การศึกษาแนวทางการป้องกันน้ำท่วมจังหวัดอุบลราชธานี ในพื้นที่ลุ่มน้ำมูลตอนล่าง

The Study of Prevention of Flood in Ubon Ratchathani Province in Lower Mun River Basin

เมธัส ใจปินตา[1] และ จิระวัฒน์ กณะสุต[1]*

Methat Jaipinta[1*] and Jirawat Kanasut[1]

ABSTRACT

The rainfall-runoff model and hydrodynamic model for Mun and Chi rivers within Ubon Ratchathani Province were developed by using MIKE11 model to simulate the meteorological and hydrological features in the province. These models were developed basing on facts/data of disastrous flood in 2010 for the mitigation and prevention of floods in Ubon Ratchathani Province in the future. For the alleviation of flood in the city of Muaeng Ubon Ratchathani, the water diversion measure was considered; water was bypassed through existing canals, i.e. Huai Pub Huai Yot and Huai Rhaosarn to the downstream of Mun river. Basing on the fact that severe flood in 2010 in which the biggest water volume, 3,112.5 m3/sec, was at M7 gagging station in Muaeng District while the capacity of Mun river was 2,725 m3/sec and the flood water overflowed through the city for about 40 days, earth type and concrete type diversion canals of 50 meters wide were designed. The earth canal diverted water at the flow rate of 321 m3/sec while the concrete one did at 325 m3/sec. They reduced the flood period from 40 days to only 8 days. And if the canal width was 60 meters, the flood was prevented. Moreover, the canals of 60 meters wide improved the efficiency of the drainage systems of Muaeng Ubon Ratchathani and Varin Chumrap District.

Keywords: Flood Prevention, Ubon Ratchathani Province, Lower Mun River Basin

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการพัฒนาแบบจำลองปริมาณน้ำฝน-น้ำท่าและ แบบจำลองสภาพการไหลของน้ำในแม่น้ำมูลและแม่น้ำชีในเขตจังหวัดอุบลราชธานี เพื่อใช้ในการศึกษาสภาพการเกิดอุทกภัย และเสนอแนะแนวทางการบรรเทาและป้องกันอุทกภัยของจังหวัดอุบลราชธานี ด้วยเหตุการณ์อุทกภัยในปี พ.ศ. 2553 โดยการศึกษานี้ได้ใช้แบบจำลอง MIKE 11 ในการจำลองลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยาในพื้นที่ศึกษา

สำหรับแนวทางในการบรรเทาอุทกภัยของพื้นที่ศึกษาได้พิจารณามาตรการผันน้ำ เลี่ยงเมืองอุบลราชธานีผ่านลำน้ำธรรมชาติ (ห้วยพับ ห้วยยอดและห้วยข้าวสาร) ที่ไหลลงสู่แม่น้ำมูลบริเวณท้ายน้ำของเมืองอุบลราชธานี ตามสถานการณ์น้ำท่วมในปี พ.ศ. 2553 ซึ่งมีปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่สถานีวัดน้ำ M.7 (อำเภอเมืองอุบลราชธานี) เท่ากับ 3,112.5 ลบ.ม./วินาที ขณะที่ความจุของแม่น้ำมูลเท่ากับ 2,725 ลบ./วินาที ทำให้เกิดน้ำล้นตลิ่งประมาณ 40 วัน ในการศึกษาได้จำลองคลองผันน้ำแบบคลองขุดและคลองดาด คอนกรีต ขนาดความกว้างท้องคลอง 50 เมตร พบว่าคลองผันน้ำทั้งสองรูปแบบจะช่วยผันน้ำหลากเลี่ยงเมืองได้

[1*] ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Department of Water Resources Engineering,Faculty of Engineering, Kasetsart University, JatuJak, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author: Tel. 089-691-0781, E-mail address: amethyet@hotmail.com

โดยคลองดินขุดจะสามารถผันน้ำได้ 321 ลบ.ม./วินาที และคลองดาดคอนกรีต จะสามารถผันน้ำได้ 325 ลบ.ม./วินาที โดยคลองทั้งสองประเภทร่นระยะเวลาน้ำล้นตลิ่งลงเหลือ 8 วันได้เหมือนกัน และจากนั้นได้ทำการขยายขนาดความกว้างท้องคลองเป็น 60 เมตร พบว่าสามารถลดปริมาณน้ำหลากสูงสุดของเมืองอุบลราชธานีไม่ให้ล้นตลิ่งได้ ในการศึกษานี้จึงได้เสนอแนะให้ปรับปรุงลำน้ำธรรมชาติดังกล่าวให้มีขนาดความกว้างท้องคลองอย่างน้อย 60 เมตร เพื่อการลดปริมาณน้ำหลากที่ไหลผ่านเมืองอุบลราชธานีให้ต่ำกว่าระดับตลิ่งแม่น้ำมูล ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบระบายน้ำ ทำให้การเกิดน้ำท่วมขังในพื้นที่ชุมชนเมืองอุบลราชธานีและอำเภอวารินชำราบบรรเทาลง

คำสำคัญ: ป้องกันน้ำท่วม จังหวัดอุบลราชธานี ลุ่มน้ำมูลตอนล่าง

คำนำ

สภาพภูมิประเทศของจังหวัดอุบลราชธานีมีลักษณะเป็นที่ราบสูง ลาดเอียงไปทางตะวันออก และมีพื้นที่ราบลุ่มบริเวณแม่น้ำสายใหญ่ 2 สาย คือ แม่น้ำมูล และแม่น้ำชี ที่มาบรรจบกันในพื้นที่ของจังหวัด ทำให้เกิดปัญหาเนื่องจากอุทกภัยซ้ำซากในรอบหลายปีที่ผ่านมา โดยเฉพาะปีพ.ศ.2553 ซึ่งปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่เกิดจากอิทธิพลของร่องความกดอากาศต่ำพาดผ่านภาคใต้ตอนบน ภาคกลางและภาคตะวันออก และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยร่องมรสุมกำลังแรงดังกล่าวมีสาเหตุมาจากปรากฏการณ์ลานิญาที่มาเร็วกว่าปกติ ในช่วงเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน ทำให้เกิดฝนตกหนักปกคลุมเกือบตลอดทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จนทำให้เกิดสภาวะน้ำท่วมขึ้นในลุ่มน้ำมูล สร้างความเสียหายให้แก่ประชาชน ทรัพย์สิน สาธารณูปโภค เศรษฐกิจสังคม และสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก และมีแนวโน้มจะทวีความรุนแรงมากขึ้น จึงได้มีการศึกษาแนวทางการในการบรรเทาและป้องกันเหตุการณ์น้ำท่วมที่จะเกิดขึ้นต่อไป ในการศึกษานี้ได้ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการจำลองสภาพการไหลในพื้นที่ศึกษา และหาแนวทางในการบรรเทาและป้องกันน้ำท่วม โดยเลือกใช้แบบจำลอง MIKE 11 ซึ่งสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการวางแผนเพื่อกำหนดมาตรการในการบรรเทาอุทกภัยได้อย่างเหมาะสมและเป็นระบบลุ่มน้ำ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อจำลองและวิเคราะห์พารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณน้ำฝน-น้ำท่าของพื้นที่ศึกษา

