การศึกษาการปรับปรุงร่องน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยา

Study on Channel Improvement of Chaopraya River

กรชนก จำวัน[1] และ ผศ.ดร. จิระวัฒน์ กณะสุต[2]

[1,2] สาขาวิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

**Corresponding author, kornchanok.cha@ku.th[1] fengjwg@ku.ac.th[2]*

บทคัดย่อ

แม่น้ำเจ้าพระยาเป็นแม่น้ำที่มีความสำคัญในภาคกลาง ซึ่งเป็นศูนย์กลางของการคมนาคม การขนส่งสินค้า และเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญเพื่อการเกษตรกรรม ในปี พ.ศ. 2554 ได้เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมรุนแรงที่ส่งผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก จากเหตุการณ์ครั้งนี้จึงมีความจำเป็นต้องการศึกษาหาแนวทางในการขุดลอกเพื่อการระบายน้ำและบรรเทาน้ำท่วม การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำลองสภาพการไหลในแม่น้ำด้วยแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ MIKE 21 และเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำกรณีก่อนและหลังจากการขุดลอกด้วยแบบจำลอง MIKE 21 แบบ Flexible Mesh ครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่สถานีวัดน้ำท่า C.2 ที่อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ไปจนถึงเขื่อนเจ้าพระยา อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท และได้ทำการปรับเทียบแบบจำลองด้วยระดับน้ำด้านเหนือน้ำของประตูระบายน้ำ 4 แห่ง ในแม่น้ำเจ้าพระยา ได้แก่ ปตร.มโนรมย์ ปตร.บรมธาตุ ปตร.พลเทพ และ ปตร.มหาราช ผลการศึกษาพบว่าหลังจากขุดลอกแม่น้ำเจ้าพระยาระดับน้ำมีค่าลดลง และพื้นที่ส่วนใหญ่มีความเร็วและอัตราการไหลเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: แม่น้ำเจ้าพระยา, การขุดลอก, MIKE 21

Abstract

Chaopraya River is the Important River in Central of Thailand. It is Communication center, Transportation and Important of water resources for agriculture. In 2011 there was flooding and cause damage to life and property. Then, it is necessary to study of finding the way to dredging for drainage to alleviate flooding problems. The Objective of this study is to simulate flow in Chaopraya River with mathematical model MIKE 21 Flexible Mesh cover the area from C.2 station in Muang district, Nakhon Sawan province to Chaopraya Dam in Sapaya district, Chainat province. The model was calibrated with upstream water level of 4 regulators in Chaopraya River there are Manorom, Borommathat, Polthep and Maharat Regulator. The results showed after dredging, Chaopraya River has decreasing water level and most areas has increase of velocity and flow rate.

Keywords: Chaopraya River, Dredging, MIKE 21

1. บทนำ

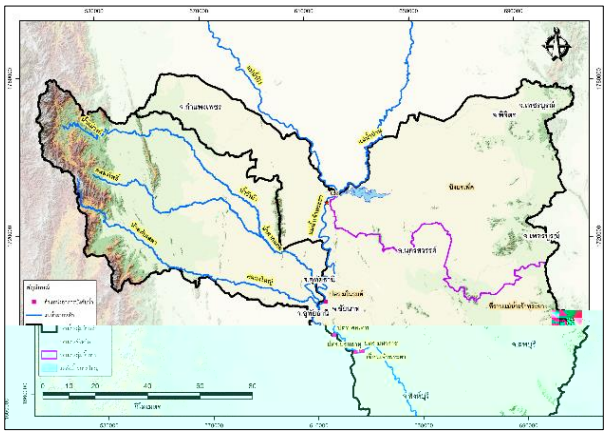
แม่น้ำเจ้าพระยา เป็นแม่น้ำสายสำคัญของประเทศไทย เกิดจากการรวมตัวของแม่น้ำสายหลัก 2 สาย จากภาคเหนือ คือ แม่น้ำปิง และแม่น้ำน่าน โดยมาบรรจบกันบริเวณหน้าเขื่อนเจ้าพระยาในตัวเมือง ที่ตำบลปากน้ำโพ อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ จากนั้นไหลลงไปทางทิศใต้

ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ตั้งอยู่ทางตอนกลางของประเทศไทย มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 20,523.42 ตร.กม. (12.6 ล้านไร่) โดยแบ่งออกเป็น 2 ลุ่มน้ำสาขา คือ บึงบอระเพ็ด และที่ราบแม่น้ำเจ้าพระยา มีพื้นที่ครอบคลุมอยู่ใน 16 จังหวัด ได้แก่ นครสวรรค์ พิจิตร กำแพงเพชร อุทัยธานี ชัยนาท สิงห์บุรี ลพบุรี อ่างทอง สุพรรณบุรี นครปฐม นครนายก พระนครศรีอยุธยา สระบุรี ปทุมธานี นนทบุรี และสมุทรปราการ รวมถึงกรุงเทพมหานคร โดยมีทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำปิงและลุ่มน้ำน่าน ทิศใต้ติดกับอ่าวไทย ทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำท่าจีนและลุ่มน้ำสะแกกรัง และทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำป่าสักและลุ่มน้ำบางปะกง

