

การตรวจสอบกราฟน้ำนองสูงสุดที่ออกแบบอาคารน้ำล้น และกราฟปฏิบัติการน้ำนองสำหรับเขื่อนเก็บกักน้ำอุบลรัตน์

Investigation of Spillway Design Flood Hydrographs and Flood Operation Rule Curve for Ubol Ratana Storage Dam

สุณีรัตน์ รัตนถาวร* และ ณัฐ มาแจ้ง

ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Suneerath Rattanatavon* and Nat Marjang

Water Resources Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University

*Corresponding author E-mail: suneerath.r@gmail.com

Received: June 16, 2020 Revised: July 30, 2020 Accepted: July 31, 2020

บทคัดย่อ

เขื่อนอุบลรัตน์ เป็นเขื่อนเก็บกักน้ำที่สร้างปิดกั้นลำน้ำพอง ก่อสร้างแล้วเสร็จในปี พ.ศ.2509 และมีการปรับปรุงเนื่องจากอุทกภัยครั้งใหญ่แล้วเสร็จในปี พ.ศ.2530 จากข้อจำกัดของสถิติข้อมูลอุทกวิทยามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และอุทกวิทยาที่ใช้ศึกษาในอดีต และเขื่อนได้มีการก่อสร้างมาเป็นเวลานานกว่า 50 ปี ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปัจจัยต่างๆที่ใช้ในการออกแบบกราฟน้ำนองสูงสุด เช่นการใช้ประโยชน์ที่ดินและสภาพภูมิอากาศ มีการเปลี่ยนแปลงไป จึงควรทำการศึกษาเพื่อตรวจสอบกราฟน้ำนองสูงสุดที่ออกแบบอาคารน้ำล้นและกราฟปฏิบัติการน้ำนองของเขื่อนเก็บกักน้ำอุบลรัตน์ ซึ่งผลการศึกษาการเคลื่อนตัวของน้ำหลากผ่านทางระบายน้ำล้นที่คาบความถี่ของการเกิดต่างๆ โดยใช้ระดับน้ำสูงสุดในอ่างอยู่ที่ +183.50 เมตร (รทก.) ซึ่งเป็นระดับคันกั้นน้ำ อำเภอโนนสัง จังหวัดหนองบัวลำภู และเป็นจุดที่ได้รับผลกระทบจากปริมาณน้ำในเขื่อนเก็บกักน้ำอุบลรัตน์โดยตรง จากการศึกษาพบว่าเขื่อนเก็บกักน้ำอุบลรัตน์ มีความสามารถในการรองรับปริมาณน้ำนองสูงสุดที่ไหลผ่านเขื่อนได้ที่คาบความถี่ของการเกิด 2-200 ปี สำหรับปริมาณน้ำหลากที่คาบความถี่ของการเกิด 500-10,000 ปี เมื่อกำหนดเงื่อนไขระดับน้ำเริ่มต้นที่สันอาคารระบายน้ำล้นที่ระดับ +182.00 เมตร (รทก.) และปล่อยน้ำเมื่อระดับน้ำเกินกว่า +182.00 เมตร (รทก.) พบว่าปริมาณน้ำนองสูงสุดที่ไหลเข้าเขื่อนเก็บกักน้ำอุบลรัตน์ทำให้ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเพิ่มสูงขึ้นระดับเก็บกักสูงสุดของเขื่อน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องกำหนดให้ที่คาบความถี่ของการเกิด 500 ปี พร่องน้ำในช่วงฤดูน้ำหลาก อยู่ที่ระดับ +180.50 เมตร (รทก.) และควบคุมการเปิดประตูระบายน้ำ ด้วยอัตราส่วนความสูงการเปิดประตูต่อความสูงน้ำเหนือระดับเก็บกักปกติ ($d/\Delta h$) ซึ่งหมายถึงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำที่อยู่เหนือทางระบายน้ำล้น เทียบกับความสูงในการเปิดประตูน้ำเพื่อระบายน้ำให้ทันในช่วงเวลาที่มีคลื่นน้ำท่วมไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ ที่ระดับ +180.50 ถึง +183.50 เมตร (รทก.) เท่ากับ 4 ที่คาบความถี่ของการเกิด 1,000 ปี พร่องน้ำในช่วงฤดูน้ำหลาก อยู่ที่ระดับ +180.00 เมตร (รทก.) ปล่อยน้ำเมื่อระดับน้ำเกินกว่า +181.50 เมตร (รทก.) และควบคุมการเปิดประตูระบายน้ำ (Spillway) ที่ระดับ +180.00 ถึง +183.50 เมตร (รทก.) ด้วยอัตราส่วน $d/\Delta h$ เท่ากับ 5 และที่คาบความถี่ของการเกิด 10,000 ปี พร่องน้ำในช่วงฤดูน้ำหลาก อยู่ที่ระดับ +177.00 เมตร (รทก.) ปล่อยน้ำเมื่อระดับน้ำเกินกว่า +180.50 เมตร (รทก.) และควบคุมการเปิดประตูระบาย

(Spillway) ที่ระดับ +177.00 ถึง +183.50 เมตร (รทก.) ด้วยอัตราส่วน $d/\Delta h$ เท่ากับ 2 และเพิ่มการติดตั้ง Barrier 1.20 เมตร เพื่อให้สามารถรองรับปริมาณน้ำหลากที่ไหลผ่านเขื่อนอุบลรัตน์ได้อย่างปลอดภัย

