

การประเมินวิธีการสูญเสีย Green-Ampt และ SCS-CN จากเหตุการณ์น้ำไหลเข้าแบบสุด ขีดของอ่างเก็บน้ำลำปาว

Evaluating the Green-Ampt and SCS-CN Loss Methods based on Extreme Inflow Events of the Lam Pao Reservoir

ธนกิจ อร่ามชัย (Tanakit Aramchai)* ดร.วรพงษ์ โล่ห์ไพศาลฤกษ์ (Dr.Worapong Lohpaisankrit)^{1**}

(Received: December 29, 2022; Revised: May 1, 2023; Accepted: May 2, 2023)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินกระบวนการวิธีการสูญเสีย Green-Ampt และ SCS-CN ของแบบจำลอง HEC-HMS สำหรับจำลองปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำลำปาว ทั้งนี้ในการจำลองปริมาณน้ำท่าโดยตรง การไหลใต้ดิน และการเคลื่อนตัวของน้ำใช้วิธี Snyder unit hydrograph Linear reservoir และ Muskingum ตามลำดับ ร่วมกับ 2 กระบวนการวิธีดังกล่าว พื้นที่รับน้ำฝนอ่างเก็บน้ำและคุณลักษณะของพื้นที่คำนวณมาจากข้อมูลระดับความสูงเชิงเลขความละเอียด 30 ม. x 30 ม. ในโปรแกรม HEC-HMS ข้อมูลน้ำท่ารายวันสำรวจในช่วงน้ำหลาก 5 เหตุการณ์ (ในปี พ.ศ. 2553 2554 2560 2561 และ 2562) ณ 3 สถานีตรวจวัดน้ำท่า (E.65 E.76A และเขื่อนลำปาว) ใช้สำหรับการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง การประเมินผลแบบจำลองใช้ดัชนีสัมประสิทธิ์การตัดสินใจประสิทธิภาพ Nash-Sutcliffe เปอร์เซ็นต์คลาดเคลื่อนของการไหลสูงสุด และเปอร์เซ็นต์คลาดเคลื่อนของปริมาตรน้ำ ผลการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำท่าที่คำนวณด้วยแบบจำลองที่ใช้กระบวนการวิธี SCS-CN มีความน่าเชื่อถือมากกว่าปริมาณน้ำท่าที่คำนวณด้วยแบบจำลองที่ใช้กระบวนการวิธี Green-Ampt การศึกษานี้จะเป็นตัวอย่างในการสร้างแบบจำลองทางอุทกวิทยาสำหรับพยากรณ์น้ำท่วมในประเทศไทยได้

ABSTRACT

This study aimed to evaluate two loss approaches of the HEC-HMS model, which were the Green-Ampt and SCS-CN, for simulating inflow to the Lam Pao reservoir. For direct runoff, baseflow, and routing simulations in the model, Snyder unit hydrograph, linear reservoir, and Muskingum methods, respectively, were used with the two approaches. The catchment of the reservoir was delineated in the HEC-HMS software and its characteristics were extracted from a Digital Elevation Model of 30 m x 30m. Daily runoff data observed during the five flood events (in 2010, 2011, 2017, 2018, and 2019) at the three monitoring stations (E.65, E.76A and Lam Pao Dam) was used for calibration and validation of the model. To evaluate the model, the coefficients of determination, Nash-Sutcliffe efficiency, percentage errors in peak, percentage errors in volume were used. The results revealed that runoff simulated by the model using the SCS-CN approach was more reliable than that simulated by the model using the Green-Ampt approach. This study can be a good example for future hydrological modeling of flood forecasting in Thailand.

คำสำคัญ: แบบจำลองอุทกวิทยา HEC-HMS วิธี SCS-CN วิธี Green-Ampt

Keywords: HEC-HMS hydrological model, SCS-CN method, Green-Ampt method

¹Corresponding author: woralo@kku.ac.th

*นักศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Student, Master of Engineering Program in Civil Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอย่างยั่งยืน สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Assistant Professor, Sustainable Infrastructure Research and Development Center, Civil Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University

บทนำ

พื้นที่ส่วนใหญ่ของกลุ่มน้ำลำปาวเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ในช่วงฤดูฝนพื้นที่ของกลุ่มน้ำลำปาวประสบกับปัญหาอุทกภัยเกือบทุกปี สาเหตุหลักของการเกิดอุทกภัยคือมีฝนตกหนักส่งผลให้น้ำล้นตลิ่ง ก่อให้เกิดความเสียหายในหลายพื้นที่ของกลุ่มน้ำ ในช่วงฤดูแล้ง ประชาชนประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำสำหรับอุปโภคและการเพาะปลูก ถึงแม้ว่าพื้นที่ตอนบนของกลุ่มน้ำจะมีโครงการอ่างเก็บน้ำลำปาว ปัญหาอุทกภัยและการขาดแคลนน้ำยังคงเป็นปัญหาที่มีความท้าทาย เนื่องจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการใช้ที่ดินของพื้นที่ [1]

การเพิ่มประสิทธิภาพของการบริหารจัดการน้ำ เพื่อช่วยลดผลกระทบจากปัญหาอุทกภัยและภัยแล้ง จำเป็นต้องมีระบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำอย่างถูกต้องและแม่นยำ แบบจำลองอุทกวิทยาเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่เหมาะใช้ในการบริหารจัดการน้ำ เนื่องจากสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนกับน้ำท่าได้ [2] ในปัจจุบันแบบจำลองอุทกวิทยามีหลากหลายแบบ [3] สำหรับการศึกษาได้เลือกใช้แบบจำลอง Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System (HEC-HMS) เพราะแบบจำลองสามารถประมวลผลเป็นช่วงเวลาที่หลากหลาย เช่น รายชั่วโมงและรายวัน และมักถูกใช้สำหรับวิเคราะห์และประเมินปริมาณน้ำท่าในช่วงเหตุการณ์ท่วม [3-6]

การประยุกต์ใช้แบบจำลอง HEC-HMS ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินปริมาณน้ำท่า Lohpaisankrit และคณะ [7] ใช้แบบจำลอง HEC-HMS ในการจำลองเหตุการณ์น้ำหลากของปี พ.ศ. 2550 2551 2554 และ 2560 ในพื้นที่ห้วยสังกะ จังหวัดกาฬสินธุ์ ซึ่งเป็นลุ่มน้ำขนาดเล็กและพื้นที่ส่วนใหญ่ใช้เพื่อการเกษตร โดยใช้วิธีจำลองการสูญเสียแบบ Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) จากผลการศึกษาพบว่า แบบจำลอง HEC-HMS มีประสิทธิภาพในการจำลองปริมาณน้ำท่าสูงสุดได้ทั้ง 4 เหตุการณ์ และผลลัพธ์อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ Katwal และคณะ [3] ใช้แบบจำลอง HEC-HMS เพื่อจำลองเหตุการณ์น้ำหลากของปี พ.ศ. 2516 2519 2520 2521 2525 2530 และ 2531 ในพื้นที่ลุ่มน้ำ Zijinguan ประเทศจีน โดยเปรียบเทียบผลระหว่างกระบวนการสูญเสียแบบ SCS-CN กับแบบการสะสมความชื้นในดิน (Soil Moisture Accounting, SMA) ผลการศึกษาพบว่า แบบจำลอง HEC-HMS ที่จำลองการสูญเสียด้วยกระบวนการ SCS-CN มีประสิทธิภาพในการจำลองปริมาณน้ำท่ามากกว่าแบบจำลองที่ใช้กระบวนการ SMA Halwatura และ Najim [6] ใช้แบบจำลอง HEC-HMS เพื่อจำลองปริมาณน้ำท่าในพื้นที่อ่างเก็บน้ำ Attanagalu Oya ประเทศศรีลังกา และได้เปรียบเทียบผลการจำลองปริมาณน้ำท่าระหว่างแบบจำลอง HEC-HMS ที่ใช้กระบวนการ Snyder unit hydrograph กับ Clark unit hydrograph ในการจำลองปริมาณน้ำท่าโดยตรง (Direct runoff) ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลอง HEC-HMS ที่ใช้กระบวนการ Snyder unit hydrograph มีประสิทธิภาพในการประเมินปริมาณน้ำท่ามากกว่าแบบจำลอง HEC-HMS ที่ใช้กระบวนการ Clark unit hydrograph Kabiri และคณะ [4] ใช้แบบจำลอง HEC-HMS เพื่อจำลองปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำ Klang ประเทศมาเลเซีย โดยใช้กระบวนการ Green-Ampt Snyder unit hydrograph และ Muskingum สำหรับจำลองปริมาณการสูญเสีย น้ำท่าโดยตรง และการเคลื่อนตัวของน้ำ ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า แบบจำลอง HEC-HMS มีประสิทธิภาพสูงในการจำลองปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำ Klang ทั้งนี้การศึกษาของณัฐพล และคณะ [8] พบว่าแบบจำลอง HEC-HMS ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการ SCS-CN Snyder unit hydrograph และ Muskingum มีความเหมาะสมในการจำลองปริมาณน้ำท่าในพื้นที่อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช ดังนั้น การประเมินกระบวนการในแบบจำลองอุทกวิทยา จะช่วยให้การเลือกกระบวนการได้อย่างเหมาะสมกับความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนกับน้ำท่าของพื้นที่ศึกษา ซึ่งจะทำได้แบบจำลองที่มีความแม่นยำในการประเมินปริมาณน้ำท่ายิ่งขึ้นด้วย

