

การศึกษาการปรับเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ของแม่น้ำท่าจีนภายใต้อิทธิพลของ ระดับน้ำทะเล

A STUDY OF THE CALIBRATION OF HYDRODYNAMIC MODEL OF THACHIN RIVER UNDER TIDAL EFFECTS

ณัฐวุฒิ อินทบุตร (Nuttawut Intaboot)¹, วิษุวัตก์ แท้สมบัติ (Wisuwat Taesombat)²,

¹ นิสิตปริญญาเอก ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (Nuttawut_took@hotmail.com)

² อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (fengwwt@ku.ac.th)

บทคัดย่อ : การศึกษานี้มุ่งเน้นที่จะศึกษาการปรับเทียบแบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11 ในการจำลองและวิเคราะห์การไหลของน้ำในพื้นที่ซึ่งได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล โดยในการศึกษาจะทำการทดลองปรับเทียบได้กการไหล ของสถานีวัดน้ำท่า T1 ของปี 2553 และปี 2554 ในช่วงฤดูแล้ง ระหว่างมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ และในช่วงฤดูน้ำหลาก ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม โดยพิจารณาการไหลเป็นแบบคงที่ กำหนดขอบเขตการไหลด้านเหนือน้ำเป็นปริมาณการไหลที่เปลี่ยนแปลงตามเวลามีค่าตั้งแต่ 5 จนถึง 705 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และกำหนดขอบเขตด้านท้ายน้ำเป็นระดับน้ำคงที่ ที่ระดับ -0.5, 0.65, และ 1.00 เมตร (รทก.) พบว่าถ้าลำน้ำมีการไหลค่อนข้างน้อย (ฤดูแล้ง) การไหลจะอยู่ภายใต้อิทธิพลของระดับน้ำทะเล และถ้าการไหลในลำน้ำค่อนข้างสูง (ในฤดูน้ำหลาก) การไหลจะได้รับอิทธิพลของระดับน้ำทะเลตามระดับน้ำทะเลที่ลดลง ดังนั้นในการปรับเทียบแบบจำลองจำเป็นต้องพิจารณาการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำด้านท้ายน้ำ และผลการปรับเทียบพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ Manning's n ทั้งลำน้ำจะมีค่าเท่ากับ 0.0375 ซึ่งจะให้ค่าที่ดีที่สุดทางสถิติของ R^2 , E , และ $RMSE$, เท่ากับ 0.741, 0.703, และ 0.197 ตามลำดับ

คำสำคัญ : แบบจำลองอุทกพลศาสตร์, การปรับเทียบแบบจำลอง, MIKE 11 model, อิทธิพลของระดับน้ำทะเล

Abstract : This paper presents guidelines for study the hydrodynamic model calibration. MIKE11 is a modeling tool with one-dimensional flow used for simulating and analyzing flow circulation influenced by tidal effect in the Thachin river. The calibrations of rating curves at runoff station T1 were determined in this study. The simulation was conducted in the period of 2010 and 2011 of drought period during January–February and flood period during September–October. On basis of steady flow calibration, the boundary condition is that upstream is flow rate of time series in the range of 5–705 cms and downstream is water level which constant at -0.5, 0.65,

and 1.0 m (MSL). It found that if the flow rate in the channel is low, discharge is under the influence of tidal effect, and if the flow rate is high, discharge has less affected once tidal becomes lower. Therefore, the calibrated model is necessary to consider the changes in water levels downstream. This gave the best statistical methods of R^2 , E, and RMSE are 0.741, 0.703, and 0.197 respectively.

