Engng.J.CMU.(2018) 25 (1), 66-81

วารสารวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Engineering Journal
Chiang Mai University

การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลเพื่อการบรรเทาอุทกภัยด้วยแบบจำลอง เฮก-เรสซิม

Operation of Bhumibol Reservoir for Flood Mitigation by HEC-ResSim Model

เจนวิทย์ เกษมทรัพย์* และ ธนพร สุปริยศิลป์

Janewit Kasemsup* and Thanaporn Supriyasilp

ภาควิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 239 ถ.ห้วยแก้ว ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineer, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200, Thailand

*E-mail : janewit_kasemsup@cmu.ac.th, Telephone Number : 053-944156, Fax. : 053-892376

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางปฏิบัติการที่เหมาะสมสำหรับอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลในการบรรเทาอุทกภัย โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง HEC-ResSim ภายใต้เกณฑ์ควบคุมระดับน้ำตอนบน 4 เส้น ประกอบด้วย ระดับควบคุมตอนบนเดิม ระดับควบคุมตอนบนที่ปรับปรุงใหม่ปี พ.ศ. 2555 ระดับควบคุมตอนบนที่ผู้ศึกษาเสนอ1 และ2 และการใช้ระดับควบคุมตอนบนทั้ง 4 เส้น พร้อมกับการควบคุมปริมาณน้ำที่สถานีควบคุม P.17 ไม่ให้เกินความจุสูงสุดเท่ากับ 1,815 ลบ.ม./วินาที อีก 4 กรณีรวมทั้งหมดเป็น 8 กรณี โดยทำการจำลองในช่วงฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงปลายเดือนตุลาคม ในปี พ.ศ. 2549 และ 2554 ซึ่งเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมครั้งใหญ่ในประเทศไทย และได้ใช้แบบจำลอง HEC-HMS มาช่วยในคำนวณปริมาณน้ำสมทบในลุ่มน้ำย่อยเพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับแบบจำลอง HEC-ResSim ผลการศึกษาพบว่าระดับควบคุมตอนบนที่ดีที่สุดสำหรับการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลในการบรรเทาอุทกภัยในปี พ.ศ. 2549 และ2554 คือระดับควบคุมตอนบนที่ผู้ศึกษานำเสนอ 1 ร่วมกับการควบคุมปริมาณน้ำที่สถานี P.17 และระดับควบคุมตอนบนที่ปรับปรุงขึ้นใหม่ในปี พ.ศ. 2555 ร่วมกับการควบคุมปริมาณน้ำที่สถานี P.17 จะสามารถช่วยในการบรรเทาน้ำท่วมที่สถานีควบคุม P.17 ตามลำดับ

ABSTRACT

The aim of this research was to determine the appropriate rule curve for Bhumibol Reservoir in order to mitigate flood by applying HEC-ResSim. Four upper rule curves, URCs, which were old upper rule curve, adjusted upper rule curve after year 2012, proposed upper rule curve-1, and proposed upper rule curve-2, were compared and analyzed together with downstream control at station P.17 to not exceed the capacity of 1,815 cms. Thus, there were 8 case studies: each URCs with and without downstream control. The model situations had applied the data during rainy season (May to October) in year 2006 and 2011, when the big flood in Thailand occurred. Apart from the HEC-ResSim, the HEC-HMS model was also used to calculate side flows as the input data for the HEC-ResSim model. The results showed that the best Bhumibol reservoir operation that could help alleviate the flood in year 2006 and 2011 at the control station (P.17) the most were the proposed upper rule curve-1 with downstream control and the adjusted upper rule curve after year 2012 with downstream control, respectively.

Received 9 March 2016
Accepted 24 June 2016

1. บทนำ

จากวิกฤตอุทกภัยที่ผ่านมาโดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2554 ได้สร้างความเสียหายในหลายพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง ทั้งด้านความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สิน ความเสียหายต่อเศรษฐกิจ เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม ซึ่งอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลมีส่วนสำคัญในการช่วยบรรเทาปัญหาอุทกภัยโดยการชะลอน้ำด้วยการเก็บกักน้ำในช่วงน้ำหลาก และระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลาที่เหมาะสม เพื่อให้การดำเนินการอ่างเก็บน้ำมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จำเป็นต้องนำแบบจำลองมาช่วยในจำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำ เลือกใช้เกณฑ์ปฏิบัติการให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ต่าง ๆ ภายใต้วัตถุประสงค์และข้อจำกัดที่แตกต่างกัน เพื่อประโยชน์ในการใช้เป็นข้อมูลของการตัดสินใจ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลเพื่อบรรเทาปัญหาอุทกภัยเป็นหลักและให้มีปริมาณน้ำกักเก็บในปลายฤดูฝนมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

2. ทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

2.1 การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ หมายถึง การเก็บกักน้ำในอ่างเก็บน้ำและการส่งน้ำจากอ่างเก็บน้ำเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆโดยมีการวางแผนล่วงหน้าว่าควรจะเก็บกักและส่งน้ำจากอ่างเก็บน้ำในแต่ละช่วงเวลาเป็นปริมาณเท่าใดและมีการปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ตราบเท่าที่สภาพในอนาคตเป็นไปตามที่คาดคะเนไว้

การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ จะใช้โค้งปฏิบัติการของอ่างเก็บน้ำ (Reservoir operation rule curves) มากำหนดนโยบายของการกักเก็บและการปล่อยน้ำเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ โดยโค้งปฏิบัติการประกอบด้วยอย่างน้อย 2 เส้น คือ ระดับควบคุมตอนบน (Upper rule curve, URC) และระดับควบคุมตอนล่าง (Lower rule curve, LRC) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระดับควบคุมตอนบน (Upper rule curve, URC) คือระดับน้ำตอนบนที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐานของอ่างเก็บน้ำในแต่ละเดือน จำเป็นต้องรักษาระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำไม่ให้มีระดับน้ำสูงเกินกว่าระดับควบคุมตอนบน ทั้งนี้เพื่อสำรองปริมาตรน้ำที่อยู่ระหว่างระดับน้ำควบคุมตอนบนกับระดับน้ำเก็บกักสูงสุดไว้สำหรับป้องกันน้ำท่วม

ระดับควบคุมตอนล่าง (Lower rule curve, LRC) คือระดับน้ำที่ควบคุมต่ำสุดในอ่างเก็บน้ำของแต่ละเดือนที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐานไม่ให้มีระดับน้ำต่ำกว่าระดับควบคุมตอนล่าง ทั้งนี้เพื่อสำรองปริมาตรน้ำที่อยู่ระหว่างระดับน้ำควบคุมตอนล่างกับระดับน้ำเก็บกักต่ำสุดไว้สำหรับการเพาะปลูกในช่วงฤดูแล้งที่มีการขาดแคลนน้ำ

อย่างไรก็ตามกรมชลประทาน [1] จัดทำแผนการบริหารจัดการเขื่อนเก็บน้ำหลัก และจัดทำแผนบริหารน้ำประจำปี 2555 โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อปรับปรุงระบบการบริหารจัดการน้ำของประเทศ และในเขื่อนเก็บน้ำหลักให้มีประสิทธิภาพ และเพิ่มขีดความสามารถการป้องกันและบรรเทาปัญหาอุทกภัยที่จะเกิดขึ้นในแต่ละปีด้วยการปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ทั้ง 33 แห่ง ด้วยการใช้แบบจำลอง HEC-3 ทั้งนี้ในการศึกษานี้จะเน้นศึกษาเฉพาะระดับควบคุมตอนบน (URC) เท่านั้นโดยขอบเขตในการศึกษานี้จะพิจารณาที่ URC เดิม URC ที่กรมชลประทานได้จัดทำในปี พ.ศ. 2555 URC ที่ผู้ศึกษาเสนอ 1 และ 2 และการใช้ URC ทั้ง 4 เส้น พร้อมกับการควบคุมปริมาณน้ำที่สถานีควบคุม P.17 รวมทั้งหมดเป็น 8 กรณีโดยทำการจำลองเฉพาะอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลในปี พ.ศ. 2549 และ 2554

2.2 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

แบบจำลองหลักที่ใช้ในการศึกษาคือ แบบจำลอง HEC-ResSim รุ่นที่ 3.1 ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้เพื่อช่วยในการจำลองการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ ประกอบด้วยการจำลองของลักษณะทางกายภาพและการดำเนินการของระบบอ่างเก็บน้ำและการกำหนดเส้นลำน้ำเชื่อมโยงกัน รวมถึงจุดควบคุม แบบจำลองสามารถสร้างทางเลือกในการจำลองสถานการณ์ที่แตกต่างกันและแสดงผลที่ได้ในแต่ละสถานการณ์นั้นๆ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบในการการวางแผนและช่วยในกระบวนการตัดสินใจการ

