การจำลองสภาพการไหลของแม่น้ำแม่กลองด้วยแบบจำลองพลศาสตร์การไหลแบบ 2 มิติ

A Simulation of Stream Flow in Mae Klong River using 2-Dimensional Hydrodynamic Model

ณัฐชนน บุญไชย[1] จิระวัฒน์ กณะสุต[2] วรรณดี ไทยสยาม[3]

Natchanon Boonchai[1] Jirawat Kanasut[2] Wandee Thaisiam[3]

ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพมหานคร

E-mail: natchanon.boon@ku.th[1] fengjwg@ku.ac.th[2] fengwdt@ku.ac.th[3]

บทคัดย่อ

แม่น้ำแม่กลองเป็นแม่น้ำสายสำคัญสายหนึ่งของประเทศไทย โดยแม่น้ำแม่กลองในช่วงท้ายเขื่อนแม่กลองลงไปมีลักษณะคดเคี้ยวและมีเกาะกลางแม่น้ำจำนวนมาก การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาสภาพการไหลของแม่น้ำแม่กลองในสภาพปัจจุบันและหลังการขุดลอกแม่น้ำแบบ 2 มิติ โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE 21 Hydrodynamic แบบ Flexible Mesh ที่พัฒนาโดยสถาบันชลศาสตร์ประเทศเดนมาร์ค (DHI) จำลองสภาพการไหลของแม่น้ำตั้งแต่สถานีวัดน้ำท่า K.11A อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งอยู่บริเวณท้ายเขื่อนแม่กลองไปจนถึงสถานีวัดน้ำท่า K.56 อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี ด้วยข้อมูลความลึกท้องน้ำ ระดับน้ำ และปริมาณการไหลในพื้นที่ศึกษา และทำการปรับเทียบแบบจำลองที่สถานีวัดน้ำท่า K.55A ผลการศึกษาแสดงการเปลี่ยนแปลงสภาพการไหลหลังจากขุดลอกแม่น้ำ โดยระดับน้ำสูงสุดบริเวณพื้นที่ขุดลอกแม่น้ำลดลง และความเร็วของกระแสน้ำมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งส่งผลต่อการระบายน้ำอย่างมีประสิทธิภาพในช่วงฤดูน้ำหลาก

คำสำคัญ: แม่น้ำแม่กลอง, อุทกพลศาสตร์, แบบจำลอง MIKE 21, การขุดลอก

Abstract

The Mae Klong River is an important river of Thailand. Due to, the Downstream of Mae Klong Dam is winding and has many islands in the middle of the river. Thus, this study aims to delineate the stream flow in downstream of Mae Klong River in the present and post dredging condition by using MIKE 21 which is a 2-dimensional hydrodynamics model and was obtained from Denmark Hydraulic Institute (DHI). In the streamflow procedure, MIKE 21 was applied to simulate the streamflow from K.11A (runoff station) downstream of Mae Klong Dam to K.56 (runoff station). The Bathymetry, water level and discharge were collected and used as input of MIKE 21 model. The model was calibrated at K.55A (runoff station). The results show the change in flow conditions after dredging the Mae Klong River. The water level in the dredging water level decrease while the current speed has changed. Which affects drainage efficiently during the flood season

Key words: Mae Klong River, MIKE 21 Model, Hydrodynamic, Dredging

บทนำ

แม่น้ำแม่กลองเป็นแม่น้ำสายสำคัญและเป็นแม่น้ำสายหลักสายหนึ่งของประเทศไทย โดยแม่น้ำแม่กลองเกิดจากการรวมกันของแม่น้ำแควใหญ่และแม่น้ำแควน้อย ซึ่งมีเขื่อนขนาดใหญ่ 2 เขื่อนตั้งอยู่เหนือแม่น้ำ 2 แม่น้ำนี้ ได้แก่ เขื่อนวชิราลงกรณ์ และเขื่อนศรีนครินทร์ แม่น้ำแควใหญ่และแม่น้ำแควน้อยมาบรรจบกันบริเวณเหนือเขื่อนแม่กลอง จังหวัดกาญจนบุรี แม่น้ำแม่กลองอยู่ในลุ่มน้ำแม่กลองตั้งอยู่ทางภาคตะวันตกของประเทศไทย มีพื้นที่รับน้ำประมาณ 30,000 ตารางกิโลเมตร โดยลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำแม่กลองตอนบนเป็นที่สูง เทือกเขา และป่าสงวน ส่วนลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่างบริเวณที่ราบแม่กลอง มีลักษณะเป็นพื้นที่ราบลุ่มติดทะเล

ในอดีตและปัจจุบันมีนักวิจัยทำการศึกษาสภาพการไหลในแม่น้ำทั้งแบบ 1 มิติและ 2 มิติ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ช่วยในการจำลองสภาพการไหลของแม่น้ำและวิเคราะห์สภาพปัญหาทางอุทกวิทยา อาทิเช่น (กรกนก อติหฤทัยสุข, 2560) ได้ใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์แบบ 1 มิติ MIKE 11 ในการจำลองสภาพอุทกพลศาสตร์ และวิเคราะห์การรุกตัวของน้ำเค็มในแม่น้ำท่าจีน ส่วน (วิษุวัฒก์ แต้สมบัติ, 2561) ได้จำลองสภาพทางอุทกพลศาสตร์และการเคลื่อนตัวของตะกอนดิน ในแม่น้ำลำภาชีโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE 21 HD/ST นอกจากนี้ (สุนทร เฉินประยูร, 2560) ได้ศึกษาสภาพทางอุทกพลศาสตร์และการเคลื่อนที่ของตะกอนบริเวณปากร่องน้ำกรูด เพื่อวิเคราะห์หาอัตราการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำโดยใช้แบบจำลอง MIKE 21 ช่วยในการวิเคราะห์