Keywords : Hydrodynamic Model, model calibration, MIKE 11 model, tidal effect

1. บทนำ

สภาพทางอุทกพลศาสตร์เป็นการอธิบายถึงปรากฏการณ์ของการเคลื่อนที่และการไหลของกระแสน้ำ ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์การกระจายตัวของสารแขวนลอยต่างๆ อาทิ ตะกอนแขวนลอย สารมลพิษ การกระจายตัวของคุณภาพน้ำ เช่น ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ บีโอดี และความเค็ม [1]

โดยในปัจจุบันมีขยายตัวของสังคมเมือง มีการตั้งโรงงานอุตสาหกรรม และการทำเกษตรกรรมเพิ่มมากขึ้น ทำให้สภาพของแม่น้ำเกิดการเน่าเสีย คุณภาพน้ำแยลง ดังนั้นในการที่จะทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสภาพทางอุทกพลศาสตร์และคุณภาพน้ำต่างๆ จำเป็นต้องเข้าใจสภาพทางอุทกพลศาสตร์ในพื้นที่นั้น

อนึ่งแม่น้ำท่าจีนมีจุดเชื่อมต่อกับทะเลทำให้แม่น้ำได้รับอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง ซึ่งอิทธิพลดังกล่าวทำให้ยากต่อการสร้างแบบจำลอง ดังนั้นในการสร้างแบบจำลองและนำแบบจำลองไปใช้ประโยชน์ มีความจำเป็นต้องทำการปรับเทียบแบบจำลองเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ อาทิ สมประสิทธิ์ความขรุขระของท้องน้ำ ที่เหมาะสมกับลำน้ำ เพื่อที่จะเป็นพื้นฐานในการนำค่าพารามิเตอร์ไปใช้ในการประยุกต์ใช้แบบจำลองต่อไป

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้เป็นการพิจารณาตรวจสอบสมมติฐานของการไหลในลำน้ำที่ได้รับอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง ซึ่งอิทธิพลดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อ การปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์ของแม่น้ำที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของการขึ้นลงของระดับน้ำทะเล ที่ส่งผลกระทบต่อ การไหลในลำน้ำ

1.1 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลในการการขึ้นลงของระดับน้ำทะเลที่มีต่อปัจจัยในการปรับเทียบแบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์อย่างเป็นระบบ
- 2) เพื่อศึกษาวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในแบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์ของแม่น้ำท่าจีนภายใต้อิทธิพลของระดับน้ำทะเล

1.2 ขอบเขตพื้นที่ทำการศึกษา

พื้นที่ศึกษา คือ บริเวณแม่น้ำท่าจีนตอนกลางและตอนล่าง ตั้งแต่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ลงมาจนถึงปากแม่น้ำ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร รวมระยะทาง 202 กิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 1 [2]



รูปที่ 1 บริเวณของแม่น้ำท่าจีนที่ใช้ในการศึกษา[2]

2. ทฤษฎีและเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เลือกใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11 ซึ่งเป็นแบบจำลองที่พัฒนาโดย DHI Water and Environment เพื่อใช้ในการคำนวณการไหล 1 มิติในแม่น้ำ โดยเป็นแบบจำลองเชิงกายภาพ (Physical Based Model) ซึ่งใช้ข้อมูลทางกายภาพของลำน้ำเป็นข้อมูลนำเข้า โดยข้อมูลนำเข้าประกอบไปด้วยโครงข่ายลำน้ำ (river network) รูปตัดขวางลำน้ำ (cross section) ข้อมูลระดับน้ำหรืออัตราการไหลเบื้องต้นตามเงื่อนไขขอบเขต (boundary condition) [3]

สมการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการคำนวณค่าระดับน้ำ (H) และอัตราการไหล (Q) ในทุกตำแหน่งลำน้ำคือ

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0$$

(1)

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{2Q}{A} \frac{\partial Q}{\partial x} + \left(g \frac{A}{B} \frac{Q^2}{A^2} \right) \frac{\partial A}{\partial x} + g(A S_f - S_0) = 0 \quad (2)$$

โดยที่ Q = อัตราการไหล (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)

A = พื้นที่หน้าตัดของการไหล (ตารางเมตร)

t = เวลา (วินาที)

x = ระยะทาง (เมตร)

B = ความกว้างของลำคลอง (เมตร)

g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

(เมตรต่อวินาที²)

S_f = ความลาดชันของพลังงาน (h/L)

S_0 = ความลาดเอียงของพื้นคลอง

สมการดังกล่าวเป็นสมการแบบ Non-linear Second Order Partial Differential Equation การแก้สมการดังกล่าวจะใช้วิธีคำนวณเชิงตัวเลข (Numerical Analysis) และ Finite Difference Method เพื่อแก้สมการข้างต้น

