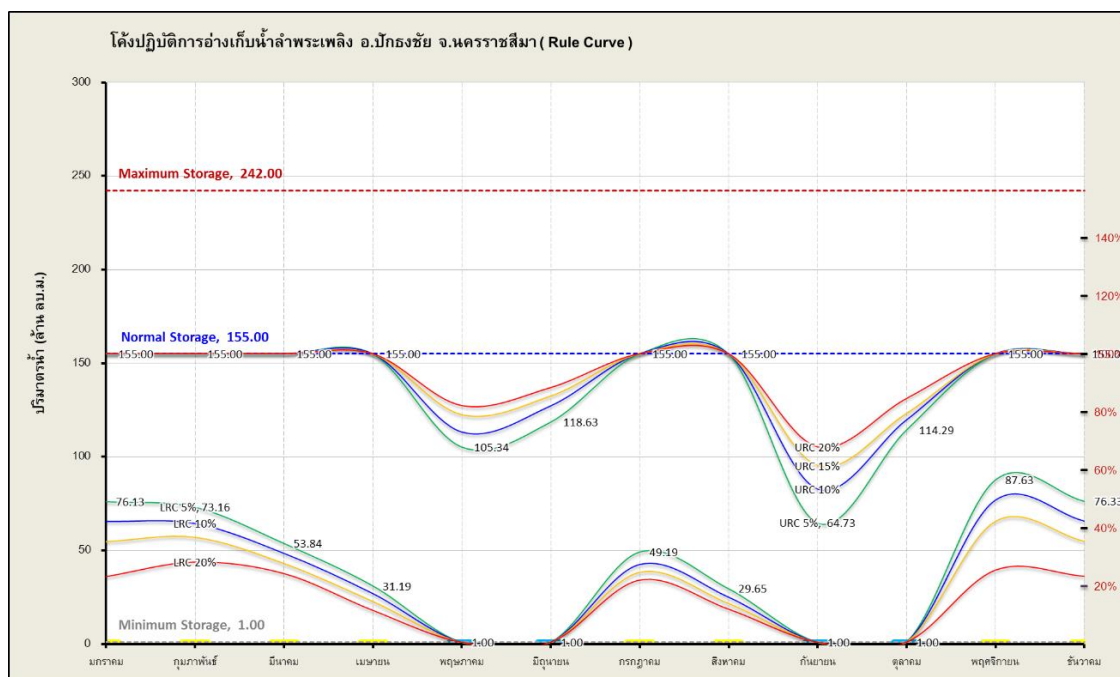
รูปที่ 4.3 การแบ่งฤดูตามข้อมูลสถิติอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงจากค่า NRI

4.3 ผลการสร้าง Rule Curve ตามหลักการของวิธี Probability Based Rule Curve

จากข้อมูลสถิติต่าง ๆ สามารถสร้าง Rule Curve จากวิธี Probability Based Rule Curve ได้ดังตารางที่ 4.5 และเป็นกราฟได้ดังแสดงในรูปที่ 4.4

ตารางที่ 4.5 ค่าเกณฑ์ Rule Curve ที่ความเสี่ยง 5 เปอร์เซ็นต์ ถึง 20 เปอร์เซ็นต์

เดือน	URC				LRC			
	5%	10%	15%	20%	5%	10%	15%	20%
ม.ค.	155.00	155.00	155.00	155.00	76.13	65.51	54.78	36.09
ก.พ.	155.00	155.00	155.00	155.00	73.16	64.39	57.06	43.83
มี.ค.	155.00	155.00	155.00	155.00	53.84	48.47	43.11	37.74
เม.ย.	155.00	155.00	155.00	155.00	31.19	27.03	22.84	18.05
พ.ค.	105.34	113.18	122.48	127.37	1.00	1.00	1.00	1.00
มิ.ย.	118.63	127.12	132.39	136.94	1.00	1.00	1.00	1.00
ก.ค.	155.00	155.00	155.00	155.00	49.19	42.48	38.34	34.19
ส.ค.	155.00	155.00	155.00	155.00	29.65	25.10	21.75	18.68
ก.ย.	64.73	82.74	95.30	105.35	1.00	1.00	1.00	1.00
ต.ค.	114.29	119.55	123.05	131.05	1.00	1.00	1.00	1.00
พ.ย.	155.00	155.00	155.00	155.00	87.63	76.79	65.52	39.51
ธ.ค.	155.00	155.00	155.00	155.00	76.33	65.71	54.98	36.29



รูปที่ 4.4 ค่าเกณฑ์ Rule Curve ที่ความเสี่ยง 5 เปอร์เซนต์ ถึง 20 เปอร์เซนต์

4.4 ผลการสร้าง Rule Curve โดยวิธีการจำลองโปรแกรม Hec-3

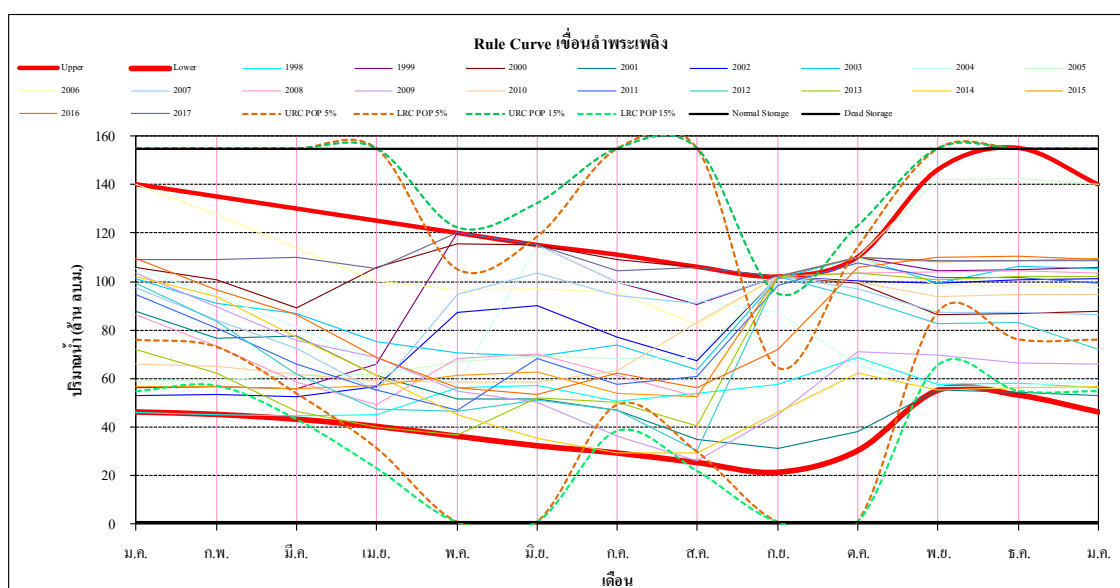
จากข้อมูลสถิติต่าง ๆ สามารถสร้าง Rule Curve โดยวิธีการจำลองโปรแกรม Hec-3 ซึ่งใช้หลักการสมตูลน้ำ ซึ่งจะนำค่า Rule Curve จากวิธี Probability Based Rule Curve เป็นแนวทางในการกำหนดค่า Rule Curve ที่จะนำไปใช้นี้ โดยในการพิจารณาการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำโดยแบ่งเป็น 3 ช่วงคือ

- 1) ปริมาณน้ำอยู่สูงกว่า URC จะระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำมากกว่าหรือกับความต้องการน้ำ แต่ต้องไม่เกินเกณฑ์ปริมาณน้ำที่ URC ของเดือนนั้น ๆ
- 2) ปริมาณน้ำอยู่ระหว่าง URC-LRC จะระบายน้ำเท่ากับความต้องการน้ำ
- 3) ปริมาณน้ำอยู่ต่ำกว่า LRC จะงดการส่งน้ำของเดือนนั้น ๆ เพื่อไม่ให้ปริมาณน้ำในเดือนนั้นต่ำกว่าค่าเกณฑ์ปริมาณน้ำที่ LRC ของเดือนนั้น ๆ

สำหรับผลการคำนวณเพื่อหาค่า Rule Curve ที่ดีที่สุด จะได้ดังตารางที่ 4.6 และเป็นกราฟได้ดังแสดงในรูปที่ 4.5