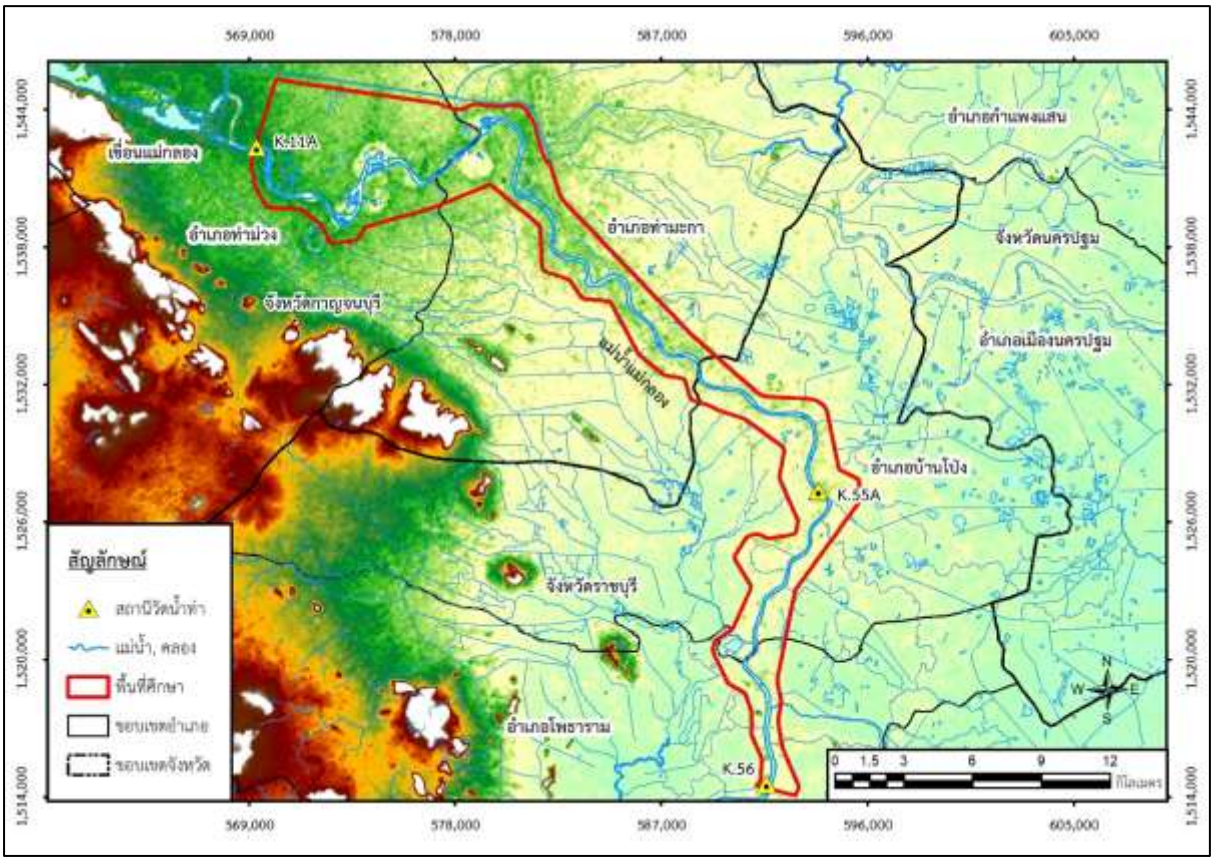
จากเหตุการณ์มหาอุทกภัยปี พ.ศ.2554 มีพื้นที่ได้รับผลกระทบจากอุทกภัยเป็นวงกว้าง รวมไปถึงบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง หลายแห่งเกิดน้ำท่วมอย่างรุนแรง ทำให้เกิดความเสียหายทั้งด้านทรัพย์สินและชีวิต ด้านเศรษฐกิจ และเกิดความเสียหายในอีกหลายๆภาคส่วน และในปี พ.ศ.2556 เกิดฝนตกหนักต่อเนื่องน้ำป่าไหลหลาก เกิดความเสียหายในหลายพื้นที่ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการศึกษาหาแนวทางในการป้องกันและบรรเทาอุทกภัย โดยการขุดลอกแม่น้ำเป็นหนึ่งในทางเลือก ที่ไม่ได้ใช้โครงสร้าง ช่วยให้ร่องน้ำที่มีความไม่เสมอกัน หรือขุดลอกบริเวณที่เกิดความตื้นเขิน ซึ่งจะส่งผลให้กระแสน้ำไหลได้ดีขึ้น เกิดการระบายน้ำที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาสภาพการไหลของแม่น้ำแม่กลองด้วยแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ บริเวณที่ราบแม่กลองตั้งแต่สถานีวัดน้ำท่า K.11A อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งอยู่บริเวณท้ายเขื่อนแม่กลอง ไปจนถึงสถานีวัดน้ำท่า K.56 อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี และศึกษาสภาพการไหลของแม่น้ำแม่กลองหลังจากมีการขุดลอกตามแผนงานของกรมเจ้าท่าเพื่อช่วยในการระบายน้ำในช่วงฤดูน้ำหลากได้อย่างมีประสิทธิภาพและช่วยในการบรรเทาปัญหาอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาอยู่บริเวณท้ายเขื่อนแม่กลอง อยู่ในราบลุ่มแม่กลอง ซึ่งเป็นลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำแม่กลอง ตั้งแต่สถานีวัดน้ำท่า K.11A อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ไปจนถึงสถานีวัดน้ำท่า K.56 อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี รวมระยะทางประมาณ 56 กิโลเมตร โดยแม่น้ำแม่กลองในพื้นที่ศึกษามีคลองชลประทานคู่ขนานทั้ง 2 ฝั่ง ทำให้พื้นที่รับน้ำฝนมีพื้นที่ประมาณ 128 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมจังหวัดกาญจนบุรี และจังหวัดราชบุรี ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษานี้เลือกใช้แบบจำลองพลศาสตร์การไหลแบบ 2 มิติ MIKE21 Hydrodynamic (HD) แบบ Flexible Mesh ที่พัฒนาโดยสถาบันชลศาสตร์ของประเทศเดนมาร์ค (DHI) สามารถจำลองลักษณะการไหลของกระแสน้ำ และเป็นเครื่องมือช่วยในการคำนวณระดับน้ำ และปริมาณน้ำ โดยคำนวณจากสมการการเปลี่ยนแปลงของมวลและโมเมนตัมในรูปของระดับน้ำและปริมาณการไหลในทิศทาง 2 มิติ (Two Dimensional Hydrodynamic Model) ด้วยสมการของ Navie-Stokes Equation โดยมีสมมติฐาน

กล่าวคือการไหลไม่มีการยุบอัดตัว (Incompressible Fluid) การแปรผันในแนวดิ่งมีน้อย และไม่มีการแบ่งชั้นของน้ำ สมการที่ใช้แก้ปัญหา คือ สมการความต่อเนื่องและสมการโมเมนตัม ทั้งแกน x และ y โดยใช้วิธี Implicit Finite Difference Scheme แสดงได้ดังสมการที่ (1) (2) และ (3) ตามลำดับ (DHI, 2016)

สมการความต่อเนื่อง

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = \frac{\partial d}{\partial t} \qquad (1)$$

สมการโมเมนตัม ทิศทาง x

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{p^2}{h}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{pq}{h}\right) + gh\frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{C^2h^2}$$

$$-\frac{1}{\rho_w}\left[\frac{\partial(h\tau_{xx})}{\partial x} + \frac{\partial(h\tau_{xy})}{\partial y}\right] - \Omega_q - fVV_x + \frac{h}{\rho_w}\frac{\partial(p_a)}{\partial x} = 0 \qquad (2)$$

สมการโมเมนตัม ทิศทาง y

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{p^2}{h}\right) + \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{pq}{h}\right) + gh\frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{C^2h^2}$$

$$-\frac{1}{\rho_w}\left[\frac{\partial(h\tau_{yy})}{\partial y} + \frac{\partial(h\tau_{xy})}{\partial x}\right] - \Omega_q - fVV_y + \frac{h}{\rho_w}\frac{\partial(p_a)}{\partial xy} = 0 \qquad (3)$$