คำสำคัญ: กราฟน้ำนองสูงสุด กราฟปฏิบัติการน้ำนอง เขื่อนเก็บกักน้ำอุบลรัตน์

Abstract

Ubol Ratana storage dam was constructed on Pong River in 1966. The dam crest was increased due to the massive floods in 1987. Due to the limitation of the meteorological and hydrological previously used for the dam design and also the dam was constructed over 50 years, the factors used in spillway design flood hydrographs should be changed such as the present land use compared with those before dam construction and weather. Therefore, the spillway design flood hydrographs as well as existing flood operation rule curves for the dam should be investigated by using such updated data and information. The results of reservoir routing for the maximum water level at Ubol Ratana storage dam study is +183.50 m.(MSL.) because It is controlled by the height of Noonsang Dike located at the upstream area. The results of flood routing at return period 2-200 years show that the existing controlling of spillway gates is enough to manage the flood hydrographs. For the flood hydrographs at return period 500-10,000 years with the initial water level at the spillway crest, +182.00 m.(MSL.), and start to release water when the water level exceeds +182.00 m.(MSL.), the results revealed that the peak of water level in the reservoir are higher than the maximum storage level. Therefore, the flood hydrograph at return period 500 years must start to release water in flood season at the minimum reservoir water level +180.50 m.(MSL.) The opening of spillway gates at the level of +180.50 to +183.50 m.(MSL.) will be controlled to open with the ratio $d/\Delta h$ equal to 4. For the return period 1,000 years. It must start to release water in flood season at the minimum reservoir water level equal to +180.00 m.(MSL.) and start to release water when the water level exceeds +181.50 m.(MSL.) The opening of spillway gates at the level of +180.00 to +183.50 m.(MSL.) will be controlled to open with the ratio $d/\Delta h$ equal to 5. For the return period 10,000 years. It must start to release water in flood season at the minimum reservoir water level equal to +177.00 m.(MSL.) and start to release water when the water level exceeds +180.50 m.(MSL.) The opening of spillway gates at the level of +177.00 to +183.50 m.(MSL.) will be controlled to open with the ratio $d/\Delta h$ equal to 2 and the Noonsang dike crest must be installed a barrier height of 1.20 meters

Keywords: Flood Hydrographs, Flood Operation Rule Curve, Ubol Ratana Storage Dam

1. บทนำ

เขื่อนอุบลรัตน์เป็นเขื่อนกักเก็บน้ำอเนกประสงค์ขนาดใหญ่แห่งที่สองของประเทศไทยต่อจากเขื่อนภูมิพล สร้างปิดกั้นแม่น้ำพอง และมีความสำคัญสำหรับประเทศไทยก่อสร้างแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2509 ตั้งอยู่ที่ อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น เป็นเขื่อนหินทิ้งแกนดินเหนียวมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า พลังน้ำ การชลประทาน การบรรเทาอุทกภัย การคมนาคม

การประมง และอื่นๆ เมื่อปี พ.ศ.2530 ได้มีการปรับปรุงเขื่อน ผลเนื่องมาจากการเกิดอุทกภัยครั้งใหญ่ แต่ระดับของกันกั้นน้ำ อ.โนนสัง จ.หนองบัวลำภู ยังคงอยู่ที่ระดับเดิม คือ +183.50 เมตร(รทก.) (รวมระยะเผื่อ) หากระดับน้ำเกินกว่าระดับดังกล่าวนี้ จะทำให้เกิดอุทกภัยทั่วพื้นที่เกิดความเสียหายเป็นจำนวนมาก การศึกษานี้จะทำการวิเคราะห์ให้ระดับเก็บกักสูงสุดอยู่ที่ +183.50 เมตร (รทก.) เพื่อป้องกันการเกิดอุทกภัย ต้องมีการจัดการ

ระดับน้ำเก็บกักและปริมาณน้ำในอ่างอย่างเหมาะสม ในช่วงฤดูน้ำหลาก ทั้งนี้เนื่องจากหลักการของการเก็บกักน้ำจะพยายามให้อ่างเก็บน้ำเต็มถึงระดับเก็บกักที่ออกแบบไว้เสมอ แต่การบรรเทาอุทกภัยทางด้านท้ายน้ำจะพยายามให้อ่างเก็บน้ำมีปริมาณความจุสำรองเหลือที่ว่างอยู่เสมอเพื่อที่จะรองรับปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่าง ซึ่งเมื่อมีการใช้ประโยชน์ปริมาตรของอ่างเก็บน้ำร่วมกัน ทั้งวัตถุประสงค์ของการเก็บกักน้ำและการบรรเทาอุทกภัยมีความขัดแย้งกัน จึงจำเป็นต้องมีข้อกำหนดในการปฏิบัติการระดับน้ำและปริมาตรของอ่างเก็บน้ำ (Flood Operation Rule Curve) ให้เหมาะสมไม่เช่นนั้น หากปล่อยให้ระดับน้ำในอ่างอยู่สูง และมีปริมาณน้ำนองที่มีปริมาณมากไหลเข้ามาในอ่าง อาจทำให้ปริมาณน้ำเกินความจุของอ่างเก็บน้ำ และต้องมีการเร่งระบายน้ำออกไปยังด้านท้ายน้ำ ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดอุทกภัยได้ นอกจากนี้ยังเป็นการเสี่ยงในการระบายน้ำออก และอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อตัวเขื่อนได้ จึงเห็นควรให้มีการศึกษาการจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำ ทบทวน และสร้างกราฟน้ำนองสูงสุดที่ใช้ในการออกแบบอาคารน้ำล้น และหาแนวทางในการจัดการน้ำและบรรเทาอุทกภัยอย่างมีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมมากที่สุด

