การจำลองสภาพการไหลแบบ 2 มิติ เมื่อมีการขุดช่องลัดในแม่น้ำท่าจีน

Two-Dimensional Flow Modeling after Cutoff Dredging in Tha Chin River

เสรีสิทธิ์ ตาใจ[1] จิระวัฒน์ กณะสุต[2]

Sereesit Tajai[1] Jirawat Kanasut[2]

ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพมหานคร

E-mail: Sereesit.t@ku.th, fengjwg@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ลุ่มน้ำท่าจีนเป็นลุ่มน้ำตั้งอยู่บริเวณภาคกลางของประเทศไทย มีแม่น้ำท่าจีนเป็นแม่น้ำสายหลัก และถือได้ว่าเป็นพื้นที่เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ แต่มักประสบปัญหาอุทกภัยมาโดยตลอด กรมชลประทานจึงมีแผนจะดำเนินการเพื่อบรรเทาปัญหาอุทกภัยที่เกิดขึ้น โดยการปรับปรุงช่องลัดเดิมในแม่น้ำท่าจีน จำนวน 4 แห่ง ได้แก่ ช่องลัดงิ้วราย ช่องลัดนางแท่น ช่องลัดท่าคา และ ช่องลัดบางม่วง บทความนี้ได้นำเสนอการศึกษาสภาพการไหลและการเปลี่ยนแปลงของการไหลเมื่อมีการขุดช่องลัด ในแม่น้ำท่าจีน โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE21-HD เพื่อจำลองสภาพการไหล การสอบเทียบและการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง เลือกใช้เหตุการณ์ที่ช่วงเดือนมกราคม-มีนาคม พ.ศ.2557 และ พ.ศ.2556 โดยได้เลือกใช้เหตุการณ์ในช่วงเวลาดังกล่าวมาใช้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของการไหล ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากการขุดช่องลัดทำให้ระดับน้ำ ความเร็ว และอัตราการไหล เปลี่ยนแปลงไป อีกทั้งอาจกระทบทำให้เกิดปัญหาการรุกของน้ำเค็มมากขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว โดยมีจุดการสอบเทียบ 3 จุด ได้แก่ ปตร.สองพี่น้อง ปตร.มหาสวัสดิ์ และ ปตร.บางยาง ผลการศึกษา พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning's M) ของแม่น้ำท่าจีน ที่เหมาะสม ตั้งแต่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาถึงปากแม่น้ำท่าจีนอยู่ในช่วงระหว่าง 18.18-33.33 การเปลี่ยนแปลงการไหลในกรณีมีการขุดช่องลัด พบว่า ความเร็ว บริเวณแม่น้ำท่าจีนที่จุดปลาย ช่องลัดงิ้วราย ช่องลัดนางแท่น ช่องลัดท่าคา และ ช่องลัดบางม่วง ทั้ง 4 มีค่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.02 เมตร/วินาที และ ระดับน้ำมีค่าลดลงเล็กน้อยประมาณ 0.01 เมตร โดยแบบจำลองดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ ในการศึกษาการพัดพา-การแพร่กระจาย เพื่อศึกษาการรุกตัวของน้ำเค็มในแม่น้ำท่าจีนเมื่อมีการขุดลอกช่องลัด ต่อไป

คำสำคัญ: แบบจำลอง MIKE21 , Flow Modeling , ลุ่มน้ำท่าจีน

Abstract

Tha Chin Basin located in the central region of Thailand; The Tha Chin River is the main river. It is one of important economic area, but Flooding event occurs in this area-almost every year. The Royal Irrigation Department plans to mitigate flooding by dredging the cutoff in Tha Chin River including 4 cutoffs namely Ngew-Rai, Nang-Tan, Tha-Ka and Bang- Muang Cutoff. This article presents the study of flow after dredging the cutoff in The Chin River with mathematical model MIKE21-HD for simulate. The model was calibrated and validate in January to March 2014 and 2013. The events of that period were selected to flow analysis which is during the dry season. Due to the dredging cutoff affect water level, velocity, discharge, and it may also affect causing more saltwater intrusion problems during this period. The model was calibrated with water level of 3 regulators, there are Songphi nong, Mahasawat and Bangyang Regulator. The results show that the Manning's M of the Tha Chin River suitable from the Pho Phraya regulator to the Tha Chin estuary is between 18.18-33.33. In case of dredging cutoff, velocity in Tha Chin River at the end of in Ngew-Rai, Nang-Tan, Tha-Ka and Bang- Muang Cutoff are average increase by 0.02 meter per second respectively. In term of water level, all of them is little decreased by 0.01 meter. This model will be used for studying advection-dispersion in order to find the information of salinity intrusion of the Tha Chin River later on.

Keywords: MIKE21, Flow Modeling, Tha Chin River Basin.