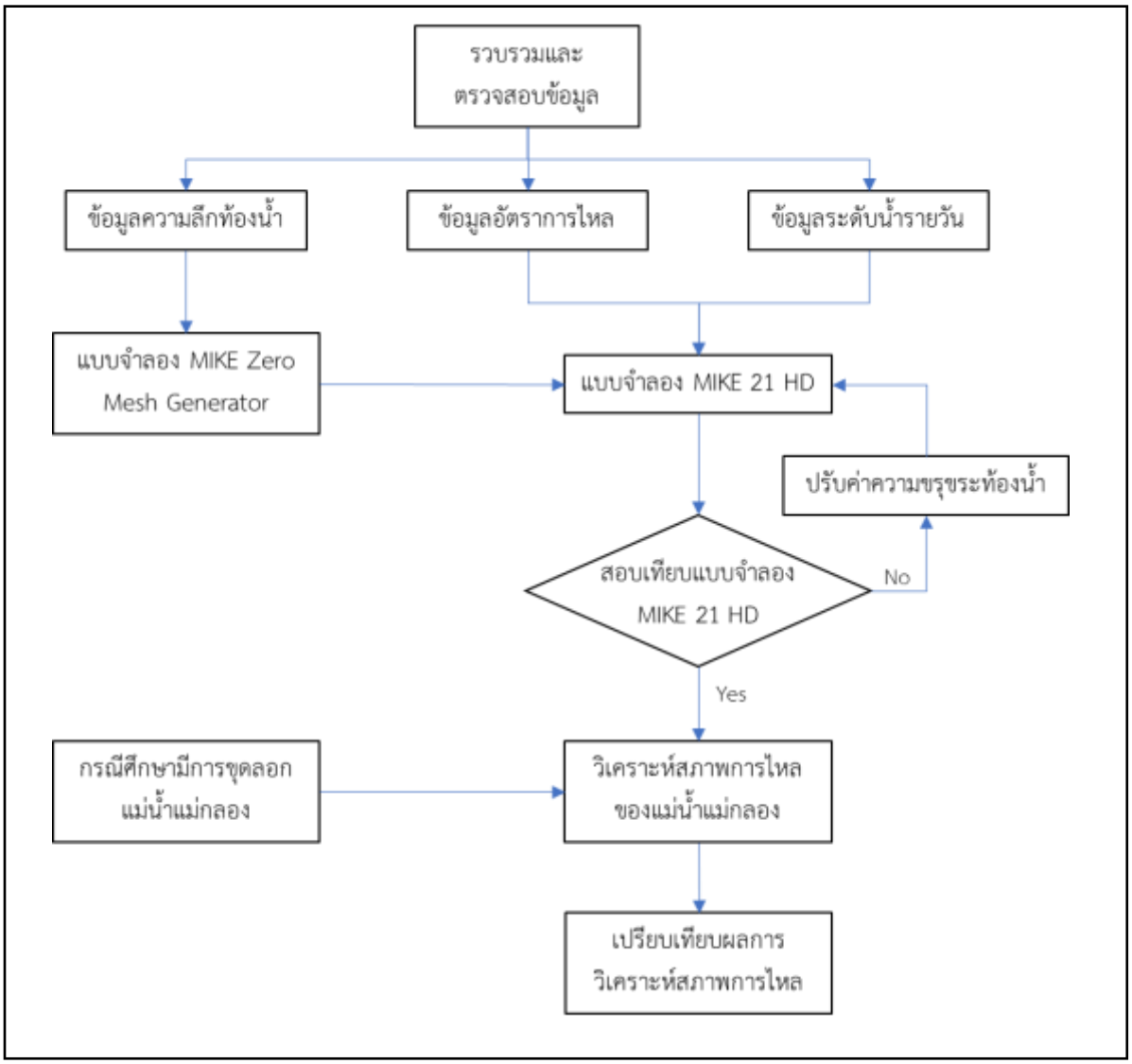
โดยที่

$h\,(x, y, t)$	คือ ความลึกน้ำ (ม.)
$d\,(x, y, t)$	คือ ความลึกน้ำที่แปรผันตามเวลา (ม.)
$\zeta\,(x, y, t)$	คือ ระดับผิวน้ำเหนือระดับอ้างอิง (ม.)
$p\,(x, y, t)$	คือ ความหนาแน่นของการไหลในทิศทางแกน x (ลบ.ม./วินาที/ม.)
$q\,(x, y, t)$	คือ ความหนาแน่นของการไหลในทิศทางแกน y (ลบ.ม./วินาที/ม.)
$C\,(x, y, t)$	คือ ความต้านทานของ Chezy (ม.$^{1/2}$/วินาที)
g	คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (ม./วินาที^{2})
$f(V)$	คือ ความฝืดเนื่องจากลม
$V, V_x, V_y\,(x, y, t)$	คือ ความเร็วลมและความเร็วทิศทางแกน x, y (เมตร/วินาที)
$\Omega\,(x, y, t)$	คือ สัมประสิทธิ์คอริออริส (วินาที$^{-1}$)
$p_a\,(x, y, t)$	คือ ความดันอากาศ (กิโลกรัม/ม./วินาที^{2})

ρ_ω	คือ ความหนาแน่นของน้ำ (กก./ลบ.ม.)
x, y	คือ ระยะพิกัด (ม.)
t	คือ เวลา (วินาที)
$\tau_{xx}, \tau_{xy}, \tau_{yy}$	คือ แรงเฉือนประสิทธิผลในทิศทางแกน x และ y (นิวตัน/ตร.ม.)