จากวิกฤตการณ์น้ำท่วมที่เกิดขึ้นในช่วงฤดูมรสุมปี พ.ศ.2554 ของประเทศไทยที่ผ่านมา ได้มีพื้นที่ประสบภัยน้ำท่วมในหลายพื้นที่ที่มีน้ำท่วมรุนแรง ในแถบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา ลุ่มน้ำเจ้าพระยาเคยประสบภัยน้ำท่วม ซึ่งมีระยะเวลาน้ำท่วมขังนานกว่า 2 เดือน ตั้งแต่ช่วงปลายเดือนกรกฎาคมจนถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.2554 โดยมีผู้เสียชีวิตที่มีการรายงานกว่า 500 ราย และส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตของประชาชนกว่า 2 ล้านคน ตลอดจนยังส่งผลกระทบต่อภาคการผลิต ภาคเกษตรกรรม และภาคอุตสาหกรรมอีกด้วย ซึ่งมีการประเมินความเสียหายอยู่ที่ประมาณ 1 ล้านล้านบาท [1]

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีการศึกษาหาแนวทางในการขุดลอกเพื่อการระบายน้ำ และบรรเทาน้ำท่วม ในพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก โดยศึกษาหาสาเหตุและหาแนวทางการขุดลอกแม่น้ำ ซึ่งมีพื้นที่ศึกษาครอบคลุมลุ่มน้ำเจ้าพระยา ตั้งแต่สถานีวัดน้ำ C.2 อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ลงมาจนถึงเขื่อนเจ้าพระยา อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท รวมระยะทาง 98 กิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 1

ในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำลองสภาพการไหลในแม่น้ำ และปัญหาน้ำท่วมที่เคยเกิดขึ้นในอดีตด้วยแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ เพื่อศึกษาการขุดลอกแม่น้ำเจ้าพระยา เพื่อการระบายน้ำจากต้นน้ำสู่ท้ายน้ำให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและไม่มีผลกระทบกับพื้นที่ใกล้เคียง และเพื่อเสนอแนวทางการขุดลอกที่เป็นไปได้ร่วมกับโครงสร้างที่มีอยู่ปัจจุบัน เพื่อแก้ไขปัญหาและบรรเทาปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาบริเวณแม่น้ำเจ้าพระยาตอนบน
(ตั้งแต่สถานีวัดน้ำท่า C.2 จ.นครสวรรค์ ถึงเขื่อนเจ้าพระยา จ.ชัยนาท)

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall-Runoff Model)

แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า เป็นการจำลองพฤติกรรมทางกายภาพของลุ่มน้ำเพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำท่าจากข้อมูลปริมาณฝนที่ตกในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยได้เลือกใช้แบบจำลอง NAM ในการพัฒนาแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ของลุ่มน้ำที่ไม่ได้มีการตรวจวัดปริมาณน้ำท่าเนื่องจากเหมาะสำหรับประยุกต์ใช้กับพื้นที่ที่มีลักษณะการใช้ที่ดินที่หลากหลาย ซึ่งในแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า จะประกอบด้วยแบบจำลองย่อย 2 แบบจำลอง คือ แบบจำลองการสูญเสีย (Loss Model) และแบบจำลองการเคลื่อนตัวของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (Unit hydrograph routing model) [2]

ในการประเมินปริมาณน้ำท่าแบบจำลอง NAM จะแบ่งพื้นที่ออกเป็นพื้นที่รับน้ำย่อยโดยใช้สถานีวัดน้ำท่าต่าง ๆ เป็นจุดออกของน้ำ (River Outlet) และใช้แนวเขา คลอง ถนน และทางรถไฟ เป็นเกณฑ์กำหนดแบ่งทิศทางการไหลของน้ำฝนไปยังพื้นที่รับน้ำย่อยนั้น ๆ ในแต่ละพื้นที่รับน้ำย่อยจะมีการคำนวณปริมาณน้ำท่าตามเวลา โดยแบบจำลองจะคำนวณน้ำท่าตามเวลาจากข้อมูลน้ำฝนและการระเหย ข้อมูลนำเข้าของแบบจำลอง ได้แก่ ข้อมูลฝนรายวัน และปริมาณการระเหยจากถาดรายเดือน (Potential Evaporation) ผลที่ได้จากแบบจำลองจะเป็นปริมาณน้ำท่ารายวัน ซึ่งแสดงถึงลักษณะการเกิดของน้ำท่าจากผลของอุทกวิทยา เช่น การเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินและการไหลของน้ำใต้ดิน

2.2 แบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์ (MIKE 21 HD)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้แบบจำลอง MIKE 21 ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย Danish Hydraulic Institute (DHI) ซึ่งเป็นแบบจำลอง 2 มิติ เหมาะสำหรับการวิเคราะห์สภาพทางชลศาสตร์ที่เกิดขึ้นในทะเลสาป ปากแม่น้ำ อ่าว พื้นที่ชายฝั่งทะเลและทะเลเปิด สามารถวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ กระแสน้ำ คลื่น และตะกอนได้ [3]

แบบจำลอง MIKE 21 สามารถจำลองสภาพการไหลของน้ำแบบ 2 ทิศทาง (Two Dimensional Hydrodynamic Model) มีสมการควบคุมการไหลคือ Navie-Stokes Equation โดยมีสมมติฐานกล่าวคือการไหลไม่มีการยุบอัดตัว (Incompressible Fluid) การแปรผันในแนวดิ่งมีน้อย และไม่มีการแบ่งชั้นของน้ำ สมการที่ใช้แก้ปัญหา คือ สมการความต่อเนื่องและสมการโมเมนตัม ทั้งแกน x และ y โดยใช้วิธี Implicit Finite Difference Scheme แสดงได้ดังสมการที่ (1) (2) และ (3) ตามลำดับ [3]

สมการความต่อเนื่อง

(1)

สมการโมเมนตัม ทิศทาง x:

(2)

สมการโมเมนตัม ทิศทาง y:

(3)

เมื่อ :

$h(x, y, t)$	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.)