2. วิธีการดำเนินงาน

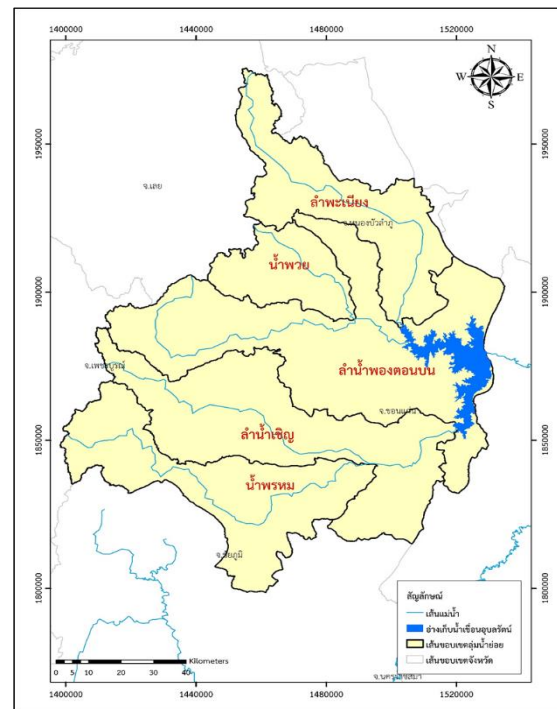
การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีวิธีการ และขั้นตอนการดำเนินการศึกษา ที่สำคัญดังต่อไปนี้

2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย ข้อมูลรายละเอียดทางกายภาพ ข้อมูลภูมิอากาศ ข้อมูลจากสถิติน้ำฝน และข้อมูลจากสถิติน้ำท่า ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ศึกษา บริเวณเขื่อนอุบลรัตน์

2.1.1 ข้อมูลรายละเอียดทางกายภาพเป็นข้อมูลที่วัดและคำนวณได้จากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร สำหรับลุ่มน้ำย่อย ประกอบด้วย 5 ลุ่มน้ำย่อย ได้แก่ ลำน้ำพองตอนบน น้ำพวย ลำพะเนียง น้ำพรหม และลำน้ำเชิญ ซึ่งลุ่มน้ำย่อยขนาดพื้นที่ตั้งแต่ 896.113 ถึง 4,067.845 ตารางกิโลเมตร แสดงแผนที่ลุ่มน้ำย่อยในพื้นที่ศึกษา ดังรูปที่ 1

2.1.2 ข้อมูลภูมิอากาศเป็นข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาจาก 7 สถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา



รูปที่ 1 การแบ่งลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำชีบริเวณพื้นที่ศึกษา

2.1.3 ข้อมูลจากสถิติน้ำฝน ประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดช่วงเวลา 1 ถึง 7 วัน จากสถานีวัดน้ำฝน 20 สถานี ข้อมูลการแพร่กระจายของปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง ของกรมชลประทาน แฟกเตอร์การสูญเสียปริมาณฝนตามขนาดพื้นที่ และแฟกเตอร์การผันแปรของแฟกเตอร์การลดปริมาณน้ำฝนตามขนาดพื้นที่

2.1.4 ข้อมูลจากสถิติน้ำท่า รวบรวมสถานีวัดน้ำท่าบริเวณพื้นที่ศึกษา จำนวน 5 สถานี นำมาวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย กับพื้นที่รับน้ำ และวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการไหลสูงสุดรายปี

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลด้านอุทกวิทยาน้ำนองสูงสุด ประกอบด้วย การวิเคราะห์ที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

2.2.1 การวิเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า สำหรับข้อมูลน้ำฝนจะทำการวิเคราะห์โดยหาความสัมพันธ์ระหว่าง t_p กับ $LL/\sqrt{S}$ และ q_p/A กับ t_p โดยอาศัยวิธีวิเคราะห์ถดถอยในรูปสมการยกกำลัง

ทำการเปลี่ยนกราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำตัวแทนของแต่ละสถานีให้เป็นกราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำไร่มีติ และนำเอากราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำไร่มีติทั้งหมดมาหาตัวแทนของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำไร่มีติของกลุ่มน้ำย่อย จากนั้นนำข้อมูลพารามิเตอร์ลุ่มน้ำ-ลำน้ำ ของกลุ่มน้ำย่อยต่างๆ ที่ได้ทำการแบ่งไว้แล้ว มาประยุกต์ใช้กับสมการเพื่อหาค่าพารามิเตอร์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำ คือ ปริมาณการไหลสูงสุด (q_p) เวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุด (t_p) และช่วงเวลาของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำ (t_c) ของแต่ละลุ่มน้ำย่อยและนำมาประยุกต์ใช้ จะได้กราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำของแต่ละลุ่มน้ำย่อย

2.2.2 การวิเคราะห์กราฟน้ำนองสูงสุดจากข้อมูลน้ำฝนวิเคราะห์โดยนำเอาข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายปีช่วงเวลา 1-7 วัน มาทำการวิเคราะห์แจกแจงความถี่โดยวิธีกัมเบลเพื่อให้ได้ปริมาณฝนสูงสุดที่รอบปีการเกิดต่างๆ จากนั้นหาค่าเฉลี่ยปริมาณฝนสูงสุดของกลุ่มน้ำย่อยโดยวิธีเฉลี่ยเรขาคณิต ซึ่งจะได้อัตราปริมาณฝนสูงสุดเฉลี่ยที่รอบปีการเกิดต่างๆ ของกลุ่มน้ำย่อยทำการเปลี่ยนข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดให้เป็นปริมาณฝนสูงสุดแบบ Areal Rainfall ของแต่ละลุ่มน้ำย่อย จากนั้นทำการแบ่งช่วงเวลาของพายุฝนให้เท่ากับช่วงเวลาของกราฟ ประยุกต์ใช้กับกราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำของแต่ละลุ่มน้ำย่อยจะได้กราฟน้ำทำผิวดินของกลุ่มน้ำย่อย เหนืออ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ และนำไปเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำนองสูงสุดจากข้อมูลน้ำทำที่ได้จากวิธี Regional Analysis