1. บทนำ

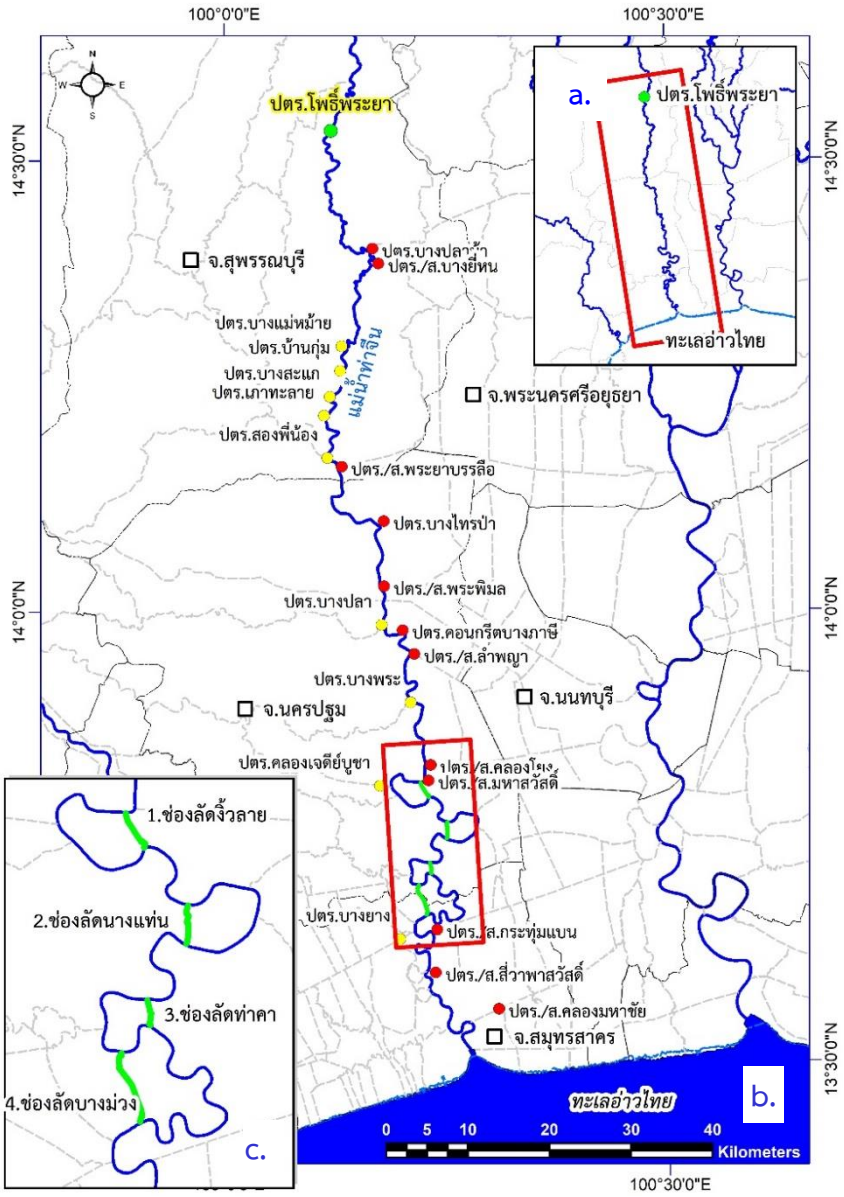
ลุ่มน้ำท่าจีนเป็นลุ่มน้ำที่ตั้งอยู่บริเวณภาคกลางของประเทศไทย เป็นพื้นที่เกษตรกรรมและอุตสาหกรรมที่สำคัญ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันประสบปัญหาอุทกภัยเกิดขึ้นอยู่เป็นประจำ ก่อให้เกิดความเสียหายกับพื้นที่สำคัญอย่างมาก จากปัญหาดังกล่าวกรมชลประทานมีแผนดำเนินการปรับปรุงช่องลัดเดิมที่มี 4 แห่ง ได้แก่ ช่องลัดงิ้วลาย ช่องลัดนางแท่น ช่องลัดท่าคาและช่องลัดบางม่วง ให้สามารถระบายน้ำได้เพิ่มขึ้น **[1]** การปรับเปลี่ยนช่องทางการไหลของน้ำย่อมทำให้ความเร็วและระดับน้ำเปลี่ยนไป อีกทั้งอาจกระทบทำให้เกิดปัญหาการรุกของน้ำเค็มมากขึ้น ดังนั้นสภาพการไหลของแม่น้ำท่าจีนและการรุกตัวของน้ำเค็ม จึงมีความจำเป็นในการศึกษา โดยการศึกษานี้ได้เลือกแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 21 ของสถาบัน Danish Hydraulic Institute (DHI) สำหรับจำลองสภาพการไหล ระดับน้ำ ความเร็วและทิศทางการไหลในแม่น้ำท่าจีน เพื่อนำผลการศึกษานี้ ใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบจากการรุกของน้ำเค็มหลังจากการปรับปรุงช่องลัดในแม่น้ำท่าจีนต่อไป

2. วัตถุประสงค์

เพื่อจำลองสภาพการไหลของแม่น้ำท่าจีนและการเปลี่ยนแปลงของการไหล เมื่อมีการขุดลอกช่องลัด เพื่อนำผลที่ได้ใช้ในการศึกษาการรุกตัวของน้ำเค็มของแม่น้ำท่าจีน

3. พื้นที่ศึกษา

บริเวณแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี ถึงปากแม่น้ำท่าจีน อ.เมือง จ.สมุทรสาคร ระยะทางรวม 202 กิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 a.ขอบเขตพื้นที่ศึกษา b.รูปขยายขอบเขตพื้นที่ศึกษา c.รูปขยายบริเวณช่องลัด

4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

แบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Module: HD)

การจำลองการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำและการไหลที่ตอบสนองต่อการควบคุมพฤติกรรมการไหลของน้ำแบบ 2 ทิศทาง มีสมการควบคุมการไหลคือ Navier Stokes Equation สมการที่ใช้แก้ปัญหาคือ สมการต่อเนื่อง และสมการโมเมนตัม ทั้งแกน x และ แกน y โดยวิธี Finite Volume [2] แสดงได้ดังนี้

สมการความต่อเนื่อง (1)

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t}+\frac{\partial p}{\partial x}+\frac{\partial q}{\partial y}=\frac{\partial d}{\partial t}$$

สมการโมเมนตัม ทิศทาง x (2)

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

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

สมการโมเมนตัม ทิศทาง y (3)

$$\frac{\partial q}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{q^2}{h}\right)+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{pq}{h}\right)+gh\frac{\partial \varsigma}{\partial y}+\frac{gq\sqrt{p^2+q^2}}{C^2\cdot h^2}$$
$$-\frac{1}{\rho_w}\left[\frac{\partial}{\partial y}(h\tau_{yy})+\frac{\partial}{\partial x}(h\tau_{xy})\right]+\Omega q-fVV_y+\frac{h}{\rho_w}\frac{\partial}{\partial xy}(p_a)=0$$

โดยที่

h (x, y, t) = ความลึกน้ำ (เมตร)

d (x, y, t) = ความลึกน้ำที่แปรผันตามเวลา (เมตร)

ζ (x, y, t) = ระดับผิวน้ำเหนือระดับอ้างอิง (เมตร)

p (x, y, t) = ความหนาแน่นของการไหลในทิศทางแกน x (ลบ.ม./วินาที/เมตร)

q (x, y, t) = ความหนาแน่นของการไหลในทิศทางแกน y (ลบ.ม./วินาที/เมตร)

C (x, y, t) = ความต้านทานของ Chezy (เมตร$^{1/2}$/วินาที)

g = ความเร่งเนื่องมาจากแรงโน้มถ่วงของโลก (เมตร/วินาที^{2})

f(V) = ความฝืดเนื่องมาจากลม

V, Vx, Vy (x, y, t) = ความเร็วลมและความเร็วทิศทางแกน x, y (เมตร/วินาที)