ดำเนินการของระบบอ่างเก็บน้ำเพื่อใช้ตอบสนองตามวัตถุประสงค์สำหรับการควบคุมน้ำท่วม การบรรเทาภัยแล้ง การผลิตกระแสไฟฟ้า และความต้องการใช้น้ำด้านท้ายน้ำ นอกจากนี้ยังมีฟังก์ชันสำหรับการใช้ควบคุมน้ำท่วมในการปล่อยน้ำกรณีฉุกเฉินเพื่อให้บรรเทาน้ำท่วมได้ เช่น วีระพงษ์ [2] ได้ทำการศึกษาการจัดการและควบคุมน้ำท่วม โดยการใช้แบบจำลอง HEC-ResSim ในลุ่มน้ำน่านตอนล่าง และได้นำแบบจำลอง HEC-HMS มาจำลองสร้างข้อมูลการไหลของน้ำท่าเพื่อสร้างเป็นข้อมูลนำเข้าของแบบจำลอง HEC-ResSim พิจารณาในกรณีที่ในพื้นที่มีอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์อย่างเดียวและในกรณีที่มีอ่างเก็บน้ำเขื่อนแควน้อย จำลองสถานการณ์ออกเป็น 2 แบบ คือ การดำเนินการแบบธรรมดาที่ใช้เกณฑ์ปฏิบัติการควบคุมในการบริหารจัดการน้ำ และการดำเนินการควบคุมน้ำท่วมที่จุดควบคุมท้ายน้ำ โดยแยกออกเป็น 8 กรณี พิจารณาการบริหารจัดการน้ำในปี พ.ศ.2538 ที่เกิดน้ำท่วมใหญ่ และทำการเปรียบเทียบเพื่อหาอัตราการไหลที่เขื่อนและที่จุดควบคุม จากนั้นทำการหาช่วงเวลาที่เกิดน้ำท่วมในแต่ละกรณี เพื่อหาสถานการณ์ที่ดีที่สุดมาบริหารจัดการน้ำท่วมในพื้นที่ สุธรรม [3] ได้ทำการศึกษาการจัดการระบบอ่างเก็บน้ำของโครงการกิ่วคอหมาและกิ่วลม จังหวัดลำปาง โดยนำแบบจำลอง HEC-ResSim และแบบจำลอง Wusmo Version 4.60 มาช่วยทำการวิเคราะห์หาความต้องการน้ำของพืช ใช้ข้อมูลอุทกวิทยาปี 2536-2546 (10 ปี) โดยได้ทำการศึกษาสภาพการจัดการน้ำในกรณีที่มีอ่างเก็บน้ำกิ่วลมอย่างเดียวและกรณีที่มีการสร้างอ่างเก็บน้ำกิ่วคอหมาโดยกรณีศึกษาแบ่งออกเป็น 6 กรณี โดยแยกตามสภาพปริมาณน้ำต้นทุนและการกำหนดพื้นที่ชลประทาน ผลจำลองเกณฑ์ปฏิบัติการที่สร้างขึ้นใหม่เมื่อนำมาทดสอบในกรณีปีที่น้ำน้อยพบว่าสามารถบริหารจัดการน้ำไม่ให้เกิดการขาดแคลนได้ตลอดทั้งปี แสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง HEC-ResSim สามารถนำมาใช้บริหารจัดการน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แบบจำลอง HEC-ResSim ประกอบไปด้วย 3 โมดูล คือ Watershed Setup Reservoir Network และ Simulation ซึ่งแต่ละโมดูลมีวัตถุประสงค์และหน้าที่ที่แตกต่างกัน

Watershed Module Setup สร้างและกำหนดขอบเขตของระบบลุ่มน้ำ รวมไปถึงโครงข่ายของแม่น้ำ

Reservoir Network Module กำหนดโครงสร้างของโครงข่ายแม่น้ำโดยกำหนดค่าการเคลื่อนตัวของน้ำในแต่ละช่วงของลำน้ำที่จุดพิจารณา กำหนดคุณสมบัติทางกายภาพและการดำเนินการของการจำลองอ่างเก็บน้ำ และสร้างทางเลือกในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำที่จะใช้ในการวิเคราะห์

Simulation Module จำลองการดำเนินการประมวลผลของทั้งระบบ และแสดงผลค่าจากการจำลอง

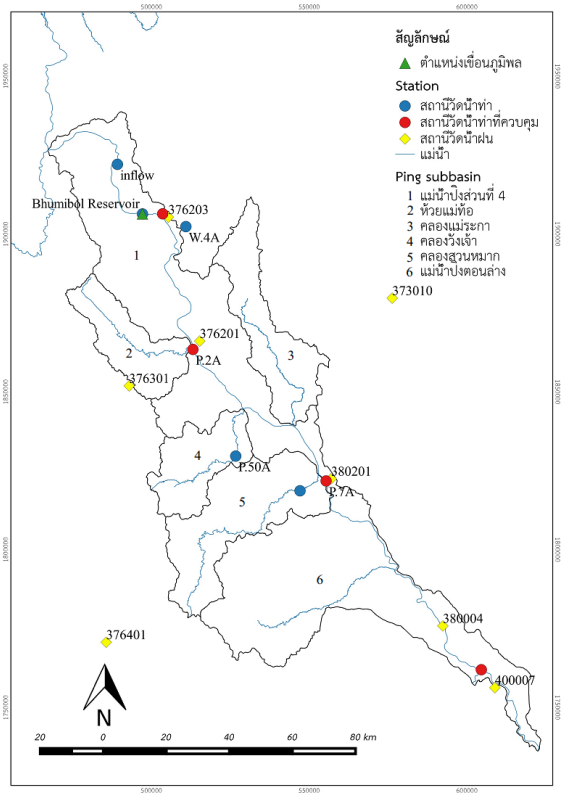
นอกจากนี้เนื่องจากในการศึกษาจะต้องทำการคำนวณค่าปริมาณน้ำสมทบ (side flow) ผู้ศึกษาจึงได้นำแบบจำลอง HEC-HMS มาใช้ในการศึกษาหาปริมาณน้ำสมทบ ซึ่งแบบจำลอง HEC–HMS เป็นแบบจำลองระบบอุทกวิทยาที่สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ปริมาณน้ำท่าที่มาจากน้ำฝน และขั้นตอนการไหลทั้งในสภาพธรรมชาติและสภาพที่มีการควบคุม และยังมีความสามารถในการจำลองกราฟน้ำท่าในช่วงเวลานาน ๆ คำนวณการกระจายน้ำท่าในรูปแบบ Grid-cell ของพื้นที่รับน้ำฝน การเคลื่อนตัวของน้ำท่า (Routing) ผ่านแม่น้ำ เกษม [4] ทำการศึกษาสภาพอุทกวิทยาในลุ่มน้ำน่าน โดยทำการหาพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อการประเมินน้ำท่ารายวันในพื้นที่ลุ่มน้ำ พบว่าแบบจำลอง HEC-HMS สามารถประเมินหาน้ำท่ารายวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 พื้นที่ศึกษา

1) ลุ่มน้ำปิง

ลุ่มน้ำปิงมีพื้นที่รับน้ำฝนทั้งหมดประมาณ 34,536.83 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 5 จังหวัด จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูน ตาก กำแพงเพชร และนครสวรรค์ โดยมีอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลที่อำเภอสามเงา จังหวัดตากเป็นแนวกำหนดพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบนและตอนล่าง ประกอบด้วย 20 ลุ่มน้ำสาขา โดยในการศึกษานี้จะทำการคำนวณหาปริมาณน้ำสมทบก่อนโดยใช้

แบบจำลอง HEC-HMS และใช้แบบจำลอง HEC-ResSim กำหนดระบบอ่างเก็บน้ำโดยเริ่มจากจุด Inflow จนถึงจุดควบคุมที่สถานี P.17 ที่ อ.บรรพตพิสัย จ.กำแพงเพชร โดยบริเวณจุดนี้มีปัญหาน้ำท่วมซ้ำซาก เนื่องจากสภาพทางกายภาพไม่เหมาะสมในการระบายน้ำ โดยเฉพาะบริเวณนี้ที่มีสภาพลำน้ำค่อนข้างแคบโดยมีความจุสูงสุดในการระบายน้ำอยู่ที่ 1,850 ลบ.ม./วินาที และเป็นที่ราบลุ่มทำให้เกิดน้ำท่วมล้นตลิ่ง ดังแสดงในรูปที่ 1 และแผนผังระบบลุ่มน้ำในรูปที่ 2



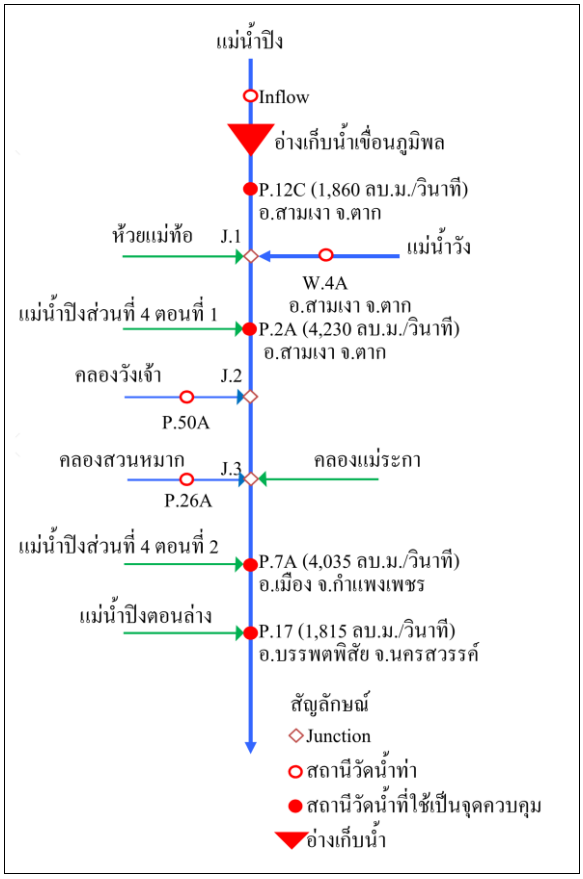
รูปที่ 1 แผนที่แสดงที่ตั้งสถานีวัดน้ำท่าที่ใช้ในการศึกษา

2) อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล

อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลเป็นอ่างเก็บน้ำอเนกประสงค์ขนาดใหญ่สร้างกั้นแม่น้ำปิงและมีอิทธิพลต่อการบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำปิง และลุ่มน้ำเจ้าพระยาที่อยู่ด้านท้ายเขื่อน ปริมาณกักเก็บสูงสุดเท่ากับ 13,462 ล้านลูกบาศก์เมตร (ที่ระดับ 260 ม.รทก.) ปริมาณกักเก็บต่ำสุดเท่ากับ 3,000 ล้านลูกบาศก์เมตร (ที่ระดับ 213 ม.รทก.)

3. วิธีการดำเนินการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้แบบจำลอง HEC-ResSim เป็นแบบจำลองหลักในการศึกษาการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลเพื่อบรรเทาน้ำท่วม ดังแสดงในรูปที่ 3 ประกอบด้วยวิธีการศึกษา 5 ขั้นตอน คือ 1. การรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา 2. การหาปริมาณน้ำสมทบด้วยแบบจำลอง HEC-HMS 3. การจำลองระบบอ่างเก็บน้ำด้วยแบบจำลอง HEC-ResSim และทำการสอบเทียบ 4. การจำลองสถานการณ์และประมวลผล 5. การสรุปผลการศึกษา



รูปที่ 2 แผนผังระบบลุ่มน้ำในพื้นที่ศึกษา

3.1 การรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

1) ข้อมูลน้ำท่า

รวมรวมข้อมูลสถิติน้ำท่ารายวันของกรมชลประทาน จำนวน 7 สถานี เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับปรับเทียบกับผลจากแบบจำลองสถานีดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1

2) ข้อมูลน้ำฝน

รวบรวมข้อมูลสถิติน้ำฝนรายวันของกรมอุตุนิยม-วิทยาจำนวน 8 สถานี เพื่อใช้วิเคราะห์หาปริมาณน้ำสมทบในแบบจำลอง HEC-HMS ดังแสดงตำแหน่งที่ตั้งและค่าฝนเฉลี่ยรายเดือน (มม.) ของสถานีวัดฝนที่ใช้ในการศึกษาในปี พ.ศ. 2549 และ 2554 ในตารางที่ 2

3) ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์

ประกอบด้วยข้อมูลขอบเขตลุ่มน้ำ เส้นลำน้ำหลัก เส้นลำน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิง และตำแหน่งของสถานีวัดน้ำท่า สถานีน้ำฝน อ่างเก็บน้ำ รวมถึงจุด Inflow ของอ่างเก็บน้ำที่ใช้ในการศึกษา เพื่อใช้ในการคำนวณเพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ทางอุทกวิทยา ได้แก่ ค่า CN I_a t_p และค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละสถานีน้ำฝนในแบบจำลอง HEC-HMS และใช้กำหนดตำแหน่งโครงข่ายลุ่มน้ำในแบบจำลองทั้งสอง

4) ข้อมูลทางกายภาพและการจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำ

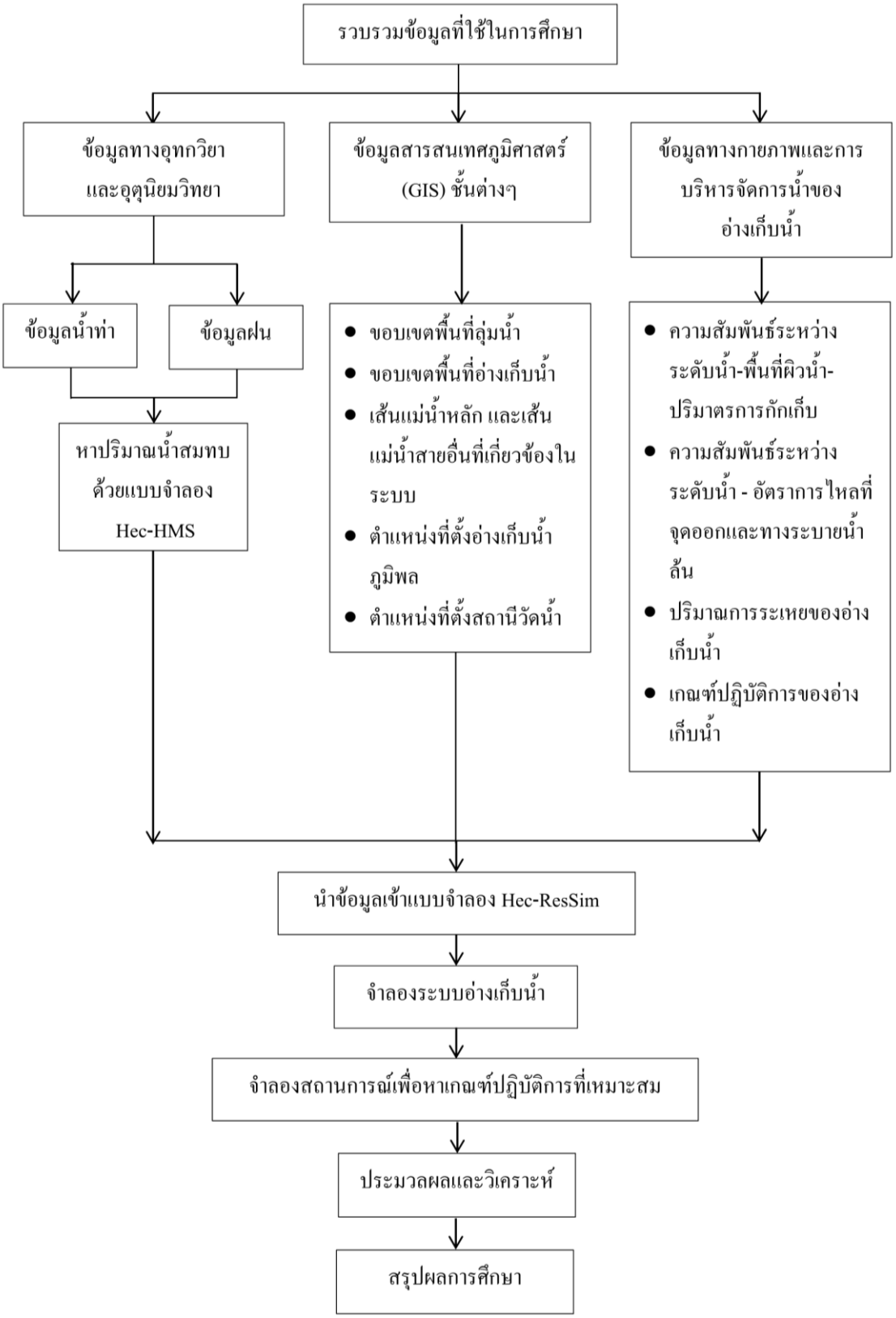
รวบรวมข้อมูลจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โดยข้อมูลทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำ ประกอบด้วย ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำ-พื้นที่ผิว-ปริมาตรการกักเก็บ ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับอัตราการไหลที่จุดออกและทางระบายน้ำล้น และข้อมูลพื้นฐานของอ่างเก็บน้ำ ส่วนข้อมูลการบริหารน้ำรายวันประกอบด้วย ปริมาณน้ำไหลเข้า และปริมาณน้ำที่ระบายออกทั้งที่จุดหลักและทางระบายน้ำล้น ระดับกักเก็บ ปริมาตรกักเก็บ และ URC เดิม URC ที่ปรับปรุงใหม่ปี พ.ศ. 2555 ซึ่งจะเน้นการบรรเทาอุทกภัยเป็นหลักในการดำเนินการ โดยจะเร่งระบายน้ำล่วงหน้าให้เร็วขึ้นจาก URC เดิม และ URC ที่ผู้ศึกษาเสนอ 1 และ 2 ซึ่ง URC ทั้ง 2 ที่ผู้ศึกษาเสนอจะอิงตาม URCที่ปรับปรุงใหม่ปี พ.ศ. 2555 โดย URC ที่ผู้ศึกษาเสนอ 1 จะอยู่เหนือ URC ที่ปรับปรุงใหม่ปี พ.ศ. 2555 เล็กน้อยเพื่อลดการระบายน้ำ และในขณะเดียวกันจะทำการกักเก็บน้ำให้เต็มอ่างเก็บน้ำในช่วงปลายเดือน ต.ค. ส่วน URC ที่ผู้ศึกษาเสนอ 2 จะอยู่ต่ำกว่า URC ที่ปรับปรุงใหม่ปี พ.ศ. 2555 ลงมา เพื่อเพิ่มการระบายน้ำให้มากขึ้นแต่จะมีความชันของเส้นในช่วงปลายฤดูฝนมากเพราะเนื่องจากต้องการเก็บกักน้ำเพื่อให้เต็มอ่างเก็บน้ำในช่วงปลายเดือน ต.ค. และเนื่องจากผู้ศึกษาต้องการให้มีปริมาณน้ำเต็มอ่างเก็บน้ำ จึงได้ปรับให้ URC ที่นำเสนอ 1 และ 2 อยู่ที่ระดับเก็บกักสูงสุดในช่วงปลายเดือน ต.ค. ดังแสดงในรูปที่ 4