ตารางที่ 4.6 ค่าเกณฑ์ Rule Curve จากการจำลองโปรแกรม Hec-3

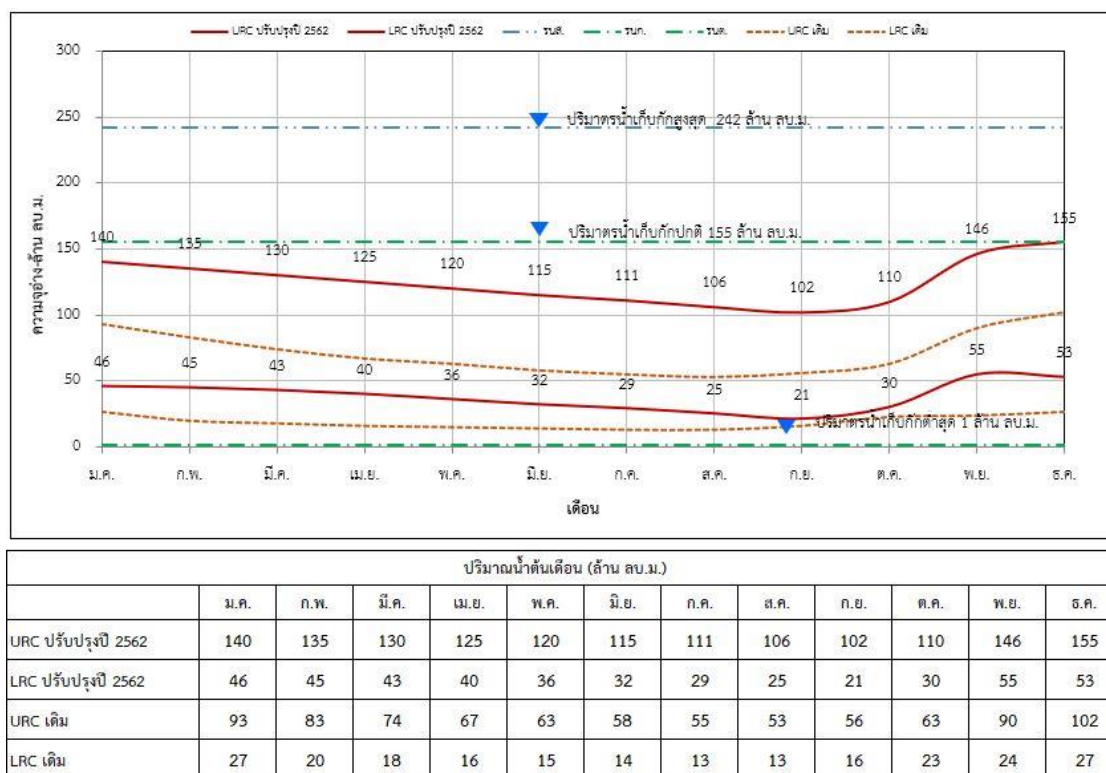
เดือน	URC	LRC
ม.ค.	140	46
ก.พ.	135	45
มี.ค.	130	43
เม.ย.	125	40
พ.ค.	120	36
มิ.ย.	115	32
ก.ค.	111	29
ส.ค.	106	25
ก.ย.	102	21
ต.ค.	110	30
พ.ย.	146	55
ธ.ค.	155	53



รูปที่ 4.5 ค่าเกณฑ์ Rule Curve ที่โดยวิธีการจำลองโปรแกรม Hec-3

4.5 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

จากการจำลองสมดุลงน้ำในอ่างของ Rule Curve เดิม เปรียบเทียบกับ Rule Curve ใหม่ โดยมีค่าเกณฑ์ Rule Curve เปรียบเทียบดังที่แสดงในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 การเปรียบเทียบเส้น Rule Curve เดิมและปรับปรุงปี 2562 ของอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง

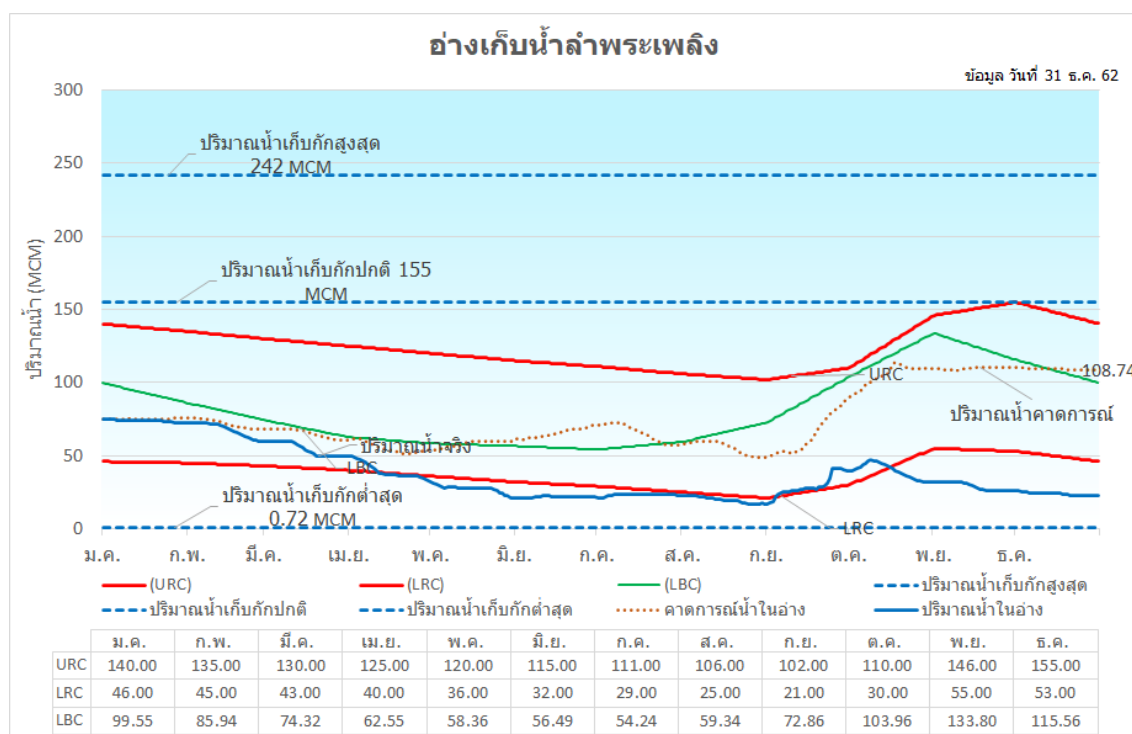
จากผลการจำลองสมดุลงน้ำในกรณี Rule Curve เดิม และ Rule Curve ปรับปรุง ตามเกณฑ์การระบายน้ำของโปรแกรม Hec-3 สามารถสรุปประสิทธิภาพของ Rule Curve ได้ดังตารางที่ 4.7 โดยตารางแสดงการคำนวณปริมาณน้ำที่ระบายจากอ่างเก็บน้ำรายเดือน และปริมาณการขาดแคลนน้ำรายเดือนจะแสดงไว้ในภาคผนวก

ตารางที่ 4.7 สรุปประสิทธิภาพของ Rule Curve

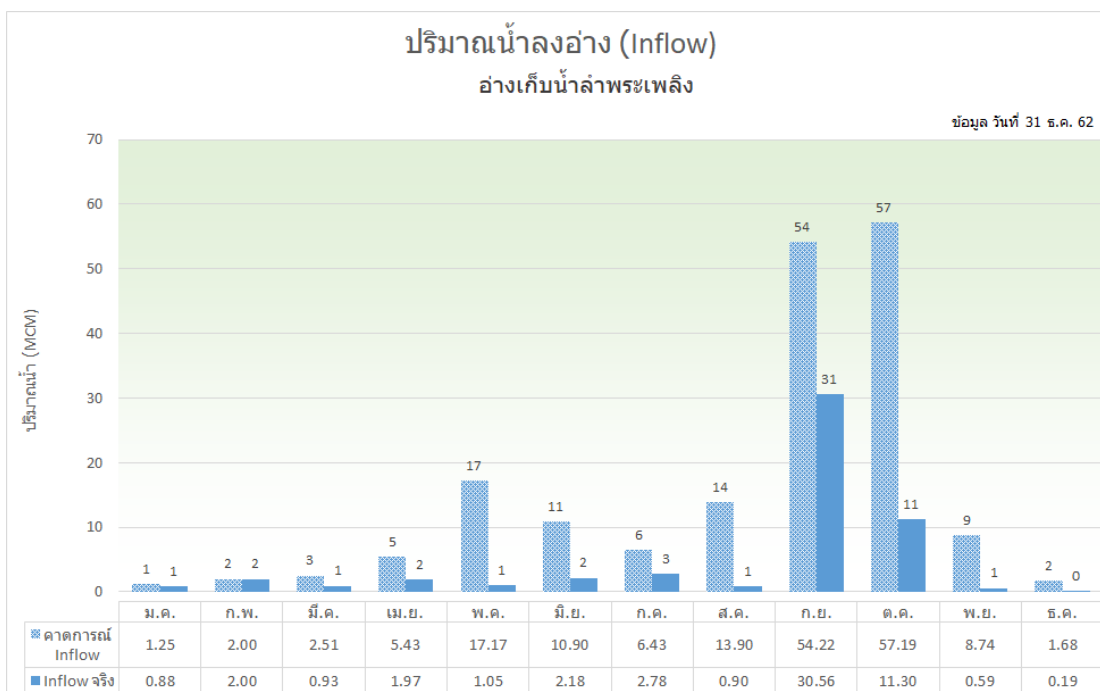
รายการ	Rule Curve เดิม	Rule Curve ปรับปรุง
ปริมาณความต้องการน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)		3,306
ปริมาณน้ำที่ระบาย (ล้าน ลบ.ม.)	3,782	3,757
ปริมาณการขาดแคลนน้ำทั้งหมด (ล้าน ลบ.ม.)	224	24
ปริมาณน้ำล้นอ่าง (ล้าน ลบ.ม.)	0	0
จำนวนเดือนที่พิจารณา (N)		240
จำนวนเดือนที่ไม่ขาดแคลนน้ำ (N_s)	204	234
จำนวนครั้งที่ขาดแคลนน้ำต่อเนื่อง (f_s)	13	5
ผลรวมการขาดแคลนน้ำสูงสุด ในแต่ละช่วง ($\sum_{jth=1}^{fs} \max(S_{jth})$, ล้าน ลบ.ม.)	124.62	23.12
จำนวนเดือนที่เกิดการขาดแคลนน้ำ (f_d)	36	6
ดัชนีความน่าเชื่อถือในการส่งน้ำ (Reliability)	$204/240 = 85\%$	$234/240 = 98\%$
ดัชนีวัดระดับความรุนแรง ของการขาดแคลนน้ำ (Vulnerability, ล้าน ลบ.ม./ครั้ง)	$124.62/13 = 9.59$	$23.12/5 = 4.62$
ดัชนีวัดโอกาสการฟื้นตัวของระบบ (Resilience)	$13/36 = 36\%$	$5/6 = 83\%$