วิธีการศึกษา

วิธีการศึกษา มีรายละเอียดแสดงดังในรูปที่ 2



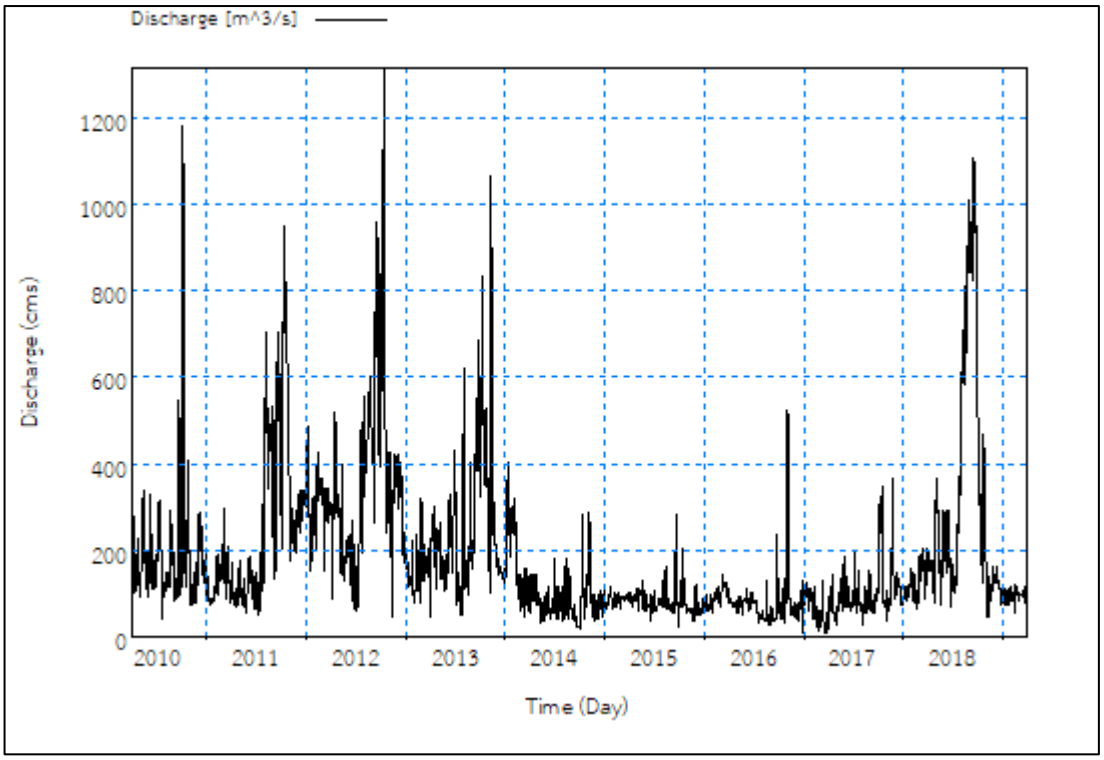
รูปที่ 2 แผนผังรายละเอียดวิธีการศึกษา

1) การรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

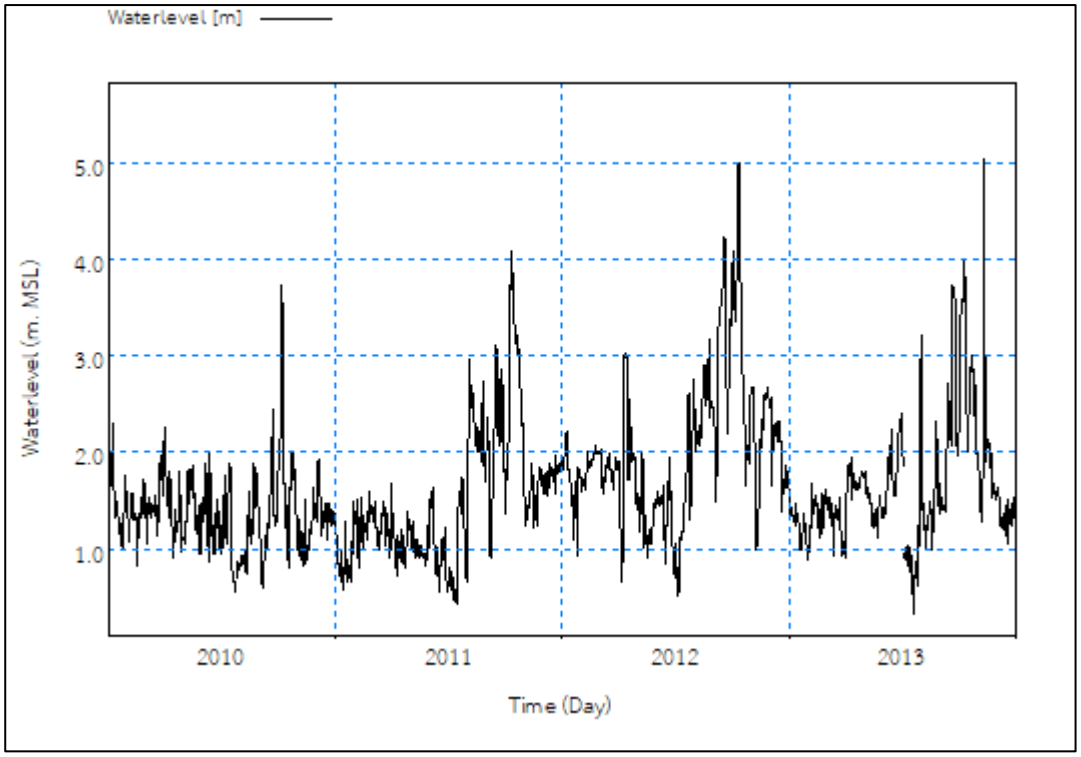
- ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา ได้แก่ข้อมูลขอบเขตของแม่น้ำแม่กลอง และข้อมูลความลึกท้องน้ำของแม่น้ำแม่กลอง ใช้ข้อมูลการสำรวจความลึกท้องน้ำของกรมเจ้าท่า โดยเริ่มตั้งแต่สถานีวัดน้ำท่า K.11A ซึ่งอยู่บริเวณท้ายเขื่อนแม่กลองไปจนถึงสถานีวัดน้ำท่า K.56

- ข้อมูลน้ำท่ารายวันของสถานีวัดน้ำท่า K.11A เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลเงื่อนไขขอบเขตด้านเหนือน้ำของแม่น้ำแม่กลอง และข้อมูลน้ำท่ารายวันของสถานีวัดน้ำท่า K.55A เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับสอบเทียบแบบจำลอง ดังแสดงในรูปที่ 3

- เนื่องจากบริเวณด้านท้ายน้ำมีผลกระทบจากระดับน้ำทะเล จึงจำเป็นต้องใช้ข้อมูลระดับน้ำรายวันของสถานีวัดน้ำท่า K.56 นเป็นเงื่อนไขขอบเขตด้านท้ายน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 3 ข้อมูลอัตราการไหลของสถานีวัดน้ำท่า K.11A



รูปที่ 4 ข้อมูลระดับน้ำรายวันของสถานีวัดน้ำท่า K.56

2) การประยุกต์ใช้แบบจำลอง

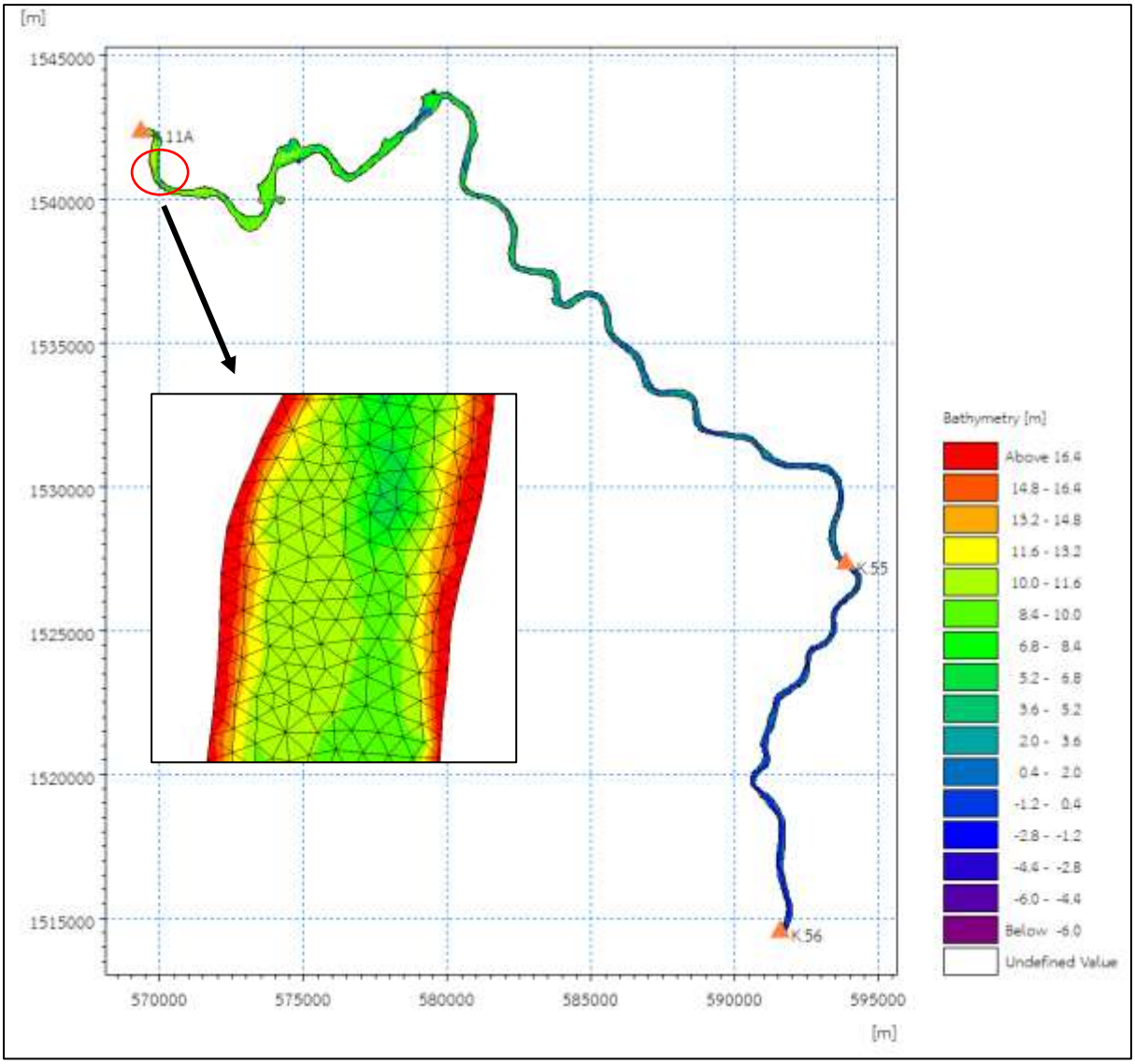
- การสร้างความลึกท้องน้ำของแม่น้ำแม่กลอง ใช้แบบจำลองย่อย MIKE Zero Mesh Generator ในการสร้างตาข่ายสามเหลี่ยม (Mesh) เพื่อใช้เป็นข้อมูลขอบเขตพื้นที่ศึกษาในการจำลองสภาพการไหลของแบบจำลอง MIKE21 HD โดยการนำเข้าข้อมูลขอบเขตเส้นลำน้ำ และข้อมูลความลึกท้องน้ำ จากนั้นกำหนดขอบเขตเงื่อนไขด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 5

