แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ MIKE11 สำหรับประเมินอุทกภัยในทุ่งโพธิ์พระยา
Hydrodynamics MIKE11 Model for Flooding Assessment in the Pho-Phraya Field

ชวลิต ชาลีรักษ์ตระกูล[1,*]และ เอกลักษณ์ จันดี[2]

[1] ศาสตราจารย์ และ[2]นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จ.ปทุมธานี
**Corresponding author; E-mail address: cchava@engr.tu.ac.th*

บทคัดย่อ

การผันน้ำเข้าทุ่งเป็นหนึ่งในมาตรการที่สำคัญสำหรับบรรเทาความเสี่ยงอุทกภัยจากน้ำเหนือไหลหลากในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ดังนั้นการศึกษานี้จึงได้พัฒนาแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ MIKE11 สำหรับประเมินความลึกของระดับน้ำและพื้นที่น้ำท่วมในทุ่ง จากผลกระทบของการปล่อยน้ำเข้าทุ่ง แบบจำลอง MIKE11 เป็นแบบจำลองที่ได้รับการยอมรับในการอธิบายการไหลในแม่น้ำ แต่ได้ถูกปรับปรุงให้สามารถประเมินเป็นกริด (grid) สถานการณ์น้ำท่วมคาดการณ์ในทุ่งได้ โดยสมมติอาคารชลศาสตร์จินตภาพในการกระจายน้ำตามพื้นที่ และอาศัยข้อมูลจากแบบจำลองระดับความสูงเชิงตัวเลข (DEM) แบบจำลอง MIKE11 ที่ปรับปรุงนี้ได้ถูกพัฒนา สำหรับอธิบายอุทกภัยในทุ่งโพธิ์พระยา โดยใช้ข้อมูลของเหตุการณ์น้ำท่วมในปี พ.ศ.2559 และ พ.ศ.2560 ในการปรับเทียบและสอบทาน ตามลำดับ ผลลัพธ์ที่ได้จากการพัฒนาแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี ได้แก่ (1) น้ำไหลในลำน้ำ และ (2) ล้นตลิ่ง ในกรณี (1) แบบจำลอง ซึ่งใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในช่วง 0.025 – 0.035 ให้ระดับน้ำหน้า ปตร.โพธิ์พระยา ใกล้เคียงกับผลตรวจวัด (ค่าสัมประสิทธิ์ R^2 = 0.829 – 0.927 และ ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย RMSE = 0.18 – 0.20 ม.) ในกรณี (2) เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของพื้นที่ทุ่งน้ำท่วมเท่ากับ 0.050 – 0.070 แบบจำลองสามารถประมาณการระดับน้ำท่วมในพื้นที่ทุ่ง (0.90 – 1.20 ม.) ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจวัดพอสมควร จากผลการพัฒนาแบบจำลองพอสรุปได้ว่า แนวคิดที่นำเสนอในการปรับปรุงแบบจำลอง MIKE11 สามารถนำไปใช้ในการอธิบายอุทกภัยในทุ่งอื่นได้

คำสำคัญ: แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ อุทกภัย ทุ่งรับน้ำ ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

Abstract

Diversion of flooding to a detention field is one of the importance measures for mitigation on inundation risk due to upstream floods in the Chao Phraya Basin. The present study therefore develops the hydrodynamic MIKE11 model for assessment of depth and area of flooding as a result of the diversion. The MIKE11 model is widely accepted in practice as a flood model in a river. In this research, we further improve the model ability to evaluate flooding situation in a detention field by assuming imaginary hydraulic structures to distribute flood excesses of actual canal network over the field area obtained from the digital elevation model (DEM). The improved MIKE11 model is then developed for describing the flood in the Pho-Phraya field. The development uses the flood data between 2016 and 2017 for model calibration and validation respectively. Development results can be divided into 2 cases: (1) flooding in the canal network and (2) spilling over the canals. For the first case, the model adopts coefficient of roughness from 0.025 to 0.035. It could estimate upstream water level at the Pho-Phraya gate that is reasonably accurate, as compared with an appropriate observation. The coefficient of determination R2 ranges from 0.72 to 0.83 while the root mean square error (RMSE) is between 0.15 and 0.23 m. Secondly, considering the roughness coefficient of 0.045-0.05, the flooding depths (0.9-1.2 m) of the model agree with corresponding data satisfactorily. In addition, the results obtained have suggested that the concept used in the improved model could be applied to the other flooding detention field.