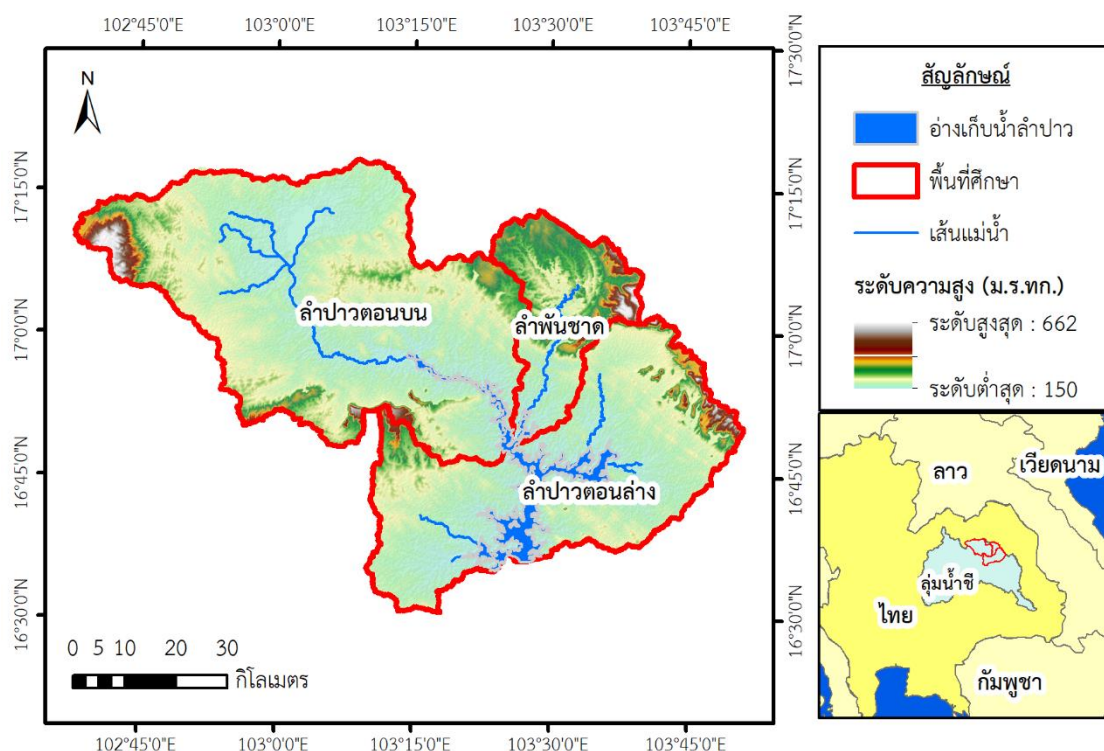
วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลอง HEC-HMS ที่จำลองการสูญเสียระหว่างกระบวนการวิธี Green-Ampt กับ SCS-CN สำหรับคำนวณปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำลำปาว โดยพิจารณาในช่วงเหตุการณ์น้ำหลากของปี พ.ศ. 2553 2554 2560 2561 และ 2562

พื้นที่ศึกษา

เขื่อนลำปาวเป็นเขื่อนดินขนาดใหญ่ ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่อำเภอยางตลาด และอำเภอเมืองกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ พิกัด 16 องศา 49 ลิปดา 4 พิลิปดาเหนือ และ 103 องศา 26 ลิปดา 17 พิลิปดาตะวันออก สร้างปิดกั้นลำน้ำปาว และห้วยยาง ทำให้เกิดอ่างเก็บน้ำลำปาว พื้นที่รับน้ำของอ่างเก็บน้ำลำปาวตั้งอยู่ในลุ่มน้ำชี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พื้นที่รับน้ำของอ่างเก็บน้ำลำปาว ประกอบด้วยพื้นที่ 3 ส่วนหลัก คือ พื้นที่ลุ่มน้ำลำปาวตอนบน พื้นที่ลุ่มน้ำลำพันชาด และครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของลุ่มน้ำลำปาวตอนล่าง ซึ่งตั้งอยู่ในเขตจังหวัดกาฬสินธุ์ จังหวัดอุดรธานี และจังหวัดขอนแก่น กล่าวคือเป็นพื้นที่เหนือเขื่อนลำปาว มีเนื้อที่รวมประมาณ 5,960 ตารางกิโลเมตร พื้นที่รับน้ำของอ่างเก็บน้ำลำปาวมีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบสูงและลาดต่ำไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ มีระดับความสูงประมาณ 150 ถึง 662 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง (ม.ร.ทก.) ดังภาพที่ 1

พื้นที่ศึกษามีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่เกษตรกรรมมากที่สุด เท่ากับ 4,346 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 74.62 ของพื้นที่ศึกษา รองลงมาเป็นพื้นที่พืชและป่า พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่สิ่งปลูกสร้างและอุตสาหกรรม และพื้นที่ราบลุ่ม ตามลำดับ และพบว่าส่วนใหญ่เป็นพื้นที่กลุ่มดินประเภทดินร่วนปนทราย และกลุ่มดินเหนียวปนทรายแบ่งเป็นกลุ่มชุดดินน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 47.23 และ 0.17 ของพื้นที่ศึกษา ตามลำดับ