- การสร้างแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ ใช้แบบจำลอง MIKE21 Flexible Mesh (FM) นำเข้าข้อมูลความลึกท้องน้ำ กำหนดเงื่อนไขของแบบจำลองโดยเงื่อนไขขอบเขตด้านเหนือน้ำใช้ข้อมูลน้ำท่ารายวันจากสถานี K.11A เงื่อนไขขอบเขตด้านท้ายน้ำใช้ข้อมูลระดับน้ำรายวันจากสถานี K.56 โดยพารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลอง คือค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระท้องน้ำ Manning' M (เป็นค่าส่วนกลับของค่า Manning' n)

- การสอบเทียบแบบจำลอง ทำการสอบเทียบค่าอัตราการไหลและค่าระดับน้ำที่สถานีวัดน้ำท่า K.55A ช่วงเวลาที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลองคือตั้งแต่เดือน เมษายน พ.ศ.2561 จนถึงเดือน มีนาคม พ.ศ. 2562 โดยใช้ค่าดัชนีทางสถิติที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลองคือค่าสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์ยกกำลังสอง (Coefficient of determination, R^2) ค่า Root Mean Square Error (RMSE) และค่าEfficiency Index (EI)

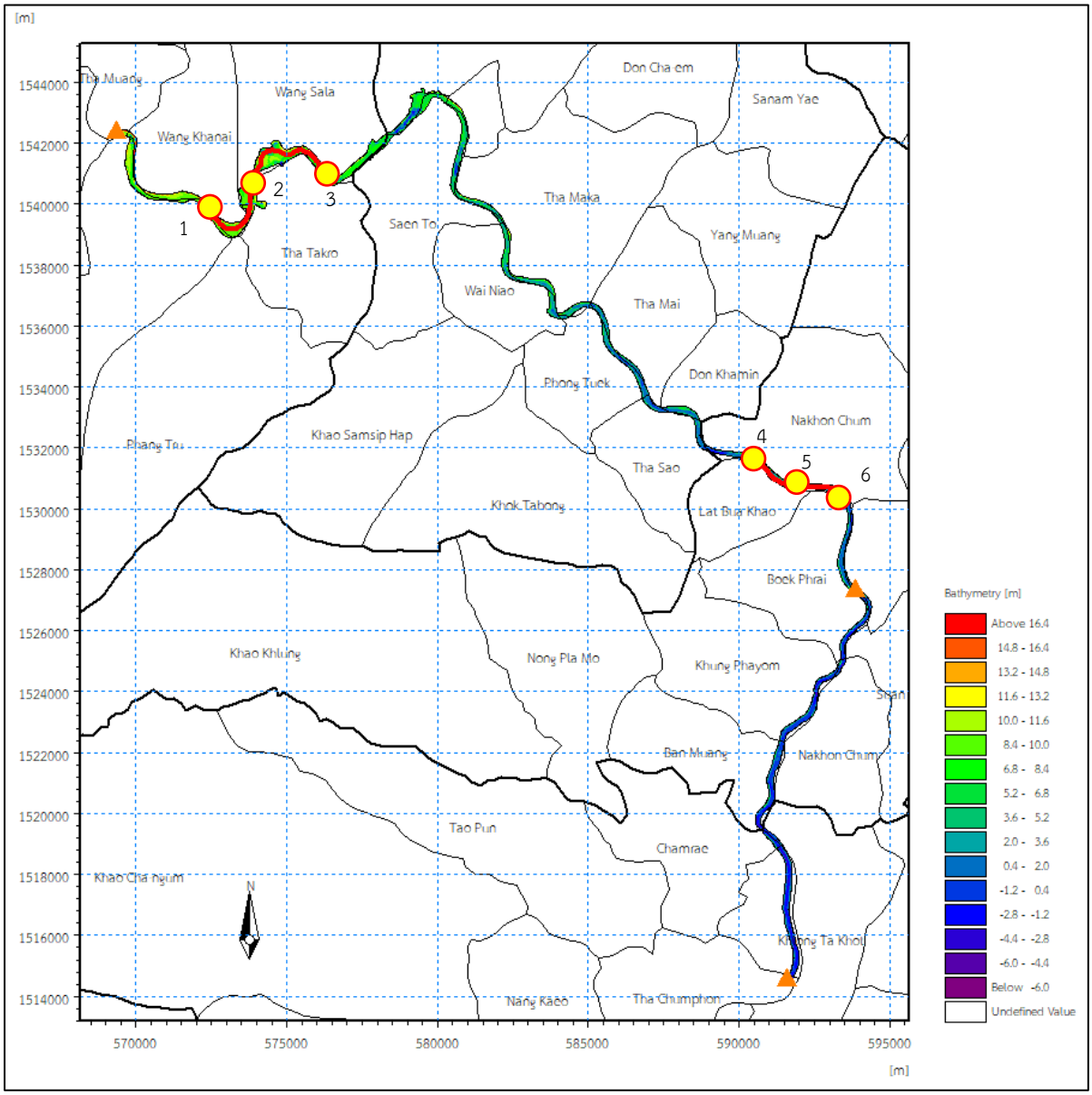
- กรณีศึกษาของการศึกษาครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE21 HD ในช่วงเหตุการณ์มหาอุทกภัยปี พ.ศ. 2554 โดยจะทำการจำลองสภาพการไหลของแม่น้ำแม่กลองตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ.2554 ถึงเดือน มีนาคม พ.ศ.2555 โดยแบ่งเป็น 2 กรณี คือ สภาพปัจจุบัน (ไม่มีการขุดลอก) และกรณีหลังจากทำการขุดลอกช่วงตำบลท่าตะคร้อ อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี และตำบลเบิกไพร-ลาดบัวขาว อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี ตามแผนงานของกรมเจ้าท่า (กรมเจ้าท่า, 2562) ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ระดับน้ำ และความเร็วของกระแสน้ำ ในสภาพปัจจุบันและหลังจากขุดลอก ณ ตำแหน่งต่างๆในช่วงของการขุดลอกแสดงในรูปที่ 6 และตารางที่ 1



รูปที่ 5 การสร้างตาข่ายสามเหลี่ยมและความลึกท้องน้ำ

ตารางที่ 1 ข้อมูลตำแหน่งสำหรับการวิเคราะห์ระดับน้ำ และความเร็วของกระแสน้ำ

ตำแหน่ง	ชื่อตำแหน่ง	X	Y
1	จุดสิ้นสุดพื้นที่ขุดลอกตำบลท่าตะคร้อ	572075	1540152
2	บริเวณพื้นที่ขุดลอกตำบลท่าตะคร้อ	573921	1540912
3	จุดเริ่มต้นพื้นที่ขุดลอกตำบลท่าตะคร้อ	576287	1540996
4	จุดสิ้นสุดพื้นที่ขุดลอกตำบลเบิกไพร-ลาดบัวขาว	590325	1531729
5	บริเวณพื้นที่ขุดลอกตำบลเบิกไพร-ลาดบัวขาว	592114	1530720
6	จุดเริ่มต้นพื้นที่ขุดลอกตำบลเบิกไพร-ลาดบัวขาว	593568	1530223