Keywords: Hydrodynamics model, flooding, flooding detention field, the Chao Phraya Basin

1.บทนำ

จากเหตุการณ์อุทกภัยที่เกิดขึ้นของประเทศไทยแต่ละครั้ง ลุ่มน้ำเจ้าพระยาเป็นลุ่มน้ำที่ได้รับผลกระทบอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอด เนื่องด้วยแม่น้ำเจ้าพระยารับมวลน้ำจากแม่น้ำของ ปิง วัง ยม และน่าน ที่ไหลมารวมตัวลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา ที่จังหวัดนครสวรรค์ เมื่อถึงฤดูฝนหรือพายุที่พัดผ่านภาคเหนือของประเทศไทยหรือในพื้นที่ลุ่มเจ้าพระยา มวลน้ำจากตอนบนจะไหลบ่ามารวมที่แม่น้ำเจ้าพระยา และประกอบกับพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำและประมาตรน้ำเกินศักยภาพในการระบายของแม่น้ำเจ้าพระยารองรับได้ จึงทำให้เกิดอุกทกภัยเกิดขึ้นอยู่บ่อยครั้ง และจากเหตุการณ์อุทกภัยที่เกิดขึ้นนั้นมีความรุนแรงของอุทกภัยแตกต่างกันออกไปและความรุนแรงจากอุทกภัยนั้น สร้างความเสียหายให้แก่ประชาชนเป็นอย่างมาก เช่น พ.ศ. 2538 , พ.ศ.2545 พ.ศ.2549 , พ.ศ. 2553 , พ.ศ.2554 , พ.ศ.2559 และ พ.ศ. 2560 จากเหตุการณ์อุทกภัยดังกล่าวทำให้เกิดความเสียหายต่อการเกษตร โบราณสถาน/โบราณวัตถุ ชุมชน และนิคมอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก (มูลค่าความเสียหาย 4.8 แสนล้านบาทและพื้นที่เกษตรกรได้รับความเสียหายประมาณ 11.4 ล้านไร่ สำหรับวิกฤติมหาอุทกภัยในปี พ.ศ.2554) [1]

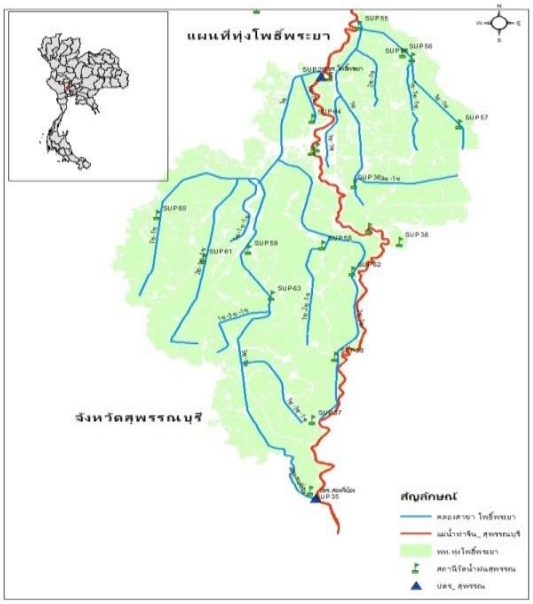
หนึ่งในมาตรการที่สำคัญของแผนบรรเทาอุทกภัยแบบบูรณาการให้กับลุ่มเจ้าพระยาตอนล่าง ได้แก่ การตัดยอดอุทกภัยโดยใช้เขื่อนเจ้าพระยา (จังหวัดชัยนาท) ผันน้ำผ่านทางแม่น้ำท่าจีน ซึ่งมีอัตราการไหลปลอดภัยเท่ากับ 200 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที อย่างไรก็ตาม การผันอุทกภัย

บางส่วนในแม่น้ำเจ้าพระยาเข้ามาในแม่น้ำท่าจีน ทำให้ปัญหาอุทกภัยในแม่น้ำท่าจีนรุนแรงขึ้น เพื่อลดปัญหาอุทกภัยในลุ่มน้ำท่าจีน กรมชลประทานจึงเสนอทุ่งโพธิ์พระยา (จังหวัดสุพรรณบุรี) เป็นทุ่งหน่วงน้ำก่อนที่จะระบายลงแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยาได้กำหนดขนาดความจุของทุ่งหน่วงน้ำอยู่ที่ 160.66 ล้านลูกบาศก์เมตร ที่ระดับความลึกเฉลี่ยเท่ากับ 0.60 เมตร [2] แต่การผันน้ำเข้าทุ่งก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตของเกษตรกรในพื้นที่ชลประทาน เพราะเกษตรกรไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ทัน ดังนั้นโครงการส่งน้ำฯ โพธิ์พระยาจึงได้ขุดลอกคลองระบายน้ำ กำจัดวัชพืชและสิ่งกีดขวางทางน้ำ เพิ่มความสูงคันกั้นน้ำ และบำรุงรักษาอาคารประกอบในคลองชลประทานให้พร้อมรับอุทกภัย พร้อมกันนั้นกรมชลประทานยังได้แนะนำเกษตรกรให้เลื่อนการเพาะปลูกให้เร็วขึ้น (จากเดือนมิถุนายน เป็น เดือนพฤษภาคม) โดยโครงการส่งน้ำฯ โพธิ์พระยา รับที่จะส่งน้ำให้เกษตรกรตามปฏิทินการเพาะปลูกใหม่ เพื่อลดความเสียหายของผลผลิต จากปริมาตรอุทกภัยที่เก็บกักในทุ่ง [3]