Ω (x, y, t) = สัมประสิทธิ์คอริออริส (วินาที$^{-1}$)

p_a (x, y, t) = ความดันอากาศ (กิโลกรัม/เมตร/วินาที^{2})

ρ_w = ความหนาแน่นของน้ำ (กิโลกรัม/ลบ.ม.)

x, y = ระยะพิกัด (เมตร)

t = เวลา (วินาที)

τ xx, τ xy, τ yy = แรงเฉือนประสิทธิผลในทิศทางแกน x และ y (นิวตัน. เมตร)

การตรวจสอบผลด้วยดัชนีทางสถิติ

ในการจัดทำแบบจำลองในแต่ละแบบจำลอง จำเป็นต้องมีดัชนีทางสถิติมาใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง สำหรับการศึกษาเลือกใช้ ค่า Root mean square error (RMSE) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient , r)

- Root mean square error (RMSE)

$$RMSE=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x-y)^2}{n}} \quad (4)$$

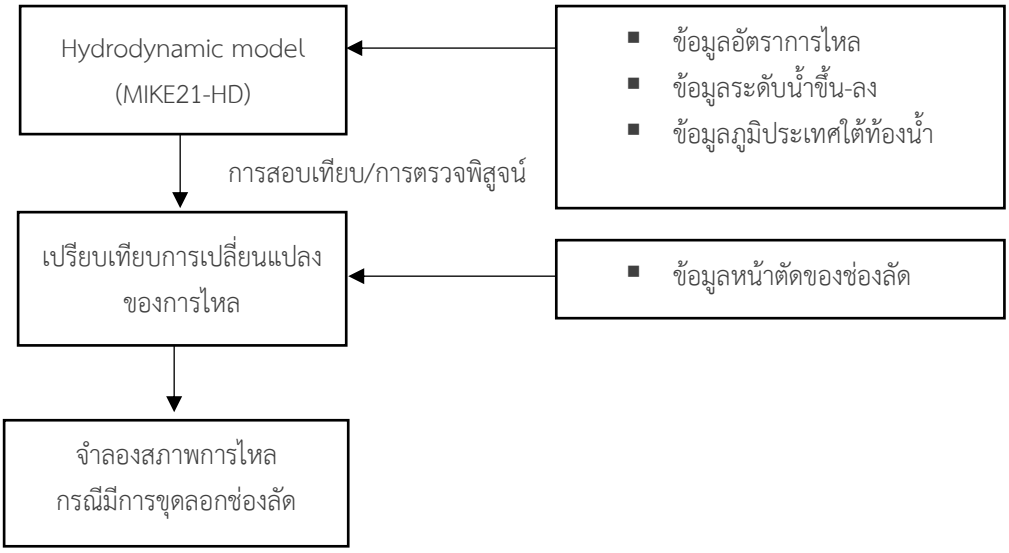
- Correlation Coefficient

$$r=\frac{\sum(x_i-\bar{x})(y_i-\overline{y})}{\sqrt{(x_i-\bar{x})^2\sum(y_i-\bar{y})^2}} \quad (5)$$

สำหรับค่าที่ยอมรับได้ของค่าดัชนีทางสถิติ RMSE ต้องมีค่าน้อยที่สุด (เข้าใกล้ศูนย์) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ต้องมีค่ามากที่สุด (เข้าใกล้หนึ่ง)

วิธีการศึกษาและการตั้งค่าแบบจำลอง

ในการศึกษาได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE21-HD เพื่อศึกษาสภาพการไหลของแม่น้ำท่าจีน โดยใช้รูปแบบ Flexible mesh และอาศัยข้อมูลนำเข้าแบบจำลองดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1 และแสดงแผนผังวิธีการศึกษาในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนผังแสดงวิธีการศึกษา

1. การรวบรวมข้อมูล

รวบรวมข้อมูลของลุ่มน้ำท่าจีน ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ได้แก่ ข้อมูลอัตราการไหลของอาคารทั้งในแม่น้ำสายหลักและลำน้ำสาขา ข้อมูลภูมิประเทศท้องน้ำ ข้อมูลหน้าตัดของช่องลัด เพื่อใช้ในการกำหนดขอบเขตของการสร้างแบบจำลอง ข้อมูลที่ใช้สำหรับแบบจำลองมีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 1 ข้อมูลนำเข้าสำหรับการจำลองสภาพการไหล

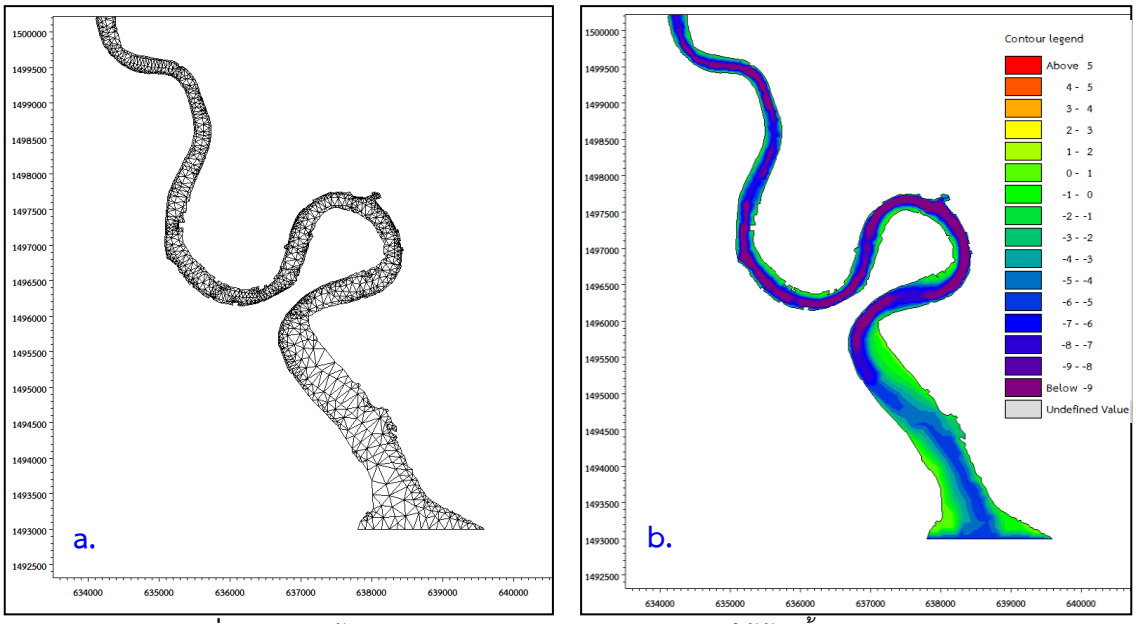
แบบจำลอง	ข้อมูลนำเข้า	การตรวจวัด	ที่มา
MIKE21-HD	ข้อมูลอัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)	อัตราการไหลที่ ปตร.ต่าง ๆ (ตามรูปที่ 1) เป็นข้อมูลรายวัน ระยะเวลาที่ใช้ปี พ.ศ. 2556-2557	ชป.
	ระดับน้ำขึ้น-น้ำลง (ม.รทก.)	ระดับน้ำบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน อ.เมือง จ.สมุทรสาคร ข้อมูลเป็น รายชั่วโมง ระยะเวลาที่ใช้ ปี พ.ศ.2556-2557	จท.
	ข้อมูลภูมิประเทศใต้ท้องน้ำ (ม.รทก.)	ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศและค่าระดับพื้นท้องน้ำของแม่น้ำสายหลัก ปี พ.ศ.2561 ครอบคลุมบริเวณท้องน้ำและตลิ่ง	จท.
	ข้อมูลหน้าตัดของช่องลัด	มิติต่างๆ ของหน้าตัดช่องลัด เป็นไปตามแผนงานของกรมชลประทาน	ชป.