2.3 แบบจำลองการเคลื่อนที่ของตะกอนทราย (MIKE 21 ST)

แบบจำลองการเคลื่อนที่ของตะกอน MIKE 21 ST สามารถคำนวณอัตราการเคลื่อนตัวของปริมาณตะกอน และแสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของตะกอน รวมถึงการเปลี่ยนแปลงพื้นท้องน้ำบริเวณปากแม่น้ำ โดยคำนวณอัตราการเคลื่อนที่ของตะกอนจากปริมาณตะกอนจากแม่น้ำ การกระทำของกระแสน้ำและคลื่นที่มีผลทำให้ตะกอนเคลื่อนที่ ซึ่งการเคลื่อนที่ของตะกอนประกอบด้วยการเคลื่อนที่ 2 ลักษณะ คือ การเคลื่อนที่ของตะกอนแขวนลอยและเคลื่อนไปกับพื้นท้องน้ำสมการพื้นฐานของการเคลื่อนที่ของตะกอนแสดงได้ดังสมการที่ (4) [4]

(4)

เมื่อ q_t คือ ปริมาณการเคลื่อนที่ของตะกอนทรายทั้งหมด (ลบ.ม.)
q_b คือ ปริมาณการเคลื่อนที่ของตะกอนท้องน้ำ (ลบ.ม.)
q_s คือ ปริมาณการเคลื่อนที่ของตะกอนแขวนลอย (ลบ.ม.)

การเคลื่อนที่ของตะกอนของ Van Rijn ได้เสนอสมการการเคลื่อนที่ของตะกอนออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

การเคลื่อนที่ของตะกอนท้องน้ำ (Sbl)

(5)

โดยที่ T คือ ตัวแปรไร้มิติ

(6)

คือ ประสิทธิภาพของความเร็วเฉือน

(7)

C' คือ ค่าความขรุขระท้องน้ำของ Chezy

(8)

uf, c คือ ความเร็วเนื่องจากแรงเฉือนวิกฤติ

(9)

h คือ ความลึกน้ำ (เมตร)
θ_c คือ ค่าความเค้นเฉือนวิกฤติท้องน้ำ ( ) เป็นค่าคงที่เท่ากับ 0.06
D_* คือ ตัวแปรไร้มิติของการเคลื่อนที่ของตะกอน

(10)

การเคลื่อนที่ของตะกอนแขวนลอย (Ssl)

(11)

โดยที่ f คือ แฟคเตอร์ปรับแก้ของการเคลื่อนที่ของตะกอน
ca คือ ความเข้มข้นของชั้นตะกอนท้องน้ำ (กก./ม.^{3})
V คือ ความเร็วการไหล (ม./วินาที)

ความเร็วของการตกตะกอน (Fall Velocity) จะขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคตะกอน อุณหภูมิ และความเข้มข้นตะกอนแขวนลอย สำหรับความเร็วของการตกตะกอนคำนวณได้จากสมการของ Van-Rijn (1989) ดังนี้

ทฤษฎีความเร็วของการตกตะกอนของ Van-Rijn (1989) มีเงื่อนไขของสมการตามขนาดของตะกอนทรายดังนี้

for $d_{50} \leq 1$ *มม.* (12)

for $0.1 \leq d_{50} \leq 1$ *มม.* (13)

for $d_{50} > 1$ *มม.* (14)

โดยที่ d_{50} คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดดิน (มม.)
s คือ ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของตะกอน (กก./ม.^{3})
g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (ม./วินาที^{2})
ν คือ ความหนืดของน้ำ, เท่ากับ 1×10^{-6} (ม.^{2}/วินาที)

3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 การรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาได้มีการรวบรวมข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศบริเวณพื้นที่ศึกษา มาตราส่วน 1 : 50,000 ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา พร้อมทั้งจัดทำแผนที่แสดงตำแหน่งขอบเขต ผังระบบลุ่มน้ำ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน ตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่า และตำแหน่งอาคารบังคับน้ำ เพื่อนำไปประกอบการจัดทำแบบจำลอง โดยประกอบไปด้วยข้อมูลต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา ดังนี้

3.1.1 ข้อมูลสำหรับนำเข้าแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า

- ตำแหน่งสถานีฝนและข้อมูลฝนรายวันของสถานีในพื้นที่ศึกษา จำนวน 22 สถานีในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบน และลุ่มน้ำข้างเคียง จากกรมชลประทาน และกรมอุตุนิยมวิทยา

- ข้อมูลการระเหยจากสถานีตรวจอากาศจังหวัดนครสวรรค์ ชัยนาท และอุทัยธานี จากกรมอุตุนิยมวิทยา โดยใช้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2531-2560)

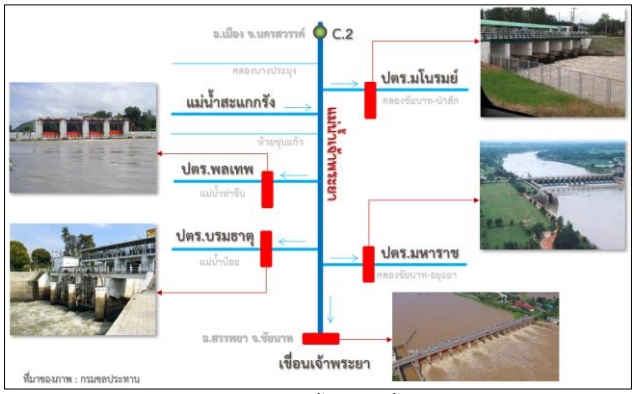
3.1.2 ข้อมูลสำหรับนำเข้าแบบจำลอง MIKE 21