3.2 การจำลองปริมาณน้ำสมทบด้วยแบบจำลอง HEC-HMS

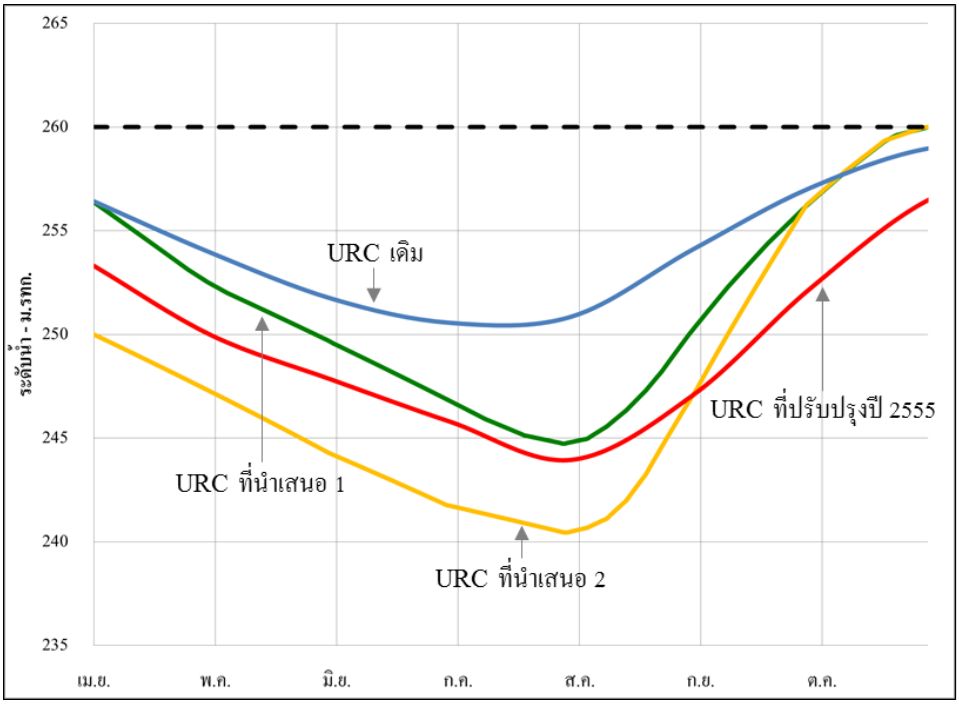
ในการจำลองด้วยแบบจำลอง HEC-HMS จะทำการหาปริมาณน้ำสมทบในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนล่างในส่วนของลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่าบริเวณจุด outlet ในพื้นที่ ประกอบด้วย 5 ลุ่มน้ำย่อย และจุดนำเข้าปริมาณน้ำท่ารายวันของสถานี W.4A P.50A P.26A โดยมีสถานี P.12C P.2A P.7A และ P.17 เป็นจุดควบคุม และผลการสอบเทียบค่าผลรวมของปริมาณน้ำในช่วงเดือน พ.ค. - ต.ค. ปีพ.ศ. 2549 และ 2554 จากแบบจำลอง HEC-HMS กับค่าที่วัดได้จริง โดยใช้ค่า Term of the relative error (%RE) ดังแสดงในตารางที่ 3 ทั้งนี้ข้อมูลปริมาณน้ำสมทบที่ได้มานั้นจะถูกนำเข้าแบบจำลอง HEC-ResSim เพื่อจำลองการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำในลำดับต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 5 ตัวอย่างข้อมูลปริมาณน้ำสมทบของลุ่มน้ำคลองแม่ระกา

ตารางที่ 1 ตำแหน่งสถานีน้ำท่าที่ใช้ในการศึกษา

สถานีรหัส	ตำแหน่ง		หมายเหตุ
	ละติจูด	ลองจิจูด	
P.12C	17.14.34	99.01.59	จุดควบคุม
P.2A	16.51.16	99.07.23	จุดควบคุม
P.50A	16.32.56	99.15.00	
P.26A	16.26.57	99.26.27	
P.7A	16.28.38	99.31.06	จุดควบคุม
P.17	15.56.06	99.58.36	จุดควบคุม
W.4A	17.12.22	99.06.08	



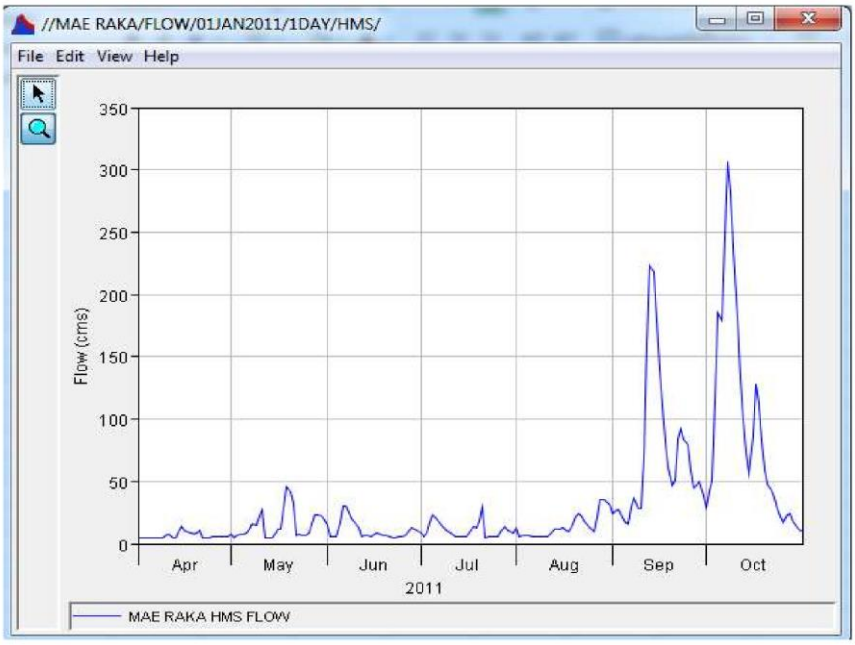
รูปที่ 3 แผนผังแสดงขั้นตอนการศึกษา



รูปที่ 4 ระดับควบคุมตอนบน (URC) ทั้ง 4 เส้น

ตารางที่ 2 ตำแหน่งที่ตั้งและค่าฝนเฉลี่ยรายเดือน (มม.) ของสถานีวัดฝนที่ใช้ในการศึกษา ปี พ.ศ. 2549 และ 2554

ปี พ.ศ.	รหัสสถานี	ตำแหน่ง		ค่าฝนเฉลี่ยรายเดือน (มม.)					
		ละติจูด	ลองจิจูด	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
2549	373010	17.00.01	99.43.00	7.85	8.42	6.30	7.41	13.54	4.68
	376201	16.52.42	99.08.36	10.09	5.00	3.49	2.82	11.41	6.09
	376203	17.14.00	99.03.00	11.47	9.20	1.51	5.23	14.60	7.76
	376301	16.45.00	98.56.00	8.99	6.91	11.52	7.81	9.50	5.69
	376401	16.00.57	98.51.56	10.40	5.38	9.98	9.29	10.54	2.28
	380004	16.03.39	99.51.48	4.33	4.27	2.85	3.21	5.83	2.99
	380201	16.29.00	99.32.00	8.82	6.51	4.38	5.82	8.82	3.51
	400007	15.53.00	100.01.00	2.56	4.30	1.75	3.75	6.63	1.70
2554	373010	17.00.01	99.43.00	9.15	6.41	5.92	6.31	14.26	6.84
	376201	16.52.42	99.08.36	6.42	4.54	6.44	3.38	7.95	9.05
	376203	17.14.00	99.03.00	7.45	5.31	2.42	2.99	7.57	7.13
	376301	16.45.00	98.56.00	11.78	13.26	9.99	12.09	12.33	8.13
	376401	16.00.57	98.51.56	8.88	9.00	10.06	8.95	8.76	6.59
	380004	16.03.39	99.51.48	8.56	2.97	3.77	7.21	10.87	9.78
	380201	16.29.00	99.32.00	9.59	4.08	8.71	3.51	12.29	7.24
	400007	15.53.00	100.01.00	6.47	4.67	8.33	7.58	7.00	4.70



รูปที่ 5 ตัวอย่างข้อมูลปริมาณน้ำสมทบที่ได้จากแบบจำลอง HEC-HMS ของลุ่มน้ำคลองแม่ระกา ในปี พ.ศ.2554

ตารางที่ 3 ตารางสรุปผลการสอบเทียบค่าผลรวมของปริมาตรน้ำจากแบบจำลอง HEC-HMS กับค่าที่วัดได้จริง ในช่วงเดือนพ.ค. - ต.ค.ของปี พ.ศ. 2549 และ พ.ศ. 2554

สถานีวัดน้ำ	พ.ศ. 2549			พ.ศ. 2554		
	ปริมาณน้ำรวมทั้งหมด (ล้าน ลบ.ม.)		ความคลาดเคลื่อน (%)	ปริมาณน้ำรวมทั้งหมด (ล้าน ลบ.ม.)		ความคลาดเคลื่อน (%)
	ค่าจำลอง	ค่าสำรวจ		ค่าจำลอง	ค่าสำรวจ	
P.12C	2,426.22	2,124.04	14.23	3,746.62	4,035.12	-7.15
P.2A	6,458.40	6,885.06	-6.20	8,913.95	8,790.94	1.40
P.7A	8,587.99	7,707.05	11.43	12,054.36	10,812.98	11.48
P.17	10,201.76	9,712.83	5.03	14,896.98	12,292.95	21.18

3.3 การจำลองการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยแบบจำลอง HEC-ResSim

การจำลองระบบอ่างเก็บน้ำจะทำการสร้างโครงข่ายลำน้ำในพื้นที่ศึกษา พร้อมทั้งกำหนดข้อมูลทางกายภาพและการบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำ โดยในการศึกษาครั้งนี้กำหนดจุดควบคุมที่ใช้ในแบบจำลอง ได้แก่ สถานี P.12C P.2A P.7A และP.17 มาทำการสอบเทียบกับปริมาณน้ำท่ารายวันที่วัดได้เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ในปี พ.ศ. 2554 และทำการจำลองการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำภายใต้สถานการณ์ที่ต่างกัน ในปีน้ำมาก พ.ศ. 2549 และ 2554 พร้อมกำหนดช่วงเวลาที่ใช้จำลองข้อมูล เพื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบในแต่ละสถานการณ์ต่าง ๆ ที่พิจารณาของแบบจำลอง

4. ผลการดำเนินการศึกษา

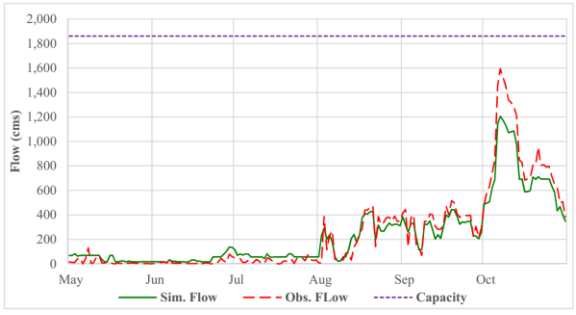
4.1 ผลการสอบเทียบ

การสอบเทียบแบบจำลอง HEC-ResSim ได้กำหนดปี พ.ศ. 2554 มาใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง โดยจะใช้ปริมาณน้ำที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลปล่อยรายวันมาทำการรวมกับปริมาณน้ำสมทบที่คำนวณได้จาก