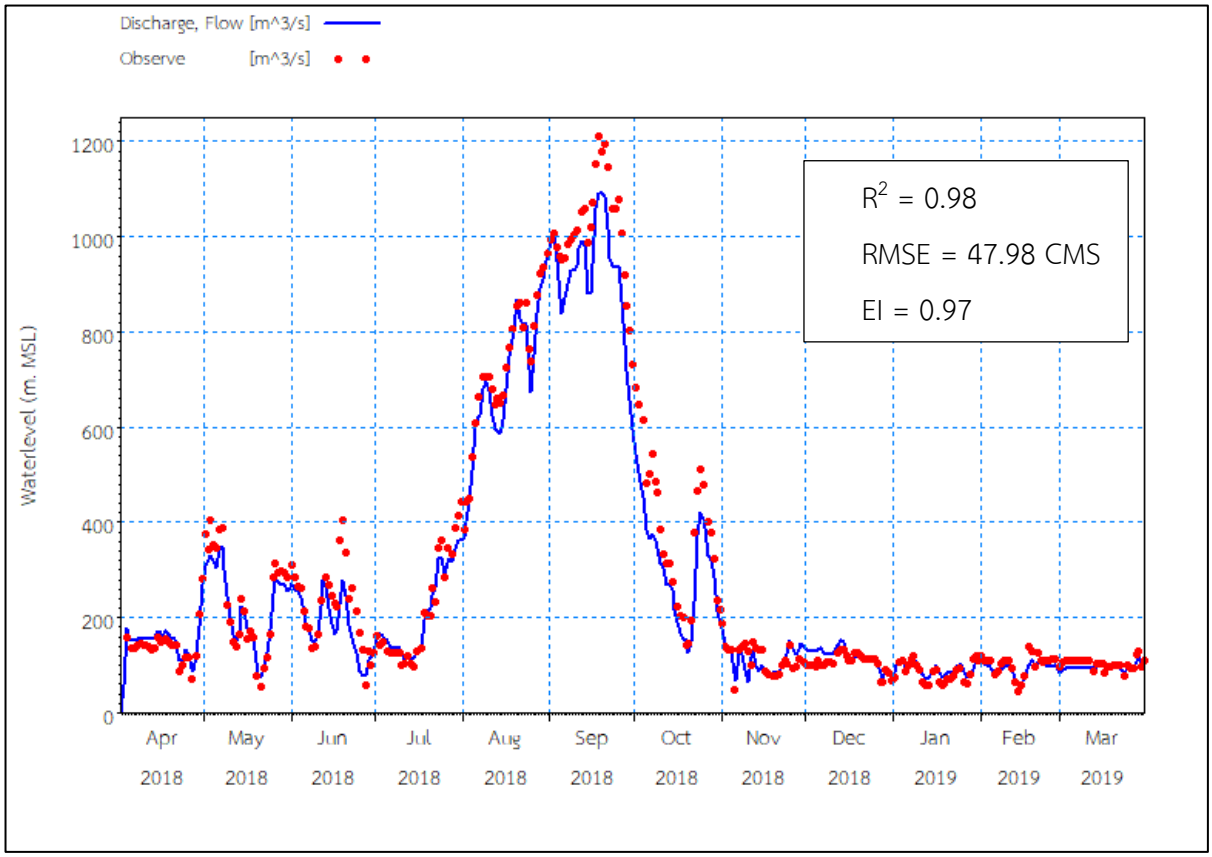
รูปที่ 6 ตำแหน่งการขุดลอกแม่น้ำแม่กลอง

ผลการศึกษา

1) ผลการสอบเทียบแบบจำลอง

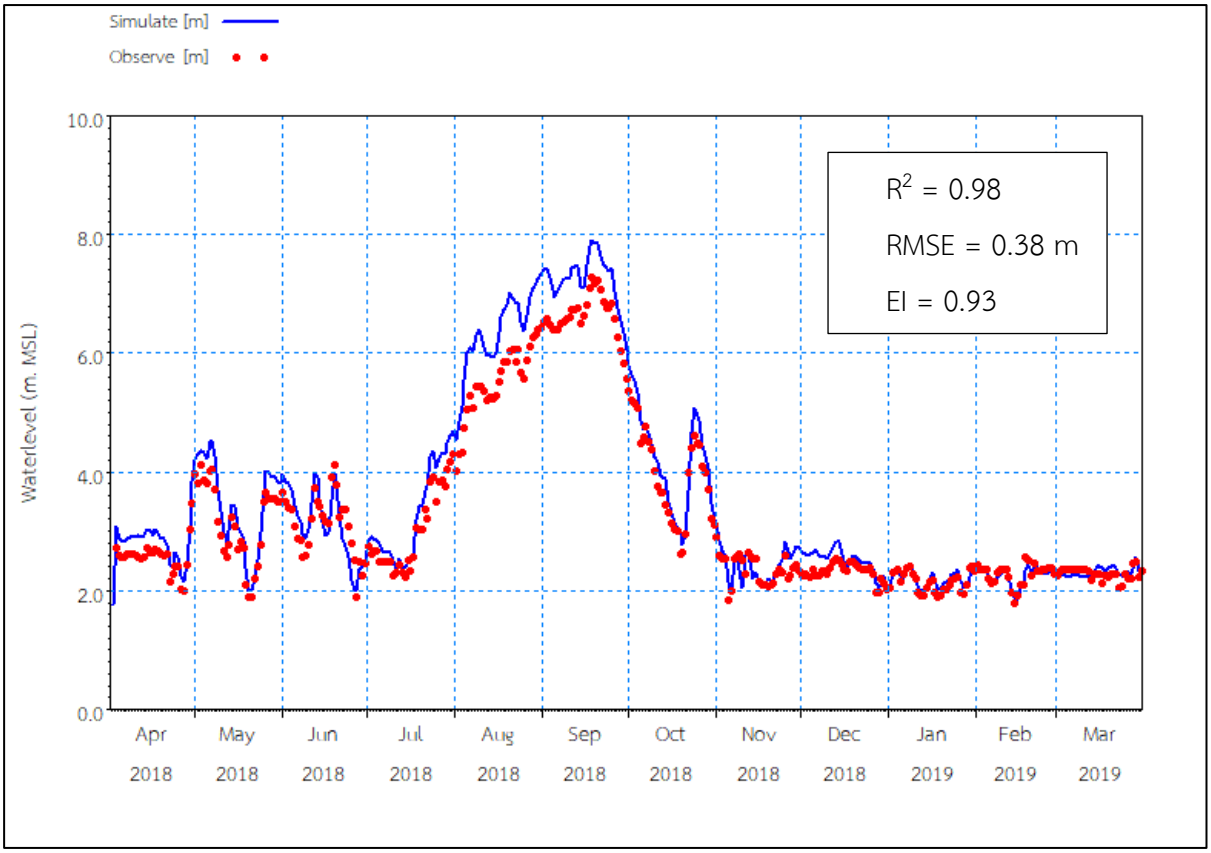
การสอบเทียบแบบจำลอง ใช้ค่าดัชนีทางสถิติที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลองคือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ยกกำลังสอง (Coefficient of determination, R^2) ค่า Root Mean Square Error (RMSE) และค่า Efficiency Index (EI) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระท้องน้ำ (Manning' M) เท่ากับ 28.75 ตลอดทั้งลำน้ำ