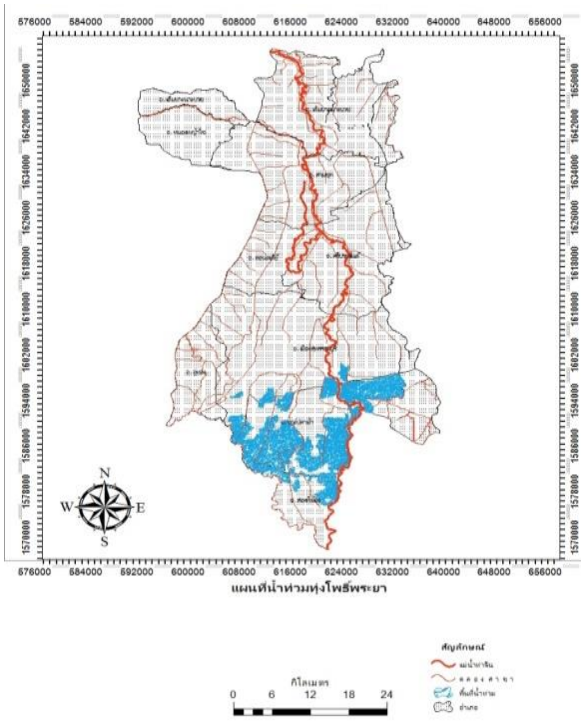
งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อพัฒนาแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ MIKE11 สำหรับบริหารปริมาตรอุทกภัย (ความลึกและพื้นที่น้ำท่วม) ในทุ่งโพธิ์พระยาให้มีประสิทธิภาพ แบบจำลอง MIKE11 ที่พัฒนาขึ้นนี้ ได้ถูกปรับปรุงให้อธิบายปริมาตรอุทกภัยในทุ่งหน่วงน้ำ โดยใช้อาคารชลศาสตร์จินตภาพในการกระจายน้ำไปตามระดับความสูงของพื้นที่ในทุ่ง แบบจำลองนี้ใช้งานง่าย ต้องการข้อมูลและทรัพยากรในการคำนวณน้อย [4,5,6] เมื่อเทียบกับแบบจำลองชนิด 2 มิติ อื่น (เช่น MIKE21 เป็นต้น) ผลการปรับเทียบและสอบเทียบของแบบจำลอง MIKE11 โดยใช้ข้อมูลระบายน้ำปี พ.ศ.2559 และ ปี พ.ศ.2560 พบว่า แบบจำลองสามารถอธิบายความลึกได้ใกล้เคียงกับข้อมูลตรวจวัดในสนาม ทั้งในปีปรับเทียบและปีสอบทาน ส่วนพื้นที่น้ำท่วมที่ได้ก็สอดคล้องกับแผนที่น้ำท่วมของ GISTDA พอสมควร

2. พื้นที่ศึกษา

ทุ่งโพธิ์พระยาเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่รับผิดชอบของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา สำนักงานชลประทานที่ 12 กรมชลประทาน ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 640 ตารางกิโลเมตร พื้นที่รับผิดชอบดูแลในบริเวณพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี ประกอบด้วย อำเภอศรีประจันต์ อำเภอเมืองสุพรรณบุรี อำเภอบางปลาม้า และอำเภอสองพี่น้อง (ดังแสดงในรูปที่ 1 (ก))



(ก) เครือข่ายคลองชลประทานและพื้นที่ศึกษาทุ่งโพธิ์พระยา



(ข) พื้นที่น้ำท่วมในทุ่งโพธิ์พระยา

รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาโครงการส่งน้ำฯ โพธิ์พระยา (ก) เครือข่ายคลองชลประทานและพื้นที่ศึกษาทุ่งโพธิ์พระยา (ข) พื้นที่น้ำท่วมในทุ่งโพธิ์พระยา

การบริหารการจัดน้ำของโครงการมีหน้าที่หลักในการส่งน้ำและระบายน้ำเมื่อเกิดอุทกภัย และการส่งน้ำมีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนการเกษตรและการอุปโภคบริโภค โดยใช้คลองส่งน้ำ และคลองส่งน้ำในพื้นที่มีทั้งหมด 17 สาย ส่วนการระบายน้ำจะใช้คลองระบายน้ำเพื่อใช้บรรเทาความเดือดร้อนในพื้นที่ และคลองระบายน้ำในพื้นที่มีทั้งหมด 12 สาย และปัจจุบันกรมชลประทานได้กำหนดให้ทุ่งโพธิ์พระยา ประกอบด้วยอำเภอเมืองสุพรรณบุรี อำเภอบางปลาม้า และอำเภอสองพี่น้องเป็นทุ่งรับน้ำ ซึ่งมีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 267 ตารางกิโลเมตร ที่ระดับเก็บกักเฉลี่ย 0.60 เมตร คิดเป็นปริมาตรน้ำทั้งหมด 160.66

ล้านลูกบาศก์เมตร และกำหนดปฏิทินการเพาะปลูกให้เร็วขึ้นเพื่อที่จะสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ทันก่อนช่วงการเกิดอุทกประจำปีและหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตเรียบร้อยแล้ว โครงการฯ ได้ขอใช้พื้นที่การเกษตรดังกล่าวเป็นพื้นที่รับน้ำนองต่อไป