จากตารางที่ 4.7 พบว่าการปรับปรุง Rule Curve ใหม่ ในช่วง 20 ปีที่ทำการคำนวณ แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการบริหารจัดการน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการขาดแคลนน้ำ ลดลงจากเดิม 224 ล้านลูกบาศก์เมตร เหลือเพียง 24 ล้านลูกบาศก์เมตร (ลดลง 200 ล้านลูกบาศก์เมตร ลดลงร้อยละ 81) ลดจำนวนเดือนที่เกิดการขาดแคลนน้ำลงจากเดิม 36 เดือน เหลือเพียง 6 เดือน (ลดลง 30 เดือน ลดลงร้อยละ 83) และลดความถี่ในการขาดแคลนน้ำที่ต่อเนื่องกันจากเดิม 13 ครั้ง เหลือเพียง 5 ครั้ง (ลดลง 8 ครั้ง ลดลงร้อยละ 61) ซึ่งเมื่อนำมาสรุปเป็นดัชนีประสิทธิภาพของการบริหารจัดการน้ำ พบว่าดัชนีความน่าเชื่อถือในการส่งน้ำเพิ่มจากร้อยละ 85 เป็นร้อยละ 98 (เพิ่มขึ้นร้อยละ 13) ดัชนีวัดระดับความรุนแรงของการขาดแคลนน้ำพบว่าความรุนแรงเฉลี่ยในการขาดแคลนน้ำลดลงจาก 9.59 ล้านลูกบาศก์เมตร/ครั้ง ลดลงเหลือ 4.62 ล้านลูกบาศก์เมตร/ครั้ง

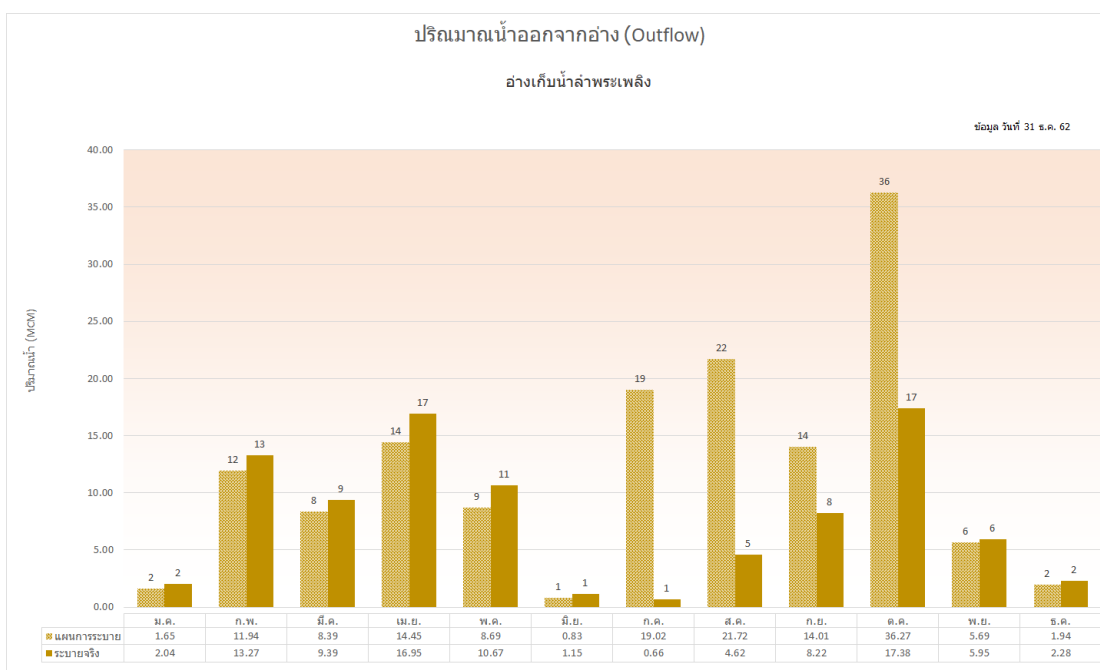
(ลดลง 4.97 ล้านลูกบาศก์เมตร/ครั้ง ลดลงร้อยละ 51) และสำหรับดัชนีวัดโอกาสการฟื้นตัวของระบบพบว่าประสิทธิภาพที่จะสามารถกลับมาส่งน้ำได้ตามความต้องการน้ำเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 36 เป็นร้อยละ 83 (เพิ่มขึ้นร้อยละ 47) ศึกษาเกณฑ์ปฏิบัติการ (Rule Curve) อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ตำบลตะขบ อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา กรณีก่อนเพิ่มความจุ หลังเพิ่มความจุ และเกณฑ์ปฏิบัติการพลวัต (Dynamic Operation Curve) หลังเพิ่มความจุ



รูปที่ 4.7 การเปรียบเทียบเส้น Rule Curve ปรับปรุงปี 2562 และ Dynamic Operation Curve ของอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง



รูปที่ 4.8 ปริมาณน้ำไหลลงอ่างปี 2562



รูปที่ 4.9 ปริมาณน้ำออกจากอ่างปี 2562

4.6 ข้อเสนอแนะและข้อสังเกต

จากการสร้างเกณฑ์ปฏิบัติการ (RULE CURVE) ใหม่ของอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง หลังจากมีการปรับปรุงเพิ่มความจุ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการน้ำบนพื้นฐานความน่าจะเป็น (Probability Based Rule Curve) โดยการใช้ข้อมูลย้อนหลัง 20 ปี (พ.ศ.2541-พ.ศ.2560) แต่เนื่องด้วยบางปีมีข้อมูลไม่สมบูรณ์หรือคลาดเคลื่อน การใช้แบบจำลอง HEC-3 ที่อาศัยหลักการสมดุลของน้ำในระบบ (Water Balance Approach) ด้วยเทคนิคการจำลองระบบ (Simulation Technique) โดยมีการนำข้อมูลอุทกวิทยารายเดือนระยะยาว ซึ่งครอบคลุมสถานการณ์น้ำต่าง ๆ มาเป็นข้อมูลป้อนเข้าหลัก (Major Input) ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่าง ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ตกลงอ่าง ข้อมูลปริมาณน้ำที่ระเหยและรั่วซึมในอ่าง และข้อมูลปริมาณน้ำที่ปล่อยจากอ่าง อาจทำให้ข้อมูลที่ได้จากวิธีการดังกล่าวมีความคลาดเคลื่อนจากสภาพความเป็นจริง

ทั้งนี้จากการเปรียบเทียบกราฟระหว่าง Dynamic Operation Curve และ Long Term Benchmark กับเส้นปริมาณน้ำจริงในอ่าง (ตามรูปที่ 4.7) จากข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงปี พ.ศ.2562 จะมีความแตกต่างกันมาก เนื่องจากปัจจัยที่เกิดขึ้นของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) จากปรากฏการณ์เอนโซ (ENSO)

ปรากฏการณ์เอนโซ (ENSO) ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในแปซิฟิกเขตร้อนและ ความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ หมายความว่ารวมถึงปรากฏการณ์ทั้งเอลนีโญ (El Nino) และลานีญา (La Nina) มักใช้คำว่าสภาวะอุ่นของเอนโซ (ENSO warm event หรือ warm phase of ENSO) ในความหมายเดียวกันกับเอลนีโญ (El Nino) เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณตอนกลางและตะวันออกของแปซิฟิกเขตร้อนขึ้นผิดปกติ และในทางกลับกันจะใช้คำว่าสภาวะเย็นของเอนโซ (ENSO cold event หรือ cold phase of ENSO) ในความหมายเดียวกันกับลานีญา (La Nina) ซึ่งก็คือปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณตอนกลางและตะวันออกของแปซิฟิกเขตร้อนเย็นกว่าปกติ