2. เพื่อจำลองและวิเคราะห์สภาพการไหลหลากของน้ำในแม่น้ำมูลและแม่น้ำชีในเขตจังหวัดอุบลราชธานี และพื้นที่ใกล้เคียง

3. เพื่อศึกษาสภาพการเกิดอุทกภัยและเสนอแนะแนวทางการป้องกัน และบรรเทาอุทกภัยของจังหวัดอุบลราชธานี ด้วยเหตุการณ์อุทกภัยในปี พ.ศ. 2553

อุปกรณ์ และวิธีการ

1.พื้นที่การศึกษา

พื้นที่ศึกษา ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำมูลตอนล่าง ครอบคลุมพื้นที่ 25,207.69 ตร.กม. ครอบคลุมจังหวัดอุบลราชธานี และจังหวัดใกล้เคียง ได้แก่ จังหวัดอำนาจเจริญ จังหวัดยโสธร และจังหวัดศรีสะเกษ ดังแสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษาใน **Figure 1** ประกอบด้วย 7 ลุ่มน้ำย่อย ได้แก่ ห้วยสำราญ ห้วยขยุง ลำโดมใหญ่ ลำโดมน้อย ลำเซบาย ลำเซบก และห้วยตุงลุง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษานี้ได้ใช้แบบจำลอง MIKE11 ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall-Runoff module) และแบบจำลองสภาพการไหล (Hydrodynamic module)โดยมีขั้นตอนการดำเนินการศึกษาดังนี้

2.1 แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall-Runoff module) เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ลุ่มน้ำ ตามหลักการอุทกวิทยาแบบ Lump Conceptual Model เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้

เป็นปริมาณการไหลเข้าด้านข้างในแบบจำลองสภาพการไหลต่อไป

2.2 แบบจำลองสภาพการไหล (Hydrodynamic module) เป็นแบบจำลองที่ใช้หลักการของ implicit finite difference method ในการวิเคราะห์การไหลแบบไม่คงที่ (Unsteady non-uniform flow) โดยใช้คำนวณการไหลของน้ำต่อเนื่องจากน้ำท่าที่เกิดขึ้นจากลุ่มน้ำย่อย (ผลคำนวณจาก NAM Model) ซึ่งสามารถคำนวณการไหลของน้ำในลำน้ำ (Main Channel) และที่ราบลุ่มริมแม่น้ำ (Flood Plain) นอกจากนั้นยังสามารถคำนวณการไหลของน้ำในบริเวณปากแม่น้ำที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลหนุนได้ดี

3.การรวบรวมข้อมูล

ในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อประกอบการจัดทำแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าและการไหลในลำน้ำของพื้นที่การศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ข้อมูลน้ำฝน ได้ทำการรวบรวมข้อมูลน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา แล้วทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล โดยแสดงตัวอย่างการพล็อตกราฟปริมาณน้ำฝนสะสมของสถานีวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่ใกล้เคียงกัน (Double Mass Curve) ดังใน**Figure 2** ซึ่งข้อมูลทั้ง 2 สถานีมีการขาดหายของข้อมูลเป็นจำนวนมากจึงไม่ได้ใช้สถานีน้ำฝนทั้ง 2 สถานีในการสอบเทียบแบบจำลอง โดยก่อนที่จะนำเข้าข้อมูลฝนซึ่งเป็นข้อมูลตั้งต้นของแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า และปรับแก้ข้อมูลฝนในช่วงเวลาการตรวจวัดข้อมูลขัดข้องเป็นข้อมูลขาดหาย (missing data) ทั้งนี้ในการจัดทำแบบจำลองได้คำนวณค่าแฟกเตอร์ถ่วงน้ำหนัก กรณีที่มีข้อมูลขาดหายแบบจำลองจะคำนวณค่าแฟกเตอร์ถ่วงน้ำหนักเพิ่มในสถานีวัดน้ำฝนข้างเคียงแทน ดังแสดงใน **Figure 3**

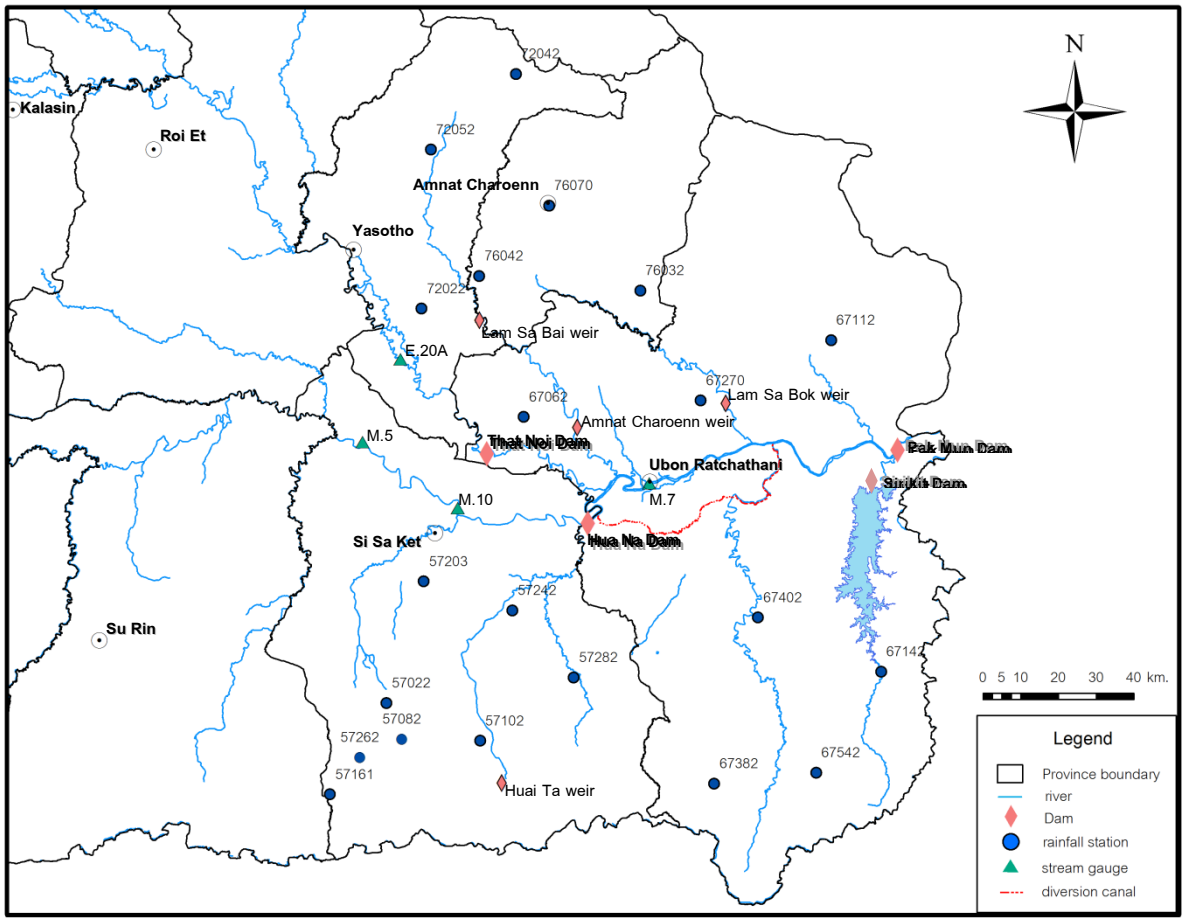


Figure 1 Map of Ubon Ratchathani Province

3.2 ข้อมูลระดับน้ำและอัตราการไหล ได้ทำการรวบรวมข้อมูลระดับน้ำและอัตราการไหลที่สถานีวัดน้ำในแม่น้ำมูล ของกรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ และการไฟฟ้าฝ่ายผลิต จำนวน 5 สถานี มาทำการสร้างเส้นกราฟตามช่วงเวลา (time series) เพื่อเปรียบเทียบระดับน้ำและอัตราการไหลตั้งแต่เหนือน้ำถึงท้ายน้ำของพื้นที่ศึกษาดัง Figure 4