หลักการในการบริหารจัดการอุทกภัยน้ำ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยาจะผันน้ำจากแม่น้ำท่าจีนบริเวณเหนือประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเข้าคลองส่งน้ำ 1 ซ้าย , 1ขวา และคลองส่งน้ำสายซอยสายต่างๆในพื้นที่รวมทั้งหมด 17 สาย (ดังแสดงในรูปที่ 1 (ก)) เพื่อผันน้ำเข้าไปเก็บกักในพื้นที่รับน้ำ (ดังแสดงในรูปที่ 1 (ข)) เกณฑ์ในการผันน้ำเข้าทุ่งรับน้ำ และจะผันเมื่อการระบายน้ำด้านท้ายประตูระบายน้ำโพธิ์พระยามีระดับเกิน +4.50 ม.รทก. และบริหารจัดการน้ำส่วนที่ไม่สามารถระบายลงด้านท้ายประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาได้ โดยการผันน้ำเข้าคลองส่งน้ำฝั่งซ้ายและ ฝั่งขวาเหนือประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาตามสัดส่วนของพื้นที่ที่ถูกจัดสรรให้เป็นทุ่งรับน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา ส่วนการระบายน้ำออกจากทุ่งโพธิ์พระยาจะระบายลงสู่แม่น้ำท่าจีนต่อเมื่อระดับน้ำด้านท้ายของแม่น้ำท่าจีนมีระดับลดลงจนสามารถระบายน้ำออกจากพื้นที่ดังกล่าวได้ ทั้งนี้แนวทางในการระบายน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยาจะอาศัยสถานีสูบน้ำจากคลองระบายต่างๆริมแม่น้ำท่าจีนเพื่อสูบน้ำออกจากพื้นที่ทุ่งรับน้ำโพธิ์พระยา

3. แบบจำลอง MIKE 11

แบบจำลอง MIKE 11 พัฒนาขึ้นโดยสถาบันชลศาสตร์แห่งประเทศเดนมาร์ค คือ แบบจำลองที่สามารถคำนวณการเคลื่อนที่ของน้ำแบบ 1 มิติ (1D – Hydrodynamic Model) [7] ในแม่น้ำ ภายใต้ข้อมูลขอบเขตและข้อมูลทางกายภาพของลำน้ำ ซึ่งผลการคำนวณจะให้ค่าระดับน้ำและอัตราการไหลในแม่น้ำ ดังนั้นแบบจำลองนี้จึงถือว่าเป็นแบบจำลองพื้นฐานที่สำคัญเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการต่อยอดด้านอื่นๆ

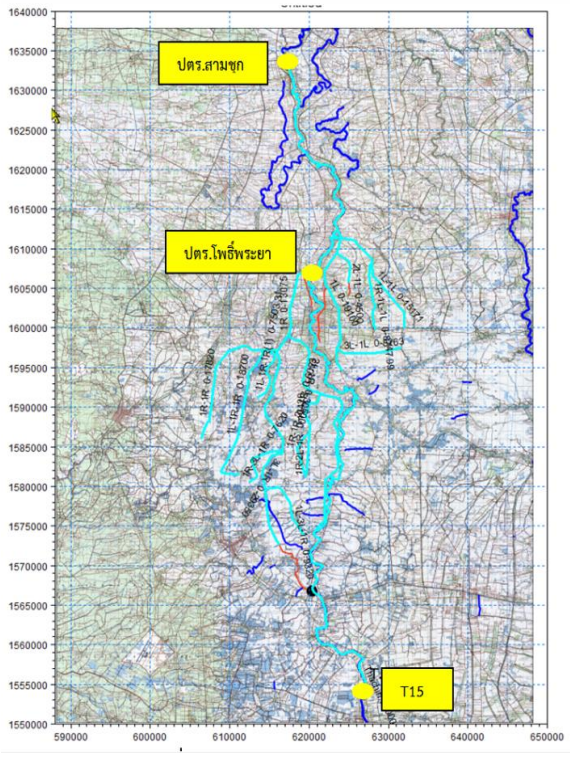
แบบจำลองสภาพการไหล (Hydrodynamic Module) เป็นแบบจำลองประเภท Implicit Finite Difference Model ที่ใช้ในการวิเคราะห์การไหลแบบไม่คงที่ (Unsteady Flow) ในแม่น้ำ โดยมีสมการพื้นฐาน คือสมการ Saint Venant Equation (Danish Hydraulic Institute,1992) [8] ซึ่งประกอบด้วยสมการต่อเนื่องและสมการโมเมนตัม การแก้สมการต่อเนื่องและสมการโมเมนตัมจะใช้วิธีการเรียกว่า Implicit Finite Difference Scheme ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Abbot and Ionescro (1967) [9] โครงสร้างของวิธีการแก้ปัญหาอยู่บนพื้นฐานที่เป็นอิสระจากลักษณะของคลื่น (wave description)

แบบจำลอง MIKE 11 เป็นแบบจำลองเชิงกายภาพ (Physical Based Model) ใช้ข้อมูลทางกายภาพของลำน้ำเป็นข้อมูลหลัก แบบจำลองนี้จึงเสมือนการสร้างลำน้ำหรือแม่น้ำในเครื่องคอมพิวเตอร์ ให้มีสภาพเหมือนลำน้ำจริง เพื่อให้คำนวณค่าระดับ (H หรือ h) และอัตราการไหล หรือปริมาณการไหล (Q) ในทุกตำแหน่งของลำน้ำ ซึ่งงานวิจัยฉบับนี้จึงพัฒนาแบบจำลองสำหรับประเมินอุทกภัยในทุ่งโพธิ์พระยา (ความลึกและพื้นที่น้ำท่วม) ด้วยแบบจำลอง MIKE11 ร่วมกับ DEM และ HelpGrid เพื่อคำนวณอุทกภัยในทุ่งโพธิ์พระยา