ลานีญา (La Nina) เป็นปรากฏการณ์บรรยากาศมหาสมุทรคู่กันซึ่งเกิดขึ้นคู่กับเอลนีโญ (El Nino) อันเป็นส่วนหนึ่งของเอลนีโญ-ความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ ในช่วงที่เกิดลานีญา (La Nina) อุณหภูมิพื้นผิวน้ำทะเลตลอดมหาสมุทรแปซิฟิกตอนกลางตะวันออกแถบเส้นศูนย์สูตรจะต่ำกว่าปกติ 3-5 °C ลานีญา (La Nina) เป็นปรากฏการณ์ตรงกันข้ามกับเอลนีโญ (El Nino) ซึ่งปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Nino) จะเป็นช่วงที่อุณหภูมิพื้นผิวน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้นอย่างน้อย 0.5 °C และผลกระทบของลานีญามักจะตรงกันข้ามกับของเอลนีโญ (El Nino) ลานีญา (La Nina) มักเกิดขึ้นหลังปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Nino) รุนแรง ผลกระทบของลานีญา (La Nina) ส่วนใหญ่จะตรงข้ามกับของเอลนีโญ (El Nino) เช่น เอลนีโญ (El Nino) จะทำให้เกิดช่วงฝนตกในแถบสหรัฐอเมริกาตอนกลาง ตะวันตก ขณะที่ลานีญา (La Nina) จะทำให้เกิดช่วงแห้งแล้งในพื้นที่เดียวกัน ส่วนอีกด้านหนึ่งของมหาสมุทรแปซิฟิก ลานีญา (La Nina) ทำให้เกิดฝนตกหนัก ซึ่งการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Nino) ในปี พ.ศ.2562 ทำให้เกิดสภาวะภัยแล้ง มีฝนตกต่ำกว่าค่าเฉลี่ย มีปริมาณน้ำท่าไหลลงอ่างเก็บน้ำน้อย ค่าปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงของเส้นโค้งปริมาณน้ำจริงในอ่างเก็บน้ำ ต่ำกว่า Lower Rule Curve และจากผลการประชุม JMC อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง กำหนดแผนปลูกข้าวนาปรังปี 2561/62 จำนวน 25,000 ไร่ ผลการปลูกข้าวนาปรังปี 2561/62 จำนวน 40,000 ไร่เกินแผน

15,000 ไร่ พื้นที่ส่วนเกินจะอยู่ใกล้เคียงกับท่อรับน้ำของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาโชคชัย ซึ่งทางโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพระเพลิงจะต้องส่งน้ำดิบให้กับการประปาเดือนละ 2 ครั้ง

อย่างไรก็ตามการนำเกณฑ์ปฏิบัติการ (RULE CURVE) ใหม่ของอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงเพื่อใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการน้ำ ต้องพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบกับปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ประกอบการพิจารณาการวางแผนบริหารจัดการน้ำด้วยเกณฑ์ปฏิบัติการพลวัต (Dynamic Operation Curve) จำเป็นที่จะต้องปรับปรุงตามสถานการณ์จริงอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง และวันละ 1 ครั้ง ในช่วงวิกฤติน้ำหลาก เพื่อลดโอกาสในการเกิดอุทกภัยและบรรเทาผลกระทบที่เกิดจากอุทกภัย

บทที่ 5

ข้อเสนอแนะจากกรณีศึกษา

การปฏิบัตินี้ครอบคลุมขั้นตอนการหาความต้องการใช้น้ำของกิจกรรมต่าง ๆ เช่น เพื่อการชลประทาน เพื่อการอุปโภคบริโภค เพื่อการอุตสาหกรรม เพื่อการรักษาระบบนิเวศ และอื่น ๆ ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ และข้อกำหนดในการระบายน้ำของระบบชลประทาน กำหนดเป็นเงื่อนไขในการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves) เพื่อใช้เป็นแนวทางการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำให้เป็นไปอย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ สามารถบรรเทาผลกระทบน้ำท่วม และกักเก็บน้ำไว้ใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้งได้อย่างเต็มศักยภาพ แต่อย่างไรก็ตาม เกณฑ์การบริหารจัดการน้ำในอ่างฯ ที่ได้จัดทำไว้ ควรมีการปรับปรุงเป็นระยะ ๆ เพื่อให้มีความทันสมัยสอดคล้องกับสภาพน้ำต้นทุน สภาพน้ำฝน-น้ำท่า สภาพการใช้น้ำ และการเปลี่ยนแปลงความจุอ่างเก็บน้ำ รวมถึงผลกระทบของพื้นที่น้ำท่วมท้ายอ่างเก็บน้ำ สำหรับข้อเสนอแนะ มีดังนี้

1. ในภาวะปกติเมื่อระดับน้ำอยู่ระหว่างเกณฑ์การเก็บน้ำสูงสุดและระดับน้ำต่ำสุด การปล่อยน้ำจะปล่อยเพียงพอกับปริมาณน้ำเพื่อการชลประทานทางด้านท้ายน้ำและปริมาณน้ำขั้นต่ำสุดที่ต้องการ
2. เมื่อระดับน้ำสูงกว่า URC แต่ต่ำกว่าระดับเก็บกักปกติ พยายามปล่อยน้ำให้ระดับลดลงอยู่ที่ URC ให้มากที่สุด แต่ไม่เกินปริมาณน้ำสูงสุดที่ก่อให้เกิดอุทกภัยทางด้านท้ายน้ำ
3. เมื่อระดับน้ำสูงกว่าระดับเก็บกักปกติ จะระบายน้ำ เพื่อรักษาระดับน้ำให้อยู่ที่ระดับเก็บกักปกติ และเกิดความปลอดภัยกับตัวเขื่อน (Overtop Prevention)
4. เกณฑ์การบริหารจัดการน้ำตามผลการศึกษา เป็นเพียงแนวทางช่วยตัดสินใจในการควบคุมน้ำในอ่างเก็บน้ำ โดยเป็นเกณฑ์ที่ลดความเสี่ยงในการเกิดน้ำแล้งและน้ำล้นอ่าง อย่างไรก็ตามในการบริหารจัดการน้ำระหว่างฤดูกาลจำเป็นที่โครงการจะต้องมีการติดตามสถานการณ์และแนวโน้มต่าง ๆ ควบคู่ไปด้วย เพื่อให้การบริหารจัดการน้ำของอ่างฯ เป็นไปอย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์อยู่ตลอดเวลา
5. ในการคาดการณ์สถานการณ์ล่วงหน้า สำหรับเป็นข้อมูลในการบริหารน้ำในอ่างนั้น ขอให้โครงการฯ พิจารณาใช้กราฟการคาดการณ์ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเป็นแนวทางในการคาดการณ์ปริมาณน้ำไหลลงอ่าง ประกอบในการบริหารจัดการน้ำ
6. โครงการฯ ควรติดตามสภาพภูมิอากาศ และประเมินปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่อ่าง และในกรณีที่เกิดสภาวะฝนตกหนักติดต่อกันหลายวัน ในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนให้พิจารณาวางแผนระบายน้ำจากอ่างล่วงหน้าตามศักยภาพเพื่อลดผลกระทบที่จะเกิดกับพื้นที่ท้ายอ่าง

เอกสารอ้างอิง

- กรมชลประทาน 2553. เอกสารการบรรยายการประเมินสภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Simulation) กลุ่มงานจัดสรรน้ำ ส่วนบริหารจัดการน้ำ สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ
- 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
- ทองเปลว กองจันทร์. 2547. เทคนิคและวิธีการจัดการอ่างเก็บน้ำ, สำนักชลประทานที่ 8 จ.นครราชสีมา สถาบันพัฒนาการชลประทาน กรมชลประทาน
- วรารุณ วุฒิวิณชัย. 2538. การประยุกต์คอมพิวเตอร์. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.
- วรารุณ วุฒิวิณชัย. 2539. อุทกวิทยาประยุกต์. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.
- อารียา ฤทธิมา (2545) เทคนิคในการพัฒนาโค้งเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Techniques in Rule Curve Development), มหาวิทยาลัยมหิดล.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง

ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง

ปริมาณน้ำการระบายน้ำอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง

(ปี 2541 - 2560)

ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนลำพระเพลิง

ระดับเก็บกักสูงสุด	ระดับน้ำ	273.00	ม.(รทก.)	ปริมาณน้ำ	242	ล้าน ลบ.ม.
ระดับเก็บกักปกติ	ระดับน้ำ	267.00	ม.(รทก.)	ปริมาณน้ำ	155	ล้าน ลบ.ม.
ระดับเก็บกักต่ำสุด	ระดับน้ำ	240.00	ม.(รทก.)	ปริมาณน้ำ	1	ล้าน ลบ.ม.

หน่วย - ล้าน ลบ.ม.