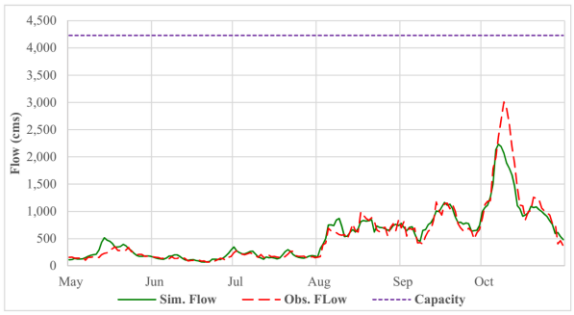
แบบจำลอง HEC-HMS และปริมาณน้ำท่ารายวันจากสถานี W.4A P.50A และP.26A โดยมีจุดที่ทำการสอบเทียบคือ สถานี P.12C P.2A P.7A และ P.17 ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 6 -9 และตารางสรุปผลการสอบเทียบค่าผลรวมของปริมาณน้ำในช่วงเดือน พ.ค. - ต.ค. จากแบบจำลอง HEC-ResSim กับค่าที่วัดได้จริง โดยใช้ค่า %RE แสดงในตารางที่ 4 จะพบว่าในช่วงที่ปริมาณน้ำยังไม่เกินความจุลำน้ำ ผลของแบบจำลองและค่าสำรวจมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนในช่วงที่เกิดน้ำท่วมค่าที่จำลองได้กับค่าสำรวจจะมีความแตกต่างกันมากเนื่องมาจากน้ำล้นตลิ่งทำให้การวัดปริมาณน้ำเกิดความคลาดเคลื่อนได้และเกิดจากการบริหารจัดการผันน้ำในช่วงนั้นออกจากพื้นที่

ตารางที่ 4 สรุปผลการสอบเทียบค่าผลรวมของปริมาณน้ำในช่วงเดือน พ.ค. - ต.ค. ในปีพ.ศ. 2554 จากแบบจำลอง HEC-ResSim กับค่าที่วัดได้จริง โดยใช้ค่า %RE

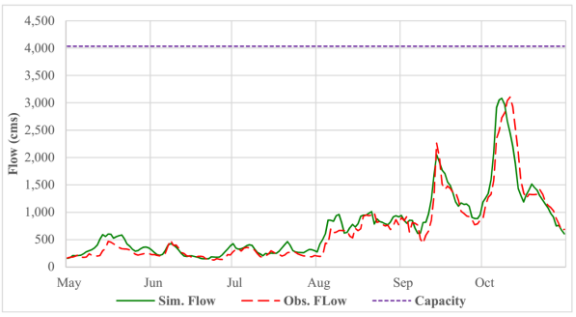
สถานีวัดน้ำ	ปริมาณน้ำรวมทั้งหมด (ล้าน ลบ.ม.)		ความคลาดเคลื่อน %
	ค่าจำลอง	ค่าสำรวจ	
P.12C	3,745.17	4,035.12	-7.19
P.2A	8,682.69	8,790.94	-1.23
P.7A	11,817.52	10,812.98	9.29
P.17	14,702.19	12,292.95	19.60



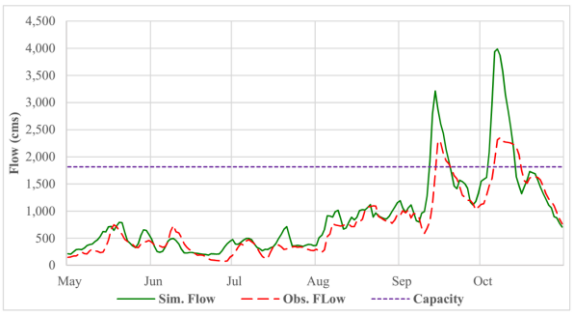
รูปที่ 6 กราฟเปรียบเทียบค่าจำลองกับค่าสำรวจที่สถานี P.12C



รูปที่ 7 กราฟเปรียบเทียบค่าจำลองกับค่าสำรวจที่สถานี P.2A



รูปที่ 8 กราฟเปรียบเทียบค่าจำลองกับค่าสำรวจที่สถานี P.7A



รูปที่ 9 กราฟเปรียบเทียบค่าจำลองกับค่าสำรวจที่สถานี P.17

4.2 ผลการจำลองด้วยแบบจำลอง HEC-ResSim

การศึกษานี้ได้ทำการจำลองภายใต้สถานการณ์ปีน้ำมาก ปีพ.ศ. 2549 และ2554 ภายใต้เกณฑ์ควบคุมระดับน้ำตอนบน (Upper Rule Curve, URC) 4 เส้น ประกอบ ด้วย เกณฑ์ปฏิบัติการเดิม เกณฑ์ปฏิบัติการที่ปรับปรุงใหม่ปี พ.ศ. 2555 เกณฑ์ปฏิบัติการที่ผู้ศึกษาเสนอ 1 และ 2 รวม 4 กรณี และภายใต้เกณฑ์ควบคุมระดับน้ำตอนบนพร้อมกับการควบคุมปริมาณน้ำที่สถานี

P.17 ไม่ให้เกิน 1,815 ลบ.ม./วินาที อีก 4 กรณี รวมทั้งหมดเป็น 8 กรณี สำหรับแต่ละปี และกำหนดการระบายน้ำขั้นต่ำของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลตามแผนระบายน้ำในปี พ.ศ. 2554 เท่านั้นเนื่องจากปี พ.ศ. 2549 ไม่มีข้อมูล และระดับน้ำเริ่มต้นสำหรับใช้ในการจำลองจะเท่ากับระดับน้ำจริงในแต่ละปีที่ทำการจำลอง ทั้งนี้ผลการจำลองได้แสดงในตารางที่ 5-6 และรูปที่ 10-25 โดยแต่ละรูปประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

ก.) กราฟเปรียบเทียบปริมาณ Inflow จริง (เส้นประสีดำ) กับปริมาณการระบายน้ำออกของแบบจำลองรายวัน (เส้นสีเขียว) ในช่วงเวลาต่างๆ

ข.) กราฟเปรียบเทียบปริมาณการระบายน้ำรายวันของแบบจำลอง (เส้นสีเขียว) กับค่าจริง (เส้นประสีแดง) รวมถึงปริมาณน้ำที่ระบายออกที่ทางระบายน้ำล้นจริง (เส้นประสีน้ำเงิน) และปริมาณน้ำที่ล้นเขื่อน (เส้นประสีชมพู) ในช่วงเวลาต่างๆ

ค.) กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำของแบบจำลองรายวัน (เส้นสีเขียว) ที่สถานี P.17 กับค่าจริง (เส้นประสีแดง) ในช่วงเวลาต่างๆ โดยมีปริมาณน้ำที่ระดับน้ำท่วม (เส้นประสีม่วง) แสดงรวมอยู่ด้วย

ทั้งนี้เนื่องจากวัตถุประสงค์ของการศึกษาคือเพื่อบรรเทาน้ำอุทกภัยและทำให้มีปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำมากที่สุดในช่วงสิ้นสุดฤดูฝน (ปลายเดือนตุลาคม) จึงเลือกใช้ช่วงเดือน พ.ค. - ต.ค. มาทำการจำลอง

ตารางที่ 5 สรุปผลการจำลองด้วยแบบจำลอง HEC-ResSim ภายใต้สถานการณ์ปี พ.ศ. 2549

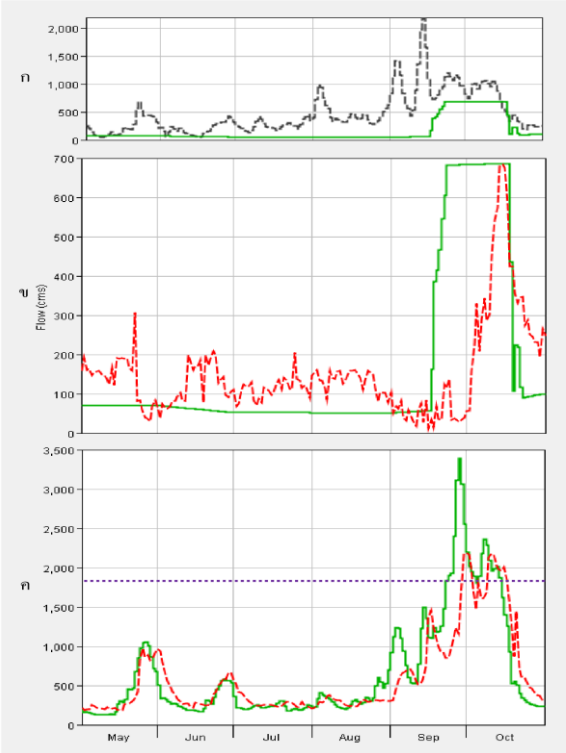
ที่	เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ	จำนวนวันที่น้ำล้นตลิ่งที่จุด P.17 (วัน)	อัตราการไหลสูงสุดที่จุด P.17 (ลบ.ม./วินาที)	ปริมาณการระบายรวมของอ่างเก็บน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)	ระบายน้ำเพิ่มผ่านทางระบายน้ำล้น (ล้าน ลบ.ม.)
1	URC เดิม	21	3,391	2,570	0
2	URC ที่ปรับปรุงใหม่ปี พ.ศ. 2555	19	3,266	3,600	0
3	URC ที่นำเสนอ 1	14	3,140	2,515	0
4	URC ที่นำเสนอ 2	4	2,769	2,551	0
5	URC เดิม + P.17	5	2,759	2,533	0
6	URC ที่ปรับปรุงใหม่ ปี พ.ศ. 2555 + P.17	4	2,759	3,565	0
7	URC ที่นำเสนอ 1 + P.17	4	2,759	2,502	0
8	URC ที่นำเสนอ 2 + P.17	4	2,759	2,547	0