2.1 การรวบรวมข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง

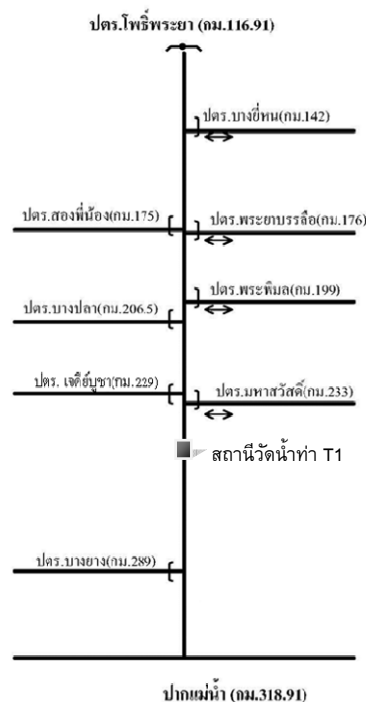
การรวบรวมข้อมูลประกอบไปด้วย

- 1) ข้อมูลทางอุทกวิทยา ประกอบไปด้วยอัตราการไหลและระดับน้ำรายวันที่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาและระดับน้ำที่ประตูระบายน้ำหลักในลำน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 2 [2] ในปี พ.ศ. 2551-2552 ซึ่งรวบรวมได้จากกรมชลประทาน
- 2) ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของลำน้ำ ได้แก่ รูปตัดขวางลำน้ำซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 209 รูปตัด ซึ่งรวบรวมได้ในปี พ.ศ. 2545 จากกรมชลประทาน
- 3) ข้อมูลระดับน้ำทะเลที่บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนรายชั่วโมงในปี พ.ศ. 2551-2552 ซึ่งรวบรวมได้จากกรมเจ้าท่า
- 4) ข้อมูลอัตราการไหลและระดับน้ำรายวันที่สถานีวัดน้ำท่า T1 (กม.234) ในลำน้ำ ในปี พ.ศ. 2553-2554 ซึ่งรวบรวมได้จากกรมชลประทาน

3. วิธีการศึกษา

การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ

3.1 การศึกษาผลของอิทธิพลของระดับน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำที่ส่งผลกระทบต่อการไหลในลำน้ำ



รูปที่ 2 แสดงประตูระบายน้ำหลักในแม่น้ำท่าจีน[2]

การศึกษาเริ่มจากการสร้างแบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์ของการไหลในลำน้ำโดยสมมติอัตราการไหล

ตามอนุกรมเวลาเป็นขอบเขตด้านเหนือหน้าโดยอัตรา
การไหลที่สมมติจะต้องครอบคลุมอัตราการไหลสูงสุด
ในลำน้ำตลอดช่วงฤดูน้ำหลากด้วย ทั้งนี้กำหนดใช้ค่า
ตั้งแต่ 5-705 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที โดยอัตราการ
ไหลดังกล่าวสมมติเพื่อศึกษาคุณลักษณะและ
พฤติกรรมการไหลในลำน้ำซึ่งประกอบด้วย ระดับน้ำ
และอัตราการไหลในสถานีวัดน้ำท่า T1 และกำหนด
ขอบเขตด้านท้ายน้ำที่บริเวณปากแม่น้ำเป็นระดับน้ำ
คงที่ที่ระดับ -0.5, 0.65, และ 1.00 เมตร (รทก.)
เพื่อที่จะเป็นตัวแทนของธรรมชาติในอิทธิพลน้ำขึ้นน้ำ
ลง จากนั้นทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของโค้ง
การไหลในลำน้ำที่ตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่า T1 โดย ทั้งนี้
กำหนดใช้ค่าสัมประสิทธิ์ Manning'n ในลำน้ำเท่ากับ
0.035 เพราะเนื่องจากเป็นลำน้ำธรรมชาติ [2]