2.2.3 การวิเคราะห์กราฟน้ำนองสูงสุดที่จุดควบคุมต่างๆ

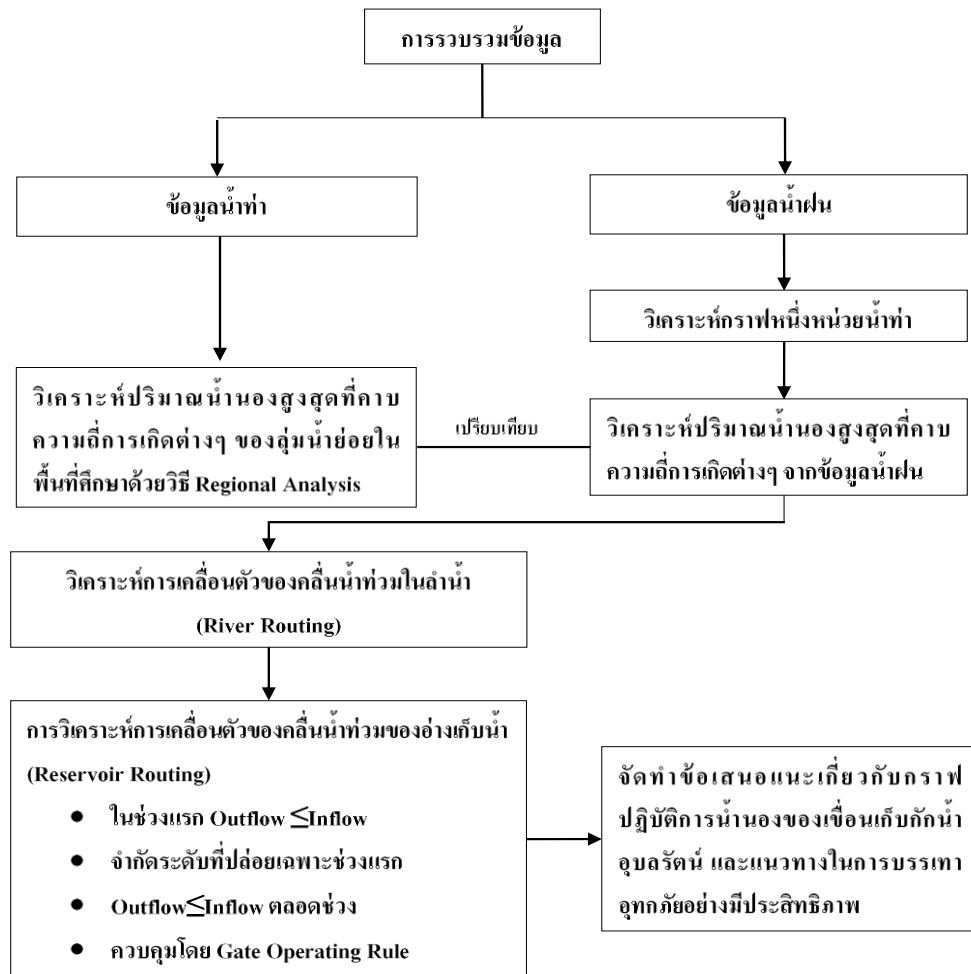
จากข้อมูลกราฟน้ำนองสูงสุดของกลุ่มน้ำย่อย ที่รอบปีการเกิดต่างๆ เหนือเขื่อนอุบลรัตน์ที่ได้ออกแบบไว้ นำมาวิเคราะห์การเคลื่อนตัวตามลำน้ำ (River Routing) โดยใช้ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของลำน้ำที่คลื่นน้ำท่วมไหลผ่าน และทำการรวมเข้ากับกราฟน้ำท่วมสูงสุดของกลุ่มน้ำย่อยตามจุดควบคุม (Combining) ซึ่งจะได้กราฟน้ำท่วมสูงสุดที่จุดควบคุมต่างๆ จนมาถึงเขื่อนอุบลรัตน์ที่รอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ และทำการเคลื่อนตัวผ่านอ่างเก็บน้ำโดยใช้เทคนิคการเคลื่อนตัวของคลื่นน้ำท่วม

ผ่านอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Routing) โดยใช้ข้อมูลคุณลักษณะทางกายภาพของเขื่อนอุบลรัตน์ และเงื่อนไขการจัดการอ่างเก็บน้ำที่ใช้ในปัจจุบันและศึกษาเพิ่มเติมเพื่อการจัดเตรียมข้อเสนอแนะเกี่ยวกับกราฟปฏิบัติการน้ำนองและการบริหารจัดการเขื่อนอุบลรัตน์ จากผลการศึกษากราฟน้ำท่วมที่จุดควบคุมต่าง ๆ นำมาเปรียบเทียบกับเงื่อนไขการจัดการน้ำในปัจจุบัน แล้วจัดเตรียมข้อเสนอแนะเกี่ยวกับกราฟปฏิบัติการน้ำนองและการบริหารจัดการเขื่อนอุบลรัตน์ และแนวทางในการบรรเทาอุทกภัยอย่างมีประสิทธิภาพ แสดงดังรูปที่ 2 แผนผังขั้นตอนวิธีการศึกษา

3. ผลการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษากราฟน้ำนองสูงสุดที่ออกแบบอาคารน้ำล้น และกราฟปฏิบัติการน้ำนองในอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ เป็นการวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของกลุ่มน้ำย่อยที่อยู่ในพื้นที่รับน้ำทั้งหมดของเขื่อน ซึ่งประกอบด้วย 5 ลุ่มน้ำย่อย คือ ลำพะเนียง ลำน้ำพองตอนบน ลำน้ำเชิญ น้ำพวย และน้ำพรหม โดยมีพารามิเตอร์ของกลุ่มน้ำย่อยประกอบด้วยพื้นที่รับน้ำฝน (A) ความยาวตามลำน้ำ (L) ความยาวตามลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกจนถึงจุดไกลสุดบนลำน้ำที่ใกล้จุดศูนย์ถ่วงของกลุ่มน้ำมากที่สุด (L_c) และ ความลาดเทเฉลี่ยของลำน้ำสายใหญ่ (S) แสดงดังตารางที่ 1