ตารางที่ 6 สรุปผลการจำลองด้วยแบบจำลอง HEC-ResSim ภายใต้สถานการณ์ปี พ.ศ. 2554

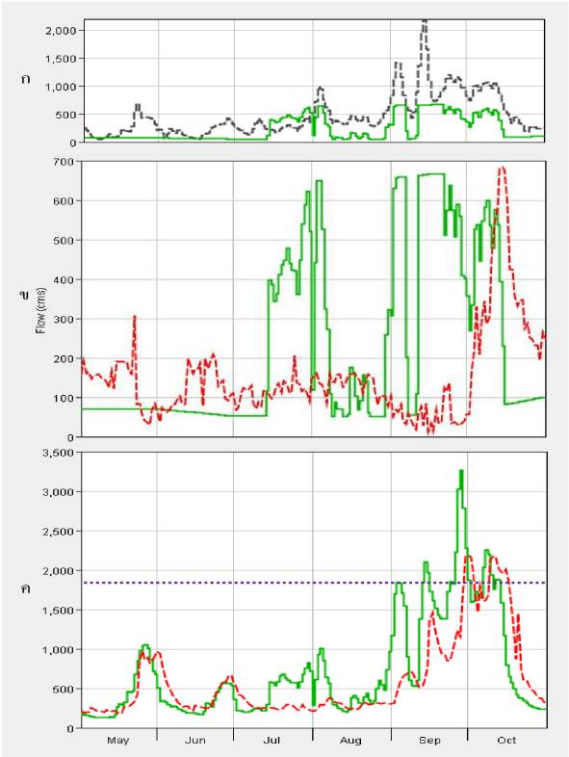
ที่	เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ	จำนวนวันที่น้ำล้นตลิ่งที่จุด P.17 (วัน)	อัตราการไหลสูงสุดที่จุด P.17 (ลบ.ม./วินาที)	ปริมาณการระบายรวมของอ่างเก็บน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)	ระบายน้ำเพิ่มผ่านทางระบายน้ำล้น (ล้าน ลบ.ม.)
1	URC เดิม	21	3,651	3,596	59
2	URC ที่ปรับปรุงใหม่ปี พ.ศ. 2555	22	3,636	4,948	0
3	URC ที่นำเสนอ 1	19	3,644	3,889	0
4	URC ที่นำเสนอ 2	16	3,639	3,889	0
5	URC เดิม + P.17	19	3,549	3,242	397

ตารางที่ 6 (ต่อ) สรุปผลการจำลองด้วยแบบจำลอง HEC-ResSim ภายใต้สถานการณ์ปี พ.ศ. 2554

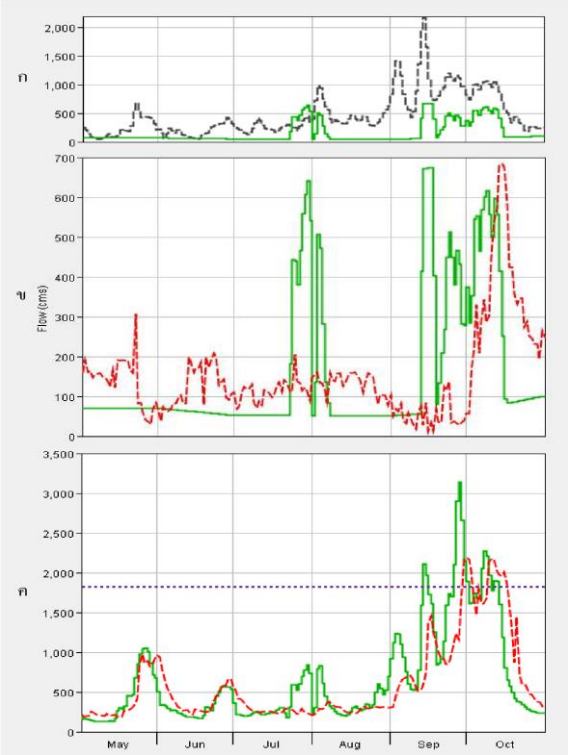
ที่	เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ	จำนวนวันที่น้ำล้นตลิ่งที่จุด P.17 (วัน)	อัตราการไหลสูงสุดที่จุด P.17 (ลบ.ม./วินาที)	ปริมาณการระบายรวมของอ่างเก็บน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)	ระบายน้ำเพิ่มผ่านทางระบายน้ำล้น (ล้าน ลบ.ม.)
6	URC ที่ปรับปรุงใหม่ปี พ.ศ. 2555 + P.17	11	3,024	4,390	0
7	URC ที่นำเสนอ 1 + P.17	14	3,130	3,716	0
8	URC ที่นำเสนอ 2 + P.17	14	3,128	3,835	0



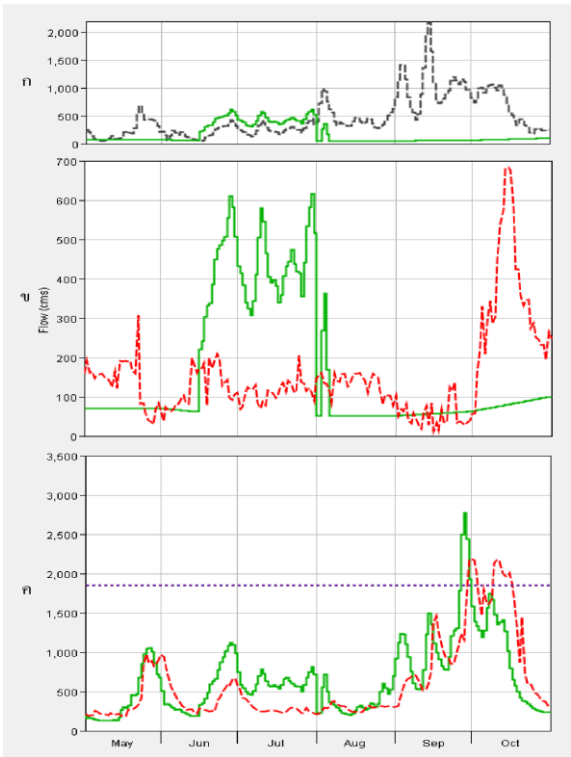
รูปที่ 10 กรณีใช้ URC เดิม ภายใต้สถานการณ์ปี พ.ศ. 2549



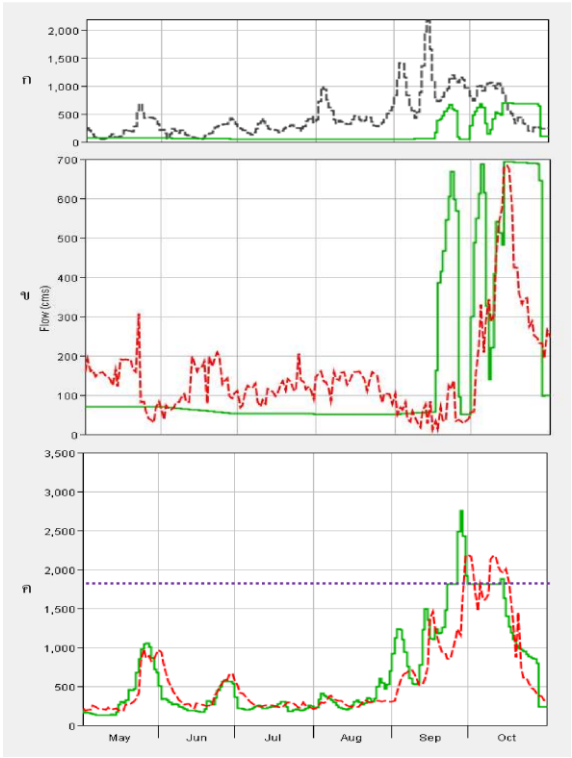
รูปที่ 11 กรณีใช้ URC ที่ปรับปรุงใหม่ปี พ.ศ. 2555 ภายใต้สถานการณ์ปี พ.ศ. 2549



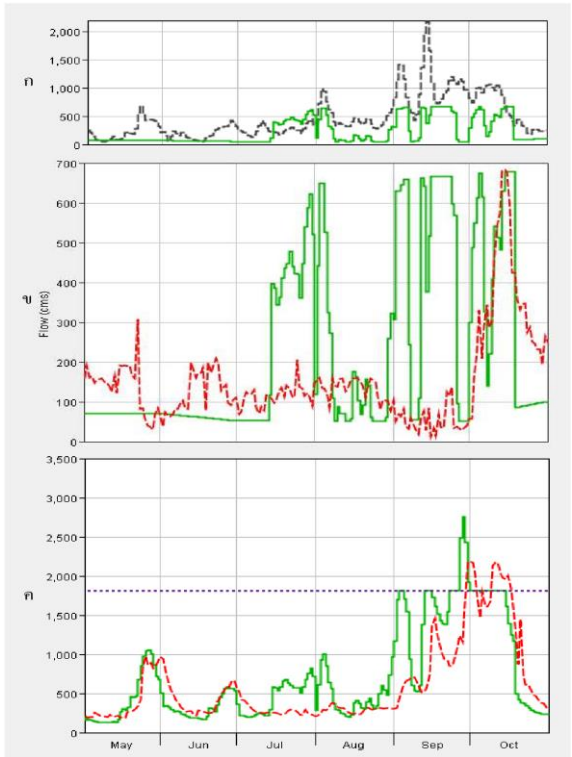
รูปที่ 12 กรณีใช้ URC ที่นำเสนอ 1 ภายใต้สถานการณ์ปี พ.ศ. 2549



