147

การพัฒนาเกณฑ์ในการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำของโครงการอ่างเก็บน้ำมูลบน-ลำแชะ

(Development of Reservoir Operating Rules for Mun Bon-Lam Chae Reservoirs)

อารียา ฤทธิมา และ วราวุธ วุฒิวณิชย์

(Areeya Rittima and Varawoot Vudhivanich)[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้ได้พัฒนาเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำสำหรับอ่างเก็บน้ำมูลบนและลำแชะโดยวิธี Probability Based Rule Curve เปรียบเทียบกับวิธี Vacancy-Minimum Storage Requirement Rule Curve ทำการจำลองการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำทั้ง 2 ตามเกณฑ์การปฏิบัติงานที่กำหนดขึ้นทั้ง 2 วิธีโดยใช้ข้อมูล 48 ปี (พ.ศ.2495-2542) วิเคราะห์สภาวะการขาดน้ำและปริมาณน้ำที่ไหลล้นอ่าง ผลการศึกษาพบว่าสภาวะการขาดน้ำตามเกณฑ์ Vacancy-Minimum Storage Requirement Rule Curve มีค่าใกล้เคียงกับวิธี Probability Based Rule Curve ที่ค่าความเสี่ยง 20% และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบสภาวะการขาดน้ำจากการปฏิบัติงานโดยใช้ Probability Based Rule Curve ที่ค่าความเสี่ยง 5%, 10%, 20% และ 30% พบว่าที่ค่าความเสี่ยงมากขึ้น ความรุนแรงของการขาดน้ำในรูปของ Max Shortage และ $\Sigma(\text{Shortage})^2$ มีแนวโน้มสูงขึ้นทั้ง 2 อ่างเก็บน้ำ ผลการจำลองแสดงให้เห็นว่าเกณฑ์ทั้ง 2 วิธีทำให้ค่า Max Shortage และ $\Sigma(\text{Shortage})^2$ ต่ำกว่าวิธี Standard Operating Policy และเมื่อพิจารณาสภาวะการไหลล้นอ่างตามเกณฑ์ Vacancy-Minimum Storage Requirement Rule Curve พบว่าความถี่ของการไหลล้นอ่าง และ $\Sigma(\text{Spill})$ จะมีค่าน้อยสุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธี Standard Operating Policy และ วิธี Probability Based Rule Curve ในขณะที่สภาวะการไหลล้นอ่างจากการปฏิบัติงานโดยใช้ Probability Based Rule Curve ที่ค่าความเสี่ยงต่าง ๆ พบว่า ที่ค่าความเสี่ยงมากขึ้นความถี่ของการไหลล้นอ่าง, Max Spill, $\Sigma(\text{Spill})$ และ $\Sigma(\text{Spill})^2$ มีแนวโน้มสูงขึ้น และจะสูงสุดเมื่อปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำโดยวิธี Standard Operating Policy จึงสรุปได้ว่าเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำทั้ง 2 วิธีสามารถลดความรุนแรงของการขาดน้ำวิกฤต โดยมีการกระจายการขาดน้ำทีละน้อยและบ่อยครั้ง และลดปริมาณน้ำที่ไหลล้นอ่างให้น้อยลง

ABSTRACT

The probability based rule curves were developed for Mun Bon and Lam Chae reservoirs and compared with the vacancy-minimum storage requirement rule curves. The two reservoirs were simulated according to the two types of rule curves using 48 years of data (1952-1999). The reservoir water shortage and spillage were analyzed. It clarified that the vacancy-minimum storage requirement rule curve gave the water shortage closed to the 20% probability based rule curve. The

[1] ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

Department of Irrigation Engineering, Faculty of Engineer, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus Nakorn Pathom

analysis of 5%, 10%, 20% and 30% probabilities rule curves showed that the higher risk (probability) rule produced the higher degree of water shortage in term of the maximum shortage and the sum squared shortage in both reservoirs. The simulation result also showed that both types of rule curves gave smaller value of the maximum shortage and the sum squared shortage than the standard operating policy. The frequency and the sum of spillage of the reservoirs operated by using the vacancy-minimum storage requirement rule curve compared with the probability based rule curve and standard operating policy were the lowest. The analysis of the probability based rule curves of difficult risk showed that the higher risk rule produced the higher degree of the frequency, maximum spillage, sum spillage and the sum squared spillage in both reservoirs and gave the highest value for the standard operating policy. The result indicated that both types of rule curve can be reduced the severity of water shortage by distributed the low frequency-high magnitude shortage and also reduced the amount of water spillage.