หมายเหตุ: ชป. หมายถึง กรมชลประทาน , จท. หมายถึง กรมเจ้าท่า

2.การจัดทำแบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Module)

2.1 การสร้าง Bathymetry แบบ Flexible mesh

ข้อมูลภูมิประเทศท้องน้ำเป็นรายละเอียดที่สำคัญในการจำลองสภาพการไหลอย่างถูกต้องแม่นยำ โดย ลำดับแรกในการจัดทำแบบจำลองคือนำเข้าข้อมูลภูมิประเทศท้องน้ำ (Data Scatter) เข้าแบบจำลองจากนั้นทำการสร้าง Mesh แบบ Flexible และทำการ Interpolation ข้อมูลค่าระดับกับ Mesh ที่สร้างขึ้น โดยขนาดของ Mesh และสภาพภูมิประเทศท้องน้ำจากการจำลองของแบบจำลองแสดงไว้ในรูปที่ 3

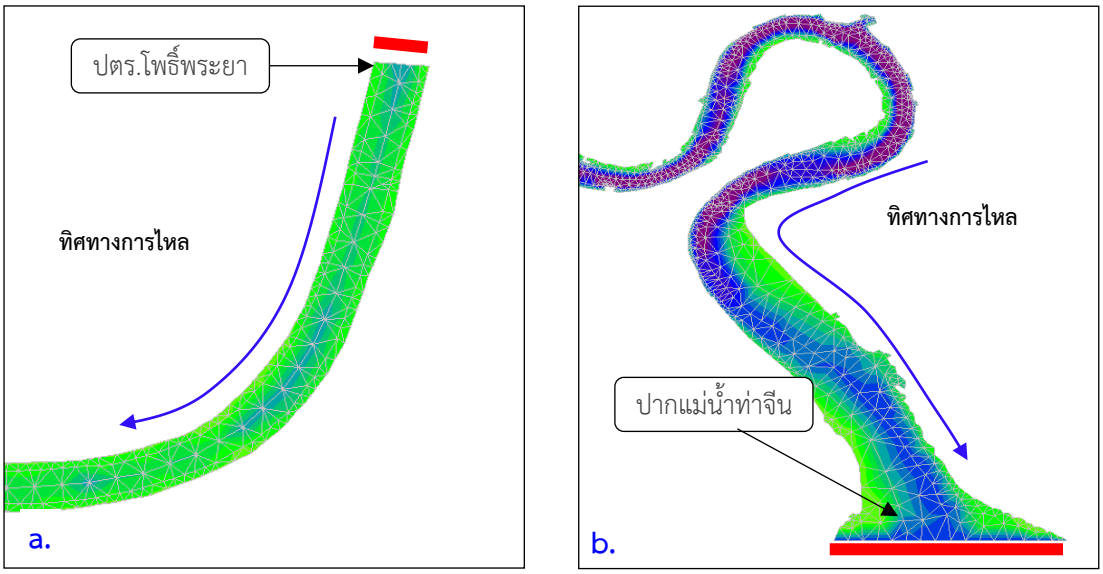


รูปที่ 3 a.การสร้าง Mesh แบบ Flexible b.ภูมิประเทศใต้ท้องน้ำจากการ Interpolation

2.2 การกำหนดขอบเขตเงื่อนไข (Boundary condition) และพารามิเตอร์ (Parameterization)

กำหนดขอบเขตของแบบจำลอง เริ่มจาก ปตร.น้ำโพธิ์พระยาและสิ้นสุดที่บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน ข้อมูลปริมาณการไหลออกจากประตูระบายน้ำที่ปตร.โพธิ์พระยาเป็นเงื่อนไขด้านเหนือน้ำและข้อมูลระดับน้ำขึ้น-ลงของน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำ เป็นเงื่อนไขด้านท้ายน้ำ สภาพการไหลในแม่น้ำท่าจีนมีทั้งปริมาณน้ำไหลเข้าแม่น้ำท่าจีนโดยการไหลผ่านประตูระบายน้ำ และมีการไหลออกจากแม่น้ำท่าจีน ในการจำลองสภาพการไหลของแม่น้ำท่าจีนกำหนดให้ปริมาณน้ำที่ไหลลงแม่น้ำท่าจีนมีค่าเป็นบวก และปริมาณน้ำที่ไหลออกจากแม่น้ำท่าจีนมีค่าเป็นลบ