จากนั้นทำการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ปริมาณ
โค้งการไหลในตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่า T1 ที่ได้จาก
แบบจำลอง กับปริมาณโค้งการไหลที่ได้จากการ
ตรวจวัดโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในปี พ.ศ.2553
และปี พ.ศ.2554 ซึ่งจะแบ่งพิจารณาออกเป็น 2 ช่วงคือ
ในช่วงน้ำแล้งคือในเดือน มกราคม-กุมภาพันธ์ และช่วง
น้ำหลากในเดือน กันยายน-ตุลาคม

3.2 การศึกษาการเปรียบเทียบแบบจำลองสำหรับการหา ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระลำน้ำ

การศึกษาในขั้นตอนนี้เริ่มจากการจัดเตรียมข้อมูล
ต่างๆทั้งหมดที่จำเป็นสำหรับแบบจำลอง จากนั้นทำ
การสร้างแบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์ด้วย
แบบจำลอง MIKE 11 โดยมีเงื่อนไขในการคำนวณคือ
ปริมาณการไหลรายวันตามเวลาที่ได้จากการสำรวจ
เป็นขอบเขตด้านเหนือหน้า และระดับน้ำทะเลบริเวณ
ปากแม่น้ำที่ได้จากการสำรวจเป็นขอบเขตด้านท้ายน้ำ

สำหรับการวิเคราะห์แบบจำลองเพื่อทำการหาค่า
สัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning'n ในลำน้ำจะทำการ
เปรียบเทียบค่าของระดับน้ำที่ได้จากการตรวจวัดที่ ปต
ร.พระพิมล กับระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลองที่ตำแหน่ง
เดียวกัน เพื่อใช้เป็นตัวแทนกลางลำน้ำโดยข้อมูล
จากการตรวจวัดที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบเป็น

ข้อมูลปริมาณการไหลรายวันของวันที่ 1 เมษายน 2551
ถึงวันที่ 31 มีนาคม 2552

4. วิธีการวัดผลการศึกษา

ในการเปรียบเทียบผลการศึกษาจะใช้ข้อมูลทางสถิติ
มาเป็นตัวแทนในการเปรียบเทียบและตัดสินใจ
ประกอบด้วย

4.1 ค่าความแม่นยำ

ค่าความแม่นยำจะใช้วิธี Root mean square error
(RMSE) ซึ่งจะแสดงวิธีคำนวณได้ดังสมการ

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (x - y)^2}{n}} \quad (3)$$

4.2 วิธีทาง Goodness-of-fit

ประมาณค่าผลที่ได้จากทางวิธี Goodness-of-fit
ประกอบไปด้วย ค่าสัมประสิทธิ์พารามิเตอร์ Coefficient
of determination (R^2) และ Nash coefficient (E) ดัง
สมการ

$$R^2 = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \times \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \right)^2 \quad (4)$$

$$E = 1.0 - \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (5)$$

เมื่อ y = ระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง

x = ระดับน้ำที่ได้จากการตรวจวัด

$\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยระดับน้ำที่ได้จากการตรวจวัด

$\bar{y}$ = ค่าเฉลี่ยระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง

i = ลำดับของข้อมูล

n = จำนวนข้อมูล

ค่าที่ยอมรับได้ของค่าทางสถิติ RMSE ต้องมีค่าน้อยที่สุด (เข้าใกล้ 0) และค่าสัมประสิทธิ์ Coefficient of determination (R^2) และ Nash coefficient (E) ต้องเข้าใกล้ 1

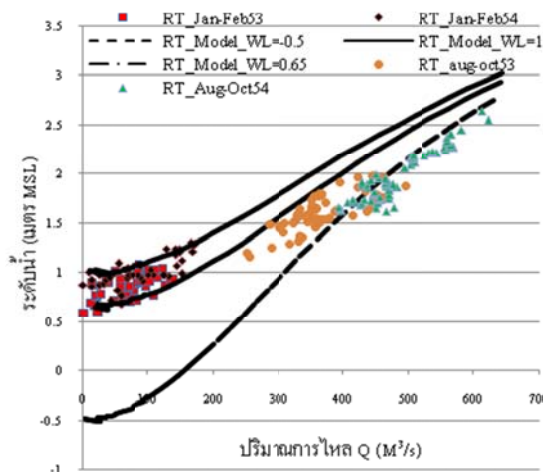
5. ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ 1) ผลของอิทธิพลของระดับน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำที่ส่งผลกระทบต่อการใช้ในลำน้ำ และ 2) การเปรียบเทียบแบบจำลองสำหรับการหาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระลำน้ำ

