

แบบจำลองวิเคราะห์การไหลหลากของแม่น้ำกับการวางแผนคลองผันน้ำเพื่อลดอุทกภัย กรณีศึกษาแม่น้ำป่าสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

River Analysis Simulation Model of Main River and Diversion Channel Planning for Flood Delineation: Case Study for Pasak River, Phetchabun Province

สมบัติ ชื่นชูกลิ่น^{*1}

^{*1} ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ. พิษณุโลก 65000

E-mail: sombatc@nu.ac.th

บทคัดย่อ

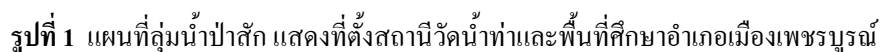
การวิเคราะห์การไหลหลากและชลศาสตร์หน้าตัดการไหลของน้ำในแม่น้ำ และบนพื้นที่น้ำท่วมถึงด้วยแบบจำลองHEC-RAS ซึ่งพัฒนาโดยศูนย์วิศวกรรมอุทกวิทยา สหพันธรัฐอเมริกา (Hydrologic Engineering Center: HEC, US Army Corps of Engineers) ได้นำมาใช้ในการจำลองการไหลของน้ำและการไหลหลากในลำแม่น้ำป่าสัก เพื่อประกอบการวางแผนบรรเทาปัญหาอุทกภัยในท้องที่อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ โดยการจำลองการไหลแบบคงตัวและไม่คงตัวเอกมิติด้วยข้อมูลสภาพน้ำจากสถิติที่มีอยู่ แล้วนำผลที่ได้จากการจำลองไปวางแผนคลองผันน้ำอ้อมชุมชน ประกอบการจัดแผนยุทธศาสตร์การจัดการบรรเทาปัญหาอุทกภัยในพื้นที่ดังกล่าว ที่มักประสบปัญหาอุทกภัยในช่วงฤดูน้ำหลากเป็นประจำ เนื่องจากยังไม่มีแหล่งเก็บน้ำที่พอเพียงทางตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำ ในการศึกษาได้นำการสังเคราะห์เส้นชั้นความสูงของพื้นที่จากการแปลภาพถ่ายระยะไกล และจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลดาวเทียมรายละเอียดสูง เพื่อกำหนดทิศทางการไหลหลากและวางแผนคลองผันน้ำ เนื่องจากข้อมูลเดิมมีอยู่ไม่เพียงพอ ผลการศึกษาจากแบบจำลองการไหลในลำน้ำป่าสักหลังมีคลองผันน้ำด้วยอัตรา 50 ลูกบาศก์เมตร/วินาที จะทำให้พื้นที่ชุมชนเมืองเพชรบูรณ์ลดระดับน้ำท่วมสูงสุดลงได้จากระดับเดิม 1.23, 0.98, และ 0.49 เมตร โดยจำนวนวันที่ถูกน้ำท่วมขังลดลงจากเดิม 18, 8, และ 30 วัน เป็น 0, 0, และ 17 วัน เมื่อเทียบกับข้อมูลน้ำท่วมในปี พ.ศ.2540 (รอบการเกิด 4.5 ปี), พ.ศ.2544 (รอบการเกิด 5.4 ปี), และพ.ศ.2545 (รอบการเกิด 15.3 ปี) ตามลำดับ

คำสำคัญ : แบบจำลองคณิตศาสตร์ การไหลหลาก คลองผันน้ำ การบรรเทาอุทกภัย

1. ความเป็นมา

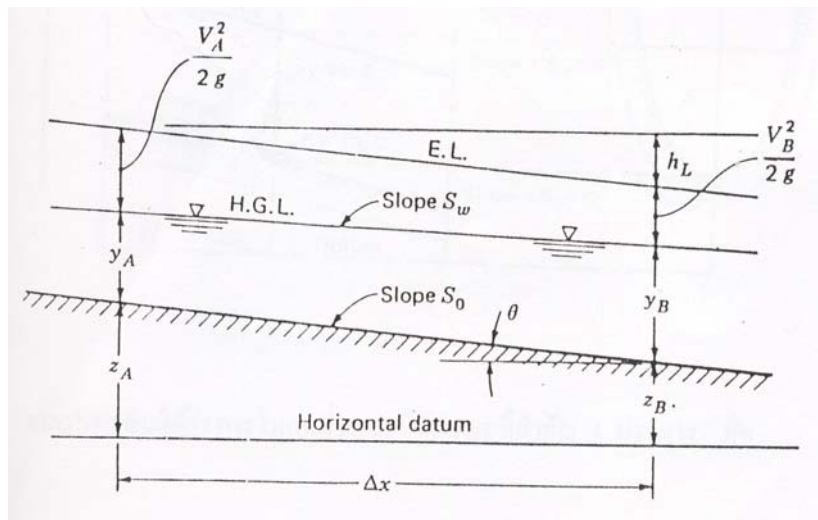
ลุ่มน้ำป่าสัก มีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาเพชรบูรณ์ในเขตจังหวัดเลย มีพื้นที่ 16,292 ตารางกิโลเมตร (รูปที่ 1) ซึ่งตอนบนของลุ่มน้ำจะครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดเพชรบูรณ์ ประมาณ 4,885 ตารางกิโลเมตร มีลักษณะเรียวยาวคล้ายขนนก โดยมีเทือกเขาเพชรบูรณ์ล้อมรอบทั้ง 2 ด้าน มีแม่น้ำป่าสักไหลอยู่ตรงกลางจากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้ ลำน้ำสาขาของแม่น้ำป่าสัก จะมีลักษณะเป็นลำน้ำสายสั้นๆ แยกมาจากทางตะวันตกและตะวันออก [1]-[4] แม้ว่าปัจจุบันกรมชลประทานได้ก่อสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดกลางและขนาดเล็กไว้บ้างแล้วทางตอนบนของลุ่มน้ำ แต่ก็ยังไม่เพียงพอต่อการบรรเทาปัญหาอุทกภัยและภัยแล้งในพื้นที่เกษตรที่คาบเกี่ยวกับพื้นที่ชุมชนริมแม่น้ำป่าสัก