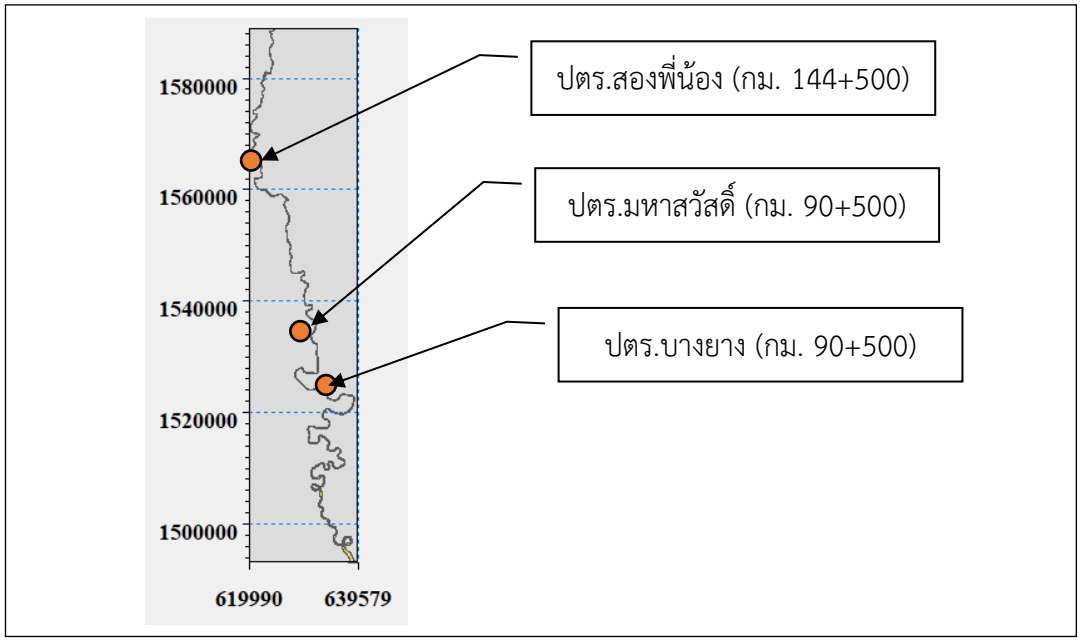
ค่าพารามิเตอร์ที่จะต้องกำหนดในแบบจำลอง Hydrodynamic ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของท้องน้ำ (Manning's M) ซึ่งจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของท้องน้ำ การกำหนดค่าจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามระยะทางของแม่น้ำท่าจีน ตามความเหมาะสมของท้องน้ำนั้น ๆ



รูปที่ 4 a.ขอบเขตด้านเหนือน้ำ b.ขอบเขตด้านท้ายน้ำ

2.3 การสอบเทียบและการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง MIKE21-HD

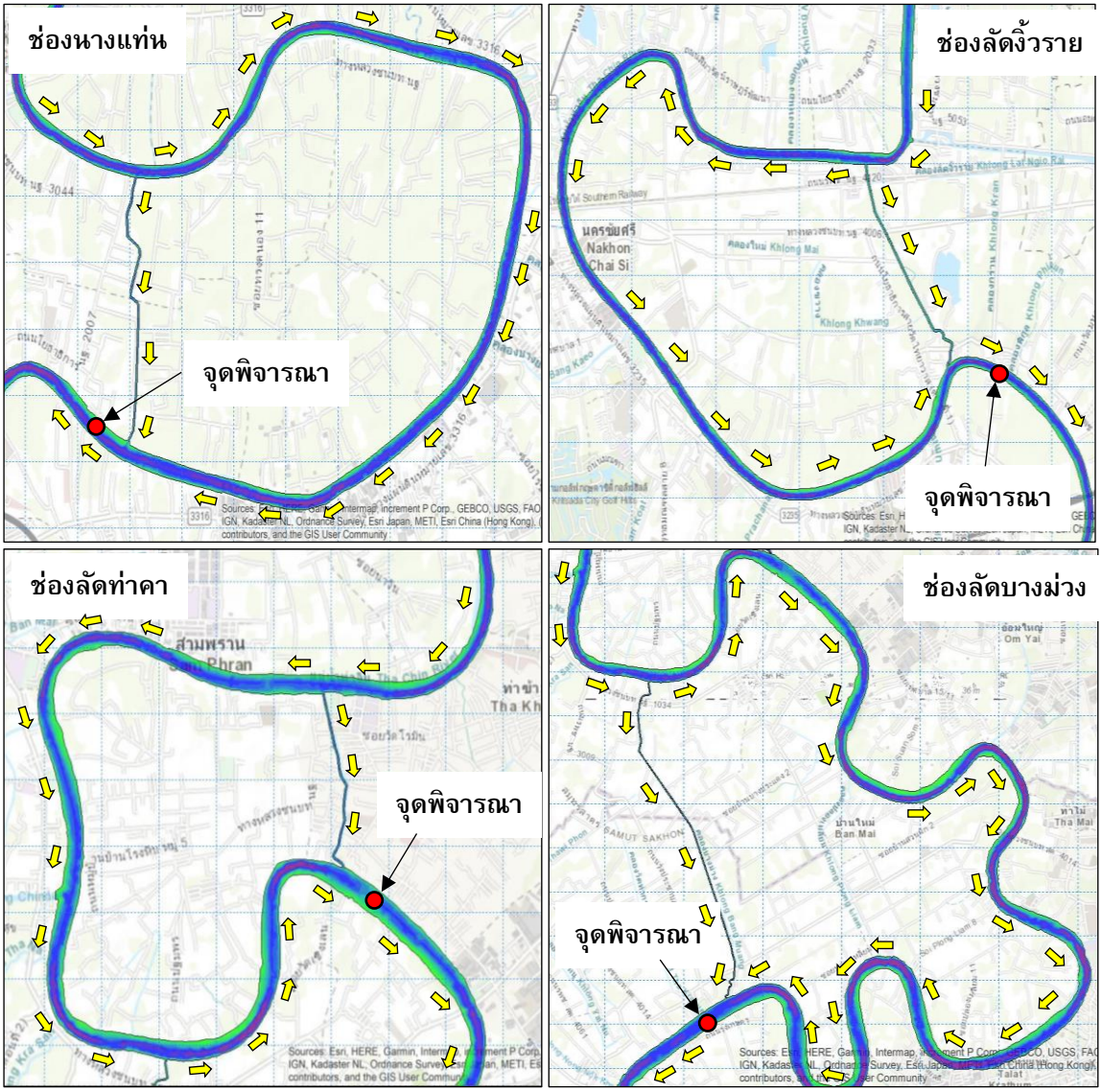
ทำได้โดยการปรับค่า ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ(Manning's M) ในพื้นที่ศึกษาและนำผลการคำนวณที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลระดับน้ำตรวจวัดที่ประตูระบายน้ำ (ระดับน้ำฝั่งแม่น้ำท่าจีน) 3 แห่ง ได้แก่ 1.ปตร.สองพี่น้อง, 2.ปตร.มหาสวัสดิ์ 3.ปตร.บางยาง การสอบเทียบและตรวจพิสูจน์ ใช้ช่วงฤดูแล้ง ตั้งแต่ 1 ม.ค. ถึง 31 มี.ค. 2557 และ 1 ม.ค. ถึง 31 มี.ค. 2557 ตามลำดับ