ปี พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2541	30	26	24	24	34	35	28	29	33	43	30	30
2542	27	27	25	34	98	100	83	70	102	116	110	110
2543	110	103	87	103	110	110	104	110	117	114	98	98
2544	98	83	76	58	46	45	40	26	18	23	24	23
2545	22	21	19	22	53	54	37	27	116	113	110	100
2546	109	97	88	76	70	68	73	60	78	110	97	97
2547	94	81	65	47	36	95	72	59	51	26	11	11
2548	11	10	10	10	14	15	16	15	92	98	110	110
2549	110	96	81	67	61	62	59	43	74	106	94	94
2550	94	76	62	41	80	88	71	61	56	93	81	81
2551	78	64	48	37	56	58	47	36	110	110	110	109
2552	107	93	76	73	58	53	37	25	43	62	59	57
2553	57	55	51	47	46	45	49	68	101	111	106	106
2554	106	89	72	59	50	71	62	65	102	110	100	99
2555	96	76	52	34	32	37	31	11	102	92	79	78
2556	66	54	34	22	16	32	30	19	85	111	107	107
2557	107	105	93	73	53	32	22	12	14	31	46	27
2558	28	28	27	25	26	29	30	20	16	67	91	88
2559	87	86	69	57	34	20	17	26	17	35	70	72
2560	71	68	67	70	61	80	97	84	92	111	139	138
เฉลี่ย	75	67	56	49	52	56	50	43	71	84	84	82
สูงสุด	110	105	93	103	110	110	104	110	117	116	139	138
ต่ำสุด	11	10	10	10	14	15	16	11	14	23	11	11

ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนลำพระเพลิง

ระดับเก็บกักสูงสุด	ระดับน้ำ	273.00	ม.(รทก.)	ปริมาณน้ำ	320	ล้าน ลบ.ม.
ระดับเก็บกักปกติ	ระดับน้ำ	267.00	ม.(รทก.)	ปริมาณน้ำ	152	ล้าน ลบ.ม.
ระดับเก็บกักต่ำสุด	ระดับน้ำ	240.00	ม.(รทก.)	ปริมาณน้ำ	1	ล้าน ลบ.ม.

หน่วย - ล้าน ลบ.ม.

ปี พ.ศ.	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
2541	0.50	0.70	1.40	1.90	12.90	1.60	3.10	20.80	25.20	23.20	3.00	1.40	95.70
2542	1.00	0.90	2.20	11.10	65.60	15.50	6.80	17.90	58.70	81.40	32.30	2.10	295.50
2543	1.60	3.40	1.90	32.30	33.00	23.20	18.70	40.50	60.00	79.50	8.00	1.60	303.70
2544	1.20	4.50	11.20	3.60	7.20	3.00	2.00	8.20	17.20	20.00	6.70	0.80	85.60
2545	0.54	0.38	1.42	5.00	35.13	6.43	1.95	10.40	105.76	74.37	8.61	2.96	252.95
2546	1.33	1.48	9.08	6.40	11.21	8.45	23.05	14.72	59.29	88.77	4.60	7.13	235.51
2547	0.87	2.05	1.68	2.76	4.72	73.78	8.56	12.22	22.53	4.13	2.14	0.78	136.22
2548	1.90	0.54	1.69	0.63	5.33	2.08	1.74	2.68	95.09	28.96	43.95	2.34	186.93
2549	0.15	2.16	0.79	2.88	7.22	2.70	11.95	4.61	53.58	107.95	4.46	0.21	198.66
2550	0.00	0.00	1.18	0.14	48.42	13.81	9.46	15.91	67.42	10.69	3.77	0.64	171.44
2551	0.00	0.03	0.00	5.03	28.61	7.66	2.68	5.02	99.46	42.98	23.32	8.47	223.26
2552	0.32	0.22	2.06	12.26	12.98	1.44	0.55	10.44	39.46	38.32	2.73	0.43	121.21
2553	0.61	0.41	0.31	0.85	2.76	2.54	13.68	36.99	61.06	235.01	5.73	0.99	360.94
2554	0.04	0.38	3.75	5.65	13.51	29.22	9.67	31.87	73.68	46.00	7.56	1.87	223.20
2555	2.54	0.40	2.19	3.78	8.75	6.73	8.05	2.20	93.40	31.78	2.46	1.76	164.04
2556	0.99	0.87	0.26	2.48	4.12	16.30	6.92	8.61	82.16	102.12	7.07	2.30	234.20
2557	1.32	1.07	1.64	5.93	5.24	1.00	3.17	6.95	36.26	39.42	4.71	1.54	108.24
2558	0.50	0.42	0.33	3.07	4.52	2.01	2.52	9.96	53.56	41.58	4.67	1.57	124.70
2559	0.91	1.91	1.27	0.54	0.47	1.50	9.53	2.68	24.73	40.22	13.93	1.50	99.20
2560	1.02	1.12	3.50	5.39	29.54	24.35	3.30	25.33	34.65	57.38	3.91	0.34	189.84
เฉลี่ย	0.87	1.15	2.39	5.58	17.06	12.17	7.37	14.40	58.16	59.69	9.68	2.04	190.55
สูงสุด	2.54	4.50	11.20	32.30	65.60	73.78	23.05	40.50	105.76	235.01	43.95	8.47	360.94
ต่ำสุด	0.00	0.00	0.00	0.14	0.47	1.00	0.55	2.20	17.20	4.13	2.14	0.21	85.60

ปริมาณน้ำระบายท้ายอ่างเก็บน้ำเขื่อนลำพระเพลิง

ระดับเก็บกักสูงสุด	ระดับน้ำ	273.00	ม.(รทก.)	ปริมาณน้ำ	320	ล้าน ลบ.ม.
ระดับเก็บกักปกติ	ระดับน้ำ	267.00	ม.(รทก.)	ปริมาณน้ำ	152	ล้าน ลบ.ม.
ระดับเก็บกักต่ำสุด	ระดับน้ำ	240.00	ม.(รทก.)	ปริมาณน้ำ	1	ล้าน ลบ.ม.

หน่วย - ล้าน ลบ.ม.

ปี พ.ศ.	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
2541	2.60	2.90	1.90	1.50	1.60	0.70	9.50	17.60	21.40	12.40	14.20	0.50	86.80
2542	2.90	0.50	3.40	0.90	1.00	12.40	22.20	27.20	25.50	68.50	38.10	1.20	203.80
2543	0.70	8.60	13.60	15.60	23.00	21.50	24.50	31.50	52.80	82.00	21.40	1.00	296.20
2544	0.1	15.60	10.40	19.90	16.80	3.00	7.00	20.00	21.10	12.70	5.60	1.50	133.70
2545	1.80	0.00	2.46	0.93	4.41	3.46	15.03	20.00	25.00	76.30	9.40	1.40	160.19
2546	0.80	11.80	13.20	18.10	16.00	10.00	18.36	24.54	21.82	52.62	15.17	0.22	202.63
2547	1.73	13.11	14.90	18.01	13.05	10.80	23.85	19.70	27.65	25.75	11.14	0.08	179.77
2548	0.03	0.05	0.07	0.10	0.09	0.04	2.58	2.21	11.58	16.15	11.68	2.14	46.72
2549	1.31	14.58	14.66	16.31	11.20	2.06	13.27	18.10	22.24	25.76	16.29	0.11	155.89
2550	0.84	13.54	12.53	18.13	8.48	5.03	18.53	19.20	25.33	15.48	13.52	0.64	151.25
2551	1.19	13.09	14.67	14.66	9.35	5.91	11.58	13.62	24.23	41.31	23.17	8.06	180.84
2552	0.92	14.07	16.37	19.09	26.89	5.97	14.52	20.69	20.63	12.00	4.43	3.34	158.92
2553	1.13	1.53	3.37	3.67	3.21	2.85	9.02	17.05	28.34	237.43	11.45	0.07	319.12
2554	0.04	14.64	18.57	16.33	21.55	8.22	20.09	28.60	36.29	36.57	13.68	1.78	216.36
2555	4.62	16.36	24.01	18.03	10.10	1.76	12.45	18.85	3.72	40.31	13.54	1.29	165.05
2556	11.80	10.69	16.34	11.53	7.73	0.57	8.77	18.42	17.81	100.76	9.54	1.26	215.22
2557	1.22	9.40	18.16	21.80	21.55	10.62	9.91	6.09	19.30	23.14	23.57	0.23	164.99
2558	0.04	0.69	1.12	1.75	0.17	0.57	11.36	11.71	3.67	16.14	6.75	0.94	54.91
2559	0.13	14.94	11.31	18.28	13.10	3.97	0.72	9.02	8.88	5.92	10.04	1.03	97.33
2560	2.36	1.07	2.47	10.20	12.69	6.15	14.03	17.26	20.46	24.19	5.11	0.31	116.30
เฉลี่ย	1.81	8.86	10.68	12.24	11.10	5.78	13.36	18.07	21.89	46.27	13.89	1.35	165.30
สูงสุด	11.80	16.36	24.01	21.80	26.89	21.50	24.50	31.50	52.80	237.43	38.10	8.06	319.12
ต่ำสุด	0.03	0.00	0.07	0.10	0.09	0.04	0.72	2.21	3.67	5.92	4.43	0.07	46.72