- ข้อมูลท้องน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยา ได้ใช้ข้อมูลการสำรวจความลึกท้องน้ำของกรมเจ้าท่า เริ่มตั้งแต่จุดบรรจบแม่น้ำปิงและแม่น้ำน่านที่จังหวัดนครสวรรค์ถึงเขื่อนเจ้าพระยาที่จังหวัดชัยนาท

- ข้อมูลตำแหน่งของอาคารบังคับน้ำในแม่น้ำซึ่งแสดงตามแผนผังในรูปที่ 2 และข้อมูลระดับน้ำรายวันของอาคารบังคับน้ำ เพื่อใช้ในการปรับเทียบแบบจำลอง MIKE 21 HD

- ข้อมูลน้ำท่ารายวันที่สถานีวัดน้ำ C.2 เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลเงื่อนไขขอบเขตด้านเหนือน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยา และข้อมูลระดับน้ำด้านเหนือน้ำของเขื่อนเจ้าพระยาเป็นเงื่อนไขขอบเขตด้านท้ายน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยา

- ข้อมูลตะกอนรายวันที่สถานี C.2 เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง MIKE 21 ST

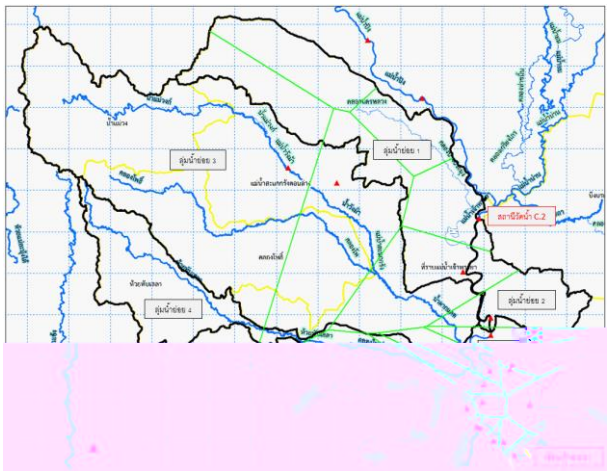


รูปที่ 2 แผนผังระบบลำน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยา
ระหว่างสถานีวัดน้ำท่า C.2 จ.นครสวรรค์ ถึงเขื่อนเจ้าพระยา จ.ชัยนาท

3.2 ประยุกต์ใช้แบบจำลอง

3.2.1 การประยุกต์ใช้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (MIKE 11 RR)

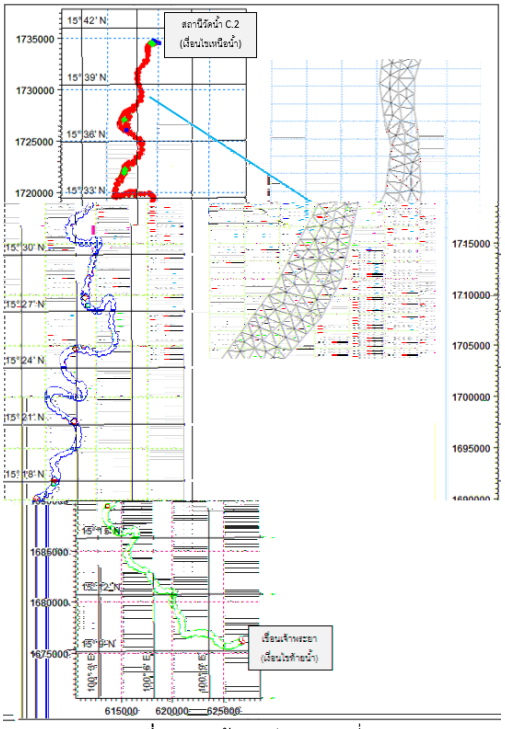
- ทำการนำเข้าข้อมูลในแบบจำลองคณิตศาสตร์ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน และข้อมูลการระเหย โดยได้อบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยออกเป็น 10 ลุ่มน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 3 แล้วทำการปรับเทียบและตรวจสอบแบบจำลองคณิตศาสตร์ โดยทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีการตรวจวัดในพื้นที่ศึกษา เมื่อแบบจำลองมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือจึงนำผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าไปใช้เป็นข้อมูลนำเข้า (ปริมาณน้ำ side flow) ในแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ต่อไป



รูปที่ 3 การแบ่งพื้นที่ย่อยเพื่อคำนวณปริมาณน้ำ Side Flow
ของแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำสะแกกรัง

3.2.2 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE 21

- การสร้างตาข่ายสามเหลี่ยม เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจำลองการไหลในแบบจำลอง MIKE 21 HD โดยการนำเข้าขอบเขตลำน้ำ ข้อมูลภูมิประเทศท้องน้ำ และกำหนดเงื่อนไขด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 4