ด้วยลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดเพชรบูรณ์ ที่เป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำแบบแอ่งกระทะ เมื่อมีฝนหนักทำให้น้ำไหลบ่าจากเทือกเขาสูงสู่แม่น้ำป่าสักอย่างรวดเร็ว จึงเกิดน้ำท่วมแบบฉับพลันและดินโคลนถล่มในพื้นที่เชิงเขาด้วย จากวิกฤตการณ์อุทกภัยที่เคยเกิดขึ้นในอดีตอย่างรุนแรง เช่น ในท้องที่ตำบลท่าพล และตำบลน้ำก้อ พ.ศ. 2543 – 2545 ยุทธศาสตร์ของจังหวัดเพชรบูรณ์ จึงได้ให้มีการศึกษาความเป็นไปได้ในการผันน้ำแม่น้ำป่าสักในเขตอำเภอเมืองเพชรบูรณ์ ซึ่งมีพื้นที่ 95 ตารางกิโลเมตร [1]



การศึกษาทางด้านอุทกวิทยาน้ำผิวดิน ได้ครอบคลุมไปถึงพื้นที่ต้นน้ำ-ท้ายน้ำของอำเภอเมืองฯ ด้วย โดยอาศัยข้อมูลทุติยภูมิ เช่น ข้อมูลน้ำฝนรายวันจากอำเภอต่างๆ และข้อมูลน้ำท่ารายวันจากสถานีวัดน้ำในลำน้ำป่าสักและลำน้ำสาขาใหญ่ๆจากหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง มาทำการวิเคราะห์การไหลบ่า วิเคราะห์ทางสถิติออก วิเคราะห์สมดุลของ

น้ำท่า และวิเคราะห์ศักยภาพการระบายน้ำ ส่วนในลุ่มน้ำขนาดเล็กที่ไม่มีสถานีวัดน้ำ การวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าจะใช้วิธีเทียบสัดส่วนกับพื้นที่อื่นที่อยู่ใกล้เคียงและมีข้อมูลอยู่แล้ว ส่วนหน้าตัดขวางของตัวลำนํ้าปาดักซึ่งจะมีเฉพาะที่สถานีวัดน้ำท่าเท่านั้นและอยู่ห่างกันมาก จึงได้ทำการเพิ่มหน้าตัดโดยการเฉลี่ยเทียบตลอดความยาวของลำน้ำที่ศึกษา ประกอบกับข้อมูลการสำรวจภูมิประเทศมีไม่เพียงพอ จึงต้องอาศัยการสังเคราะห์เส้นชั้นความสูงของพื้นที่จากการแปลภาพถ่ายระยะไกลด้วยภาพถ่ายของกรมแผนที่ทหาร และดาวเทียมรายละเอียดสูง ร่วมกับซอฟต์แวร์การสำรวจ



รูปที่ 2 หน้าตัดตามยาวของการไหลในทางน้ำเปิดทั่วไป

โดยมีการตรวจสอบจากตำราจะระดับจริงร่วมด้วย

ในการศึกษาหน้าตัดการไหลของน้ำในลำน้ำป่าสักและคลองผันน้ำ ได้ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ HEC-RAS เวอร์ชัน 3.0 ซึ่งพัฒนาโดยศูนย์วิศวกรรมอุทกวิทยา สหพันธ์วิศวกรแห่งสหรัฐอเมริกา (Hydrologic Engineering Center: HEC; US Army Corps of Engineers, 2001) [5] ได้นำมาใช้ในการจำลองการไหลของน้ำและการไหลหลากจากแม่น้ำป่าสัก ด้วยการไหลแบบคงตัวและไม่คงตัวเอกมิติ จากข้อมูลสถิติระดับน้ำสูงสุดตามรอบความถี่ปีต่างๆ และจำลองการลดระดับน้ำท่วมจากคลองผันน้ำตามขนาดที่เลือกไว้ ก่อนที่จะทำการจัดลำดับแผนโครงการฯ และวิเคราะห์ด้านเศรษฐกิจ-สังคม-สิ่งแวดล้อม ตามรอบความถี่ของน้ำท่วมที่เกิดขึ้นต่อไป