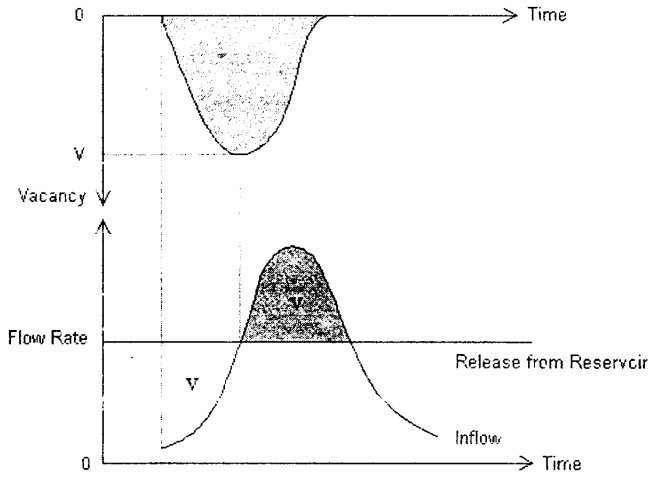
คำนำ

จากสภาวะการณ์ปัจจุบันที่ความต้องการใช้น้ำมีมากขึ้นเป็นลำดับ แนวทางในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำจึงเป็นเทคนิคอย่างหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการวางแผนการใช้น้ำ ให้มีประสิทธิภาพและเกิดผลกำไรทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด หลักการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำที่ดีนั้นต้องสามารถจัดสรรน้ำไปใช้ได้เพียงพอตามต้องการในช่วงสภาวะปกติและช่วยลดความรุนแรงของการขาดน้ำในช่วงวิกฤติได้ ในขณะเดียวกันในช่วงสภาวะน้ำมากก็สามารถจัดสรรน้ำโดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนทางด้านท้ายน้ำ ดังนั้นในการศึกษานี้จึงได้พัฒนาเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ (Operating Rule) ขึ้นมาเพื่อเป็นเครื่องมือในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำระยะยาวให้เกิดประสิทธิภาพรวมสูงสุด

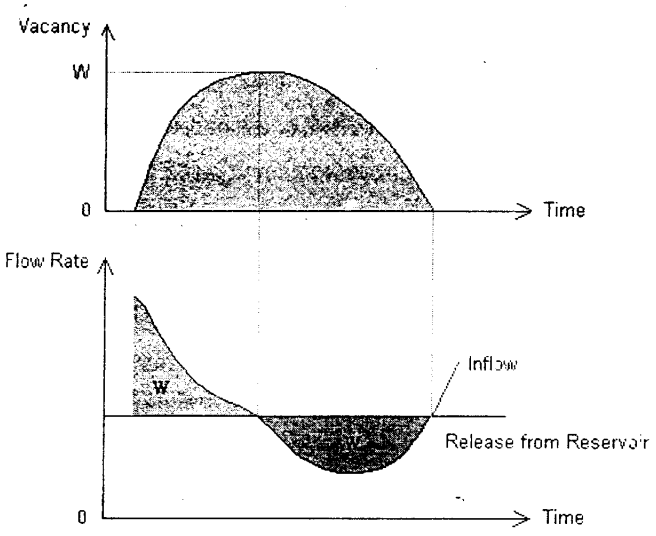
1. แนวคิดของการสร้างเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ

เกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำที่พัฒนาขึ้นโดยวิธี Probability Based Rule Curve (วราวุธ, 2543) ถูกนำมาศึกษาเปรียบเทียบกับวิธี Vacancy-Minimum Storage Requirement Rule Curve (Kawabata และคณะ, 2000) และวิธี Standard Operating Policy โดยแนวคิดในการสร้างเกณฑ์แต่ละเกณฑ์มีดังนี้

วิธี Vacancy-Minimum Storage Requirement Rule Curve จะอาศัยแนวคิดที่ว่าปริมาตรน้ำในอ่างเก็บน้ำจะเต็มอ่างพอดีเมื่อสิ้นสุดฤดูฝน ในขณะเดียวกันเมื่อสิ้นสุดฤดูแล้งปริมาตรน้ำในอ่างจะแห้งอ่างพอดี ดังนั้นในช่วงเริ่มต้นฤดูฝนจะต้องมีการพร่องน้ำในอ่างเก็บน้ำไว้เพื่อรองรับน้ำที่คาดว่าจะไหลเข้าอ่างตลอดช่วงฤดูฝน ดังภาพที่ 1 โดยปล่อยน้ำในอัตราที่เพิ่มขึ้น และในช่วงเริ่มต้นฤดูแล้งจะต้องสำรองน้ำในอ่าง ให้เพียงพอกับความต้องการตลอดช่วงฤดูแล้ง ดังภาพที่ 2 (Kawabata และ Satch, 1999)