ในการสอบเทียบอัตราการไหลที่สถานีวัดน้ำท่า K.55A ช่วงเดือนเมษายน พ.ศ.2561 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2562 ได้ค่า R^2 เท่ากับ 0.98 ค่า RMSE เท่ากับ 47.98 ลบ.ม.ต่อวินาที และค่า EI เท่ากับ 0.97 ดังแสดงผลการสอบเทียบอัตราการไหลในรูปที่ 7



รูปที่ 7 การสอบเทียบอัตราการไหลที่สถานีวัดน้ำท่า K.55A

สำหรับการสอบเทียบระดับน้ำที่สถานีวัดน้ำท่า K.55A ช่วงเดือนเมษายน พ.ศ.2561 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2562 ได้ค่า R^2 เท่ากับ 0.98 ค่า RMSE เท่ากับ 0.38 เมตร และค่า EI เท่ากับ 0.93 ดังแสดงผลการสอบเทียบระดับน้ำในรูปที่ 8

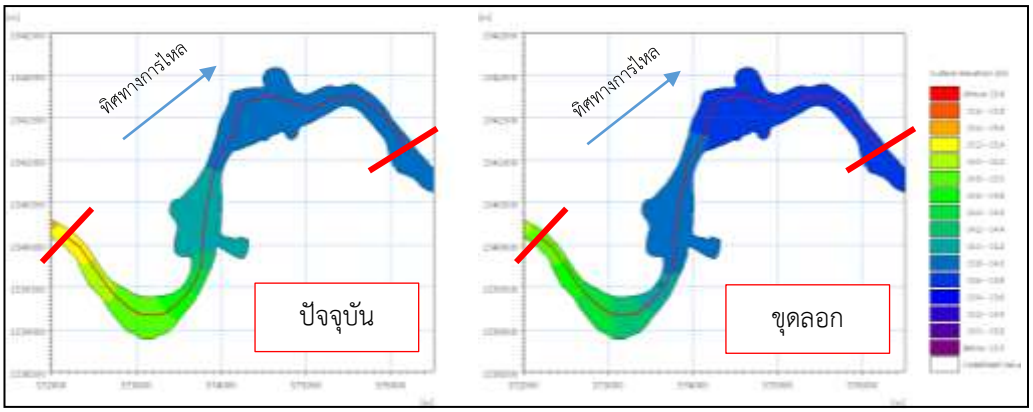


รูปที่ 8 การสอบเทียบระดับน้ำที่สถานีวัดน้ำท่า K.55A

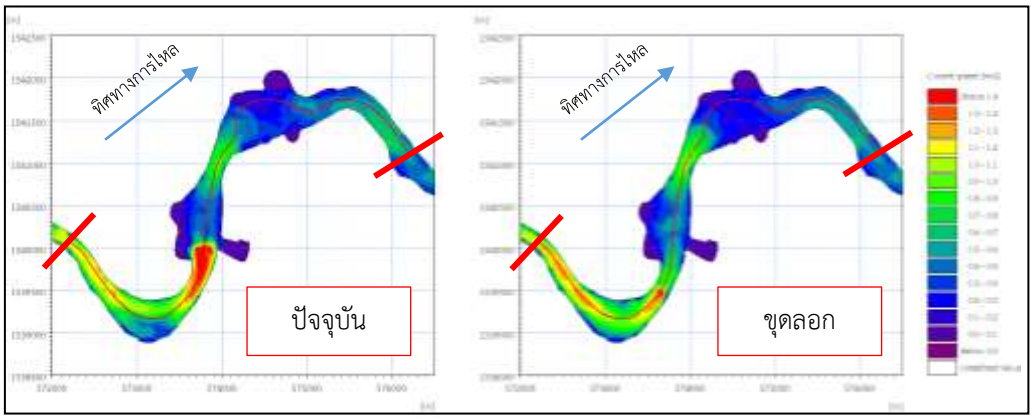
ผลการสอบเทียบอัตราการไหลและระดับน้ำที่สถานีวัดน้ำท่า K.55A ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ยกกำลังสอง มากกว่า 0.80 และค่า Efficiency Index มากกว่า 0.70 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยปัจจัยที่มีผลต่อการสอบเทียบสำหรับแบบจำลอง MIKE 21 คือค่าความขรุขระท้องน้ำรวมไปถึงค่าความลึกท้องน้ำที่ได้จากการสร้างตาข่ายสามเหลี่ยม

2) ผลการประยุกต์ใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (MIKE21 HD)

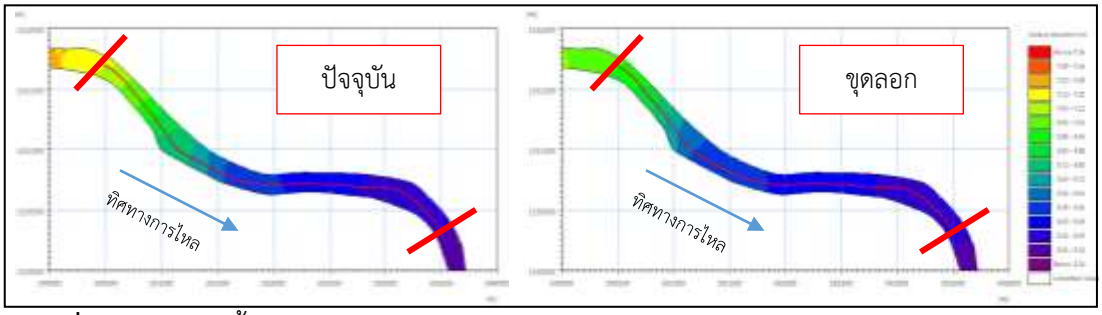
จากการจำลองสภาพการไหลในแม่น้ำแม่กลองด้วยแบบจำลอง MIKE 21 HD ค่าระดับน้ำและความเร็วของกระแสน้ำสูงสุด ในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ.2554 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2555 กรณีสภาพปัจจุบันและหลังจากมีการขุดลอกแม่น้ำตำบลท่าตะคร้อ แสดงในรูปที่ 9 และรูปที่ 10 และตำบลเบิกไพร-ลาดบัวขาวแสดงในรูปที่ 11 และรูปที่ 12 การเปลี่ยนแปลงค่าระดับน้ำสูงสุด และค่าความเร็วของกระแสน้ำสูงสุด ณ ตำแหน่งพิจารณาแสดงในตารางที่ 2



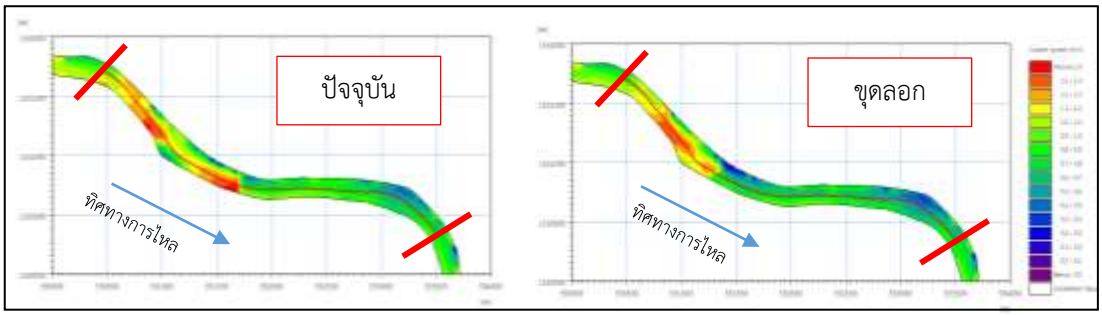
รูปที่ 9 ค่าระดับน้ำในสภาพปัจจุบันและหลังจากมีการขุดลอกช่วงตำบลท่าตะคร้อ



รูปที่ 10 ค่าความเร็วกระแสน้ำในสภาพปัจจุบันและหลังจากมีการขุดลอกช่วงตำบลท่าตะคร้อ