โดยมีหลักการตามทฤษฎีของการไหลของทางน้ำเปิดทั่วไปโดยย่อ [5] ดังนี้

จากรูปที่ 2 สมการพลังงานระหว่างหน้าตัด A และหน้าตัด B ที่ได้ [5] คือ

$$z_A + y_A + \frac{V_A^2}{2g} = z_B + y_B + \frac{V_B^2}{2g} + h_L \quad (1)$$

เมื่อ Z คือระดับท้องน้ำของทางน้ำเปิดเหนือระดับอ้างอิง

(ม.)

y = ความลึกของการไหล (ม.)

V = ความเร็วเฉลี่ยของการไหล (ม./วิ.)

h_L = การสูญเสียพลังงานระหว่างหน้าตัด A และหน้าตัด B (ม.)

สมการของการไหลสม่ำเสมอในทางน้ำทั่วไป [6] คือ

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2} \quad (\text{ลบ.ม./วิ.}) \quad (2)$$

เมื่อ S = ความลาดของเส้นระดับพลังงาน

L = ระยะทางระหว่างหน้าตัด A และหน้าตัด B

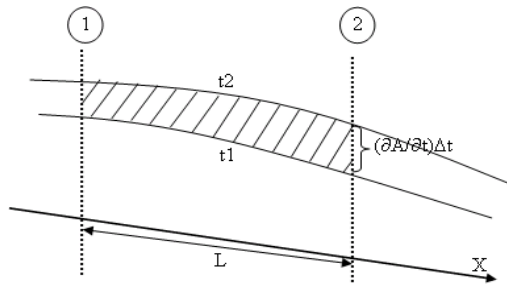
ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่ง (n) ของทางน้ำเปิด จะสามารถหาได้จากการสอบวัดด้วยค่าตัวแปรต่างๆ ในสมการการไหลของแมนนิ่ง คือ คำนวณหาอัตราการไหล (Q) จากเครื่องวัดความเร็วของกระแสที่หน้าตัดทางน้ำเปิด ($Q=AV$) หาพื้นที่หน้าตัด (A) ของทางน้ำ หาเส้นขอบเปียก (P) หาความลาดทางน้ำ (S) จากการใช้กล้องระดับและเทปวัดระยะทาง หากไม่มีเวลาในการวัดจริงในสนามก็อาจใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในคู่มือได้ แต่ความถูกต้องขึ้นอยู่กับประสบการณ์ในการเลือกใช้นั้นและสมการพลังงาน (Energy Equation) ตามรูปที่ 3 [5] คือ

$$(\partial A / \partial t) \Delta t = -V_m (\partial A / \partial L) - A_m (\partial V / \partial L) \quad (3)$$

เมื่อ A = พื้นที่หน้าตัดการไหล (ตร.ม.)

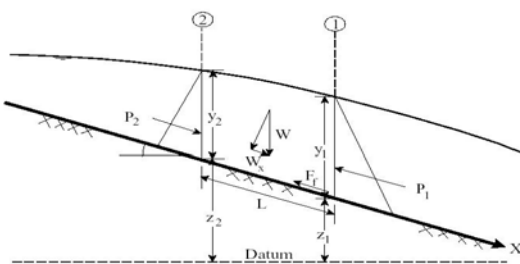
V = ความเร็วการไหล (ม./วิ.)

L = ระยะทางการไหลจากจุดที่ 1 ไปยัง 2 (ม.)



รูปที่ 3 หน้าตัดพลังงานของการไหลในทางน้ำเปิดทั่วไป

ส่วนสมการโมเมนตัม (Momentum Equation) ที่เกิดขึ้นตามรูปที่ 4 [5] ดังนี้



รูปที่ 4 หน้าตัดโมเมนตัมของการไหลในทางน้ำเปิดทั่วไป

$$P_2 - P_1 + W_x - F_f = \rho AL \left[\frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial x} \right] \quad (4)$$

เมื่อ P = Hydrostatic pressure force ที่หน้าตัดที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