ภาพที่ 1 ปริมาตรอ่างเก็บน้ำ (V) ที่จะต้องสำรองไว้เพื่อใช้เก็บกักน้ำในช่วงฤดูฝน

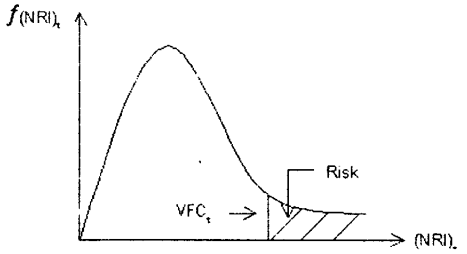


ภาพที่ 2 ปริมาณน้ำที่จะต้องเก็บกักไว้เพิ่มเติมในช่วงฤดูแล้งมีปริมาตรเท่ากับ W

สำหรับวิธี Probability Based Rule Curve จะอาศัยหลักการพื้นฐานของความน่าจะเป็นมาช่วยในการวิเคราะห์ Upper Rule Curve ก็คือระดับน้ำในอ่างมากที่สุดที่ทำให้ความเสี่ยงต่อการที่อ่างมีปริมาตรไม่พอที่จะรับน้ำนองอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ในขณะที่ Lower Rule Curve ก็คือระดับน้ำในอ่างที่ควรรักษาไว้เพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำในอนาคต หรือความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำในอนาคตอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

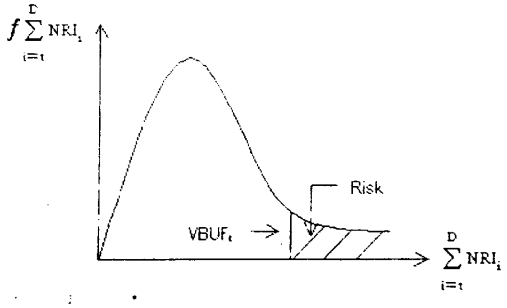
การสร้าง Upper Rule Curve จะต้องคำนวณหาค่า NRI_t (Net Reservoirs Inflow Volume) ในเดือน t เมื่อ NRI_t = Reservoir Inflow – Reservoir Outflow และ VFC_t = Volume of Flood Control Reserve ในเดือน t

หลังจากนั้นทำวิเคราะห์การแจงแจงความน่าจะเป็นของ NRI_t ดังภาพที่ 3 โดยที่ $P(NRI_t > VFC_t) < Risk$ ก็จะสามารถหาค่า VFC_t ที่ค่าความเสี่ยงต่าง ๆ ได้



ภาพที่ 3 การแจกแจงความน่าจะเป็นของ NRI_t

การสร้าง Lower Rule Curve จะต้องวิเคราะห์หาช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูแล้งให้ชัดเจน โดยใช้เกณฑ์ดังนี้ คือถ้า NRI_t น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0 จะหมายถึงช่วงฤดูแล้ง แต่ถ้า NRI_t มากกว่า 0 จะหมายถึงช่วงฤดูฝน จากนั้นคำนวณหาค่า $\sum_{i=t}^{D} NRI_i$ โดยที่ D เป็นเดือนที่สิ้นสุดฤดูแล้งและทำการวิเคราะห์แจงแจงความน่าจะเป็นของ $\sum_{i=t}^{D} NRI_i$ ดังภาพที่ 4 โดยที่ $P(-\sum_{i=t}^{D} NRI_i > VBUF_t) < Risk$ ก็จะสามารถหาค่า $VBUF_t$ (ปริมาตรอ่างเก็บน้ำที่ LRC) ที่ค่าความเสี่ยงต่าง ๆ ได้



ภาพที่ 4 การแจกแจงความน่าจะเป็นของ $\sum_{i=t}^{D} NRI_i$

วิธี Standard Operating Policy นั้น เป็นเกณฑ์ที่ค่อนข้างง่าย โดยจะปล่อยน้ำให้เป็นไปตามความต้องการทุก ๆ ช่วงเวลา ดังนั้นหากปริมาณน้ำในอ่างมีไม่เพียงพอตามความต้องการ ระดับน้ำในอ่างก็จะลดเรื่อยๆ ขณะเดียวกันในช่วงฤดูฝนที่มีน้ำมาก ระดับน้ำในอ่างก็จะเพิ่มสูงขึ้น จนกระทั่งปล่อยน้ำให้ไหลล้นอ่างต่อไป หรืออาจกล่าวได้ว่าเกณฑ์การปฏิบัติงานโดยวิธี Standard Operating Policy นี้เป็นเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมในการลดปริมาณการขาดน้ำทั้งหมด (Total Deficit) ในช่วงเวลาที่พิจารณา (Stedinger, 1984)

2. สภาพปัจจุบันของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษามูลบน

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษามูลบนเป็นโครงการเก็บกักน้ำเพื่อการชลประทาน ประกอบด้วยเขื่อนใหญ่ 2 เขื่อนคือ เขื่อนมูลบน ซึ่งปิดกั้นลำน้ำมูลตอนบน สามารถเก็บกักน้ำได้ 141 ล้าน ลบ.ม. เพื่อส่งน้ำช่วยเหลือพื้นที่เกษตรกรรมฝั่งซ้ายของลำน้ำมูล และเขื่อนลำแชะซึ่งปิดกั้นลำแชะ สามารถเก็บกักน้ำได้ 275 ล้าน ลบ.ม. เพื่อส่งน้ำช่วยเหลือพื้นที่เกษตรกรรมฝั่งขวาของลำน้ำมูล รวมเป็นพื้นที่ชลประทาน 158,316 ไร่ จากสภาพปัจจุบันของโครงการฯ พบว่าอ่างเก็บน้ำมูลบนต้องส่งน้ำครอบคลุมพื้นที่ชลประทานทั้งหมด 45,136 ไร่ในช่วงฤดูฝน และ 17,545 ไร่ในช่วงฤดูแล้ง ในขณะที่อ่างเก็บน้ำลำแชะยังส่งน้ำได้ไม่เต็มศักยภาพอยู่ ทั้งนี้เนื่องจากสภาพปัจจุบันมีการทำการเกษตรกรรมเฉพาะในช่วงฤดูฝนและในช่วงฤดูแล้งเป็นบางส่วนเท่านั้น ดังนั้นในการศึกษานี้จึงได้กำหนด Scenario ของพื้นที่เพาะปลูกของอ่างเก็บน้ำลำแชะออกเป็น 3 Scenario ประกอบด้วย Scenario1 Scenario 2 และ Scenario 3 ซึ่งหมายถึงพื้นที่เพาะปลูกของพืชไร่พืชผักฤดูฝนและพื้นที่เพาะปลูกฤดูแล้งทั้งหมดคิดเป็น 100% 75% และ 50% ของแผนการเพาะปลูกของโครงการฯ ตามลำดับ ในขณะที่พื้นที่เพาะปลูกข้าวฤดูฝนเป็นพื้นที่เพาะปลูกจากสภาพปัจจุบัน ตามตารางที่ 1 เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณหาปริมาณน้ำที่ต้องส่งและพัฒนาเป็นเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพปัจจุบันของโครงการฯ มากที่สุดต่อไป

ตารางที่ 1 พื้นที่เพาะปลูกของอ่างเก็บน้ำมูลบน-ลำแชะที่นำมาใช้ศึกษา

อ่างเก็บน้ำ	พื้นที่เพาะปลูกฤดูฝน (ไร่)		พื้นที่เพาะปลูกฤดูแล้ง (ไร่)	
	ข้าว	พืชไร่พืชผัก	ข้าว	พืชไร่พืชผัก
อ่างเก็บน้ำมูลบน	44,801	335	17,545	388
อ่างเก็บน้ำลำแชะ				
1) Scenario 1	81,893	34,125	-	64,260
2) Scenario 2	81,893	25,594	-	48,195
3) Scenario 3	81,893	17,063	-	32,130

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเกณฑ์ในการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำของอ่างเก็บน้ำมูลบนและลำแชะขึ้น โดยวิธี Probability Based Rule Curve เปรียบเทียบกับวิธี Vacancy-Minimum Storage Requirement Rule Curve และวิธี Standard Operating Policy ทั้งนี้เพื่อให้การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำเกิดประสิทธิภาพสูงสุด สามารถลดความเสี่ยงต่อการขาดน้ำและการไหลล้นอ่างได้

2. สถิติข้อมูลที่ใช้ศึกษาเป็นข้อมูลอุทกวิทยารายเดือนของอ่างเก็บน้ำมูลบนและลำแชะ ประกอบด้วยข้อมูลฝน ข้อมูลปริมาณน้ำท่า ข้อมูลการระเหยและรั่วซึม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2495-2542 รวม 48 ปี และข้อมูลความต้องการน้ำเพื่อใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งหมด คำนวณโดยใช้โปรแกรม Wusmo Version 5.0 (ฉัตร, 2542)

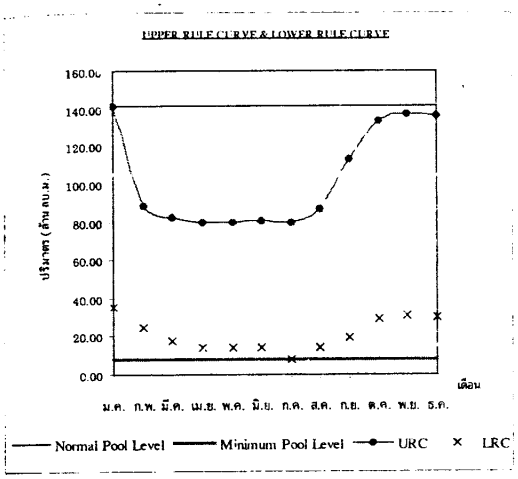
3. ทำการจำลองการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำในแต่ละเกณฑ์การปฏิบัติงานเป็นเวลา 48 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2495-2542 โดยอาศัยสมการสมดุลย์ของอ่างเก็บน้ำ (วราวุธ, 2538) มาคำนวณ