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษา

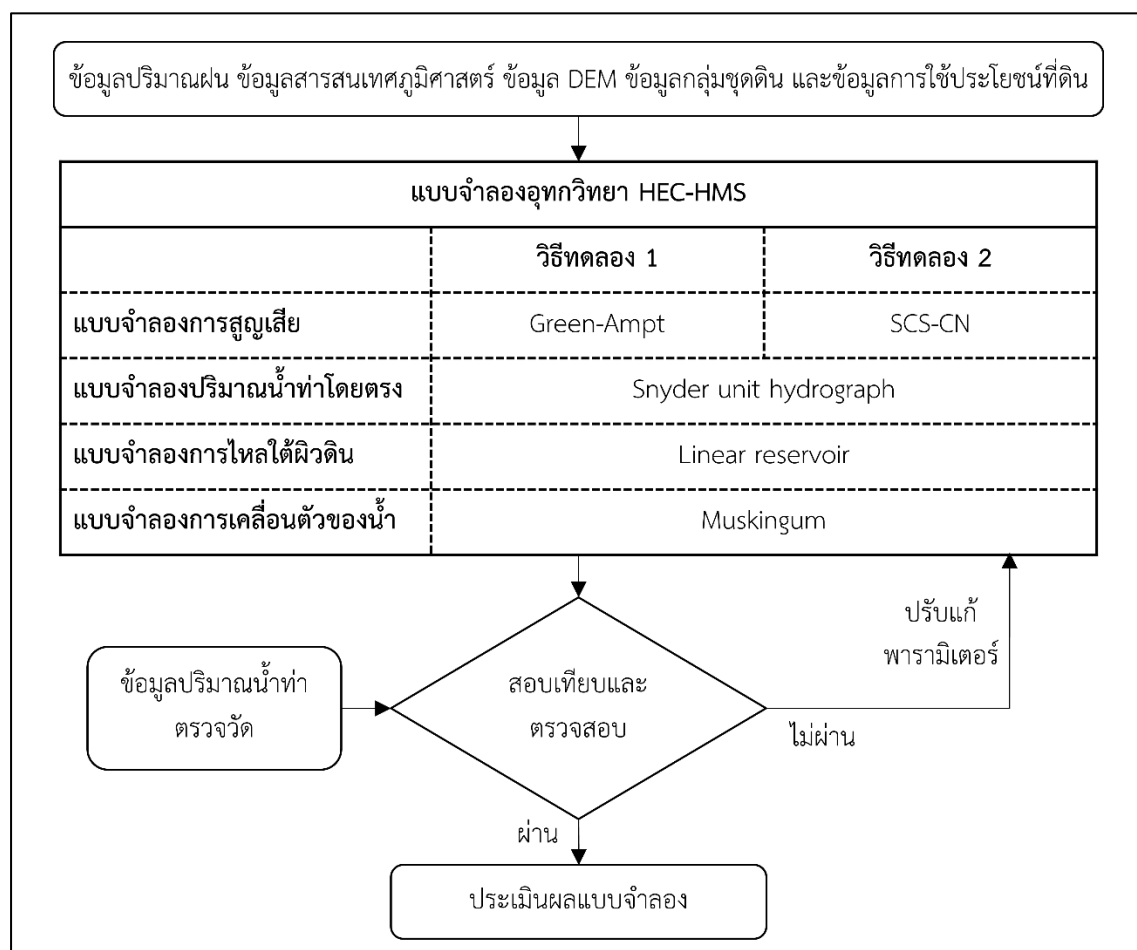
การศึกษานี้เลือกพื้นที่รับน้ำของอ่างเก็บน้ำลำปาวตอนล่างเป็นกรณีศึกษา เนื่องจากเป็นพื้นที่ประสบเหตุการณ์น้ำท่วมอยู่ประจำ ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลองอุทกวิทยาที่มีประสิทธิภาพสามารถเป็นข้อมูลสนับสนุนการบริหารจัดการน้ำหลากได้ดังเช่นแบบจำลอง HEC-HMS

วิธีดำเนินการ

ขั้นตอนการดำเนินการประกอบด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างแบบจำลอง HEC-HMS และการประเมินผลแบบจำลอง ดังภาพที่ 2

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษานี้เก็บรวบรวมข้อมูลจากหลายหน่วยงานเพื่อจำลองปริมาณน้ำท่า ได้แก่ ข้อมูลปริมาณฝนช่วงปี พ.ศ. 2553-2562 จำนวน 11 สถานีตรวจวัดกรมอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ สถานี 354003 354007 354021 354022 354019 356009 356012 356014 381004 387013 และ 388006 ข้อมูลปริมาณน้ำท่าช่วงปี พ.ศ. 2553-2562 จำนวน 3 สถานีตรวจวัดกรมชลประทาน ได้แก่ E.65 E.76A และเขื่อนลำปาว ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น ขอบเขตลุ่มน้ำ และแหล่งน้ำจากสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ และข้อมูลระดับความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model, DEM) ความละเอียด 30x30 เมตร ข้อมูลกลุ่มชุดดิน และข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2562 ของกรมพัฒนาที่ดิน



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ข้อมูลปริมาณฝนได้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธีโค้งทับทวี (Double mass curve) อีกทั้งข้อมูลปริมาณฝนที่ขาดหายในบางช่วงได้ทำการเติมข้อมูลด้วยข้อมูลปริมาณฝนบริเวณรอบๆ โดยใช้สัดส่วนระยะห่างระหว่างสถานี ซึ่งคำนวณด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักแบบระยะทางผกผัน (Inverse distance weighting) ในการกำหนดอิทธิพลของข้อมูลปริมาณฝนจากแต่ละสถานีตรวจวัด

การสร้างแบบจำลอง HEC-HMS

การสร้างแบบจำลอง HEC-HMS อาศัยข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์และข้อมูลระดับความสูงเชิงเลขเพื่อจำลองคุณลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา เช่น พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย โครงข่ายลำน้ำ ความยาวลำน้ำ ความลาดชันของพื้นที่ลุ่มน้ำและลำน้ำ ซึ่งคุณลักษณะดังกล่าวใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์เบื้องต้นของแบบจำลองปริมาณน้ำท่าโดยตรง การเคลื่อนตัวของน้ำ และการไหลใต้ผิวดิน เช่น Lag time Muskingum K และสัมประสิทธิ์การไหลใต้ดิน เป็นต้น ส่วนข้อมูลกลุ่มชุดดิน และการประโยชน์ใช้ที่ดิน เพื่อใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองการสูญเสีย เช่น Curve number (CN) และพื้นที่น้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ (Impervious) เป็นต้น ในการศึกษาแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็นลุ่มน้ำย่อย (ภาพที่ 3) และประยุกต์ใช้แบบจำลอง HEC-HMS ในประเภทกึ่งกระจายตัว (Semi-distributed type) ทำให้ได้ค่าพารามิเตอร์ในแต่ละลุ่มน้ำย่อยแตกต่างกัน โดยแบบจำลอง HEC-HMS สามารถให้ผลลัพธ์เป็นปริมาณน้ำท่ารายวันหรือกราฟน้ำท่าในทุกลุ่มน้ำย่อย

ในการคำนวณปริมาณน้ำท่าจากปริมาณฝน แบบจำลอง HEC-HMS จำลองกระบวนการทางอุทกวิทยา 4 แบบจำลองหลัก ได้แก่ แบบจำลองการสูญเสีย (Losses) ปริมาณน้ำท่าโดยตรง (Direct runoff) การไหลใต้ผิวดิน (Baseflow) และการเคลื่อนตัวของน้ำ (Routing) เนื่องจากการศึกษานี้มีเป้าประสงค์ในการประเมินกระบวนการวิธีการสูญเสีย จึงได้เลือกใช้กระบวนการวิธีจำลองการสูญเสียที่แตกต่างกัน 2 วิธี ได้แก่ กระบวนการวิธี Green-Ampt และ SCS-CN แต่ในการจำลองปริมาณน้ำท่าโดยตรง การไหลใต้ผิวดิน และการเคลื่อนตัวของน้ำ เลือกใช้วิธี Snyder unit hydrograph Linear reservoir และ Muskingum ตามลำดับ ดังนั้นวิธีทดลอง 1 และ 2 ใช้การจำลองการสูญเสียด้วยกระบวนการวิธี Green-Ampt และ SCS-CN ตามลำดับ ดังภาพที่ 2

แบบจำลองการสูญเสีย

กระบวนการวิธี Green-Ampt

กระบวนการวิธี Green-Ampt เป็นกระบวนการวิธีในการจำลองการสูญเสียจากปริมาณฝนส่วนเกินที่ยอมรับและแสดงกระบวนการซึมอย่างง่ายบนพื้นที่ โดยอาศัยข้อมูลปริมาณฝน และกลุ่มชุดดิน สำหรับประมาณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ [4] ข้อมูลกลุ่มชุดดินใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์การสูญเสียน้ำเริ่มต้น (Initial moisture deficit) การดึงดูดน้ำในดิน (Suction head) และสัมประสิทธิ์ความซึมได้ (Hydraulic conductivity) มีแนะนำในการศึกษาของ Kabiri และคณะ [4] สามารถคำนวณปริมาณการสูญเสียน้ำเนื่องจากการซึมลงดิน [9] ดังสมการที่ 1

$$f_t = K \left[1 + \frac{\phi \Delta \theta}{F_t} \right] \quad (1)$$

เมื่อ f_t คือ อัตราการสูญเสียน้ำทั้งหมด (มม./ชั่วโมง) K คือ สัมประสิทธิ์ความซึมได้ (มม./ชั่วโมง) ϕ คือ การดึงดูดน้ำในดิน (มม.) $\Delta \theta$ คือ การสูญเสียน้ำเริ่มต้น และ F_t คือ ปริมาณการสูญเสียน้ำสะสม (มม.)