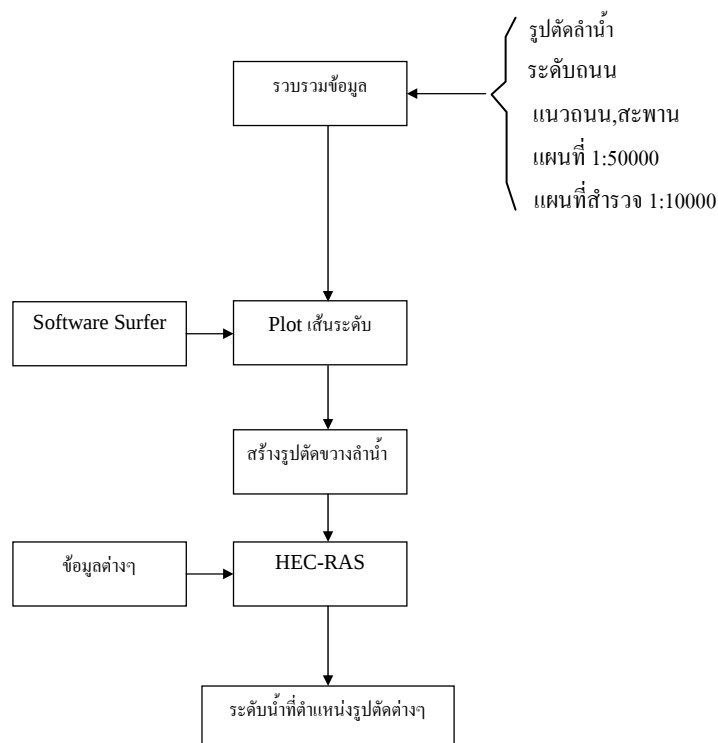
W_x = แรงเนื่องจากน้ำหนักน้ำในทิศทาง x

F_f = แรงเนื่องจากความเสียดทานการไหลจากจุดที่ 1 ไปยัง 2

Q = อัตราการไหล (ลบ.ม/วิ.)

ρ = ความหนาแน่นของน้ำ

ผังการทำงานของแบบจำลอง HEC-RAS แสดงไว้ตามรูปที่ 5 ดังนี้



รูปที่ 5 ลำดับการทำงานของแบบจำลองชลศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์หน้าตัดการไหลในทางน้ำเปิด

3. ข้อมูลและผลการวิเคราะห์

จากข้อมูลน้ำฝน-น้ำท่า ข้อมูลสภาพน้ำในแม่น้ำป่าสัก ฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ แผนที่และแบบแปลน โครงการชลประทาน รายงานการขาดแคลนน้ำและอุทกภัย ภาพถ่ายทางอากาศของกรมแผนที่ทหาร พ.ศ. 2545 และ ภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง (Ikonos) ในพื้นที่เทศบาล เมืองเพชรบูรณ์ พ.ศ. 2545 และจากสถิติอุทกวิทยาพบว่า ปริมาณน้ำท่าสูงสุดที่ไหลในแม่น้ำป่าสัก ณ จังหวัด เพชรบูรณ์ 27 ปี (พ.ศ.2509-2526 และ 2538-2548) ณ สถานี S4B (เทศบาลเมืองเพชรบูรณ์) โดยปี พ.ศ. 2545 มีระดับน้ำท่วมสูงสุดเป็นประวัติการณ์ คิดเป็นปริมาณน้ำหลากถึง 189.1 ลูกบาศก์เมตร/วินาที หรือรอบการเกิด 15.3 ปี จากผลการวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดน้ำท่วมสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย จะให้ปริมาณน้ำท่า 6.14 ลิตร/วินาที/ตร.กม. (โครงการฝายคลองสามัคคีและอ่างเก็บน้ำห้วยป่าแดง)

สำหรับข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง HEC-RAS (รูปที่ 7) ประกอบไปด้วย รูปตัดขวางแม่น้ำป่าสัก ณ สถานีวัดน้ำท่า 3 หน้าตัด และตำแหน่งที่ดำเนินการเพิ่มเติมจากการศึกษาครั้งนี้ จำนวน 2 หน้าตัด รวมเป็นระยะทางทั้งสิ้นประมาณ 155 กิโลเมตร (ในการวิเคราะห์ได้ interpolation รูปตัดเพิ่มเติมโดยใช้ระยะทุกๆ 100 เมตร) อัตราการไหลที่สถานี S3 กำหนดเป็น Upstream boundary ส่วนระดับน้ำที่สถานี S34 ในช่วงเวลาที่วิเคราะห์เดียวกันเป็น Downstream boundary ของแบบจำลอง ตามลำดับ ซึ่งจากข้อมูลระดับน้ำและอัตราการไหลที่ S4B เพื่อใช้สอบเทียบค่า n ได้ผลของค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่ง (n) ของตัวลำนํามีค่า 0.055-0.095 และของตลิ่งที่ได้จากการแบบจำลองมีค่า 0.06-0.1 ซึ่งค่อนข้างสูงเนื่องจากในลำน้ำป่าสักมีสิ่งกีดขวางทางน้ำเป็นอุปสรรคต่อการไหลจำนวนมาก