4. วิเคราะห์สภาวะการขาดน้ำและปริมาณน้ำที่ไหลล้นอ่างโดยใช้ Max Shortage, Σ(Shortage) และ Σ(Shortage)^2 และ Max Spill, Σ(Spill) และ Σ(Spill)^2 ตามลำดับในแต่ละเกณฑ์ที่นำมาศึกษา

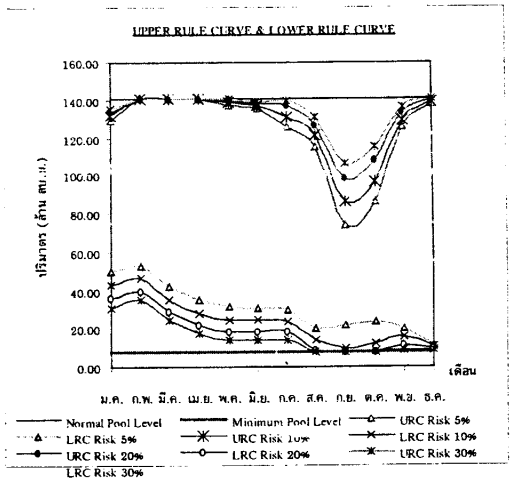
ผล

1. เกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ

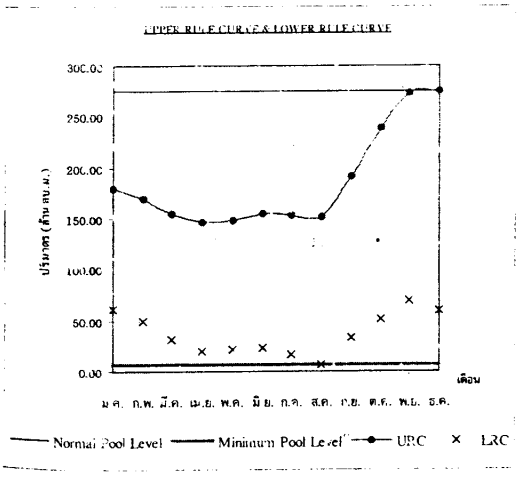
เกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำทั้งจากวิธี Vacancy-Minimum Storage Requirement Rule Curve และวิธี Probability Based Rule Curve ซึ่งพิจารณาที่ค่าความเสี่ยงต่าง ๆ ของอ่างเก็บน้ำมูลบนและลำแชะ แสดงในภาพที่ 5 ถึงภาพที่12



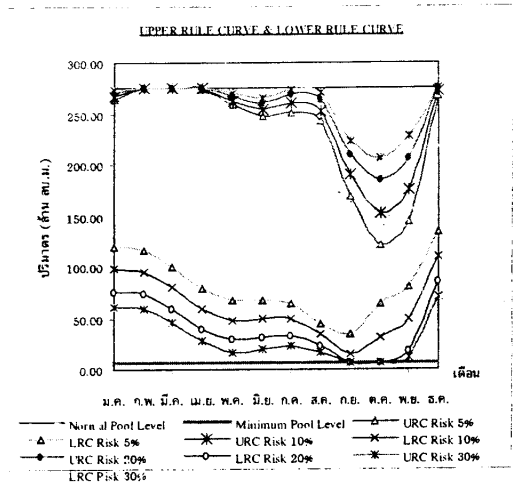
ภาพที่ 5 Vacancy-Minimum Storage Requirement Rule Curve ของอ่างเก็บน้ำมูลบน



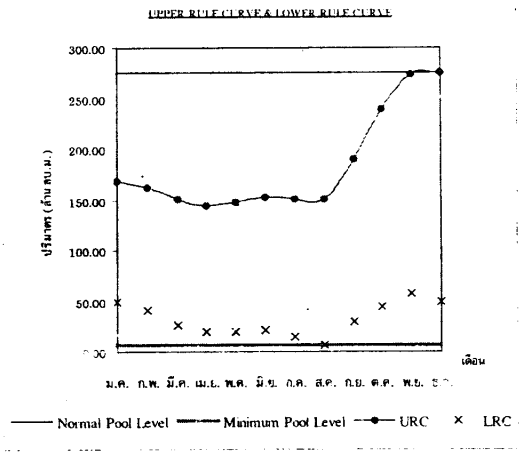
ภาพที่ 6 Probability Based Rule Curve ที่ค่า Risk ต่าง ๆ ของอ่างเก็บน้ำมูลบน