กระบวนการวิธี Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN)

กระบวนการวิธี SCS-CN เป็นการจำลองการสูญเสียน้ำจากปริมาณฝนส่วนเกินที่เกิดขึ้นบนพื้นที่ โดยคำนวณจากปริมาณฝน กลุ่มชุดดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน กระบวนการวิธี SCS-CN จะเหมาะสำหรับการจำลองเหตุการณ์น้ำหลาก โดยมีพารามิเตอร์หลัก คือ Impervious และ CN ปริมาณการสูญเสียน้ำพิจารณาจากปริมาณน้ำสูงสุดที่ดินสามารถเก็บกัก

เอาไว้ได้ (Potential maximum retention, S) ซึ่งจะมีค่าแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่และเวลา ดังนั้น วิธี SCS ได้สร้างสมการสำหรับหาค่าพารามิเตอร์ S ในรูปความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงกับค่าพารามิเตอร์ CN [10] ดังสมการที่ 2

$$S=254\left(\frac{100}{CN}-1\right) \text{ ในหน่วย SI} \quad (2)$$

เมื่อ CN คือ หมายเลขโค้งน้ำท่า (Runoff curve number) สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ CN ได้จากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและกลุ่มชุดดิน

แบบจำลองปริมาณน้ำท่าโดยตรง

การจำลองปริมาณน้ำท่าโดยตรงหรือการไหลบ่าบนผิวดิน (Surface runoff) ในการศึกษาครั้งนี้ใช้กระบวนการวิธี Snyder unit hydrograph สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ระยะเวลาระหว่างช่วงเวลาการเกิดฝนตกสูงสุดกับช่วงเวลาการเกิดฝนส่วนเกินหรือน้ำท่วมสูงสุด (Lag time, t_p) ได้จากสมการที่ 3

$$t_p=CC_t\left(\frac{LL_c}{\sqrt{S_L}}\right)^N \quad (3)$$

เมื่อ C คือ ค่าคงที่เท่ากับ 2.75 สำหรับหน่วย SI, C_t คือ ค่าสัมประสิทธิ์ลุ่มน้ำ (1.8-2.2) L คือ ความยาวของเส้นลำน้ำสายหลักจากจุดออกกลุ่มน้ำถึงเส้นสันปันน้ำ (กม.) L_c คือ ความยาวของเส้นลำน้ำสายหลักจากจุดออกกลุ่มน้ำถึงจุดศูนย์กลางของพื้นที่ลุ่มน้ำ (กม.) S_L คือ ความลาดชันของลำน้ำ และ N คือ เลขยกกำลัง มีค่าเท่ากับ 0.33 [10]

แบบจำลองการไหลใต้ดิน

การจำลองการไหลใต้ดินในการศึกษาครั้งนี้ใช้กระบวนการวิธี Linear reservoir ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้จำลองการไหลของน้ำที่ซึมผ่านผิวดินและไหลออกไปสู่แม่น้ำ กระบวนการวิธี Linear reservoir เหมาะสำหรับการคำนวณร่วมกับการจำลองการสูญเสีย SMA, SCS-CN หรือ Green-Ampt ของแบบจำลองอุทกวิทยา HEC-HMS การประมาณค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการวิธี Linear reservoir มีแนะนำใน USACE [10]

แบบจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำ

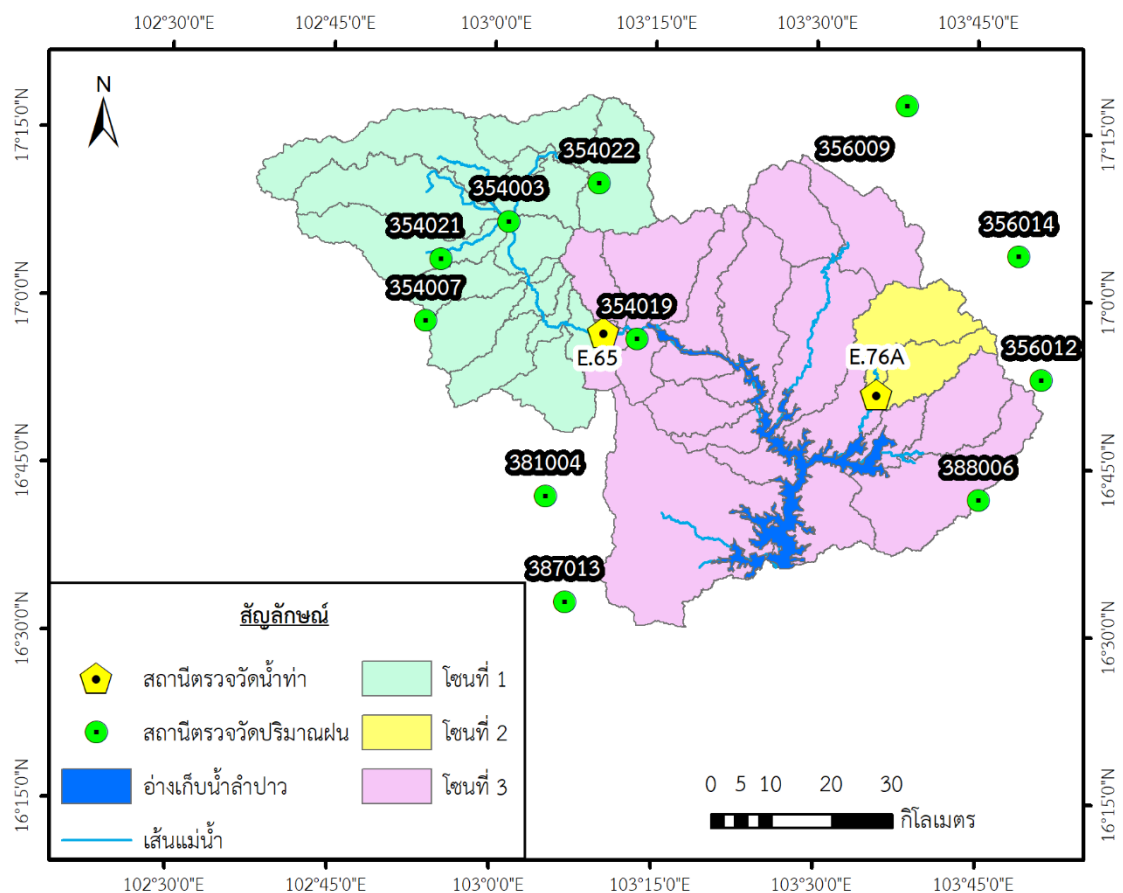
การจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำในลำน้ำแบบ Muskingum ประกอบด้วยพารามิเตอร์ K พารามิเตอร์ X และจำนวนลำน้ำย่อยในลุ่มน้ำย่อย ซึ่งค่า K เปรียบเสมือนเวลาเดินทางของน้ำเข้าสู่ลำน้ำหลัก สามารถประมาณค่าได้หลายวิธี ได้แก่ การใช้ข้อมูลกราฟน้ำท่า การใช้สมการถดถอยที่ได้จากข้อมูลตรวจวัดในบริเวณใกล้เคียงกัน การเปรียบเทียบความยาวลำน้ำกับความเร็วคลื่นน้ำท่วม และค่า X คือ ค่าพารามิเตอร์คงที่ เท่ากับ 0-0.5 [10]

การสอบเทียบและตรวจสอบ

การสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง HEC-HMS โดยการปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของแบบจำลอง และเปรียบเทียบผลการคำนวณปริมาณน้ำท่ากับข้อมูลปริมาณน้ำท่าตรวจวัดให้มีความใกล้เคียงกันทางด้านสถิติ การศึกษาครั้งนี้ได้สอบเทียบแบบจำลอง HEC-HMS โดยใช้ข้อมูลปริมาณฝนรายวันตรวจวัดในช่วงเหตุการณ์น้ำหลากจำนวน 3 เหตุการณ์ ได้แก่ เหตุการณ์ปี พ.ศ. 2553 (ตั้งแต่วันที่ 5 สิงหาคม ถึง 1 ตุลาคม พ.ศ. 2553) เหตุการณ์ปี พ.ศ. 2554 (ตั้งแต่วันที่ 5 กรกฎาคม ถึง 31 ตุลาคม พ.ศ. 2554) และเหตุการณ์ปี พ.ศ. 2560 (ตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม ถึง 30 ตุลาคม พ.ศ. 2560) และในการตรวจสอบแบบจำลองพิจารณาจาก 2 เหตุการณ์ ได้แก่ เหตุการณ์ปี พ.ศ. 2561 (ตั้งแต่วันที่ 8 กรกฎาคม ถึง 31 ตุลาคม พ.ศ. 2561) และเหตุการณ์ปี พ.ศ. 2562 (ตั้งแต่วันที่ 11 สิงหาคม ถึงวันที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2562) เหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ. 2560 เป็นเหตุการณ์ที่มีน้ำไหลเข้าแบบสุดขีด (Extreme inflow event) อ่างเก็บน้ำเขื่อนลำปาวเนื่องจากมีปริมาณน้ำไหลรายวันสูงสุดเข้าอ่างเก็บน้ำด้วยอัตรา 2,329 ลบ.ม.ต่อวินาที หรือที่รอบปีการเกิดซ้ำมากกว่า 30 ปี ส่วนเหตุการณ์น้ำหลากที่เหลือมีรอบปีการเกิดซ้ำประมาณ 3-5 ปี สาเหตุที่นำข้อมูลจากเหตุการณ์เหล่านี้นามาสร้าง