รูปที่ 5 ตำแหน่งของประตูระบายน้ำที่ใช้สอบเทียบและตรวจพิสูจน์

2.4 การประยุกต์ใช้แบบจำลองในการศึกษา กรณีมีการขุดลอกช่องลัด

เมื่อแบบจำลองสภาพการไหล ปรับค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระและตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลองด้วยค่าดัชนีทางสถิติ จนได้ค่าทางสถิติเป็นที่น่าพอใจแล้ว จะนำแบบจำลองสภาพการไหลมาประยุกต์ใช้ โดยเพิ่มการขุดลอกช่องลัด ทั้ง 4 แห่ง และเพื่อศึกษาการไหลที่เปลี่ยนแปลงไปจึงได้กำหนดตำแหน่งของการพิจารณาบริเวณแม่น้ำท่าจีน 4 ตำแหน่ง (แม่น้ำท่าจีนบริเวณจุดปลายของช่องลัด) โดยมีรายละเอียดดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ตำแหน่งของช่องลัดและจุดพิจารณา

5. ผลการศึกษา

1.การจำลองสภาพการไหลในแม่น้ำท่าจีน

ในการศึกษาได้จำลองสภาพการไหลของแม่น้ำ เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำที่เหมาะสม ผลที่ได้จากการคำนวณเป็นค่าระดับน้ำที่ตำแหน่งและเวลาต่าง ๆ จากนั้นจึงทำการปรับเทียบระดับน้ำที่ได้จากการคำนวณกับผลการตรวจวัดจริงในช่วงฤดูแล้ง ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2557 ถึง 1 มีนาคม 2557 ในการศึกษาได้ทำการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำ (Manning's M) ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของแม่น้ำท่าจีน แสดงในตารางที่ 2

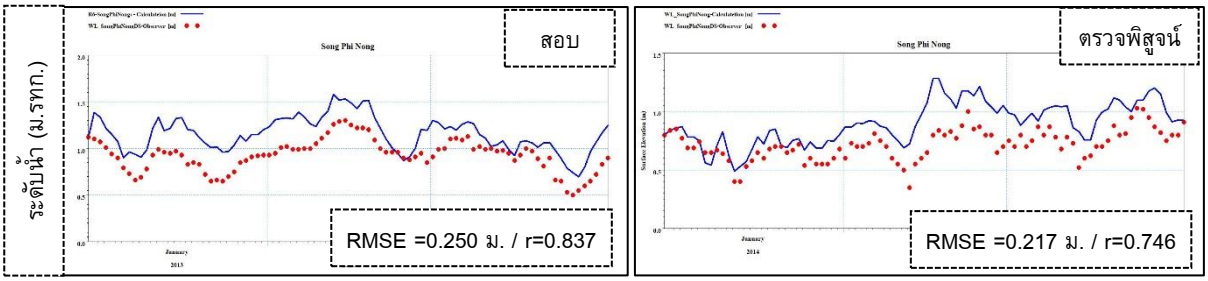
จากการการสอบเทียบและการตรวจพิสูจน์ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระบริเวณแม่น้ำท่าจีนที่เหมาะสมมีค่าอยู่ระหว่าง 16.67–28.57 โดยตารางที่ 3 แสดงผลการประเมินประสิทธิผลของการสอบเทียบแบบจำลองสภาพการไหล และรูปที่ 7 แสดงผลการสอบเทียบระดับน้ำของแบบจำลองสภาพการไหลที่จุดพิจารณาต่าง ๆ

ตารางที่ 2 Manning's M

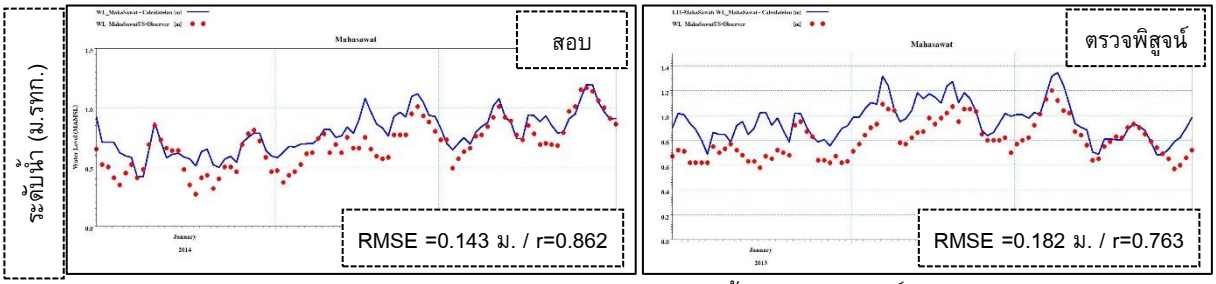
ระยะทางจากปากแม่น้ำ (กิโลเมตร)	ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning's M)
202-140	33.33
140-70	28.57
70-30	25.00
30-0	18.18

ตารางที่ 3 ผลการประเมินประสิทธิผลของการสอบเทียบและการตรวจพิสูจน์แบบจำลองสภาพการไหล

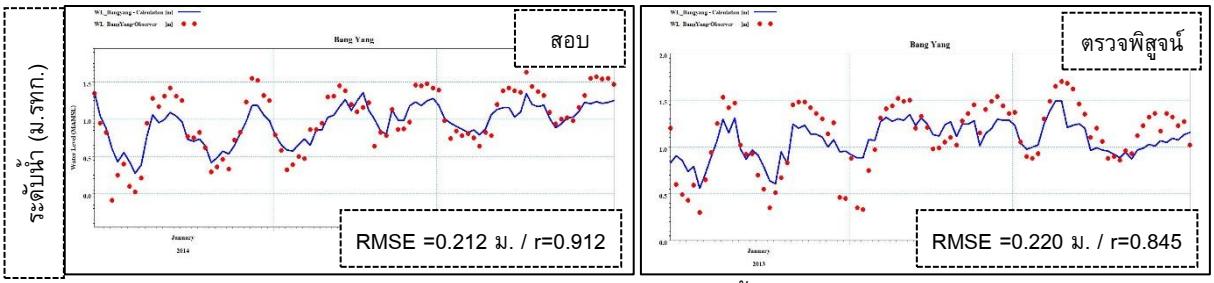
ตำแหน่งสอบเทียบ	การสอบเทียบ ปี พ.ศ. 2557		การตรวจพิสูจน์ ปี พ.ศ. 2556	
	RMSE (ม.)	r	RMSE (ม.)	r
ปตร.สองพี่น้อง (กม.144+500)	0.217	0.746	0.250	0.837
ปตร.มหาสวัสดิ์ (กม.90+500)	0.143	0.862	0.182	0.763
ปตร.บางยาง (กม.29+000)	0.212	0.912	0.220	0.845