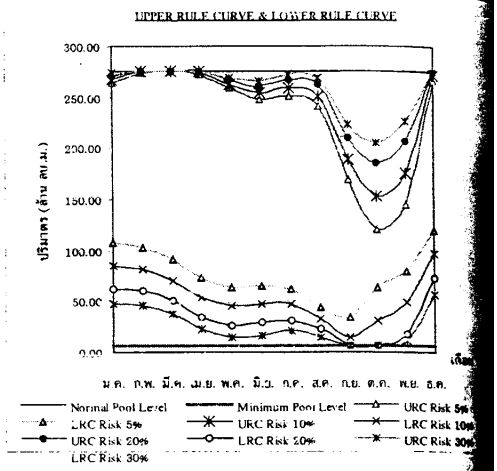
ภาพที่ 7 Vacancy-Minimum Storage Requirement Rule Curve ของอ่างเก็บน้ำลำแชะ (Scenario 1)



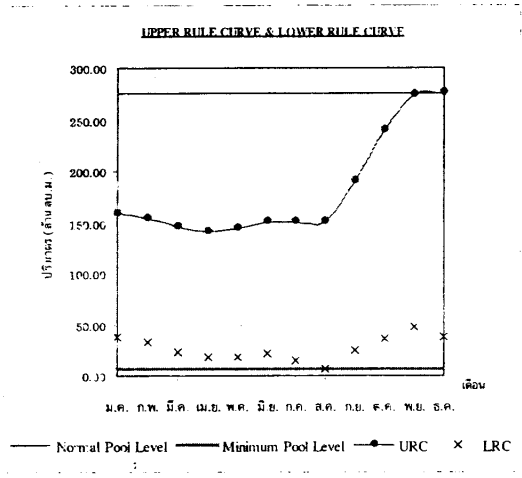
ภาพที่ 8 Probability Based Rule Curve ที่ค่า Risk ต่าง ๆ ของอ่างเก็บน้ำลำแชะ (Scenario 1)



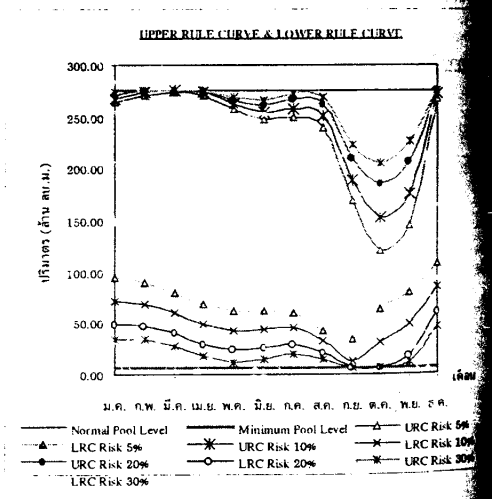
ภาพที่ 9 Vacancy-Minimum Storage Requirement Rule Curve ของอ่างเก็บน้ำลำแชะ (Scenario 2)



ภาพที่ 10 Probability Based Rule Curve ที่ค่า Risk ต่าง ๆ ของอ่างเก็บน้ำลำแชะ (Scenario 2)



ภาพที่ 11 Vacancy-Minimum Storage Requirement Rule Curve ของอ่างเก็บน้ำลำแชะ (Scenario 3)



ภาพที่ 12 Probability Based Rule Curve ที่ค่า Risk ต่าง ๆ ของอ่างเก็บน้ำลำแชะ (Scenario 3)

2. ผลการจำลองการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำกับสภาวะการขาดน้ำและปริมาณน้ำที่ไหลล้นอ่าง

ผลจากการจำลองการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำของอ่างเก็บน้ำมูลบนและลำแชะของเกณฑ์การปฏิบัติงานที่พัฒนาขึ้นมาทั้ง 2 วิธี เปรียบเทียบกับวิธี Standard Operating Policy เพื่อทดสอบการใช้งานของเกณฑ์การปฏิบัติงาน โดยประเมินประสิทธิผลของระบบในรูปของ Max Shortage, Max Spill, Σ(Shortage), Σ(Spill), Σ(Shortage)^{2}และ Σ(Spill)^2 แสดงในตารางที่ 2 ถึงตารางที่ 5

ตารางที่ 2 ผลการจำลองการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำมูลบนและประสิทธิผลของระบบ

Operating Rule	Shortage (Months)	Spill (Months)	Max Shortage (MCM)	Max Spill (MCM)	Σ(Shortage) (MCM)	Σ(Shortage)^2 (MCM)	Σ(Spill) (MCM)	Σ(Spill)^2 (MCM)
1. Vacancy-Minimum Storage Requirement Rule Curve	38	18	21.52	76.09	203.06	2,484.53	381.77	14,638.88
2. Probability Based Rule Curve								
- Risk 0.05	66	22	21.52	76.09	236.62	2,057.59	502.57	19,798.03
- Risk 0.10	48	24	21.52	76.09	206.13	2,101.23	515.29	20,193.39
- Risk 0.20	33	26	21.52	76.09	193.10	2,137.42	534.23	20,591.15
- Risk 0.30	30	29	21.52	76.09	187.49	2,211.14	543.37	20,923.48
3. Standard Operating Policy	19	30	21.52	76.09	182.83	2,443.28	550.49	21,006.69