แบบจำลอง HEC-HMS ด้วยเพื่อความน่าเชื่อถือของแบบจำลองให้สามารถคำนวณปริมาณน้ำท่าได้จากข้อมูลปริมาณฝนจากหลายเหตุการณ์

เพื่อให้ได้แบบจำลองทางอุทกวิทยาที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่มากกว่าการสอบเทียบกับข้อมูลจากสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำท่าสถานีเดียว การศึกษานี้ได้แบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 3 โซน ซึ่งมีจุดออกของแต่ละโซนเป็นสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำท่า 3 สถานี ได้แก่ สถานี E.65 E.76A และเขื่อนลำปาว (ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ) ดังภาพที่ 3 โดยที่โซนที่ 1 2 และ 3 มีจุดออก คือ สถานี E.65 E.76A และเขื่อนลำปาว ตามลำดับ การสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง HEC-HMS ได้ปรับค่าพารามิเตอร์ในแต่ละโซน โดยเริ่มจากโซนที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ ดังนั้น ค่าพารามิเตอร์ในแต่ละโซนจะแตกต่างกัน ในกระบวนการสอบเทียบแบบจำลอง HEC-HMS ทำให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม ค่าพารามิเตอร์นี้ได้นำมาใช้ในกระบวนการตรวจสอบด้วย ความเหมาะสมของค่าพารามิเตอร์ประเมินด้วยดัชนีทางสถิติดังอธิบายในหัวข้อต่อไป



ภาพที่ 3 การแบ่งโซนสำหรับสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง HEC-HMS

การประเมินผลแบบจำลอง

การประเมินผลความแม่นยำของแบบจำลอง HEC-HMS ในการจำลองปริมาณน้ำท่า ใช้ดัชนีทางสถิติจำนวน 4 ดัชนี ได้แก่ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of determination, R^2) ประสิทธิภาพ Nash-Sutcliffe (NSE) เปอร์เซ็นต์คลาดเคลื่อนของการไหลสูงสุด (Percentage error in peak flow, PEPF) และเปอร์เซ็นต์คลาดเคลื่อนของปริมาตรน้ำ (Percentage error in volume, PEV) ดังสมการที่ 2 3 4 และ 5 ตามลำดับ

หลักเกณฑ์ในการประเมินความแม่นยำของแบบจำลอง HEC-HMS ในการจำลองปริมาณน้ำท่าและการให้คะแนนเพื่อคัดเลือกกระบวนวิธีที่มีความเหมาะสมกับการจำลองความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนกับน้ำท่าของพื้นที่ศึกษา แสดงดังตารางที่ 1 ตัวอย่างเช่น หากค่าดัชนี NSE อยู่มีค่าน้อยกว่า 0.5 ในช่วง 0.50 ถึง 0.65 0.65 ถึง 0.75 และ 0.75 ถึง 1.00 จะประเมินผลการจำลองปริมาณน้ำท่าเป็นระดับ ไม่น่าพอใจ น่าพอใจ ดี และดีมาก ตามลำดับ พร้อมให้ระดับคะแนนเป็น 0 1 2 และ 3 ตามลำดับ หลังจากนั้นนำคะแนนรวมที่ได้จากค่าดัชนีวิเคราะห์ความแม่นยำของแต่ละสถานีมารวมกัน หากวิธีทดลองใดให้ค่าคะแนนรวมมากกว่า จะเป็นวิธีทดลองที่ถูกเลือกในช่วงเหตุการณ์น้ำหลากนั้น ในกรณีคะแนนรวมของทั้ง 2 วิธีทดลองเท่ากัน จะพิจารณาจากผลคะแนนรวมของค่าดัชนี PEPF เนื่องจากการศึกษานี้มีเป้าประสงค์ในการสร้างแบบจำลองสำหรับประเมินปริมาณน้ำท่าช่วงเหตุการณ์น้ำหลาก ผลการประเมินการไหลสูงสุดจึงมีความสำคัญมาก โดยวิธีทดลองที่เหมาะสมในการประเมินปริมาณน้ำท่าสำหรับพื้นที่ศึกษาต้องถูกคัดเลือกอย่างน้อยจาก 3 เหตุการณ์น้ำหลาก

$$R^2 = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (Q_{sim,i} - \bar{Q}_{sim})(Q_{obs,i} - \bar{Q}_{obs})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (Q_{sim,i} - \bar{Q}_{sim})^2 \sum_{i=1}^N (Q_{obs,i} - \bar{Q}_{obs})^2}} \right]^2 \quad (4)$$

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{obs,i} - Q_{sim,i})^2}{\sum_{i=1}^N (Q_{obs,i} - \bar{Q}_{obs})^2} \quad (5)$$

$$PEPF = \frac{|Q_{obs(peak)} - Q_{sim(peak)}| \times 100}{Q_{obs(peak)}} \quad (6)$$

$$PEV = \frac{|Vol_{obs} - Vol_{sim}| \times 100}{Vol_{obs}} \quad (7)$$

เมื่อ $Q_{obs,i}$ คือ อัตราการไหลรายวันที่ได้จากการตรวจวัด วันที่ i (ลบ.ม./วินาที) $Q_{sim,i}$ คือ อัตราการไหลรายวันที่ได้จากแบบจำลอง วันที่ i (ลบ.ม./วินาที) $\bar{Q}_{obs}$ คือ อัตราการไหลเฉลี่ยรายวันที่ได้จากการตรวจวัด (ลบ.ม./วินาที) $\bar{Q}_{sim}$ คือ อัตราการไหลเฉลี่ยรายวันที่ได้จากแบบจำลอง (ลบ.ม./วินาที) N คือ จำนวนของข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวัน $Q_{obs(peak)}$ คือ อัตราการไหลสูงสุดที่ได้จากการตรวจวัด (ลบ.ม./วินาที) $Q_{sim(peak)}$ คือ อัตราการไหลสูงสุดที่ได้จากแบบจำลอง (ลบ.ม./วินาที) Vol_{obs} คือ ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด (มม.) และ Vol_{sim} คือ ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง (มม.)

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนตามค่าดัชนีวิเคราะห์ความแม่นยำของแบบจำลอง ดัดแปลงจากการศึกษาของ Katwal และคณะ [3]

เกณฑ์การประเมิน	คะแนน	R ²	NSE	PEPF (%)	PEV (%)
ดีมาก	3	0.75 - 1.00	0.75 - 1.00	< 15	< 10
ดี	2	0.65 - 0.75	0.65 - 0.75	15 - 30	10 - 15
น่าพอใจ	1	0.50 - 0.65	0.50 - 0.65	30 - 40	15 - 25
ไม่น่าพอใจ	0	< 0.5	< 0.5	> 40	> 25

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ในการศึกษานี้การจำลองปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำลำปาวด้วยแบบจำลอง HEC-HMS พิจารณาในช่วงเหตุการณ์น้ำหลากจำนวน 5 เหตุการณ์ โดยมี 3 เหตุการณ์ ในปี พ.ศ. 2553 2554 และ 2560 และอีก 2 เหตุการณ์ ในปี พ.ศ. 2561 และ 2562 สำหรับการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง ตามลำดับ ตารางที่ 2 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง HEC-HMS ที่ได้จากการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง HEC-HMS โดยการเปรียบเทียบผลการคำนวณปริมาณน้ำท่ากับข้อมูลน้ำท่าที่ตรวจวัดจากสถานี E.65 E.76A และเขื่อนลำปาว