3.3 ข้อมูลของอาคารชลศาสตร์ ได้ทำการรวบรวมข้อมูลรายละเอียดของอาคารชลศาสตร์ ข้อมูลระดับน้ำด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ ข้อมูลระยะยกบานประตู เพื่อประกอบการจำลองสภาพการไหลในแม่น้ำชีและแม่น้ำมูล ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลของอาคารชลศาสตร์ 3 แห่ง ได้แก่ อาคารของเขื่อนธาตุน้อย ตั้งอยู่ในแม่น้ำชี อาคารของเขื่อนหัวนาและอาคารของเขื่อนปากมูล ที่ตั้งอยู่ในแม่น้ำมูล เป็นต้น

3.4 ข้อมูลรูปตัดลำขวางแม่น้ำ ลักษณะทางกายภาพของแม่น้ำและสภาพภูมิประเทศ ประกอบด้วย ข้อมูลการสำรวจรูปหน้าตัดของแม่น้ำชีและแม่น้ำมูล ยาว 354.68 กม. มีระยะห่างระหว่างหน้าตัดทุก 5 กม.

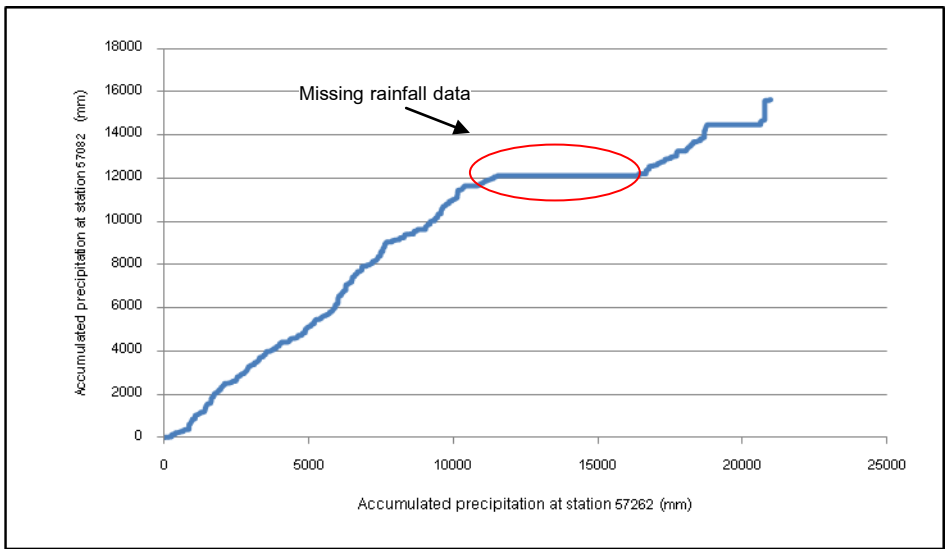
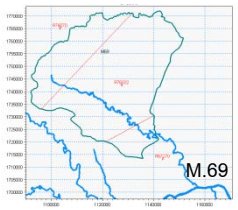
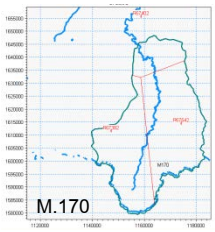


Figure 2 Double Mass Curve

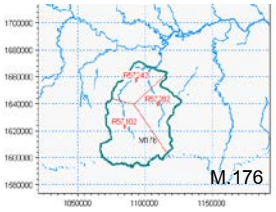
item	weighting factor of rainfall stations		
	57022	57161	57203
1	0.39	0.38	0.23
2	-1.00	0.63	0.37
3	0.77	-1.00	0.23
4	0.62	0.38	-1.00



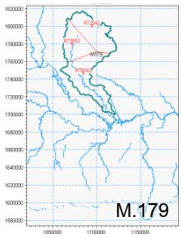
item	weighting factor of rainfall stations		
	76032	76070	67270
1	0.68	0.24	0.08
2	-1.00	0.66	0.34
3	0.92	-1.00	0.08
4	0.76	0.24	-1.00



item	weighting factor of rainfall stations		
	67382	67402	67542
1	0.39	0.13	0.49
2	-1.00	0.13	0.87
3	0.40	-1.00	0.60
4	0.81	0.19	-1.00



item	weighting factor of rainfall stations		
	57242	57282	57102
1	0.22	0.28	0.50
2	-1.00	0.46	0.54
3	0.36	-1.00	0.64
4	0.29	0.71	-1.00



item	weighting factor of rainfall stations		
	72042	72052	76042
1	0.33	0.24	0.43
2	-1.00	0.54	0.46
3	0.48	-1.00	0.52
4	0.34	0.66	-1.00

Remark: -1 = in class of missing data

Figure 3 Thiessen polygon and weighting factor of rainfall station

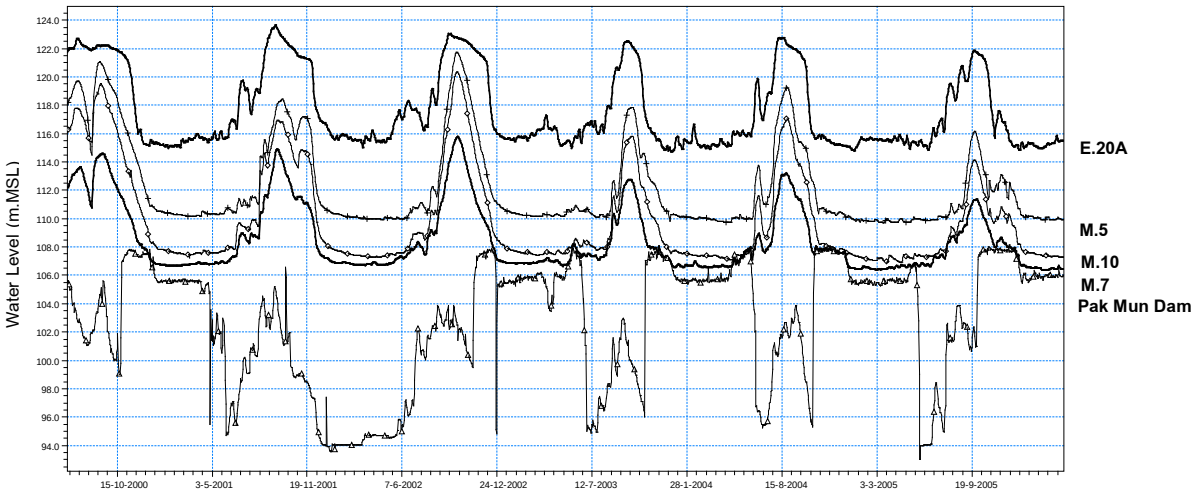


Figure 4 Time series of water level

4. วิธีการศึกษา

4.1 แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall-Runoff module)