ตารางที่ 3 ผลการจำลองการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำลำแชะ (Scenario 1) และประสิทธิผลของระบบ

Operating Rule	Shortage (Months)	Spill (Months)	Max Shortage (MCM)	Max Spill (MCM)	Σ(Shortage) (MCM)	Σ(Shortage)^2 (MCM)	Σ(Spill) (MCM)	Σ(Spill)^2 (MCM)
1. Vacancy-Minimum Storage Requirement Rule Curve	59	12	38.50	152.61	479.21	8,143.26	448.43	38,706.63
2. Probability Based Rule Curve								
- Risk 0.05	143	16	25.44	174.86	858.29	9,332.72	536.09	44,629.26
- Risk 0.10	90	18	25.68	171.51	663.72	8,998.94	670.87	51,379.73
- Risk 0.20	65	21	32.73	163.11	541.73	8,804.41	772.98	57,423.35
- Risk 0.30	44	22	38.50	161.38	522.88	10,713.04	830.90	63,722.02
3. Standard Operating Policy	24	26	40.19	164.85	508.91	12,856.69	912.23	72,470.02

ตารางที่ 4 ผลการจำลองการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำลำแชะ (Scenario 2) และประสิทธิผลของระบบ

Operating Rule	Shortage (Months)	Spill (Months)	Max Shortage (MCM)	Max Spill (MCM)	Σ(Shortage) (MCM)	Σ(Shortage)^2 (MCM)	Σ(Spill) (MCM)	Σ(Spill)^2 (MCM)
1. Vacancy-Minimum Storage Requirement Rule Curve	34	14	36.84	207.58	279.59	5,458.85	673.20	71,142.45
2. Probability Based Rule Curve								
- Risk 0.05	102	21	19.68	182.69	518.83	4,922.26	725.43	56,275.96
- Risk 0.10	59	24	21.97	197.13	370.95	4,405.33	906.95	75,673.72
- Risk 0.20	39	29	29.34	216.25	320.87	5,507.96	1,108.80	101,284.64
- Risk 0.30	26	29	36.84	223.62	312.15	7,247.00	1,198.05	111,729.65
3. Standard Operating Policy	12	32	38.31	232.28	260.31	6,569.41	1,276.48	121,459.27

ตารางที่ 5 ผลการจำลองการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำลำแชะ (Scenario 3) และประสิทธิผลของระบบ

Operating Rule	Shortage (Months)	Spill (Months)	Max Shortage (MCM)	Max Spill (MCM)	Σ(Shortage) (MCM)	Σ(Shortage)^2 (MCM)	Σ(Spill) (MCM)	Σ(Spill)^2 (MCM)
1. Vacancy-Minimum Storage Requirement Rule Curve	18	24	31.77	241.32	171.36	3,560.86	962.30	105,494.53
2. Probability Based Rule Curve								
- Risk 0.05	58	27	20.02	205.48	284.55	2,456.51	996.36	80,442.07
- Risk 0.10	35	31	23.79	237.90	195.26	2,313.09	1,292.70	120,345.38
- Risk 0.20	20	36	25.73	251.14	161.76	2,426.59	1,522.34	145,942.20
- Risk 0.30	10	41	29.36	251.14	132.33	2,935.32	1,614.64	152,882.52
3. Standard Operating Policy	5	46	36.43	251.14	116.35	3,268.82	1,743.67	157,837.68

วิจารณ์

ผลจากการจำลองการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำตั้งแต่ปี พ.ศ. 2495-2542 รวม 48 ปี โดยใช้สมการสมดุลย์ของอ่างเก็บน้ำมาช่วยในการคำนวณพบว่า ระบบเกิดสภาวะของการขาดน้ำ (Shortage) และสภาวะของการไหลล้นอ่าง (Spill) ขึ้นทั้งอ่างเก็บน้ำมูลบนและลำแชะ กล่าวคือสภาวะการขาดน้ำจากการปฏิบัติงานโดยใช้วิธี Vacancy-Minimum Storage Requirement Rule Curve มีค่าใกล้เคียงกับวิธี Probability Based Rule Curve ที่ค่าความเสี่ยง 20% ทั้งนี้เนื่องมาจาก Curve ที่ได้ไม่แตกต่างกันมากนัก และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบสภาวะการขาดน้ำจากการปฏิบัติงานโดยใช้วิธี Probability Based Rule Curve ที่ค่าความเสี่ยงต่าง ๆ กันประกอบด้วยค่าความเสี่ยง 5%, 10%, 20%, 30% และวิธี Standard Operating Policy ตามลำดับพบว่า ที่ค่าความเสี่ยงมากขึ้น ความรุนแรงของการขาดน้ำ (Max Shortage) มีแนวโน้มสูงขึ้น และจะมีค่าสูงสุดเมื่อปฏิบัติงานโดยวิธี Standard Operating Policy แต่ในทางกลับกันเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความถี่ในการขาดน้ำพบว่าที่ค่าความเสี่ยงมากขึ้น ความถี่ในการขาดน้ำจะลดลง และจะมีค่าต่ำสุดเมื่อปฏิบัติงานโดยวิธี Standard Operating Policy นอกจากนี้เมื่อพิจารณาจากค่า Σ(Shortage) และค่า Σ(Shortage)^2 พบว่าที่ค่าความเสี่ยงมากขึ้น Σ(Shortage) ทั้งหมดจะลดลง แต่ค่า Σ(Shortage)^2 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ตามลำดับ