รูปที่ 11 ค่าระดับน้ำในสภาพปัจจุบันและหลังจากมีการขุดลอกช่วงตำบลเบิกไพร-ลาดบัวขาว



รูปที่ 12 ค่าความเร็วกระแสน้ำในสภาพปัจจุบันและหลังจากมีการขุดลอกช่วงตำบลเบิกไพร-ลาดบัวขาว

ตารางที่ 2 ผลการเปลี่ยนแปลงสภาพการไหลสูงสุดหลังจากขุดลอกลำน้ำ ณ ตำแหน่งพิจารณา

ตำแหน่ง	ชื่อตำแหน่ง	ระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลง (ม.)	ความเร็วที่เปลี่ยนแปลง (ม./วินาที)
1	จุดสิ้นสุดพื้นที่ขุดลอกท่าตะคร้อ	-0.36	0.07
2	บริเวณพื้นที่ขุดลอกท่าตะคร้อ	-0.13	0.10
3	จุดเริ่มต้นพื้นที่ขุดลอกท่าตะคร้อ	-0.10	0.01
4	จุดสิ้นสุดพื้นที่ขุดลอกเบิกไพร-ลาดบัวขาว	-0.18	-0.07
5	บริเวณพื้นที่ขุดลอกเบิกไพร-ลาดบัวขาว	-0.04	-0.06
6	จุดเริ่มต้นพื้นที่ขุดลอกเบิกไพร-ลาดบัวขาว	0.00	-0.02

ผลการศึกษาพบว่าระดับน้ำสูงสุดหลังจากมีการขุดลอกแม่น้ำมีค่าลดลง ทั้งในช่วงตำบลท่าตะคร้อและตำบลเบิกไพร-ลาดบัวขาว โดยระดับน้ำสูงสุดเกิดขึ้นในวันที่ 10 ตุลาคม พ.ศ.2554 ซึ่งตรงกับวันที่เกิดอัตราการไหลสูงที่สุด ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าระดับน้ำคือค่าอัตราการไหล ค่าความขรุขระท้องน้ำ และความลึกท้องน้ำในแต่ละช่วงหน้าตัดการไหล

สำหรับค่าความเร็วของกระแสน้ำในช่วงตำบลท่าตะคร้อ ภาพรวมสูงขึ้นเล็กน้อย และการไหลของน้ำมีการกระจายตัวทั้งลำน้ำ เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีผิวท้องน้ำลักษณะเป็นเนินใต้น้ำ เมื่อทำการขุดลอกแล้ว ส่งผลให้กระแสน้ำไหลได้ดียิ่งขึ้น ส่วนในช่วงตำบลเบิกไพร-ลาดบัวขาวพบว่า เนื่องจากความลึกของท้องคลองเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความลึกน้ำเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ค่าความเร็วของกระแสน้ำ ณ จุดพิจารณาจึงมีค่าลดลงเล็กน้อย ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าความเร็วของกระแสน้ำคือค่าระดับน้ำ และความลึกของน้ำ เมื่อความลึกท้องน้ำเปลี่ยนแปลงจะส่งผลให้ความเร็วของกระแสน้ำเปลี่ยนไปด้วย โดยที่ระดับน้ำเดียวกัน หากความลึกท้องน้ำมีค่ามากจะทำให้ค่าความลึกของน้ำมีค่าลดลง ส่งผลให้ความเร็วของกระแสน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามเนื่องจากเป็นแบบจำลองสภาพการไหลแบบ 2 มิติ ค่าความลึกท้องน้ำมีการเปลี่ยนแปลงในทุกๆ Mesh ทำให้ค่าความลึกน้ำในแต่ละ Mesh มีค่าแตกต่างกัน ส่งผลต่อการไหลของน้ำจาก Mesh หนึ่งไปสู่อีก Mesh หนึ่ง และส่งผลให้ความเร็วของกระแสน้ำในแต่ละ Mesh มีค่าแตกต่างกัน หากแต่ความลึกท้องน้ำในบริเวณเดียวกันจะมีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ทำให้ความเร็วของกระแสน้ำในบริเวณเดียวกันมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก นอกจากลักษณะท้องน้ำเป็นเนินใต้น้ำ หรือหลุมน้ำ จะส่งผลต่อการไหลของน้ำค่อนข้างมาก

สรุปผลการศึกษา

ผลการเปลี่ยนแปลงสภาพการไหลหลังจากทำการขุดลอกแม่น้ำ ซึ่งได้แก่ระดับน้ำและความเร็วกระแสน้ำสูงสุด พบว่าหลังจากทำการขุดลอกแม่น้ำแม่กลองแล้วนั้น ระดับน้ำสูงสุดมีค่าลดลง ทั้งในช่วงตำบลท่าตะคร้อและตำบลเบิกไพร-ลาดบัวขาว นั่นคือในช่วงที่เกิดอัตราการไหลและระดับน้ำสูงสุด ค่าระดับน้ำลดลงเล็กน้อย สามารถช่วยบรรเทาปัญหาอุทกภัยได้ ส่วนความเร็วของกระแสน้ำทั้งในช่วงตำบลท่าตะคร้อและตำบลเบิกไพร-ลาดบัวขาว มีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยส่วนใหญ่กระแสน้ำไหลได้ดีขึ้นและกระจายตัวทั้งลำน้ำ ซึ่งทำให้การระบายน้ำในช่วงฤดูน้ำหลากมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ปัจจัยที่มีผลต่อสภาพการไหลของน้ำ ค่าระดับน้ำ และค่าความเร็วของกระแสน้ำ คือปริมาณการไหลเข้าที่ขอบเขตด้านเหนือน้ำ ค่าความขรุขระท้องน้ำ และค่าความลึกท้องน้ำที่แตกต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนและให้คำปรึกษาตลอดการศึกษาวิจัย ขอขอบคุณกรมชลประทาน และกรมเจ้าท่า ที่ได้อนุเคราะห์ข้อมูลสำหรับการดำเนินงานวิจัย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรกนก อติหฤทัยสุข และ จิระวัฒน์ กณะสุต (2560). การวิเคราะห์การรุกตัวของน้ำเค็มในแม่น้ำท่าจีน. *การประชุมวิชาการ THAICID National Symposium ครั้งที่ 10, นนทบุรี*, 21 มิถุนายน 2560, หน้า 137-154

วิษุวัฒน์ แต้สมบัติ และ ดวงนภา วานิชสรรพ์ (2561). การศึกษาการเคลื่อนตัวของตะกอนดินในแม่น้ำลำภาชี. *วารสารวิชาการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, ปีที่ 13, ฉบับที่ 1, มกราคม-มิถุนายน 2561, หน้า 63-74

สุนทร เฉินประยูร และ จิระวัฒน์ กณะสุต (2560). การศึกษาการเคลื่อนตัวของตะกอนบริเวณปากร้องน้ำบ้านกรูด โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์. *การประชุมวิชาการ THAICID National Symposium ครั้งที่ 10, นนทบุรี*, 21 มิถุนายน 2560, หน้า 119-125

DHI Water Environment and Health, 2016. MIKE 21 & MIKE 3 Flow Model FM, Hydrodynamic and Transport Module, Scientific Documentation. Denmark.

กรมเจ้าท่า (2562). รายงานศึกษาออกแบบรายละเอียดในการขุดลอกแม่น้ำสายหลักที่ลุ่มน้ำภาคกลาง 7 ลุ่มน้ำ ที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา สะแกกรัง ป่าสัก ท่าจีน แม่กลอง เพชรบุรี ชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์. *รายงานศึกษา*.