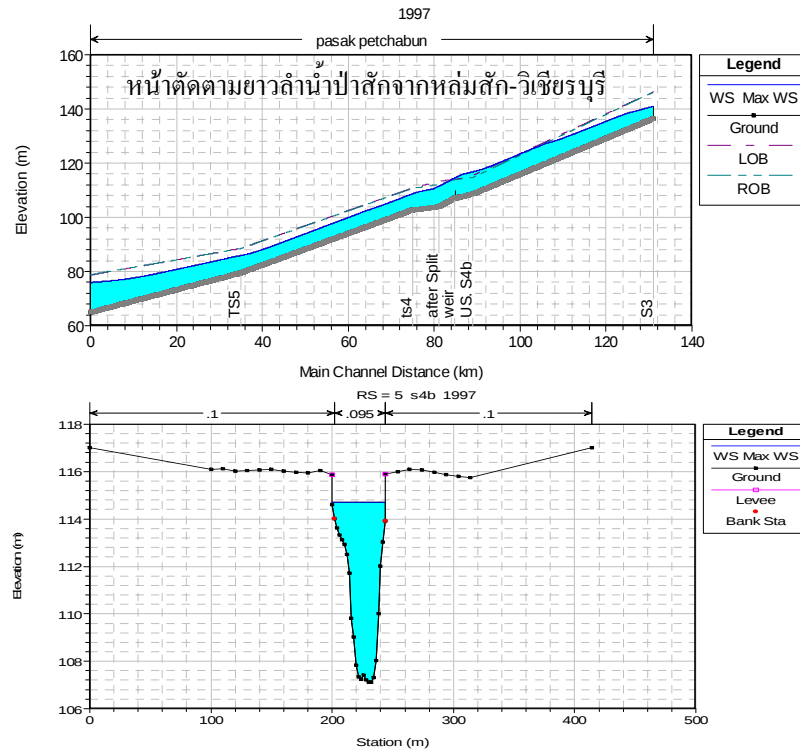
ผลการวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดน้ำหลากของแม่น้ำป่าสักผ่านเทศบาลเมืองเพชรบูรณ์ดังนี้

เหตุการณ์	รอบการเกิด, ปี	อัตราการไหลสูงสุด, ลบ.ม./วินาที
ปี พ.ศ. 2540	4.5	155.5
ปี พ.ศ. 2544	5.4	160.1
ปี พ.ศ. 2545	15.3	189.1

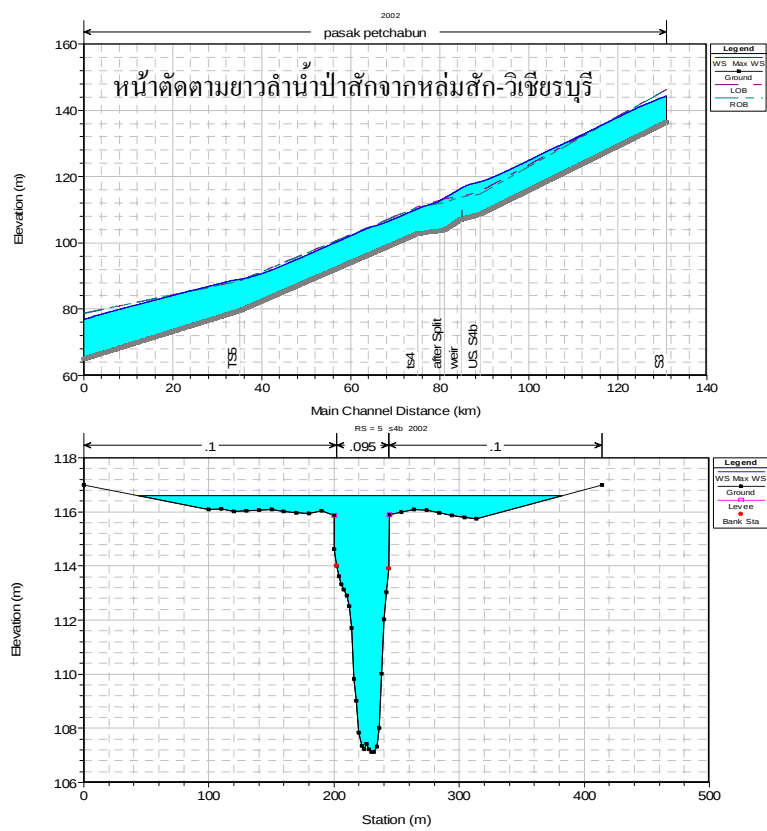
ผลการจำลองสภาพน้ำ ณ สถานี S4B เทียบกับข้อมูล (รูปที่ 8) พบว่ามีค่าสหสัมพันธ์ ระหว่าง 0.85 และ 0.96 ในปี พ.ศ.2540 และ 2544 แต่ในปี พ.ศ.2545 มีค่า 0.70 เนื่องจากไม่มีข้อมูลการตรวจวัดปริมาณน้ำที่ไหลบ่าล้นตลิ่งด้วย ผลการเปรียบเทียบในปี พ.ศ. 2540, 2544, 2545 สรุปได้ดังนี้