5.1 ผลของอิทธิพลของระดับน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำที่ส่งผลกระทบต่อการใช้ในลำน้ำ

จากผลการศึกษาอิทธิพลของระดับน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำที่ส่งผลกระทบต่อการใช้ในลำน้ำที่คำนวณได้จากแบบจำลอง MIKE 11 ของแต่ละสภาพเงื่อนไขและพิจารณาการไหลเป็นแบบคงที่ พบว่าถ้าลำน้ำมีการไหลค่อนข้างน้อย (ฤดูแล้ง) การไหลจะอยู่ภายใต้อิทธิพลการขึ้นลงของระดับน้ำทะเลซึ่งอาจจะทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเหว (Black water curve) ได้ และถ้าการไหลในลำน้ำค่อนข้างสูง (ในฤดูน้ำหลาก) การไหลในลำน้ำจะได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของระดับน้ำทะเลลดลง เมื่อระดับน้ำทะเลลดลง ดังแสดงได้ในรูปที่ 3 ซึ่งทำการเปรียบเทียบโค้งปริมาณการไหล (Rating Curves) ของสถานีวัดน้ำท่า T1 กับระดับน้ำด้านท้ายน้ำที่ระดับ -0.50 เมตร, 0.65 เมตร, และ 1.0 เมตร (รทก.) เมื่อระดับน้ำที่บริเวณท้ายน้ำเท่ากับ 0.65 เมตร และ 1.0 เมตร (สมมติฐานในช่วงน้ำขึ้น) rating curves จะอยู่ในบริเวณปริมาณการไหลต่ำ (ที่วัดได้จากสนาม) และระดับน้ำท้ายน้ำที่ -0.5 เมตร (สมมติฐานในช่วงน้ำลง) rating curves จะอยู่ในบริเวณปริมาณการไหลที่มีปริมาณสูงซึ่งจะสอดคล้องกับเหตุผลดังกล่าวข้างต้น

ดังนั้นการปรับเทียบแบบจำลองต้องทำการปรับเทียบภายใต้ระดับน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลด้านท้ายน้ำด้วย



รูปที่ 3 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบ Rating Curves ของสถานีวัดน้ำท่า T1 ภายใต้อิทธิพลของระดับน้ำทะเล

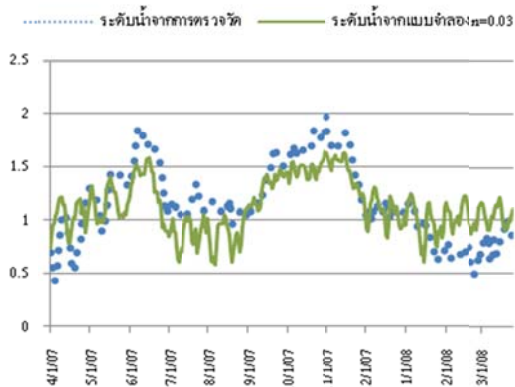
5.2 การปรับเทียบแบบจำลองสำหรับการหาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระลำน้ำ

จากผลการศึกษาในการขึ้นลงของระดับน้ำด้านท้ายน้ำพบว่าการใช้ในลำน้ำเป็นการไหลที่ไม่คงที่ดังนั้นในการปรับเทียบแบบจำลองทางด้านอุทกพลศาสตร์ เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำจำเป็นต้องอาศัยอิทธิพลของระดับน้ำทะเลเป็นขอบเขตด้านท้ายน้ำ