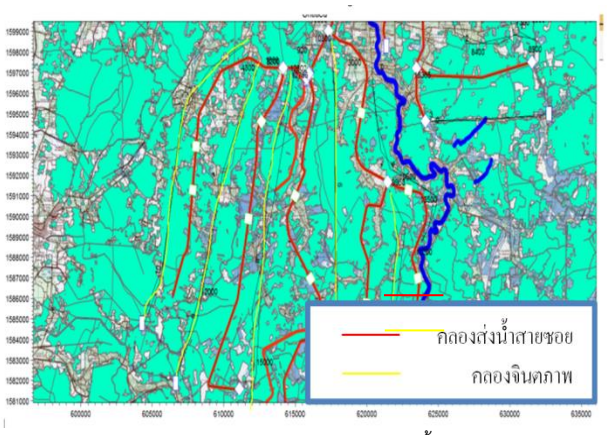
แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ MIKE 11 ใช้ข้อมูลต่างๆ เพื่อสร้างแบบจำลองและพัฒนาแบบจำลอง และในแบบจำลองอุทกพลศาสตร์จำเป็นต้องกำหนดขอบเขตของแบบจำลอง โดยในการศึกษานี้ได้กำหนดให้อัตราการไหลผ่านประตูระบายน้ำของประตูระบายน้ำชลมาร์คพิจารณ์ (สามชุก)เป็นขอบเขตด้านเหนือน้ำของแม่น้ำท่าจีน ส่วนขอบเขตด้านท้ายน้ำใช้ข้อมูลระดับน้ำที่สถานี T.15 ของแม่น้ำท่าจีน (ดังแสดงในรูปที่ 2 (ก)) และข้อมูลที่ใช้เพื่อการศึกษาการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ทุ่งโพธิ์พระยาประกอบด้วยข้อมูลลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำ ข้อมูลรูปตัดขวางลำน้ำ ข้อมูลสถิติปริมาณน้ำท่า ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จัดเก็บโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง คือ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา สำนักงานชลประทานที่ 12 กรมชลประทาน โดยใช้ข้อมูลของปี พ.ศ.2559 และ ปี พ.ศ.2560 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ข้อมูลอัตราการไหล และระดับน้ำรายวัน จากสถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่และที่ประตูระบายน้ำ ซึ่งจัดเก็บโดยกรมชลประทาน เพื่อใช้ในการปรับเทียบและสอบเทียบแบบจำลอง ซึ่งในแบบจำลองใช้ระดับน้ำที่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาในการปรับเทียบและสอบเทียบแบบจำลอง
- ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ จากแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:50,000 ได้ทำการแบ่งพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการระบายน้ำของคลองส่งน้ำแต่ละคลอง สำหรับข้อมูลทางกายภาพของลำน้ำประกอบด้วยรูปตัดตามขวางของลำแม่น้ำท่าจีนและคลองส่งน้ำในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา

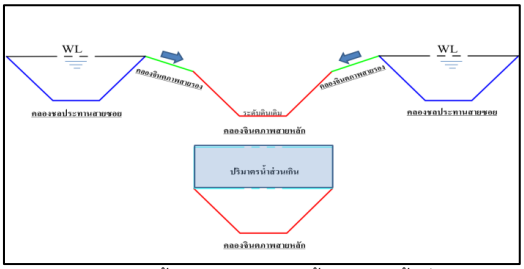
รูปที่ 2 แสดงผังแนวคิดการจำลองของ Mike11 ในการอธิบายปริมาตรน้ำท่วมในทุ่งโพธิ์พระยา โดยสร้างลำน้ำจำลอง(คลองจินตภาพ) เพื่อช่วยในการกระจายน้ำท่วมในทุ่ง คลองจินตภาพแบ่งเป็น 2 สาย ได้แก่ คลองจินตภาพสายหลัก และคลองจินตภาพสายรอง ซึ่งการไหลของคลองจินตภาพสายรองจะระบายอุทกภัยส่วนเกินจากคลองชลประทาน ลงสู่คลองจินตภาพสายหลัก เส้นทางของคลองสายหลักจะขนานกับคลองส่งน้ำสายซอย โดยกำหนดให้ระดับก้นคลองมีความสูงที่ระดับดินเดิม และตลิ่งกำหนดไว้ที่ระดับความสูง 1.50 เมตร จากก้นคลอง เพราะเป็นระดับความสูงที่เผื่อไว้สำหรับการกระจายน้ำท่วม ให้มีความลึกเทียบเคียงได้กับความลึกที่ยอมให้น้ำท่วมในทุ่ง (0.60 เมตร) [2] ส่วนคลองจินตภาพสายซอยจะเชื่อมต่อกันระหว่างตลิ่งของคลองส่งน้ำสายซอยและตลิ่งของคลองจินตภาพสายหลัก ตำแหน่งของคลองซอยจะกระจายไปตามพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากทุ่งโพธิ์พระยา