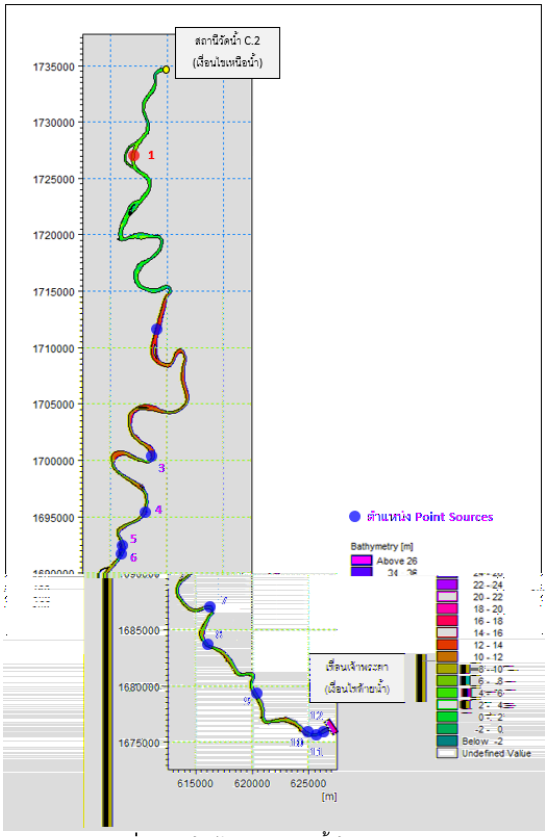


รูปที่ 4 การสร้างตาข่ายสามเหลี่ยม

- การจัดทำแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ โดยการนำเข้าข้อมูลตาข่ายสามเหลี่ยมที่สร้างไว้ และกำหนดเงื่อนไขของแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลน้ำท่ารายวันที่สถานี C.2 เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลเงื่อนไขขอบเขตด้านเหนือน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยา ข้อมูลระดับน้ำด้านเหนือน้ำของเขื่อนเจ้าพระยาเป็นเงื่อนไขขอบเขตด้านท้ายน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยา และข้อมูลปริมาณน้ำ Side Flow ของแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำสะแกกรัง โดยได้ใช้ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ใส่เป็นข้อมูลจุดน้ำเข้าในแบบจำลองดังแสดงตำแหน่งของจุดที่นำเข้าน้ำท่าโดยแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1 และรูปที่ 5

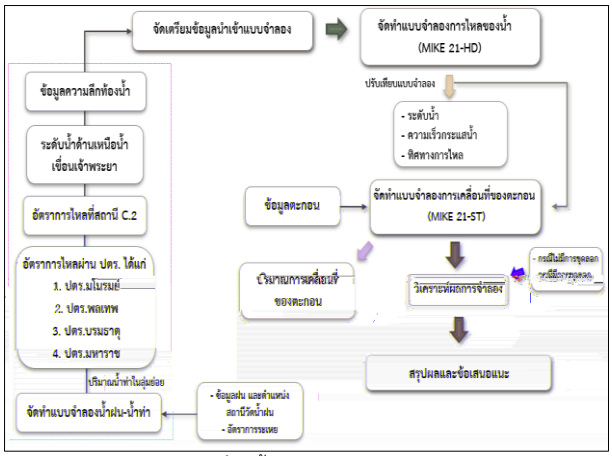
ตารางที่ 1 ตำแหน่งจุดนำเข้าข้อมูลน้ำท่าในแบบจำลอง

ตำแหน่ง	x	y	ชื่อตำแหน่ง	ข้อมูลจาก
1	616952	1726844	ลุ่มน้ำย่อย 1	จาก RR ลุ่มน้ำย่อยที่ 1
2	619185	1711571	ลุ่มน้ำย่อย 2	จาก RR ลุ่มน้ำย่อยที่ 2
3	618731	1700192	ลุ่มน้ำย่อย 6	จาก RR ลุ่มน้ำย่อยที่ 6
4	617966	1695351	ค.ชัยนาท-ป่าสัก	จากตรวจวัดที่ปตร.มโนรมย์
5	616106	1691982	แม่น้ำสะแกกรัง	จาก RR ลุ่มน้ำย่อยที่ 3 - 5
6	615743	1691301	ลุ่มน้ำย่อย 7	จาก RR ลุ่มน้ำย่อยที่ 7
7	615978	1683674	แม่น้ำท่าจีน	จากตรวจวัดที่ปตร.พลเทพ
8	616325	1686964	ลุ่มน้ำย่อย 8	จาก RR ลุ่มน้ำย่อยที่ 8
9	624372	1676159	แม่น้ำน้อย	จากตรวจวัดที่ปตร.บรมธาตุ
10	620240	1679352	ลุ่มน้ำย่อย 9	จาก RR ลุ่มน้ำย่อยที่ 9
11	626197	1675941	ค.ชัยนาท-อยุธยา	จากตรวจวัดที่ปตร.มหาราช
12	625441	1675681	ลุ่มน้ำย่อย 10	จาก RR ลุ่มน้ำย่อยที่ 10