4.1.1 วิธีการ

1) คัดเลือกสถานีวัดน้ำท่าที่จะใช้สอบเทียบและตรวจสอบ ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยต่างๆ ของพื้นที่ศึกษา จำนวน 5 สถานี ได้แก่ สถานีวัดน้ำ M.9 ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำย่อยห้วยสำราญ สถานีวัดน้ำ M.69 ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำย่อยลำเซบก สถานีวัดน้ำ M.170 ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำย่อยลำโดมใหญ่ สถานีวัดน้ำ M.176 ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำย่อยห้วย ขยุง และสถานีวัดน้ำ M.179 ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำย่อยลำเซบาย ในขณะที่ลุ่มน้ำย่อยลำโดมน้อยใช้ปริมาณน้ำปล่อยท้ายน้ำของเขื่อนสิรินธรเป็นหลัก และเนื่องจากลุ่มน้ำย่อยห้วยตุงลุงไม่มีสถานีวัดน้ำ จึงได้นำพารามิเตอร์จากลุ่มน้ำข้างเคียงมาประกอบการจัดทำแบบจำลอง แล้วแบ่งพื้นที่รับน้ำของสถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยต่างๆ

2) คัดเลือกสถานีวัดน้ำฝนที่มีข้อมูลต่อเนื่องถึงปัจจุบัน และที่ตั้งของสถานีกระจายครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยต่างๆ

4.1.2 การสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง

ในการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ได้ทำการปรับค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองที่มีผลต่อปริมาตรของน้ำท่าในลุ่มน้ำ ได้แก่ U_{max}, L_{max} และ CQOF ด้วยการพิจารณาผลต่างของปริมาณน้ำท่าสะสมที่คำนวณได้กับปริมาณน้ำท่าสะสมจากการตรวจวัด โดยการวิเคราะห์ค่า Water Balance Error (WBE) ไม่เกิน ±10 % จากนั้นได้ทำการปรับค่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อขนาดและรูปร่างของไฮโดรกราฟ ได้แก่ CK_1 และ CK_2 ปรับค่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อการเริ่มเกิดน้ำท่าผิวดิน (Surface Runoff) น้ำท่าใต้ผิวดิน (Interflow) และน้ำใต้ดิน (Groundwater) ได้แก่ TOF, TIF, TG ตามลำดับ แล้วจึงปรับค่าพารามิเตอร์ CKIF และ CKBF ให้ผลการคำนวณสอดคล้องกับการตรวจวัดด้วยการพิจารณาค่า Coefficient of Determination (r^2)

4.2 แบบจำลองสภาพการไหล (Hydrodynamic module)

4.2.1 วิธีการ

1) ทำการแบ่งพื้นที่รับน้ำย่อยที่จะใช้ในการศึกษาสภาพการไหล ซึ่งจากการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยจะได้ทั้งหมด 14 ลุ่มน้ำย่อย และกำหนดขอบเขตด้านเหนือน้ำ และด้านท้ายน้ำของโครงข่ายลำน้ำ โดยกำหนดให้สถานีวัดน้ำท่า M.5 เป็นขอบเขตด้านเหนือน้ำในส่วนของแม่น้ำมูล สถานีวัดน้ำท่า E.20A เป็นขอบเขตด้านเหนือน้ำในส่วนของแม่น้ำชีก่อนที่แม่น้ำชีจะบรรจบลงแม่น้ำมูล และกำหนดให้ระดับน้ำด้านเหนือน้ำของเขื่อนปากมูลเป็นขอบเขตด้านท้ายน้ำของแบบจำลอง ดังแสดงโครงข่ายของระบบลำน้ำใน Figure 1

2) ทำการจำลองการเคลื่อนที่ของน้ำในระบบลำน้ำด้วยแบบจำลอง HD และใช้ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำย่อยตามผลการคำนวณของแบบจำลอง NAM

4.2.2 การสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง

ทำการประยุกต์และปรับค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าสำหรับลุ่มน้ำย่อย ด้วยการเปรียบเทียบผลการคำนวณอัตราการไหลกับการตรวจวัดอัตราการไหลที่สถานีวัดน้ำในลำน้ำมูลให้สอดคล้องกันดี จากนั้นจึงทำการปรับค่าความขรุขระในลำน้ำ ด้วยค่า Manning's n ทั้งนี้ในการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองสภาพการไหลได้พิจารณาความสอดคล้องกันของระดับน้ำคำนวณและระดับน้ำตรวจวัดด้วยค่า Correlation Determination (r^2) และพิจารณาค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของการคำนวณระดับน้ำด้วยค่า Root Mean Square Error (RMSE)

4.3 ค่าความสัมพันธ์ทางสถิติ

การสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง NAM และแบบจำลอง HD จะต้องใช้ค่าความสัมพันธ์ทางสถิติเพื่อใช้ในการพิจารณาประสิทธิภาพของแบบจำลอง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้ค่าความสัมพันธ์ทางสถิต 3 ชนิด ได้แก่ Coefficient of Determination (r^2), Water Balance Error (WBE) ,Root Mean Square Error (RMSE) แสดงในสมการดังนี้

1) Coefficient of Determination (r^2)

$$r^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N}(Q_{obs,i}-Q_{obs})(Q_{sim,i}-Q_{sim})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N}\left(Q_{obs,i}-M_{obs}\right)\cdot\sum_{i=1}^{N}\left(Q_{sim,i}-M_{sim}\right)}}$$

2) Water Balance Error (WBE)

$$WBE = \frac{\sum_{i=1}^{N} Q_{sim,i} - \sum_{i=1}^{N} Q_{obs,i}}{\sum_{i=1}^{N} Q_{obs,i}} \times 100$$

3) Root Mean Square Error (RMSE)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} \left(Q_{obs,i} - Q_{sim,i}\right)^2}{N}}$$

โดยที่

N = จำนวนข้อมูล

Q_{obs} = ปริมาณหรือระดับน้ำจากการตรวจวัด

Q_{sim} = ปริมาณหรือระดับน้ำจากการคำนวณ

M_{obs} = ปริมาณหรือระดับน้ำเฉลี่ยจากการตรวจวัด

M_{sim} = ปริมาณหรือระดับน้ำเฉลี่ยจากการคำนวณ

4.2 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง เมื่อได้ทำการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง จนสอดคล้องกับสภาพการไหลแล้ว ได้นำแบบจำลองมาใช้เพื่อศึกษาแนวทางการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยต่างๆ ตามผลการศึกษาของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (2547) ด้วยการผันน้ำเลี่ยงเมืองผ่านลำน้ำธรรมชาติ (ห้วยพับ ห้วยยอด และห้วยข้าวสาร) ไปลงแม่น้ำมูล เพื่อลดปริมาณน้ำที่จะไหลผ่านตัวเมืองอุบลราชธานี และอำเภอวารินชำราบ โดยการจำลองสภาพการไหลของน้ำด้วยเหตุการณ์น้ำท่วมในปี พ.ศ. 2553