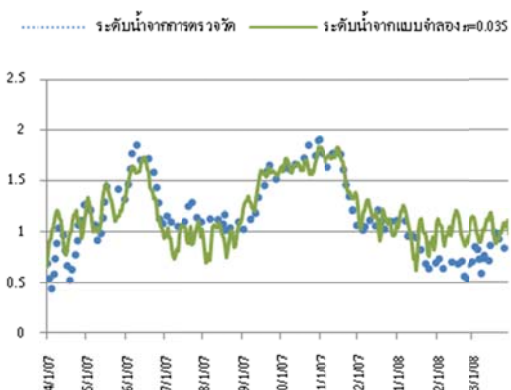
ซึ่งในการศึกษาปรับเทียบแบบจำลองจะทำการเปรียบเทียบระดับน้ำที่ประตูระบายน้ำพระพิมลเพื่อใช้เป็นตัวแทนกลางลำน้ำโดยผลการเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลองกับระดับน้ำที่ได้จากการตรวจวัด โดยในการศึกษาจะทำการทดลองตามค่าสัมประสิทธิ์ Manning's n ตั้งแต่ 0.030, 0.035, 0.0375, 0.040, 0.045, และ 0.050 ตามลำดับ ดังแสดงตัวอย่างผลการเปรียบเทียบตามรูปที่ 4 ถึงรูปที่ 9

และจากผลการเปรียบเทียบพบว่าในช่วงเดือนมกราคม จนถึงเดือนมีนาคม ปี 2552 จะเป็นช่วงฤดูแล้ง เกษตรกรจะทำการนำน้ำจากแม่น้ำมาใช้ในการเพาะปลูกทำให้ระดับน้ำในบริเวณจุดตรวจวัดอยู่ใน

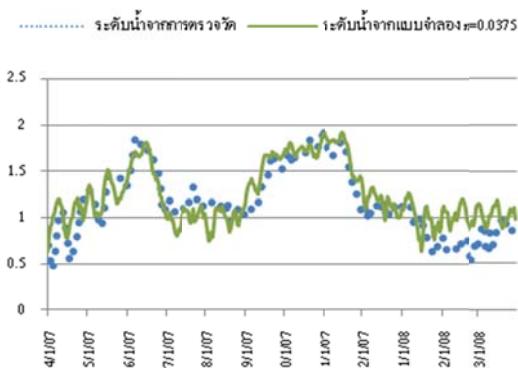
ปริมาณที่ต่ำ แต่ในการสร้างแบบจำลองนี้ยังไม่ได้คำนึงถึงผลดังกล่าว จึงทำให้ระดับน้ำที่ได้มีค่าสูงกว่าค่าระดับที่ได้จากการตรวจวัดทุกๆค่าความขรุขระ



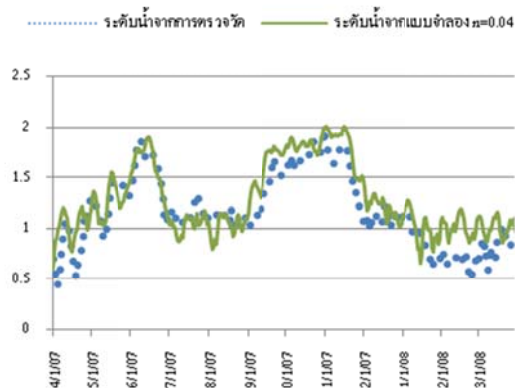
รูปที่ 4 เปรียบเทียบระดับน้ำที่ ปตร.พระพิมล
 $n=0.0300$



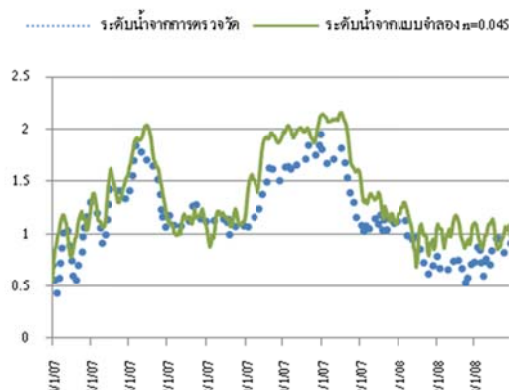
รูปที่ 5 เปรียบเทียบระดับน้ำที่ ปตร.พระพิมล
 $n=0.0350$