ตารางที่ 2 ค่าพารามิเตอร์จากการสอบเทียบและตรวจสอบของสถานีวัดน้ำท่า E.65 E.76A และเขื่อนลำปาว

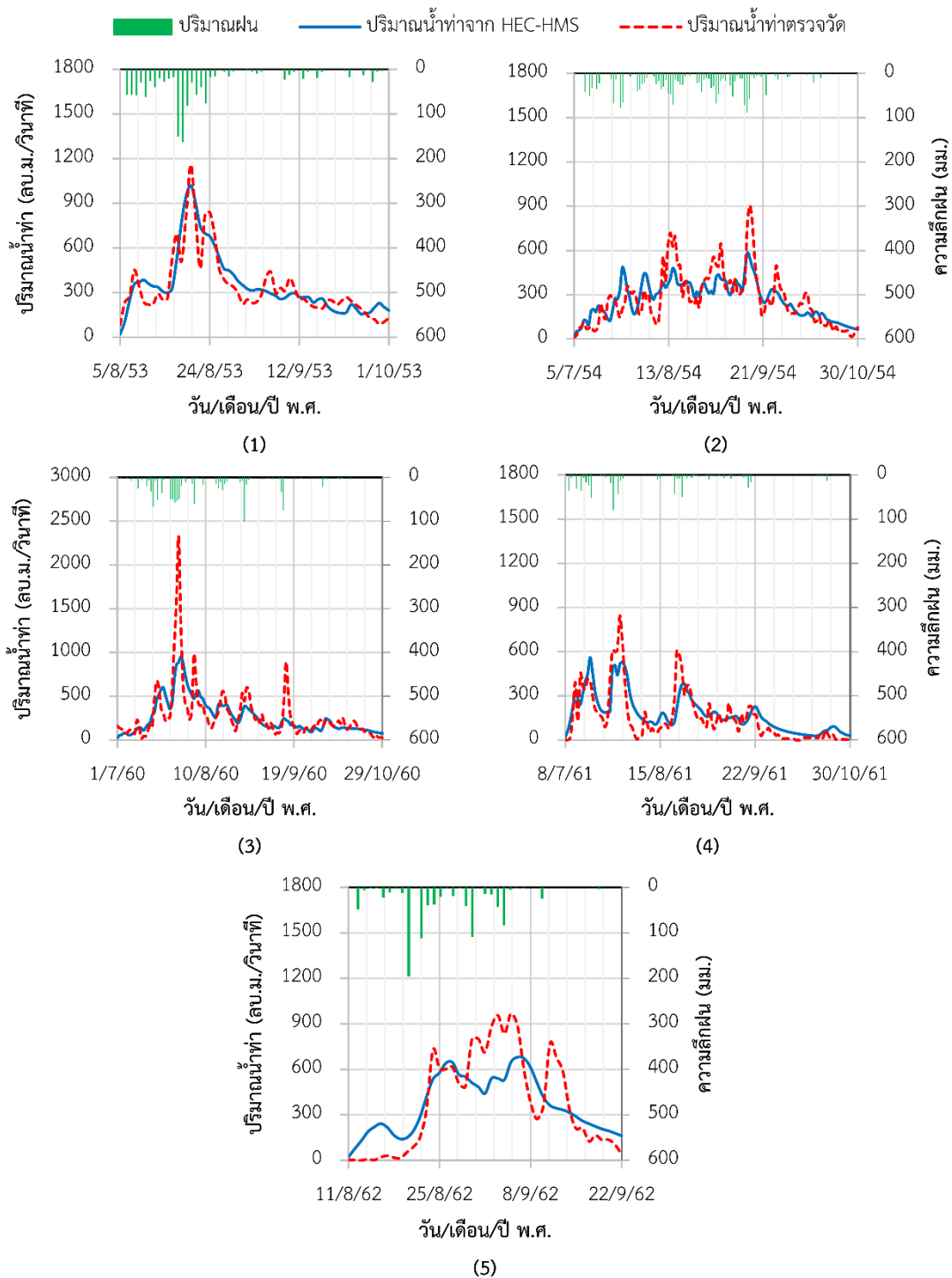
กระบวนการวิธี	พารามิเตอร์	ช่วงค่าแนะนำ [10]	ค่าเหมาะสม
Green-Ampt	Initial moisture deficit	0 - 1	0.221 - 0.259
	Suction head (มม.)	0 - 1,000	101 - 139
	Hydraulic conductivity (มม./ชั่วโมง)	0 - 250	9.2 - 14.5
SCS-CN	Initial abstraction (มม.)	0 - 500	5.36 - 54.11
	Curve number	1 - 100	48.94 - 94.99
Snyder UH	Lag time (ชั่วโมง)	0.1 - 500	6.66 - 43.2
	Peaking coefficient	0.1 - 1.0	0.12-0.70
Linear reservoir	GW1 fraction	0 - 1	0.01 - 0.5
	GW1 coefficient (ชั่วโมง)	0.01 - 10,000	5.33 - 388.80
	GW2 fraction	0 - 1	0.01 - 0.4
	GW2 coefficient (ชั่วโมง)	0.01 - 10,000	33.97 - 1,080
Muskingum	Muskingum K (ชั่วโมง)	0.1 - 150	6.08 - 40.41
	Muskingum X	0 - 0.5	0.3

ภาพที่ 4 และ 5 แสดงผลการจำลองปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำทั้ง 5 เหตุการณ์น้ำหลากด้วยแบบจำลอง HEC-HMS ที่ใช้กระบวนการวิธี Green-Ampt (วิธีทดลอง 1) และที่ใช้กระบวนการวิธี SCS-CN (วิธีทดลอง 2) ตามลำดับ ในภาพรวม พบว่าแบบจำลองทั้ง 2 สามารถคำนวณปริมาณน้ำท่าได้ตอบสนองกับปริมาณฝนที่ตกลงในพื้นที่รับน้ำ อย่างไรก็ตาม ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่ารายวันสูงสุดมีค่าต่ำกว่าปริมาณน้ำท่าตรวจวัด เช่น เหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ. 2560 2561 และ 2562 ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเนื่องจากการขาดหายของข้อมูลปริมาณฝนตรวจวัดในบางสถานี และการกระจายตัวของสถานีตรวจวัดปริมาณฝนบริเวณตอนล่างของพื้นที่ศึกษาที่สถานีส่วนใหญ่ตั้งอยู่รอบๆ พื้นที่ จึงทำให้ผลการ