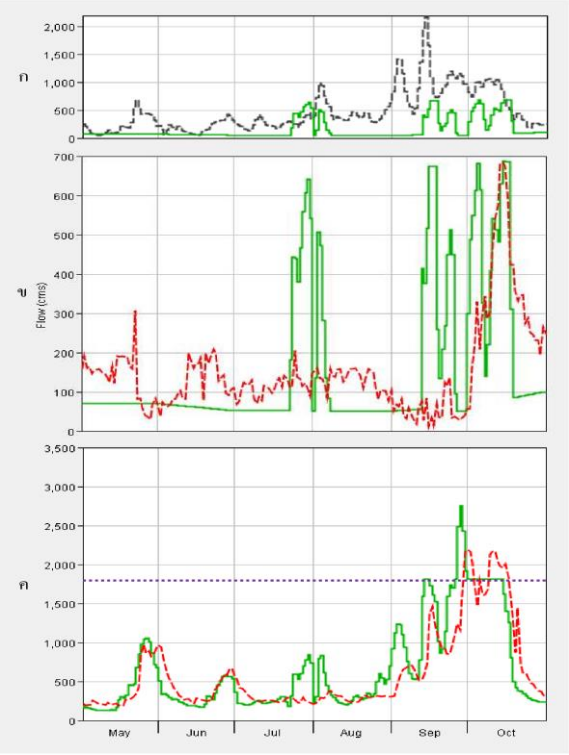
รูปที่ 13 กรณีใช้ URC ที่นำเสนอ 2 ภายใต้สถานการณ์ปี พ.ศ. 2549



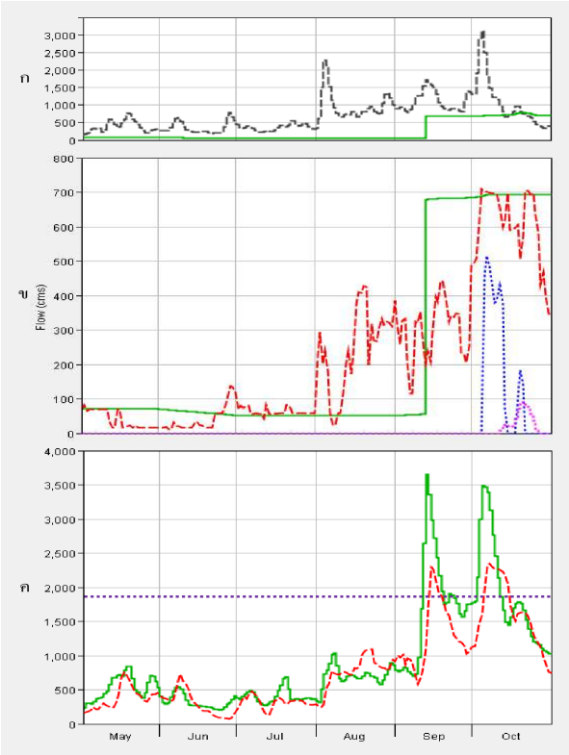
รูปที่ 14 กรณีใช้ URC เดิม และควบคุมอัตราการไหลที่จุด P.17 ภายใต้สถานการณ์ปี พ.ศ. 2549



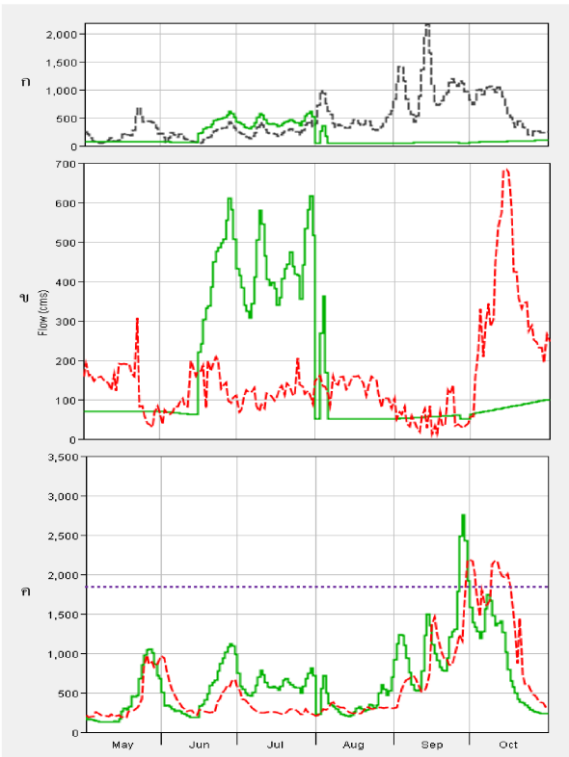
รูปที่ 15 กรณีใช้ URC ที่ปรับปรุงใหม่ปี พ.ศ. 2555 และควบคุมอัตราการไหลที่จุด P.17 ภายใต้สถานการณ์ปี พ.ศ. 2549



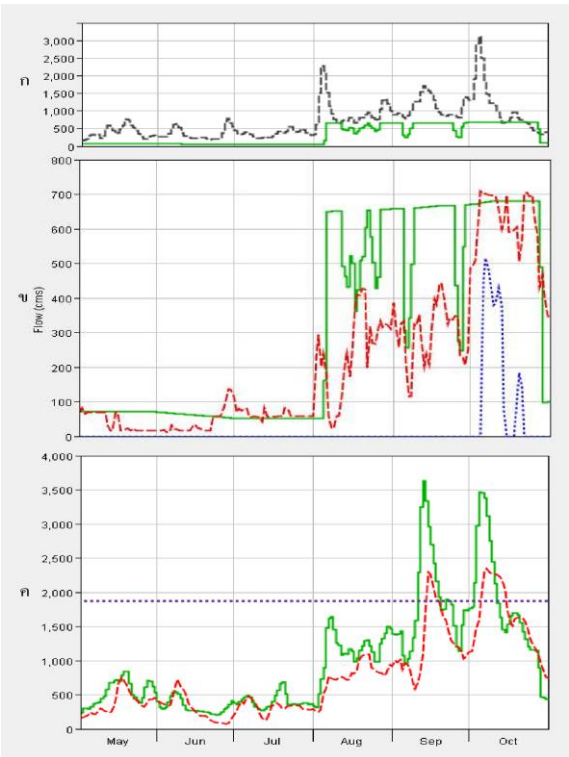
รูปที่ 16 กรณีใช้ URC ที่นำเสนอ 1 และควบคุมอัตราการไหลที่จุด P.17 ภายใต้สถานการณ์ปี พ.ศ. 2549



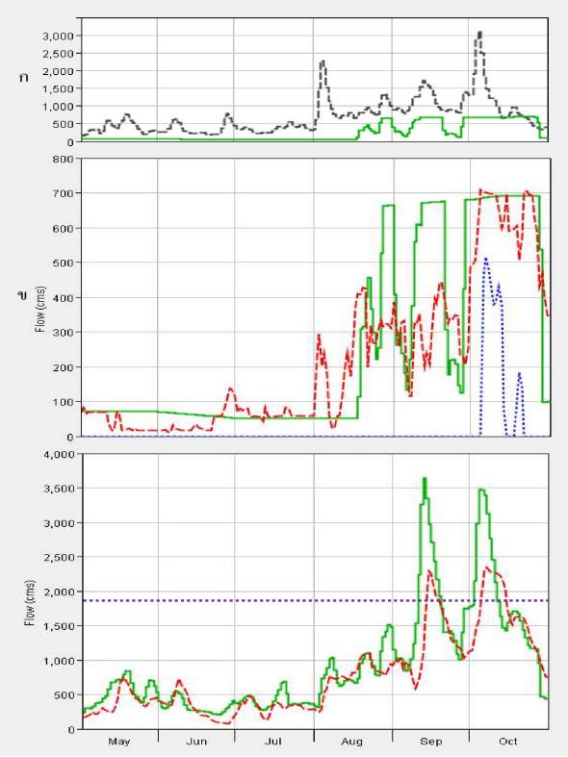
รูปที่ 18 กรณีใช้ URC เดิม ภายใต้สถานการณ์ปี พ.ศ. 2554



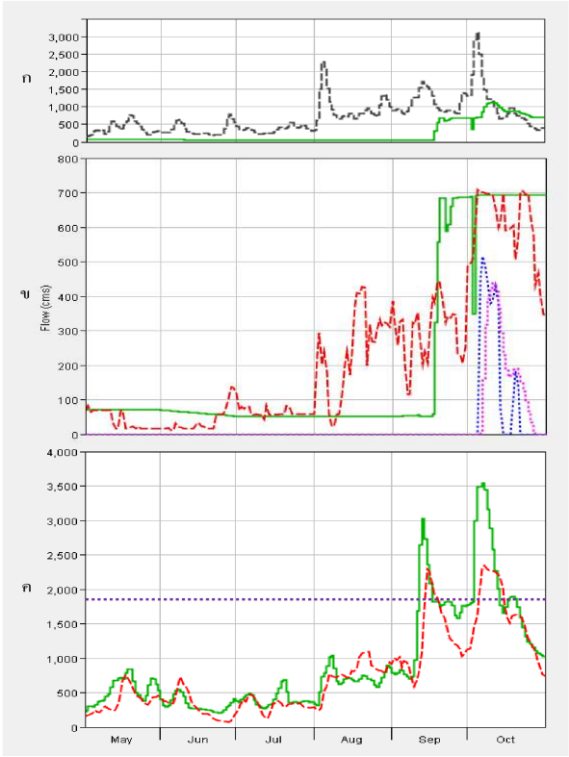
รูปที่ 17 กรณีใช้ URC ที่นำเสนอ 2 และควบคุมอัตราการไหลที่จุด P.17 ภายใต้สถานการณ์ปี พ.ศ. 2549



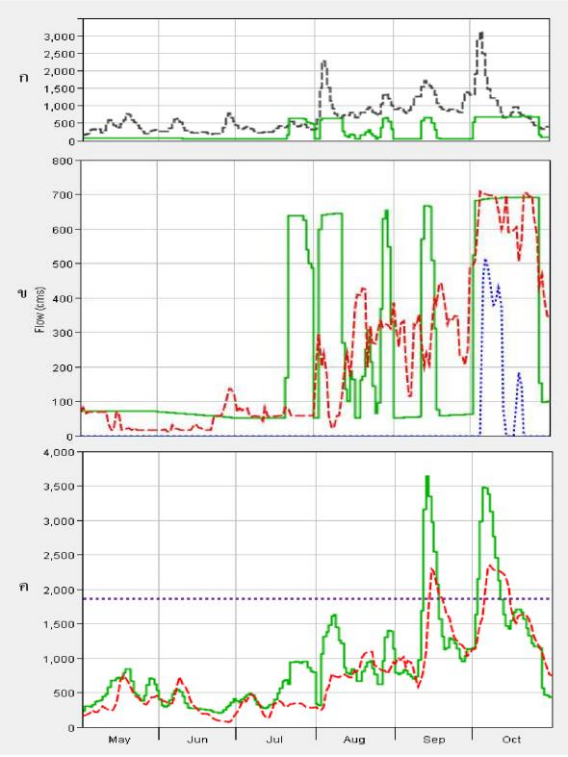
รูปที่ 19 กรณีใช้ URC ที่ปรับปรุงใหม่ปี พ.ศ. 2555 ภายใต้สถานการณ์ ปี พ.ศ. 2554