ผลการทดลอง และวิจารณ์

1.ผลการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าและแบบจำลองสภาพการไหล

ในการสอบเทียบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ได้ปรับค่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อปริมาณการเกิดน้ำท่าในลุ่มน้ำ ขนาดและรูปร่างของไฮโดรกราฟ และระยะเวลาการเกิดยอดน้ำหลาก ดังแสดงผลการสอบเทียบ และตรวจสอบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่าต่างๆ ใน Figure 5 และ Table 1 พบว่าในการสอบเทียบแบบจำลองมีค่า Coefficient of Determination (r^2) อยู่ในช่วง 0.74-0.77 และ ค่า WBE อยู่ในช่วง -12.40% ถึง 11.10% ซึ่งพอจะยอมรับได้เนื่องจากสภาพน้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่าของลุ่มน้ำย่อยต่างๆมีการควบคุมประตูน้ำของฝายขนาดใหญ่ ได้แก่ ฝายลำเซบก ฝายลำเซบาย ฝายอำนาจเจริญ (ปะอาว) และฝายยางลำโดมใหญ่ จากนั้นได้นำค่าพารามิเตอร์มาประยุกต์กับพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ดังแสดงใน Table 3 ซึ่งมีการปรับค่าพารามิเตอร์ตามการเปรียบเทียบอัตราการไหลที่คำนวณได้กับการตรวจวัดอัตราการไหลที่สถานีวัดน้ำ M.7 ดังผลการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองแสดงใน Figure 6(a) โดยมีค่า Coefficient of Determination (r^2) เท่ากับ 0.96 และ 0.97 ตามลำดับ และค่า WBE เท่ากับ 3.63% และ -3.36% ตามลำดับ

สำหรับการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองสภาพการไหล ได้ทำการปรับค่าความขรุขระการไหล (Table 4) เพื่อให้ผลการคำนวณระดับน้ำสอดคล้องกับระดับน้ำตรวจวัดที่สถานีวัดน้ำ M.7 และสถานีวัดน้ำ M.10 ดังแสดงใน Figure 6(b), 6(c) พบว่า ค่า Coefficient of Determination (r^2) อยู่ในช่วง 0.96-0.98 ในขณะที่ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของระดับน้ำมีค่า RMSE อยู่ในช่วง 0.55-0.77 ม. โดยความคลาดเคลื่อนส่วน

ใหญ่เกิดในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งมีการควบคุมอาคารบังคับน้ำในลำน้ำมูล ในขณะที่ผลการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองในฤดูน้ำหลากเกิดขึ้นไม่มากนัก เนื่องจากอาคารบังคับน้ำในลำน้ำมูลจะยกบานพันน้ำ จึงพอที่จะใช้แบบจำลองสภาพการไหลที่พัฒนาขึ้นในการศึกษาการบรรเทาน้ำหลากที่ไหลผ่านเมืองอุบลราชธานีได้

Table 1 Summary of statistics in model calibration and verification from Rainfall-Runoff module

station	model calibration			model verification		
	period	r^2	WBE (%)	period	r^2	WBE (%)
M.9	2008-2009	0.74	1.4	2004-2005	0.81	-17.9
M.69	1993-1994	0.75	11.1	2003-2004	0.52	54.4
M.170	2005-2007	0.77	-7.9	2001-2003	0.78	-21.7
M.176	2008-2009	0.77	-6.2	2005-2006	0.84	-13.4
M.179	2005-2006	0.75	-12.4	2007-2008	0.77	12.9

Table 2 Summary of statistics in model calibration and verification from Hydrodynamic module

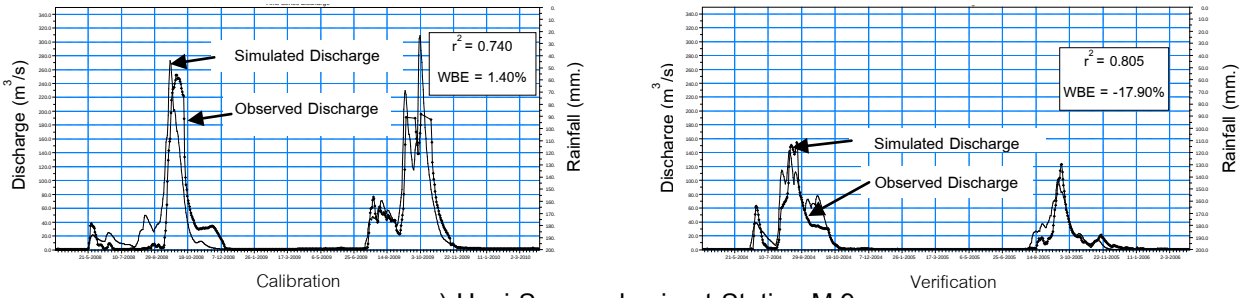
type	station	model calibration				model verification			
		period	r^2	WBE (%)	RMSE	period	r^2	WBE (%)	RMSE
Discharge	M.7	2002-2004	0.95	3.6	-	2006-2008	0.97	-3.4	-
Water level	M.7	2002-2004	0.97	-	0.77	2007-2009	-0.98	-	0.71
	M.10	2002-2004	0.98	-	0.55	2006-2007	0.95	-	0.59

Table 3 Used Parameters of Rainfall-Runoff Model

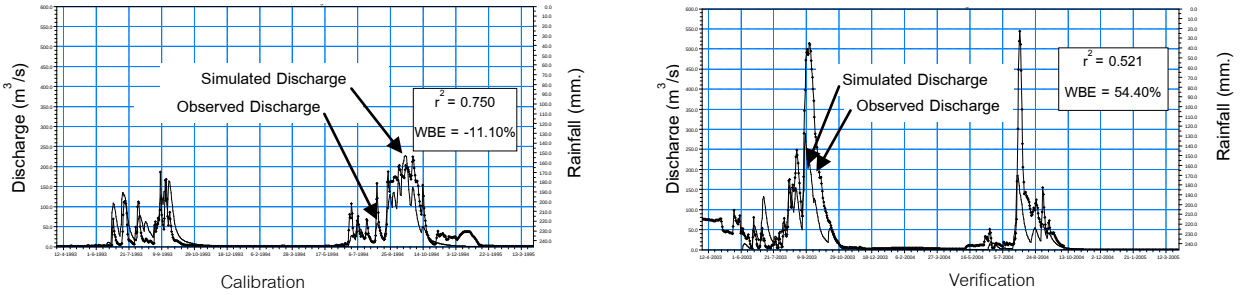
Sub basin	Area (sq.km.)	U_{max} (mm.)	L_{max} (mm.)	CQOF	CKIF (hr.)	CK1,2 (hr.)	TOF	TIF	TG	CKBF (hr.)
HUAI SAMRAN	3,549.12	50	800	0.50	600	108	0.60	0.60	0.90	500
HUAI KHAYUNG	1,799.00	55	550	0.55	300	96	0.30	0.30	0.40	500
LAM DOM YAI	4,917.60	36	360	0.30	190	60	0.60	0.60	0.40	800
LAM DOM NOI	96.34	10	100	0.50	500	24	0.50	0.50	0.40	800
LAM SA BAI	4,001.74	50	700	0.70	500	96	0.70	0.70	0.70	700
LAM SA BOK	3,594.41	10	320	0.70	500	96	0.50	0.50	0.60	500
HUAI KHAYUNG	859.86	10	100	0.50	500	24	0.50	0.50	0.50	1000
MUN 1	627.36	20	200	0.5	1000	12	0.5	0.5	0.9	500
MUN 2	472.04	20	200	0.5	500	12	0.5	0.5	0.9	500
MUN 3	884.94	20	200	0.5	500	24	0.5	0.5	0.9	500
MUN 4	352.09	20	200	0.5	500	12	0.5	0.5	0.7	500
MUN 5	874.63	20	200	0.5	500	12	0.5	0.5	0.7	500
MUN 6	78.72	20	200	0.5	500	12	0.5	0.5	0.7	500
CHI 1	1544.06	20	200	0.5	500	24	0.5	0.5	0.6	500