จากข้อมูลพารามิเตอร์ลุ่มน้ำลำน้ำของสถานีวัดน้ำท่าต่างๆ นำมาหาความสัมพันธ์ระหว่าง t_p กับ $LL_c/\sqrt{S}$ และ q_p/A กับ t_p ดังแสดงในตารางที่ 2 มาแทนค่าสมการความสัมพันธ์ จะได้พารามิเตอร์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำของกลุ่มน้ำย่อย เมื่อนำไปประยุกต์ใช้กับกราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำแบบไม่มีหน่วยตัวแทนของกลุ่มน้ำชี้ จะได้กราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำของกลุ่มน้ำย่อยเหนือเขื่อน ดังแสดงในรูปที่ 3 เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำนองสูงสุดสำหรับแต่ละคาบความถี่ของการเกิด โดยประยุกต์ใช้กราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำ ของแต่ละลุ่มน้ำย่อยกับปริมาณน้ำฝนสูงสุดช่วงเวลา 1-7 วัน โดยใช้วิธีแจกแจงความน่าจะเป็นลำน้ำ



รูปที่ 2 แผนผังขั้นตอนวิธีการศึกษา

แบบกัมเบล (Gumbel Distribution) ที่รอบปีการเกิดต่างๆ ตัวอย่าง ปริมาณน้ำฝนสูงสุดช่วงเวลา 1 - 7 วัน ของ พองตอนบน แสดงดังตารางที่ 3 และปริมาณฝนส่วนเกิน ที่รอบปีการเกิดต่างๆ แสดงดังตารางที่ 4

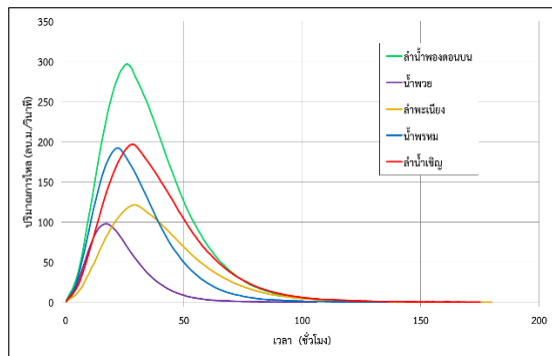
ตารางที่ 1 พารามิเตอร์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย

รหัสสถานี	ชื่อลุ่มน้ำ	พื้นที่	L	L_c	Slope
		(ตร.กม.)			
0409	ลำน้ำพองตอนบน	4,067.85	129.47	64.73	0.0195
0410	น้ำพวย	896.11	89.06	44.53	0.0139
0411	ลำพะเนียง	1,875.27	127.72	63.86	0.0132
0412	น้ำพรหม	2,253.91	140.73	70.37	0.0427
0413	ลำน้ำชี	2,931.75	141.45	70.72	0.0217

ทำการแบ่งปริมาณฝนสูงสุดช่วงเวลา 1 ถึง 7 วัน ออกเป็น ช่วงย่อย (Increment) ให้มีช่วงเท่ากับ ช่วงเวลา (Duration) ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าทำการจัดเรียงลำดับช่วงย่อยของปริมาณฝนส่วนเกินโดยกำหนดให้วันที่มีปริมาณฝน สูงสุดมากที่สุดตรงกลาง จากนั้นที่ได้นำมาคำนวณกราฟน้ำนองสูงสุดสำหรับแต่ละคาบความถี่ของการเกิดด้วยการประยุกต์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่ากับปริมาณฝนส่วนเกินทุกช่วงย่อยเรียงที่ลำดับแล้วและรวมเข้าด้วยกันก็จะได้กราฟน้ำนองของน้ำท่าผิวดิน (Direct Runoff)

ตารางที่ 2 พารามิเตอร์ลุ่มน้ำลำน้ำของสถานีวัดน้ำท่า

ลำดับ	รหัสสถานี	ชื่อสถานี	A (ตร.กม.)	t_p (ชม.)	$LL_{\sqrt{S}}$	q_p/A
1	E.5	บ้านเขว	4,207	78	223,895.88	0.003
2	E.29	บ้านผานกเค้า	949	26	88,947.28	0.01
3	E.32A	บ้านหนองโอ	2,867	52	179,494.24	0.004
4	E.54	บ้านแก่งยาว	1,548	52	126,392.44	0.003
5	E.60	บ้านโคกพะวงด	205	12	19,524.74	0.013
6	E.70	บ้านกุดก่าง	2,647	60	203,084.72	0.003
7	E.72	บ้านเขียง	323	12	19,975.83	0.015



รูปที่ 3 กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าของลุ่มน้ำย่อย

ตารางที่ 3 ปริมาณฝนสูงสุด 1-7 วัน ที่รอบปีการเกิดต่างๆ

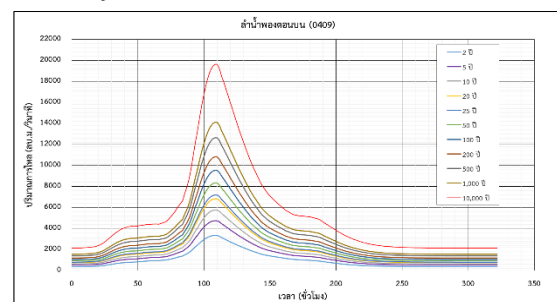
ปริมาณฝน สูงสุด (วัน)	รอบปีการเกิด (Tr)									
	2	5	10	20	25	50	100	200	500	1,000
1	84.48	113.09	132.02	150.19	155.95	173.70	191.32	208.87	232.03	249.53
2	110.97	145.26	167.96	189.74	196.64	217.92	239.04	260.09	287.85	308.84
3	127.60	164.70	189.27	212.83	220.31	243.33	266.19	288.96	319.01	341.71
4	139.87	178.45	204.00	228.50	236.27	260.21	283.98	307.65	338.89	362.50
5	152.19	192.97	219.97	245.86	254.08	279.39	304.51	329.54	362.56	387.52
6	165.27	209.45	238.71	266.77	275.67	303.09	330.30	357.42	393.20	420.23
7	175.47	222.81	254.16	284.22	293.76	323.14	352.31	381.36	419.70	448.67