จุดสอบเทียบและตรวจพิสูจน์ค่าระดับน้ำ ปตร.สองพี่น้อง



จุดสอบเทียบและตรวจพิสูจน์ค่าระดับน้ำ ปตร.มหาสวัสดิ์



จุดสอบเทียบและตรวจพิสูจน์ค่าระดับน้ำ ปตร.บางยาง

● ● หมายถึง ข้อมูลตรวจวัด และ ——— หมายถึง ผลการคำนวณ

รูปที่ 7 ผลการการสอบเทียบแบบและการตรวจพิสูจน์การจำลองสภาพการไหล

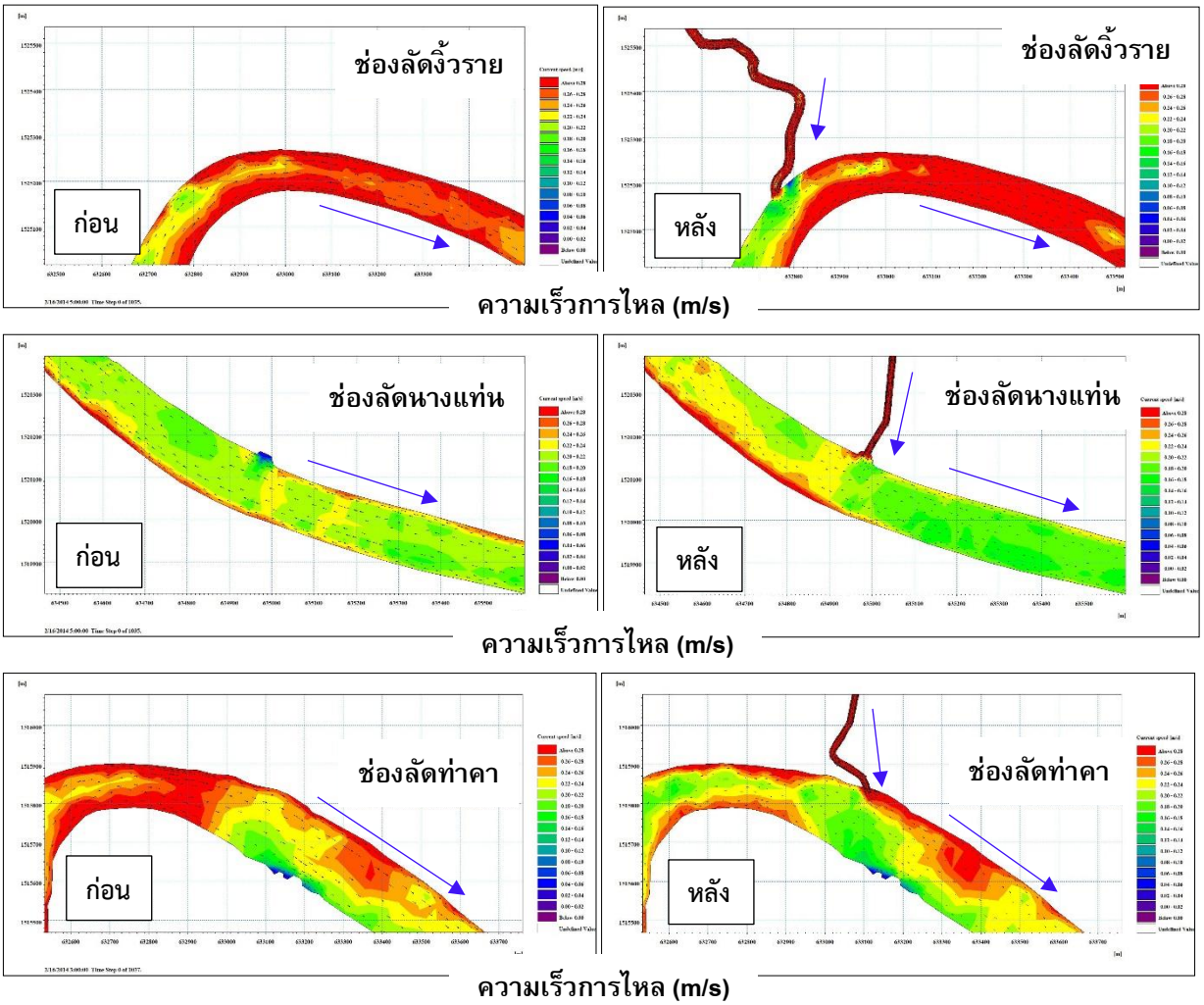
2.การจำลองสภาพการไหลในแม่น้ำท่าจีน กรณี เมื่อมีการขุดลอกช่องลัด

ผลการจำลองสภาพการไหลในแม่น้ำท่าจีน ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2557 ถึง 1 มีนาคม 2557กรณีเมื่อมีการขุดลอกช่องลัด ในตำแหน่งที่พิจารณาทั้ง 4 ตำแหน่ง พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงความเร็วกระแสน้ำและระดับน้ำสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่าง กรณีไม่มีการขุดลอกช่องลัดและกรณีเมื่อมีการขุดลอกช่องลัด โดยความเร็วกระแสน้ำที่จุดพิจารณามีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิมเล็กน้อย ส่วนค่าระดับน้ำสูงสุดมีค่าลดลงเล็กน้อย เช่นกัน ซึ่งสามารถสรุปผล ได้ในตารางที่ 4 และรูปที่ 8 แสดง การเปรียบเทียบ ค่าความเร็วของการไหลในทั้ง 2 กรณี