Table 4 Values of Manning's n coefficient used in Hydrodynamic Model

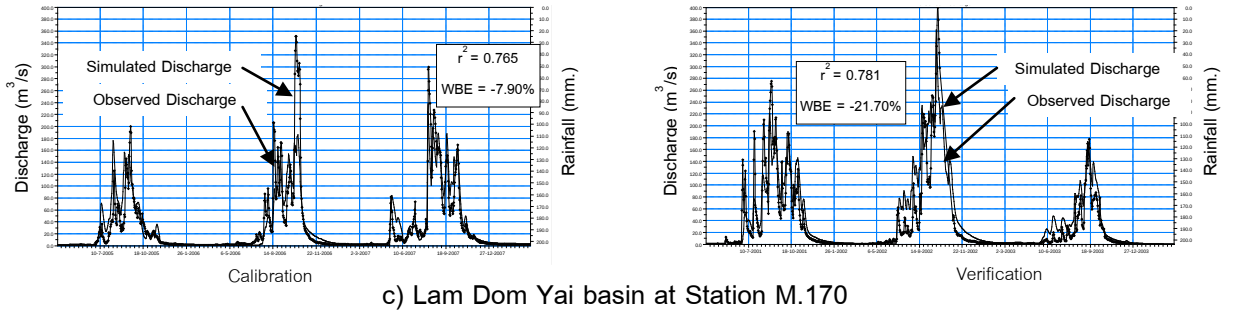
River	Chainage (km.)	Manning's n
MUN	0+000 - 29+000	0.028
MUN	29+000 - 45+880	0.028
MUN	45+880 - 49+880	0.030
MUN	49+880 - 177+880	0.030
MUN	177+880 - 210+880	0.045
CHI	0+000 - 139+000	0.028



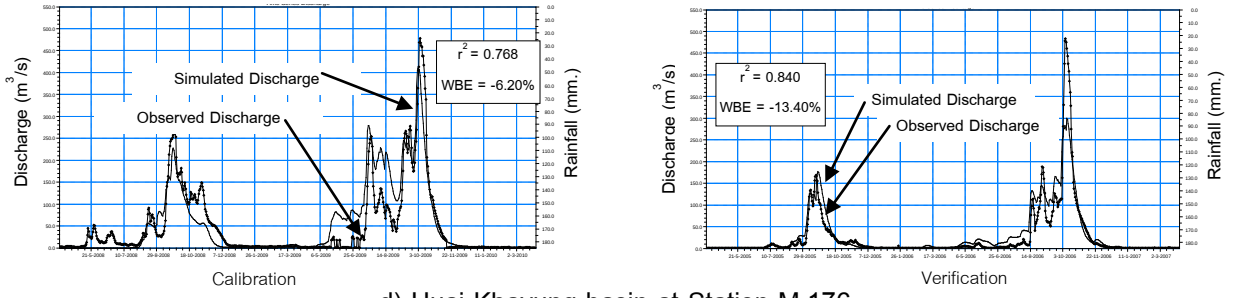
a) Huai Samran basin at Station M.9



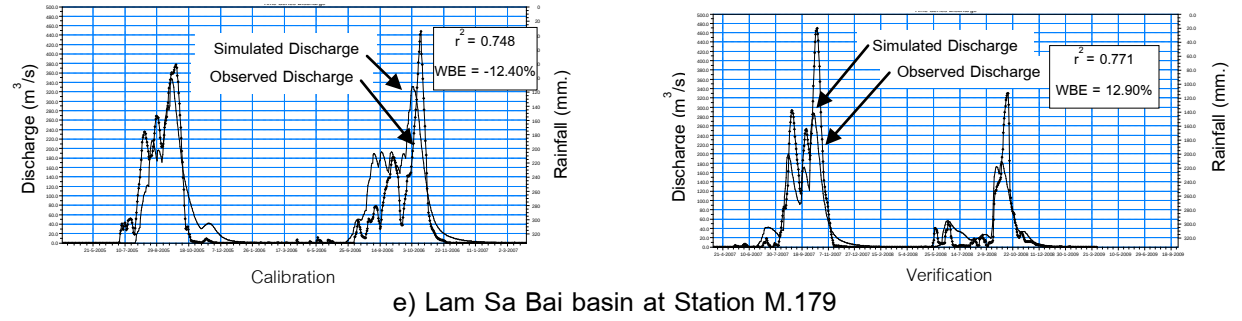
b) LAM SA BOK basin at Station M.69



c) Lam Dom Yai basin at Station M.170



d) Huai Khayung basin at Station M.176



e) Lam Sa Bai basin at Station M.179

Figure 5 Comparison of the simulated and observed discharge from Rainfall-Runoff module