รูปที่ 5 การใส่ข้อมูลปริมาณน้ำในแบบจำลอง

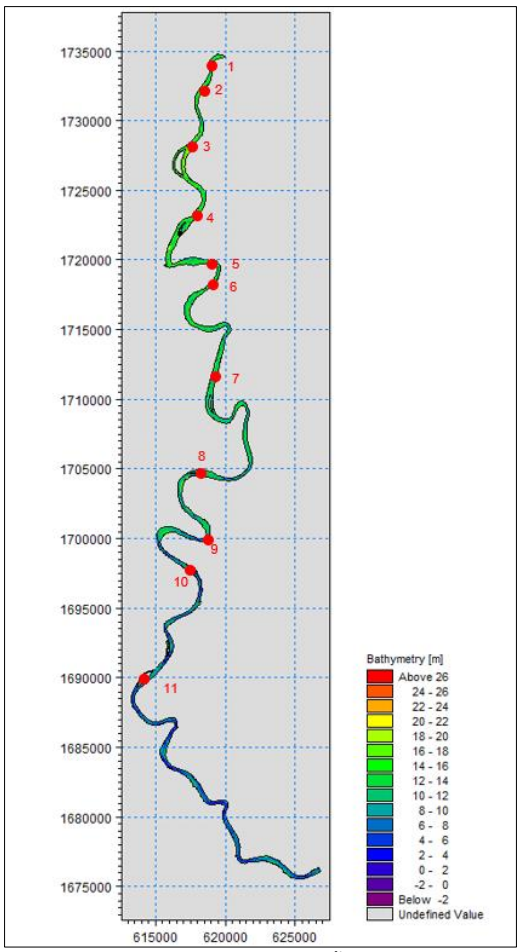
- การจัดทำแบบจำลองการเคลื่อนที่ของตะกอนทราย ใช้ข้อมูลตะกอนรายวันที่สถานี C.2 โดยคำนวณสัดส่วนอัตราของตะกอนต่อปริมาณน้ำท่า เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง และได้ใช้ผลการจำลองสภาพการไหลจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ ซึ่งวิธีการดำเนินงานทั้งหมด ได้สรุปขั้นตอนแสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.2.3 กรณีศึกษา

ในการประยุกต์ใช้แบบจำลองหลังจากการปรับเทียบแบบจำลอง MIKE 21 HD ได้กำหนดการศึกษาเป็น 2 ช่วง คือ การศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ของตะกอนในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และการศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ของตะกอนช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยแบ่งเป็น 2 กรณี คือ กรณีก่อนการขุดลอก (สภาพปัจจุบัน) และกรณีหลังจากการขุดลอกตามแผนงานของกรมเจ้าท่า โดยหาอัตราการเปลี่ยนแปลงของการตกตะกอน และระดับท้องน้ำ ก่อนและหลังการขุดลอก ดังแสดงตำแหน่งของการขุดลอกในรูปที่ 7 และตารางที่ 2



รูปที่ 7 ตำแหน่งการขุดลอกแม่น้ำเจ้าพระยา

ตารางที่ 2 ตำแหน่งการขุดลอกแม่น้ำเจ้าพระยา

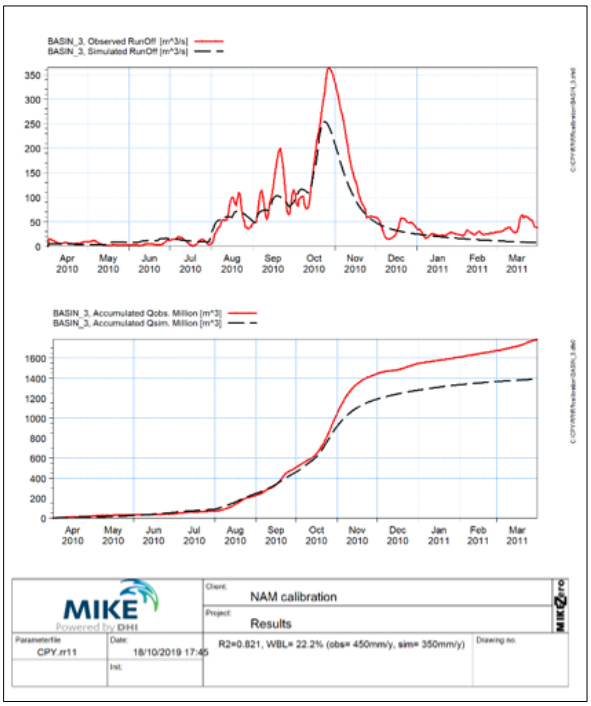
ตำแหน่ง	x	y	ชื่อตำแหน่ง
1	618957	1734125	พื้นที่ขุดลอกปากน้ำโพ
2	618124	1732013	พื้นที่ขุดลอกนครสวรรค์ตก-กลางแดด
3	616904	1726745	พื้นที่ขุดลอกเคียนเลื่อน-นครสวรรค์ออก
4	615819	1720218	พื้นที่ขุดลอกโกรกพระ-บางมะฝ่อ-ยางตาล
5	617980	1717494	พื้นที่ขุดลอกยางขาว-ย่านมัทรี
6	619903	1714396	พื้นที่ขุดลอกย่านมัทรี
7	619024	1709828	พื้นที่ขุดลอกน้ำทรง-ย่านมีทรี
8	617854	1704561	พื้นที่ขุดลอกน้ำทรง-ท่าฉนวน
9	618689	1700856	พื้นที่ขุดลอกหาดทนง-ท่าฉนวน
10	618713	1700827	พื้นที่ขุดลอกเกาะเทโพ-ศิลาดาน
11	614150	1690240	พื้นที่ขุดลอกท่าชุง

4. ผลการศึกษา

4.1 ผลการปรับเทียบแบบจำลอง

การปรับเทียบแบบจำลองฯ นั้น จำเป็นต้องใช้ดัชนีทางสถิติในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองฯ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้ค่า Root Mean Square Error (RMSE) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ยกกำลังสอง (Coefficient of determination, R^2) โดยผลการปรับเทียบแบบจำลอง มีดังนี้

ผลการปรับเทียบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall-Runoff Model) ได้ทำการปรับเทียบปริมาณน้ำท่าที่สถานี CT.2A โดยใช้ข้อมูลตรวจวัดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2553 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2554 เนื่องจากเป็นปีที่มีปัญหาภัยแล้ง ซึ่งจะมีปริมาณน้ำน้อย จึงไม่ค่อยมีผลกระทบจากปริมาณน้ำในแม่น้ำ ซึ่งได้ผลการปรับเทียบดังแสดงในรูปที่ 8 โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.82 และค่า Water Balance, WBL เท่ากับ 22.2%

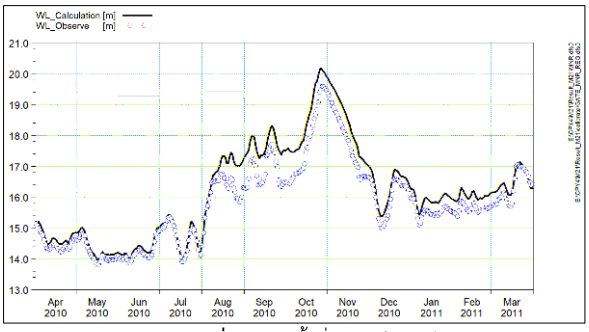


รูปที่ 8 ผลการปรับเทียบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าที่สถานี CT.2A

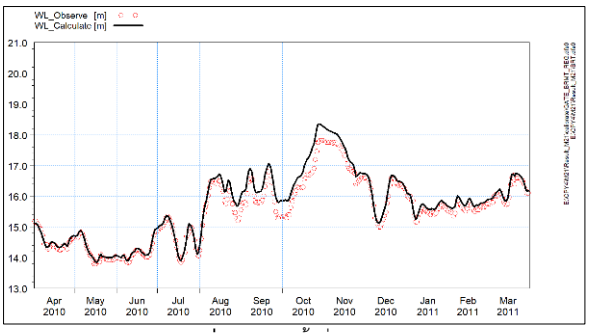
ผลการปรับเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (MIKE 21 HD) จะทำการปรับค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของท้องน้ำ (Manning' M) ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงตามความลึก โดยปรับเทียบกับค่าระดับน้ำด้านเหนือน้ำที่ประตูระบายน้ำมโนรมย์ ประตูระบายน้ำบรมธาตุ ประตูระบายน้ำพลเทพ และประตูระบายน้ำมหาราช โดยใช้ข้อมูลตรวจวัดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2553 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2554 ผลการปรับเทียบแบบจำลองดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 9 ถึง รูปที่ 12 ซึ่งได้แสดงกราฟเปรียบเทียบระดับน้ำด้านเหนือน้ำจากการตรวจวัด และระดับน้ำจากแบบจำลอง

ตารางที่ 3 สรุปค่าดัชนีทางสถิติจากการปรับเทียบแบบจำลอง

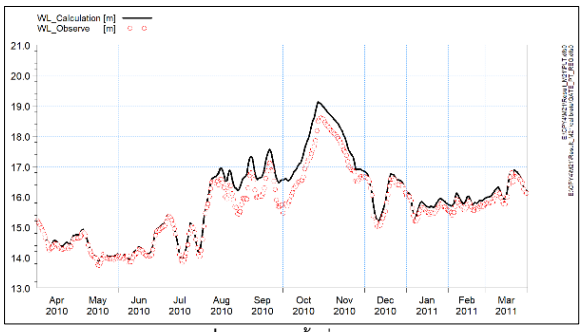
ประตูระบายน้ำ	R^2	RMSE (ม.)	Manning' M
มโนรมย์	0.978	0.482	35
บรมธาตุ	0.980	0.253	35
พลเทพ	0.990	0.352	35
มหาราช	0.991	0.174	35



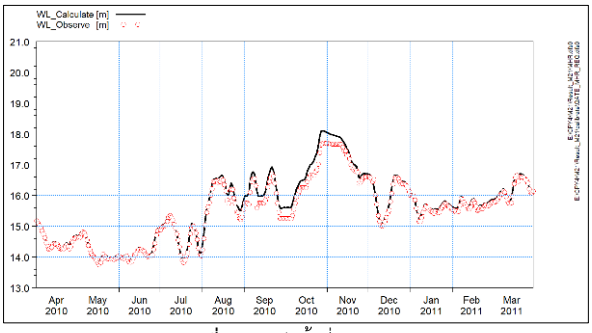
รูปที่ 9 ระดับน้ำที่ปตร. มโนรมย์



รูปที่ 10 ระดับน้ำที่ ปตร. บรมธาตุ



รูปที่ 11 ระดับน้ำที่ ปตร. พลเทพ



รูปที่ 12 ระดับน้ำที่ ปตร. มหาราช

4.2 ผลการประยุกต์ใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (MIKE 21 HD)

ผลจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (MIKE 21 HD) ได้แสดงระดับน้ำ ความเร็วของกระแสน้ำ และอัตราการไหลของแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณที่มีการขุดลอก โดยแสดงผลการเปลี่ยนแปลงจากการขุดลอกในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ระดับน้ำ ความเร็ว และอัตราการไหลที่เปลี่ยนแปลงหลังการขุดลอก