สภาพน้ำในแม่น้ำป่าสักก่อนมี คลองผันน้ำ	พ.ศ. 2540		พ.ศ. 2544		พ.ศ. 2545	
	ค่าจริง	จำลอง	ค่าจริง	จำลอง	ค่าจริง	จำลอง
อัตราการไหลสูงสุด (ม ³ /วิ)	155.15	154.11	160.05	160.14	189.1	289.1
ระดับน้ำสูงสุด (ม.รทก.)	115.49	114.71	115.66	114.83	116.36	116.61
จำนวนวันที่น้ำท่วม (วัน)	23	18	9	8	37	30

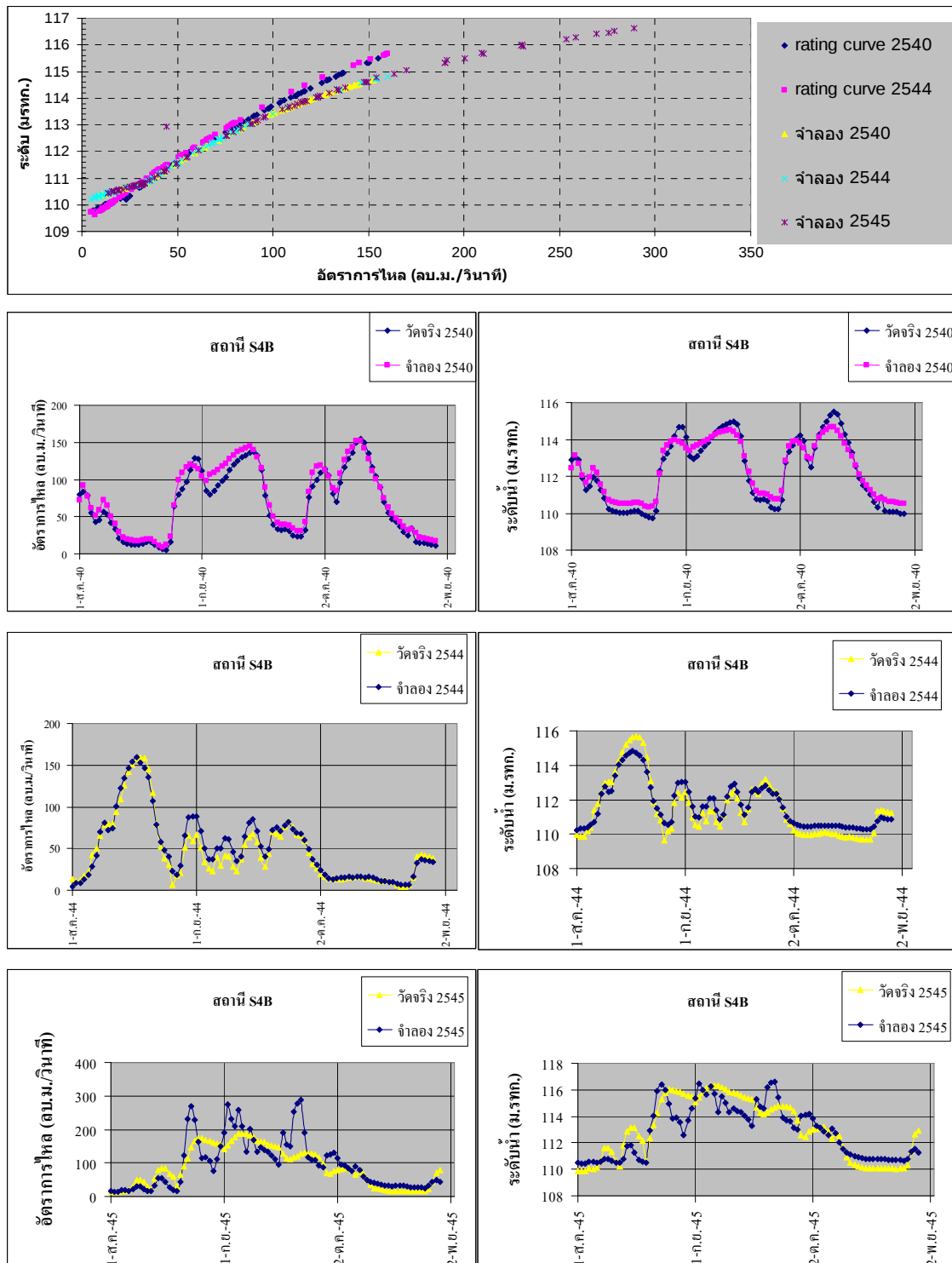
*ระดับตลิ่งที่ + 113.918 ม.รทก.