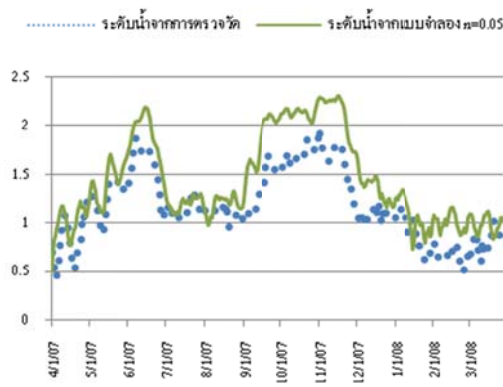
รูปที่ 6 เปรียบเทียบระดับน้ำที่ ปตร.พระพิมล
 $n=0.0375$



รูปที่ 7 เปรียบเทียบระดับน้ำที่ ปตร.พระพิมล
 $n=0.0400$



รูปที่ 8 เปรียบเทียบระดับน้ำที่ ปตร.พระพิมล
 $n=0.0450$



รูปที่ 9 เปรียบเทียบระดับน้ำที่ ปตร.พระพิมล
 $n=0.0500$

และจากผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลองทุกๆค่าของสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำกับค่าที่ได้จากการตรวจวัดที่ ปตร.พระพิมล นำมา

ค่าทางสถิติตามสมการ (3) ถึงสมการ (5) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจเลือกผลการเปรียบเทียบ ดังแสดงได้ในตาราง 1

**ตาราง 1. การเปรียบเทียบผลของการ
เปรียบเทียบแบบจำลอง**

Manning's coefficient (n)	Performance indicates		
	Coefficient of determination (R^2)	Nash coefficient (E)	RMSE
n=0.030	0.525	0.512	0.252
n=0.035	0.692	0.684	0.203
n=0.0375	0.741	0.703	0.197
n=0.040	0.774	0.678	0.205
n=0.045	0.816	0.501	0.255
n=0.050	0.837	0.162	0.3310

6. สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษาพบว่า การไหลในลำน้ำที่ได้รับอิทธิพลของการขึ้นลงของระดับน้ำทะเลด้านท้ายน้ำจะเป็นการไหลไม่คงที่ขึ้นอยู่กับ การลดลงของระดับน้ำทะเล ดังนั้นในการเปรียบเทียบแบบจำลองเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำในแม่น้ำท่าจีน จำเป็นต้องพิจารณาถึงอิทธิพลน้ำขึ้นน้ำลง ดังนั้นในการสร้างแบบจำลองจึงต้องพิจารณาใช้ระดับน้ำทะเลด้านท้ายน้ำเป็นข้อมูลด้านเข้า (Input) ในแบบจำลองด้วย

ส่วนผลของการเปรียบเทียบค่าความขรุขระของลำน้ำจากการสังเกตด้วยสายตา (Visual Inspection) พบว่าเส้นกราฟของค่าสัมประสิทธิ์ $n=0.0375$ มีค่าใกล้เคียงกับกับผลจากการตรวจวัดมากที่สุด โดยวิธีดังกล่าวจะเป็นการประเมินความแม่นยำเบื้องต้น [6] จากนั้นทำการพิจารณาจากค่าทางสถิติที่ใช้ในการตัดสินใจพบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์ $n=0.0375$ โดยจะให้ค่าที่ดีที่สุดทางสถิติของ RMSE เท่ากับ 0.197 ซึ่งเป็นค่าที่มีความผิดพลาดน้อยที่สุด และเมื่อพิจารณาค่า Nash coefficient (E) ซึ่งเป็นค่าที่นิยมใช้ในการบอกถึงความแม่นยำของแบบจำลอง (Model Accuracy) หรือประสิทธิภาพ-ประสิทธิผลของแบบจำลอง (Model

Performance) ในการคาดคะเนค่าที่ต้องการ [6] จากการวิเคราะห์พบว่าค่า Nash coefficient (E) มีค่าเท่ากับ 0.703 ซึ่งเป็นค่าสูงสุดของการศึกษาทั้งหมด และในส่วน of ค่าสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจ (R^2) ซึ่งหมายถึงสัดส่วนที่ตัวแปรอิสระ (X) สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม (Y) ได้ โดยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 ซึ่ง R^2 นี้จะเป็นการบอกว่าค่าประมาณจากแบบจำลอง มีสหสัมพันธ์อย่างไรกับค่าสังเกต ถ้าบางกรณีค่า R^2 มีค่าสูงหรือเข้าใกล้ 1 ซึ่งจะเป็นการบอกว่าค่าประมาณจากแบบจำลอง มีสหสัมพันธ์ดีกับค่าสังเกต แต่แบบจำลองอาจมีความแม่นยำน้อยในการคาดคะเนค่า หรือ E มีค่าต่ำ [6]