ตารางที่ 4 ปริมาณฝนส่วนเกิน 1-7 วัน ที่รอบปีการเกิดต่างๆ

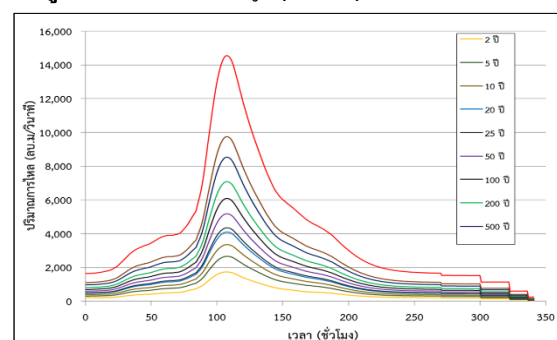
ปริมาณฝน ส่วนเกิน (วัน)	รอบปีการเกิด (Tr)									
	2	5	10	20	25	50	100	200	500	1,000
1	28.5	41.2	50.5	60.2	63.4	73.8	84.8	96.5	113.1	126.5
2	37.5	52.9	64.3	76.1	80.0	92.6	106.0	120.2	140.3	156.6
3	43.1	60.0	72.5	85.3	89.6	103.4	118.0	133.6	155.5	173.3
4	47.2	65.0	78.1	91.6	96.1	110.6	125.9	142.2	165.2	183.8
5	51.4	70.3	84.2	98.6	103.3	118.7	135.0	152.3	176.7	196.5
6	55.8	76.3	91.4	107.0	112.1	128.8	146.5	165.2	191.7	213.1
7	59.2	81.2	97.3	114.0	119.5	137.3	156.2	176.3	204.6	227.5

จากนั้นทำการบวกด้วยปริมาณการไหลพื้นฐาน (Base Flow) จะได้กราฟน้ำนองสูงสุดที่คาบความถี่การเกิดต่างๆของกลุ่มน้ำย่อย แสดงตัวอย่างกราฟน้ำนองสูงสุดของกลุ่มน้ำพองตอนบน ดังรูปที่ 4

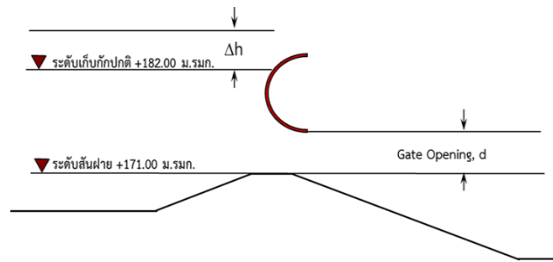
จากนั้นทำการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของน้ำหลากในลำน้ำ (River Routing) ผ่านจุดควบคุมในลำน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษาจะได้กราฟน้ำนองสูงสุดที่ไหลเข้าเขื่อนอุบลรัตน์ที่คาบความถี่ของการเกิดต่างๆดังแสดงในรูปที่ 5 และเมื่อวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของน้ำหลากผ่านอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Routing) ด้วยเทคนิค Routing and Combining โดยใช้ข้อมูลคุณลักษณะทางกายภาพของเขื่อนและเงื่อนไขการจัดการอ่างเก็บน้ำที่ใช้ในปัจจุบันการศึกษาในครั้งนี้จึงกำหนดเงื่อนไขควบคุมการไหลของ Gate โดย Gate Operation Rule Curve เมื่อใช้ระดับน้ำสูงสุด คือ +183.50 เมตร(รทก.) เป็นเกณฑ์ในการวิเคราะห์จากการศึกษาเมื่อกำหนดเงื่อนไขระดับน้ำเริ่มต้นที่สันอาคารระบายน้ำล้นที่ระดับ +182.00 เมตร(รทก.) และปล่อยน้ำเมื่อระดับน้ำเกินกว่า +182.00 เมตร(รทก.) พบว่าเขื่อนอุบลรัตน์มีความสามารถในการรองรับปริมาณน้ำนองสูงสุดที่ไหลผ่านเขื่อนได้ที่คาบความถี่ของการเกิด 2-200 ปี ซึ่งกำหนดเงื่อนไขการควบคุมการเปิดประตูระบายน้ำ (Spillway) ด้วยอัตราส่วน $d/\Delta h$ ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 4 กราฟน้ำนองสูงสุดของกลุ่มน้ำพองตอนบน



รูปที่ 5 กราฟน้ำนองสูงสุดที่ไหลเข้าเขื่อนอุบลรัตน์

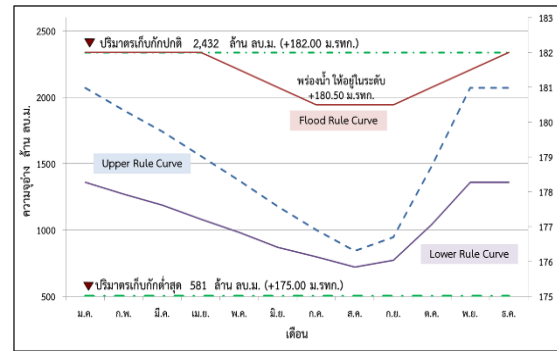


รูปที่ 6 การกำหนดเงื่อนไขการควบคุมการเปิดประตูระบายน้ำ ด้วยอัตราส่วน $d/\Delta h$