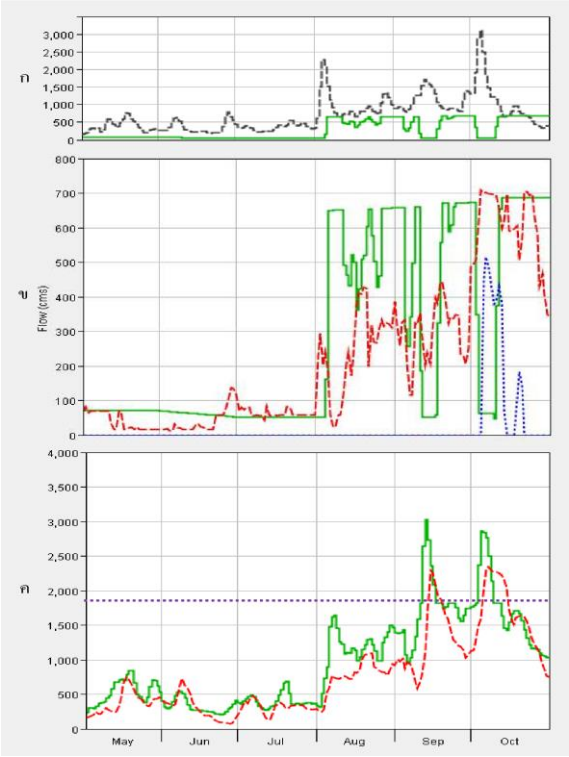
รูปที่ 20 กรณีใช้ URC ที่นำเสนอ 1 ภายใต้สถานการณ์ปี พ.ศ. 2554



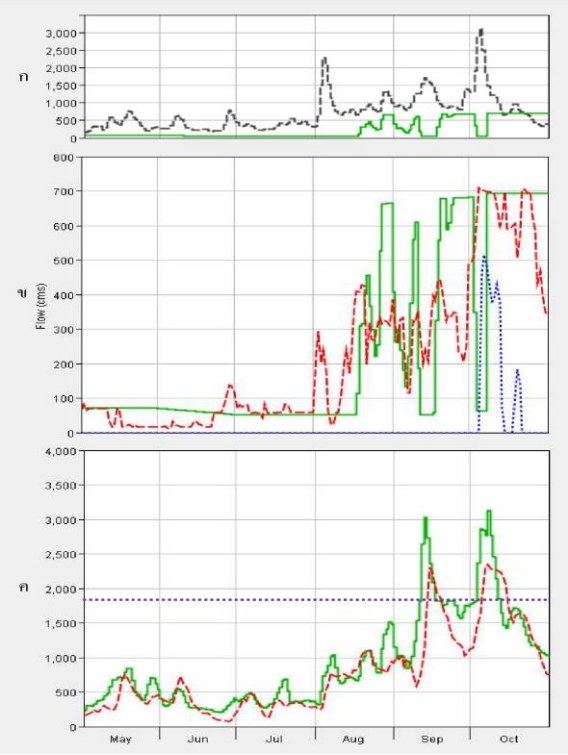
รูปที่ 22 กรณีใช้ URC เดิม และควบคุมอัตราการไหลที่จุด P.17 ภายใต้สถานการณ์ปี พ.ศ. 2554



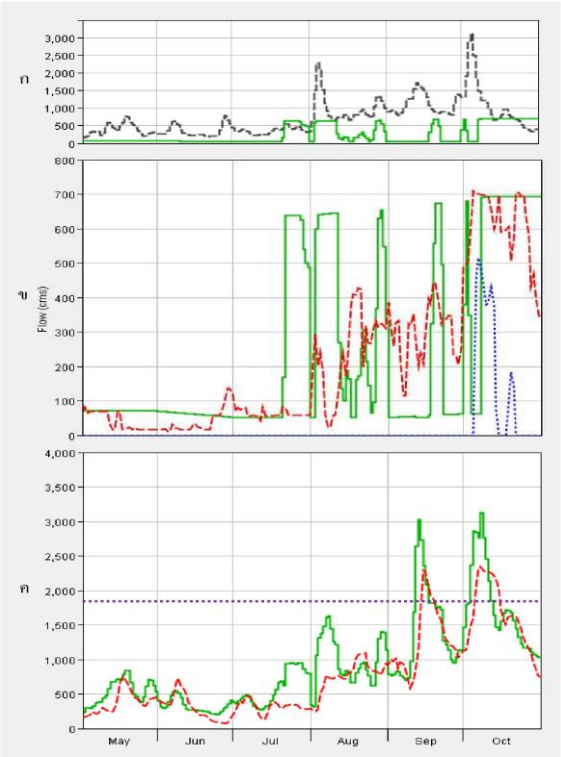
รูปที่ 21 กรณีใช้ URC ที่นำเสนอ 2 ภายใต้สถานการณ์ปี พ.ศ. 2554



รูปที่ 23 กรณีใช้ URC ที่ปรับปรุงใหม่ปี พ.ศ. 2555 และควบคุมอัตราการไหลที่จุด P.17 ภายใต้สถานการณ์ปี พ.ศ. 2554



รูปที่ 24 กรณีใช้ URC ที่นำเสนอ 1 และควบคุมอัตราการไหลที่จุด P.17 ภายใต้สถานการณ์ปี พ.ศ. 2554



รูปที่ 25 กรณีใช้ URC ที่นำเสนอ 2 และควบคุมอัตราการไหลที่จุด P.17 ภายใต้สถานการณ์ปี พ.ศ. 2554

จากผลการจำลองสถานการณ์น้ำท่วมโดยการแบ่งกรณีศึกษาออกเป็น 8 กรณี ในสถานการณ์ปีน้ำมาก ปี พ.ศ. 2549 และ 2554 พบว่าในปี พ.ศ. 2549 กรณีใช้ URC ที่ผู้ศึกษานำเสนอ 1 ร่วมกับการควบคุมอัตราการไหลที่สถานี P.17 สามารถลดจำนวนวันที่น้ำท่วมในจุดควบคุมและอัตราการไหลสูงสุด รวมถึงปริมาณน้ำที่ระบายรวมจากเขื่อนมากที่สุด ส่วนในปี พ.ศ. 2554 กรณีใช้ URC ที่ปรับปรุงขึ้นใหม่ในปี พ.ศ. 2555 ร่วมกับการควบคุมอัตราการไหลที่สถานี P.17 สามารถลดจำนวนวันที่น้ำท่วมในจุดควบคุมและอัตราการไหลสูงสุดมากที่สุด

5. สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้นำเสนอแบบจำลองในการศึกษาและควบคุมน้ำท่วมโดยใช้แบบจำลอง HEC-ResSim รวมถึงใช้แบบจำลอง HEC-HMS มาช่วยในคำนวณปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำย่อย และทำการเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่จุดควบคุมสถานี P.17 โดยแบ่งกรณีศึกษาออกเป็น 8 กรณี ในสถานการณ์แต่ละปี ผลการเปรียบเทียบพบว่า ในปี พ.ศ. 2549 อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลควรใช้ URC ที่ผู้ศึกษานำเสนอ 1 ร่วมกับการควบคุมอัตราการไหลที่สถานี P.17 และปี พ.ศ. 2554 ควรใช้ URC ที่ปรับปรุงขึ้นใหม่ในปี พ.ศ. 2555 ร่วมกับการควบคุมอัตราการไหลที่สถานี P.17 จะสามารถช่วยในการบรรเทาน้ำท่วมที่สถานีควบคุม P.17 ได้ดีที่สุด โดยอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลจะทำการเร่งระบายน้ำเพิ่มมากขึ้นในช่วงกลางเดือนกรกฎาคมถึงกลางเดือนสิงหาคม และเริ่มระบายอีกครั้งในช่วงต้นกลางเดือนกันยายน ในกรณีปี พ.ศ. 2549 และต้นเดือนสิงหาคมในกรณี ปี พ.ศ. 2554 ตามความสามารถในการระบายสูงสุดภายใต้ URC ที่กำหนด

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ธนพร สุปริยศิลป์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำปรึกษาแนะนำ รวมถึงให้ความช่วยเหลือต่างๆ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนบนและเจ้าหน้าที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิต ประจำอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการจัดหาข้อมูลสำหรับใช้ในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมชลประทาน. การปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ. คณะทำงานจัดทำแผนการบริหารจัดการเขื่อนเก็บน้ำหลักและการจัดทำแผนบริหารจัดการน้ำของประเทศประจำปี 2555.

[2] วีระพงษ์ ประทุมโทน. การศึกษาการจัดการและควบคุมน้ำท่วม โดยการใช้โปรแกรม Hec-ResSim ในลุ่มน้ำน่านตอนล่าง. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548.

[3] สุธรรม ยลสุริยันวงศ์. การศึกษาการจัดการระบบอ่างเก็บน้ำของโครงการอ่างเก็บน้ำของโครงการอ่างเก็บน้ำกิ่วคอหมาและกิ่วลม จังหวัดลำปาง โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ Hec-ResSim. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ม, 2548.

[4] เกษม ไกรสีกาจ. การศึกษาอุทกวิทยาของลุ่มน้ำน่าน โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ Hec-HMS. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2548).