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าค่า R^2 สูงเป็นตัวชี้วัดว่าความสอดคล้องของข้อมูลหรือความมีสหสัมพันธ์ของข้อมูลที่ตีแต่ไม่ได้บอกถึงความแม่นยำของแบบจำลองอาจจะให้ค่าความแม่นยำของแบบจำลองต่ำก็ได้ ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ $n=0.0375$ ให้ค่า RMSE ดีที่สุด และค่า Nash coefficient (E) สูงที่สุด ดังนั้นจึงเลือกค่าสัมประสิทธิ์ $n=0.0375$ เป็นตัวแทนความขรุขระของลำน้ำในแม่น้ำท่าจีนที่มีค่าสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.741

และในการศึกษาครั้งนี้เป็นพื้นฐานในการเปรียบเทียบแบบจำลองของแม่น้ำที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของระดับน้ำทะเล และในการวิเคราะห์ทางอุทกพลศาสตร์ของแม่น้ำท่าจีนจะสามารถนำค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบในครั้งนี้มาใช้ในการตรวจพิสูจน์แบบจำลองในการศึกษาครั้งต่อไป

7. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนการตีพิมพ์จาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมชลประทาน กรมเจ้าท่า สำนักอุทกวิทยาภาคตะวันตก ที่อนุเคราะห์ข้อมูลประกอบการศึกษา และขอขอบพระคุณคณาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์

กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนและให้คำปรึกษาด้านการศึกษานี้

DEM Extracted River Cross-sections. Water Resour Manage (2010) 24:835-852

เอกสารอ้างอิง

- [1] นาฬิชา เก้มเด็น, ธิติรัตน์ บุญศรี, มารุต ราชมณี, ชัยยุทธ ชินณะราตี, 2554. การวิเคราะห์สภาพชลศาสตร์ในอ่าวไทยตอนบน. การประชุมวิชาการแหล่งน้ำแห่งชาติครั้งที่ 4 , เล่มที่ 2 : หน้า 90-97
- [2] ชูติมันต์ ปรัชญาโณทัย, 2545. การพยากรณ์คุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนตอนล่างโดยใช้แบบจำลอง MIKE 11. วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- [3] ไชยธรรมย์ ชื่นกาญจน์, สุรเจตส์ บุญญอรุณเนตร, วรวิทย์ มีสุข, รอยล จิตรดอน 2552. การวิเคราะห์สภาพการไหลในคลองมหาชัยและคลองหลวง จ.สมุทรสาคร. การประชุมวิชาการโยธาแห่งชาติครั้งที่ 14 , เล่มที่ 2: หน้า1287-1292.
- [4] วิษุวัตม์กั แต่สมบัติ, นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์, .2551การประยุกต์ใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ RMA-10 ในการจำลองการไหลแบบ 2 มิติของแม่น้ำ Katherine ประเทศออสเตรเลีย, การประชุมวิชาการงานเกษตรกำแพงแสนครั้งที่ 5 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
- [5] วิษุวัตม์กั แต่สมบัติ, ดวงนภา วาณิชสรรพ, 2553. การประยุกต์ใช้แบบจำลองชลศาสตร์และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสร้างแผนที่น้ำท่วมในลุ่มน้ำวัง.การประชุมวิชาการโยธาแห่งชาติครั้งที่ 15 , เล่มที่ 2
- [6] วราวุธ วุฒินิษฐ์, 2553. การวิเคราะห์ความแม่นยำของแบบจำลองโดยใช้ Nash-Sutcliffe Efficiency และ R^2 . ชลกร “วันชาติ”ฉบับวันที่ 4 มกราคม 2553
- [7] Niranjana Pramanik, Rabindra Kumar Panda, Dhruvajyoti Sen, 2010. One Dimensional Hydrodynamic Modeling of River Flow Using