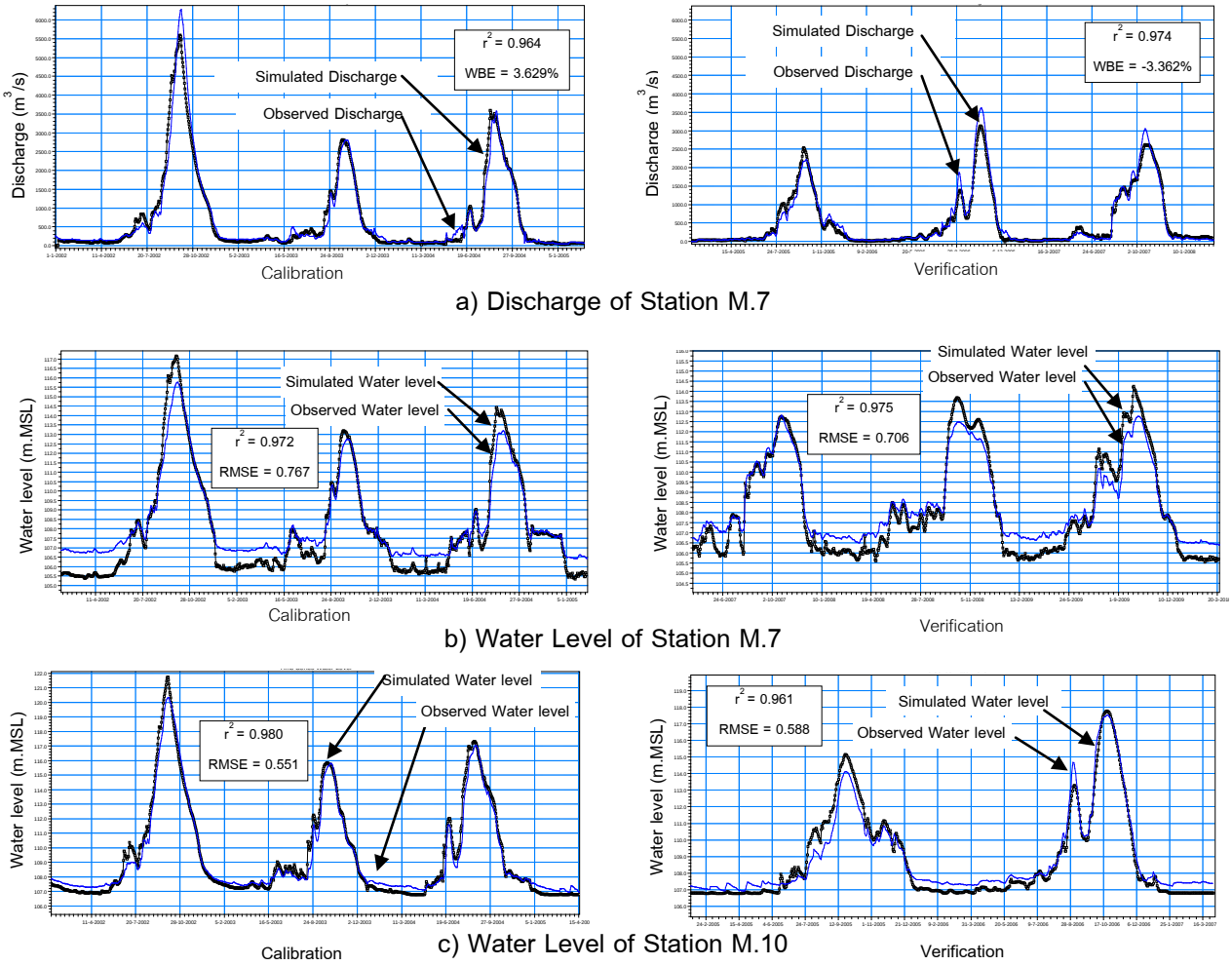


Figure 6 Comparison of the simulated and observed discharge and water level from Hydrodynamic module

2. ผลการวิเคราะห์แนวทางการป้องกัน และบรรเทาอุภัยของจังหวัดอุบลราชธานี

2.1ในการศึกษาสภาพลำน้ำมูล พบว่าแม่น้ำมูลในช่วงตัวเมืองอุบลราชธานีมีค่าระดับของตลิ่งโดยเฉลี่ยอยู่ที่ +113.0 ม.รทก. มีความจุลำน้ำที่สถานีวัดน้ำท่า M.7 เท่ากับ 2,725 ลบ.ม./วินาที ในขณะที่เหตุการณ์น้ำท่วมในปี พ.ศ. 2553 มีปริมาณน้ำสูงสุด 3,112.5 ลบ.ม./วินาที และเกิดปัญหาน้ำล้นตลิ่งเข้าท่วมพื้นที่ชุมชนในเขตเมืองอุบลราชธานีและอำเภอวารินชำราบนานกว่า 40 วัน เนื่องจากระบบระบายน้ำต่างๆไม่สามารถระบายน้ำลงสู่แม่น้ำมูลได้ ก่อให้เกิดพื้นที่น้ำท่วมขังเป็นบริเวณกว้าง

2.2 แนวทางการป้องกันและบรรเทาอุทกภัย ได้ทำการจำลองการขุดคลองผันน้ำเลี่ยงเมืองผ่านลำน้ำธรรมชาติในบริเวณพื้นที่ของ ต.บุ่งหวาย อ.วารินชำราบ (ห้วยพับ ห้วยยอดและห้วยข้าวสาร) ไปลงยังแม่น้ำมูลในเขต ต.สว่าง อ.สว่างวีระวงศ์ โดยพิจารณาคลองผันน้ำเป็น 2 กรณี คือ คลองดินขุดมีค่า Manning's n เท่ากับ 0.025 และคลองดาดคอนกรีตมีค่า Manning's เท่ากับ 0.014 คลองยาว 88.88 กม ความกว้างท้องคลอง 50 เมตร ลึก 6 เมตร ลาดตลิ่ง 1:2 ลาดชันท้องคลอง

1:20,000 ระดับท้องคลองที่ต้นคลองผันน้ำอยู่ที่ +108.0 ม.รทก. และระดับท้องคลองที่ปลายคลองผันน้ำอยู่ที่ +103.76 ม.รทก. ผลการศึกษา พบว่า เมื่อทำการขุดลอกคลองผันน้ำเลี่ยงเมืองแล้ว ในกรณีคลองผันน้ำเป็นคลองดินขุด จะสามารถผันน้ำได้ 321 ลบ.ม./วินาที ทำให้ลดปริมาณน้ำสูงสุดที่สถานีวัดน้ำท่า M.7 ลดลงเหลือ 2,794.0 ลบ.ม./วินาที และระยะเวลาน้ำล้นตลิ่งเหลือ 8 วัน ในขณะที่กรณีคลองผันน้ำแบบคลองดาดคอนกรีต จะสามารถผันน้ำได้ 325 ลบ.ม./วินาที ทำให้ลดปริมาณน้ำสูงสุดที่สถานีวัดน้ำท่า M.7 ลดลงเหลือ 2,790.0 ลบ.ม./วินาที และระยะเวลาน้ำล้นตลิ่ง 8 วันเช่นกัน ดังแสดงใน Figure 7 (a) เนื่องจากปริมาณน้ำหลากที่ผ่านเมืองอุบลราชธานียังคงเกินความจุของลำน้ำมูล จึงได้ทำการจำลองคลองผันน้ำขนาดความกว้างท้องคลอง 60 เมตร ลึก 7 เมตร ลาดตลิ่ง 1:2 ลาดชันท้องคลอง 1:20,000 พบว่า คลองผันน้ำดังกล่าวจะทำให้ปริมาณน้ำหลากสูงสุดของเหตุการณ์น้ำหลากในปี พ.ศ. 2553 อยู่ในลำน้ำมูลดังแสดงใน Figure 7 (b) ซึ่งไม่ก่อให้เกิดสภาพการไหลล้นตลิ่งเข้าท่วมพื้นที่ลุ่มริมตลิ่งลำน้ำมูล