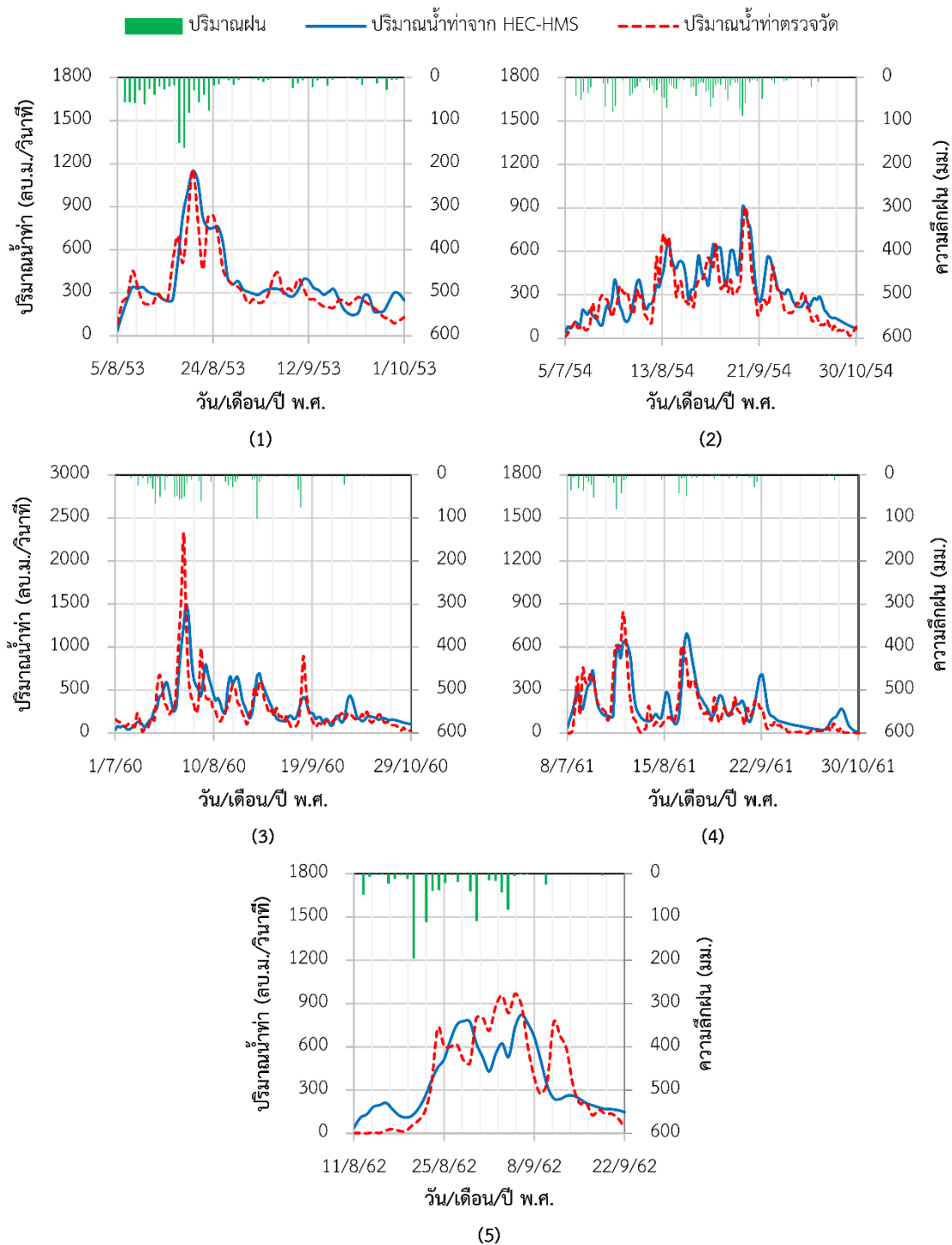
ประมาณค่าปริมาณฝนเชิงพื้นที่ของแบบจำลองเกิดความคลาดเคลื่อนได้ นอกจากนี้ พบว่าในปี พ.ศ. 2553 2554 2560 2561 และ 2562 มีช่วงระยะเวลาระหว่างการเกิดฝนตกสูงสุดกับการเกิดอัตราการไหลของน้ำท่าสูงสุด (Lag time) อยู่ระหว่าง 1 กับ 3 วัน ค่า Lag time มีประโยชน์ในการคาดการณ์เวลาที่จะเกิดการไหลของน้ำท่าสูงสุดหากทราบค่าปริมาณฝนได้ ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่สำคัญในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำในช่วงฤดูน้ำหลาก

ผลการประเมินประสิทธิภาพในการคำนวณปริมาณน้ำท่าของแบบจำลองด้วยดัชนีทางสถิติและหลักเกณฑ์การให้คะแนน แสดงดังตารางที่ 3 และ 4 ตามลำดับ ยกตัวอย่างผลการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง HEC-HMS และการให้คะแนนทั้ง 2 วิธีทดลอง เพื่อคัดเลือกแบบจำลองเพียง 1 วิธีทดลอง เมื่อเปรียบเทียบผลการคำนวณกับข้อมูลปริมาณน้ำท่าตรวจวัดจากเหตุการณ์น้ำหลากในปี พ.ศ. 2553 ณ สถานี E.65 สำหรับวิธีทดลอง 1 ให้ค่า R^2 NSE PEPF และ PEV เท่ากับ 0.81 0.71 12.55 % และ 15.55 % ตามลำดับ และวิธีทดลอง 2 ให้ค่า R^2 NSE PEPF และ PEV เท่ากับ 0.68 0.58 27.73 % และ 9.21 % ตามลำดับ ดังนั้น ผลการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง HEC-HMS แบบวิธีทดลอง 1 ณ สถานี E.65 เทียบกับเหตุการณ์น้ำหลากในปี พ.ศ. 2553 มีผลคะแนนรวมเท่ากับ 9 คะแนน (3 2 3 และ 1 คะแนน ตามลำดับ) และแบบวิธีทดลอง 2 มีผลคะแนนรวมเท่ากับ 8 คะแนน (2 1 2 และ 3 คะแนน ตามลำดับ) ในการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง HEC-HMS และให้คะแนน สำหรับเหตุการณ์น้ำหลากอื่นๆ และที่ตำแหน่งสถานี E.76A และเขื่อนลำปาวใช้หลักการเดียวกันกับการยกตัวอย่างข้างต้น จากการคัดเลือกแบบจำลอง HEC-HMS ซึ่งใช้กระบวนการวิธีที่แตกต่างกัน (วิธีทดลอง 1 และ 2) ดังตารางที่ 4 พบว่า วิธีทดลอง 1 มีประสิทธิภาพในการจำลองปริมาณน้ำท่าในช่วงเหตุการณ์น้ำหลาก ปี พ.ศ. 2553 มากกว่าวิธีทดลอง 2 แต่ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าในช่วง 4 เหตุการณ์น้ำหลากที่เหลือ (ปี พ.ศ. 2554 2560 2561 และ 2562) พบว่าวิธีทดลอง 2 สามารถคำนวณปริมาณน้ำท่าได้แม่นยำกว่าวิธีทดลอง 1 จากผลการศึกษานี้ แสดงให้เห็นว่าวิธีทดลอง 2 ซึ่งใช้กระบวนการวิธี SCS-CN ในการจำลองการสูญเสียในกระบวนการอุทกวิทยาของแบบจำลอง HEC-HMS มีประสิทธิภาพในการจำลองปริมาณน้ำท่าสำหรับพื้นที่รับน้ำของอ่างเก็บน้ำลำปาว มากกว่าวิธีทดลอง 1 ซึ่งใช้กระบวนการวิธี Green-Ampt ความแตกต่างของผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าด้วยทั้ง 2 วิธี เนื่องมาจากพารามิเตอร์ที่แตกต่างกันระหว่างกระบวนการวิธี Green-Ampt และ SCS-CN โดยที่กระบวนการวิธี Green-Ampt คำนวณค่าพารามิเตอร์จากข้อมูลกลุ่มชุดดิน แต่กระบวนการวิธี SCS-CN คำนวณค่าพารามิเตอร์จากข้อมูลกลุ่มชุดดินและข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ผลการศึกษานี้คล้ายงานวิจัยของ Gunathilake และคณะ [9] ที่ได้ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าที่ต่างกันจากการใช้กระบวนการวิธี SCS-CN และ Green-Ampt ในพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีการใช้ที่ดินส่วนใหญ่สำหรับทำการเกษตร

จากการประเมินผลของแบบจำลองในการศึกษานี้ เลือกแบบจำลอง HEC-HMS ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการวิธี SCS-CN Snyder unit hydrograph Linear reservoir และ Muskingum สำหรับประเมินปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำลำปาว ในขณะที่ El Hassan และคณะ [11] และณัฐพล และคณะ [8] เลือกใช้กระบวนการวิธีที่คล้ายคลึงกันกับการศึกษานี้ ซึ่งประกอบด้วย SCS-CN Snyder unit hydrograph และ Muskingum และพบว่าแบบจำลอง HEC-HMS มีประสิทธิภาพในการประเมินปริมาณน้ำท่าโดยเฉพาะอัตราการไหลสูงสุดในช่วงน้ำหลาก นอกจากนี้ค่าพารามิเตอร์ CN ของกระบวนการวิธี SCS-CN ของการศึกษานี้อยู่ระหว่าง 49-95 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lohpaisankrit และคณะ [7] ที่ใช้ค่าพารามิเตอร์ CN อยู่ระหว่าง 45-100 ในแบบจำลอง HEC-HMS เพื่อประเมินน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีการใช้ที่ดินส่วนใหญ่สำหรับเกษตรกรรม แต่งานวิจัยของ Kabiri และคณะ [4] แนะนำว่าแบบจำลอง HEC-HMS ที่ใช้กระบวนการวิธี Green-Ampt ในการจำลองการสูญเสียเหมาะสำหรับการประเมินปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ที่มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เมือง ด้วยเหตุผลนี้แบบจำลอง HEC-HMS ที่ใช้กระบวนการวิธี SCS-CN ของการศึกษานี้จึงให้ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าได้แม่นยำกว่าแบบจำลอง HEC-HMS ที่ใช้กระบวนการวิธี Green-Ampt