ตำแหน่ง	ระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลง (ม.)	ความเร็วที่เปลี่ยนแปลง (ม./วินาที)	อัตราการไหลที่เปลี่ยนแปลง (ลบ.ม./วินาที)
1	-0.53	-0.08	-2.36
2	-0.55	0.04	-2.88
3	-0.57	0.07	26.49
4	-1.19	0.09	-6.67
5	-0.1	-0.13	-6.99
6	-0.08	-0.01	-6.34
7	-0.01	-0.21	47.61
8	-0.25	0.005	6.84
9	-0.05	-0.12	-5.22
10	-0.05	-0.11	-17.15
11	-0.05	0.09	104.72

4.3 ผลการประยุกต์ใช้แบบจำลองการเคลื่อนที่ของตะกอน (MIKE 21 ST)

ผลจากแบบจำลองการเคลื่อนที่ของตะกอน (MIKE 21 ST) ได้แสดงการเปลี่ยนแปลงความลึกท้องน้ำ (Bed Level Change) และลึกท้องน้ำ (Bed Level) ในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยแสดงผลการเปลี่ยนแปลงความลึกท้องน้ำผลเปรียบเทียบความลึกท้องน้ำในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปลี่ยนแปลงความลึกท้องน้ำและผลการเปรียบเทียบความลึกท้องน้ำของกรณีก่อนและหลังการขุดลอก

ตำแหน่ง	ช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ				ช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้			
	การเปลี่ยนแปลงความลึกท้องน้ำ (ม.)		ความลึกท้องน้ำ (ม.)		การเปลี่ยนแปลงความลึกท้องน้ำ (ม.)		ความลึกท้องน้ำ (ม.)	
	ก่อนขุดลอก	หลังขุดลอก	ก่อนขุดลอก	หลังขุดลอก	ก่อนขุดลอก	หลังขุดลอก	ก่อนขุดลอก	หลังขุดลอก
1	0.00	0.00	11.70	11.70	0.37	0.46	12.07	12.16
2	0.00	0.00	14.15	14.06	0.12	0.14	14.27	14.20
3	0.03	0.01	16.86	16.84	0.23	1.15	17.06	17.98
4	0.00	0.00	14.68	14.63	-0.09	-0.11	14.59	14.52
5	0.10	0.01	14.36	12.63	0.24	0.86	14.50	13.48
6	0.00	0.04	10.29	10.33	0.47	0.60	10.76	10.89
7	0.00	0.00	13.95	10.00	0.26	0.05	14.22	10.05
8	0.52	0.87	10.81	11.17	0.83	0.80	11.12	11.10
9	0.00	0.00	12.38	10.23	-0.18	-0.11	12.20	10.13
10	0.00	0.00	12.01	10.24	0.13	-0.05	12.14	10.19
11	-0.02	-0.06	11.78	10.56	-0.37	-0.48	11.44	10.14

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ MIKE 21 HD และแบบจำลองการเคลื่อนที่ของตะกอน MIKE 21 ST ผลการศึกษาพบว่าหลังจากขุดลอกแม่น้ำเจ้าพระยา ระดับน้ำมีค่าลดลง และพื้นที่ส่วนใหญ่มีความเร็วและอัตราการไหลเพิ่มขึ้น

การทับถมของตะกอน พบว่า "ส่วนใหญ่" มีการทับถมลดลง และมีความลึกท้องน้ำลดลงซึ่งเป็นผลจากการขุดลอก

หากพิจารณาความเหมาะสมในแต่ละตำแหน่งจากการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ ความเร็วกระแสน้ำ อัตราการไหล และความลึกท้องน้ำในกรณีก่อนและหลังการขุดลอก จุดที่มีความเหมาะสมในการขุดลอกดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 จุดที่มีความเหมาะสมในการขุดลอก

ตำแหน่ง	ระยะทางขุดลอก (กม.)	ระดับท้องแม่น้ำขุดลอก จุดเริ่ม (ม.รทก.)	ระดับท้องแม่น้ำขุดลอก จุดสิ้นสุด (ม.รทก.)
4	8.0	+12.672	+12.704
7	4.5	+10.000	+10.000
10	3.0	+9.238	+9.513
11	2.1	+4.749	+8.000

โดยจุดพิจารณาดังกล่าวหลังการขุดลอกจะสามารถช่วยในการระบายน้ำให้ได้ดียิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณกรมเจ้าท่า กรมชลประทาน กรมอุตุนิยมวิทยา และอาจารย์ที่ปรึกษาที่ช่วยสนับสนุนข้อมูลในการจัดทำแบบจำลองในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมเจ้าท่า (2562). รายงานศึกษาออกแบบรายละเอียดในการขุดลอกแม่น้ำสายหลักที่ลุ่มน้ำภาคกลาง 7 ลุ่มน้ำ ที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา สะแกกรัง ป่าสัก ท่าจีน แม่กลอง เพชรบุรี ชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์. *รายงานศึกษา*, หน้า 1-1

[2] วีระยา มิ่งเมือง และ ดร.จิระวัฒน์ กณะสุต (2556). การศึกษาระบบช่วยตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำท่วม (พื้นที่จังหวัดนครราชสีมา). *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 14, ขอนแก่น,* 22 กุมภาพันธ์ 2556, หน้า 417-418

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

[4] วิษุวัฒน์ แต้สมบัติ และ ดวงนภา วานิชสรรพ์ (2561). การศึกษาการเคลื่อนตัวของตะกอนดินในแม่น้ำลำภาชี. *วารสารวิชาการคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, ปีที่ 13, ฉบับที่ 1, มกราคม-มิถุนายน 2561, หน้า 63-74