ภาคผนวก ข

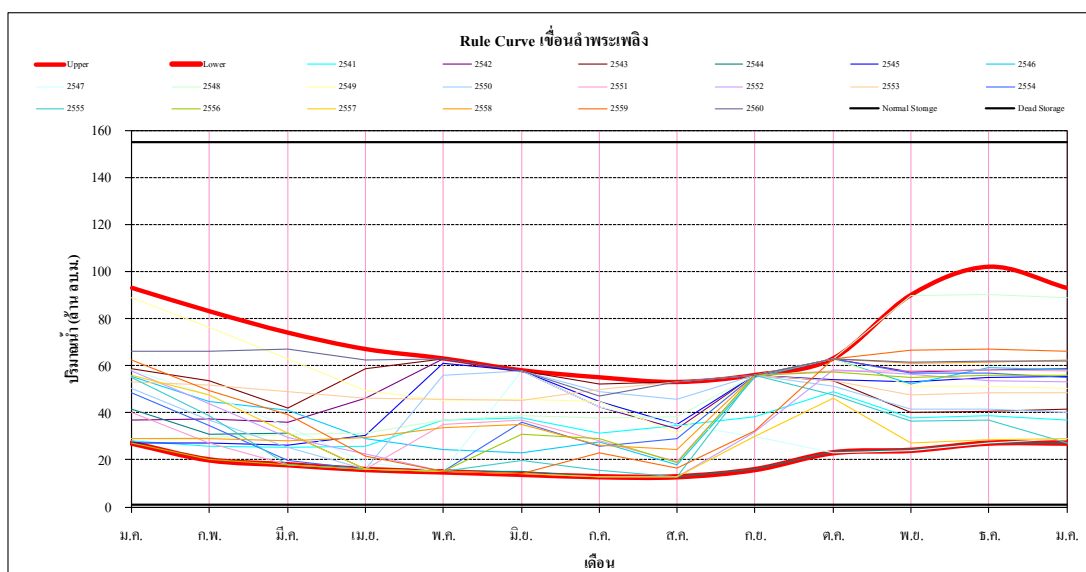
ผลการจำลองปริมาณน้ำในอ่างฯด้วย Rule Curve เดิม

ผลการระบายน้ำจากอ่างฯด้วย Rule Curve เดิม

ปริมาณน้ำการขาดแคลนน้ำด้วย Rule Curve เดิม

(ปี 2541 - 2560)

ผลการจำลองปริมาณน้ำในอ่างฯด้วย Rule Curve เดิม



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.
2541	27.9	25.7	25.2	25.6	36.9	37.8	31.4	34.6	38.4	49.2	38.0	38.9
2542	37.0	37.4	36.2	46.4	63.0	58.0	42.6	33.3	56.0	63.0	57.2	58.1
2543	59.0	53.8	42.1	58.8	63.0	58.0	52.2	53.0	56.0	53.5	40.1	40.7
2544	41.8	30.7	31.5	16.0	15.0	15.0	13.0	13.0	16.0	23.3	24.4	27.0
2545	27.0	27.4	26.3	30.4	61.1	58.0	44.9	35.3	56.0	54.1	53.3	54.8
2546	55.4	45.1	40.9	29.2	24.4	22.9	27.6	17.8	55.2	63.0	52.4	59.3
2547	58.5	47.4	34.2	19.0	15.0	58.0	42.7	35.2	30.1	23.0	24.0	27.0
2548	28.9	29.4	31.0	31.5	36.8	38.8	38.0	38.4	56.0	63.0	90.0	90.2
2549	89.0	76.6	62.8	49.3	45.3	46.0	44.7	31.2	56.0	63.0	51.2	51.3
2550	50.4	36.9	25.5	16.0	55.9	58.0	48.9	45.6	56.0	51.2	41.5	41.5
2551	40.3	27.2	18.0	16.0	35.3	37.0	28.1	19.5	56.0	57.7	57.8	58.2
2552	57.6	43.8	29.5	22.6	15.0	14.0	13.0	13.0	31.8	58.2	56.5	53.5
2553	53.0	51.9	48.8	46.0	45.6	45.3	49.9	53.0	56.0	53.6	47.9	48.8
2554	48.8	34.5	19.7	16.0	15.0	36.0	25.6	28.9	56.0	63.0	56.9	57.0
2555	54.9	38.9	18.0	16.0	15.0	20.0	15.6	13.0	56.0	47.5	36.4	36.9
2556	27.0	20.0	18.0	16.0	15.0	30.7	28.9	19.1	56.0	57.4	54.9	55.9
2557	56.0	47.7	31.2	16.0	15.0	14.0	13.0	13.0	30.0	46.2	27.4	28.7
2558	29.1	28.9	28.1	29.4	33.8	35.2	26.3	24.6	56.0	63.0	60.9	61.6
2559	62.3	49.3	39.3	21.5	15.0	14.0	22.8	16.5	32.3	63.0	66.9	67.4
2560	66.0	66.1	67.1	62.3	63.0	58.0	47.3	53.0	56.0	63.0	61.8	61.8

ผลการระบายน้ำจากอ่างฯด้วย Rule Curve เดิม

	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2541	2.60	2.90	1.90	1.50	1.60	0.70	9.50	17.60	21.40	12.40	14.20	0.50
2542	2.90	0.50	3.40	0.90	49.00	20.50	22.20	27.20	36.00	74.40	38.10	1.20
2543	0.70	8.60	13.60	15.60	28.80	28.20	24.50	39.70	57.00	82.00	21.40	1.00
2544	0.10	15.60	10.40	19.10	8.20	3.00	4.00	8.20	14.20	12.70	5.60	0.00
2545	0.54	0.00	2.46	0.93	4.41	9.56	15.03	20.00	85.08	76.30	9.40	1.40
2546	0.80	11.80	13.20	18.10	16.00	10.00	18.36	24.54	21.82	81.00	15.17	0.22
2547	1.73	13.11	14.90	18.01	8.67	30.78	23.85	19.70	27.65	11.24	1.14	0.00
2548	0.03	0.05	0.07	0.10	0.09	0.04	2.58	2.21	77.51	21.96	16.95	2.14
2549	1.31	14.58	14.66	16.31	11.20	2.06	13.27	18.10	28.75	100.95	16.29	0.11
2550	0.84	13.54	12.53	9.68	8.48	11.75	18.53	19.20	57.06	15.48	13.52	0.64
2551	1.19	13.09	9.21	7.03	9.35	5.91	11.58	13.62	62.97	41.31	23.17	8.06
2552	0.92	14.07	16.37	19.09	20.62	2.44	1.55	10.44	20.63	12.00	4.43	3.34
2553	1.13	1.53	3.37	3.67	3.21	2.85	9.02	33.92	58.06	237.43	11.45	0.07
2554	0.04	14.64	18.57	9.35	14.51	8.22	20.09	28.60	46.53	39.00	13.68	1.78
2555	4.62	16.36	23.12	5.78	9.75	1.76	12.45	4.77	50.40	40.31	13.54	1.29
2556	10.85	7.87	2.26	4.48	5.12	0.57	8.77	18.42	45.23	100.8	9.54	1.26
2557	1.2168	9.403	18.16	21.11	6.24	2	4.17	6.06	19.3	23.14	23.57	0.23
2558	0.0389	0.69	1.121	1.75	0.17	0.57	11.36	11.71	22.16	34.58	6.75	0.94
2559	0.1274	14.94	11.31	18.28	6.997	2.5	0.72	9.02	8.88	9.54	10.04	1.03
2560	2.36	1.07	2.47	10.2	28.83	29.35	14.03	19.6	31.65	50.38	5.11	0.31

ภาคผนวก ค

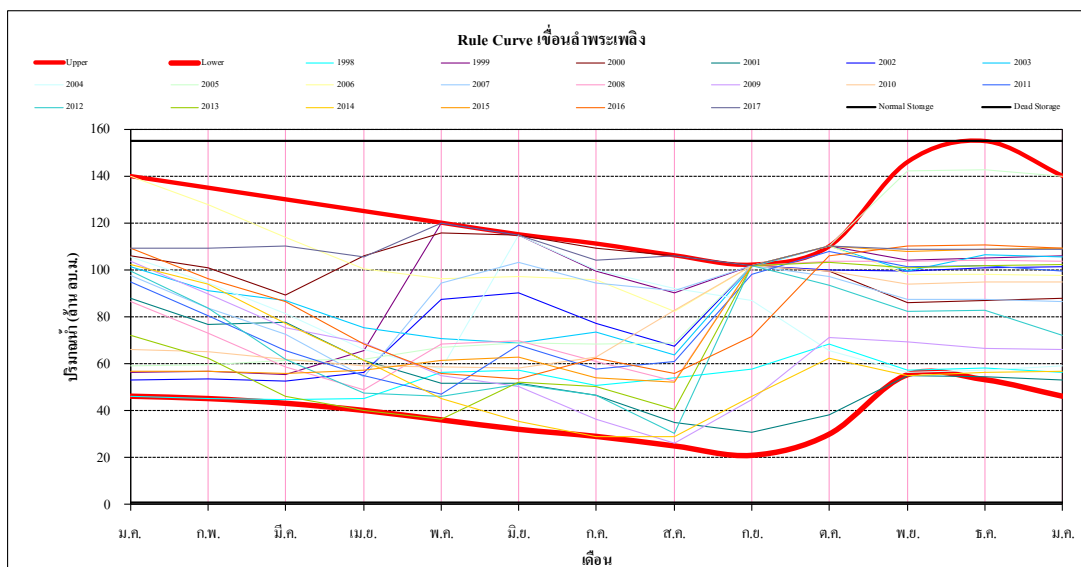
ผลการจำลองปริมาณน้ำในอ่างฯด้วย Rule Curve ปรับปรุง