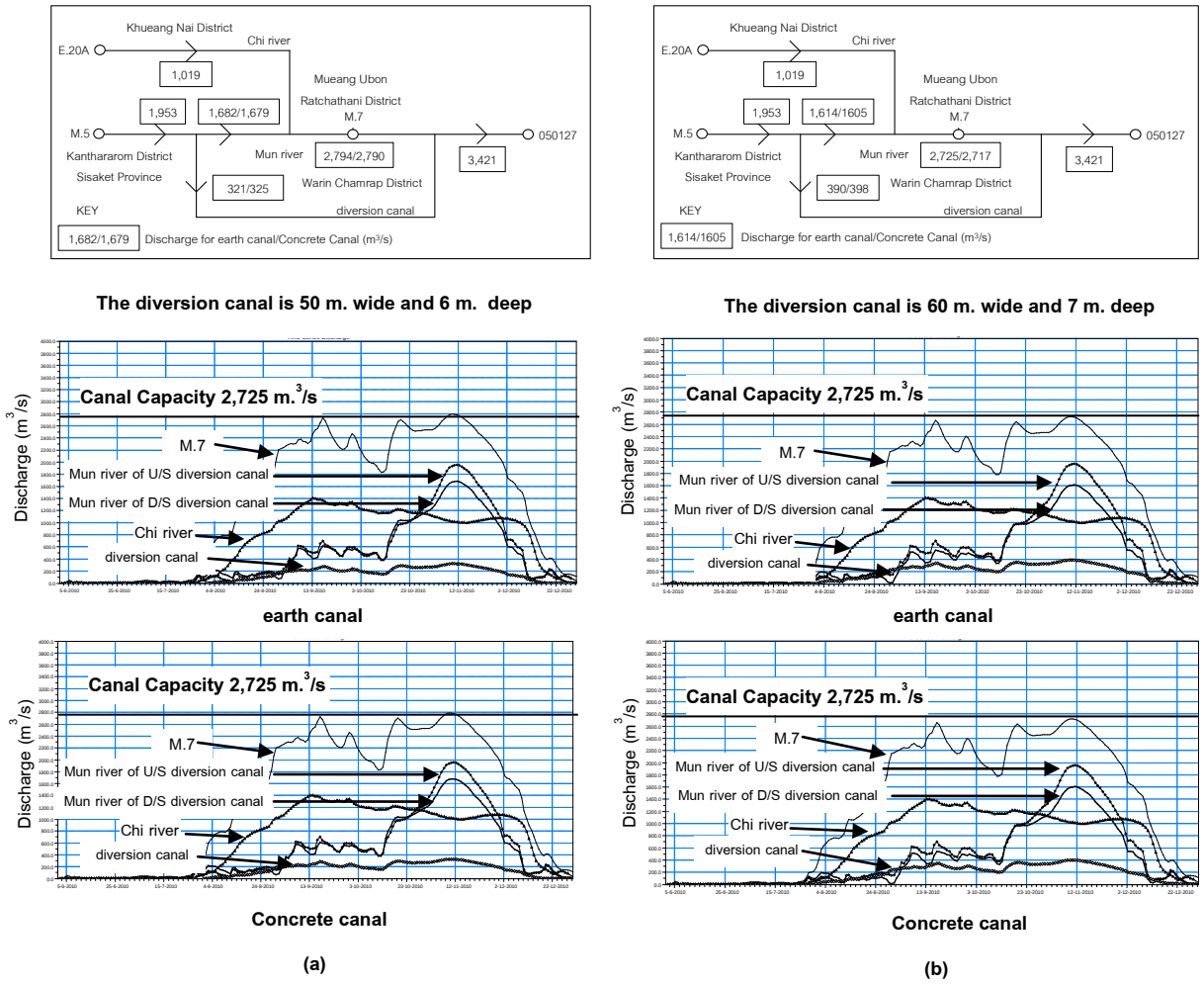


Figure 7 Results of Simulation flow with diversion canal

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษา

จังหวัดอุบลราชธานีเป็นจังหวัดที่มีแม่น้ำชีและแม่น้ำมูลไหลมาบรรจบกัน จึงมีโอกาสให้เกิดปัญหาอุทกภัยบ่อยครั้ง เนื่องจากปริมาณน้ำในแม่น้ำมูล ช่วงที่ผ่านตัวเมืองอุบลราชธานีมีปริมาณมากจนล้นตลิ่ง เกิดพื้นที่น้ำท่วมขังเป็นเวลานาน ในการศึกษาได้จำลองแนวทางในการผันน้ำหลากเลี่ยงเมืองอุบลราชธานีผ่านลำน้ำธรรมชาติ ไปลงลำน้ำมูลด้วยเหตุการณ์น้ำท่วมในปี พ.ศ. 2553 โดยคลองผันน้ำแบบคลองดินขุดและคลองดาดขนาดกว้างท้องคลอง 50 ม. ลึก 6 ม. จะสามารถผันน้ำได้สูงสุด 321 ลบ.ม./วินาที และ 325 ลบ.ม./วินาที ตามลำดับ ซึ่งเป็นความสามารถในการผันน้ำที่ไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากระดับน้ำด้านปลายคลองผันน้ำที่ลงสู่ลำน้ำมูลมีระดับน้ำที่สูงมาก จึงทำให้คลองผันน้ำไม่สามารถระบายได้เต็มศักยภาพ อนึ่งขนาดคลองผันน้ำดังกล่าวยังไม่เพียงพอต่อการลดปริมาณน้ำหลากที่ไหลผ่านเมืองอุบลราชธานี ในการจัดทำแบบจำลองคณิตศาสตร์พบว่า คลองผันน้ำควรมีความกว้างท้องคลอง 60 ม. ลึก 7 ม. จึงจะช่วยผันน้ำเลี่ยงเมือง เพื่อให้ปริมาณน้ำหลากผ่านเมืองอุบลราชธานีไม่เกินความจุของลำน้ำมูล

ข้อเสนอแนะ

อย่างไรก็ตามในการป้องกันและบรรเทาปัญหาน้ำท่วม ควรศึกษาขนาดคลองผันน้ำให้สามารถผันน้ำหลากเพื่อให้ปริมาณน้ำผ่านตัวเมืองต่ำกว่าความจุลำน้ำ ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการระบายน้ำของพื้นที่ชุมชนอุบลราชธานี และควรศึกษาความเหมาะสมทางด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมเพิ่มเติม เพื่อให้ทราบถึงแนวทางที่เหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุดในการป้องกันน้ำท่วมของจังหวัดอุบลราชธานีต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และขอขอบคุณหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ กรมอุตุนิยมวิทยา การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และกรมโยธาธิการและผังเมือง ที่อนุเคราะห์ข้อมูลประกอบการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

กฤษณ์ ศรีวรมาศ และฤกษ์ชัย ศรีวรมาศ. 2548. การทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลองทางชลศาสตร์สำหรับการทำนายระดับน้ำและอัตราการไหล กรณีศึกษาลำน้ำมูลบริเวณ อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี. *ใน* วิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 10

กฤษฎา จันทรคณา และสุวัฒนา จิตตลดากร. 2548. การตรวจสอบสภาพชลศาสตร์การไหลในลำน้ำเสียวใหญ่โดยใช้แบบจำลอง MIKE 11. *ใน* วิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 10

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 2547. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการแบบจำลองสภาพน้ำท่วมพื้นที่ริมตลิ่งแม่น้ำมูลเพื่อทราบระดับน้ำและพื้นที่ท่วมนอง บริเวณเขตเทศบาลนครอุบลราชธานีและเทศบาลเมืองวารินชำราบ.

Received 10 January 2013

Accepted 21 June 2013