(ก) เครือข่ายของระบบคลองชลประทาน



(ข) ผังคลองจินตภาพสำหรับกระจายน้ำท่วม



(ค) ขั้นตอนการกระจายน้ำท่วมตามพื้นที่

รูปที่ 2 ผังแนวคิดการจำลองของ Mike11ในการอธิบายปริมาตรน้ำท่วมในทุ่งโพธิ์พระยา (ก) เครือข่ายของระบบคลองชลประทาน (ข) ผังคลองจินตภาพสำหรับกระจายน้ำท่วม และ (ค) ขั้นตอนการกระจายน้ำท่วมตามพื้นที่

4. การประยุกต์แบบจำลอง

4.1 การสร้างแผนที่น้ำท่วมจาก MIKE11 โดยใช้ DEM และ HelpGrid

แบบจำลองอุทกพลศาสตร์จะพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับอัตราการไหลเป็นขอบเขตด้านท้ายของคลองส่งน้ำสายต่าง ๆ ของโครงการส่งน้ำบำรุงรักษาโพธิ์พระยา ซึ่งจะต้องปรับเทียบและสอบเทียบแบบจำลองเพื่อปรับค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระท้องน้ำ (Manning's n) เพื่อให้ระดับน้ำที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีความใกล้เคียงมากที่สุดกับระดับน้ำที่ได้ทำการตรวจวัดที่บริเวณด้านเหนือน้ำของประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา โดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วงเวลา คือช่วงเวลาน้ำน้อย ทำการปรับเทียบสัมประสิทธิ์ความขรุขระท้องน้ำ (Manning's n) ในแม่น้ำท่าจีนและคลองส่งน้ำ และช่วงเวลาน้ำท่วมทำการปรับเทียบสัมประสิทธิ์ความขรุขระท้องน้ำ (Manning's n) ในพื้นที่น้ำท่วมของทุ่งโพธิ์พระยา สำหรับขอบเขตการเกิดพื้นที่น้ำท่วมและความลึกน้ำท่วมที่ได้จากแบบจำลอง โดยจำลองสภาพการไหล (Hydrodynamic Module) จะใช้ข้อมูลแบบจำลองระดับความสูงเชิงตัวเลข (DEM) ขนาดความละเอียด 2 เมตร x 2 เมตร มาสร้างข้อมูลรูปตัดพื้นที่น้ำท่วมโดยจำลองเป็นเส้นลำน้ำอีกลำน้ำหนึ่ง (คลองจินตภาพ) ซึ่งจะมีจุดเชื่อมโยงระหว่างคลองส่งน้ำกับลำน้ำจำลองโดยจุดเชื่อมโยงดังกล่าวจะเป็นจุดที่กระบายน้ำจากคลองส่งน้ำเข้าสู่พื้นที่น้ำท่วมของทุ่งโพธิ์พระยา จากนั้นใช้ข้อมูล DEM สร้าง Help Grid เพื่อสร้างพื้นที่น้ำท่วมในทุ่งโพธิ์พระยาโดยใช้ข้อมูลระดับน้ำในลำน้ำจำลองมาเทียบกับระดับความสูงของ Help Grid ของขอบเขตพื้นที่ที่กำหนดไว้ เพื่อให้แบบจำลองคำนวณหาระดับความลึกและพื้นที่น้ำท่วมของทุ่งโพธิ์พระยา

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการศึกษาสภาพน้ำท่วมในพื้นที่ทุ่งโพธิ์พระยาได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่า โดยทำการพล็อตกราฟตามช่วงเวลา (Time Series) เพื่อเปรียบเทียบระดับน้ำและอัตราการไหลตั้งแต่เหนือน้ำถึงท้ายน้ำของพื้นที่ศึกษา

4.3 ค่าความสัมพันธ์ทางสถิติ

การปรับเทียบและการสอบเทียบแบบจำลองสภาพการไหล ได้ใช้ค่าความสัมพันธ์ทางสถิติในการพิจารณาประสิทธิภาพของแบบจำลอง ดังนี้

1) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(Correlation Coefficient ,r) โดยปกติแล้วค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าระหว่าง -1 ถึง 1 ในกรณีที่ค่า r มีค่าเป็นบวกแสดงว่ากลุ่มข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์แบบปฏิภาคโดยตรง และในกรณีที่ค่า r มีค่าเป็นลบแสดงว่ากลุ่มข้อมูลทั้งสองมีสัมพันธ์แบบปฏิภาคผกผัน ในกรณีที่ค่า r มีค่าเข้าใกล้ 1 และ -1 แสดงว่ากลุ่มข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กันเป็นอย่างดี และในกรณีที่ค่า r มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่ากลุ่มข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์น้อยหรือแถบไม่มีเลย ดังนั้นในการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำหลากที่คำนวณด้วยแบบจำลองและกราฟน้ำหลากที่ได้จากการตรวจวัดข้อมูลนั้นสมควรมีค่า r ตั้งแต่ 0.8 ถึง 1 จึงจะถือว่าการปรับเทียบและสอบเทียบแบบจำลองอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งค่า r สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{N} Q_{obs,i} \cdot Q_{sim,i}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N} Q_{obs,i}^{N} \cdot \sum_{i=1}^{N} Q_{sim,i}^{2}}} \quad (1)$$