ภาพที่ 4 การสอบเทียบและตรวจสอบปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำลำปาวที่คำนวณด้วยวิธีทดลอง 1 ในช่วงเหตุการณ์น้ำหลาก (1) ปี พ.ศ. 2553 (2) ปี พ.ศ. 2554 (3) ปี พ.ศ. 2560 (4) ปี พ.ศ. 2561 และ (5) ปี พ.ศ. 2562



ภาพที่ 5 การสอบเทียบและตรวจสอบปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำลำปาวที่คำนวณด้วยวิธีทดลอง 2 ในช่วงเหตุการณ์น้ำหลาก (1) ปี พ.ศ. 2553 (2) ปี พ.ศ. 2554 (3) ปี พ.ศ. 2560 (4) ปี พ.ศ. 2561 และ (5) ปี พ.ศ. 2562

ตารางที่ 3 ผลการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง HEC-HMS

ช่วงเวลา (พ.ศ.)	สถานี	วิธีทดลอง 1				วิธีทดลอง 2			
		R ²	NSE	PEPF	PEV	R ²	NSE	PEPF	PEV
2553	E.65	0.81	0.71	12.55	15.55	0.68	0.58	27.73	9.21
	E.76A	0.53	0.50	0.93	0.12	0.61	0.56	8.14	12.99
	เขื่อนลำปาว	0.78	0.77	12.11	3.22	0.76	0.69	0.82	9.22
2554	E.65	0.65	0.64	30.03	4.39	0.69	0.54	1.59	18.50
	E.76A	0.59	0.52	60.67	26.35	0.67	0.56	3.82	11.89
	เขื่อนลำปาว	0.63	0.61	35.81	1.84	0.67	0.54	0.57	19.49
2560	E.65	0.78	0.51	2.42	20.03	0.75	0.65	1.37	11.40
	E.76A	0.52	0.51	51.34	3.63	0.74	0.69	2.60	37.44
	เขื่อนลำปาว	0.58	0.56	59.23	8.71	0.60	0.59	35.77	11.60
2561	E.65	0.64	0.57	15.06	17.62	0.57	0.57	28.80	3.62
	E.76A	0.62	0.62	36.33	2.69	0.66	0.53	2.55	49.56
	เขื่อนลำปาว	0.69	0.67	33.56	14.64	0.66	0.60	20.36	24.33
2562	E.65	0.90	0.88	25.72	4.66	0.88	0.85	23.96	4.48
	E.76A	0.68	0.60	47.10	3.75	0.61	0.56	12.98	17.15
	เขื่อนลำปาว	0.71	0.64	28.93	4.36	0.61	0.60	13.99	4.29

ตารางที่ 4 ผลการให้คะแนนเพื่อคัดเลือกวิธีทดลองในแบบจำลอง HEC-HMS

ช่วงเวลา (พ.ศ.)	วิธีทดลอง	สถานีตรวจวัดปริมาณน้ำท่า			รวมคะแนน	เลือกวิธี ทดลอง
		E.65	E.76A	อ่างเก็บน้ำ		
2553	1	9	8	12	29	1
	2	8	7	11	26	
2554	1	7	2	6	15	2
	2	7	8	7	22	
2560	1	8	5	5	18	2
	2	10	7	5	22	
2561	1	5	6	7	18	2
	2	7	6	6	19	
2562	1	11	6	8	25	2
	2	11	6	8	25*	

* ผลการประเมินด้วยค่าดัชนี PEPF มีคะแนนรวมมากกว่า

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการวิธีการสูญเสีย Green-Ampt และ SCS-CN ของแบบจำลองอุทกวิทยา HEC-HMS ในการจำลองปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำลำปาว โดยพิจารณาจากเหตุการณ์น้ำหลากแบบสุดขีดจำนวน 5 เหตุการณ์ การจำลองกระบวนการอุทกวิทยาส่วนอื่นนอกจากการสูญเสียในแบบจำลอง HEC-HMS เช่น การจำลองปริมาณน้ำท่าโดยตรง การไหลใต้ดิน และการเคลื่อนตัวของน้ำใช้วิธี Snyder unit hydrograph Linear reservoir และ Muskingum ตามลำดับ จากผลการจำลองปริมาณน้ำท่าในช่วงเหตุการณ์น้ำหลากทั้ง 5 เหตุการณ์ สรุปได้ว่า แบบจำลอง HEC-HMS ที่ใช้กระบวนการวิธีการสูญเสียแบบ SCS-CN ให้ผลในการประเมินปริมาณน้ำท่าได้แม่นยำกว่าแบบจำลองที่ใช้กระบวนการวิธี Green-Ampt สำหรับพื้นที่รับน้ำของอ่างลำปาว ซึ่งมีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม การศึกษานี้แนะนำให้ทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลการคำนวณน้ำท่าจากกระบวนการวิธีต่างๆ ของแบบจำลองเพื่อให้ได้กระบวนการวิธีที่เหมาะสมสำหรับการจำลองน้ำท่าในพื้นที่ศึกษา ข้อจำกัดของการศึกษานี้ คือใช้ข้อมูลปริมาณฝนรายวันจากการตรวจวัดเป็นข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง HEC-HMS เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแบบจำลอง HEC-HMS ในการประเมินปริมาณน้ำท่าแนะนำให้ใช้ข้อมูลปริมาณฝนรายชั่วโมงจากการตรวจวัด ร่วมกับข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนจากแบบจำลองสภาพอากาศ (Weather Research and Forecasting, WRF) ซึ่งจะสามารถพัฒนาแบบจำลอง HEC-HMS ให้เป็นระบบพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำลำปาวได้ และจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการและจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ กรมชลประทาน กรมพัฒนาที่ดินและกรมอุตุนิยมวิทยา ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ การวิจัยนี้ได้รับสนับสนุนงบประมาณโครงการจาก “ฝ่ายวิจัยและบัณฑิตศึกษา” มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

1. Royal Irrigation Department. Kalasin Provincial Irrigation Office [Internet]. Available from: <https://sites.google.com/site/chlprathanlapaw/> Thai.
2. Royal Irrigation Department. Using HEC-HMS Model Work Manual. Vol. 1. 2018. 32 p. Thai.
3. Katwal R, Li J, Zhang T, Hu C, Rafique MA, Zheng Y. Event-based and continuous flood modeling in Zijiang watershed, Northern China. Natural Hazards. 2021; 108(1): 733–753.
4. Kabiri R, Ramani B, Chan A. Using Green-Ampt Loss Method in Surface Runoff Simulationff Klang Watershed in West Malaysia. Advances in Environment, Computational Chemistry and Bioscience. 2012; 217–222.
5. Oleyblo JO, Li ZJ. Application of HEC-HMS for flood forecasting in Misai and Wan'an catchments in China. Water Science and Engineering. 2010; 3(1): 14–22.
6. Halwatura D, Najim MMM. Application of the HEC-HMS model for runoff simulation in a tropical catchment. Environmental Modelling and Software. 2013; 46: 155–162.
7. Lohpaisankrit W, Hiranwattananon T, Tumma N. Application of a rainfall-runoff model for flood generation in the Huai Sangka catchment Thailand. Engineering and Applied Science Research. 2021; 48(2): 121–130.



8. Kaewthong N, Ditthakit P, Nakrod S, Buathongkhue C. The Application of HEC-HMS and HEC-RAS Mathematical Models for Study of Flood Mitigation in Cha-Uat, Nakhon Si Thammarat. *Journal of Science and Technology Mahasarakham University*. 2019; 39(3): 264–272. Thai.
9. Gunathilake MB, Panditharathne P, Gunathilake AS, Warakagoda ND. Application of a hec-hms model on event-based simulations in a tropical watershed. *Eng Appl Sci Res*. 2020; 47(4): 349–360.
10. US Army Corps of Engineers. HEC-HMS Technical Reference Manual. Hydrologic Engineering Center (HEC). 2021.
11. El Hassan AA, Sharif HO, Jackson T, Chintalapudi S. Performance of a conceptual and physically based model in simulating the response of a semi-urbanized watershed in San Antonio, Texas. *Hydrological Processes*. 2013; 27(24): 3394–3408.