สำหรับปริมาณน้ำหลากที่ที่คาบความถี่ของการเกิด 500–10,000 ปีเมื่อกำหนดเงื่อนไขระดับน้ำเริ่มต้นที่สันอาคารระบายน้ำล้นที่ระดับ +182.00 เมตร (รทก.) พบว่าปริมาณน้ำนองสูงสุดที่ไหลเข้าเขื่อนอุบลรัตน์ ทำให้ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเพิ่มสูงกว่าระดับ +183.50 เมตร (รทก.) ซึ่งเป็นระดับเก็บกักสูงสุดของเขื่อน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องกำหนดให้มีการพร่องน้ำในช่วงฤดูน้ำหลากโดยคาบความถี่ของการเกิด 500 ปี พร่องน้ำในช่วงฤดูน้ำหลากอยู่ที่ระดับ +180.50 เมตร (รทก.) ปล่อยน้ำเมื่อระดับน้ำเกินกว่า +182.00 เมตร (รทก.) และควบคุมการเปิดประตูระบายน้ำ (Spillway) แสดงดังตารางที่ 5 ซึ่งผลการวิเคราะห์มีปริมาณน้ำหลากไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำสูงสุด 8,536.20 ลบ.ม/วินาที มีการระบายน้ำออกประตูระบายน้ำสูงสุด 3,830.47 ลบ.ม/วินาที และกำหนดเกณฑ์ปฏิบัติการนํ้านองของเขื่อนอุบลรัตน์ (Flood Operation Rule Curve) ที่คาบความถี่ของการเกิด 500 ปี ได้ดังรูปที่ 7

ตารางที่ 5 การควบคุมการเปิดประตูระบายน้ำ (Spillway) ด้วยอัตราส่วน $d/\Delta h$ ที่คาบความถี่ของการเกิด 500 ปี

ระดับควบคุมการเปิดประตูน้ำ		เงื่อนไขการเปิดบาน	
จากระดับ	ถึง		
180.5	181.1	$d/\Delta h$	4:1
181.1	181.7	$d/\Delta h$	4:1
181.7	182.3	$d/\Delta h$	4:1
182.3	183.9	$d/\Delta h$	4:1
182.9	183.5	$d/\Delta h$	4:1

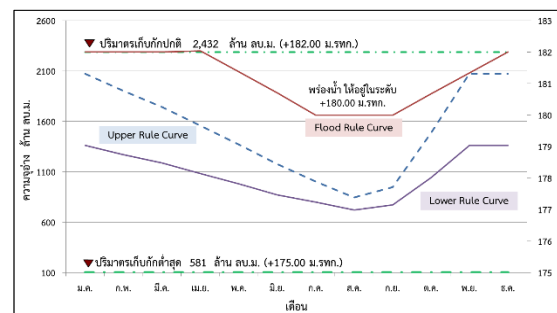


รูปที่ 7 เกณฑ์ปฏิบัติการนํ้านองของเขื่อนอุบลรัตน์ (Flood Operation Rule Curve) ที่คาบความถี่ของการเกิด 500 ปี

สำหรับคาบความถี่ของการเกิด 1,000 ปี พร่องน้ำในช่วงฤดูน้ำหลากอยู่ที่ระดับ +180.00 เมตร (รทก.) ปล่อยน้ำเมื่อระดับน้ำเกินกว่า +181.50 เมตร (รทก.) และควบคุมการเปิดประตูระบายน้ำ (Spillway) แสดงดังตารางที่ 6 ซึ่งผลการวิเคราะห์มีปริมาณน้ำหลากไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำสูงสุด 9,748.45 ลบ.ม/วินาที มีการระบายน้ำออกประตูระบายน้ำสูงสุด 3,813.17 ลบ.ม/วินาที และกำหนดเกณฑ์ปฏิบัติการนํ้านองของเขื่อนอุบลรัตน์ (Flood Operation Rule Curve) ที่คาบความถี่ของการเกิด 1,000 ปี ได้ดังรูปที่ 8

ตารางที่ 6 การควบคุมการเปิดประตูระบายน้ำ (Spillway) ด้วยอัตราส่วน $d/\Delta h$ ที่คาบความถี่ของการเกิด 1,000 ปี

ระดับควบคุมการเปิดประตูน้ำ		เงื่อนไขการเปิดบาน	
จากระดับ	ถึง		
181.0	181.5	$d/\Delta h$	5:1
181.5	182.0	$d/\Delta h$	5:1
182.0	182.5	$d/\Delta h$	5:1
182.5	183.0	$d/\Delta h$	5:1
183.0	183.5	$d/\Delta h$	5:1



รูปที่ 8 เกณฑ์ปฏิบัติการนํ้านองของเขื่อนอุบลรัตน์ (Flood Operation Rule Curve) ที่คาบความถี่ของการเกิด 1,000 ปี

และสำหรับคาบความถี่ของการเกิด 10,000 ปี พร่องน้ำในช่วงฤดูน้ำหลากอยู่ที่ระดับ +177.00 เมตร (รทก.) ปล่องน้ำเมื่อระดับน้ำเกินกว่า +180.50 เมตร (รทก.) และควบคุมการเปิดประตูระบายน้ำ (Spillway) ดังตารางที่ 7 ซึ่งผลการวิเคราะห์หมีปริมาณน้ำหลากไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำสูงสุด 12,934.58 ลบ.ม/วินาที และมีการระบายน้ำออกประตูระบายน้ำสูงสุด 3,821.27 ลบ.ม/วินาทีที่ระดับน้ำสูงสุดอยู่ที่ +184.67 เมตร (รทก.) ซึ่งสูงกว่าระดับเก็บกักสูงสุด +183.50 เมตร (รทก.) แต่ระดับเก็บกักสูงสุดที่แท้จริงของเขื่อนอยู่ที่ +186.6 เมตร (รทก.) ระดับน้ำจึงยังไม่ล้นสันเขื่อน แต่ระดับน้ำล้นสันกันกันน้ำ อำเภอนโนสัง จึงจำเป็นต้องเพิ่มการติดตั้ง Barrier 1.20 เมตรที่คันกันน้ำ เพื่อรองรับปริมาณน้ำหลากที่ไหลผ่านเขื่อนอุบลรัตน์ และกำหนดเกณฑ์ปฏิบัติการน้ำนองของเขื่อนอุบลรัตน์ (Flood Operation Rule Curve) ที่คาบความถี่ของการเกิด 10,000 ปีได้ดังรูปที่ 9