รูปที่ 7 ตัวอย่างผลการจำลองหน้าตัดการไหลในแม่น้ำป่าสัก ณ วันที่มีอัตราการไหลสูงสุดปี 2540



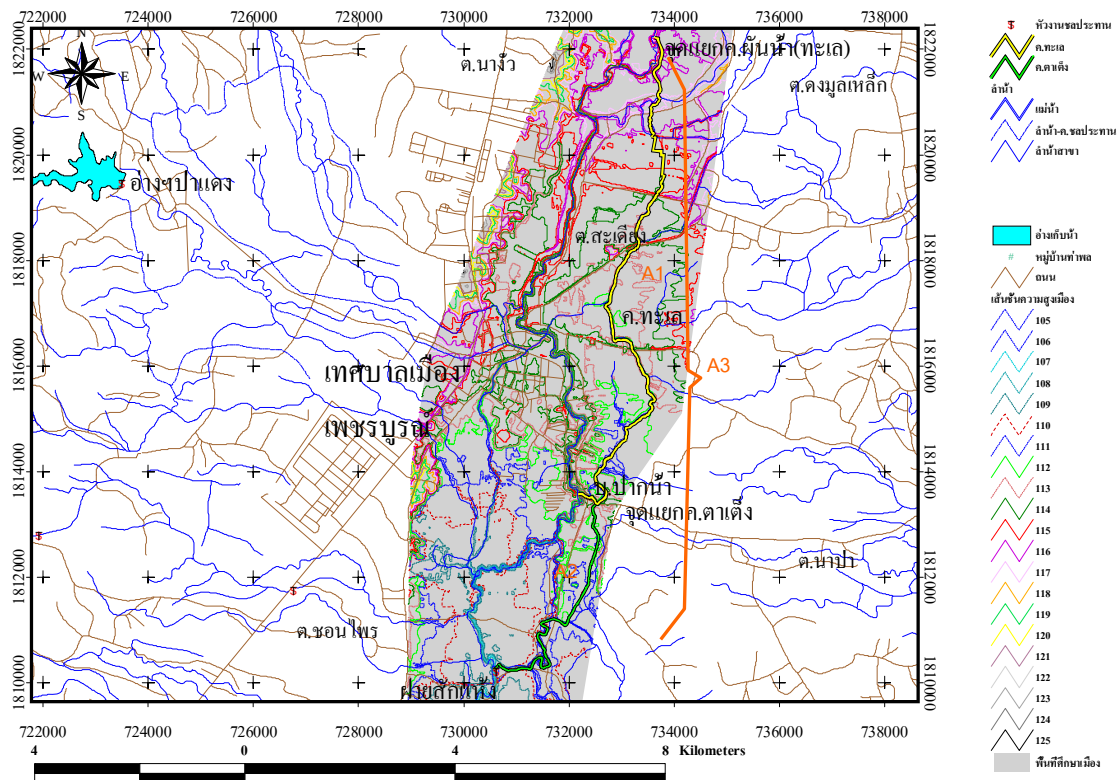
รูปที่ 7 (ต่อ) ตัวอย่างผลการจำลองหน้าตัดการไหลในแม่น้ำป่าสัก ณ วันที่มีอัตราการไหลสูงสุด ปี 2545



รูปที่ 8 ผลการสอบเทียบสภาพน้ำจากแบบจำลองและข้อมูลที่วัตจริงปี 2540, 2544, 2545 ตามลำดับ

ผลการจำลองการไหลของน้ำในแม่น้ำป่าสักผ่านคลองผันน้ำ ก่อนเข้าเขตเทศบาลเมืองเพชรบูรณ์ ด้วยแนวทางที่เลือกไว้ 2 แนวทาง คือ แนวทางที่ 1 (A1: บ้านลำป่าสักมูล-คลองทะเล-บ้านปากน้ำ) และแนวทางที่ 2 (A2: บ้านลำป่าสักมูล-คลองทะเล-คลองตาเต็ง-ฝายสักแห้ง) และจากการ

สัมมนารับฟังความคิดเห็น ได้เสนอให้มีการผันน้ำร่วมกันทั้ง 2 แนวทางข้างต้นเป็นทางเลือกที่ 3 (A3) โดยมีอาคารแบ่งน้ำไปสองแนวทางอย่างละครึ่งของปริมาณน้ำหลากรวมกับปริมาณน้ำท่าสาขาที่ไหลมาทางทิศตะวันออกของตัวเมืองฯ (ดังรูปที่ 9)



รูปที่ 9 แผนที่เส้นชั้นความสูง แนวคลองผันน้ำ (อ.ป่าสัก-อ.ทะเล-อ.ตาเต็ง) ในพื้นที่ศึกษา

หลังจากมีคลองผันน้ำโดยผันน้ำด้วยอัตราไหลประมาณ 50 ลบ.ม./วินาที (รวมในแม่น้ำป่าสัก 183 ลบ.ม./วินาที ที่รอบการเกิดซ้ำ 15 ปี ขึ้นไป) ก่อนเข้าเมืองเพชรบูรณ์ ทำให้สภาพน้ำในแม่น้ำที่เคยมีระดับน้ำสูงสุดที่ S4B คือ +113.71, +113.87, +116.61 เมตร (รทก) ลดระดับลงจากเดิม 1.23, 0.98, 0.49 เมตร โดยจำนวนวันที่ถูกน้ำท่วมขังลดลงจากเดิม 18, 8, 30 วัน เป็น 0, 0, 17 วัน เมื่อเทียบกับข้อมูลน้ำท่วมในปี พ.ศ.2540, 2544, 2545 ตามลำดับ ดังตารางสรุปต่อไปนี้

4. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อไป

จากการใช้แบบจำลองการวิเคราะห์การไหลหลากของแม่น้ำ HEC-RAS ร่วมกับภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง (Ikonos) และการแปลภาพถ่ายทางอากาศของกรมแผนที่ทหาร ที่ใช้สร้างข้อมูลเส้นชั้นความสูงของภูมิประเทศและใช้วางแผนแนวคลองผันน้ำ และสามารถจำลองสภาพการลดระดับน้ำท่วมหลังจากมีคลองผันน้ำแล้ว ในทางกลับกันก็

สภาพน้ำม. ป่าสักหลังมี คลองผันน้ำ	พ.ศ. 2540				พ.ศ. 2544				พ.ศ. 2545			
	ระดับ เดิม	แนวทางที่			ระดับ เดิม	แนวทางที่			ระดับ เดิม	แนวทางที่		
		1	2	3		1	2	3		1	2	3
อัตราไหล	152.47	107.2	99.29	99.28	159.78	113.59	113.63	113.61	240.26	190.26	190.26	190.26
ระดับสูงสุด	114.68	113.71	113.42	113.45	114.82	113.87	113.81	113.84	116.61	116.14	116.12	116.12
วันน้ำท่วม	18	0	0	0	8	0	0	0	30	16	17	17
ระดับน้ำสูงสุดลดลง		0.97	1.26	1.23		0.95	1.01	0.98		0.47	0.49	0.49

จะสามารถใช้ในการออกแบบขนาดหน้าตัดของคลองผันน้ำได้เช่นกัน เป็นประโยชน์ต่อการจัดการบริหารน้ำในลุ่มน้ำต่างๆให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ในการพัฒนาระยะต่อไปควรเน้นที่การเตือนภัยน้ำท่วมด้วยการพัฒนาข้อมูลภูมิสารสนเทศจากภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อใช้ทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม ร่วมกับการติดตั้งระบบโทรมาตรให้ครอบคลุมตลอดทั้งลุ่มน้ำขนาดต่างๆ การพัฒนาระบบการประเมินน้ำฝน-น้ำท่าและน้ำตัดการไหลในลำน้ำหลัก ตลอดจนการกำหนดองค์การจัดการน้ำ คู่มือการฝึกอบรม การชักชวนรับสถานการณ์ภัยที่เกิดขึ้น เพื่อให้เจ้าหน้าที่มีความเข้าใจ และเห็นความสำคัญในการเตรียมพร้อมในเรื่องการเฝ้าระวังและหนีภัยน้ำท่วม ก็จะทำให้การจัดการน้ำในช่วงการเกิดภัยพิบัติมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนใคร่ขอขอบคุณจังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ได้สนับสนุนค่าใช้จ่ายตลอดการศึกษาด้วยงบประมาณของจังหวัดฯ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของโครงการชลประทานเพชรบูรณ์ สำนักชลประทาน-ที่ 10 และสำนักบริหารโครงการ กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ เทศบาลเมืองเพชรบูรณ์ องค์การ-บริหารส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์ และองค์การบริหารส่วนตำบลต่างๆในพื้นที่ศึกษา ที่ได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและเอื้อเฟื้อข้อมูล ตลอดจนการช่วยเหลือต่างๆเพื่อให้งานศึกษาสำเร็จลงได้ด้วยดี นอกจากนี้ขอขอบคุณไปยัง ผศ.ดร.ศรินทร์ทิพย์ แทนธานี ดร.ภัทรภรณ์ เมฆพุกยววงศ์ ผศ.วิชาญ อมรากุล และคณะผู้วิจัยทุกท่านที่ให้การเสียสละเวลาให้งานวิจัยนี้ลุล่วงด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมชลประทาน และ จังหวัดเพชรบูรณ์ (2548). “รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการระบายน้ำแม่น้ำป่าสักเพื่อบรรเทาอุทกภัยในเขตเทศบาลเมืองเพชรบูรณ์ และเขตเทศบาลตำบลท่าพล” คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- [2] สำนักงานจังหวัดเพชรบูรณ์ (2546). “แผนแม่บทป้องกันอุทกภัยน้ำท่วมฯ จ. เพชรบูรณ์ พ.ศ. 2546-2549”.

- [3] สำนักงานจังหวัดเพชรบูรณ์(2547).“ยุทธศาสตร์การพัฒนาจังหวัดเพชรบูรณ์”.
- [4] กรมทรัพยากรน้ำ (2546). “โครงการจัดทำแผนรวมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก”.
- [5] U.S. Army Corps of Engineers. (2001). “HEC-RAS River analysis system :Hydraulics reference manual version 3.0 ”. Retrieved from <http://www.hec.usace.army.mil>. Public distribution unlimited.
- [6] V.T. Chow, D.R. Maidment, L.W. Mays. (1988). “Applied hydrology”. McGraw-Hill: International Edition.