ในขณะที่สภาวะการไหลล้นอ่างของการปฏิบัติงานโดยใช้วิธี Vacancy-Minimum Storage Requirement Rule Curve จะเกิดขึ้นน้อยสุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธี Standard Operating Policy และ วิธี Probability Based Rule Curve ทั้งนี้เนื่องมาจาก Upper Rule Curve ของวิธีนี้มีการสำรองพื้นที่อ่างเก็บน้ำเพื่อรองรับปริมาณน้ำที่คาดว่าจะไหลลงอ่างมากกว่าวิธีอื่น ๆ ดังนั้น ค่า Σ(Spill) จึงน้อย และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบสภาวะการไหลล้นอ่างจากการปฏิบัติงานโดยใช้วิธี Probability Based Rule Curve ที่ค่าความเสี่ยงต่าง ๆ ซึ่งสำรองพื้นที่อ่างเก็บน้ำเพื่อรองรับปริมาณน้ำที่คาดว่าจะไหลลงอ่างน้อยลงตามความเสี่ยงที่มากขึ้นพบว่า ความถี่ของการไหลล้นอ่าง (Frequency of Spill) ค่า Σ(Spill) และค่า Σ(Spill)^2 จะมากขึ้นเมื่อค่าความเสี่ยงมากขึ้น และจะมีค่าสูงสุดเมื่อปฏิบัติงานโดยวิธี Standard Operating Policy ในขณะเดียวกันความรุนแรงของการขาดน้ำ (Max Spill) ก็มีแนวโน้มสูงขึ้นด้วยตามลำดับ

สรุป

การวางแผนการใช้น้ำในอ่างเก็บน้ำโดยใช้เกณฑ์การปฏิบัติงานที่พัฒนาขึ้นมานี้ ก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำในเชิงอนุรักษ์ได้เป็นอย่างดี ช่วยลดความรุนแรงของการขาดน้ำวิกฤต โดยมีการกระจายการขาดน้ำทีละน้อยและบ่อยครั้ง แต่ก่อให้เกิดความเสียหายน้อยที่สุด และยังลดปริมาณน้ำที่ไหลล้นอ่างให้น้อยลง โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายทางด้านท้ายลำน้ำอย่างรุนแรง นอกจากนี้การใช้เกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำยังสะดวกและรวดเร็วสำหรับผู้ปฏิบัติงานในกรณีฉุกเฉินเพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจปล่อยน้ำไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของโครงการฯ และปฏิบัติงานให้เป็นไปตามหลักของการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำที่ดี

เอกสารอ้างอิง

Ayumi, K., M. Satoh., V. Vudhivanich and N. Cherdchanpipat. 2000. Operation principles of multipurpose reservoirs for stable water supply in the the Mae Klong River Basin . Proceedings of the international conference, The Chao Phraya Delta : Historical Development, Dynamics and Challenges of Thailand's Rice Bowl. Thailand. 1 : 453-469.

Satoh, M. and A. Kabawata. 1999. Reservoir operation principles for stable water in the Mae Klong River Basin. Workshop on sustainable management of the Mae Klong River Basin, Thailand.

Stedinger, J. R. 1984. The performance of LDR models for preliminary design and reservoir operation. Water Resour. Res. 20(2) : 215-224.

ฉัตร บูรณเรืองศักดิ์. 1999. คู่มือการใช้แบบจำลอง Wusmo Version 5.0. บริษัทแมคโครคอนซัลแตนท์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

วราวุธ วุฒิวณิชย์. 2538. การจัดการน้ำขั้นสูง เล่ม 1. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 253 น.

----------. 2543. เกณฑ์การจำลองหา Probability Based Rule Curves ของอ่างเก็บน้ำ, เอกสารประกอบการสอนวิชา 207591 (เทคนิควิจัยทางวิศวกรรมชลประทาน). ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.