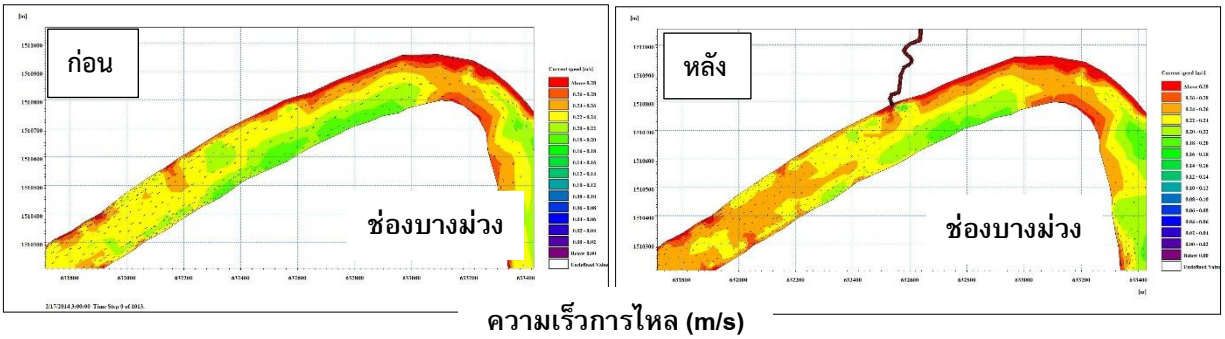
ตารางที่ 4 ผลการเปลี่ยนแปลงสภาพการไหล กรณีเมื่อมีการขุดลอกช่องลัด

ตำแหน่ง	ชื่อตำแหน่ง	ระดับน้ำสูงสุด (ม.)	ความเร็วสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)
1	แม่น้ำท่าจีนบริเวณจุดปลายช่องลัดงิ้วลาย	(-) 0.01	(+) 0.03
2	แม่น้ำท่าจีนบริเวณจุดปลายช่องลัดนางแท่น	(-) 0.01	(+) 0.01
3	แม่น้ำท่าจีนบริเวณจุดปลายช่องลัดท่าคา	(-) 0.01	(+) 0.00
4	แม่น้ำท่าจีนบริเวณจุดปลายช่องลัดบางม่วง	(-) 0.02	(+) 0.02

หมายเหตุ: ค่า บวก หมายถึง มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น จากกรณีไม่มีการขุดลอกช่องลัด
ค่า ลบ หมายถึง มีการเปลี่ยนแปลง ลดลง จากกรณีไม่มีการขุดลอกช่องลัด



รูปที่ 8 ผลการเปรียบเทียบระดับน้ำในกรณีปัจจุบันและกรณีเมื่อมีการขุดลอกช่องลัด



รูปที่ 8 ผลการเปรียบเทียบระดับน้ำในกรณีปัจจุบันและกรณีเมื่อมีการขุดลอกช่องลัด (ต่อ)

6. สรุปผลการศึกษา

เมื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำ ในแต่ละช่วง สำหรับในช่วงกิโลเมตรที่ 202-140 (บริเวณ อ.เมือง อ.บางปลาม้า อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี) เป็นลำน้ำธรรมชาติที่มีลักษณะตรง มีความคดเคี้ยวเล็กน้อย ช่วงกิโลเมตรที่ 140-70 (บริเวณ อ.บางเลน จ.นครปฐม) เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงของท้องน้ำมีความขรุขระมากขึ้น ช่วงกิโลเมตรที่ 70-30 (บริเวณ อ.นครชัยศรี อ.สามพราน จ.นครปฐม และ อ. กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร) ลำน้ำมีความคดเคี้ยวมากขึ้นโดยเฉพาะตอนปลายมีความเป็นตะกอนของดินสูง ช่วงกิโลเมตร ที่ 30-0 (บริเวณ อ.เมือง สมุทรสาคร) ลำน้ำมีความคดเคี้ยวเนื่องจากเป็นพื้นที่ราบ ท้องน้ำเป็นตะกอนดินปนทราย เนื่องจากได้รับอิทธิพลของการขึ้น-ลงของระดับน้ำทะเล มีความขรุขระสูง หากพิจารณาเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำกับลักษณะของลำน้ำ พบว่ามีความสอดคล้องกัน จากการสอบเทียบแบบจำลองสภาพการไหลแบบสองมิติ ผลการคำนวณจากแบบจำลองและข้อมูลตรวจวัดที่ประตูระบายน้ำ ได้ค่าดัชนีทางสถิติ r และ RMSE อยู่เกณฑ์ที่ยอมรับได้

สำหรับการประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อจำลองสภาพการไหลในกรณีเมื่อมีการขุดลอกช่องลัด จากผลการศึกษา พบว่า ในกรณีมีการขุดลอกช่องลัด จะมีค่าระดับน้ำที่จุดพิจารณาต่ำกว่า กรณีไม่มีการขุดลอกเล็กน้อย โดยมีค่าลดลงเฉลี่ยประมาณ 0.01 เมตร ส่วนของความเร็วกระแสน้ำ ในกรณีที่มีการขุดลอกช่องลัด จะมีค่าความเร็วของกระแสน้ำที่เพิ่มขึ้น เล็กน้อย โดยมีค่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ยมีค่าประมาณ 0.02 เมตร/วินาที การลดลงและเพิ่มขึ้นของระดับน้ำและความเร็วกระแสน้ำนั้น มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก อาจมีปัจจัยมาจากขนาดของช่องลัดที่มีขนาดเล็กกว่าแม่น้ำท่าจีนมาก ประกอบปัจจัยอื่น เช่นสภาพภูมิประเทศของแม่น้ำท่าจีนที่ซึ่งมีอุปสรรคต่อการระบายน้ำ ระดับการน้ำขึ้น-ลง ของน้ำทะเล เป็นต้น ซึ่งแบบจำลองสภาพการไหลดังกล่าวจะถูกใช้ในการศึกษาและจัดทำแบบจำลองการพัดพา-การแพร่กระจาย (Advection-Dispersion Module) เพื่อศึกษาการรุกตัวของน้ำเค็มในแม่น้ำท่าจีนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนและให้คำปรึกษาตลอดการศึกษาวิจัย ขอขอบคุณ กรมชลประทาน กรมเจ้าท่า ที่ได้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการดำเนินการวิจัย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

[1] กรมชลประทาน. 2560. **งานศึกษาความเหมาะสมการเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำแม่น้ำท่าจีน (รายงานหลัก).** สำนักบริหารโครงการ กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

[2] อรรถพร พวงผิว,วิษุวัมก์ แต้สมบัติ.2558.**การศึกษาการเคลื่อนที่ของตะกอนดินในแม่น้ำป่าสักโดยใช้แบบจำลอง MIKE21.**วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ปีที่ 21.