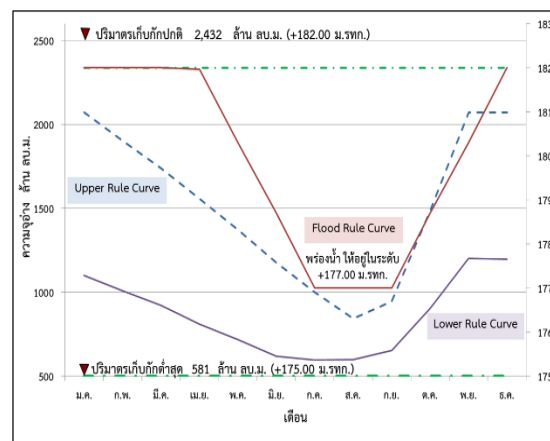
4.สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษาสามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

4.1. ผลการวิเคราะห์กราฟน้ำนองสูงสุดที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์โดยใช้หลักการของ Routing and Combining ในการคำนวณกราฟน้ำนองสูงสุดที่จุดควบคุมหรือจุดพิจารณาต่างๆ บนลำน้ำ

ตารางที่ 7 การควบคุมการเปิดประตูระบายน้ำ (Spillway) ด้วยอัตราส่วน $d/\Delta h$ ที่คาบความถี่ของการเกิด 10,000 ปี

ระดับควบคุมการเปิดประตูน้ำ		เงื่อนไขการเปิดบาน	
จากระดับ	ถึง		
177.0	178.3	$d/\Delta h$	2:1
178.3	179.6	$d/\Delta h$	2:1
179.6	180.9	$d/\Delta h$	2:1
180.9	182.2	$d/\Delta h$	2:1
182.2	183.5	$d/\Delta h$	2:1



รูปที่ 9 เกณฑ์ปฏิบัติการน้ำนองของเขื่อนอุบลรัตน์ (Flood Operation Rule Curve) ที่คาบความถี่ของการเกิด 10,000 ปี บริเวณพื้นที่ศึกษามีค่าปริมาณการไหลสูงสุดที่คาบความถี่ของการเกิดตั้งแต่ 2-10,000 ปี อยู่ในช่วง 1,738.86 ถึง 14,549.89 ลูกบาศก์เมตร/วินาที

4.2 ผลการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของคลื่นน้ำท่วมผ่านเขื่อนอุบลรัตน์ด้วยเทคนิค Routing and Combining เมื่อกำหนดเงื่อนไขระดับน้ำเริ่มต้นที่สันอาคารระบายน้ำล้นที่ระดับ +182.00 เมตร (รทก.) และปล่องน้ำเมื่อระดับน้ำเกินกว่า +182.00 เมตร (รทก.) พบว่าเขื่อนอุบลรัตน์มีความสามารถในการรองรับปริมาณน้ำนองสูงสุดที่ไหลผ่านเขื่อนได้ที่คาบความถี่ของการเกิด 2-200 ปี

สำหรับปริมาณน้ำหลากที่คาบความถี่ของการเกิด 500-10,000 ปี จำเป็นต้องกำหนดให้ที่คาบความถี่ของการเกิด 500 ปี พร่องน้ำในช่วงฤดูน้ำหลาก อยู่ที่ระดับ +180.50 เมตร (รทก.) ที่คาบความถี่ของการเกิด 1,000 ปี พร่องน้ำในช่วงฤดูน้ำหลาก อยู่ที่ระดับ +180.00 เมตร (รทก.) ปล่องน้ำเมื่อระดับน้ำเกินกว่า +181.50 เมตร (รทก.) และที่คาบความถี่ของการเกิด 10,000 ปี พร่องน้ำในช่วงฤดูน้ำหลาก อยู่ที่ระดับ +177.00 เมตร (รทก.) ปล่องน้ำเมื่อระดับน้ำเกินกว่า +180.50 เมตร (รทก.) และเพิ่มการติดตั้ง Barrier 1.20 เมตรเพื่อให้สามารถรองรับปริมาณน้ำหลากที่ไหลผ่านเขื่อนอุบลรัตน์ได้อย่างปลอดภัย

5.เอกสารอ้างอิง

- [1] N. Marjang, Investigation of spillway design flood hydrographs and flood operation rule curve for Sirikit storage dam, M. Eng. Thesis, Kasetsart University. Bangkok. Graduate School, 1999.
- [2] T. Jaitrong, Flood. Forecasting in Ubol Ratana Reservoir by Artificial Neural Network for Flood Management, M. Eng. Thesis, Kasetsart University. Bangkok. Graduate School, 2005.
- [3] V. Taesombut, Hydrology, Department of water resources engineering Kasetsartuniversity, Bangkok, 1985.
- [4] V. Taesombut, Applied Hydrology, Department of water resources engineering Kasetsart university, Bangkok, 1988.
- [5] Royal Irrigation Department, Rainfall Intensity-Duration-Frequency curve and Distribution of maximum rainfall for 24 hours the north east of Thailand, Office of water management and Hydrology royal irrigation department, Bangkok, 2001.
- [6] Royal Irrigation Department, Unit hydrograph of river basin in Thailand, Hydrology division Office of water management and hydrology Royal irrigation department, Bangkok, 2009.
- [7] T. H. Illangasekare, Synthetic unit hydrograph for regions with inadequate hydrologic data., M. Eng. Thesis, Asian Institution of Thailand., 1974.
- [8] C. Komsatra, Flood hydrograph from small watershed., M. Eng. Thesis, Asian Institution of Thailand, 1969.