2) Water Balance Error เป็นตัวแปรทางสถิติที่แสดงความแตกต่างของปริมาณน้ำท่าสะสมระหว่างปริมาณน้ำท่าที่คำนวณด้วยแบบจำลองและปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด ควรมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งค่า Water Balance Error สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$WBL = \frac{\sum_{i=1}^{N} Q_{sim,i} - \sum_{i=1}^{N} Q_{obs,i}}{\sum_{i=1}^{N} Q_{obs,i}} \times 100 \quad (2)$$

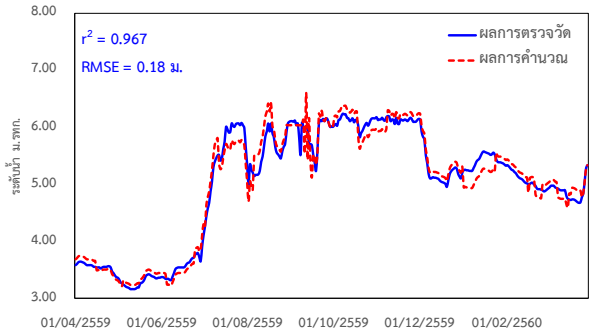
3) Root Mean Square Error (RMSE) เป็นตัวแปรทางสถิติที่แสดงความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Absolute Error) ระหว่างปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณด้วยแบบจำลองและปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด ควรมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งค่า RMSE สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$RMSE = \left(\frac{\sum_{i=1}^{N} \left(Q_{obs,i} - Q_{sim,i} \right)^2}{N} \right)^{1/2} \quad (3)$$

เมื่อ N = จำนวนข้อมูล
Q_{obs} = ปริมาณหรือระดับน้ำที่ได้จากการตรวจวัด
Q_{sim} = ปริมาณหรือระดับน้ำที่ได้จากการคำนวณ

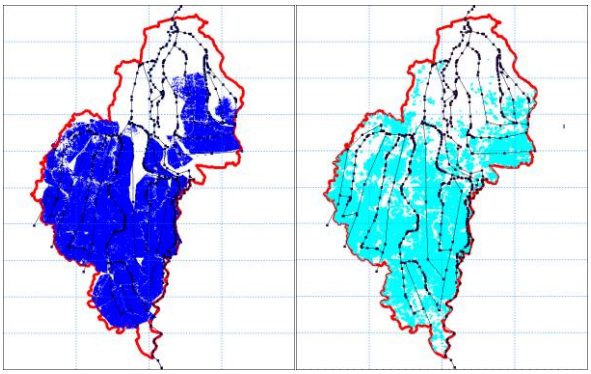
4.4 การปรับเทียบแบบจำลอง

การปรับเทียบแบบจำลองสภาพการไหล ได้ทำการปรับค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระท้องน้ำ โดยใช้ข้อมูลของปี พ.ศ.2559 เพื่อให้ผลการคำนวณระดับน้ำสอดคล้องกับระดับน้ำหน้าประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา (ดังแสดงในรูปที่ 3) พบว่า ค่า Correlation Coefficient (r^2) เท่ากับ 0.967 และค่า RMSE เท่ากับ 0.18 เมตร



รูปที่ 3 ผลการปรับเทียบระดับน้ำด้านเหนือน้ำของ ปตร.โพธิ์พระยา(พ.ศ. 2559)

สำหรับผลการคำนวณพื้นที่น้ำท่วมจากแบบจำลองสภาพการไหล (Hydrodynamic Module) โดยใช้ Help Grid โดยสอบเทียบกับข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมจากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (GISTDA) ในช่วงปี พ.ศ.2559 (ดังแสดงในรูปที่ 4) พบว่าพื้นที่น้ำท่วมที่ได้จากแบบจำลองขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมใกล้เคียงกัน โดยค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning's n) ในทุ่งน้ำท่วมมีค่าระหว่าง 0.050 ถึง 0.070