ผลการระบายน้ำจากอ่างฯด้วย Rule Curve ปรับปรุง

ปริมาณน้ำการขาดแคลนน้ำด้วย Rule Curve ปรับปรุง

(ปี 2541 - 2560)

ผลการจำลองปริมาณน้ำในอ่างฯด้วย Rule Curve ปรับปรุง



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.
2541	46.0	45.0	44.5	44.9	56.2	57.1	50.7	53.9	57.7	68.5	57.3	58.2
2542	56.3	56.7	55.5	65.7	120.0	115.0	99.6	90.3	102.0	110.0	104.2	105.1
2543	106.0	100.8	89.1	105.8	115.8	115.0	109.2	106.0	102.0	99.5	86.1	86.7
2544	87.8	76.7	77.5	61.2	51.6	51.6	46.6	34.8	30.9	38.2	55.0	54.3
2545	53.0	53.4	52.4	56.5	87.2	90.1	77.1	67.5	102.0	100.1	99.3	100.8
2546	101.4	91.1	86.9	75.2	70.4	68.9	73.6	63.8	101.2	110.0	99.4	106.3
2547	105.5	94.4	81.2	66.0	57.6	115.0	99.7	92.2	87.1	65.5	56.5	57.2
2548	59.1	59.6	61.2	61.7	66.9	69.0	68.1	68.6	102.0	110.0	142.3	142.5
2549	140.0	127.6	113.7	100.3	96.3	96.9	95.6	82.1	102.0	110.0	98.2	98.3
2550	97.4	83.9	72.5	54.6	94.5	103.3	94.2	90.9	102.0	97.2	87.5	87.5
2551	86.3	73.2	58.5	48.9	68.2	69.9	61.0	52.4	102.0	103.7	103.8	104.2
2552	103.6	89.8	75.5	68.6	54.7	50.2	36.2	26.0	44.8	71.1	69.4	66.5
2553	66.0	64.9	61.8	59.0	58.6	58.2	62.9	82.8	102.0	99.6	93.9	94.8
2554	94.8	80.5	65.7	55.0	47.0	68.0	57.6	60.8	98.2	107.6	101.5	101.6
2555	99.5	83.6	61.8	47.5	46.2	51.1	46.7	30.1	102.0	93.5	82.4	82.9
2556	72.1	62.2	46.2	40.0	36.4	52.1	50.3	40.5	102.0	103.4	100.9	101.9
2557	102.0	93.7	77.2	61.3	45.0	35.4	29.0	29.0	45.9	62.2	55.0	56.3
2558	56.8	56.5	55.7	57.0	61.4	62.8	54.0	52.2	102.0	110.0	107.9	108.6
2559	109.3	96.3	86.3	68.5	55.9	53.4	62.2	55.9	71.7	106.0	109.9	110.4
2560	109.1	109.1	110.1	105.3	120.0	115.0	104.3	106.0	102.0	110.0	108.8	108.8

ผลการระบายน้ำจากอ่างฯด้วย Rule Curve ปรับปรุง

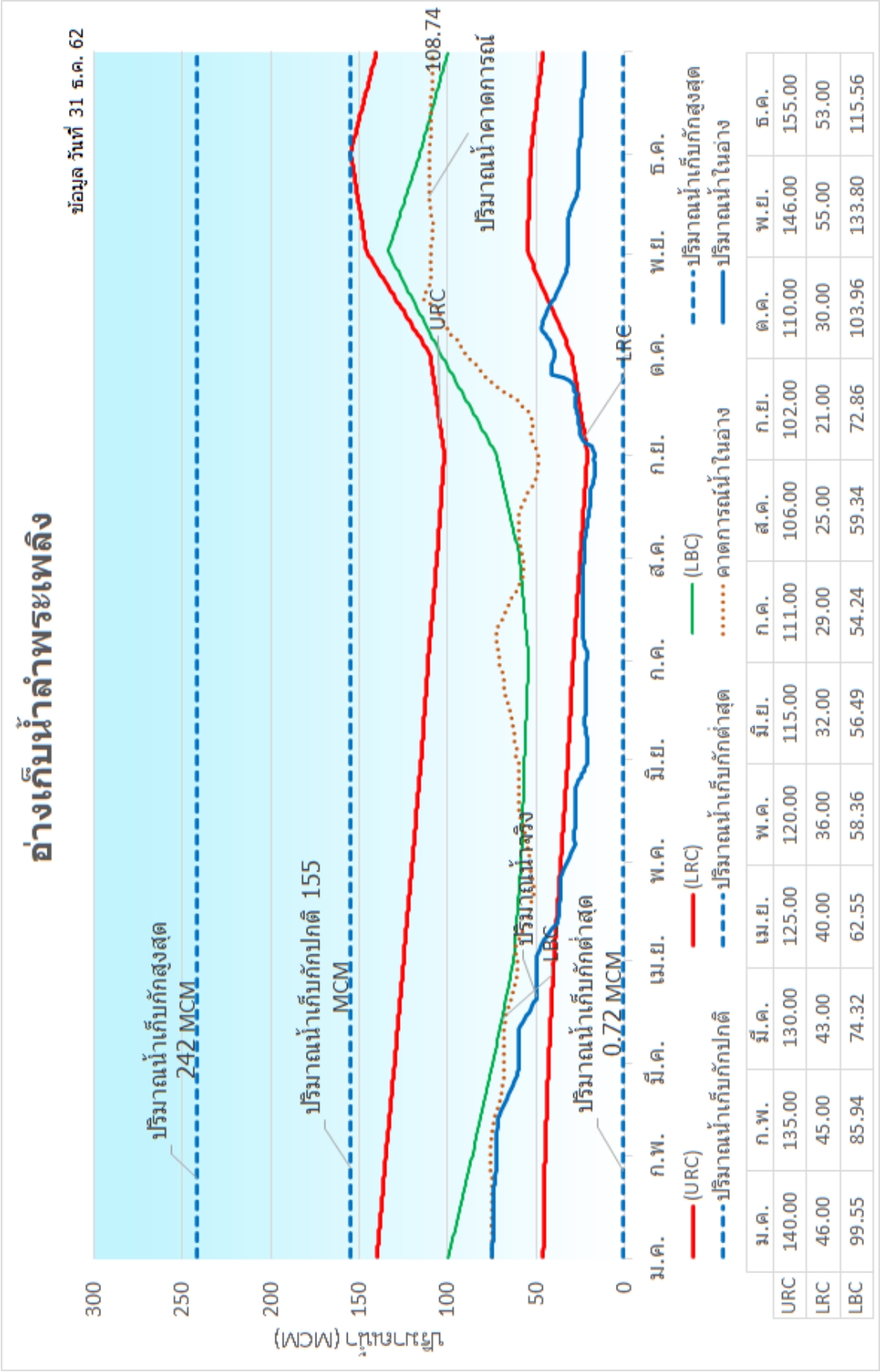
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2541	0.00	1.70	1.90	1.50	1.60	0.70	9.50	17.60	21.40	12.40	14.20	0.50
2542	2.90	0.50	3.40	0.90	11.30	20.50	22.20	27.20	47.00	73.40	38.10	1.20
2543	0.70	8.60	13.60	15.60	23.00	24.00	24.50	43.70	64.00	82.00	21.40	1.00
2544	0.10	15.60	10.40	19.90	16.80	3.00	7.00	20.00	21.10	12.70	0.00	1.50
2545	1.80	0.00	2.46	0.93	4.41	3.46	15.03	20.00	71.22	76.30	9.40	1.40
2546	0.80	11.80	13.20	18.10	16.00	10.00	18.36	24.54	21.82	80.00	15.17	0.22
2547	1.73	13.11	14.90	18.01	13.05	16.40	23.85	19.70	27.65	25.75	11.14	0.08
2548	0.03	0.05	0.07	0.10	0.09	0.04	2.58	2.21	61.70	20.96	11.68	2.14
2549	2.62	14.58	14.66	16.31	11.20	2.06	13.27	18.10	33.71	99.95	16.29	0.11
2550	0.84	13.54	12.53	18.13	8.48	5.03	18.53	19.20	56.33	15.48	13.52	0.64
2551	1.19	13.09	14.67	14.66	9.35	5.91	11.58	13.62	49.88	41.31	23.17	8.06
2552	0.92	14.07	16.37	19.09	26.89	5.97	14.52	20.69	20.63	12.00	4.43	3.34
2553	1.13	1.53	3.37	3.67	3.21	2.85	9.02	17.05	41.91	237.43	11.45	0.07
2554	0.04	14.64	18.57	16.33	21.55	8.22	20.09	28.60	36.29	36.57	13.68	1.78
2555	4.62	16.36	24.01	18.03	10.10	1.76	12.45	18.85	21.47	40.31	13.54	1.29
2556	11.8	10.69	16.34	8.63	7.73	0.57	8.77	18.42	20.62	100.8	9.54	1.26
2557	1.2168	9.403	18.16	21.8	21.55	10.62	9.553	6.087	19.3	23.14	11.91	0.23
2558	0.0389	0.69	1.121	1.75	0.17	0.57	11.36	11.71	3.791	33.58	6.75	0.94
2559	0.1274	14.94	11.31	18.28	13.1	3.97	0.72	9.02	8.88	5.92	10.04	1.03
2560	2.36	1.07	2.47	10.2	14.88	29.35	14.03	23.6	38.65	49.38	5.11	0.31