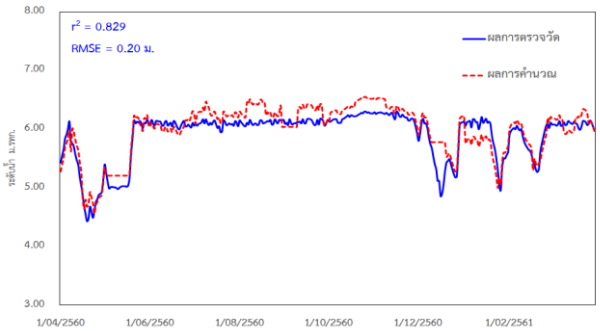


(ก) แบบจำลอง (ข) ข้อมูล GISTDA

รูปที่ 4 พื้นที่น้ำท่วมในทุ่งโพธิ์พระยาปี พ.ศ. 2559

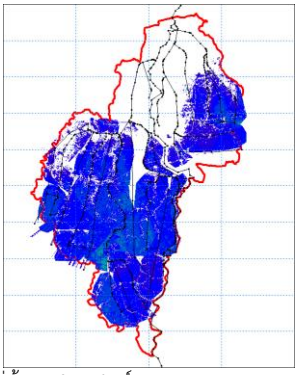
4.5 การสอบทานแบบจำลอง

การสอบทานแบบจำลองสภาพการไหล ได้ทำการปรับค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระท้องน้ำ โดยใช้ข้อมูลของปี พ.ศ.2560 เพื่อให้ผลการคำนวณระดับน้ำสอดคล้องกับระดับน้ำหน้าประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา (ดังแสดงในรูปที่ 5) พบว่า ค่า Correlation Coefficient (r^2) เท่ากับ 0.829 และค่า RMSE เท่ากับ 0.20 เมตร



รูปที่ 5 ผลการปรับเทียบระดับน้ำด้านเหนือน้ำของ ปตร.โพธิ์พระยา(พ.ศ.2560)

สำหรับผลการคำนวณพื้นที่น้ำท่วมจากแบบจำลองสภาพการไหล (Hydrodynamic Module) โดยใช้ Help Grid พบว่าพื้นที่น้ำท่วมที่ได้จากแบบจำลองขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม มีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning's n) ในทุ่งน้ำท่วมมีค่าระหว่าง 0.050 ถึง 0.070 (ดังแสดงในรูปที่ 6)



รูปที่ 6 พื้นที่น้ำท่วมในทุ่งโพธิ์พระยาปี พ.ศ. 2560 (แบบจำลอง)

5. สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาการสร้างแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ MIKE11 สำหรับประเมินอุทกภัยในทุ่งโพธิ์พระยา ซึ่งอาศัยข้อมูลจากแบบจำลองระดับความสูงเชิงตัวเลข (DEM) โดยใช้ข้อมูลของเหตุการณ์น้ำท่วมในปี พ.ศ.2559 และ พ.ศ.2560 ในการปรับเทียบและตรวจสอบ ผลลัพธ์ที่ได้จากการพัฒนาแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี ได้แก่ (1) น้ำไหลในลำน้ำ และ (2) ล้นตลิ่ง ในกรณี (1) แบบจำลอง ซึ่งใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในช่วง 0.025 – 0.035 ให้ระดับน้ำหน้า ปตร.โพธิ์พระยา ใกล้เคียงกับผลตรวจวัด (ค่าสัมประสิทธิ์ R^2 = 0.829 – 0.927 และ ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย RMSE = 0.18 – 0.20 ม.) ในกรณี (2) เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของพื้นที่ทุ่งน้ำท่วมเท่ากับ 0.050 – 0.070 แบบจำลองสามารถประมาณการระดับน้ำท่วมในพื้นที่ทุ่ง (0.90 – 1.20 ม.) ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจวัดพอสมควร จากผลการพัฒนาแบบจำลองพอสรุปได้ว่า แนวคิดที่นำเสนอในการปรับปรุงแบบจำลอง MIKE11 สามารถนำไปใช้ในการอธิบายอุทกภัยในทุ่งอื่นได้

เอกสารอ้างอิง

[1] ธนาคารแห่งประเทศไทย.(2554).มหาอุทกภัย 2554 ผลกระทบและแนวโน้มการฟื้นตัว จากการสำรวจผู้ประกอบการ. ค้นหาเมื่อ 1 เมษายน 2563, จาก https://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy/EconomicConditions/AnalysisBLP/1ThaiFloodSurvey2011.pdf

[2] โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา.(2562).รายงานผลสำรวจพื้นที่ลุ่มน้ำเพื่อใช้เป็นแก้มลิงรับน้ำ. สำนักงานชลประทานที่ 12 กรมชลประทาน

[3] ฝ่ายจัดสรรน้ำที่ 1 . (2562). แผนการดำเนินการบริหารจัดการน้ำพื้นที่ลุ่มต่ำ ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง 12 ทุ่ง ปี 2562. ส่วนบริหารจัดการน้ำ สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน

[4] Ngo,L.L. , Madsen,H. , Rosbjerg,D. Pedersen,C.B. , (2008), Implementation and Comparison of Reservoir Operation Stragied for the Hoa Binh Reservoir ,Vietnam using the

Mike11 Model .Water Resour Manage, 22:457-472, DOI 10.1007/s11269-007-9172-1

[5] Shamsudin,S. , Hashim,N. , (2002), Rainfall Runoof Simulation Using Mike11 NAM. Journal Kejuruteraan Awam (Journal of Engineering), Vol 15, No.2

[6] Kamel, A.H., (2008). Application of a Hydrodynamic Mike 11 Model for The Euphrates River in Iraq. Slovak Journal of Civil Engineering, Page1-7, Received 13.1.2008, Accepted 26.4.2008

[7] Danish Hydraulic Institute. 1992. MIKE 11 Reference Manual. Horsholm. Denmark.

[8] Abbott, M. B., and F. Ionescu, “On the numerical computation of nearly horizontal flows,” Jour. of Hydraulic Research, Vol. 5, No. 2, 1967, pp. 97–117.