ภาคผนวก ง

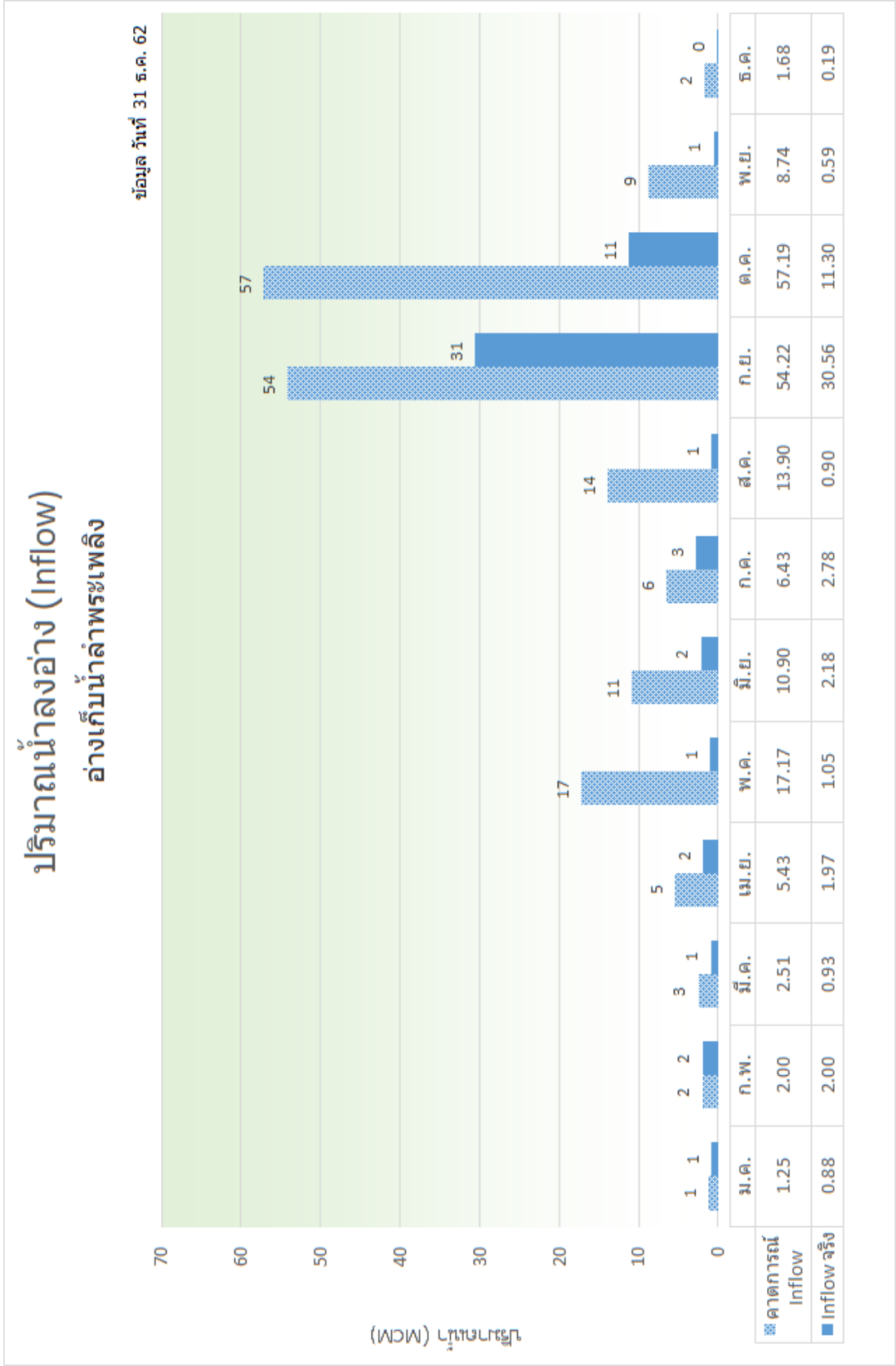
การเปรียบเทียบเส้น Rule Curve ปรับปรุงปี 2562 และ
Dynamic Operation Curve ของอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง

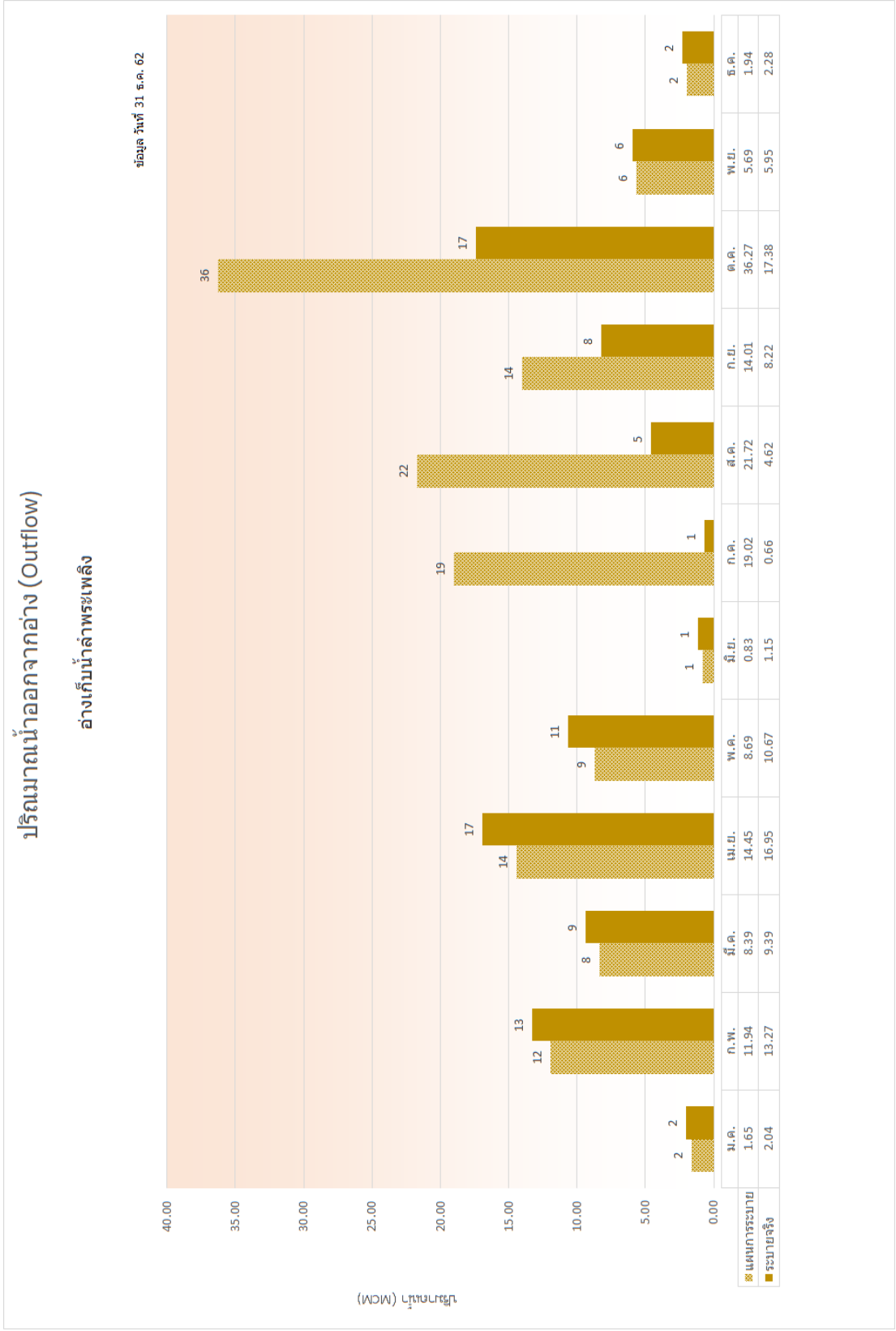
ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ปี 2562

ปริมาณน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ปี 2562



การเปรียบเทียบเส้น Rule Curve ปรับปรุงปี 2562 และ Dynamic Operation Curve ของอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง





ปริมาณน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ปี 2562